GUIDE DE L'UTILISATEUR

SnapTite®

WWW.CULVERT-REHAB.COM | 800-CULVERT

VERSION 4.0 2013

Snap-Tite® : La meilleure et la plus sûre façon de réhabiliter vos projets de ponceaux et d'évacuateurs de crues (déversoirs). Le système de jonction et d'installation Snap-Tite® permet de remplacer les systèmes défectueux sans avoir à enlever les tuyaux existants donc sans excavation. Snap-Tite® peut généralement être installé avec une pelle hydraulique, une chargeuse-pelleteuse, un treuil manuel à câble et des chaînes.

Snap-Tite®: La solution qui a fait ses preuves sur le terrain. Nous avons éliminé le problème de l'excavation des vieux ponceaux et des déversoirs. Des sections de tuyau en polyéthylène spécialement fabriquées sont insérées dans l'ancien ponceau ou déversoirs, formant ainsi une gaine continue et étanche. Une fois en place, le nouveau système ne nécessite pratiquement aucun entretien.

Il s'agit d'une installation rapide, sans formation ni équipement spécial qui répond aux exigences requises. Le système d'insertion de tuyauterie Snap-Tite® est inégalé en termes de facilité d'installation. Puisqu'il ne pèse généralement que 10 % du poids du béton, de la fonte ductile et des tuyaux en terre cuite, il est beaucoup plus facile à manipuler. Les services d'entretien peuvent utiliser leurs propres équipes - aucune formation spéciale ou équipement spécialisé n'est nécessaire.

Tout pour l'installateur. Les tuyaux Snap-Tite® sont offerts en longueurs de 2 à 50 pieds et en dimensions de 6 à 63 pouces de diamètre extérieur. Face à un tuyau endommagé avec un accès limité ? Pas de problème avec Snap-Tite®. Les segments courts peuvent être fixés ensemble, tous avec des joints d'étanchéité solides et étanches dans un espace de travail réduit.

Ces avantages font également de Snap-Tite® la solution privilégiée pour le renouvellement des déversoirs de barrage. Les applications typiques sont :

- Remise en état d'un ponceau et d'un évacuateur de crues du PGPC
- Remise en état d'un ponceau et d'un évacuateur de crues en fonte ductile
- Remise en état d'un ponceau et d'un évacuateur de crues en béton

Voyez ce que Snap-Tite® peut faire pour vous. C'est peut-être la solution finale pour tous vos problèmes de réhabilitation de ponceaux et de déversoirs. Une installation simple signifie un équipement léger, moins de main-d'œuvre, une perturbation minimale de l'emprise et une durée de vie du produit fini indéfinie. Lorsqu'on considère ces avantages, il devient évident que le système Snap-Tite® est le moyen le plus rentable afin de remettre en état les systèmes de ponceaux et de déversoir qui se détériorent.

Des forces efficaces sur lesquelles on peut compter.

- La solution la plus sûre pour les installateurs et les automobilistes
- Économisez 50 % par rapport au remplacement de ponceau
- Pas d'interruption de service
- Peu ou pas de dommages à la surface
- Accélération de la réalisation des projets
- Capacité hydraulique améliorée
- Le système scellé empêche les fuites
- Longue durée de vie
- Un système efficace et économique favorise un environnement plus propre et plus sain

Le support produit Snap-Tite® avec la force de vente Snap-Tite® et les ingénieurs d'application Snap-Tite®, c'est bien plus que de simples preneurs de commandes. Ils ont littéralement été dans les tranchées et ont une vaste expérience du service à la clientèle. Ils sont spécialement formés pour répondre aux questions difficiles et donner les bonnes recommandations pour vos besoins spécifiques.

Index

Chapitre 1
Snap-Tite® : Solution par insertion 3

Chapitre 2
Tuyau en polyéthylène de haute densité (PEHD) Snap-Tite® 5

Chapitre 3
Hydraulique 8

Chapitre 4
Tuyau ovale 14

Chapitre 5
Facilité d'installation 15

Chapitre 6
Joints d'extrémité, extrémités biseautées et mur d'appuis 18

Chapitre 7
Coulis de l'espace annulaire 20

Chapitre 8
Conception structurelle 29

Chapitre 9
Limites minimales et maximales de remblais 44

Chapitre 10
Thread-Liner 46

Chapitre 11
Passage de la vie aquatique de la ISCO 48

Chapitre 12
Manutention et Entreposage 50

Chapitre 13
Spécifications 53

Chapitre 14
Foire aux questions 57

Chapitre 15
Glossaire 60

Chapitre 1

Snap-Tite® : Solution par insertion

Avant la réhabilitation

Après la réhabilitation with Snap-Tite®

Le système d'insertion de ponceau en PEHD Snap-Tite® a été conçu et développé comme une solution sûre et permanente pour réparer les ponceaux défectueux. De nombreux ponceaux existants ont 50 ans et ont dépassé leur durée de vie nominale. Aux États-Unis, la majeure partie de notre réseau routier a été construite dans les années 1950. Les ponceaux construits durant ces périodes ont utilisé des matériaux soit en métal ondulé, soit en béton ayant une durée de vie d'environ 40-50 ans. La réparation de ces ponceaux avant qu'ils n'atteignent leur état critique d'effondrement est impératif pour la sécurité du public.

Qu'advient-il d'une route lorsqu'un ponceau qui s'y trouve est en mode de défaillance?

L'image de la figure 1 montre les dégâts des nids-de-poule à la surface de la route au-dessus du ponceau, ainsi que d'autres dommages causés à la route. Les ponceaux détériorés nous viennent rapidement à l'esprit lorsque l'on voit les dommages causés par la corrosion, la rouille et les sols emportés par l'eau. L'effondrement de la chaussée se produit lorsque le sol sous la surface de la route est emporté (voir figures2-4) par le courant. Ce mouvement du sol et la perte de matériel créent un vide sous la route.

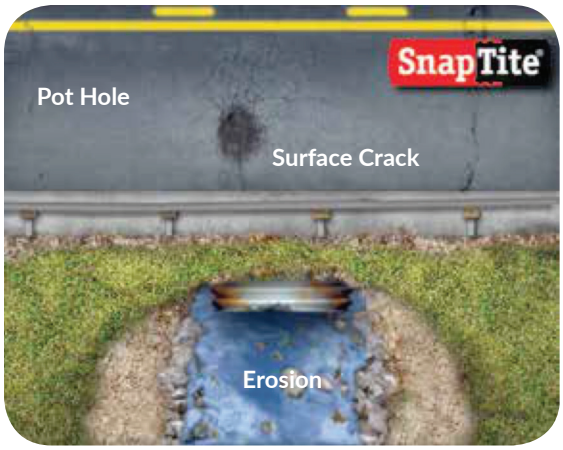


Figure 1

Figure 2

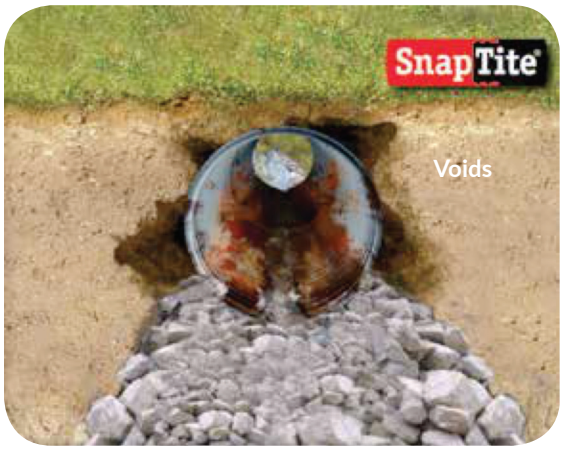


Figure 3

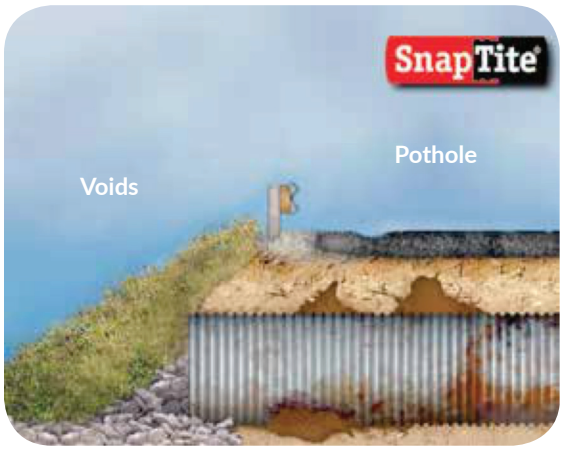


Figure 4

Ceci rend la route instable. La réparation temporaire de la route n'est qu'une réponse à court terme et ne va pas à la source du problème. La réalité est que le ponceau a perdu sa structure. Bien qu'il soit facile de voir les dommages du ponceau ainsi que son vieillissement, ce ne sont pas des choses auxquelles nous nous attardons tous les jours.

Plusieurs accidents routiers ainsi que certains décès ont été attribués à des ponceaux défaillants. Le remplacement est un processus coûteux, qui demande du temps tout en étant laborieux. Ceci peut aussi provoquer des maux d'appuis ainsi que des dommages collatéraux pour les usagers tels que les voitures, les camions et les propriétés avoisinante.

Le système d'insertion de ponceau en PEHD Snap-Tite® est une solution unique d'insertion de ponceau qui permet non seulement de restaurer le ponceau existant, mais aussi de résoudre les problèmes critiques de santé et sécurité et d'entretien posés par les vides du sol.

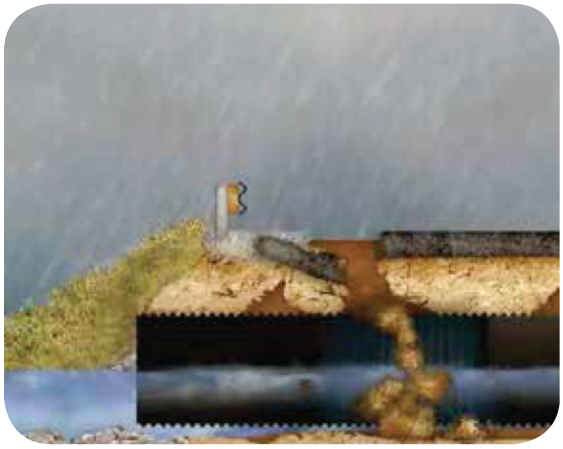


Figure 5

Figure 6

Snap-Tite® est fabriqué à partir de tuyau en polyéthylène haute densité (PEHD) à paroi solide avec une extrémité mâle et femelle qui s'accroche "Snap" ensemble lors de l'installation, et qui n'augmentent pas le diamètre intérieur ni extérieur du tuyau inséré. Par conséquence, il n'y aura pas de restrictions du débit d'eau ni de crochets d'accouplement. Un joint étanche à l'eau est obtenu avec l'inclusion du joint fourni (voir Figure 8).

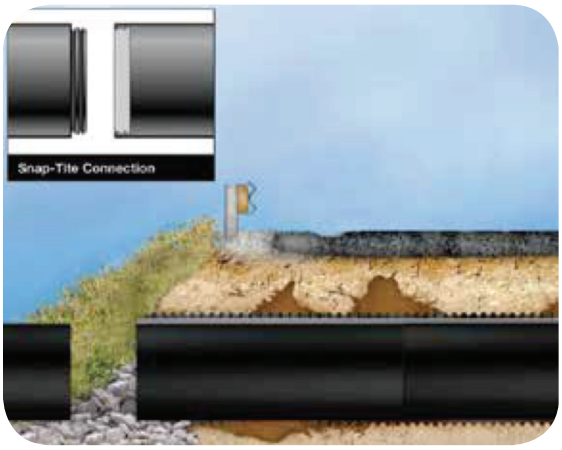


Figure 7

Figure 8

Snap-Tite® répond aux exigences de AASHTO M326, une norme pour la réhabilitation par insertion aux États-Unis. Snap-Tite® est considéré par de nombreux utilisateurs comme la solution permanente, ayant de nombreux avantages par rapport au remplacement du béton et des tuyaux en tôle ondulé (TTO).

Dans la plupart des cas, Snap-Tite® surpasse actuellement la performance du béton ainsi que du tuyau de tôle ondulé. Même avec un diamètre réduit, Snap-Tite® permet d'avoir un meilleur débit que le béton ou que le métal ondulé en raison de son mur intérieur lisse.

En plus, le système Snap-Tite® Ponceau par Insertion est inégalée dans la facilité d'installation. Puisqu'il pèse généralement aussi peu que 10% des matériaux conventionnels, il est beaucoup plus facile à manipuler. Les services de routes peuvent utiliser leurs propres équipements sans formation spéciale ou autre machinerie spécialisé nécessaire.

Snap-Tite® varie de 6" à 63" étant un tuyau à paroi solide en PEHD qui peut être manufacturé en longueurs 2 pieds jusqu'à 50 pieds de long, selon les conditions du chantier. Grâce à la facilité d'installation de Snap-Tite®' et à ses longueurs variables, 95% du renouvellement du ponceau peut être effectués hors route. Cela signifie une santé et sécurité accrue pour vos travailleurs et les automobilistes. Les perturbations de la circulation deviennent une chose du passé; tous les travaux se font au niveau du ponceau lui-même, sans devoir creuser la route. Ces avantages font également de Snap-Tite® la solution idéale pour les extensions de ponceau, l'élargissement routier, les applications d'excavation directe ainsi que pour des égouts ayant un accès limité.

Il y a d'autre produits disponibles sur le marché pour la réhabilitation par insertion, mais les bénéfices offerts par le système Snap-Tite® Ponceau par Insertion tel qu'une capacité de débit supérieure, une longue durée de vie ainsi que la réduction de perturbation du trafic offert par cette méthode de réhabilitation sans excavation en font la meilleure solution pour la réhabilitation de ponceau. De plus, il s'agit véritablement d'une solution permanente grâce à son système de joint étanche breveté qui assure la stabilisation du sol nécessaire pour un bon fonctionnement de ponceau se trouvant sous les routes.

Chapitre 2

Tuyau en polyéthylène de haute densité (PEHD) Snap-Tite®

Introduction

Snap-Tite® PEHD Pipe, vendu et distribué par ISCO Industries, Inc. offre un ensemble complet de services de vente et de soutien pour la réhabilitation des ponceaux défectueux partout aux États-Unis. Veuillez composer le 1-800-CULVERT ou visiter le site www.culvert-rehab.com pour tous vos besoins en matière d'insertion de ponceau.

Certaines des caractéristiques des tuyaux en PEHD à paroi pleine Snap-Tite® sont les suivantes :

- Économique Flexible
- Résistant à la corrosion
- Assemblé mécaniquement
- Hydrauliquement lisse
- Fort et ductile
- Longue durée de vie
- Résistant aux intempéries
- Robuste
- Résistant aux chocs
- Résistant aux produits chimiques
- Résistant au gel
- Facile à installer
- Durable
- Petits à grands diamètres
- Résistant à l'abrasion
- Non-Toxique
- Léger
- Fiable
- Listé et approuvé

Des normes importantes pour les tuyaux en polyéthylène haute densité (PEHD).

Les normes importantes pour les tuyaux en PEHD Snap-Tite® concernent la résine à partir de laquelle le tuyau est fabriqué et les normes relatives aux dimensions et aux tolérances de fabrication.

Normes ASTM :

Spécifications de la norme **ASTM D3350** pour tuyaux et raccords en polyéthylène plastique. Cette norme définit les propriétés physiques de la résine.

Spécifications de la norme **ASTM F714** pour tuyau en polyéthylène (PE) (SDR-PR) basé sur le diamètre extérieur. Cette norme est utilisée pour la plupart des tuyaux en PEHD de grand diamètre (6 » à 63 »).

ASTM D2321 pratique normalisée pour l'installation souterraine de tuyaux thermoplastiques pour les égouts et autres applications d'écoulement par gravité. **ASTM F585** Norme de pratique pour l'insertion de tuyaux en polyéthylène souple dans les égouts existants.

Spécifications de la norme **ASTM D3212** pour les joints de tuyaux de drainage et d'égout en plastique utilisant des joints élastomères flexibles.

Norme de l'industrie pour le rebasage des ponceaux:

AASHTO M326 Insertion en polyéthylène (PE)

Tuyau, diamètre de 300 à 1600 mm, basé sur un diamètre extérieur contrôlé

Spécifications pour les tuyaux en PEHD

Les systèmes de tuyauterie en polyéthylène sont définis ou spécifiés à l'aide de deux critères importants : la classification des cellules ASTM D3350 et le code de désignation du matériau thermoplastique ASTM F412. La norme ASTM D3350 se compose d'une série de six chiffres suivis d'une lettre. Les six chiffres correspondent au niveau de performance requis dans six propriétés physiques distinctes définies dans la norme. La dernière lettre précise la couleur ou la résistance aux UV requise. Ensemble, la classification des cellules D3350 établit une gamme minimale de performances techniques pour le composé PE utilisé pour la fabrication du tuyau.

Le code de désignation du matériau de tuyauterie thermoplastique F412 définit en outre les exigences de performance de la tuyauterie fabriquée à partir d'un composé PE particulier. Ce code se compose d'une abréviation pour le matériau de base tel que défini dans les normes ASTM. L'abréviation normalisée pour le polyéthylène est le terme « PE ». Cette désignation de base du polymère est suivie d'une série de quatre chiffres. Les deux premiers chiffres se rapportent directement aux propriétés physiques spécifiques du composé telles que définies dans la norme ASTM D3350. Les deux derniers chiffres correspondent à la cote de contrainte hydrostatique à long terme recommandée par le tableau des contraintes hydrostatiques du Plastic Pipe Institute en centaines de lb/po2. La cote de contrainte hydrostatique à long terme est la base de calcul hydrostatique (BHD) multipliée par le facteur de calcul approprié (DF).

Ainsi, le code de désignation du matériau de tuyauterie thermoplastique suit le formulaire ci-dessous.

PEXYZZ, le format du code de désignation du matériau thermoplastique pour le tuyau PE

Où :

PE indique polyéthylène

X caractérise la variance de densité du composé utilisé pour fabriquer le tuyau, telle que définie dans la norme ASTM D3350.

Y caractérise la variance de résistance à la croissance lente des fissures pour le composé utilisé pour fabriquer le tuyau tel que défini dans la norme ASTM D3350.

ZZ est la contrainte hydrostatique à long terme à 23o F, exprimée en centaines de livres par pouce carrés.

Historiquement, le marché des tuyaux en PE était dominé par essentiellement deux principaux codes de désignation des matériaux thermoplastiques. Il s'agit des PE2406 et PE3408. En 2005, des modifications ont été apportées à la norme ASTM D3350 pour permettent d'identifier et d'intégrer des niveaux de performance technique beaucoup plus élevés dans les matériaux de tuyauterie en PE au sein du système de normes nord-américain. Il en a résulté une prolifération temporaire des codes de désignation des matériaux de tuyauterie en PE thermoplastique. Aujourd'hui, nous disposons toujours d'un choix assez large de codes de désignation de matériaux pour les systèmes de tuyauterie en PE sur le marché. Toutefois, dans la pratique, le marché des tuyaux en PE est caractérisé par les trois codes communs de désignation des matériaux thermoplastiques.

PE2708 – Ce produit de tuyauterie est fabriqué à partir d'un composé de densité moyenne tel que défini dans la version actuelle du D3350 et est largement utilisé dans la distribution de gaz naturel et certaines applications spécialisées.

PE3608 – Ce produit de tuyauterie est l'ancien produit résultant de l'ancien code de désignation du matériau thermoplastique PE3408 qui était si largement spécifié et utilisé avant 2005. Il n'est pas rare aujourd'hui de voir ces produits de tuyauterie porter la double étiquette PE3408/PE3608.

PE4710 – Cette désignation de produit de tuyauterie représente l'aboutissement d'années de recherche technique sur la performance des polymères dans les tuyauteries en PE et offre au concepteur ou à l'utilisateur final des niveaux exceptionnels de performance des systèmes de tuyauterie. Par exemple, les produits de tuyauterie PE4710 supportent des contraintes hydrostatiques à long terme plus élevées, ce qui rend la pression nominale pour une épaisseur de paroi de tuyauterie donnée de 25 % supérieure à celle d'un produit de tuyauterie PE3608 comparable. De la même façon, ces produits de tuyauterie présentent une résistance beaucoup plus élevée à la croissance lente des fissures. Compte tenu des performances techniques extrêmement élevées des produits de tuyauterie PE4710, il n'est pas surprenant qu'ils répondent ou dépassent toutes les exigences techniques des produits de tuyauterie PE3408 ou PE3608. Pour cette raison, il n'est pas rare de voir ces produits de tuyauterie porter la double étiquette PE3408/PE4710 ou même la triple étiquette PE3408/PE3608/PE4710.

Le tableau 2-1 résume les différentes classifications de cellules ASTM D3350 pour chacun de ces matériaux en fonction de ces trois principaux codes de désignation des matériaux de tuyauterie en thermoplastique.

Tableau 2-1

Classification type des cellules selon le code actuel de désignation des matériaux de tuyauterie en thermoplastique

Physical Property	ASTM Test Method	Units	PE2708		PE3608		PE4710	
			Cell Number	Typical Value	Cell Number	Typical Value	Cell Number	Typical Value
Density	D 1505	GR/CM3	2	>0.925-0.940	3	>0.940-0.947	4	>0.947-0.955
Melt Index	D 1238	GR/10 MIN	3	<0.4-0.15	4	<0.15	4	<0.15
Flexural Modulus	D 790	PSI	3	40,000 -<80,000	5	110,000 - <180,000	5	110,000 - <180,000
Tensile Strength	D 638	PSI	3	2600 - <3000	4	3000 - <3500	4	3000 – < 3500
Resistance to Slow Crack Growth	D 1479	HOURS	7	500 Minimum	6	100 Minimum	7	500 Minimum
Hydrostatic Design Basis, HDB	D 2387	PSI	3	1250	4	1600	4	1600
UV Stabilizer	D 1603	%	E	Colored with UV Stabilizer	C	2% Min Carbon Black	C	2% Min Carbon Black

Notes:

1. *La densité fournie est la densité de la résine de base (sans l'influence du noir de carbone). Un tuyau PEHD PE4710 typique a une densité de 0,956 à 0,964 avec du noir de carbone.*
2. *Pour être désignée PE4710, la résine de tuyauterie doit répondre à certaines exigences supplémentaires établies par le tableau des contraintes hydrostatiques (HSB) du Plastics Pipe Institute (PPI).*

Le tableau 2-2 ci-dessous simplifie le tableau 2-1 et illustre la facilité relative avec laquelle les produits de tuyauterie en PE peuvent être spécifiés. Cette approche permet au concepteur ou au rédacteur de devis de désigner avec précision le produit de tuyauterie en PE approprié grâce à l'utilisation d'un seul code de désignation de matériau thermoplastique et d'une chaîne de caractères relativement simple qui établit les propriétés physiques requises pour sept propriétés de performance clés.

Tableau 2-2

Classification minimale représentative des cellules selon le code de désignation des matériaux de tuyauterie thermoplastiques

Thermoplastic Piping Material Designation Code	Minimum Cell Classification Per ASTM D3350
PE2708	233373E
PE3608	345464C
PE4710	445474C

Il convient de noter que d'autres codes de désignation des matériaux de tuyauterie en PE thermoplastique existent et peuvent être rencontrés sur les différents marchés. Toutefois, les trois principaux codes de désignation des matériaux de tuyauterie en PE thermoplastique des tableaux 2-1 et 2-2 représentent les principaux produits de tuyauterie en PE actuellement sur le marché. Pour le marché d'insertion de ponceaux, les résines PEHD avec un PE3608 ou PE4710 sont couramment utilisées pour les systèmes de tuyauterie à paroi pleine.

Le code de désignation du matériau de tuyauterie thermoplastique choisi et la classification minimale des cellules sont ensuite combinés avec les normes de production et d'installation appropriées pour spécifier efficacement un système de tuyauterie en PE robuste et durable. Une spécification du modèle est disponible au chapitre 13 et disponible sur culvert-rehab.com ou en contactant votre représentant Snap-Tite® local.

Chapitre 3
Hydraulique

3-1 Débit dans les ponceaux

Une grande partie de l'information contenue dans ce chapitre est un résumé de l'information présentée par la 'Federal Highway Administration' (FHWA). Série Conception hydraulique (HDS) No. 4 et No. 5. HDS 4 est intitulé Introduction à l'hydraulique routière (FHWA 2008a-quatrième édition) et traite des ponceaux en tant que "conduits fermés" dans les chapitres 7-9. HDS 5 est intitulé 'Hydraulic Design of Highway Culverts' (FHWA 2012-Third Edition) et est une publication complète sur la conception des ponceaux, élaborée pour normaliser les procédures et simplifier l'analyse du débit des ponceaux. Comme indiqué dans les deux documents, les conditions d'écoulement dépendent non seulement du ponceau (ou de réhabilitation par insertion) mais aussi de l'interaction avec les conditions en amont et en aval. Le choix d'une insertion ou d'un remplacement de ponceau ne peut être fait uniquement en fonction de la capacité d'écoulement potentielle d'une canalisation, mais aussi en fonction de l'hydrologie (caractéristiques climatologiques et caractéristiques du bassin hydrographique), des données du site, des préoccupations écologiques aquatiques, des questions d'entretien et des facteurs économiques généraux.

Idéalement, les ponceaux sont conçus pour transporter l'eau avec un minimum d'accumulation en amont. L'eau d'amont est l'élévation de la surface de l'eau du côté amont d'un ponceau et fournit l'énergie nécessaire pour forcer l'eau à traverser un ponceau. Lorsqu'une voie d'eau d'un canal est rétrécie comme celle d'un ponceau à travers un remblai, la capacité de transport est généralement réduite. Toutefois, le choix d'un ponceau (et de son option d'insertion) peut être justifié sur le plan économique, à court terme et plusieurs fois à long terme, en fonction des coûts nécessaires pour satisfaire à l'ensemble du critère de débit. Il n'est pas rare d'accepter une certaine augmentation du niveau de l'eau en amont, ou de l'eau d'amont de conception, tant qu'elle demeure sous la profondeur d'eau d'amont permise ou à une certaine distance sous l'épaulement de la chaussée pour empêcher le débordement d'un remblai et/ou d'une route.

Historiquement, une approche simple pour comparer les ponceaux a été établis avec une comparaison des débits en utilisant l'équation de Manning. Avec l'équation de Manning, la capacité d'une canalisation en écoulement libre (moins que plein) et en écoulement plein gravitaire peut être approximative. De nombreux ponceaux existants ont été conçus pour les conditions d'inondation de 100ans et il arrive rarement qu'il y ait de l'eau au-dessus de la partie supérieure du tuyau, de sorte que l'on peut s'attendre à ce que l'écoulement soit inférieur à la pleine crue ou soit que le tuyau s'écoule de façon gravitationnelle en fonction d'une crue pleine.

Lorsque Snap-Tite® est inséré dans une autre conduite avec un facteur "n" de Manning plus élevé, il n'est pas rare que le même débit soit maintenu. Par exemple, lorsqu'un tuyau de métal ondulé (CMP) de 36" est revêtu d'une gaine Snap-Tite® de 30", les calculs montrent une augmentation du débit de 35% en utilisant l'équation de Manning. Si le ponceau existant n'est pas sous-dimensionné pour répondre aux exigences hydrologiques actuelles, le débit après le tubage avec Snap-Tite® ne sera pas affecté de façon dramatique puisque la capacité du ponceau tubé est près de celle de l'ancien ponceau.

3-2 L'équation de Manning

L'équation de Manning est utilisée pour déterminer les conditions d'écoulement complet par gravité dans les réseaux de drainage pluvial.

$$Q = .0006136 \times (d^{8/3}\, S^{1/2})/n$$

Où :

Q = Décharge/débit, en pieds cubes par seconde

d = diamètre intérieur du tuyau, en pouces

S = pente du tuyau (pieds/pieds) = (h1 - h2)/L

L = longueur du tuyau, en pieds

h1 = hauteur du ponceau d'entrée en pieds

h2 = hauteur du ponceau de sortie en pieds

n = facteur de Manning

3-3 Choix du facteur de Manning

Snap-Tite® est fabriqué avec un tuyau en PEHD à paroi pleine. L'extrusion de la résine PEHD crée un tuyau très lisse. Le raccord Snap-Tite® permet d'assembler mécaniquement des sections de tuyau sur le terrain sans augmenter le OD (diamètre extérieur) ou augmenter ou diminuer le ID (diamètre intérieur) du tuyau inséré au niveau du joint. L'insertion de ponceau Snap-Tite® a été testé dans des conditions de débit maximal pour déterminer le facteur de Manning. Les tests du 'Utah State Water Research Laboratory' déterminent qu'un facteur "n" de 0,00914 est valable pour le Snap-Tite® dans des conditions d'écoulement complet, ce qui est conforme aux normes industrielles pour le tuyau.

Les tuyaux thermoplastiques à paroi pleine semblent rester lisses tout au long de leur durée de vie. La surface de certains matériaux peut changer avec le temps. Basé sur la pratique de l'industrie, Snap-Tite® et d'autres matériaux à parois pleines sont lisses tout au long de leur durée de vie et le facteur "n" de Manning est considéré constant. Dans les situations de faible débit, il est possible que des sédiments s'accumulent dans un ponceau. Des bâtons, des roches et d'autres débris peuvent s'accumuler à l'intérieur. L'état d'une gaine n'est pas toujours le même au cours de sa durée de vie prévue, car les gaines fissurées, corrodées et même déformées peuvent affecter l'aspect lisse d'un tuyau et ont un impact sur le débit. Ces situations peuvent influencer le choix d'un facteur "n" différent. Alors que dans de nombreuses applications, le facteur "n" mesuré est normalement utilisé, le choix final du "n" revient au propriétaire ou à l'ingénieur en fonction de son expérience.

Tableau 3-1

Débits comparatifs pour les tuyaux de tôle ondulée (CMP) revêtus de Snap-Tite®
Basé sur l'équation de Manning n=.00914 pour Snap-Tite®, n=.024 pour CMP, s=.001 ft/ft

CMP			Snap-Tite®				% of Flow Relined
Culvert Size ID (in)	Flow (gpm)	Flow (cfs)	Outside Dia. (in)	DR 32.5 Av. ID (in)	Flow (gpm)	Flow (cfs)	
12	274	0.6	10.75	10.05	448	1.0	164%
15	497	1.1	12.75	11.92	706	1.6	142%
18	808	1.8	14	13.09	906	2.0	112%
18	808	1.8	16	14.96	1294	2.9	160%
21	1218	2.7	16	14.96	1294	2.9	106%
21	1218	2.7	18	16.83	1771	3.9	145%
24	1739	3.9	18	16.83	1771	3.9	102%
24	1739	3.9	20	18.70	2346	5.2	135%
24	1739	3.9	22	20.56	3025	6.7	174%
27	2381	5.3	22	20.56	3025	6.7	127%
27	2381	5.3	24	22.43	3815	8.5	160%
30	3153	7.0	24	22.43	3815	8.5	121%
30	3153	7.0	28	26.17	5755	12.8	182%
36	5128	11.4	28	26.17	5755	12.8	112%
36	5128	11.4	30	28.04	6917	15.4	135%
36	5128	11.4	32	29.91	8216	18.3	160%
42	7735	17.2	34	31.78	9658	21.5	125%
42	7735	17.2	36	33.65	11248	25.1	145%
48	11043	24.6	36	33.65	11248	25.1	102%
48	11043	24.6	42	39.26	16967	37.8	154%
54	15118	33.7	42	39.26	16967	37.8	112%
54	15118	33.7	48	44.87	24224	54.0	160%
60	20023	44.6	48	44.87	24224	54.0	121%
60	20023	44.6	54	50.48	33163	73.9	166%
66	25817	57.5	54	50.48	33163	73.9	128%
72	32559	72.5	63	58.89	50024	111.5	154%
84	49114	109.4	63	58.89	50024	111.5	102%

Tableau 3-2

Débits comparatifs pour les conduites en béton revêtues de Snap-Tite®.
Basé sur l'équation de Manning n=.00914 pour Snap-Tite®, n=.015 pour Concrete, s=.001 ft/ft

Concrete			Snap-Tite®				% of Flow Relined
Culvert Size ID (in)	Flow (gpm)	Flow (cfs)	Outside Dia. (in)	DR 32.5 Av. ID (in)	Flow (gpm)	Flow (cfs)	
12	438	1.0	10.75	10.05	448	1.0	102%
15	795	1.8	12.75	11.92	706	1.6	89%
18	1292	2.9	14	13.09	906	2.0	70%
18	1292	2.9	16	14.96	1294	2.9	100%
21	1949	4.3	16	14.96	1294	2.9	66%
21	1949	4.3	18	16.83	1771	3.9	91%
24	2783	6.2	18	16.83	1771	3.9	64%
24	2783	6.2	20	18.70	2346	5.2	84%
24	2783	6.2	22	20.56	3025	6.7	109%
27	3810	8.5	22	20.56	3025	6.7	79%
27	3810	8.5	24	22.43	3815	8.5	100%
30	5045	11.2	24	22.43	3815	8.5	76%
30	5045	11.2	28	26.17	5755	12.8	114%
36	8204	18.3	28	26.17	5755	12.8	70%
36	8204	18.3	30	28.04	6917	15.4	84%
36	8204	18.3	32	29.91	8216	18.3	100%
42	12376	27.6	32	29.91	8216	18.3	66%
42	12376	27.6	34	31.78	9658	21.5	78%
42	12376	27.6	36	33.65	11248	25.1	91%
48	17669	39.4	42	39.26	16967	37.8	96%
54	24190	53.9	42	39.26	16967	37.8	70%
54	24190	53.9	48	44.87	24224	54.0	100%
60	32037	71.4	48	44.87	24224	54.0	76%
60	32037	71.4	54	50.48	33163	73.9	104%
66	41307	92.0	54	50.48	33163	73.9	80%
66	41307	92.0	63	58.89	50024	111.5	121%
72	52095	116.1	63	58.89	50024	111.5	96%
84	78582	175.1	63	58.89	50024	111.5	64%

Tableau 3-3

Débit comparatif d'un ponceau en caisson de béton revêtu de Snap-Tite®.
Basé sur l'équation de Manning n=.00914 pour Snap-Tite®, s=.001ft/ft

Existing Concrete Box Size	Manning's ``n´´ Factor	Snap-Tite® Liner Size	Box full-flow cfs	Snap-Tite® Flow cfs	% of Flow
3 ft. x 3 ft.	0.012	36"	29	25	86%
	0.015	36"	23	25	108%
4 ft. x 4 ft.	0.012	48"	63	54	86%
	0.015	48"	50	54	107%
5 ft. x 5 ft.	0.012	54"	114	74	65%
	0.015	54"	91	74	81%
6 ft. x 6 ft.	0.012	63"	186	111	60%
	0.015	63"	149	111	75%

3-4 Vélocité

La vélocité est la vitesse à laquelle l'eau s'écoule dans un ponceau. Lorsque la vélocité dépasse 3 pieds par seconde (pi/s), les sédiments sont normalement entraînés dans l'écoulement et le ponceau est considéré comme autonettoyant. Si la vélocité est inférieure à 3 pi/s, les sédiments s'accumulent habituellement dans le ponceau. Lors de l'évaluation du potentiel sédimentaire, il faut également tenir compte de facteurs tels que la taille des particules, la densité, la cohésion, la vitesse d'écoulement et la rugosité du tuyau.

Une fois le débit déterminé à l'aide de l'équation de Manning, la vélocité V (ft/ sec) peut être approximée à l'aide de l'équation ci-dessous :

V = Q/A

Où :
Q = débit, pieds cubes par seconde
A = aire de surface, pieds carrés

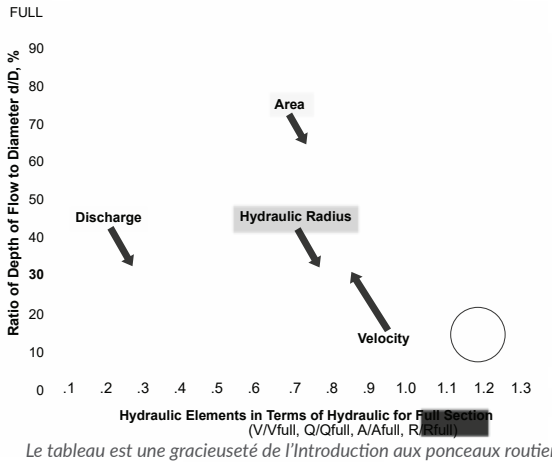
À mesure que la vélocité augmente, les sédiments ne sont plus un problème dans la plupart des situations. Elle est considérée comme élevée lorsque les vélocités sont supérieures à 12 pieds par seconde. Les tuyaux en PEHD à paroi pleine ont été utilisés dans des applications de dragage à des vélocités de près de 18 à 20 pi/s, avec une excellente résistance à l'usure comparativement à la plupart des autres matériaux. L'exposition à court terme à des vélocités élevées peut causer des dommages à long terme. Lorsque de grosses roches et des débris frappent l'insertion Snap-Tite®, des dommages peuvent survenir. Les dommages et l'usure sont plus probables à des vélocités plus élevées.

Lorsqu'on sait que la vélocité est élevée, l'affouillement du lit du cours d'eau et l'érosion des berges peuvent se produire au point de rejet du tuyau de sortie. La vélocité élevée et les conditions d'écoulement peuvent éroder un canal. Un tablier de béton coffré ou d'enrochement sous la décharge est couramment utilisé pour prévenir l'érosion et l'affouillement à la décharge.

Une vélocité élevée lors d'une insertion peut causer la séparation des joints des tuyaux insérés lorsque ceux-ci ne sont pas encore coulée en place. L'injection de coulis dans le ponceau hôte résoudra les problèmes de séparation et de vélocité.

Il est à noter que l'une des anomalies associées à l'écoulement dans les conduites circulaires est qu'une conduite partiellement pleine aura des débits plus élevés que si elle était pleine en raison de la friction accrue le long du périmètre mouillé (figure 3-1). Les débits supérieurs à 80 % de débit seront supérieurs à ceux d'une canalisation à débit plein, avec un maximum à 93 %. Les vélocités supérieures à 50 % seront plus élevées que les vélocités de tuyau complet avec un maximum à environ 80 % de la charge complète.

Figure 3-1



Le tableau est une gracieuseté de l'Introduction aux ponceaux routiers.

3-5 Considérations relatives à la pression

Snap-Tite® est fabriqué avec un tuyau en PEHD basse pression. Le joint Snap-Tite® est conçu pour les applications d'écoulement par gravité et pour répondre aux exigences de la norme ASTM D3212. La pression de l'eau d'amont ou d'aval ne devrait pas endommager la membrane ou le joint. Snap-Tite® n'est pas conçu pour des applications de pression à long terme.

3-6 Types de contrôle du débit

Lorsqu'une canalisation dépasse le point de gravité à débit plein, le fonctionnement du ponceau est régi en tout temps par l'une des deux conditions suivantes : le contrôle d'entrée ou le contrôle de sortie. Lors d'insertion des ponceaux, il faut tenir compte à la fois du contrôle de l'entrée et de la sortie. La capacité hydraulique d'un ponceau dépend d'une combinaison de facteurs qui influencent chaque type de contrôle, tel qu'indiqué au tableau 3-4. La pente d'un ponceau, c'est-à-dire la pente du tuyau, est le principal facteur qui détermine si un ponceau sera ou non en contrôle d'entrée ou de sortie.

Tableau 3-4
Facteurs influant sur la conception des ponceaux

Facteurs	Contrôle d'entrée	Contrôle de sortie
Eau d'amont	X	X
Configuration des entrées	X	X
Area	X	X
Forme	X	X
Pente du tuyau	X	X
Rugosité du tuyau	-	X
Longueur du tuyau	-	X
Niveau d'eau	-	X

Remarque : *Pour le contrôle d'entrée, les facteurs de surface et de forme se relie à l'aire d'entrée ainsi qu'à la forme du tuyau. Pour le contrôle de sortie, ils se rapportent à l'aire du tuyau et à sa forme.*

Figure 3-2
Contrôle de sortie

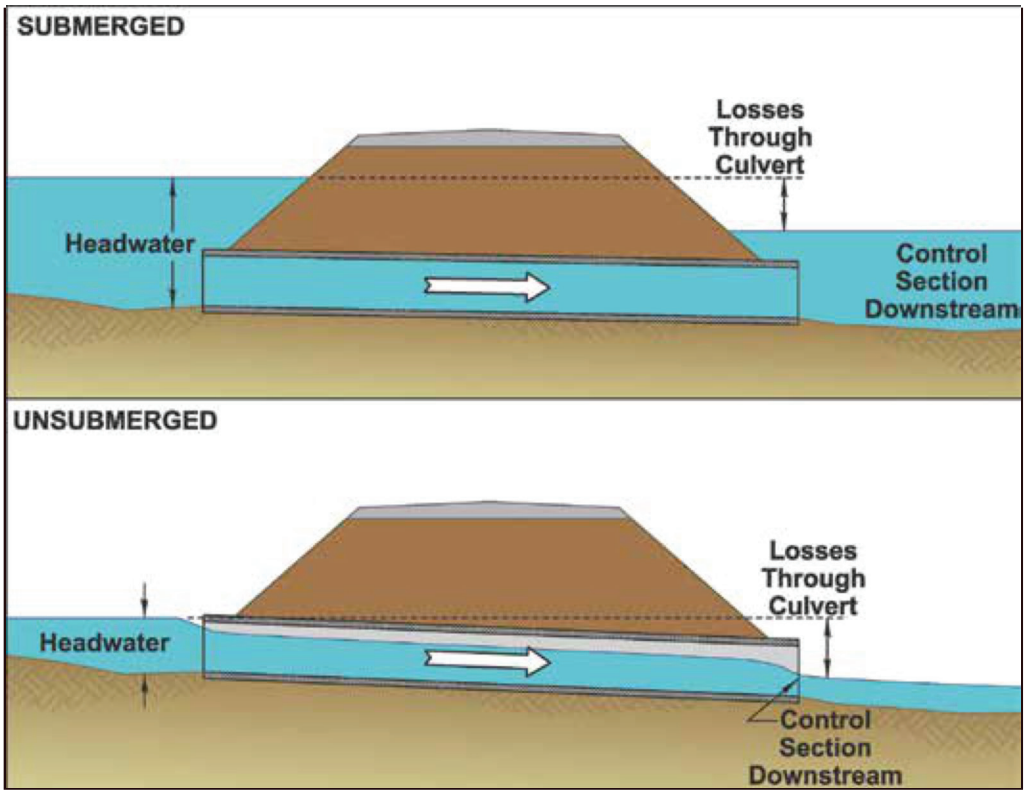


Figure tirée de la conception hydraulique des ponceaux routiers de la Federal Highway Administration du département des Transports des É.-U.

Le contrôle de sortie se produit lorsque l'écoulement à travers du ponceau ne peut pas accepter un débit aussi élevé que l'ouverture d'entrée l'accepterait. L'eau de sortie est l'élévation de la surface de l'eau du côté aval d'un ponceau, mesurée à partir du radier à la sortie du ponceau. Lorsque l'eau d'aval est élevée, elle peut à elle seule faire que le ponceau soit contrôlé hydrauliquement par l'entrée d'eau, mais les longs ponceaux dont l'intérieur est rugueux ou les ponceaux légèrement inclinés ont d'autres facteurs pouvant avoir un contrôle de sortie. La figure 3-2 illustre quelques cas où le contrôle de sortie régit le débit.

La plupart des ponceaux rebasés avec Snap-Tite® fonctionnent en contrôle d'entrée puisque les conditions d'eau de queue élevées ne sont pas aussi courantes dans les systèmes de drainage bien conçus. De plus, le tuyau lisse permet généralement plus d'eau que l'entrée, de sorte que l'entrée devient la section de contrôle du système.

Le contrôle d'entrée signifie que la capacité de débit d'un ponceau est contrôlée à l'entrée du ponceau par la profondeur de l'eau d'amont, les facteurs d'entrée comme le type d'entrée, la superficie et la forme de l'entrée et, dans de rares cas, la pente du tuyau. La forme de l'entrée est généralement la même que celle du cylindre du ponceau, sauf lorsqu'elle est élargie avec des entrées coniques et des dispositifs d'amélioration de l'écoulement à l'entrée du tuyau. Dans le contrôle de l'entrée d'eau, la rugosité, la longueur du ponceau ou les conditions de sortie (y compris la profondeur de l'eau de sortie) ne sont pas des facteurs qui déterminent la capacité du ponceau.

Le type d'entrée est un facteur important pour la performance du contrôle d'entrée. Les types d'entrée les plus courants comprennent les entrées carrées avec un mur d'appuis, les entrées à onglets, les entrées en saillie et les entrées en biseau. Il est probable que les entrées de ponceau regarnies utilisent aussi des murs de soutènement (voir le chapitre 6) placées à un angle par rapport au tuyau du ponceau. Tout en assurant la stabilité structurelle de l'ensemble ponceau/cloison et du remblai environnant, les murs de soutènement fonctionnent bien pour canaliser l'écoulement dans l'ouverture du ponceau.

La performance du contrôle d'admission est définie par trois zones de débit : non immergé, transition et immergé. Dans le cas d'un faible niveau d'eau en amont, comme le montrent les figures 3-3A et 3-3C, l'entrée du ponceau n'est pas submergée et le ponceau fonctionne comme un déversoir. Un déversoir est une section transversale de contrôle du débit où le débit et la profondeur de l'eau sont reliés l'un à l'autre. À des débits beaucoup plus élevés, comme le montrent les figures 3-3B et 3-3D, l'entrée est submergée et le ponceau fonctionne comme un orifice. Le débit à travers un orifice augmente à mesure que la profondeur de l'eau d'appuis s'élève au-dessus de l'orifice.

Figure 3-3
Contrôle d'entrée

ENTRÉE NON IMMERGÉE **ENTRÉE IMMERGÉE**

Figure from U. S. Department of Transportation Federal Highway Administration Hydraulic Design of Highway Culverts

Figure 3-4

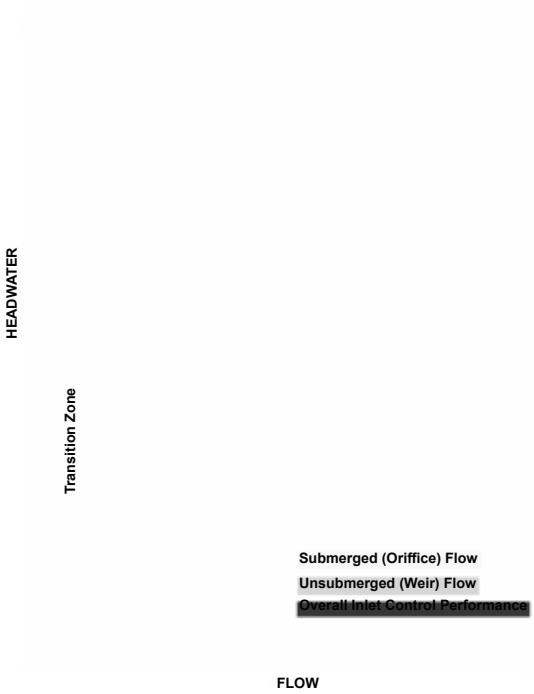


Figure du département des Transports des États-Unis, Federal Highway. Administration Conception hydraulique des ponceaux routiers

Il existe une zone de transition de débit moins distincte entre les conditions d'écoulement à faible hauteur d'eau (contrôle du déversoir) et à hauteur d'eau élevée (contrôle des orifices). En traçant les équations d'écoulement submergées et non submergées et en les reliant par une ligne tangente aux deux courbes, comme le montre la figure 3-4, on peut estimer les caractéristiques de l'écoulement de la transition.

Les équations de contrôle d'entrée sont présentées dans HDS-5 (2012) qui décrit le contrôle d'entrée non immergé et immergé. La section A.2.1 présente deux formulaires pour le cas non immergé. Bien que les deux expressions donnent des résultats acceptables, l'équation A.1 (également connue sous le nom de forme 1) est théoriquement plus précise, tandis que l'équation A.2 (connue sous le nom de forme 2) est plus facile à appliquer. Il est à noter que les constantes de contrôle d'entrée K et M peuvent varier en fonction de l'équation utilisée (HDS 5 Le tableau A.1 présente les constantes pour le béton et les métaux ondulés de différentes formes et extrémités).

Lorsque l'entrée du ponceau est submergée, une équation différente doit être appliquée pour trouver la profondeur de l'eau d'amont sous contrôle (la section A.2.2 contient l'équation A.3). Dans les deux cas de contrôle d'entrée, des études de modèle sont généralement utilisées pour élaborer les coefficients de contrôle d'entrée.

Équation A.1 :

$$\frac{HW_i}{D} = \frac{H_c}{D} + K\left[\frac{K_u Q}{AD^{0.5}}\right]^M + K_s S$$

Équation A.2 :

$$\frac{HW_i}{D} = K\left[\frac{K_u Q}{AD^{0.5}}\right]^M$$

Équation A.3 :

$$\frac{HW_i}{D} = c\left[\frac{K_u Q}{AD^{0.5}}\right]^2 + Y + K_s S$$

Où :

HWi = profondeur de l'eau d'appuis à l'entrée du ponceau (pieds)
Hc = hauteur spécifique à la profondeur critique (pieds)
Q = débit d'écoulement dans le ponceau (pieds cubes/seconde (pi³/s))
A = surface totale de la section transversale du ponceau (pieds carrés)
D = hauteur ou diamètre intérieur du ponceau (pieds)
S = pente du tuyau du ponceau (pieds/pieds)
K, M, c, Y = constantes de contrôle d'entrée
Ku = conversion unitaire 1.0 (1.811 SI)
Ks = correction de pente, -0,5 (entrées en onglet +0.7)

3-7 Perte à l'entrée

Le coefficient de perte d'entrée (ke) est couramment utilisé dans la conception des commandes de sortie. La taille et la forme de l'interface entre le matériau du ponceau et le fluide influencent grandement le coefficient de perte à l'entrée. Une extrémité de ponceau à coupe carrée et abrupte entraînera un coefficient de perte plus élevé qu'un ponceau dont le bord est biseauté ou arrondi. Le tableau 3-5 énumère quelques valeurs typiques pour les conduites en béton, une liste plus détaillée se trouve au tableau C.2 de la SDH 5.

Lors du regarnissage avec Snap-Tite®, le coefficient de perte à l'entrée correspondra typiquement à celui de la configuration existante du tuyau récepteur ou du mur d'appuis (avec ou sans extrémités biseautées) utilisée lors de la transition. Par exemple, on s'attend à ce qu'une insertion qui a été taillé en onglet après l'insertion du coulis pour se conformer à la pente de remblai ait quand même une valeur de 0.7. Une gaine qui dépasse du remblai ou du tuyau récepteur aurait une valeur similaire de 0.5.

Tableau 3-5
Coefficients de perte d'entrée

Type de structure et Traitement de	k,
Tuyau, Béton	
En projection à partir du remblai, coupe droite	0,5
Coupe droite avec mur d'appuis	0,5
Taillée en onglet pour s'adapter à la pente de remblai	0,7
Bords biseautés, 33.7 degrés	0,2

Données du département des Transports des États-Unis Federal Highway. Cartes hydrauliques d'administration pour la sélection des ponceaux routiers

Un ponceau rebasé qui a un mur d'appuis avec des murs de soutènements pour diriger l'écoulement devrait correspondre de près aux valeurs indiquées dans les tableaux établis pour l'angle de la paroi de l'aile. Des essais ont été effectués dans l'État de l'Utah sur une configuration représentant un mur d'appuis simple avec une extrémité en PEHD qui ne dépasse pas et une valeur de 0,50 à 0,55 a été déterminée, qui correspond à d'autres matériaux de tuyaux dont les bords sont carrés et qui ne comportent aucune extrémité biseautée.

3-8 Hydraulique avec cloche hydraulique

L'amélioration de la prise d'eau de l'Hydro-Bell utilise de nouveaux matériaux pour tirer parti des effets de la dynamique des fluides dans les ponceaux. Grâce à cette conception, il est maintenant possible d'améliorer l'efficacité hydraulique en augmentant la capacité d'écoulement à l'entrée d'un ponceau. Il peut être utilisé seul ou en plus d'extrémités biseautées, pour aider à canaliser plus efficacement l'écoulement du mur d'appuis à la transition du tuyau inséré.

La conception Hydro-Bell consiste à arrondir l'entrée avec un rayon d'attaque, qui passe à un évidement diamétral à l'intérieur de la structure. La figure 3-5 montre la forme générale de l'Hydro-Bell.

Lorsque l'eau s'écoulent dans le tuyau, une couche limite d'écoulement peut se séparer de la paroi du tuyau, créant un écoulement turbulent et réduisant la section transversale du tuyau pour un écoulement efficace de l'eau. En créant une transition en douceur dans le dispositif d'entrée et en accommodant l'écoulement turbulent naturel, la surface de la section transversale disponible pour l'écoulement peut être maximisée.

Des études de laboratoire ont été menées aux laboratoires de recherche sur l'eau de l'Université d'État en Utah. Différentes versions des formes Hydro-Bell ont été testées pour déterminer le débit de pointe optimal. Les événements de contrôle d'entrée et de sortie ont été simulés et comparés à la forme d'une paroi d'appuis de contrôle à extrémité lisse. Le coefficient de perte à l'entrée, ke, de l'Hydro-Bell variait généralement de .2 à.235 dans une gamme de conditions d'essai.

Figure 3-5

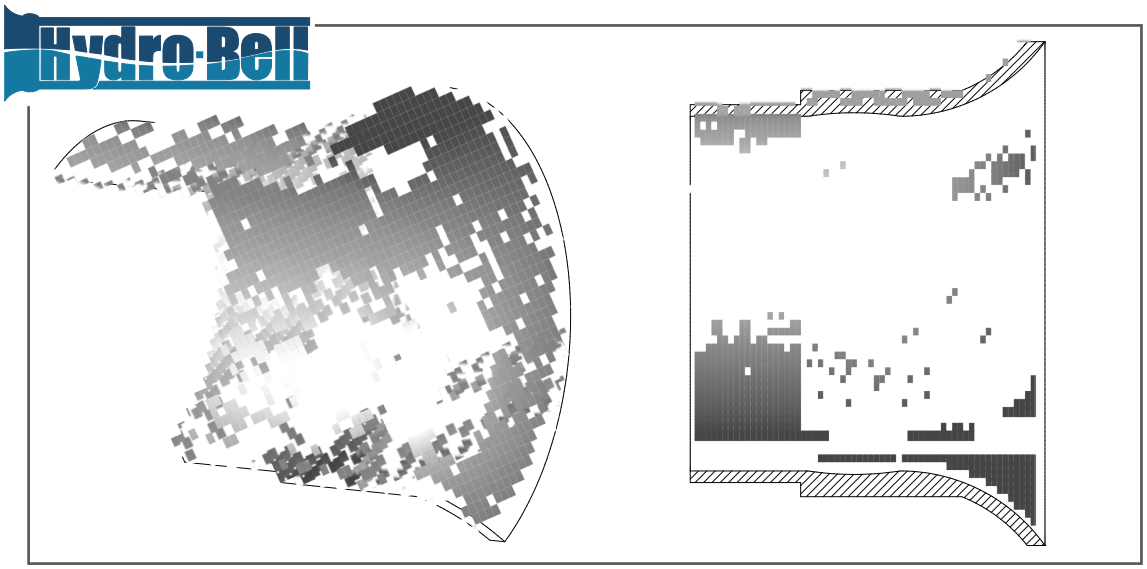


Tableau 3-6
Constantes de contrôle d'entrée

Extrémité d'entrée	K	M	c	Y
Hydro-Bell	0.535	0.509	0.019	0.863
PEHD sur mur d'appuis droit	0.591	0.518	0.037	0.780

On a également obtenu des constantes de contrôle d'admission qui caractérisent hydrauliquement le dispositif d'admission Hydro-Bell. Équation de forme 2 non immergée (Eq. A.2, tel que mentionné précédemment) a été utilisé pour élaborer les constantes. Les constantes sont considérées comme valides pour Hw/D<~1,2 pour la forme 2 non immergée et Hw/D>~1,2 pour l'équation immergée. Le tableau 3-6 énumère les constantes de contrôle d'entrée pour l'Hydro-Bell et les conditions de la paroi d'appuis de puits lisses développées dans le cadre des essais en laboratoire.

En raison de la géométrie de l'insertion d'une gaine plus petite dans une conduite récepteur défaillante, une réduction de la surface d'entrée et de la forme du cylindre sont deux variables essentielles qui ne peuvent être contrôlées. Par conséquent, l'ajout de la cloche Hydro-Bell à l'entrée d'un ponceau réhabilité par insertion permet d'augmenter le débit par rapport à un mur d'appuis à extrémité lisse fonctionnant dans des conditions de contrôle d'entrée. Au fur et à mesure que la pression de refoulement augmente, l'amélioration du débit varie de 15 % à 20 % dans des conditions de faible hauteur de chute à 35 % à 40 % dans des conditions de forte hauteur de refoulement. En bout de ligne, une prise d'eau Hydro-Bell améliorée se traduira par une élévation inférieure de l'eau d'amont par rapport à la même conduite se terminant soit avec extrémités biseautées ou murs d'appuis.

Chapitre 4
Tuyau ovale

Les ponceaux installés il y a 40 à 50 ans échouent à un rythme alarmant et ont désespérément besoin d'être réhabilités.

Enfin, il existe une solution sans excavation pour l'insertion de ponceau et la réhabilitation de ponceau sous la forme de Snap-Tite®. L'utilisation du système Snap-Tite® Système d'insertion de ponceau pour la réhabilitation et le drainage des ponceaux est une solution intelligente et rentable. Snap-Tite® réhabilite un système d'insertion de ponceau défaillant sans qu'il soit nécessaire d'enlever le tuyau détérioré existant.

Étant donné qu'un tiers des ponceaux existants sont arqués, Snap-Tite® a de nouveau trouvé une solution : un tuyau ovale. Il présente les mêmes avantages que le PEHD Snap-Tite® à paroi lisse, tout en s'adaptant mieux à un ponceau arqué existant.

Le système d'insertion de ponceau Snap-Tite® surpasse en fait les tuyaux ronds et ovales en béton et en métal ondulé qu'il réhabilite. Le PEHD léger, flexible et durable a une durée de vie indéfinie et le système d'assemblage d'insertion de ponceau Snap-Tite® assure l'étanchéité à tous les joints.

Tableau 4-2
Débit en RCP chemisé RCP

Le débit est basé sur une pente de .1%. PEHD n= 0,00914 / béton n= 0,015

CMP Size (Inches)	Equivalent Snap-Tite® Round OD (Inches)	Outside Liner Diameter (Inches)		Inside Liner Diameter (Inches)		Flow Q (cfs)	Snap-Tite® % of Flow
		Minor	Major	Minor	Major		
20 in. 28 in.	20	16.5	23	15.1	21.7	4.7	128%
24 in. 35 in.	24	18	29	16.4	27.1	7.0	111%
29 in. 42 in.	30	22.5	36	20.3	34	12.5	121%
33 in. 49 in.	36	30	41	27.7	38.7	23.0	153%
38 in. 57 in.	42	34	48.5	31.3	45.9	33.8	152%
43 in. 64 in.	48	39	55.5	35.9	52.3	48.3	158%
47 in. 71 in.	54	43	63	39.5	59.5	65.0	165%
52 in. 77 in.	54	47	60	43.5	59.6	74.7	148%
57 in. 83 in.	63	52	72.5	47.9	68.1	101.2	160%
63 in. 87 in.	63	58	67.5	53.9	63.5	109.1	141%

Oval Snap-Tite Pipe® with struts inside, before installation.

Snap-Tite® pipe coming through a deteriorating culvert during installation (struts will be removed once completed).

A culvert, rehabilitated with Snap-Tite® oval pipe.

Table 4-2
Flow in Lined RCP

Flow is based on slope of .1%. HDPE n= .00914 / concrete n= .015

RPC Size (Inches)	Equivalent Snap-Tite® Round OD (Inches)	Outside Liner Diameter (Inches)		Inside Liner Diameter (Inches)		Flow Q (cfs)	Snap-Tite® % of Flow
		Minor	Major	Minor	Major		
19 in. 30 in.	22	17	26	15.6	24.6	5.8	97%
24 in. 38 in.	28	21	33.5	19.2	33.6	11.4	102%
29 in. 45 in.	32	26	37	23.9	34.9	16.4	91%
34 in. 53 in.	40	31	46	28.4	43.6	27.6	100%
38 in. 60 in.	42	34	48.5	31.3	45.9	33.8	89%
43 in. 68 in.	48	39	55.5	35.9	52.3	48.3	92%
48 in. 76 in.	54	43	63	39.5	59.5	65.0	92%
53 in. 83 in.	63	48	75	55.9	70.2	95.7	105%
58 in. 91 in.	63	52	72.5	47.9	68.1	101.2	87%
63 in. 98 in.	63	58	67.5	53.9	63.5	109.1	76%

Chapitre 5
Facilité d'installation

Main d'œuvre

Les travaux publiques et départements des routes peuvent utiliser leur propre main d'œuvre afin d'installer Snap-Tite® - aucune formation spécialisée n'est requise. Avec un équipement minimal, une équipe de quatre personnes peut facilement réhabiliter un ponceau. Achetez le système d'insertion de ponceaux Snap-Tite® dès aujourd'hui, gardez-le dans votre cour jusqu'à ce que vous ayez du temps libre et installez-le ce jour-là. Ce qui serait une perte d'argent peut se transformer dans un projet qui vous permettra d'économiser de l'argent.

Produit

L'insertion de ponceau Snap-Tite® est un insertion flexible et résistante fabriqué à partir d'un tuyau en PEHD à paroi pleine. Les extrémités sont usinées pour former une liaison mécanique qui offre une résistance à la traction et à la compression.

Équipement

Snap-Tite® est si facile à installer que la plupart des travaux peuvent être réalisés avec une pelle hydraulique, des pelles, deux crics et des chaînes. Si un ponceau doit être nettoyé, un camion-citerne ou un nettoyeur à jet d'eau peut être nécessaire.

Les chaînes et les crics font partie de l'équipement nécessaire à l'insertion des ponceaux Snap-Tite®. Les chaînes standard sont disponibles avec des capacités de charge de 1 000 à 5 000 lb de force. Avant dus utiliser, vérifiez la force que les crics peuvent appliquer. Pour des raisons de sécurité, les chaînes sont normalement capables de supporter deux fois la charge appliquée par chaque cric.

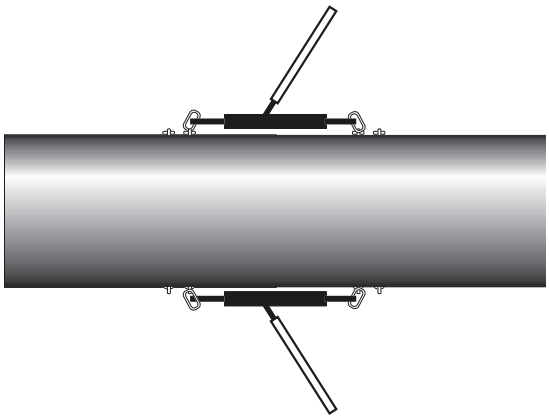
Les chaînes sont vendues en fonction de la charge de travail. La charge de travail est la charge nominale normale pour les applications de soulèvement typiques. La résistance à la rupture est généralement quatre fois supérieure à la charge d'utilisation. Lorsqu'une chaîne est enroulée autour d'un tuyau Snap-Tite® et serrée avec un treuil manuel à câble, elle est soumise à une charge de tension.

Une fois qu'un cric est attaché au maillon de chaîne, le maillon est soumis à une charge transversale. Une charge transversale se produit parce que la chaîne doit s'enrouler autour du tuyau pour transférer les forces. Au fur et à mesure que la charge transversale augmente, l'angle de la chaîne autour du liner change. Voir dessin 1.

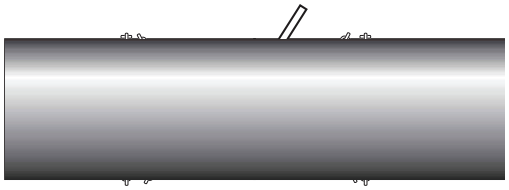
Les fabricants de chaînes réduisent la charge d'utilisation de 25 % en cas de charge transversale. Une chaîne d'une capacité nominale standard de 6 000 lb n'est homologuée que pour 4 500 lb dans cette application. Si vous avez déterminé que vous avez besoin d'une charge de travail de 6 000 lb sur la chaîne pour une installation Snap-Tite®, une chaîne de 8 000 lb de charge nominale est nécessaire.

La pleine charge est appliquée lorsque les joints mâle et femelle se rejoignent en ligne droite et qu'une partie de la surface plane des deux côtés "s'accroche". La meilleure procédure d'assemblage est d'observer le processus d'assemblage et d'apporter des corrections basées sur les observations. Lorsque le mouvement du tuyau exige plus de force que prévu, cherchez une raison. Si les joints s'accrochent, la rotation des deux sections du tuyau inséré ou l'alignement avec une barre d'appui peut résoudre le problème.

Dessin 1 : Position de l'emballage en chaîne



Position de la chaîne avant la charge - Vue du dessus



Chaîne sous charge - Vue latérale

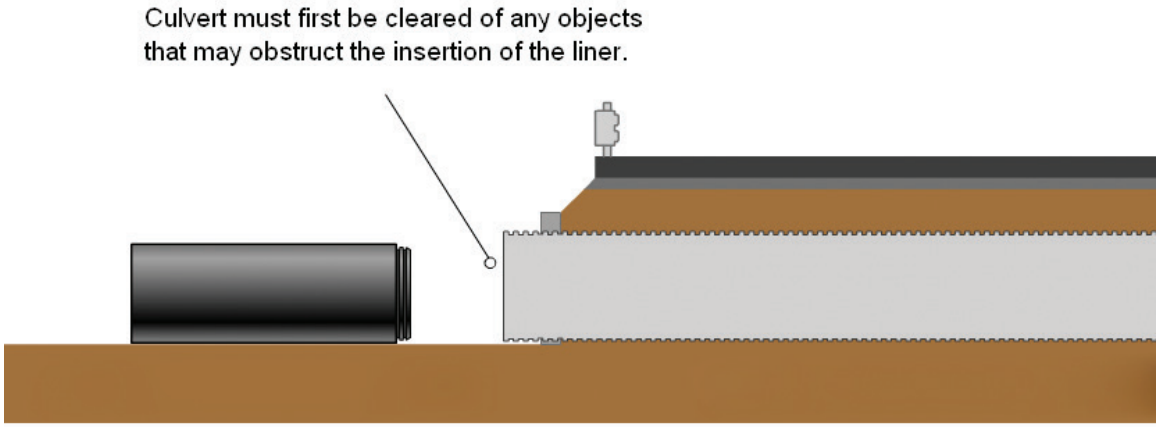
Si l'extrémité mâle est légèrement inclinée par rapport à l'extrémité femelle et partiellement insérée, une force moindre est nécessaire pour que les joints s'accouplent. Appliquer la force à partir d'un seul mouvement jusqu'à ce que la doublure se plie légèrement. Appliquer la force lentement, ce qui permet à l'articulation femelle de se dilater. Soyez prudent lors du serrage d'une chaîne ou d'un câble ! Les forces d'assemblage varient en fonction de la température, du type de lubrification, de l'alignement des joints mâle-femelle, présence de débris, pente et temps. Les forces sont estimées pour une application lente de la force avec une pente plate et un joint lubrifié. Une application lente de la force permet aux matériaux de s'étirer. L'assemblage rapide exige plus de force et d'énergie car le matériau n'augmente pas immédiatement en taille. Plus de force sera nécessaire en dessous de 73 degrés Fahrenheit. Les forces ne sont qu'estimées !

Tableau 5-1
Force estimée pour joindre les tuyaux Snap-Tite®

Liner Size OD (Inches)	Weight per foot (lbs.)	Weight of 24 feet (lbs.)	Estimated Joining Force (lbs.)	Total Force (lbs.)	Min. Load Rating for Each Come-along
10.75	4.75	114	500	614	1,000 lb.
12.75	6.67	160	1,000	1,160	1,000 lb.
14	8.05	193	1,000	1,193	1,000 lb.
16	10.50	252	1,000	1,252	1,000 lb.
18	13.30	319	1,000	1,319	1,000 lb.
20	20.34	488	1,000	1,419	1,000 lb.
22	19.86	477	1,000	1,477	1,000 lb.
24	23.62	566	1,500	2,066	2,000 lb.
28	32.19	773	1,500	2,273	2,000 lb.
30	36.93	886	1,500	2,386	2,000 lb.
32	42.04	1,009	2,000	3,009	3,000 lb.
36	53.20	1,255	2,000	3,255	3,000 lb.
39.37	63.69	1,529	3,000	4,529	3,000 lb.
42	72.37	1,737	3,000	4,737	3,000 lb.
48	94.96	2,279	3,000	5,279	3,000 lb.
54	119.7	2,873	3,000	5,873	3,000 lb.
63	162.98	3,912	4,000	7,912	4,000 lb.

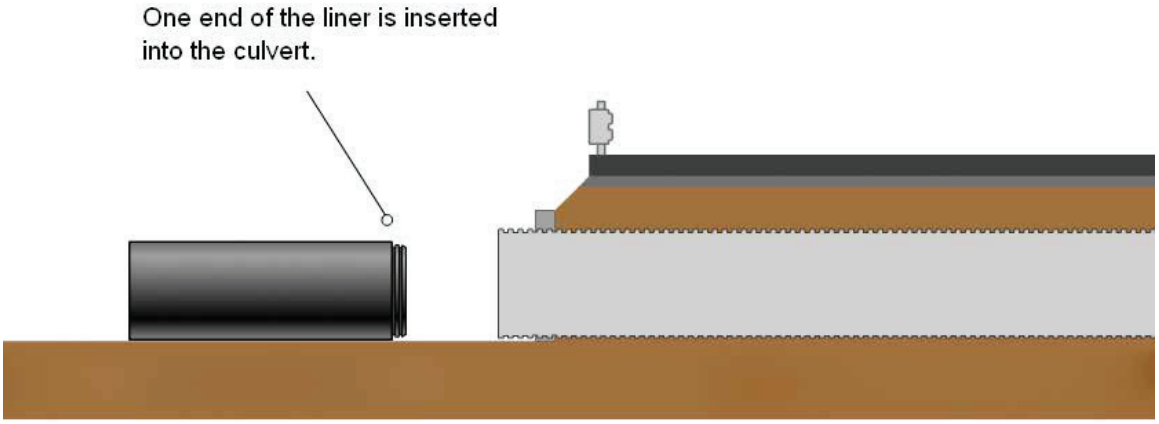
Installation Steps

Étape 1 – Choisir et préparer le ponceau existant. Inspecter le ponceau en s'assurant que le tuyau d'insertion peut être inséré sans obstruction. Arroser ou nettoyer le ponceau existant.



Pieces of wood are used to maintain grade and alignment

Étape 2 - Insérez une extrémité de la doublure de ponceau Snap-Tite® dans le ponceau existant. Cela peut se faire à l'aide d'une variété de techniques. Laisser environ 1,5 m du tuyau à découvert. Avant l'installation de la première section, il peut être nécessaire de créer un "cône de nez" en coupant les extrémités du tuyau.

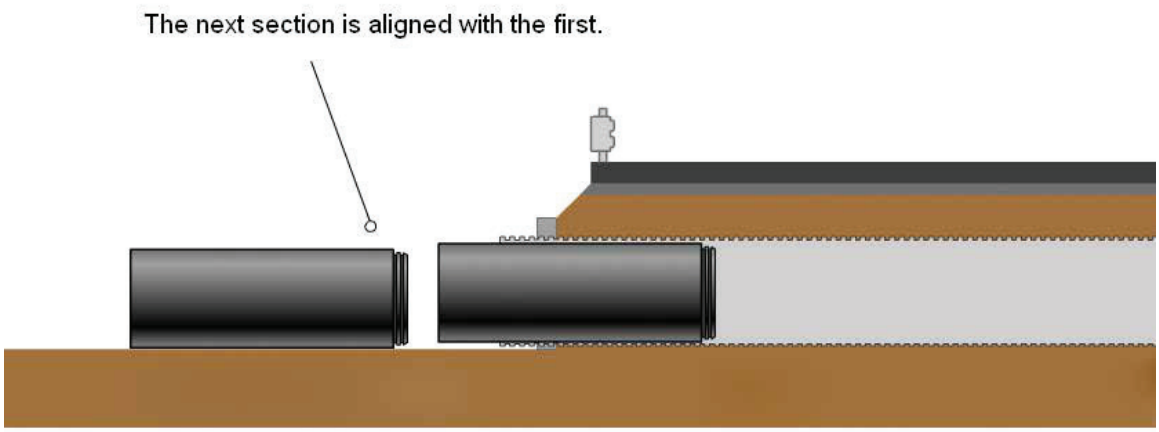


Construction typique d'un cône de nez

Faire 8 queues d'aronde. Percez le trou -1/2 à environ 1" du point de la queue d'aronde.

Tirez les pièces l'une vers l'autre en connectant le fil à des trous opposés et en tournant le fil pour le serrer.

Étape 3 - Positionner la section de tuyau suivante de Snap-Tite® avec un alignement approprié. Placez l'extrémité opposée d'une deuxième section contre l'extrémité exposée de la première section. Les deux sections doivent être alignées et avoir la même pente.

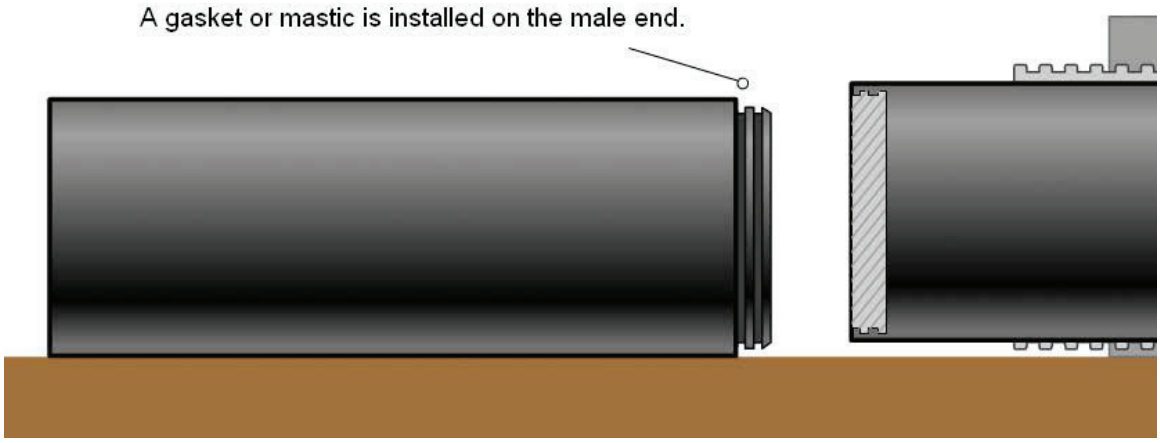


Étape 4 - Lubrifier le côté mâle du joint Snap-Tite®. Un joint d'étanchéité est normalement fourni avec le tuyau Snap-Tite®. Il est installé à l'extrémité mâle pour assurer l'étanchéité à l'eau et doit être placé dans la première rainure. Assurez-vous qu'une extrémité du joint touche le côté de la rainure le plus proche de l'extrémité. Vérifier l'alignement du joint d'étanchéité autour de la chemise. Appliquer du lubrifiant sur toute la circonférence de la doublure. Le lubrifiant doit être appliqué uniformément pour réduire le risque de déchirure ou de roulage du joint.

Lubrifiants

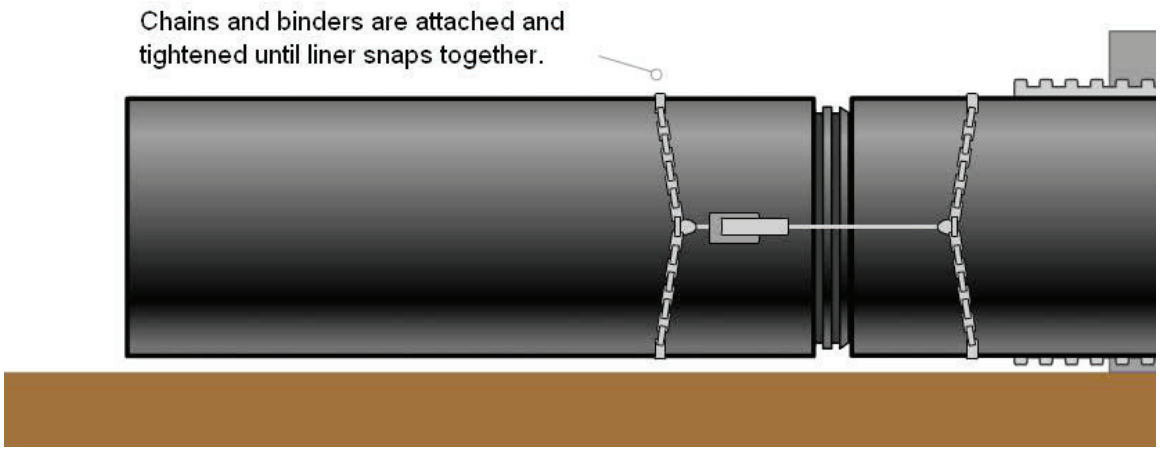
La plupart des lubrifiants standard pour tuyaux et joints peuvent être utilisés avec le tuyau Snap-Tite® et les joints. Les hydrocarbures aromatiques (comme l'essence) et la plupart des lubrifiants à base de pétrole doivent être évités. L'huile végétale et l'huile minérale sont acceptables dans la plupart des formulations.

Dans les applications difficiles pour l'environnement, les lubrifiants à pulvériser comme SLIKSTYX™ peuvent être le meilleur choix. SLIKSTYX™ peut être appliqué à de faibles concentrations.

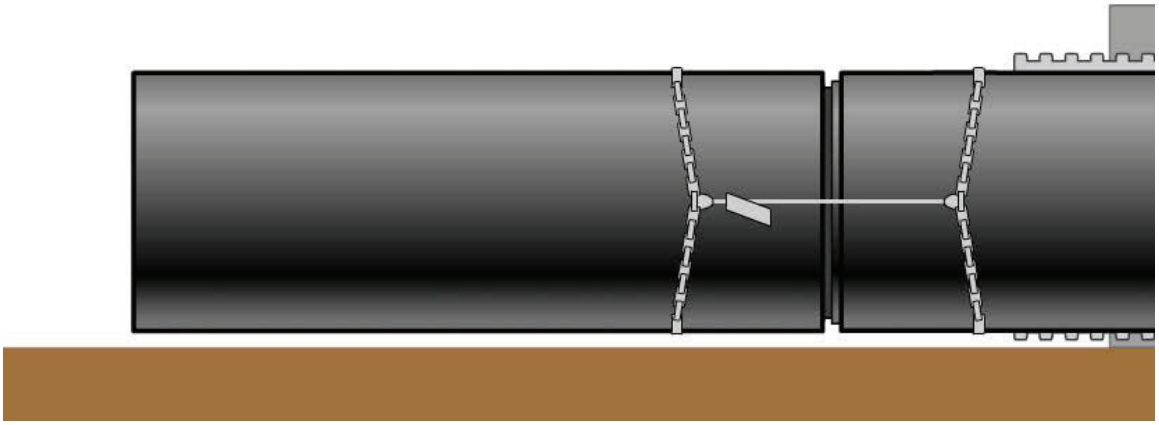


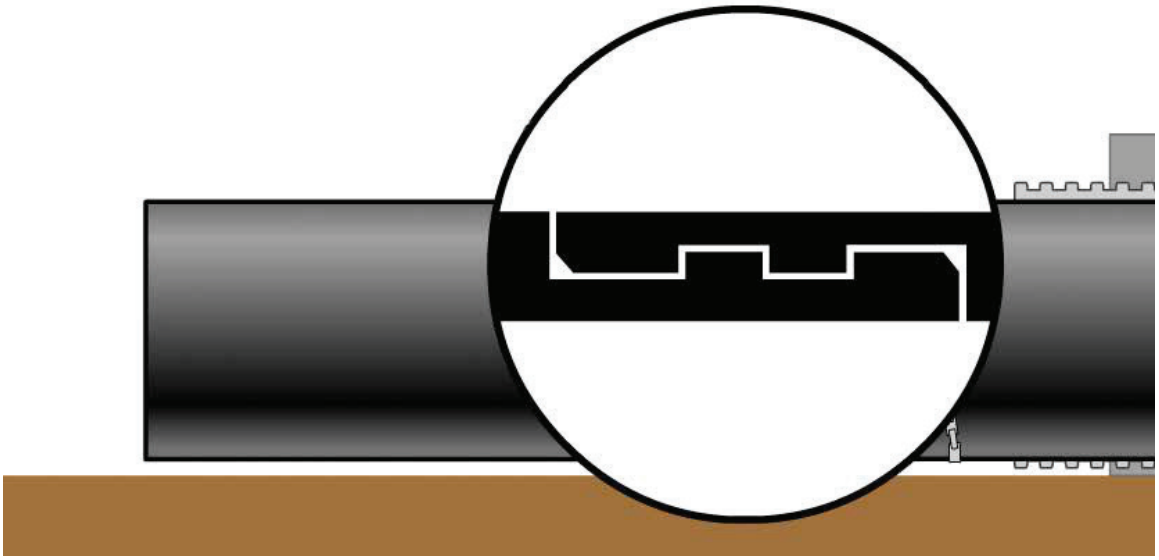
Option : *Le mastic peut être appliqué sur la deuxième grande rainure pour réduire les risques de fuite lorsque les joints sont déviés. Appliquer soigneusement le mastic sur la grande rainure. Trop ou pas assez de mastic peut augmenter le risque de fuite. (Voir dessin 2 : Extrémité mâle du Snap-Tite® et joint à encliqueter compléter)*

Étape 5 - Fixez les chaînes et les accouplements. Enroulez deux fois les chaînes à environ quatre pieds de l'extrémité de l'accouplement et serrez-les avec des liants. Fixez un raccord de chaque côté des raccords, à 180 degrés l'un de l'autre.



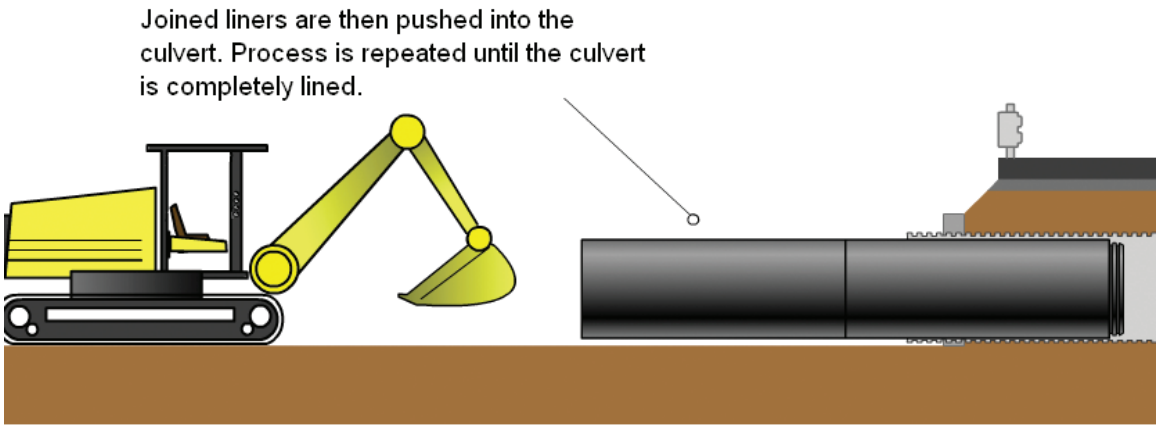
Étape 6 - Encliqueter la doublure. Aligner les extrémités du biseau mâle à l'intérieur du biseau femelle. Utilisez un levier ou déplacez le cric à différentes positions sur la doublure si le tuyau n'est pas rond pour améliorer l'alignement. S'assurer que l'extrémité mâle a été correctement lubrifiée. Tirez lentement les raccords ensemble, forçant l'extrémité femelle à se dilater et permettant à l'extrémité mâle de se déplacer dans l'extrémité femelle. Appliquer la force lentement et faire des observations. Appliquer la force d'un côté jusqu'à ce que la doublure dévie légèrement, puis appliquer la force de l'autre côté. Recherchez le côté femelle pour augmenter la DO au fur et à mesure que la force est appliquée.

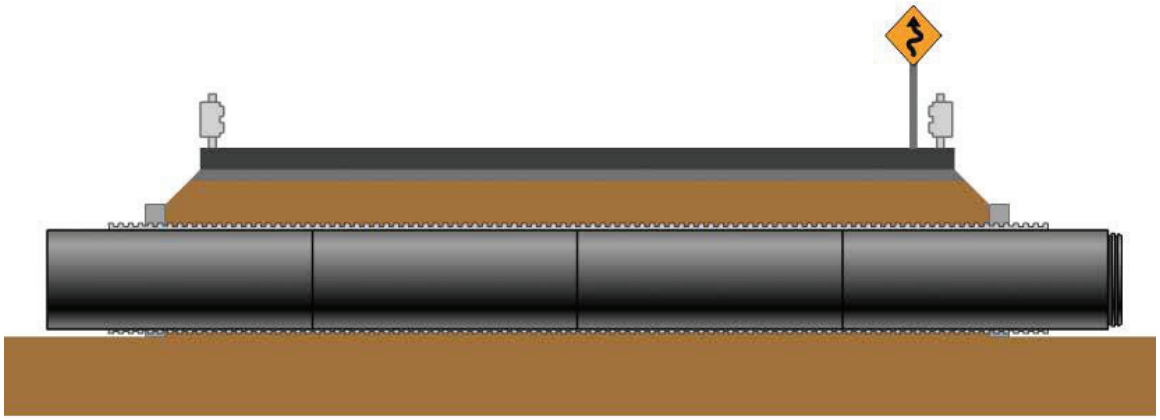




Attention ! *Si la chaîne ou le cric semble être trop en tension, arrêtez le fonctionnement ! Éloignez-vous rapidement de la chaîne ! Lorsque les extrémités et les rainures sont alignées, les accouplements "s'enclenchent" et se verrouillent ensemble. Prévoyez du temps pour que cela se produise. Si le fonctionnement est arrêté, vérifier l'alignement. Souvent, un mauvais alignement ou la présence d'une pierre ou d'une saleté à la fin de l'opération nécessite une pression supplémentaire. La rotation de la doublure changera l'alignement. Nettoyer le joint si nécessaire.*

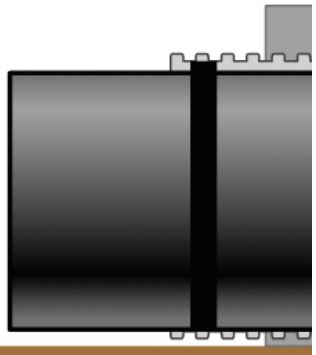
Étape 7 - Poussez les doublures jointes dans le ponceau et répétez l'opération jusqu'à ce qu'elles soient complètement doublées. Retirez les chaînes, enfoncez les doublures jointes dans le ponceau et répétez les étapes 1 à 6. chaque nouveau morceau de tuyau est encliqueté sur le tuyau suivant et enfoncé dans le ponceau, laissant suffisamment de tuyau dépassant du ponceau pour se joindre à la longueur suivante de la doublure.

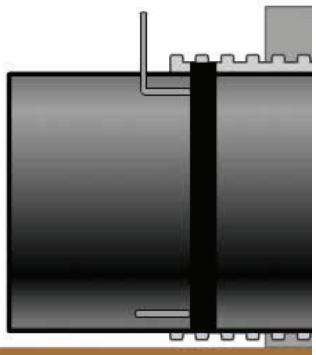




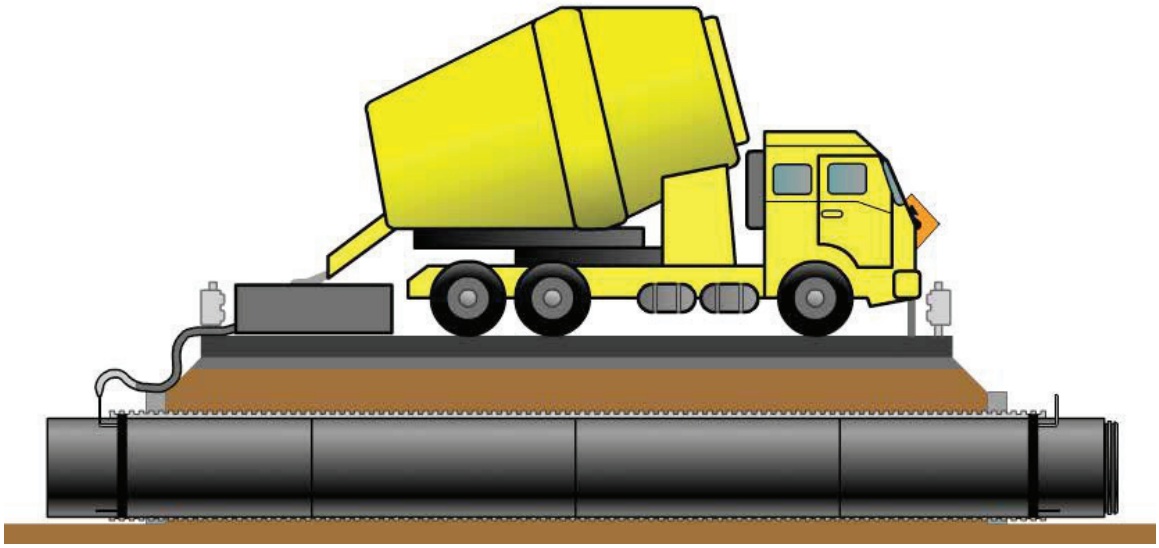
Étape 8 – Scellez les extrémités du ponceau en scellant les extrémités de l'espace annulaire sur une distance d'un à deux pieds à chaque extrémité à l'aide d'un coulis approprié. Un coulis de ciment relativement sec est utilisé dans la plupart des cas. Selon la situation, on utilise du coulis chimique, de l'étoupe et d'autres joints d'étanchéité. Voir le chapitre 6, Coulis d'injection annulaire.

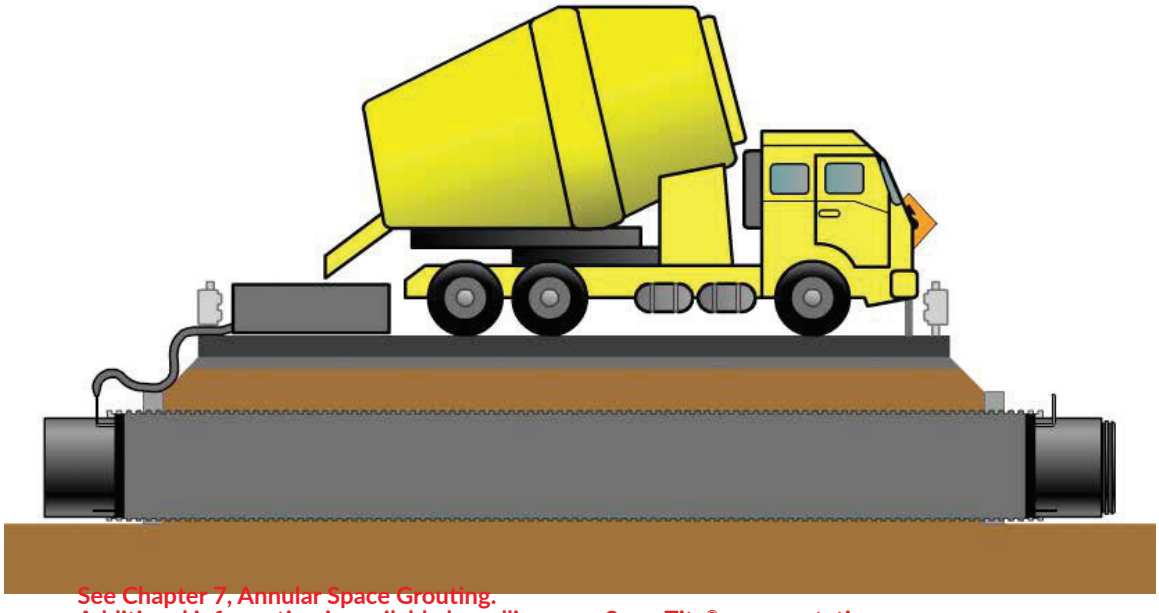
Ends are sealed. Pipes are inserted to drain any water, to vent air and allow for grout injection. The annular space is then grouted. Grouting is similar to backfilling, as it provides support for the road and liner.





Étape 9 – Insérer le coulis dans l'espace annulaire. Il est recommandé que l'espace annulaire entre le ponceau existant et le tuyau inséré doit être coulé. Cela aidera à combler les vides créés par les lavages précédents, fournira un soutien structurel supplémentaire et empêchera la charge ponctuelle.





See Chapter 7, Annular Space Grouting.
Additional information is available by calling your Snap-Tite® representative.

Étape 10 - Inclinaison de la structure d'entrée. Après l'insertion du coulis de l'espace annulaire, terminer les travaux sur la structure d'entrée et de sortie. L'inclinaison de la structure d'entrée peut améliorer le débit dans le ponceau inséré.

Voir le chapitre 6, Joints d'étanchéité, mur de soutènement et cloison. Voir aussi cloche hydraulique, au chapitre 3, Hydraulique.

Chapitre 6

Joints d'extrémité, extrémités biseautées et mur d'appuis

Joints d'extrémité, extrémités biseautées et mur d'appuis. Lorsque le tuyau Snap-Tite® est en place, après avoir été tirée ou poussée à l'intérieur du tuyau du ponceau, l'espace annulaire entre le ponceau et le tuyau doit être scellé afin d'empêcher toute fuite de l'ancien tuyau. Lorsque l'insertion Snap-Tite® est installé et que les extrémités sont scellées, l'écoulement de l'eau s'arrête ; le sol et le remblai restent en place.

L'image ci-dessus montre un glissement à travers un mur d'aile. Un joint d'extrémité avec tuyaux de remplissage est en construction.

Les joints d'extrémité peuvent être fabriqués de différentes manières. La façon la plus courante de fabriquer des joints d'étanchéité d'extrémité consiste à emballer un mélange de ciment relativement sec autour des extrémités de la chemise entre le joint d'étanchéité et le joint d'étanchéité.

et le revêtement Snap-Tite®. Une autre méthode consiste à construire un coffrage et à y couler du béton. Si cette méthode est utilisée, il est important que le mélange de béton s'étende de 12 à 18 pouces entre le ponceau hôte et le tuyau. Cette longueur de contact est nécessaire pour qu'une bonne étanchéité se forme dans cette zone.

Le mélange sec doit être tassé dans l'espace annulaire entre le ponceau hôte et le ponceau.

Snap-Tite® Liner pour obtenir une bonne étanchéité et solidité structurelle. Le mélange doit être tassé de 12 à 24 pouces dans l'espace annulaire. La taille du tuyau inséré et la pression dans l'espace annulaire déterminent la profondeur exacte.

Lorsqu'il y a de l'érosion à l'extrémité du ponceau existant, les murs d'appuis sont coulés à l'extrémité du tuyau du ponceau et autour de l'insertion. Lorsque des murs d'appuis sont utilisés, le mur doit être conçu pour supporter les charges du sol, la pression hydrostatique, la dilatation et la contraction et les autres forces provenant du talus routier. La conception doit inclure l'étanchéité du tuyau inséré au mur d'appuis et l'arrêt de l'écoulement de tout effet de drain français autour de l'ancien ponceau. Pour les sections de 80 pieds ou plus de longueur, il est important de prolonger le tuyau à travers le mur d'au moins six pouces à chaque extrémité pour permettre une contraction possible.

L'étape finale de la finition d'un joint d'extrémité ou d'un mur d'appuis consiste à enlever les tuyaux de remplissage et à sceller ces zones.

Cast in place headwall

Chapitre 7
Coulis de l'espace annulaire

Objectif

Lors de la réfection des ponceaux, les principaux objectifs de l'injection de coulis dans l'espace annulaire sont d'empêcher les fuites d'eau, d'arrêter le mouvement des matériaux de remblayage de la route, de fixer le tuyau inséré et de renforcer l'ancien ponceau. L'injection de coulis dans l'espace annulaire est un processus clé pour atteindre ces objectifs. Un bon Coulis de l'espace annulaire assure une longue durée de vie au ponceau et à la route au-dessus. Cette étape est critique afin d'obtenir l'approche systématique recherché permettant la remise en état des ponceaux par insertion.

Lorsque le ponceau existant s'est détérioré à un point tel que la lit de pose s'est infiltré dans le ponceau, créant des vides sous la base de la route, on peut utiliser du coulis pour aider à combler ces vides. Cela stabilise efficacement les sols environnants et élimine le risque de tassement ou d'effondrement de la chaussée.

Le coulis autour du tuyau inséré offre un support supplémentaire au tuyau hôte. Ce support augmente la résistance à l'affaissement du tuyau réhabilité. Sans coulis, si les ponceaux hôtes commencent à s'effondrer, il y a un risque de charges ponctuelles, de déflexion locale et d'empiètement possible sur le tuyau inséré. Le coulis supporte l'ancien ponceau et aide à répartir uniformément le remblai et les charges du véhicule. Comme il est expliqué plus en détail au chapitre 8, le coulis devient l'élément structurel principal du tuyau réhabilité et, par conséquent, il n'est pas nécessaire que le tuyau inséré constitue une partie importante du système structurel. Le rôle principal du tuyau inséré est de fournir une surface hydraulique lisse, souvent avec une conduite dont les caractéristiques d'écoulement sont améliorées par rapport à celles du tuyau récepteur original.

Nécessité du coulis

Il n'est pas nécessaire d'injecter du coulis dans tous les ponceaux hôtes. S'il y a un très petit espace annulaire suite à l'insertion et que la structure du tuyau récepteur est solide, l'injection de coulis dans l'espace annulaire peut ne pas fournir suffisamment d'avantages pour justifier les coûts et les efforts requis. De plus, l'injection du coulis dans un petit espace annulaire peut nécessiter une injection sous pression qui pourrait causer des fuites de joints ou endommager le tuyau Snap-Tite® inséré.

Toutefois, si le tuyau récepteur est défectueux ou est en état de défaillance, ce qui se manifeste souvent par la corrosion d'un tuyau métallique ou la séparation d'un ponceau en métal ou en béton (structure en caisson ou tuyau), alors l'injection de coulis dans l'espace annulaire est recommandée.

Types de coulis

Le coulis est traditionnellement défini comme "un léger mortier grossier utilisé pour le remplissage des joints de maçonnerie". Au cours des dernières années, la définition du coulis a été élargie pour couvrir un large éventail de composés organiques et de béton utilisés pour remplir les joints de maçonnerie ou l'espace dans ou autour des tuyaux ou des insertions. Dans les applications d'insertion de ponceau Snap-Tite®, les coulis non cellulaires et cellulaires peuvent être utilisés pour remplir l'espace annulaire dans un système de réhabilitation de ponceau. Mais les coulis cellulaires de densité plus faible sont normalement préférés car ils limitent les charges hydrostatiques sur le tuyau lors de la pose.

Les coulis non cellulaires sont les formulations traditionnelles de ciment Portland, généralement appelées coulis fluide. Ces produits sont bien connus et sont utilisés pour de nombreuses applications, y compris l'injection de coulis pour tuyaux en place. Le ministère des Transports de la plupart des États a établi un certain type de spécification pour le coulis de remplissage fluide.

Coulis de remplissage fluide

Il s'agit d'un mélange de ciment, de sable et d'eau, parfois additionné d'additifs chimiques pour modifier certaines propriétés du coulis. Une partie du ciment peut être remplacée par des cendres volantes. Les cendres volantes sont un matériau cimentaire, généralement à un coût inférieur à celui du ciment, ce qui peut améliorer certaines propriétés du coulis résultant. Les cendres volantes peuvent ne pas être disponibles dans tous les endroits.

Les remblais coulants sont parfois utilisés pour remplir l'espace annulaire ou comme remblai autour du tuyau. Le poids unitaire, ou densité, d'un coulis de remplissage fluide varie généralement de 130 à 135 livres par pied cube (pcf). Le cahier des charges du projet peut prévoir un remplissage fluide à 3 sacs, 4 sacs ou 5 sacs, en fonction de la quantité de ciment ajoutée à chaque verge cube du coulis. Un sac de ciment pèse 94 livres. Ainsi, un mélange de 3 sacs contient 282 livres de ciment par lot de verges cubes, tandis qu'un mélange de 5 sacs contient 470 livres de ciment par verge cube.

La mesure dans laquelle un coulis de remplissage fluide peut se déplacer à l'intérieur de l'espace annulaire est limitée et dépend de la viscosité. Un espace annulaire d'un ponceau de plus de 40 à 50 pieds de longueur ne peut pas être complètement rempli d'un tel mélange de coulis. Dans de telles applications, en abaissant la densité ou le poids unitaire du coulis, la viscosité du coulis diminuera également et la fluidité du mélange augmentera généralement.

Remplissage fluide à densité réduite

Certains additifs chimiques sont disponibles sur le marché pour réduire la densité d'un coulis de remplissage fluide. Le poids unitaire du coulis peut être abaissé à une valeur de l'ordre de 100 pcf, selon le type de sable et de ciment utilisé et le pourcentage des différents composants dans la conception du mélange. Ces "mélanges en sac" en usine ou sur site utilisent une réaction chimique pour introduire des bulles de gaz et des vides dans un mélange de remplissage fluide. Un coulis cellulaire inférieur à 100 lb/pi3 pour une densité de coulée liquide est très difficile à obtenir avec cette méthode de formulation. Les réactions chimiques sont limitées dans la quantité d'air qui peut être introduite sous forme de gaz résiduels dans la formulation d'un coulis cellulaire. Et sans l'utilisation d'un générateur de mousse, il est difficile d'introduire suffisamment d'air dans un mélange de remplissage fluide pour créer une densité cible de coulée liquide atteignant entre 40 lb/pi3 et 75 lb/pi3.

Bien que l'espace annulaire puisse être physiquement rempli avec ces coulis de densité plus élevée, le risque de surcharge hydrostatique sur le tuyau PEHD augmentera à mesure que la densité du coulis augmente. De plus, certains additifs sont exothermiques, ce qui augmente encore la température de durcissement du coulis. La chaleur d'hydratation de l'agent d'injection choisi doit toujours être prise en compte. L'augmentation des températures de durcissement entraînera une diminution des charges admissibles recommandées pour l'insertion. Les coulis d'expansions ne sont pas recommandés.

Il est suggéré que les mélanges de coulis utilisés pour remplir l'espace annulaire lorsque la densité de coulée humide qui dépasse 75 lb/pi3 soient évalués de façon indépendante pour déterminer s'ils conviennent au propriétaire ou à l'installateur. Dans ces cas, il est recommandé de consulter directement le fabricant du produit commercial. Les coulis à densité plus haute augmenteront la probabilité que l'injection du coulis soit effectuée en étapes pour limiter les pressions contre le tuyau inséré.

Il faut toujours tenir compte des pressions hydrostatiques sur la membrane avant de créer ou d'injecter le coulis choisi, peu importe la densité réelle du coulis utilisé.

Coulis cellulaire

Le coulis cellulaire est un coulis à faible densité composé de ciment et d'eau (ou de ciment, de cendres volantes et d'eau) avec un agent moussant ajouté pour injecter un grand volume de bulles d'air macroscopiques dans le coulis. Ce mélange réduit considérablement la densité, ou le poids unitaire, du mélange de coulis et permet souvent d'obtenir une teneur en air de 40 % ou plus dans le produit fini. Un générateur de mousse est normalement nécessaire pour obtenir un pourcentage d'air aussi élevé et pour réduire la densité du coulis. La plupart des fabricants d'additifs déclarent un maximum de 20 % à 30 % d'air lors de l'utilisation de produits additifs qui n'utilisent pas d'unité de production de mousse. La raison en est que l'action de barattage du camion malaxeur seul est utilisée pour aspirer l'air dans le coulis. Par conséquent, les coulis cellulaires fabriqués avec des produits additifs qui n'utilisent pas d'unité de production de mousse sont souvent des coulis de densité plus élevée que ceux créés avec des générateurs de mousse.

To produce cellular grout, a concentrated foaming agent is required in combination with various types of foam generating equipment. This equipment may generate foam via air pressure or water pressure.

(Image - Pour produire un coulis cellulaire, un agent moussant concentré est nécessaire en combinaison avec différents types d'équipements générateurs de mousse. Cet équipement peut générer de la mousse par pression d'air ou d'eau.)

Dans les coulis cellulaires, les bulles d'air restent en suspension assez longtemps pour que la pâte de ciment les enduise et commence à s'hydrater, et les bulles d'air remplacent les agrégats que l'on trouve habituellement dans les produits comme le béton. Une fois durci, le coulis a une résistance à la compression qui peut varier de 200 lb/po2 à bien au-delà de 1 000 lb/po2. Ces valeurs sont plus élevées que celles du sol du lit de pose qui se trouvait à l'origine autour du tuyau récepteur.

Les coulis cellulaires peuvent être conçus pour avoir des densités humides, tout en étant encore au stade "plastique", allant de 30 pcf à 80 pcf. Avec ce poids unitaire inférieur, le coulis exerce moins de pression hydrostatique sur l'insertion Snap-Tite® qu'avec un produit plus dense. Un autre avantage est que le coulis peut parcourir de plus longues distances à l'intérieur du système de tuyaux à insertion tout en s'écoulant à travers les trous ou les joints séparés du tuyau récepteur, remplissant ainsi les vides dans les matériaux du lit de pose environnante. Ces vides ont été causés à l'origine par l'infiltration du sol dans le tuyau récepteur par des joints ou des trous séparés dans le tuyau. Les vides sont ainsi comblés avec le coulis qui s'écoule par ces mêmes ouvertures.

Propriétés du coulis

Densité ou poids unitaire

La densité d'un coulis est le poids, en livres, d'un volume défini du coulis, par exemple un pied cube de matériau. La densité est souvent exprimée en unités telles que "livres par pied cube (lb/pi3)". Le poids unitaire est mesuré en prélevant un échantillon du mélange de coulis et en remplissant un contenant d'un volume prédéterminé. Typiquement, un seau d'un demi-pied cube de poids unitaire en métal est utilisé. Après avoir complètement rempli le seau et l'avoir enlevé de la surface, le seau est pesé. Le poids du seau vide est soustrait de cette valeur et le nombre résultant est multiplié par deux (en utilisant un seau d'un demi-pied cube) pour obtenir la densité du mélange de coulis (pcf).

Teneur en air

La teneur en air est la quantité d'air introduite dans le mélange de coulis ; elle est exprimée en pourcentage du volume total. Certains additifs chimiques ont la capacité d'entraîner l'air autour des particules de sable dans le mélange. Ce sont des

bulles d'air macroscopiques qui ajoutent généralement 3 à 5 % d'air au mélange. L'avantage d'avoir des bulles d'air dans un mélange de coulis est qu'elles assurent une meilleure circulation du matériau et une meilleure résistance aux effets néfastes d'un environnement de gel/dégel.

Les générateurs de mousse peuvent introduire jusqu'à 70 % d'air pour créer une incorporation d'air hautement conçue et uniforme. Ces bulles d'air sont fixées aux particules de ciment du coulis. Le mélange de coulis qui en résulte peut sembler avoir une consistance mousseuse. La plus grande quantité d'air contenue dans le matériau améliore grandement la capacité du coulis à s'écouler sur de plus longues distances et dans des espaces plus petits.

Viscosité

La viscosité est l'épaisseur d'un liquide ou "une mesure de la résistance d'un fluide à l'écoulement". Une faible viscosité est souhaitable pour les mélanges de coulis dans une application Snap-Tite®. La viscosité d'un coulis est mesurée à l'aide d'un cône d'écoulement tel que décrit dans la norme ASTM C939. Un essai d'affaissement n'est pas applicable pour déterminer l'écoulement d'un mélange de coulis.

Résistance à la compression

La résistance à la compression du coulis est la force de compression à laquelle le matériau peut résister après la prise du coulis. Ceci est déterminé en obtenant un échantillon de coulis et en remplissant un récipient cylindrique, typiquement un moule de 4" de diamètre et 8" de hauteur, et en testant l'échantillon dans un appareil de test de résistance à la compression. Cet essai est effectué par incréments de temps prédéterminés, par exemple des échantillons d'un jour, de trois jours ou de sept jours après la mise en lots du mélange de coulis. La norme ASTM C1019 décrit ce processus d'essai.

Bien que la résistance à la compression soit généralement spécifiée pour le béton et le coulis utilisés dans d'autres applications, ce n'est pas une propriété importante pour le coulis utilisé pour remplir l'espace annulaire après l'insertion d'un ponceau. Pratiquement tous les coulis utilisés auront des valeurs de résistance à la compression supérieures à celles du sol d'origine entourant le ponceau récepteur. La propriété importante du mélange de coulis est la densité du matériau. Cependant, en règle générale, plus la densité du coulis augmente, plus la résistance à la compression du coulis augmente.

Applications et sélection du coulis

Le système d'insertion Snap-Tite® est utilisé dans une variété d'applications de ponceaux et de conduites à écoulement par gravité. Il existe de nombreux types de coulis. Une analyse approfondie du tuyau de ponceau existant est nécessaire avant de faire le choix du tuyau inséré et du coulis. Une analyse technique et/ou des consultations peuvent également être nécessaires.

État du tuyau récepteur

L'état du tuyau récepteur est important pour déterminer les exigences en matière d'insertion et de coulis. Le coulis remplira l'espace entre le tuyau inséré et le tuyau récepteur et aidera à maintenir l'étanchéité du tuyau. Si le tuyau existant n'est plus en mesure de supporter les charges de sol et les charges routières, il faut choisir une gaine et un coulis pour supporter ces charges. Dans la plupart des cas, une doublure avec un DR de 32,5 et un coulis de mousse à faible densité avec des valeurs de poids unitaire de 40 pcf ou plus sera appropriée.

Si le tuyau récepteur est en bon état, c.-à-d. sans trous de corrosion ni séparation des raccords de conduite, il peut être nécessaire ou non d'injecter du coulis dans l'espace annulaire. Dans cette application, les autres conditions du site doivent être évaluées afin de déterminer les avantages et les inconvénients à long terme du coulis.

Longueur du tuyau récepteur

La longueur du tuyau est une considération très importante lors de l'injection du coulis. Si le tuyau récepteur est court, c.-à-d. moins de 60 pieds linéaires de longueur, presque tous les mélanges discutés peuvent être utilisés, pourvu que l'installation soit effectuée à basse pression. La disponibilité et les facteurs économiques jouent un rôle plus important dans le choix du coulis dans ces applications.

L'élévation peut être utilisée pour faciliter l'injection du coulis de petites longueurs de tuyaux en utilisant les effets de la gravité, en fonction du débit ou de la viscosité du coulis. Au fur et à mesure que la longueur du tuyau augmente, la pression requise pour l'injection du coulis dans l'espace annulaire peut également augmenter, à moins que la viscosité du coulis ne soit modifiée.

Volume de l'espace annulaire

L'espace annulaire est la surface entre le tuyau récepteur et le tuyau existant. S'il n'y a qu'un petit espace après l'insertion de glissement Snap-Tite® dans le tuyau existant, il sera plus difficile de remplir cet espace comparé à une situation d'insertion où un grand espace annulaire est obtenu. Plus de pression peut être nécessaire pour remplir un petit espace annulaire par rapport à un espace annulaire plus grand. La densité du coulis doit être réduite autant que possible afin de réduire le risque d'effondrement hydrostatique de la membrane pendant les opérations d'injection.

Lorsque l'espace annulaire est petit, un coulis à haut débit et à faible densité sous basse pression (moins de cinq pieds de hauteur ou 2 psi) remplira cet espace. Les coulis de ciment Portland contenant des granulats fins, comme le sable, nécessitent souvent une pression plus élevée que celle qui est nécessaire pour s'écouler le long du tuyau. De plus, le sable peut parfois commencer à se déposer hors du mélange de coulis et s'accumuler dans les tuyaux de remplissage. Cela peut entraîner un rétrécissement ou un colmatage du tuyau de remplissage. Si ce type de coulis doit être utilisé, il est recommandé de placer plusieurs tuyaux d'insertion de coulis à différentes longueurs dans l'espace annulaire. Cela diminuera la force nécessaire pour placer le coulis dans la zone.

S'il y a une grande différence entre le diamètre du tuyau inséré et le tuyau existant, un coulis de densité supérieure appliquera plus de pression sur le tuyau pendant l'installation. Dans ce cas également, il est préférable d'utiliser un coulis de densité plus faible.

Flottaison

Pourquoi la flottaison est-elle une préoccupation ? Pendant l'opération d'injection, le tuyau de polyéthylène flottera dans le coulis et s'élèvera jusqu'au sommet du tuyau récepteur, à moins qu'il ne soit retenu ou maintenu d'une façon ou d'une autre. Cela peut modifier la pente du tuyau, ce qui peut affecter l'écoulement de l'eau dans le tuyau revêtue. Le choix du coulis peut influer sur le problème de flottation. Les coulis à densité plus basse créent des forces de flottaison résultante plus faibles.

Il existe de nombreuses méthodes qui peuvent aider à contrôler ce problème. Une méthode consiste à fixer des blocs de bois, de plastique ou de métal à l'intérieur du ponceau, le long du dessus du tuyau récepteur ou du tuyau inséré elle-même, pour minimiser la flottation. Cette technique est communément appelée pontage ou blocage. Des patins fixés au bas de la doublure servent également à centrer la doublure.

Des sacs de sable, ou d'autres matériaux, peuvent être utilisés pour alourdir la doublure et contrer le facteur de flottabilité afin d'empêcher la doublure de flotter, ainsi que la possibilité d'avoir la doublure partiellement ou complètement remplie d'eau pour aider à neutraliser toute force flottante. Les applications d'insertion submergée ont été complétées avec succès avec Snap-Tite® et dans ces installations, l'insertion a une flottabilité presque neutre, puisque le tuyau en PEHD a une densité très proche de celle de l'eau douce.

Changement d'élévation

Lorsqu'il y a d'importants changements d'élévation entre les extrémités d'une conduite revêtue de Snap-Tite®, le coulis exercera une pression supplémentaire sur le matériau d'insertion et sur la cloison située à l'extrémité aval du ponceau hôte revêtu. Lorsque la différence d'élévation est supérieure à cinq pieds, la méthode d'installation du coulis doit être évaluée pour éviter l'affaissement hydrostatique de la membrane. L'injection de coulis en étapes est habituellement la meilleure méthode pour prévenir l'affaissement du tuyau, les fuites à la cloison et d'autres problèmes potentiels.

L'élévation, ou gravité, peut être utilisée pour fournir la pression nécessaire à l'injection de petites longueurs de tuyaux, selon le débit d'écoulement du coulis. Au fur et à mesure que la longueur du tuyau augmente, la pression nécessaire à l'injection du coulis dans l'espace annulaire augmente.

Pressions d'injection de coulis et effondrement non-contraint

L'équation suivante peut être utilisée pour aider le concepteur à évaluer une charge admissible sur l'insertion en PEHD.

Equation 7-1

$$P_{WU} = \frac{f_0}{N_s} \frac{2E}{(1-\mu^2)} \left(\frac{1}{DR-1}\right)^3$$

Où :

PWU = pression admissible non-contrainte de la paroi du tuyau avant l'effondrement, psi

DR = rapport dimensionnel

E = module d'élasticité du matériel du tuyau, psi

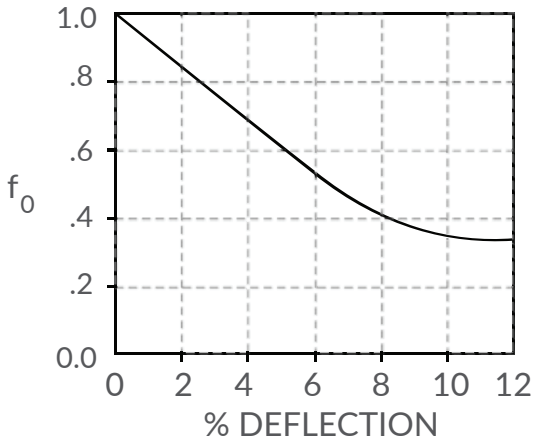
f0 = Facteur de correction d'ovalité, figure 7-1

NS = facteur de sécurité

I = Moment d'inertie de la paroi du tuyau, in4/in

μ = Rapport de Poisson

DI = diamètre intérieur du tuyau, in



Facteur de compensation d'ovalité, fe

**Facteurs de compensation d'ovalité et équation de boucle présentés dans le PPI Handbook of Polethylene.*

Une approche souvent utilisée par les concepteurs consiste à utiliser un module de tuyau de 10 heures basé sur une température de 73 degrés Fahrenheit. Ce module est utilisé car la chaleur d'hydratation pour le remplissage des cimentations n'augmente généralement pas jusqu'à ce que le coulis commence à durcir. Lorsque les matériaux de coulis commencent à durcir, ils commencent également à soutenir l'insertion presque simultanément. Le Plastics Pipe Institute fournit un module établi par l'industrie pour un matériau PE3408 de 62 000 psi, basé sur une charge de 10 heures à 73 degrés Fahrenheit. La plupart des coulis fourniront un support structurel en raison du durcissement au cours de cette période de 10 heures.

C'est également une norme de l'industrie de baser les calculs sur un coefficient de Poisson de 0,45 et une déviation supposée de 3 % existant dans l'insertion en PEHD. Il en résulterait un facteur d'ovalité de 0,76 selon la figure 7-1.

Si un facteur de sécurité de 2 pour 1 est utilisé avec l'approche décrite ci-dessus, une gaine en PEHD faite d'une paroi de tuyau DR 32,5 aurait une pression externe admissible de 2 psi. Ceci est conforme à la charge admissible suggérée par la division Snap-Tite® de la ISCO pour les Réhabilitation Par Insertions (RPI).

Circonstances du ponceau

Les circonstances particulières du ponceau ont le plus grand impact sur le type de coulis qui doit être utilisé pour remplir l'espace annulaire. Le tableau 7-1 est fourni pour aider à cette détermination. Il ne s'agit que d'une aide ; elle ne doit pas être considérée comme une recommandation définitive quant au type de coulis à utiliser pour une application particulière.

Opération d'injection de coulis

Préparation

La préparation de l'opération d'injection du coulis commence avant l'installation du tuyau Snap-Tite® dans le tuyau du ponceau existant. Le ponceau existant devrait être inspecté pour déterminer les facteurs suivants :

- Point d'entrée pour le coulis
- Longueur et pente du ponceau
- Existence de trous de corrosion ou séparation des joints dans le ponceau
- la présence de vides dans la couche de fondation et les matériaux de remplissage de la chaussée
- l'espace de travail disponible
- Contrôle du trafic
- Protection de l'environnement et des conditions existantes

Tableau 7-1

		État du tuyau récepteur		Longueur du tuyau récepteur (LF)			Circonstances du ponceau	
	Density Range (pcf)	Good	Failed or Failing	< 50	50 – 125	> 125	Light Traffic	Heavy Traffic
3-Sack Flowable Fill	130-135	x		x			x	x
Reduced Density Flowable Fill	90-120	x	x	x	x		x	x
Cellular Grout	40 – 80	x	x	x	x	x	x	x

Point d'entrée du coulis

Il existe de nombreuses façons de placer le coulis dans l'espace annulaire d'un ponceau remis en état. Il peut être pompé, sous basse pression ou par gravité. Cela peut se faire par des orifices d'injection placés à travers les murs d'appuis ou par un ou plusieurs trous pratiqués dans la partie supérieure d'un tuyau de ponceau métallique, derrière la cloison. Le coulis peut s'écouler dans l'espace annulaire par ces trous, à une extrémité ou aux deux extrémités du ponceau.

La longueur et la pente du ponceau

L'élévation est normalement utilisée (à condition qu'il y ait moins de dix pieds de dénivellation) pour fournir une pression statique d'appuis pour l'injection de coulis à partir de petites longueurs de tuyaux allant jusqu'à soixante à quatre-vingt pieds de longueur, selon le débit du coulis. Au fur et à mesure que la longueur du tuyau augmente, la pression nécessaire à l'injection du coulis dans l'espace annulaire peut également augmenter.

Mesurer le dénivelé et la distance totale entre l'entrée et la sortie et déterminer la longueur totale à laquelle le coulis doit s'écouler. Ces renseignements aideront à choisir le coulis, influeront sur le nombre de tuyaux de remplissage ou d'évent et sur la méthode d'injection du coulis.

Existence de trous de corrosion ou de joints séparés

Si l'un ou l'autre de ces facteurs est observé pendant l'étude du ponceau, il est possible qu'il y ait des vides dans la couche de sol autour de la structure originale du ponceau. Un volume supplémentaire de coulis sera nécessaire, en plus du volume d'espace annulaire calculé, pour combler ces vides. Une estimation de ce volume supplémentaire (10 %, 20 %, etc.) devrait être faite à ce stade. Si de la corrosion ou des joints séparés ont créé des obstructions le long du diamètre intérieur du tuyau, ces obstructions doivent être enlevées pour éviter toute interférence pendant le processus d'insertion.

Blocage

Comme nous l'avons déjà mentionné, la flottaison de la membrane est à tenir en compte lorsqu'il s'agit d'injecter du coulis ou qu'il y a présence d'eau. Pour prévenir la flottation, l'utilisation de blocs ou de patins autour du tuyau peut centrer les doublures de ponceau Snap-Tite®. Les blocs ou les patins sont généralement installés afin d'être décalé. Des espaces sont laissés entre les blocs ou les patins pour permettre au coulis de s'écouler sous et autour de la doublure.

Les blocs sont installés dans les 120 degrés supérieurs du ponceau. Pour les ponceaux de 48 po de diamètre ou plus, des blocs sont fixés à l'ancien ponceau. Le premier bloc est souvent installé à 11 heures, puis un espace de quatre pieds est laissé avant que le deuxième bloc soit installé à 12 heures. Ensuite, un espace est laissé et le troisième bloc est installé à 1 heure. Ces blocs mesurent habituellement de quatre à huit pieds de longueur. L'épaisseur est déterminée par la différence entre le diamètre intérieur du ponceau et celui du tuyau. Les patins supérieurs doivent avoir une résistance structurelle suffisante pour résister à la force flottante créée lors de la pose du coulis. Le bois et le plastique solide fonctionneront. Le polystyrène expansé n'a pas une résistance à la compression suffisante pour fonctionner avec de nombreuses tailles de doublure.

Pour éviter que la membrane Snap-Tite® ne se décentre pendant l'opération de l'injection du coulis, le coulis peut être placé en quinconce, en utilisant plusieurs points d'injection de coulis de chaque côté de la membrane. Cela aidera à assurer une distribution uniforme du coulis des deux côtés du tuyau Snap-Tite®.

Le blocage peut également être utilisé pour combler tout espace créé par des joints séparés dans le tuyau récepteur existant. Cela peut aider à éviter que la doublure Snap-Tite® ne s'accroche dans les ouvertures des sections avec anomalies et donc faciliter le processus d'insertion.

Ports d'aération

Les orifices d'évent doivent être situés à des endroits stratégiques à travers la cloison ou dans la partie supérieure du tuyau récepteur, selon les conditions du site. Au moins un orifice d'évent, en plus des orifices d'injection du coulis, est recommandé, à moins que le coulis ne soit inséré dans l'espace annulaire à travers un trou assez grand pour servir les deux. Les orifices d'évent

permettent d'éviter l'accumulation de pression dans l'espace annulaire et servent également de points de vérification du coulis. Des préparatifs doivent être faits pour fermer adéquatement l'ouverture une fois que le coulis commence à s'écouler à l'extérieur de la zone. Un orifice d'évent placé au bas de la cloison aidera à drainer l'eau qui peut se trouver dans l'espace annulaire pendant les opérations d'injection.

Mur d'appuis

Le but de la cloison est de retenir le coulis dans l'espace annulaire jusqu'à ce qu'il s'hydrate et que le coulis durcisse. De nombreux matériaux différents peuvent être utilisés pour accomplir cette tâche, tels qu'un mélange de béton à faible affaissement, un mélange de coulis rigide, du bois, une corde en uréthane activé à l'eau Oakum, de la terre, etc. Les conditions sur le site, le type de coulis choisi et les substances disponibles à ce moment-là détermineront le matériau de cloison qui convient le mieux à une application.

Injection de coulis

Le coulis doit être placé dans l'espace annulaire lentement et patiemment.

Le matériel doit avoir assez de temps pour s'écouler le long du pipeline et s'écouler à travers tous les trous qui peuvent se trouver dans le tuyau récepteur, ou à travers les joints séparés dans le tuyau. Dans la mesure du possible, il faut utiliser la gravité pour placer le coulis dans l'espace annulaire. Un coulis de faible densité ou un coulis cellulaire s'écoulera le long de l'espace, sortant par des trous dans le tuyau récepteur ou des raccords de conduite séparés, et remplacera la terre de fondation perdue autour du tuyau récepteur. Une fois les vides comblés, le coulis continuera de couler le long du tuyau et remplira lentement l'espace annulaire entre le tuyau et le tuyau récepteur. Encore une fois, la patience est essentielle pour l'opération d'injection du coulis.

Le pompage du coulis peut être nécessaire dans certaines applications. La pression de la pompe est utilisée pour déplacer le coulis du réservoir de mélange, à travers l'orifice d'injection, dans l'espace annulaire. Pour les ponceaux longs, plusieurs sections de tuyaux d'injection de différentes longueurs peuvent être utilisées pour placer le coulis plus loin dans le ponceau afin de remplir efficacement l'espace.

Au point où le coulis sort du tuyau d'injection, la pression se dissipe rapidement à zéro. Si l'opérateur de la pompe constate une contre-pression, le pompage doit être immédiatement arrêté. De nombreux manomètres de camion pompe n'ont pas la sensibilité nécessaire pour percevoir une basse pression (2 psi). L'exercice d'une pression inutile à l'intérieur de l'espace annulaire, à l'extérieur du tuyau inséré du ponceau, peut causer des problèmes indésirables, allant d'une fuite de coulis par les joints à un effondrement catastrophique du tuyau inséré. Bien que cet événement soit rare, une planification minutieuse, de la patience et une observation attentive devraient être utilisées pendant l'opération d'injection du coulis pour aider à atténuer tout dommage potentiel à la doublure ou aux murs d'appuis.

Vérification du coulis

Comme mentionné dans la section sur la préparation, des orifices de vérification du coulis peuvent être placés pour surveiller l'opération d'injection. De courts morceaux de tuyau peuvent être placés à travers les murs d'appuis pour servir d'orifices d'évacuation de l'air dans le système et plus tard comme orifices de vérification du coulis, pendant le processus d'installation. Lorsque le coulis commence à s'écouler de ces conduites, un bouchon peut être placé sur le tuyau pour arrêter l'écoulement. Un tuyau de vérification avec une extrémité filetée qui s'étend à partir de la cloison peut facilement être scellé car il acceptera un bouchon fileté pour terminer le tuyau.

Contrôle de la qualité et tests

La principale propriété à identifier pour l'AQ/CQ est le poids ou la masse unitaire du coulis qui est placé. La densité (poids unitaire) du matériau a un effet plus important sur la performance de la réhabilitation du ponceau que la valeur de résistance à la compression du coulis.

Pratiquement n'importe quel coulis choisi sera plus résistant à la compression que le matériau du lit de pose autour du tuyau récepteur, si on le compare à celui-ci. Et c'est ce matériau que le coulis est destiné à remplacer et à servir en son absence.

L'équipement nécessaire pour déterminer la densité est un godet de poids unitaire calibré, un outil pour enlever ou niveler la surface et une balance. Il est nécessaire de tester le mélange selon la norme ASTM C138 avant de l'insérer dans l'espace annulaire du ponceau à réinséré.

La densité (poids unitaire) du matériau a un effet plus important sur la performance de la réhabilitation du ponceau que la valeur de résistance à la compression du coulis. Pratiquement n'importe quel coulis choisi sera plus résistant que la lit de pose autour du tuyau récepteur. C'est le matériau que le coulis est destiné à remplacer et à servir en son absence.

Le coulis peut être vu à la sortie de l'orifice en PVC.

Rechercher les causes de fuites du mur de cloison

Lors de l'injection du coulis dans l'espace annulaire d'un tuyau à insertion, le coulis est placé dans un espace fermé et exerce une pression sur les murs d'appuis des parois d'extrémité construites à chaque extrémité du ponceau. La meilleure prévention contre les fuites de cloison consiste à construire une paroi d'extrémité suffisamment solide pour résister à la pression hydrostatique interne exercée sur elle par le coulis. Une cloison d'une épaisseur de 18" à 24" est généralement adéquate pour la plupart des projets d'insertion de ponceaux.

Si un matériau cimentaire, qu'il s'agisse d'un mélange de béton ou d'un coulis rigide, est utilisé pour les murs d'extrémité, le séchage ou le retrait du matériau est un problème. Pour éviter les fuites de coulis dans ce cas, un coulis à prise rapide et sans retrait devrait être sur place le jour de l'opération d'injection.

Une procédure d'entretien préventif consiste à appliquer ce matériau en couche mince sur la cloison ou la paroi d'extrémité durcie avant de commencer l'opération d'injection. Ce matériau durcit généralement en 15 minutes et aide à boucher les fissures dans la cloison ou les espaces entre la paroi d'extrémité et les tuyaux d'insertion du coulis et les orifices de ventilation.

Sources des matériaux

Fournisseur de coulis

Un fournisseur de béton prêt à l'emploi, ou une centrale à béton, situé à proximité du site du projet est une source d'approvisionnement pour le coulis et pour un matériau qui peut être utilisé pour construire les murs d'appuis du ponceau. Ces installations disposent d'un approvisionnement en ciment, en sable et en eau, ainsi que de l'équipement nécessaire pour mesurer et mélanger adéquatement les composants. Un modèle de mélange peut être soumis au personnel chargé du lot pour s'assurer qu'un matériau d'une densité appropriée est obtenu.

Dans certains endroits, il existe des entrepreneurs en injection de coulis qui ont des unités tout compris et qui peuvent fournir des mélanges de coulis appropriés, ainsi que des appareils de pompage, pour placer le coulis dans les ponceaux. Ces entrepreneurs sont compétents dans tous les types de besoins en coulis et devraient bien assister au projet. Des services similaires peuvent également être obtenus directement auprès de la ISCO et de notre division Snap-Tite®. Votre représentant Snap-Tite® peut vous aider à obtenir les services de coulis de la ISCO.

Additifs

Il existe de nombreux fabricants d'additifs chimiques utilisés dans la formulation des coulis. Les additifs comprennent des agents macro-entraînant l'air, des retardateurs pour retarder l'hydratation du ciment dans le mélange et des agents moussants pour injecter des volumes accrus d'air dans le coulis. Les bétons cellulaires ou mélanges de bétons "moussés" utilisent des agents mouillants comme type d'additifs.

Il existe également de nombreux fabricants régionaux d'agents moussants, tels que Vermillion & Associates, 'Cellular Concrete Solutions', 'Cellular Concrete Technologies et Elastizell'.

Bon nombre de ces entreprises peuvent également fournir de l'équipement générateur de mousse pour la création de coulis cellulaires. Le fabricant de l'mélange doit être contacté pour obtenir de l'aide sur l'utilisation appropriée de ses agents moussants spécifiques.

Il existe des fabricants d'additifs chimiques qui distribuent à l'échelle nationale, tels que BASF (Master Builder's product line) et W.R Grace. Rheocell Rheofill, fabriqué par BASF, est un produit autonome prêt à l'emploi destiné à diverses applications de remplissage fluide où un coulis à densité réduite limitée est souhaitable. Le contact direct avec le fabricant de l'additif chimique est recommandé lorsque ces additifs sont choisis pour la formulation du coulis.

Équipement de pompe à coulis

L'appareil de pompage le mieux adapté à l'injection de coulis dans l'espace annulaire devrait être une pompe à rotor/stator ou une pompe à compression. D'autres types de pompes, comme les pompes à piston, peuvent être utilisés, mais elles peuvent forcer une partie de l'air à sortir du mélange de coulis. Avec moins d'air dans le mélange, la densité résultante augmentera.

Designs de mixage

La conception du mélange de coulis utilisé pour remplir l'espace annulaire créé dans un projet d'insertion de ponceau Snap-Tite® variera selon le type de coulis choisi pour l'application, c'est-à-dire le coulis fluide, le coulis à densité réduite ou le coulis cellulaire.

Coulis de remplissage

Comme nous l'avons déjà dit, le remblai fluide est constitué d'un mélange de ciment, de sable et d'eau. Une partie du ciment peut être remplacée par des cendres volantes et des additifs chimiques peuvent être utilisés pour modifier certaines propriétés du mélange.

Différentes sources de matériaux auront un impact sur les densités spécifiques des matériaux. C'est particulièrement vrai pour le sable et les cendres volantes. La valeur de gravité spécifique du matériau est utilisée pour calculer son volume absolu dans le mélange. La valeur en volume est utilisée pour calculer le rendement total du lot. Le gestionnaire du contrôle de la qualité du fournisseur de béton prêt à l'emploi peut aider à formuler un mélange de remplissage fluide en fonction de ses matériaux spécifiques.

Coulis de remplissage à densité réduite

Pour réduire la densité d'un remblai fluide, le propriétaire ou l'entrepreneur d'installation peut envisager d'incorporer un mélange dans le mélange de formulation du coulis. Deux de ces additifs sont Rheocell Rheofill, fabriqué par BASF, et DaraFill, par les produits de construction Grace.

L'ajout de mélange spécial à faible densité se fait à l'usine d'enrobage ou sur le chantier, selon le produit utilisé. Les additifs sont ajoutés directement dans la bétonnière après le dosage. Ils sont conçus pour générer un contenu d'air de 15% à 25% dans le mélange de coulis. Typiquement, ces mélanges de coulis dépassent une densité de 100 lb/pi3.

Coulis cellulaire

Le coulis cellulaire peut être produit avec un mélange de coulis contenant du sable, du ciment et de l'eau ou avec un mélange de ciment et d'eau seulement. Dans les deux cas, une partie du ciment peut être remplacée par des cendres volantes pour réduire le coût du coulis.

L'ajout de l'agent moussant liquide se fait sur le chantier. La mousse est fabriquée à l'aide d'un générateur de mousse à air et distribuée directement dans la bétonnière. Pour déterminer la quantité de mousse nécessaire, il faut mesurer le poids unitaire jusqu'à l'obtention du poids unitaire désiré du coulis.

Il est peu probable qu'un coulis cellulaire puisse être fabriqué avec une densité inférieure à 100 lb/pi3 si un générateur de mousse n'est pas utilisé dans le procédé de formulation.

Tableau 7-2
Mélange pour coulis cellulaires - 40 lb/pi3 en utilisant un générateur de mousse

Component		Units	Weight (lbs)	Volume (Yd³)
Type III Portland Cement	6,950	lbs	6,950	1.4
Water	418	Gallons	3,488	2.0
Foam	179	Cu./Ft.	716	6.6
		Mix Totals	11,154	10.0
Net Wet Cast Density =			**41.3**	**lb/ft³**

Instructions de mousse

Component	
Varimax HS-320	61.71 Oz
Water	82.87 Gallons

Mélangez le tout et passez dans le générateur de mousse pendant 8 minutes et 8 secondes.

Tableau 7-3
Mélange pour coulis cellulaires - 55 lb/pi3 en utilisant un générateur de mousse

Component		Units	Weight (lbs)	Volume (Yd³)
Type III Portland Cement	9,700	lbs	9,700	1.8
Water	584	Gallons	4,877	2.9
Foam	143	Cu./Ft.	572	5.3
		Mix Totals	15,149	10.0
Net Wet Cast Density =			**56.1**	**lb/ft³**

Instructions de mousse

Component	
Varimax HS-320	49 Oz
Water	66.2 Gallons

Mélangez le tout et passez dans le générateur de mousse pendant 6 minutes et 30 secondes.

Tableau 7-4
Mélange pour coulis cellulaires - 70 lb/pi3 en utilisant un générateur de mousse

Component		Units	Weight (lbs)	Volume (Yd³)
Type III Portland Cement	13,368	lbs	13,368	2.5
Water	805	Gallons	6,720	4.0
Foam	95	Cu./Ft.	380	3.5
		Mix Totals	20,468	10.0
Net Wet Cast Density =			**75.8**	**lb/ft³**

Instructions de mousse

Component	
Varimax HS-320	35.75 Oz
Water	43.98 Gallons

Mélangez le tout et passez dans le générateur de mousse pendant 4 minutes et 51 secondes.

Ratios de mélange fournis par Vermillion and Associates.

Spécifications de construction sont disponible sur www.culvert-rehab.com

Chapitre 8
Conception structurelle

SECTION

8-1 **Aperçu de la méthodologie de conception structurelle** **61**
8-2 **Introduction au chapitre Conception** **61**
8-3 **Critères de conception** **61**
Propriétés de la section de conduite 61
Considérations relatives au matériau PEHD 62
Considérations relatives au sol pour l'enfouissement direct 62
Considérations relatives au coulis pour les SRP 61
Charges 68
8-4 **Procédure d'enfouissement direct** **70**
Poussée du mur 72
Déviation 72
Profondeur 73
Minimale et maximale pour l'enfouissement direct 73
8-5 **Profondeur minimale et maximale pour l'enfouissement direct** **74**
Profondeur minimale pour les applications en surcharge 74
Profondeur maximale pour les applications d'enfouissement profond 75
8-6 **Procédure de conception RPI** **76**
CANDE-2007 Modèle d'analyse éléments finis 77
Analyse des contraintes et des déformations du coulis 78

FIGURES

8-1 **Détail typique d'une tranchée et d'un remblai** **63**
8-2 **Charge routière AASHTO H-25 et HS-25** **68**

TABLEAUX

8-1 **Propriétés de section pour Snap-Tite® DR 32.5** **62**
8-2 **Propriétés PEHD à long et court terme** **63**
8-3 **Module de réaction du sol, E'** **64**
8-4 **Module de sol contraint sécant, M** **65**
8-5 **Facteurs de forme, Df** **66**
8-6 **Propriétés de conception du coulis** **67**
8-7 **Données de surcharge pour AASHTO H-25 et HS-25** **69**
8-8 **Charge de construction temporaire** **69**
8-9 **Facteurs de charge LRFD** **71**
8-10 **Facteurs de résistance LRFD** **71**
8-11 **Modificateurs de charge LRFD** **72**
8-12 **Exigences relatives à l'enfouissement direct et à la profondeur minimale du SRP** **75**
8-13 **Charges de construction Enfouissement direct et profondeur minimale** **75**
8-14 **Exigences relatives à la profondeur maximale de l'enfouissement direct** **76**
8-15 **Critères de conception du SRP** **77**

8-1 Aperçu de la méthodologie de conception structurelle

Ce chapitre décrit la méthodologie de conception des tuyaux en polyéthylène Snap-Tite® dans des conditions d'enfouissement direct et pour les applications d'insertion. Les propriétés de conception (ou propriétés de section) critiques du tuyau Snap-Tite® sont décrites dans ce chapitre. Les propriétés des matériaux, les critères de remblayage, les propriétés du coulis et les conditions de charge sont également pris en compte dans la méthode de conception présentée dans ce chapitre. Il est à noter que l'ingénieur doit vérifier les propriétés du remblai et du coulis en fonction des conditions particulières du projet et du site. Les tuyaux doivent être installée de façon à fonctionner comme prévu.

L'enfouissement direct fait référence à l'installation de Snap-Tite® dans des conditions de remblaiement. La procédure de conception de l'enfouissement direct évalue la poussée, la flexion, la déformation, la déformation en flexion et la déformation combinée des murs et établit les limites de chaque condition. Les tableaux 8-12 et 8-14 montrent respectivement la profondeur minimale dans les installations soumises à la circulation et les hauteurs maximales de profondeur dans diverses conditions de remblayage.

Les systèmes de réhabilitation par insertion (RPI) consistent à installer Snap-Tite® dans un ponceau existant et à placer du coulis de ciment dans l'espace annulaire entre les deux tuyaux. La procédure de conception du RPI évalue la capacité de poussée du coulis, la contrainte de traction du coulis, la poussée de la paroi en PEHD, la flexion, la déformation, la déformation en flexion et la contrainte combinée, et établit les limites pour chaque condition.

Les profondeurs d'enfouissement pour Snap-Tite® peuvent dépasser 50 pieds pour les applications d'enfouissement direct et 70 pieds pour les systèmes RPI ; cependant, contactez votre représentant Snap-Tite® pour une révision de l'installation et de la procédure de remblayage.

8-2 Introduction du chapitre sur la conception

Ce chapitre traite des considérations de conception pour deux applications de Snap-Tite®. L'application la plus simple est l'enfouissement direct de Snap-Tite®. Une deuxième application de Snap-Tite® abordée dans ce chapitre est un système de réhabilitation par insertion (RPI). Dans le cas de l'enfouissement direct des tuyaux Snap-Tite®, les critères de conception dépendent du remblayage approprié. La déflexion du Snap-Tite® (et d'autres conduites flexibles) permet de transférer les charges vers le remblai et dus transporter par celui-ci. La méthode de conception présentée dans ce chapitre est fondée sur les critères de conception de l'article 12 du 'Load and Resistance Factor Design' (LRFD) de l'American Association of Highway Transportation Official (AASHTO).

Dans le cas des systèmes de réhabilitation par insertion (RPI), les critères de conception sont fondés sur les critères suivants association américaine du transport routier méthode officielle (AASHTO) de calcul du facteur de charge et de résistance (LRFD). L'analyse est effectuée à l'aide du programme informatique CANDE-2007. De plus, l'analyse par éléments finis CANDE-2007 est complétée par la mécanique analytique de l'analyse des matériaux.

Les informations dans les sections suivantes de ce chapitre fournissent un guide étape par étape pour la conception structurelle des systèmes de canalisations Snap-Tite® à enfouissement direct et RPI. La méthodologie représente l'état de l'art de la procédure de conception.

8-3 Critères de conception

La conception d'un tuyau en polyéthylène exige une compréhension des variables qui influencent le comportement du tuyau installé. Ces variables comprennent les propriétés de la section de conduite, les propriétés des matériaux, les conditions d'installation, les propriétés du remblai et/ou du coulis et la situation de la charge. Tous ces éléments définissent la réponse du système de tuyauterie à la charge. Tel que mentionné précédemment, il incombe à l'ingénieur concepteur de vérifier les propriétés physiques des variables qui influencent le comportement du tuyau installé, ce qui comprend les propriétés du remblai et du coulis. Cette section décrit les critères qui entrent dans la procédure de conception présentée dans les sections suivantes.

Propriétés de la section de conduite

Les propriétés du tuyau nécessaires à la conception de l'interaction sol-structure incluent : le moment d'inertie du profil de paroi (I), la distance à l'axe neutre (c), et la surface de section d'une section longitudinale (As). Ces propriétés déterminent le comportement du tuyau dans des conditions de charge. La rigidité du tuyau (PS) est une mesure de la flexibilité du tuyau et est mesurée en laboratoire en mesurant la force nécessaire pour dévier le tuyau de 5% de son diamètre intérieur. Les propriétés de section du SnapTite® avec un rapport dimensionnel (DR) de 32,5 sont présentées dans le tableau 8-1. Pour les propriétés de section d'autres produits DR, contacter Snap-Tite®.

Tableau 8-1
Propriétés de section pour Snap-Tite® DR 32.5 Pipe

Outside Diameter, OD (Inches)	Inside Diameter, ID (Inches)	Pipe Stiffness, PS* (pii)	Section Area, A_s (in^2/in.)	Distance to Centroid, c (Inches)	Moment of Inertia, I (in^4/in.)
10.75	10.1	16	0.331	0.166	0.0030
12.75	12.0	16	0.392	0.196	0.0050
14	13.1	16	0.431	0.216	0.0067
16	15.0	16	0.492	0.246	0.0099
18	16.9	16	0.554	0.277	0.0142
20	18.8	16	0.615	0.308	0.0194
22	20.6	16	0.677	0.339	0.0259
24	22.5	16	0.738	0.369	0.0339
28	26.3	16	0.862	0.431	0.0534
30	28.2	16	0.923	0.462	0.0655
32	30.0	16	0.985	0.492	0.0795
36	33.8	16	1.108	0.554	0.1133
42	39.4	16	1.292	0.646	0.1799
48	45.0	16	1.477	0.739	0.2685
54	50.7	16	1.662	0.831	0.3823
63	59.1	16	1.938	0.969	0.6070

**La rigidité des tuyaux est basée sur des essais et des calculs analytiques selon la norme ASTM D2412.*

Matériau PEHD - Considérations et propriétés

Le polyéthylène haute densité (PEHD) est un matériau viscoélastique et son comportement est différent de celui de matériaux élastiques comme l'acier. Les matériaux viscoélastiques, lorsqu'ils sont soumis à une force constante, subissent une relaxation des contraintes au fil du temps. La relaxation du stress est la diminution du stress sous une force constante.

Lorsque Snap-Tite® est dévié, il subit d'abord des niveaux de contrainte relativement élevés qui diminuent ensuite rapidement. Si une déflexion supplémentaire se produit, la contrainte augmentera de nouveau, puis diminuera. Vous trouverez de plus amples renseignements à ce sujet dans le Manuel des tuyaux en polyéthylène de l'Institut des tuyaux en plastique, dans le chapitre Propriétés techniques.

Snap-Tite® est fabriqué avec un tuyau en PEHD à paroi pleine. Le tuyau est fabriqué selon les dimensions et les exigences de la norme ASTM F 714. La résine possède des propriétés physiques indiquées dans la norme ASTM D3350 avec une classification cellulaire minimale de 345464C.

Il est à noter que le matériau Snap-Tite® dépasse les exigences de résistance à court et à long terme établies pour l'industrie des tuyaux ondulés en PEHD.

Les propriétés à court et à long terme des matériaux qui sont essentielles à la conception des conduites sont indiquées au tableau 8-2, ainsi que les propriétés utilisées dans la méthode de conception AASHTO LRFD décrite dans ce chapitre. Lors de l'analyse de la charge du véhicule H-25, les propriétés des matériaux à court terme sont utilisées. Lors de l'analyse de la charge statique à long terme, les propriétés à long terme du matériau sont utilisées.

Considérations relatives au sol pour l'enfouissement direct

Pour l'enfouissement direct de la structure Snap-Tite®, la performance dépend de l'interaction entre l'enrobage, ou l'enveloppe de remblai, et le tuyau. Cette interaction est souvent appelée interaction sol-structure. Les considérations structurelles du remblayage comprennent le type de matériau et le niveau de compactage, les dimensions de l'enveloppe de remblayage et les conditions du sol naturel.

Tableau 8-2
Propriétés à long et court terme du PEHD à 73 degrés Fahrenheit

	Young's Modulus, E		Tensile Strength, F_u	
Grade of HDPE	Short-Term (psi)	Long-Term (psi)	Short-Term (psi)	Long-Term (psi)
Section 12 HDPE	110,000	22,000	3,000	1,440

Based on LRFD Section 12 Table 12.12.3.3-1

L'information présentée dans ce chapitre est conforme aux exigences relatives au remblayage et à l'enrobage établies dans la norme ASTM D2321 "Recommended Practice for Underground Installation of Flexible Thermoplastic Sewer Pipe". Les installations d'enfouissement direct de Snap-Tite® doivent être installées conformément à la norme ASTM D2321 et AASHTO Section 30. De plus, les dimensions de l'enveloppe de remblayage et les considérations relatives au sol naturel sont abordées dans la norme ASTM D2321.

Le type de matériau (sable, gravier, argile, etc.) et le niveau de compactage (densité Proctor standard) déterminent la résistance globale du remblai. Généralement, les particules de remblai qui sont plus grosses et angulaires nécessitent moins d'effort de compactage que les particules plus petites et plus rondes afin d'obtenir la résistance requise.

La résistance du remblai peut être décrite en utilisant le module de réaction du sol (E') ou le module de contrainte sécante du sol (Ms). Le module de réaction du sol (E') est une valeur empirique développée par le Bureau of Reclamation, et est utilisé pour calculer la déflexion. Le tableau 8-3 présente les valeurs E' pour différents matériaux et niveaux de compactage. Le module du sol à contrainte sécante (Ms) est une propriété du sol dérivée en laboratoire et est utilisé pour la plupart des calculs de conception. Les valeurs appropriées à la conception sont indiquées au tableau 8-4.

On devrait envisager de remblayer les sols originels s'ils répondent aux critères des tableaux 8-3 et 8-4. D'autres matériaux de remblayage comme le remblai fluide peuvent être utilisés. Toutefois, des précautions spéciales de construction et d'installation doivent être prises lors de l'utilisation de remblais coulants. Les ingénieurs devraient communiquer avec Snap-Tite® lorsqu'ils utilisent du remblai fluide pour l'enfouissement direct. La figure 8-1 illustre les dimensions typiques d'une tranchée et d'un remblai.

Figure 8-1
Dimensions typiques des tranchées et des remblais

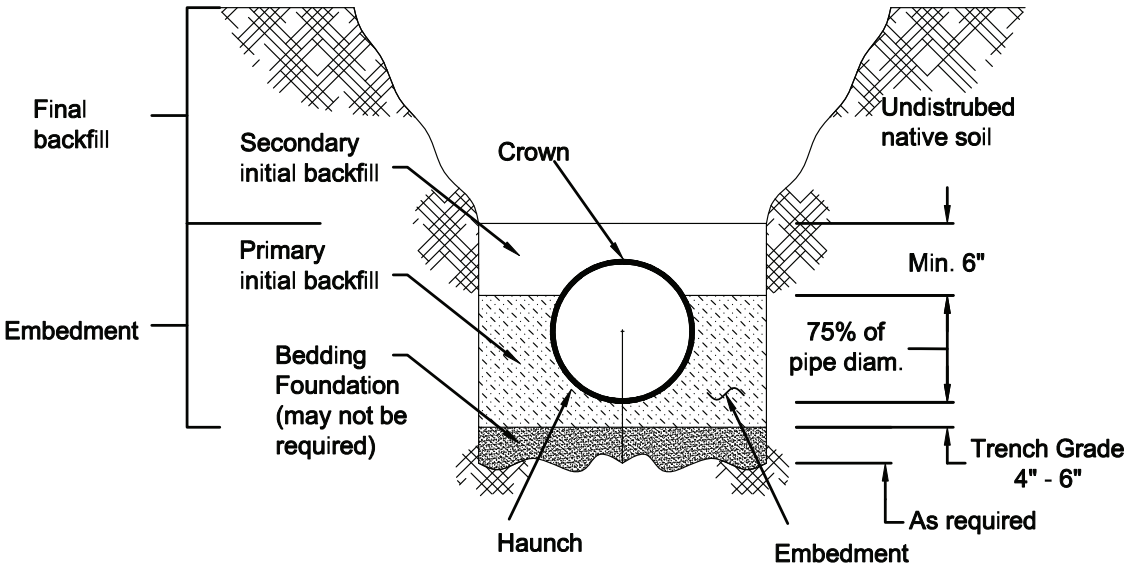


Tableau 8-3
Module de réduction des sols

EMBEDMENT MATERIAL DESCRIPTIONS					EMBEDMENT PLACEMENT		SOIL MODULUS (E') FOR COMPACTED EMBEDMENT (psi)			
ASTM D2321[1] Class		ASTM D2487 Notation		AASHTO M43 Notation	Min. Std. Proctor Density (%)	Lift Place-ment Depth	Dumped	Slight <85%	Moderate 85%- 95%	High > 95%
IA	Open-grad-ed, clean manufactured aggregates	N/A	Angular crushed stone or rock, crushd gravel, crushed slag; large voids with little or no fines	5 56	Dumped	18”	1,000	3,000	3,000	3,000
IB	Dense-grad-ed, clean manu-factured, processed aggregates	N/A	Angular crushed stone or other Class IA material and stone/sand mixtures; little or no fines							
II	Clean, coarse-grained soils	GW	Well-graded gravel, gravel/sand mixtures; little or no fines	57 6 67	85%	12”	N/R	1,000	2,000	3,000
		GP	Poorly-graded gravels, gravel/ sand mixtures; little or no fines							
		SW	Well-graded sands; gravelly sands; littleor no fines							
		SP	Poorly-graded sands, gravelly sands; littleor no fines							
III	Coarse-grained soils with fines	GM	Silty gravels, gravel/sand/clay mixtures	Gravel & sand with <10% fines	90%	9”	N/R	N/R	1,000	2,000
		GC	Clayey gravels, gravel/sand/clay mixtures							
		SM	Silty sands,sand/ silt mixtures							
		SC	Clayey sands,sand/ clay mixtures							
IVA[2]	Inorganic fine-grained soils	ML	Inorganic silts and very fine sands, rock flour, silty or clayey fine sands, silts with slight plasticity				N/R	N/R	N/R	N/R
		CL	Inorganic clays of low to medium plasticity; gravelly, sandy, or silty clays; lean clays							
		OH	Organic clays ofmedium to high-plasticity, organic silts							
		PT	Peat and otherhigh organic soils							

Notes:
1) Refer to ASTM D2321 for more complete soil descrpition.
2) Class IVA material may be acceptable for limited applications, contact Snap-Tite® before using
3) Class IVB and Class V are not recommended for use with Snap-Tite®.

Tableau 8-4
Module de sol contraint sécant, MS

	Constrained Soil Modulus at Various Depths, Compaction							
	Class I		Class II			Class III		
	Crushed Stone		GW, GP, SW, SP			GM, SM, ML(1), GC and SC with <20% passing the 200 sieve		
Cover Height	Compact-ed	Uncompact-ed	95%	90%	85%	95%	90%	85%
Feet	psi	psi	psi	psi	psi	psi	psi	psi
1	2350	1280	2000	1280	470	1420	670	360
5	3180	1440	2450	1440	510	1610	720	380
10	3900	1580	2840	1580	550	1730	750	400
15	4460	1660	3090	1660	590	1790	760	410
20	4980	1730	3270	1730	620	1840	770	420
25	5500	1800	3450	1800	650	1880	790	430
30	5900	1860	3610	1860	690	1920	810	450
35	6300	1920	3770	1920	720	1960	830	460
40	6700	1980	3930	1980	780	2010	860	480
45	7100	2040	4090	2040	790	2050	880	490
50	7500	2100	4250	2100	830	2090	900	510
55	7860	2180	4400	2180	860			
60	8220	2260	4550	2260	895			
65	8580	2340	4700	2340	930			
70	8940	2420	4850	2420	965			
75	9300	2500	5000	2500	1000			

Notes :

1) Les valeurs de Ms présentées dans le tableau supposent que le matériau naturel est au moins aussi solide que le matériau de remblai. Si le matériau d'origine n'est pas adéquat, il peut être nécessaire d'augmenter la largeur de la tranchée se reporter à la norme ASTM D2321 pour de plus amples renseignements sur le déblaiement.
2) Ms peut être interpolé pour des profondeur d'enfouissement intermédiaires.

Coefficient de lit de pose (K)

Un autre facteur de conception lié au sol est le coefficient de lit de pose (K). La valeur du coefficient de fondation dépend du support que le tuyau reçoit du fond de la tranchée. Le coefficient de lit de pose peut varier de 0,083 pour un support complet dans le jarret à 0,11 pour un support sans le jarret. Il est recommandé d'utiliser un remblai lancinant ; toutefois, une valeur prudente de 0,10 est utilisée dans la conception. Cette valeur recommandée tient compte des incohérences dans l'emplacement du support de hanche.

Facteur de forme (Df)

Le facteur de forme (Df) est fonction de la rigidité du tuyau, du type de matériau de remblai et du niveau de compactage. Le facteur de forme est lié à la déflexion et au comportement en flexion. Le tableau 8-5 énumère les facteurs de forme pour une variété de conditions d'installation typiques. La valeur de rigidité standard des tuyaux Snap-Tite® est de 16.

Tableau 8-5
Facteurs de forme, Df

Pipe Stiffness, PS[3] pii	Gravel [1]		Sand [2]	
	Dumped to slight (<85% SPD)	Moderate to High (≥85% SPD)	Dumped to Slight (<85% SPD)	Moderate to High (≥85% SPD)
14	4.9	6.2	5.4	7.2
16	4.7	5.8	5.2	6.8
18	4.5	5.5	5.0	6.5
20	4.4	5.4	4.9	6.4
22	4.3	5.3	4.8	6.3
28	4.1	4.9	4.4	5.9
34	3.9	4.6	4.1	5.6
35	3.8	4.6	4.1	5.6
40	3.7	4.4	3.9	5.4
42	3.7	4.4	3.9	5.3

Notes :
1) Comprend la pierre concassée, les matériaux GW, GP, GW-GC, GW-GM, GW-GM, GP-GC et GP-GM
2) Comprend les matériaux SW, SP, SM, SC, GM, GC ou des mélanges de ces matériaux
3) Interpoler pour les valeurs intermédiaires de rigidité des conduites.
4) Pour les autres matériaux de remblayage, utiliser le facteur de forme le plus élevé pour la rigidité du tuyau.
5) D'après la section 12 du LRFD Tableau 12.12.3.3.5.4b-1

Considérations relatives au coulis pour
Systèmes de réhabilitation par insertion

Un matériau cimentaire à faible résistance qui est fluide est considéré comme un "coulis". Le coulis est généralement composé de 4 composants primaires (ciment, sable, eau et un agent moussant). Les formules de coulis peuvent varier considérablement. Des agents moussants ou des additifs sont utilisés pour contrôler la densité du coulis. Ce chapitre traite des propriétés typiques de conception du coulis et présente les propriétés des matériaux nécessaires à la conception des systèmes de réhabilitation par insertion (RPI). Plus précisément, ces propriétés sont la résistance à la compression, le module d'élasticité et la capacité de déformation du coulis de ciment.

Il est à noter que la pression de confinement des matériaux élastiques a un impact significatif sur le module, la résistance et la capacité de déformation. Dans le cas des sols, une augmentation de 25 pieds de profondeur d'enfouissement entraîne une augmentation de 173 % du module. L'impact de la pression de confinement sur les sols est également observé dans les coulis. L'utilisation de propriétés de matériaux non confinés pour cette méthode de conception est une approche conservatrice.

La variation des propriétés du coulis est plus étroitement liée à la densité ; toutefois, d'autres facteurs peuvent influencer les propriétés physiques. Le tableau 8-6 présente les propriétés typiques du coulis pour le coulis non confiné.

Tableau 8-6
Propriétés de conception du coulis

Density (lb/ft³)	Young's Modulus (psi)	Compressive Strength (psi)	Strain Capacity (in/in)
30	43,200	55	0.13%
35	76,900	200	0.28%
40	110,500	375	0.34%
45	144,200	530	0.37%
50	177,900	690	0.39%
55	211,500	850	0.40%
60	245,200	1,010	0.41%
65	278,900	1,100	0.42%
70	312,500	1,300	0.43%
75	346,200	1,490	0.43%
80	379,900	1,650	0.44%
85	413,500	1,810	0.44%

Notes :
1) Propriétés de conception basées sur des essais limités. Les installations dont le facteur de sécurité de conception est inférieur à 2 doivent effectuer des essais pour vérifier les propriétés de conception spécifiques du coulis.
2) Résistance à la compression basée sur la résistance à la compression non restreinte.
3) Les données relatives au module et à la résistance à la compression sont basées sur des essais indépendants réalisés par des laboratoires indépendants par Metro Testing Laboratories.

Module du coulis

Des essais de coulis ont été effectués sur plus de 20 échantillons de diverses formules et densités de coulis. Les essais de coulis ont permis d'établir une relation entre la densité du coulis et la résistance et le module associés. L'équation 8-1 illustre une relation analytique linéaire entre la densité et le module du coulis. Cette relation linéaire a été établie à partir d'essais de compression non restreinte pour des densités de coulis allant de 30 lb/pi3 à 85 lb/pi3.

Équation 8-1
Module en fonction de la densité

$$E = 6{,}733\rho - 158{,}747$$

Où :
E = Module d'élasticité (psi)
ρ = Densité du coulis (lb/pi3)

Résistance du coulis

L'essai de résistance est basé sur une résistance non restreinte du coulis. Lorsque le RPI est installé dans des conditions d'enfouissement profond, la pression de confinement du mort-terrain peut être importante. De plus, le tuyau récepteur peut offrir un certain confinement du coulis. Toutefois, aux fins de cette méthode de conception, la résistance du coulis est supposée être la résistance du coulis non confiné. Ceci offre un niveau substantiel de conservatisme dans la solution analytique présentée au chapitre 9. La relation entre la densité et la résistance du coulis non confiné est illustrée dans l'équation 8-2 :

Équation 8-2
La force en fonction de la densité

$$\sigma = 31.926\rho - 900.98$$

Où :
σ = résistance à la compression sans contrainte (psi)
ρ = Densité du coulis (lb/pi3)

Tension du coulis

Comme pour la plupart des matériaux élastiques, la résistance et la déformation du coulis sont proportionnelles au module. Cette relation est illustrée dans l'équation 8-3. Puisque le module et la résistance sont basés sur des conditions non-restreintes, l'équation 8-3 donne la capacité de déformation non-restreinte. La capacité de déformation du coulis indiquée au tableau 8-6 est basée sur l'équation 8-3.

Équation 8-3
Force en fonction de densité

$$\varepsilon = \frac{\sigma}{E}$$

Où :

ϵ = Capacité de tension, in/in
σ = Force, (psi)
ρ = Module, (psi)

Charges

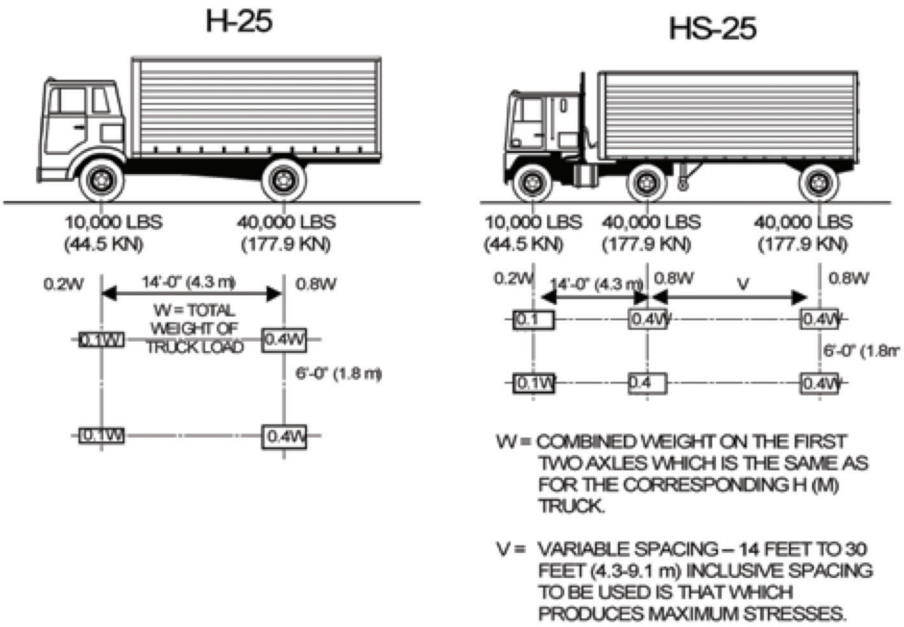
Les charges sont typiquement soit une surcharge, soit une charge permanente. Les surcharges les plus courantes dans les applications de tuyauterie sont les charges véhiculaires, habituellement de matériel de construction, camions, chemins de fer ou avions. La charge du sol est le type de charge permanente le plus fréquent ; cependant, les eaux souterraines et les fondations sont d'autres types de charges permanentes qui devraient être pris en considération lors de la conception d'un système d'enfouissement direct ou d'un système de réhabilitation par insertion (RPI).

Charge dynamique

Les charges du véhicule sont souvent basées sur la configuration de charge des roues AASHTO. Ces configurations de charge des roues sont illustrées à la figure 8-2, qui représente une charge de roue H-25 ou HS25 (c.-à-d. un semi-remorque de 25 tonnes). Les charges par essieu illustrées à la figure 8-2 sont réparties sur une empreinte de roue type. L'empreinte du pneu et la charge de la roue sont définies à la section 3.6.1.1.2.2.2 du LRFD.

Dans des profondeurs d'enfouissement relativement faibles, le tuyau peut subir une force supplémentaire due à la dynamique du véhicule. Pour tenir compte de cette force supplémentaire, la pression de surface des pneus est multipliée par un facteur d'impact. Pour les charges routières, l'AASHTO établit une gamme de facteurs d'impact allant de 1,3 à environ un pied de profondeur à 1,1 à un peu moins de trois pieds. L'impact a une influence négligeable à des profondeurs supérieures à trois pieds.

Figure 8-2
Charge Autoroutière AASHTO HS-25



Source: AASHTO Standard Specifications for Highway Bridges

Le tableau 8-7 fournit des informations sur les forces résultantes du véhicule H-25 à différentes profondeurs d'enfouissement, les impacts étant inclus dans les situations de profondeur peu profonde. Pour les véhicules H-20, diminuer de 20 % les valeurs de transfert de surcharge H-25 (voir le tableau 8-7).

Tableau 8-7
Données de charge vive pour AASHTO H-25 et HS-25

	AASHTO H-25 or HS-25(1)	
Cover, (ft.)	Live Load Transferred (psi)	Live Load Dist. Width, L_w (in.)
1'	15.63	31
2'	6.95	52
3'	5.21	73
4'	3.48	94
5'	2.18	115
6'	1.74	136
7'	1.53	157
8'	0.86	178
10'	negligible	N/A

Notes :

1) *Comprend l'impact si nécessaire*
2) *N/R indique que la hauteur de profondeur n'est pas recommandée.*
3) *S/O indique que l'information ne s'applique pas.*
4) *L'information a été modifiée à partir de Buried Pipe Design, Moser, McGraw-Hill, 1990, p. 34.*

Le vas et vient des équipements lourds dans le secteur de la construction est un souci pour les conduites flexibles lorsqu'elles sont enterrées à faible profondeur. Ces charges de pression superficielle élevées peuvent réduire les facteurs de sécurité en dessous des niveaux recommandés. Il est recommandé d'utiliser de deux à trois pieds de profondeur au-dessus du tuyau dans les installations impliquant des véhicules de construction entre 30 tonnes par axe et 60 tonnes par axe. Les charges plus lourdes nécessiteront au moins trois pieds de profondeur. Cette profondeur supplémentaire est généralement arrondie et compactée au-dessus du tuyau pendant la phase de construction. Après la construction, le monticule est enlevé jusqu'au niveau final de construction.

Tableau 8-8
Remblais temporaire minimum requis Pour les tuyaux Snap-Tite® DR 32.5 avec trafic de construction léger

Vehicular Load At Surface, psi	Temporary Minimum Cover, in. for Snap-Tite® 10"-48" Diameters, (in.)	Temporary Minimum Cover, in. for Snap-Tite® 54" and 60" Diameters, (in.)
75	9	12
50	6	9
25	3	6

Charges permanentes

La charge du sol est calculée dans cette procédure de conception à l'aide de deux techniques différentes, la charge de prisme ou charge de la colonne de sol (WC) et la charge de l'arc de sol (WA).

Charge de la colonne de sol (WC)

La charge de la colonne de sol est définie comme le poids du sol directement au-dessus du diamètre extérieur du tuyau à la hauteur du sommet du tuyau. La charge de la colonne de sol est utilisée pour déterminer la déflexion. Dans le cas des conduites flexibles, la charge réelle du sol est inférieure à celle prévue par l'équation 8-4 parce que la charge du sol est réduite par les forces de friction ou de cisaillement associées au sol adjacent à la colonne de sol.

La charge de la colonne de sol est calculée comme suit :

Équation 8-4

$$W_C = \frac{(H)(\gamma_s)(OD)}{144}$$

Où :

W_C = charge sur la colonne de sol, lb/pouce linéaire de tuyau
H = profondeur d'enfouissement, pi
g_s = densité du sol, pcf
OD = diamètre extérieur du tuyau, po (po) (Tableau 8-1)

Charge de l'arc de sol (W_A)

L'analyse de la charge de l'arc de sol (W_A) permet de prédire avec plus de précision la charge réelle du sol placée sur le tuyau. Le calcul de la charge d'arc utilise le concept du facteur d'arc vertical (FAV), qui réduit la charge proportionnellement à la rigidité du tuyau. Le FAV réduit la charge du sol afin de tenir compte de l'appui fourni par les colonnes de sol adjacentes.

La charge de la voûte plantaire est déterminée à l'aide de la méthode de conception spécifiée à la section 12.12.3.3.4 du document AASHTO LRFD et est décrite.

La première étape de la prédiction de la charge d'arc du sol consiste à calculer la charge géostatique. La charge géostatique est déterminée en calculant le poids du sol directement au-dessus de la ligne du ressort du tuyau. L'équation 8-5 est utilisée pour calculer la charge géostatique au-dessus de la ligne de ressort du tuyau.

Équation 8-5

$$P_{sp} = \frac{(\gamma_s)\left(H + 0.11\frac{OD}{12}\right)}{144}$$

Où :

P = charge géostatique, psi
H = profondeur d'enfouissement, ft.
g_s = poids unitaire du sol, pcf
OD = diamètre extérieur du tuyau, in. (Tableau 8-1)

La deuxième étape pour déterminer la charge de la voûte plantaire consiste à déterminer le facteur d'arc vertical (FAV). Ce facteur tient compte du soutien fourni par les colonnes de sol adjacentes en réduisant la charge géostatique. L'équation 8-6 est utilisée pour calculer le facteur d'arc vertical :

Équation 8-6

$$VAF = 0.76 - 0.71\left(\frac{S_h - 1.17}{S_h + 2.92}\right)$$

Où :

FAV = Facteur d'arc vertical, sans unité
Sh = facteur de rigidité du cerceau ;
= fs MS R / (E A)
fs = facteur de modification de la capacité du sol, 0,9
MS = module du sol contraint sécant, psi (Tableau 8-4)
R = rayon effectif du tuyau, po (po)
= OD/2 - c
OD = diamètre extérieur du tuyau, po (po) (Tableau 8-1)
c = distance du diamètre intérieur à l'axe neutre, in. (Tableau 8-1)
E = module d'élasticité pour le polyéthylène (Tableau 8-2) *
A = surface de la section, in2/in (tableau 8-1)

**Note : Tenir compte de la durée de votre charge lors de la sélection du module long ou court. Les charges permanentes utilisent un module à long terme. Les charges d'impact sont normalement de courte durée.*

La troisième et dernière étape consiste à calculer la charge de la voûte plantaire. L'équation 8-7 est utilisée pour calculer la charge de la voûte plantaire :

Équation 8-7

$$W_A = (P_{sp})(VAF)$$

Où :

WA = charge de la voûte plantaire, psi
Psp = charge géostatique, psi
FAV = Facteur d'arc vertical, sans unité

Charges hydrostatiques

S'il y a de l'eau souterraine et qu'on s'attend à ce qu'elle se trouve au-dessus de la ligne de la source, il faut tenir compte de la pression hydrostatique associée lorsqu'on considère les charges permanentes. L'équation 8-8 est utilisée pour calculer la charge hydrostatique :

Equation 8-8

$$P_W = \frac{\gamma_w (H_g)}{144}$$

Où :

PW = pression hydrostatique à la ligne du niveau de printemps (centre du tuyau), psi
gw = poids unitaire de l'eau, 62,4 pcf
Hg = hauteur de la nappe phréatique au-dessus du niveau de printemps du tuyau, ft.

Charges de fondation

Les installations de tuyauterie sous ou à proximité des fondations sont soumises à une charge permanente supplémentaire. Cette charge permanente supplémentaire doit être prise en compte avant de procéder au processus de conception. Consulter les manuels de mécanique des sols pour déterminer l'effet des charges de fondation.

8-4 Procédure de conception de l'enfouissement direct

La conception du Snap-Tite® dans les applications d'enfouissement direct permet d'évaluer les mécanismes de rupture critiques des conduites. Cette procédure de conception est basée sur les critères de conception de l'article 12 de l'AASHTO LRFD. La méthode de conception évalue la capacité pondérée et la demande de charge pondérée connexe imposée au réseau de canalisations. Les mécanismes de défaillance critiques comprennent :

- 1. poussée du mur
- 2. déviation
- 3. flambage
- 4. contrainte de flexion
- 5. contrainte combinée

Pour les installations de plus de 50 pieds, contactez Snap-Tite® pour des conseils de conception. Des tableaux des hauteurs maximales et minimales de profondeur ont été développés sur la base de la procédure de conception suivante. Voir le tableau 8-14 pour les profondeurs d'enfouissement maximales permises et le tableau 8-12 pour les profondeurs d'enfouissement minimales permises.

L'article 12 de la LRFD exige que des facteurs de charge soient appliqués aux structures enterrées comme les conduites. Selon la définition de l'AASHTO, "Les facteurs de charge sont des multiplicateurs appliqués aux effets de force pour tenir compte de la variabilité des charges, du manque de précision de l'analyse et de la probabilité que des charges différentes se produisent simultanément". Ces facteurs de charge recommandés sont résumés au tableau 8-9.

"Les facteurs de résistance sont des multiplicateurs appliqués à la résistance nominale pour tenir compte de la variabilité des matériaux, des dimensions, de la qualité de fabrication et de l'incertitude de la résistance prévue, selon la définition de l'article 12 de l'AASHTO LRFD. Les facteurs de résistance liés aux tuyaux thermoplastiques sont précisés dans la section 12 du tableau 12.5.5.5.1 du document LRFD et sont résumés au tableau 8-10. Les modificateurs de charge tiennent compte de la redondance de la ductilité et de l'importance opérationnelle. Le tableau 8-11 résume les modificateurs de charge LRFD relatifs à la conception des conduites thermoplastiques.

Tableau 8-10
Facteurs de résistance

Type of Structures	Resistance Factor, Unitless (f)
Buckling	1.0
Flexure	1.0
Pipe	1.0
Soil	1.0

Tableau 8-9
Facteurs de charge

Load Combinationfor Limit State	Earth Pressure Load (g_{EV})	Water Load (g_{WA})	Vehicle Live Load (g_{LL})
Strength Limit I	0.9 – 1.95	1.0	1.75
Strength Limit II	0.9 – 1.95	1.0	1.35
Service Limit I	1.0	1.0	1.0

Tableau 8-11
Modificateurs de charge

Earth Fill	1.05	None
Live Load	1.0	Redundant
Construction Load	1.0	Redundant

Poussée du mur

La contrainte (ou poussée) dans la paroi du tuyau est déterminée par la surcharge totale et la charge permanente sur le tuyau. La résistance de poussée pondérée de la paroi du tuyau, déterminée par l'équation 8-9, doit être égale ou supérieure à la demande de poussée pondérée de la paroi du tuyau calculée dans l'équation 8-10. En d'autres termes, la capacité de poussée de la paroi du tuyau doit être supérieure à la demande placée sur la paroi du tuyau.

Les propriétés à long terme des matériaux sont utilisées dans l'analyse des charges permanentes. Les propriétés des matériaux à court terme sont utilisées pour les situations de surcharge (telles que les installations à trafic avec moins de 8 pieds de profondeur) et l'analyse inclut à la fois les surcharges et les charges permanentes. La plus restrictive des deux analyses régit. Il est à noter que l'article 12 de la LRFD exige que la surface effective du mur soit analysée uniquement pour les tuyaux profilés. Tel que défini à la section 12.12.3.3.5 du LRFD, la résistance de poussée pondérée est la suivante :

Équation 8-9

$$T_{cr} = (F_y)(A)(\phi_p)$$

Où :

Tcr = poussée critique de la paroi, lb/pouce linéaire du tuyau
Fy = résistance à la traction du polyéthylène, psi (Tableau 8-2)
A = surface de paroi, pouce/pouce de tuyau (tableau 8-1)
fp = facteur de modification de la capacité pour le tuyau, 1,0

La demande de poussée pondérée en fonction de la paroi du tuyau a été calculée comme suit :

Équation 8-10

$$T = 1.3\left(1.5W_A + 1.67PC_l + P_w\right)\left(\frac{OD}{2}\right)$$

Où :

T = poussée calculée sur la paroi, lb/in
WA = charge de la voûte plantaire, psi (équation 8-7)
Pl = surcharge transférée à le tuyau, psi (tableau 8-7)
Cl = coefficient de répartition de surcharge
= le moins élevé des montants suivants

$$= \text{the lesser of } \frac{L_w}{OD} \text{ or } 1.0$$

Lw = largeur de répartition de la surcharge à la couronne, en po. (Tableau 8-7)
OD = diamètre extérieur, in. (Tableau 8-1)
Pw = pression hydrostatique à l'élingue, psi (Équation 8-8)

Déflexion

La déflexion est le changement de diamètre qui se produit lorsqu'une charge est appliquée à un tuyau flexible. Dans la conception des tuyaux, la dimension verticale est habituellement plus préoccupante et se limite généralement à 7,5 % du diamètre intérieur de la base. Le diamètre intérieur de la base est le diamètre nominal moins les tolérances de fabrication et d'excentricité inhérentes au procédé de fabrication.

La déflexion du tuyau est fonction de la rigidité du tuyau (PS), de la charge de la colonne de sol (WC) et des charges dynamiques (WL), et des conditions de remblayage (E'). Cette relation est décrite dans l'équation 8-11.

Équation 8-11

$$\Delta y = \frac{K\left[(D_L)(W_C) + W_L\right]}{(0.149)(PS) + (0.061)(E')}$$

Où :

Δy = déviation, in.
K = lit de pose constante, sans dimension, 0,10 (typique)
DL = facteur de retard de flexion, sans dimension ; en général, 1,0
WC = charge de la colonne de sol sur le tuyau, lb/linéaire pouce de tuyau (équation 8-4)
WL = surcharge, lb/pouce linéaire de tuyau
= (OD)(surcharge transférée à la tuyauterie du tableau 8-7)
OD = diamètre extérieur du tuyau, po (po) (Tableau 8-1)
PS = rigidité du tuyau, pii (Tableau 8-1)
E' = module de réaction du sol, psi (tableau 8-3)

Déformation

La déformation d'une paroi de conduite est fonction de l'état installé (MS) et des propriétés de la paroi de conduite (A, I et R). Pour démontrer la résistance à la déformation, la capacité de la paroi du tuyau (équation 8-12) doit être supérieure à la limite d'élasticité (Fy = 1,440 psi) afin de démontrer une résistance structurelle suffisante. De plus, si la contrainte critique de déformation est inférieure à la limite d'élasticité, la résistance à la compression à la poussée (équation 8-9) doit être recalculée avec Fcr au lieu de Fy.

Équation 8-12
Contrainte de déformation critique

$$f_{cr} = 9.24\frac{R}{A_{eff}}\sqrt{B'R_W\phi_S M_S\left(\frac{EI}{0.149R^3}\right)}$$

fcr = contrainte critique de déformation, psi
MS = module d'élasticité du sol contraint sécant, psi (tableau 8-4)
R = rayon effectif du tuyau, po (po)
= OD/2 - c
OD = diamètre extérieur du tuyau, po (po) (Tableau 8-1)
c = distance du diamètre intérieur à l'axe neutre, in. (Tableau 8-1)
E = module d'élasticité pour le polyéthylène (Tableau 8-2)
A = surface, in2/in (tableau 8-1)
I = moment d'inertie, in4/in (tableau 8-1)
Rw = facteur de flottabilité de l'eau

$$R_W = 1 - 0.33\frac{H_g}{H}$$

Où :

H = profondeur d'enfouissement, pieds
Hg = hauteur de la nappe phréatique au-dessus du niveau de printemps du tuyau, ft.
fs = facteur de résistance pour la rigidité du sol (Tableau 8-10)
B' = facteur de distribution des contraintes non uniforme (Table 8-10)

$$B' = \frac{1}{1+4e^{-0.065H}}$$

Contrainte de flexion

Les méthodes de conception de la section 12 du LRFD exigent que la déformation en flexion soit évaluée pour s'assurer que les niveaux de déformation installés sont conformes à la capacité du matériau PEHD. La déformation en flexion peut être calculée sur la base d'une relation empirique entre la déformation et la flexion, comme le montre l'équation 8-13. Il est à noter que pour tenir compte des déflexions induites par la construction, l'AASHTO a établi la déflexion admissible induite par la construction (Δc) est introduite dans l'équation de déflexion. La valeur résultante (Δ) est la déflexion totale due à la flexion. Après avoir déterminé la valeur résultante de la déflexion, la contrainte de flexion est déterminée sur la base de l'équation 8-14. La limite de déformation en flexion établie par l'AASHTO est de 5 %.

Équation 8-13
Déviation du tuyau due à la flexion

$$\Delta = \Delta_C D_m - \left(\frac{T_L D_m}{AE\gamma_P}\right)$$

Où :

Δ = déviation du tuyau, réduction du diamètre verticale due à la flexion, in.
TL = poussée pondérée du mur, lb/in
Δc = déflexion du tuyau, construction induite Limite de déflexion 5%.
gp = facteur de charge, pression verticale des terres,
(ou fp= facteur de modification de capacité pour tuyau Tableau 8-9)
A = surface de paroi, pouce/pouce de tuyau (équation 8-1)
E = module d'élasticité à long terme de polyéthylène, psi (tableau 8-2)
Dm = diamètre moyen du tuyau, po
= OD - 2c
c = distance entre le diamètre intérieur et l'axe neutre, po (Tableau 8-1)

Équation 8-14
Déflexion d'un tuyau due à la flexion

$$\varepsilon_{bu} = \gamma_B D_f\left(\frac{c}{R}\right)\left(\frac{\Delta}{D_m}\right)$$

ϵbu = contrainte de flexion pondérée, po/po
Df = facteur de forme, sans dimension (tableau 8-5)
Δ = déviation, in. (Équation 8-14)
gB = facteur de charge, déformation combinée, 1,5
R = rayon effectif du tuyau, po (po)
= OD/2-c

Où :

OD = diamètre extérieur du tuyau, po (Tableau 8-1)
c = distance du diamètre intérieur au diamètre intérieur axe neutre, in. (Tableau 8-1)
Dm = diamètre moyen du tuyau, po

Combinaison de déformations

Les méthodes de conception de la section 12 du LRFD exigent que la déformation combinée (flexion plus compression) soit évaluée pour s'assurer que les niveaux de déformation installés sont conformes à la capacité du matériau PEHD. La contrainte de compression pondérée de l'équation 8-15 doit être inférieure ou égale à la contrainte de compression combinée déterminée par l'équation 8-16. De plus, la contrainte de tension pondérée déterminée à partir de l'équation 8-17 doit être inférieure ou égale à la contrainte de tension combinée admissible déterminée à partir de l'équation 8-18.

Équation 8-15
Contrainte de compression combinée pondérée

$$\varepsilon_{cu} = \varepsilon_{bu} + \left(\frac{T_L}{AE}\right)\left(\frac{\gamma_B}{\gamma_P}\right)$$

Où :

- ϵcu = déformation en compression pondérée, po/po
- ϵbu = déformation en flexion pondérée, po/po (Équation 8-14)
- TL = poussée pondérée du mur, lb/in (équation 8-10)
- gp = facteur de charge, pression verticale des terres
- (ou fp= facteur de modification de la capacité pour les tuyaux du tableau 8-9)
- gB = facteur de charge, déformation combinée, 1,5
- A = surface de la paroi du tuyau, pouces/pouce de tuyau (tableau 8-1)
- E = module d'élasticité à long terme de polyéthylène, psi (tableau 8-2)

Équation 8-16
Limitation de la contrainte de compression combinée

$$\varepsilon_{cl} = \left(\frac{1.5 * F_y}{E}\right)$$

Où :

- cl = déformation de compression combinée limite, in./in.
- Fy = résistance à la traction du polyéthylène, psi (Tableau 8-2)
- E = module d'élasticité du polyéthylène, psi (Tableau 8-2)

Équation 8-17
Contrainte de tension combinée pondérée

$$\varepsilon_{tu} = \varepsilon_{bu} - \left(\frac{T_L}{AE}\right)\left(\frac{\gamma_B}{\gamma_P}\right)$$

Où :

- tu = contrainte de tension pondérée, po/po.
- bu = déformation de flexion pondérée, po/po (Équation 8-14)
- TL = poussée pondérée du mur, lb/in (équation 8-10)
- gp = facteur de charge, pression verticale des terres
- (ou fp =facteur de modification de la capacité pour les tuyaux du tableau 8-9)
- gB = facteur de charge, déformation combinée, 1,5
- A = surface de la paroi du tuyau, pouces/pouce de tuyau (tableau 8-1)
- E = module d'élasticité à long terme du PEHD, psi (tableau 8-2)

Équation 8-18
Limitation de la contrainte de tension combinée

$$\varepsilon_{tl} = \gamma_b \varepsilon_t$$

Où :

- tl = contrainte de tension combinée limite, en po/po
- gB = facteur de charge, déformation combinée, 1,5
- t = contrainte de tension admissible, en po/po

8-5 Limites minimales et maximales de la profondeur d'enfouissement direct

La procédure de conception décrite dans la section précédente est fournie à titre d'exhaustivité technique et est particulièrement utile pour les installations non standard. Cependant, dans le cas d'installations standard, les informations de cette section sont développées pour fournir une référence rapide pour les profondeurs d'enfouissement maximales et minimales recommandées. De plus, cette section fournit une brève explication des hypothèses utilisées dans l'élaboration des tables de profondeur d'enfouissement.

La profondeur minimale dans les applications sous surcharge

Les tuyaux de 10 à 48 pouces de diamètre installés dans des zones de circulation (charges AASHTO H-25 ou HS-25) doivent avoir au moins un pied de profondeur sur le sommet du tuyau, tandis que les tuyaux de 54 et 63 pouces de diamètre doivent avoir au moins 18 pouces de profondeur. L'enveloppe de remblayage devrait fournir une valeur E' minimale de 2000 psi. Dans le tableau 8-12, cette condition est représentée par une densité Proctor standard de classe II compactée à 90 %. Cette profondeur minimale est mesurée à partir du haut du tuyau jusqu'au bas de la chaussée souple ou du haut de la chaussée rigide.

D'autres renseignements pouvant avoir une incidence sur les exigences relatives à la profondeur se trouvent dans la norme ASTM D2321.

Tableau 8-12
Profondeur minimale pour l'enfouissement direct Snap-Tite®. DR 32.5 Tuyau avec charge AASHTO H-25 ou HS-25

Outside Diameter, OD, in.	Minimum Cover, H, ft.
10.75"	1'
12.75"	1'
14"	1'
16"	1'
18"	1'
20"	1'
22"	1'
24"	1'

Outside Diameter, OD, in.	Minimum Cover, H, ft.
28"	1'
30"	1'
32"	1'
36"	1'
42"	1'
48"	1'
54"	1.5'
63"	1.5'

Note : Les profondeurs minimales dans ce tableau ont été calculées en supposant que le matériau de remblai de classe II est compacté à 90 % de densité Proctor standard et à un minimum de 12 pouces de profondeur au-dessus de la couronne.

Tableau 8-13
Remblais minimale temporaire Exigences pour Snap-Tite® DR 32.5 Tuyauterie avec un trafic de construction léger

Vehicular Load Surface, psi	Minimum Cover, for 10" - 48" diameters, (in)	Minimum Cover, for 54" - 60" diameters, (in)
75	9"	12"
50	6"	9"
25	3"	6"

Remblai maximum

La déformation ou la déflexion du mur gouverne normalement le remblais maximale qu'un tuyau peut supporter. La profondeur maximale d'enfouissement est principalement influencée par le type de remblai installé autour du tuyau. Le tableau 8-14 précise la profondeur maximale d'enfouissement pour diverses conditions de remblayage.

Tableau 8-14
Remblai maximum pour Snap-Tite® DR 32.5 Pipe, ft.

	Class 1		Class 2			Class 3		
Diameter	Compacted (ft)	Uncompacted (ft)	95% (ft)	90% (ft)	85% (ft)	95% (ft)	90% (ft)	85% (ft)
10”	65	10	65	37	10	38	13	8
12”	65	10	65	37	10	38	13	8
14”	65	10	65	37	10	38	13	8
16”	65	10	65	37	10	38	13	8
18”	65	10	65	37	10	38	13	8
20”	65	10	65	37	10	38	13	8
22”	65	10	65	37	10	38	13	8
24”	65	10	65	37	10	38	13	8
28”	65	10	65	37	10	38	13	7
30”	65	10	65	37	10	38	13	7
36”	65	10	65	37	10	38	13	7
42”	65	10	65	36	10	37	13	7
48”	65	10	65	36	10	37	13	7
54”	65	10	65	36	10	37	13	7
63”	65	9	65	36	9	37	12	7

Notes :
1) *Les calculs supposent une pression hydrostatique nulle et une densité de 120 pcf pour les morts-terrains.*
2) *Snap-Tite® peut être installé à une profondeur supérieure à 65 pieds ; cependant, les calculs de profondeur maximale ont été tronqués à 65 pieds pour ce tableau.*
3) *Consulter un représentant Snap-Tite® pour les profondeurs d’enfouissement supérieures à 50 pieds.*
4) *Les ponceaux sont généralement installés dans des conditions où l’eau souterraine n’est pas un problème. Si l’eau souterraine est un problème, contacter Snap-Tite® pour connaître les profondeurs d’enfouissement recommandées.*

8-6 Réhabilitation de tuyau Procédure de conception des systèmes

La procédure de conception des systèmes de tuyau Snap-Tite® réhabilitation par insertion (RPI) est complexe en raison de la nature structurelle composite du système. Cette structure composite est généralement composée d’une conduite hôte, Snap-Tite®, et d’un coulis de ciment qui remplit l’espace annulaire entre le tuyau hôte et Snap-Tite®. Afin de prédire avec précision la capacité structurelle du SRP, il est nécessaire d’utiliser une combinaison d’analyses techniques traditionnelles et d’outils analytiques comme l’analyse par éléments finis. La procédure de conception décrite évalue les mécanismes de défaillance critiques du tuyau Snap-Tite® et le coulis remplissant l’espace annulaire entre le tuyau récepteur et Snap-Tite®.

Le tuyau ou le ponceau récepteur existant est habituellement remis en état à la suite d’une détérioration ou d’une détérioration de la structure. Afin de fournir une analyse prudente, la contribution structurelle du tuyau récepteur n’a pas été incluse dans la procédure de conception. La méthode de conception du SRP évalue la résistance pondérée et la demande de charge pondérée connexe imposée au SRP. Les critères de conception spécifiques évalués sont résumés au tableau 8-15.

Des tableaux des hauteurs maximales et minimales de profondeur ont été développés sur la base de la procédure de conception suivante.

Tableau 8-15
Critères de conception des RPS

Snap-Tite® Pipe Design Criteria	Grout Design Criteria
Thrust Yielding	Comprehensive Strength
Global Buckling	Tensile Strain
Combined Strain	
Tensile Strain	
Deflection	

CANDE - Modèle d'analyse par éléments finis 2007

La méthode de conception des composants du SRP, des facteurs de charge et des facteurs de résistance est basée sur les spécifications du chapitre 13 de l'American Association of Highway Transportation Official (AASHTO) intitulé Load and Resistance Factor

Spécifications de conception de pont (Référence 2). Récemment, l'AASHTO a parrainé la mise à niveau de CANDE-2007, un programme informatique d'éléments finis mis au point pour la conception structurelle et l'analyse des ponceaux enfouis ; c'est pourquoi l'acronyme CANDE signifie Culvert.

Analyse et Design de conception. Étant donné que CANDE-2007 a été spécialement conçu pour l'analyse des ponceaux et qu'il est capable d'effectuer des analyses AASHTO LRFD, le programme est parfaitement adapté à cette analyse complexe des structures.

Afin de modéliser avec précision le système composite du SRP, il est nécessaire d'élaborer un fichier d'entrée de niveau trois pour CANDE. Ce processus est amorcé par la modélisation du tuyau récepteur et la génération d'un maillage de niveau deux pour le tuyau récepteur plus le remblai. Ensuite, le fichier d'entrée de niveau deux est importé dans un fichier d'entrée de niveau trois. Un fichier d'entrée de niveau 3 signifie simplement que la topographie du maillage est modifiée pour inclure l'insertion et le coulis en PEHD.

Bien qu'on ne s'attende pas à ce qu'une analyse CANDE soit utilisée pour chaque installation, les hypothèses générales de modélisation sont énumérées ci-dessous pour fournir une orientation en matière de conception.

Éléments de poutre

Le modèle CANDE pour le système sol-structure RPI est composé d'un anneau d'éléments de poutre pour le tuyau récepteur, d'un anneau d'éléments de poutre pour l'insertion en PEHD Snap-Tite®, d'un anneau d'éléments quadrilatéraux continus pour le coulis et de deux éléments d'interface sans friction entre le coulis et les surfaces des conduites. L'utilisation d'éléments d'interface sans frottement a été choisie car elle est la plus conservatrice.

Chargement

Dans le cas des charges permanentes, le système devrait être modélisé pour des conditions de charge conservatrices. Par conséquent, un état de remblai est recommandé. De plus, il est recommandé que l'analyse CANDE simule les couches de charge du sol au-dessus de 1,5 diamètre de hauteur de profondeur. Au-dessus de cette hauteur, des incréments de 2 lb/po2 de pression de surface sont appliqués au système pour chaque étape de charge. Tous les niveaux de charge se voient attribuer un facteur de charge de 2,05 représentant le produit du facteur de charge de terre standard AASHTO 1,95 et du facteur de redondance 1,05. Il est recommandé de placer ces charges de sol pondérées par le LRFD autour et au-dessus du RPI par incréments de construction jusqu'à ce que le poids pondéré du mort-terrain provoque l'apparition d'une détresse structurelle dans une des composantes du RPI.

Cette nouvelle méthode de construction est recommandée parce que le sol autour du tuyau récepteur n'est pas perturbé et ne produit pas de charges de terre dans l'insertion ou le coulis. De plus, cette méthode de chargement "nouvelle construction" est recommandée comme niveau de conservatisme. Il est à noter que pour l'analyse de la profondeur d'enfouissement maximale (voir le tableau 9-1), la détresse structurelle s'est toujours révélée être soit la résistance à la compression du coulis, soit la capacité de déformation du coulis. Dans tous les cas, le composant PEHD était très sûr puisqu'il n'a jamais dépassé 25 % de sa capacité nominale. Sur la base de ces analyses, DR 32.5 Snap-Tite® est l'épaisseur de paroi maximale requise pour la résistance structurelle des RPI.

Analyse de la tuyauterie de l'hôte

Comme nous l'avons mentionné précédemment, le tuyau récepteur est habituellement détérioré et, à certains endroits, peut ne pas exister (c.-à-d., inversion du tuyau métallique). Par conséquent, pour l'analyse de la profondeur d'enfouissement maximale, le module du matériau et la résistance du tuyau récepteur sont réduits à 1 psi. Cette modification de la résistance du tuyau récepteur n'influence pas de façon significative la réponse structurelle du système et permet une analyse prudente.

Rapport de sortie

CANDE fournit automatiquement les ratios demande pondérée/capacité pondérée pour les tuyaux en PEHD ; toutefois, CANDE ne fournit pas les données suivantes ont un critère de conception intégré pour le coulis. Par conséquent, le rapport de sortie est analysé pour déterminer l'étape de construction à laquelle la charge de coulis dépasse sa capacité. Le rapport de sortie CANDE est examiné pour déterminer la première étape de charge à laquelle le rapport demande pondérée/capacité pondérée dépasse la valeur de 1,0 parmi tous les critères de conception du coulis et du tuyau d'insertion en PEHD.

Analyse des contraintes et des déformations du coulis Comme mentionné précédemment, deux critères de conception critiques pour le coulis sont analysés. Le premier critère est la résistance à la compression. Le deuxième critère de conception critique est la contrainte de traction. Puisque le coulis est confiné entre les tuyaux récepteurs et le conduit d'insertion et que l'adhérence par cisaillement est modélisée comme étant sans frottement, ces deux critères sont considérés comme les plus importants pour le coulis. La profondeur maximale d'enfouissement pour chacun des critères est déterminée et la plus restrictive des deux analyses dicte la profondeur maximale d'enfouissement. Il est à noter que Snap-Tite® est également vérifié, mais comme mentionné, Snap-Tite® ne dépasse jamais 25% de sa capacité dans la conception.

Résistance à la compression du coulis

La contrainte de poussée pondérée maximale ou la contrainte de compression maximale dans la composante du coulis du RPI se situe au niveau de la ligne de ressort du système orientée dans le sens vertical. Le rapport de sortie du CANDE calcule les contraintes et les déformations dans la direction verticale de chaque nœud dont l'un est situé à la ligne du ressort. Par conséquent, le rapport de sortie CANDE est examiné à chaque étape de charge pour déterminer l'étape de charge à laquelle la poussée pondérée à la ligne de ressort atteint ou dépasse la résistance maximale du coulis non confiné. Comme nous l'avons mentionné précédemment, et comme le montre le tableau 8-6, la résistance du coulis est fonction de la densité. L'étape de charge est égale à une profondeur d'enfouissement et la profondeur d'enfouissement associée est établie comme un état limite possible pour le RPI.

Effort de traction du coulis

La contrainte de compression pondérée maximale dans la composante du coulis du RPI se situe au niveau de la ligne de ressort du système orientée dans le sens vertical. Le rapport de sortie du CANDE calcule la contrainte de compression pondérée dans la direction verticale de chaque nœud dont l'un est situé à la ligne de ressort. Par conséquent, le rapport de sortie CANDE est examiné à chaque étape de charge pour déterminer la déformation en compression à l'élingue. Comme nous l'avons mentionné précédemment, et comme le montre le tableau 8-6, la capacité de traction en traction du coulis est fonction de la densité. De plus, le rapport de sortie de CANDE détermine la déflexion à chaque étape de charge. Par conséquent, le rapport de sortie CANDE est examiné à chaque étape de charge pour déterminer la déflexion du SRP. La contrainte de compression et la déflexion étant déterminées dans le rapport de sortie CANDE, une relation empirique (voir équation 8-19) peut être utilisée pour déterminer la contrainte de traction pondérée dans le coulis.

L'équation 8-19 est utilisée pour déterminer la contrainte de traction du coulis en fonction de la contrainte de compression et de la déflexion maximales.

Équation 8-19
Contrainte de traction du coulis

$$\varepsilon_{tg} = D_L \varepsilon_{bg} - \varepsilon_{cg}$$

Où :

tg = allongement à la traction du coulis, en po/po
DL = facteur d'emplacement du tuyau d'insertion, sans unité
cg = déformation en compression dans le coulis
= déformation en compression de CANDE à Nœud d'arrosage pour coulis, in/in
bg = contrainte de flexion dans le coulis, en po/po

$$\varepsilon_{bg} = \gamma_{bg} D_{fg} \left(\frac{c_g}{R_g} \right) \left(\frac{\Delta}{D_{Mg}} \right)$$

Où :

gbg = facteur de charge, 1,0
Dfg = facteur de forme du coulis, 2,0
cg = distance par rapport au centroïde du coulis, in
Rg = rayon effectif du coulis, in
Δ = déviation d'un tuyau en plastique de Fichier de sortie CANDE, in
DMg = diamètre moyen du coulis, in

Il est à noter que le coulis est coulé en place. Par conséquent, un facteur de charge de 1 et un facteur de forme de 2 est prudent pour la conception. Le facteur d'emplacement double essentiellement la contrainte du coulis pour tenir compte de l'installation, de la main-d'œuvre et de l'incertitude.

Chapitre 9

Limites minimales et maximales de remblais

La procédure de conception décrite au chapitre 8 est fournie à titre d'exhaustivité technique. Cependant, dans le cas d'installations standard, les informations de cette section sont développées pour fournir une référence rapide pour la profondeur d'enfouissement maximales et minimales recommandées.

pour la plupart des installations. De plus, cette section fournit une brève explication des hypothèses utilisées dans l'élaboration des tables de profondeur d'enfouissement.

Profondeur minimale en Applications à charge vive

La profondeur d'enfouissement minimale recommandée pour un système RPI est la même que celle d'un tuyau Snap-Tite® enterré directement, indiquée au tableau 8-12. Cette hauteur minimale de profondeur est recommandée car l'orniérage et d'autres conditions imprévues sur le terrain peuvent entraîner un dépassement de la capacité du système RPI.

Pour la construction et les charges de circulation à court terme, la profondeur minimale temporaire pour les applications d'enfouissement direct (voir le tableau 8-13) devrait être utilisée pour les systèmes de SRP. Ces garanties minimales au bas de la chaussée souple ou au sommet de la chaussée rigide.

Profondeur maximale d'enfouissement

La résistance à la compression du coulis ou la contrainte de traction du coulis régit normalement la profondeur maximale qu'un système RPI peut supporter. Le tableau 9-1 précise la profondeur maximale d'enfouissement pour diverses conditions de remblayage. Le tableau 9-1 devrait être utilisé comme un tableau de référence afin de déterminer les densités et profondeur maximale d'enfouissement. Veuillez contacter Snap-Tite® pour les applications hors normes.

Table 9-1
Maximum Burial Depth for RPS (ft.)

Host Pipe Diameter (Inches)	Snap-Tite® Diameter (Inches)	75 lb/ft³ Grout		55 lb/ft³ Grout		40 lb/ft³ Grout	
		Good Soil	Poor Soil	Good Soil	Poor Soil	Good Soil	Poor Soil
12	10.75	93	37	90	30	42	28
15	12.75	76	43	67	31	50	21
18	14	81	64	57	40	40	24
18	16	89	38	91	31	45	26
24	18	89	36	61	48	38	24
24	20	73	46	61	32	38	20
30	24	75	52	56	37	42	26
30	26	78	44	73	32	47	25
36	32	83	39	78	30	44	23
42	36	75	36	67	27	48	19
48	42	83	39	78	30	44	23
54	48	90	45	86	23	42	23
60	54	134	48	82	43	41	36
72	63	95	42	92	35	42	25

Note :
1) Un bon sol fait référence à un matériau de remblai avec un module de sol de 3 000 psi ou plus.
2) Un sol pauvre fait référence à un matériau de remblayage avec un module de sol de 1 000 à 3000 psi.
3) Toutes les unités de profondeur d'enfouissement sont mesurées en pieds à partir de la couronne du tuyau jusqu'à l'élévation du niveau fini.

Chapitre 10
Thread-Liner

Le système de tuyau Thread-Liner.

C'est une installation rapide, elle répond aux exigences du travail et s'adapte à votre budget aussi facilement qu'elle s'intègre dans l'espace de travail disponible.

Pas de formation ni d'équipement spécial.

Le système de revêtement de tuyaux Thread-Liner est inégalé en termes de facilité d'installation. Puisqu'il ne pèse généralement que 10 % du poids du béton, de la fonte ductile et des tuyaux en terre cuite, il est beaucoup plus facile à manipuler. Les services d'entretien peuvent utiliser leurs propres équipes - aucune formation spéciale ou équipement spécialisé n'est nécessaire.

Vous n'avez plus besoin d'attendre pour votre pelle hydraulique

En raison de la facilité d'installation et de la longueur variable du Thread-Liner, 95 % des travaux de renouvellement des conduites de drainage et d'égout peuvent être effectués hors route. Cela signifie une sécurité accrue tant pour vos travailleurs que pour les automobilistes. Les perturbations de la circulation peuvent appartenir au passé.

Tout pour l'installateur

Le tuyau standard Thread-Liner est offert dans une gamme de diamètre de 3" à 42", et une longueur standard de 30" (2,5 pieds de longueur). D'autres diamètres et longueurs sur mesure peuvent être disponibles sur demande. Généralement, il est disponible en sections de 2 à 3 pieds pour une installation de trou d'homme à trou d'homme. Ces sections peuvent être reliées entre elles, ayant chacune des joints d'étanchéité solides et étanches. Ces avantages font également de Thread-Liner la solution préférée pour le renouvellement des tuyaux.

Une installation simple signifie des équipements plus légers, moins de main-d'œuvre, une perturbation minimale de l'emprise et une durée de vie utile indéfinie. Lorsqu'on considère ces avantages, c'est clair que le système Thread-Liner est le moyen le plus rentable pour réhabiliter les systèmes de tuyaux de drainage détérioré. Ce sera sans doute la dernière solution dont vous aurez besoin. Le raccordement et l'installation du Thread-Liner permet de remplacer les systèmes défectueux sans qu'il soit nécessaire d'enlever les tuyaux existants ou de procéder à des travaux d'excavation.

Thread-Liner

Thread-Liner Applications

Thread-Liner est un nouveau système indépendant, sans fuite, qui offre une installation économique, un débit amélioré et une durée de vie nettement plus longue. Le polyéthylène haute densité présente une résistance exceptionnelle aux produits chimiques et à la corrosion. Il a également une grande résistance et une grande flexibilité. Comparé au remplacement de tuyaux, on peut économiser jusqu'à 50% avec les avantages suivants :

- Pas d'interruption de service
- Peu ou pas de dommages à la surface
- Maintenir la fluidité du trafic
- Conception de projet plus rapide
- Capacité hydraulique améliorée
- Le système scellé empêche l'entrée de l'eau souterraine, des racines et des débris
- Une longue durée de vie

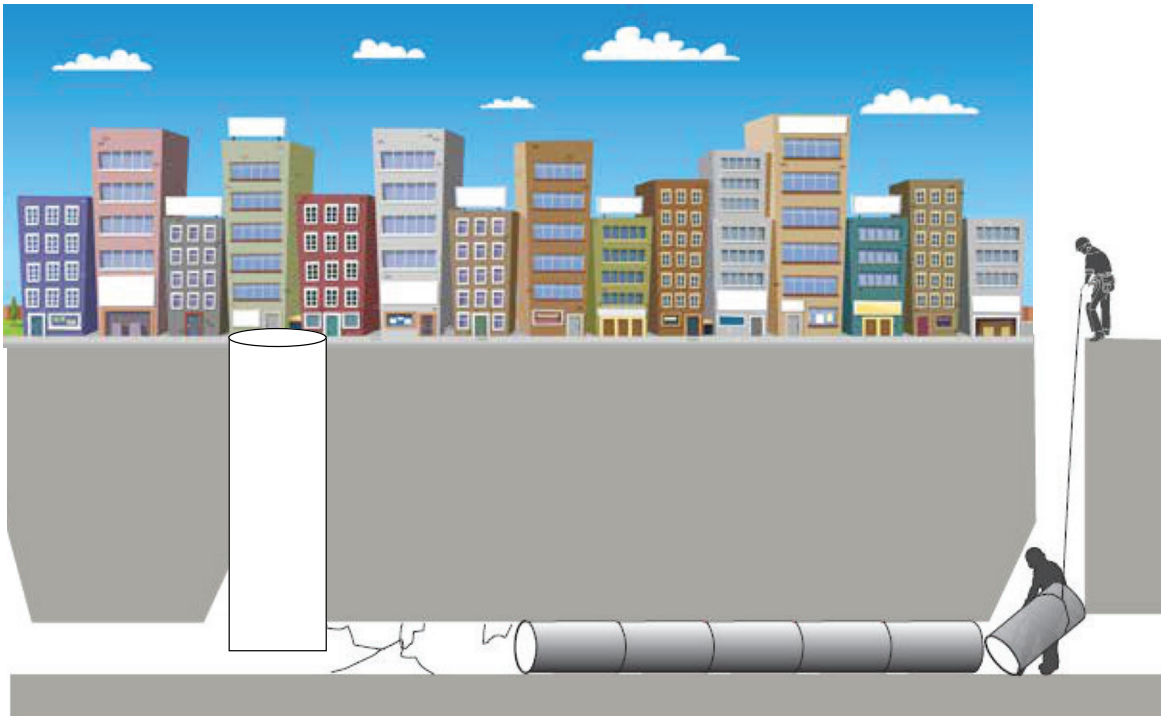
La réduction de la quantité d'eau résiduelle permet aux stations d'épuration de fonctionner efficacement et aux propriétaires de bénéficier de valeurs réduites pour le traitement des déchets.

Les applications typiques de Thread-Liner sont la réhabilitation par insertion d'égouts sanitaires, d'égouts industriels, de ponceaux et la réhabilitation de barrages.

Avantages de l'utilisation du système de réhabilitation des canalisations Thread-Liner

Des sections filetées spéciales de tuyau en polyéthylène sont insérées dans l'ancien égout, formant une gaine continue et étanche.

Une fois ancré et scellé par coulis, le nouveau système est pratiquement sans entretien. Il n'y a pas d'excavation ou de restauration coûteuse, pas de déviation de trafic, pas d'interruption de service, meilleure fluidité et résistance chimique et élimination des problèmes d'infiltration et d'exfiltration. Le système de jonction et d'installation Thread-Liner permet de remplacer les systèmes défectueux sans avoir à enlever les tuyaux ou les excavations existants.



The Thread-Liner joint and installation system allows replacement of failing systems without the need to remove existing pipe or excavation.

Chapitre 11

Passage de la vie aquatique de la ISCO

ISCO Vie aquatique Passage

Snap-Tite® offre maintenant un tuyau intérieur profilé en PEHD ouvert conçu pour améliorer le passage de la vie aquatique. La structure interne de l'ISCO A.L.P. est comparable à celle du CMP, mais fabriquée avec un matériau plus durable. Les poissons et autres organismes aquatiques peuvent maintenant migrer plus facilement à travers leur environnement physique, mais avec un tuyau construit en PEHD, offrant une durée de vie beaucoup plus longue. Les profils intérieurs agissent comme des "éléments de rugosité" qui diminuent la vitesse d'écoulement et permettent à la vase et au lit du cours d'eau de s'accumuler à l'intérieur.

De plus, Snap-Tite® peut installer des déflecteurs disponibles pour résoudre les problèmes de profondeur et de vitesse à l'intérieur d'un ponceau lors de débits extrêmes. Dans les situations de faible débit, la plupart des chicanes servent de déversoirs pour créer de petites mares d'eau stagnante. Au fur et à mesure que le débit augmente, l'eau monte au-dessus des déflecteurs. Les chicanes aident à réduire la vitesse d'écoulement tout en créant des aires de repos pour que les poissons puissent s'en servir lors d'événements d'écoulement d'eau à grande vitesse.

Tableau 11-1
Gamme de tailles ISCO A.L.L.P.

Nominal Pipe Diameter (Internal) Inches	Ring Stiffness Classifications RSC	Profile Type	Pipe OD Inches	Estimated Lbs./pipe
24	100	A.L.P.	28.72	366
	160	A.L.P.	28.72	366
30	100	A.L.P.	34.72	446
	160	A.L.P.	34.72	446
36	100	A.L.P.	40.72	526
	160	A.L.P.	40.72	526
42	100	A.L.P.	46.72	606
	160	A.L.P.	46.96	771
48	100	A.L.P.	52.96	738
	160	A.L.P.	53.12	995
54	100	A.L.P.	58.96	975
	160	A.L.P.	59.20	1309
60	100	A.L.P.	65.12	1227
	160	A.L.P.	65.35	1616
66	100	A.L.P.	71.75	1415
	160	A.L.P.	71.75	1996
72	100	A.L.P.	77.75	1719
	160	A.L.P.	77.75	2412
84	100	A.L.P.	89.75	2419
	160	A.L.P.	90.22	3530
96	100	A.L.P.	101.91	3383

** Valeurs typiques. Les valeurs réelles peuvent différer. Autres tailles disponibles.*

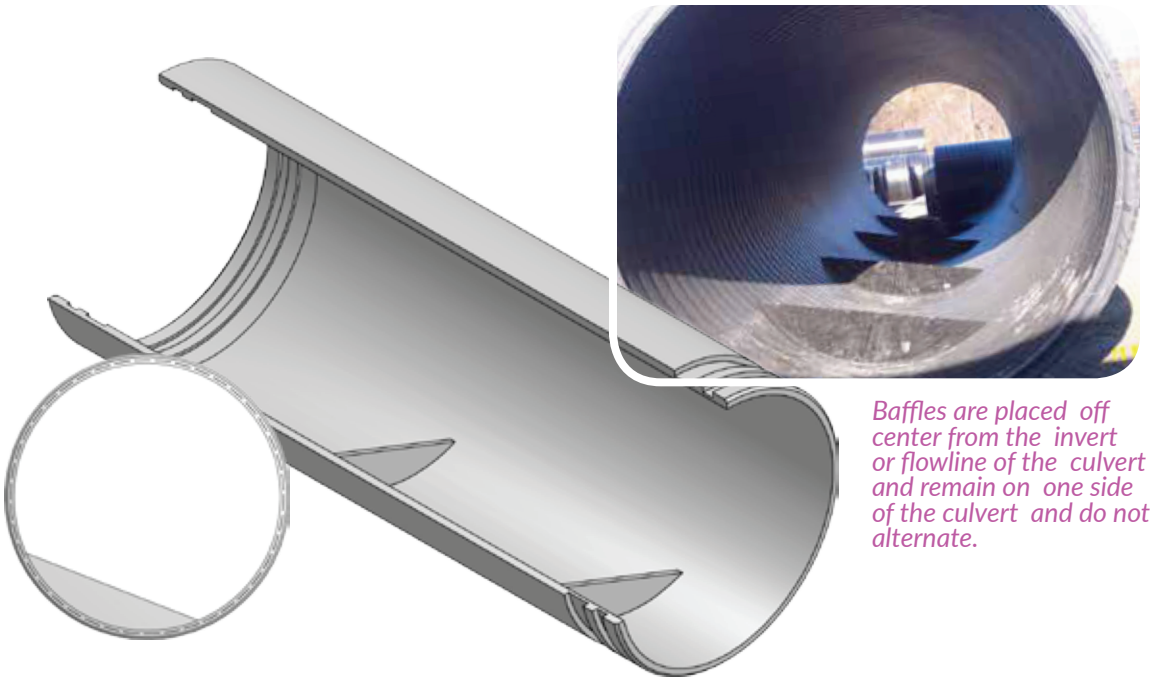
De plus en plus de ponceaux sont accessibles aux poissons et à d'autres organismes aquatiques ; cependant, la plupart des ponceaux ne sont pas entièrement praticables. Pour qu'un poisson, lors d'une migration en amont, réussisse à franchir un ponceau, il doit entrer dans le tuyau du ponceau, traverser la longueur du tuyau, sortir à l'extrémité amont et se diriger vers la première aire de repos. C'est pourquoi de nombreux États mettent en œuvre des recommandations et des lignes directrices visant à améliorer l'efficacité et l'impact écologique des traverses de cours d'eau. Les experts s'entendent généralement pour dire que la solution la plus efficace pour créer des passages à poissons non obstrués consiste à remplacer les ponceaux problématiques par de nouveaux ouvrages de franchissement comme des ponts ou des ponceaux surdimensionnés ou encastrés capables de simuler le fond naturel d'un cours d'eau.

Toutefois, de nombreux organismes ont conclu qu'en raison du nombre de ponceaux existants et du montant limité des fonds publics disponibles, il est peu probable ou peu pratique que chaque ponceau qui entrave le passage du poisson soit enlevé et remplacé par une conception adéquate. Dans les situations où il n'est pas pratique ou raisonnable de remplacer un ponceau, il peut être raisonnable d'installer des déflecteurs sur le ponceau afin d'améliorer le passage. Les améliorations apportées aux ponceaux sont des modifications apportées à un ponceau ou à un cours d'eau existant dans le but de réduire les obstacles et d'améliorer le passage des poissons. La modernisation des déflecteurs n'est pas considérée par beaucoup comme une solution à long terme, mais plutôt comme une solution temporaire jusqu'à ce que le remplacement puisse être viable sur les plans logistique et financier.

Depuis de nombreuses années, Snap-Tite® s'est imposé comme une excellente option pour réhabiliter les ponceaux qui présentent des défaillances structurelles et dont le remplacement serait coûteux, inopportun et très perturbateur pour l'environnement. Snap-Tite® avec chicanes installées en usine peut devenir une option de modernisation de ponceau qui offre les mêmes avantages de construction et de réduction des coûts, tout en améliorant le passage aquatique.

La plupart des ponceaux présentant des problèmes de passage du poisson ont été conçus en mettant l'accent sur le diamètre du ponceau nécessaire pour franchir un événement à débit élevé. Par conséquent, ils sont sous-dimensionnés parce qu'ils ont été conçus uniquement pour le débit des cours d'eau, sans égard à la vitesse de passage des poissons et d'autres organismes aquatiques.

Corner Baffle Design



Baffles are placed off center from the invert or flowline of the culvert and remain on one side of the culvert and do not alternate.

À propos de Baffles (Chicanes)

Les chicanes sont utilisées pour résoudre les problèmes de profondeur et de vitesse à l'intérieur d'un ponceau pendant les périodes extrêmes d'écoulement. Dans les situations de faible débit, la plupart des chicanes agissent comme des déversoirs pour créer de petites piscines. d'eau stagnante. Au fur et à mesure que le débit augmente, l'eau monte sur le déflecteur et les déflecteurs agissent comme des éléments de rugosité qui diminuent la vitesse de l'écoulement, créant des aires de repos pour les poissons afin qu'ils puissent s'échapper de l'eau à grande vitesse qui s'écoule à travers le ponceau. Encore une fois, il faut noter que les chicanes ne sont pas recommandées par les principaux organismes de recherche pour les nouvelles installations ou les situations qui exigent le remplacement complet des ponceaux lorsque le passage du poisson est une source de préoccupation.

Lorsqu'on ajoute des chicanes à un ponceau modernisé, le ponceau est maintenant plus susceptible de se boucher. Il est impératif qu'un programme d'inspection et d'entretien régulier soit élaboré, sinon le passage à niveau a échangé un problème de passage du poisson avec un autre. Les inspections et l'entretien sont habituellement importants pendant et immédiatement après les crues, surtout lorsque la migration des poissons se produit pendant ces événements. Les chicanes (et la modernisation des ponceaux) sont considérées comme faisant partie de l'option de conception hydraulique pour les méthodes de conception utilisées dans l'analyse du passage du poisson. Les chicanes sont généralement recommandées pour les ponceaux dont la pente maximale est de 2,5 % à 3,5 %. (Les chicanes d'angle sont généralement utilisées pour les pentes inférieures à 2,5 %, tandis que les chicanes de déversoir crantées sont utilisées entre 2,5 % et 3,5 %). Il est reconnu que même si l'objectif est d'optimiser la capacité des ponceaux, de limiter le dépôt de sédiments et l'accumulation de débris, de limiter la vitesse maximale et la turbulence maximale, chaque critère devra être mis en balance avec chacun des autres pour ce qui suit un compromis dans la conception générale. On ne s'attend pas à ce que les travaux de modernisation des ponceaux puissent satisfaire à toutes les exigences de l'option de conception hydraulique. La conception de la modernisation doit également être analysée en conjonction avec les caractéristiques de contrôle de l'entrée et de la sortie, telles que les mesures de contrôle de l'eau de fuite. L'ingénieur concepteur doit tenir compte de ces conditions et les évaluer lorsqu'il spécifie le critère de chicane à Snap-Tite® pour la fabrication.

Notched Weir Baffle

The notched weir baffle design and corner baffle designs are recognized by the Federal Highway Administration along with many state transportation and environmental agencies.

Le contrôle de l'érosion est-il un problème ?

Le contrôle de l'érosion est une préoccupation majeure lors de la réhabilitation d'un ponceau existant. Snap-Tite® est votre solution sans excavation pour l'insertion de ponceaux défectueux et votre réponse aux défis de contrôle de l'érosion. Non seulement Snap-Tite® réhabilite le ponceau, mais il permet également de contrôler l'érosion des zones entourant le ponceau et de maintenir une élévation constante, ce qui facilite la tâche des personnes suivantes pour pénétrer dans le ponceau. Le tuyau Snap-Tite® est fabriqué à partir d'un tuyau en PEHD, qui peut être fabriqué pour répondre à tous vos besoins en matière de ponceaux.

Pools adjcent to culvert can play important design elements in ISCO A.L.P.

Ponding effect created by baffle/weir design during low-flow.

Chapitre 12
Manutention et Entreposage

Lieu de déchargement/Entreposage

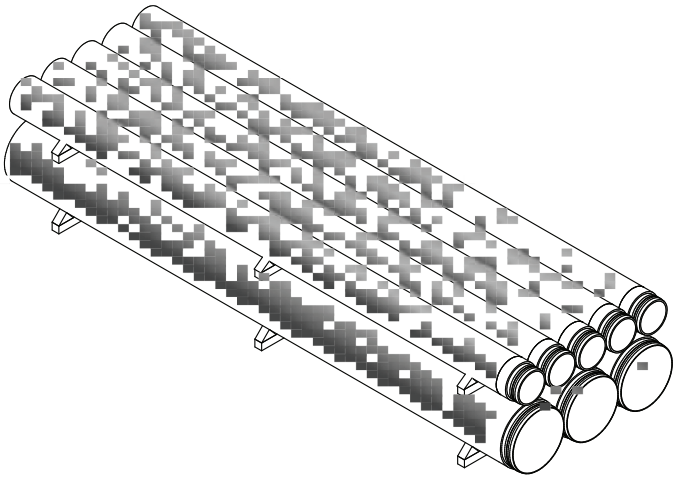
Un site de déchargement convenable sera généralement de niveau et suffisamment grand pour le camion du transporteur, l'équipement de manutention et son mouvement, ainsi que pour l'entreposage temporaire du chargement. Les exigences générales en matière d'entreposage à long terme sont les suivantes : l'aire doit être d'une taille suffisante pour recevoir les composants de la tuyauterie, permettre à l'équipement de manutention de s'y déplacer et avoir une surface relativement lisse et plane où le tuyau est protégé des grosses pierres angulaires, débris ou autres matériaux qui pourraient endommager le tuyau ou les composants, ou nuire à la manutention. Pour certains projets, plusieurs sites d'entreposage ou de rassemblement le long de l'emprise peuvent être appropriés, tandis qu'un seul site d'entreposage peut convenir pour un autre travail. Le site et son aménagement doivent offrir une protection contre les dommages physiques aux composants. L'emplacement de stockage doit offrir une protection contre l'inondation, ou les matériaux doivent être retenus ou confinés afin d'éviter tout déplacement non désiré du tuyau en cas d'inondation.

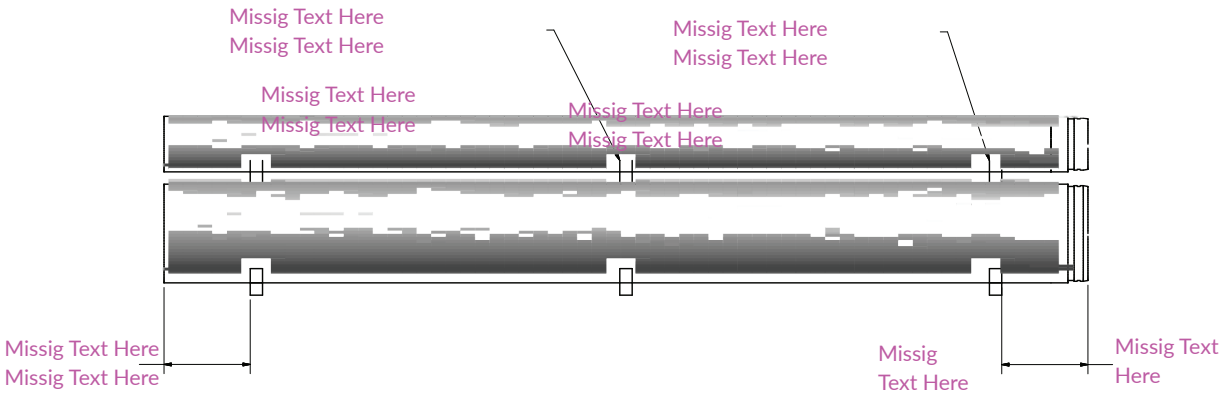
Le tuyau peut être placé sur un bois d'arrimage en bois de 4 pouces de largeur ou similaire, tel qu'illustré au détail 12-1. Les supports intermédiaires ne sont pas toujours nécessaires, mais ils peuvent être utiles lorsque le diamètre des tuyaux diminue ou lorsque la longueur augmente. Les planches sont utilisées pour maintenir l'espace libre pour les fourches de chariot élévateur ou les câbles de manutention.

Les supports pour le tuyau doivent être à une distance minimale de 3' de chaque extrémité. Des supports plus proches des extrémités augmentent la tension aux extrémités mâle et femelle du Snap-Tite® et peuvent causer une fissure lorsque la charge devient excessive. Il faut veiller à ce que :

- Il n'y a pas d'impacts directs.
- Pas de chute des extrémités au sol.
- Le fait de ne pas s'appuyer contre d'autres surfaces peut créer le même événement de stress.
- Les extrémités usinées ne sont pas endommagées pour aider à s'assurer que l'accouplement atterrit.

Détail 12-1 : Les détails d'empilage assurent





Limites de hauteur de stockage

Les tuyaux reçus en faisceaux cerclés ou en paquets de chargement de bandes doivent être entreposés dans le même emballage. Si le site de stockage est plat et de niveau, les paquets ou les paquets de chargement de bandes peuvent être empilés uniformément les uns sur les autres à une hauteur totale d'environ 5'. Pour les terrains moins plats ou moins plats, limitez la hauteur d'empilement à environ 3'. Avant d'enlever des longueurs de tuyaux individuelles de paquets en vrac ou de paquets de chargement en bande, le paquet doit être retiré de la pile de stockage et placé sur le sol.

Les tuyaux individuels peuvent être empilés en rangées. Les tuyaux doivent être droits, ne pas se croiser ou s'emmêler les uns dans les autres. La rangée de base doit être bloquée pour empêcher tout mouvement latéral ou déplacement. L'intérieur des tuyaux entreposés doit être exempt de débris et d'autres corps étrangers.

Tuyaux de déchargement, raccords et fabrications spéciales

Les tuyaux non groupés, les raccords non palettisés et les fabrications spéciales peuvent être déchargés par le haut à l'aide d'un équipement approprié et de larges élingues/étriers en tissu, ou par le côté avec un chariot élévateur à fourche. La tuyauterie, les raccords et les fabrications spéciales ne doivent pas être poussés, roulés, roulés ou jetés hors du camion, ni déposés.

L'équipement de déchargement et de manutention doit être adapté au type d'emballage, être en bon état de fonctionnement et avoir une capacité suffisante (charge nominale) pour soulever et déplacer le produit tel quel et en toute sécurité. L'équipement sans pilote devrait être arrêté ou isolé du mouvement lorsqu'il n'est pas utilisé directement. Les opérateurs d'équipement devraient être formés et, de préférence, certifiés pour faire fonctionner l'équipement. Respecter les consignes de sécurité lors de la manipulation et de l'utilisation. En aucun temps une personne ne doit se tenir debout sous une charge suspendue ou directement en bas d'une colline à partir d'une charge suspendue. Le personnel qui ne participe pas activement au processus de manutention ne doit pas se trouver dans la zone de chargement et de déchargement. Il est conseillé d'accorder une attention particulière au moment d'attacher et de détacher les charges, et tout le personnel doit être vigilant lorsqu'il glisse et roule des tuyaux à proximité des camions et de l'équipement de manutention.

Le transport et la manutention des produits de tuyauterie en PE sont généralement assujettis aux règlements de sécurité gouvernementaux, comme ceux de l'OSHA aux États-Unis ou du CCOSH au Canada. Les personnes qui transportent et manipulent des produits de tuyauterie en PEHD doivent connaître les règlements de sécurité gouvernementaux applicables. Des informations supplémentaires sur la manutention et le transport des tuyaux en PEHD sont disponibles dans le Guide de manutention de l'Institut des tuyaux en plastique (www.plasticpipe.org). La responsabilité du transport et de la manutention en toute sécurité incombe toutefois principalement aux personnes qui effectuent effectivement les activités de transport et de manutention.

Bien que les composants de tuyauterie en PE soient légers par rapport aux composants similaires faits de métal, de béton, d'argile ou d'autres matériaux, les plus gros composants peuvent être lourds. L'équipement de soulèvement et de manutention doit avoir une capacité nominale suffisante pour soulever et déplacer les composants en toute sécurité. L'équipement qui se soulève à partir du bas de la charge, comme un chariot élévateur à fourche, ou au-dessus de la charge, comme une grue, un tracteur à flèche latérale ou une grue d'extension, est utilisé pour le déchargement. Au-dessus de l'équipement de soulèvement de charge peut utiliser des élingues, ou des élingues et des barres d'écartement, pour soulever la charge.

Équipement de soulèvement

Lors de l'utilisation d'un chariot élévateur ou d'accessoires de chariot élévateur sur des équipements tels que des chargeurs articulés ou des chargeurs à godets, la capacité de soulèvement doit être adéquate au niveau du centre de charge sur les fourches. Les chariots élévateurs à fourche sont conçus pour une capacité de soulèvement maximale à une certaine distance de l'arrière des fourches. Si le centre de gravité de la charge est plus éloigné sur les fourches, la capacité de soulèvement est réduite.

Avant de soulever ou de transporter la charge, les fourches doivent être écartées aussi largement que possible, les fourches doivent s'étendre complètement sous la charge à l'aide de rallonges de fourche si nécessaire, et la charge doit être aussi loin que possible sur les fourches. Pendant le transport, une charge sur des fourches trop courtes ou trop rapprochées, ou une charge trop éloignée des fourches, peut devenir instable et s'incliner vers l'avant ou sur le côté, et entraîner des dommages à la charge ou aux biens, ou des risques pour les personnes.

Les larges élingues en tissu fixées autour de la charge ou aux œillets de soulèvement de l'élément doivent être accrochées au-dessus de l'équipement de soulèvement de la charge, c'est-à-dire les grues, les rallonges et les tracteurs à flèche latérale. Les élingues et les chaînes en câble métallique peuvent endommager les composants, peuvent glisser et ne doivent pas être utilisées. Des barres d'écartement doivent être utilisées pour soulever des tuyaux ou des composants de plus de 20 pieds. Il faut éviter les services publics aériens ou les obstructions pendant le processus de manutention des matériaux. Avant utilisation, inspecter les élingues et l'équipement de soulèvement. Ne pas utiliser d'équipement dont l'usure ou les dommages nuisent au bon fonctionnement ou à la capacité de charge.

Rapport de réception et signalement des dommages

Le chauffeur du camion de livraison demandera à la personne qui reçoit l'envoi de signer le connaissement et de confirmer que le chargement a été reçu en bon état. Tout dommage, colis manquants, etc. doivent être notés sur le connaissement à ce moment-là. Les problèmes d'expédition tels que les dommages, les colis manquants, les anomalies dans les documents, les produits incorrects, etc. doivent être signalés immédiatement. Les réclamations relatives à l'expédition doivent être déposées dans un délai de 7 jours ou selon les conditions générales standard de la ISCO (incluses à la fin de ce guide).

Environnement : Exposition aux UV et au froid

Les tuyaux en PE sont protégés contre la détérioration due à l'exposition aux rayons ultraviolets et aux intempéries par des antioxydants, ainsi que par des stabilisants thermiques et UV. Les tuyaux et raccords en PEHD noir contiennent au moins 2 % de noir de carbone pour limiter les effets des UV. Les tuyaux et raccords en PEHD noir conviennent au stockage à l'extérieur sans profondeur ni protection contre l'exposition aux UV. Les produits qui sont mal entreposés pendant de nombreuses années peuvent être affectés par d'autres conditions environnementales ou être sujets à l'obsolescence en raison de l'amélioration des matériaux ou des procédés.

Les températures proches ou inférieures au point de congélation affecteront les tuyaux en PE en augmentant leur rigidité et en réduisant leur résistance aux dommages causés par les chocs. Le PE reste ductile à des températures inférieures à -40 °F (-40 °C). Dans des conditions plus froides, prévoyez plus de temps pour effectuer les procédures de manutention et d'installation qui courbent et fléchissent le tuyau. Il faut faire très attention de ne pas laisser tomber des tuyaux ou des fabrications spéciales, et d'éviter que l'équipement de manutention et d'autres choses n'entrent en contact avec le tuyau.

La glace, la neige et la pluie ne sont pas nocives pour le matériau, mais l'adhérence et la traction incertaines exigent plus de soin et de prudence pour éviter les dommages ou les blessures. Les intempéries peuvent rendre les surfaces des tuyaux particulièrement glissantes. Ne marchez pas sur le tuyau.

Inspections des dommages

Des dommages tels que coupures, éraflures, rainures, déchirures, fissures, perforations, etc. peuvent survenir pendant la manipulation et l'installation. Des dommages excessifs pourraient compromettre le rendement du pipeline. Dans de nombreux marchés où les pipelines sont sous pression, la norme de l'industrie pour les pipelines en PEHD est que les dommages ne doivent pas dépasser environ 10 % de l'épaisseur de paroi minimale requise pour la pression d'exploitation du pipeline ou l'épaisseur de paroi minimale requise pour répondre aux exigences de conception structurelle.

Si les dommages ne sont pas excessifs, la forme des dommages peut être prise en considération. Les encoches et les coupures tranchantes peuvent être lisses, de sorte que l'encoche est émoussée. Les éraflures contondantes ou les gouges ne devraient pas nécessiter d'attention. L'abrasion superficielle mineure due au glissement sur le sol ou à l'insertion dans un boîtier ne devrait pas être un problème.

Dans les applications à écoulement par gravité et à faible pression, comme l'insertion de ponceau Snap-Tite®, les dommages excessifs comme les rainures profondes, les coupures ou les rainures peuvent être évalués en fonction de critères propres au site. Les rainures plus profondes qui ne pénètrent pas jusqu'au diamètre intérieur du tuyau et qui sont censées être contenues dans le coulis annulaire peuvent être considérées comme acceptables, puisque le tuyau ne supporte que peu ou pas de charge structurelle (voir le chapitre 8). Les coupures, abrasions, rainures, perforations ou déchirures trop profondes peuvent être réparées en utilisant le soudage par extrusion pour remplir la zone endommagée avec du PEHD.

* Informations du chapitre gracieuseté de Plastics Pipe Institute.

Chapitre 13
Spécifications

Exigence matérielle

Ces spécifications portent sur l'achat de chemises de tuyaux en polyéthylène haute densité (PEHD) pour l'insertion de tuyaux de ponceau existants. Les chemises de tuyauterie fournies conformément à cette spécification doivent satisfaire ou dépasser toutes les exigences.

Les soumissionnaires sont priés de lire attentivement les spécifications, car il peut y avoir des exigences spéciales qui ne sont pas habituellement offertes par le fabricant de la chemise d'insertion.

L'insertion de tuyauterie doit satisfaire aux exigences suivantes et être conforme aux spécifications de référence :

Le tuyau d'insertion doit être fait de résines de polyéthylène haute densité conformément aux exigences de la norme ASTM D3350. La classification cellulaire sera d'au moins 345464C et portera la désignation PE3608 du Plastic Pipe Institute.

Le chemisage doit avoir un rapport dimensionnel (DR) de 32,5. Le tuyau installé doit avoir une surface intérieure et extérieure lisse et non ondulée.

La doublure doit pouvoir être reliée en une longueur continue par une méthode d'emboîtement. Les joints ne doivent pas créer d'augmentation du diamètre extérieur du tuyau d'insertion pour éliminer toute difficulté de raccordement. Les joints doivent être étanches avec des joints capables de supporter des pressions allant jusqu'à 25 pieds de hauteur manométrique selon ASTM D3212. Chaque PEHD doit avoir une extrémité mâle et une extrémité femelle. Le fournisseur doit fournir une attestation du fabricant attestant que le matériau du tuyau répond aux exigences de la norme ASTM D3350 avec une classification cellulaire minimale de PE345464 C ayant les propriétés physiques indiquées ci-dessus.

Le fournisseur doit certifier que les dimensions sont conformes aux exigences de la norme ASTM F714.

Avant d'insérer le tuyau d'insertion, le tuyau existant doit être nettoyé si nécessaire. Tous les débris ou autres matériaux doivent être enlevés du tuyau récepteur.

Une fois le tuyau en place, la zone située entre le tuyau d'origine et le tuyau doit être complètement remplie avec du coulis fluide de faible densité ou du coulis cellulaire.

SPÉCIFICATION DES ÉCHANTILLONS

Exemple de spécifications pour les insertions de ponceau Snap-Tite®.

Cette spécification est disponible à l'adresse www.culvert-rehab.com dans un format téléchargeable en format Word pour ce format et le format CSI. Une spécification de coulis est également disponible sur le site www.culvert-rehab.com en format CSI télécharge-able.

1. **Description** - Cet article doit régir l'ameublement, l'installation, l'injection de coulis et la fourniture de toute la main-d'œuvre, des matériaux et de l'équipement nécessaires à la remise en état d'un tuyau de ponceau existant en le recouvrant d'un tuyau en polyéthylène à haute densité (PEHD). Les tuyaux doivent être de dimensions, types, conceptions et dimensions indiqués sur les plans et doivent inclure tous les raccords, joints et autres accessoires nécessaires à la réalisation des travaux.

   Le procédé d'insertion exigera de l'entrepreneur qu'il scelle complètement le vide annulaire entre le tuyau récepteur et le tuyau d'insertion. Le processus d'injection de coulis doit être considéré comme subsidiaire à cet élément.

2. **Matériaux** - Sauf indication contraire sur les plans ou dans les présentes, le renouvellement des tuyaux de ponceau doit être conforme à ce qui suit :

   Snap-Tite® Culvert Liner tel que fourni par ISCO Industries ou équivalent approuvé.

   A. Matériau du tuyau inséré- Tuyau en polyéthylène haute densité (PEHD)

   1. Les tuyaux et raccords en polyéthylène haute densité doit satisfaire aux exigences de la spécification AASHTO M326-08.
   2. a.Les données d'essai d'une tierce partie doivent être soumises au moment de la soumission. Les données d'essai doivent également être vérifiées par un EP approuvé pour en vérifier l'exactitude.
   3. Matières premières. Les tuyaux et les raccords doivent être fabriqués à partir de résine PE composés qui ont une classe de cellules minimale 345464C telle que définie et décrite dans la norme ASTM D3350.
   4. Spécifications de la résine PEHD.

Property	Specifications	Unit	
Material Designation	**PPI/ASTM**		**PE3408/PE3608**
Cell Classification	ASTM D3350		345464C
1. Density (3)	ASTM D1505	Gm/cm^3	0.955
2. Melt Index (4)	ASTM D1238	gm/10 min.	0.11
3. Flexural Modulus (5)	ASTM D790	psi psi	135,000
4. Tensile Strength (4)	ASTM D638		3,200
5. Slow Crack Growth		hours in 100% igepal	
a. ESCR	ASTM D1693	hours	>5,000
b. PENT (6)	ASTM F1473	psi	>100
6. HDB @ 73 deg. F (4)	ASTM D2837	%C	1,600
7. UV Stabilizer (C)	ASTM D1603		2.5%

   B. Désignation du type

   1. Les tuyaux en PEHD utilisés pour les gaines des ponceaux à écoulement gravitaire doivent être à parois pleines avec des raccords d'extrémité mécaniques, mâle et femelle, composés de deux points d'atterrissage à rainures usinées, pour éviter que le tuyau ne se détache pendant l'installation.
   2. Les longueurs de chaque section de gaine doivent être d'au moins 6 pi, mais ne doivent pas dépasser 50 pi. à moins d'avoir été préapprouvé.

C. Les joints de tuyauterie doivent être conformes à la norme ASTM D3212 Standard Specification for joint tightness.

1. Les joints soudés par extrusion ne doivent pas être autorisés à joindre les tuyaux d'insertion ensemble pour empêcher le coulis de s'écouler pendant la phase d'injection du coulis.
2. Le néoprène-ciment ne doit pas être autorisé à créer un joint d'étanchéité au niveau du joint pour empêcher le coulis de s'écouler pendant la phase de coulage.

D. Les caractéristiques d'écoulement hydraulique du tuyau d'insertion doivent fournir un coefficient de Manning de n = 0,00914. Le fabricant de tuyaux doit soumettre des données d'essai provenant d'une tierce partie pour vérifier que le coefficient de Manning a été atteint.

E. Le matériau du tuyau inséré. Le matériau de la tuyauterie doit être préapprouvé par les autorités responsables avant la soumission. Aux États-Unis, l'État ou les travaux sont proposés, doit avoir un minimum de 1000 pi du même tuyau déja installée.

F. Tuyau ovale

1. La gaine doit être de forme ovale pour correspondre au tuyau elliptique CMP existant, avec des entretoises de bois horizontales et verticales insérées dans le tuyau par le fabricant avant la livraison sur le chantier, afin de maintenir le tuyau dans une forme ovale avant la mise en place de l'injection. Une fois que le joint a été entièrement en place, les entretoises doivent être enlevées. Il incombe à l'entrepreneur de vérifier les mesures réelles avant de commander l'insertion.

G. Les autres chemises de tuyauterie qui ne répondent pas à cette spécification doivent être soumises pour approbation avant la date de soumission.

H. Aux États-Unis, les conduites d'insertions doivent être fabriqué aux États-Unis dans le cadre du programme des produits "achetez américain ".

I. Matériau d'injection - L'entrepreneur doit utiliser les spécifications des matériaux pour la solidification du vide annulaire entre l'hôte et le tuyau inséré au moyen d'un remplissage fluide à faible densité ou d'un coulis cellulaire. Le coulis cellulaire avec une densité entre 40 et 80 lb par pied cube peut être utilisé. Coulis de remplissage fluide à densité réduite avec une densité entre 100 et 120 lbs. par pied cube peut être utilisé.

J. Traitement final - L'extrémité amont et l'extrémité d'entrée de la nouvelle conduite d'insertion doivent être munies d'un dispositif d'amélioration du débit afin de réduire les effets de contrôle d'entrée. L'appareil doit être en PEHD, comme le tuyau d'insertion, et comporter un raccord inclus pour le raccordement au tuyau d'insertion. L'ouverture à l'extrémité du dispositif doit être plus grande que le diamètre intérieur du tuyau récepteur. Les données d'essai d'une tierce partie doivent être fournies pour montrer une amélioration du débit d'au moins 30 % à 2 pieds de profondeur en amont ou un coefficient de perte à l'entrée (K) d'environ 0,2 pour les conditions de contrôle de sortie. Le dispositif doit être l'Hydro-Bell ou un dispositif approuvé égal.

4) Nettoyage - Le tuyau de ponceau existant doit être nettoyé par tous les moyens nécessaires pour enlever tous les obstacles qui pourraient empêcher l'insertion du tuyau inséré dans le tuyau récepteur, tel qu'approuvé par l'ingénieur. Ce travail ne sera pas rémunéré directement, mais sera considéré comme subsidiaire à ce poste.

5) Construction

A. Installation

a. L'entrepreneur doit être préapprouvé par le fabricant de tuyaux et une lettre de cette préapprobation doit être soumise par le fabricant à l'entrepreneur au moment de la soumission.

b. Le personnel de l'entrepreneur doit avoir au moins 5 000 pieds d'expérience dans l'installation des matériaux de la ligne de cale et soumettre par écrit trois références de projets de ligne de cale similaires en ce qui concerne la taille et la portée de la soumission.

c. Le représentant du fabricant doit être sur place aux étapes critiques de l'installation d'insertion et de l'application du coulis.

B. Tuyau d'insertion - Le tuyau d'insertion doit être inséré et installé conformément aux recommandations du fabricant. La qualité du tuyau d'insertion doit être maintenue parallèle à la qualité du tuyau récepteur.

C. L'injection du coulis

a. Une fois le tubage terminé ou partiellement terminé, le coulis devra être placé dans le vide annulaire entre le tuyau d'insertion et le tuyau récepteur. On peut utiliser du coulis cellulaire d'une densité de 40 à 80 lb par pied cube. On peut utiliser du coulis de remplissage fluide à densité réduite d'une densité de 80 à 120 lb par pied cube. L'ingénieur de projet doit indiquer la densité du coulis à utiliser sur les dessins ou dans les devis.

b. Un plan détaillé du maintien du tuyau d'insertion sur le radier du tuyau récepteur doit être soumis à l'ingénieur pour approbation.

c. Le vide annulaire doit être complètement rempli de coulis sans dévier le tuyau d'insertion de plus de 1,5 %.

d. L'entrepreneur doit fournir des joints d'étanchéité d'extrémité aux points ouverts de chaque tronçon de tuyau à injecter.

e. La pénétration du tuyau récepteur est permise pour les conduites récepteur construites avec tuyau métallique ondulé (TOG) pour faciliter l'injection de coulis dans le vide annulaire. Plusieurs tuyaux de remplissage seront nécessaires.

f. Le vide annulaire doit être scellé solidement en injectant du coulis à partir d'une extrémité du tuyau et en le laissant s'écouler vers l'autre extrémité. L'aération du vide annulaire doit être effectuée pour assurer un remplissage uniforme de l'espace vide pendant le processus d'injection du coulis.

g. Il faut prévoir et surveiller une bouche d'aération ouverte à point haut ou l'équivalent au niveau de la cloison opposée au point d'injection du coulis.

h. La pression sur le vide annulaire ne doit pas dépasser 2 PSI pour éviter d'endommager le tuyau d'insertion. Quelle que soit la pression, l'entrepreneur est seul responsable de tout dommage ou de toute déformation du tuyau d'insertion causé par le coulis.

i. Le coulis doit être fabriqué à l'aide d'un procédé de fabrication de mousse préformée à l'aide d'un équipement générateur de mousse calibré quotidiennement par le fabricant de mousse afin de produire un volume de mousse précis et prévisible. Le client doit certifier que le concentré de mousse a un taux de dilatation liquide/mousse spécifique à un taux de dilution constant avec de l'eau.

j. Le fournisseur de concentré de mousse ou l'entrepreneur agréé ou titulaire d'un permis doit soumettre la combinaison de travaux spécifique au client pour approbation avant de l'utiliser dans le cadre de ce projet. Le mélange doit avoir une résistance à la compression d'au moins 28 jours de 300 lb/po2.

k. Le coulis mélangé hors site doit être livré sur le chantier dans un camion malaxeur rempli à la moitié de sa capacité. Le concentré de mousse doit ensuite être ajouté au mélange de ciment dans le camion et mélangé à une consistance uniforme et pompée dans l'espace annulaire.

l. L'entrepreneur doit avoir un plan écrit de contrôle de l'érosion et une méthode de récupération du coulis de décoffrage soumis au comté avec la proposition de soumission ci-jointe.

m. Le client doit vérifier que les conditions post-construction sont acceptables après l'installation et s'assurer que l'ensemencement et le nettoyage général ont été effectués correctement.

D. Entreposage et manutention des tuyaux - Les tuyaux et les raccords doivent être entreposés de façon sécuritaire à chaque aire de rassemblement ou emplacement de fosse de l'entrepreneur. Le stockage doit être aménagé de manière à causer un minimum d'interférence aux piétons et doit être entreposé à l'extérieur de la zone de sécurité libre de la circulation automobile. Lors de la manutention des tuyaux d'insertion, l'entrepreneur doit prendre toutes les précautions nécessaires pour éviter d'endommager le tuyau. Pour les tuyaux dont les coupures sont supérieures à 10 % de l'épaisseur de la paroi, la réparation ou le remplacement se fera aux frais de l'entrepreneur.

Nettoyage et remise en état - Une fois les travaux d'installation et les essais acceptés, l'entrepreneur doit nettoyer et remettre en état la zone du projet touchée par les opérations, tel qu'approuvé par l'ingénieur.

6) Mesure - Cet élément doit être mesuré par le pied. Cette mesure doit être effectuée le long du tuyau d'écoulement du tuyau d'insertion, complète et en place.

Pour les ponceaux multiples, la longueur de mesure doit être la somme des longueurs de chaque tuyau, mesurées de la façon prescrite ci-dessus.

Les quantités acceptées d'insertion de tuyauterie seront payées au prix unitaire au pied linéaire contractuel pour la taille de la tuyauterie existante dans laquelle l'insertion est installé, complet et en place.

7) paiement - Les travaux exécutés et les matériaux fournis conformément au présent article et mesurés conformément à la rubrique " Mesurage " seront payés comme offre unitaire pour le " tubage de ponceau d'insertion " du type, de la conception (si nécessaire) et des dimensions spécifiées. Ce prix sera la pleine compensation pour le nettoyage de la tuyauterie existante ; pour l'ameublement, le transport, l'installation de la tuyauterie d'insertion et le coulis ; pour tous les raccordements ; et pour la main-d'œuvre, les outils, l'équipement, les matériaux, le nettoyage et les frais accessoires.

Chapitre 14
Foire aux questions

Foire aux questions (FAQ)

1) Qu'est-ce que le béton prêt à l'emploi ?

Le béton est un mélange d'agrégats et de pâte. Les granulats sont des granulats grossiers (gravier ou roche) et fins (sable) ; la pâte est de l'eau et du ciment. Le ciment est une poudre fine de couleur grise.

Le béton est généralement produit dans une centrale à béton prêt à l'emploi et livré sur le chantier dans un camion à béton, d'où l'appellation "béton prêt à l'emploi" ou "béton prêt à l'emploi".

2) Le ciment et le béton sont-ils identiques ?

Non, bien que les termes ciment et béton soient souvent utilisés de façon interchangeable, le ciment est en fait un ingrédient du béton. Le ciment est un liant, une substance qui, mélangée à l'eau, durcit et durcit. Il peut lier d'autres matériaux entre eux.

Il n'existe donc pas de trottoir de ciment ou de bétonnière ; les termes appropriés sont trottoir de béton et bétonnière.

3) Qu'est-ce que l'affaissement du béton ?

L'affaissement est une mesure de la consistance du béton ou de la capacité du béton à couler. Un cône d'affaissement est rempli de béton plastique (humide) et le cône est soulevé. La quantité que le cône de béton " s'affaisse " par rapport à sa hauteur initiale est la valeur de l'affaissement du béton.

Un affaissement faible indique un mélange rigide ; un affaissement élevé signifie que le béton est plus fluide. Le cône mesure 12" de haut, donc l'affaissement est de zéro à douze pouces. Un affaissement typique pour le béton prêt à l'emploi est de 3 à 5 pouces.

4) Quand on vous demande quel affaissement utiliser pour jointoyer l'espace annulaire autour de Snap-Tite®, quelle est votre réponse ?

L'affaissement est un terme qui désigne la consistance du béton ; il n'est pas utilisé pour décrire le coulis. Une mesure utilisée pour la consistance du coulis est la valeur du débit.

La valeur d'écoulement du coulis est déterminée en remplissant un cône cylindrique avec le matériau et en mesurant le temps nécessaire pour que le coulis sorte du cône. Une plage de 20 à 30 secondes est typique. Plus le coulis est liquide, plus il s'écoule rapidement hors du cône et plus la valeur du débit est faible. Cette valeur n'est généralement pas prise en compte dans les projets de remise en état de ponceaux.

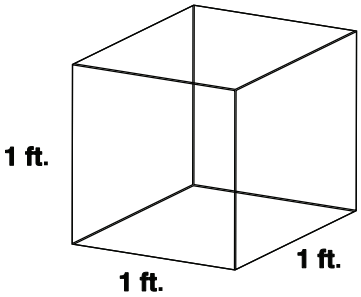
La valeur d'affaissement peut être utilisée pour le béton à placer dans la cloison. Dans ce cas, un faible affaissement de 1" à 2" est approprié.

5) Qu'est-ce que la densité ?

La densité est le poids unitaire d'un matériau ; elle est mesurée en livres par pied cube. C'est le poids de la quantité de matériel qu'il faudrait pour remplir un contenant de 1 pi x 1 pi x 1 pi x 1 pi.

Pour référence, voici les densités des matériaux courants

Eau	62,4 lb/pied cube
Coulis cellulaire à faible densité	30 à 60 lb/pied cube
Béton normal	140-150 lb/pied cube
Sable	90-100 lb/pied cube
Pierre concassée	120-130 lb/pied cube



6. **Comment la densité est-elle liée à la force ?**
   Pour les mélanges de coulis, plus la densité est élevée, plus la résistance à la compression du matériau est élevée. Un mélange de coulis utilisé pour remplir l'espace annulaire n'a pas besoin d'une résistance à la compression élevée, mais doit être aussi solide que le sol qu'il remplace.

   Le sol est placé autour d'une canalisation en construction neuve ou lors d'une opération "Dig & Replace". Le sol est compacté jusqu'à une certaine densité ; habituellement 95 % de la valeur du Proctor Standard du sol. La résistance à la compression du sol n'est pas nécessaire.

   Il en va de même pour les mélanges de coulis qui sont utilisés pour remplir l'espace annulaire dans une opération d'insertion. La densité du coulis (lb/pi3) est la valeur importante et non la résistance (psi). Les mélanges de coulis de densité plus élevée peuvent contenir du sable, plus de ciment ou moins d'agent moussant qu'un mélange de coulis de densité plus faible, ou encore moins de ciment dans le mélange.

7. **Quelle est la résistance du coulis à utiliser avec Snap-Tite® ?**
   Le coulis doit être aussi solide que le sol autour du tuyau. Pour référence, la résistance du support de différents types de sols et de matériaux de coulis est indiquée ici :

Matériau	Support Strength, (psi)
Sable, (90-100 lb/pi3)	7 psi
Sand and clay	25 psi
Gravier et argile	14 psi
Pierre concassée	21 psi
Coulis cellulaire, 70 lb/pi3	300 psi
Coulis cellulaire, 35 lb/pied cube	80 psi

8. L'installateur a appelé et veut utiliser un mélange "8 sacs" ou "8 sacs". Est-ce que ça va marcher ?

Il s'agit d'un terme lié au béton. Vous devrez interroger l'installateur sur la façon dont il prévoit d'utiliser ce matériel. S'il utilise le béton pour la cloison, alors un mélange "8 sacs" est un mélange très solide pour cette tâche.

S'il veut utiliser le matériau pour jointoyer l'espace annulaire, l'installateur doit apprendre à utiliser un mélange de coulis plutôt qu'un mélange de béton pour cette tâche.
Qu'est-ce qu'un mélange "8 sachets" ? Cela signifie que 8 sacs de ciment seront utilisés par verge cube de béton. À 92 lb par sac, cela équivaut à 736 lb de ciment mis dans chaque verge de béton mis en lots.

Selon les spécificités du projet d'insertion (ex : quelle taille de Snap-Tite® entre dans quelle conduite réceptrice, quelle est la longueur du tuyau, etc.), une gamme de modèles de mélanges de béton, d'un mélange "3 sacs" à un mélange "8 sacs", peut fonctionner. La valeur importante à communiquer à la centrale à béton est que le mélange doit avoir une faible valeur d'affaissement, de 1" à 2". Vous ne voulez pas que le béton de la cloison " coule " trop.

Étant donné qu'un volume minimal de béton est nécessaire pour former la cloison, il ne s'agit pas d'un élément de coût important du travail. Avoir plus de ciment dans le mélange est mieux que d'en avoir trop peu. Il est important que la cloison soit suffisamment solide pour résister à la pression exercée sur elle par le coulis placé à l'intérieur.

Cette information est disponible sur le Web à l'adresse www.Culvert-Rehab.com. Vous pouvez appeler le (800)-culvert pour toute question concernant les coulis cellulaires

9. pourquoi dois-je jointoyer l'espace annulaire ?

Lorsque nous réhabilitons un ponceau avec Snap-Tite® par insertion, nous dirigeons l'écoulement de l'eau à travers l'insertion Snap-Tite®. L'injection de coulis soutient l'insertion Snap-Tite à l'intérieur du tuyau. Il comble également les vides dans le sol autour du tuyau récepteur. Ces vides se forment lorsque la terre de fondation du tuyau s'infiltre par des trous dans un tuyau métallique corrodé ou par des joints qui se sont détachés avec un tuyau en béton. Ainsi, l'injection de coulis dans l'espace annulaire sert aux deux processus nécessaires à l'entretien à long terme de la chaussée. Voir la vidéo de réadaptation sur le site Web.

Dans certaines situations, il n'est pas nécessaire de jointoyer l'espace annulaire. S'il y a un petit espace annulaire, disons qu'un tuyau Snap-Tite® de 20" est inséré dans un RCP de 24", alors la formation de parois d'extrémité en béton du côté entrée et sortie peut être tout ce qui est requis. Le béton ne va pas continuer à se corroder comme un tuyau métallique ondulé et l'eau est forcée à travers le tuyau en polyéthylène Snap-Tite® afin d'éviter toute nouvelle infiltration du sol.

10. Comment déterminez-vous la taille du liner ?

La règle de base est d'utiliser une gaine qui est 10% plus petite que l'ID du tuyau d'origine. Lors de l'insertion de canalisations en béton, il en résultera 80 à 100 % du débit. Lorsque le CMP est recouvert d'une doublure, le débit est généralement augmenté.

Chapitre 15
Glossaire des termes

Glossaire des termes

(Spécifique pour les applications Snap-Tite®)

Additifs (Adjuvants)

Les additifs sont des matériaux autres que le ciment, les agrégats et l'eau qui sont ajoutés au béton avant ou pendant son mélange pour modifier ses propriétés, telles que la malléabilité, la température de durcissement, le temps de prise ou la couleur.

Espace annulaire (Annulus)

L'espace entre le diamètre intérieur du tuyau récepteur et le diamètre extérieur de Snap-Tite® ou d'un autre matériau de conduite à insertion. L'espace annulaire est généralement mesuré en pouces. Cet espace peut être calculé comme le volume d'un cylindre.

Tablier

Matériau protecteur placé sur un lit de ruisseau pour résister à l'affouillement.

Remblayage

Matériau utilisé pour remplir un fossé ou une autre excavation, ou le procédé pour le faire.

Conduites

Le nombre de tuyaux parallèles qui traversent un remblai ou une route.

Diamètre de la conduite

Le diamètre intérieur d'un tuyau ou d'un ponceau.

Blocage

L'utilisation de blocs de bois ou d'autres matériaux sur le dessus ou le côté d'un tuyau d'insertion pour maintenir le niveau et l'alignement du Snap-Tite® ou d'un autre tuyau à insertion dans l'espace annulaire. Le blocage peut être utilisé comme accessoire temporaire pour maintenir le niveau et l'alignement pendant le l'injection du coulis ou comme accessoire permanent.

Blocs

Morceaux de bois ou d'autres matériaux utilisés pour maintenir le niveau et l'alignement lorsqu'ils sont fixés au -dessus ou sur le côté d'un tuyau d'insertion.

Cloison

Mur vertical, ou presque vertical, qui supporte une berge ou un remblai ; joint d'étanchéité entre le tuyau récepteur et le tuyau d'insertion ; peut aussi servir à protéger contre l'érosion.

Coulis cellulaire

Coulis à base de ciment, ou coulis à base de cendres volantes de ciment, composé d'une multitude de cellules d'air macroscopiques, non interconnectées, qui sont réparties dans la masse pour réduire la densité et augmenter la capacité du matériau à s'écouler dans l'espace annulaire. Différentes résistances et densités de coulis cellulaire sont disponibles.

Ciment

Au sens le plus général du terme, le ciment est un liant, une substance qui prend et durcit indépendamment et peut lier d'autres matériaux entre eux. Les ciments hydrauliques sont des matériaux qui durcissent après avoir été mélangés à de l'eau, à la suite de réactions chimiques avec le mélange de l'eau et qui, après durcissement, conservent résistance et stabilité. Le ciment durcit (hydrate) même sous l'eau.

Résistance à l'effondrement

La résistance du Snap-Tite® ou d'une autre conduite d'insertion qui résiste à une force appliquée par les charges du sol, les surcharges et/ou les charges hydrauliques. La résistance est généralement mesurée en pieds d'appuis ou en psi et elle est couramment mentionnée pendant le processus d'injection du coulis dans l'espace annulaire.

Treuil manuel à câbles

Un extracteur à chaîne à levier ; il peut être utilisé pour tirer les deux sections du tuyau Snap-Tite® ensemble. Il y a à la fois des chaînes et des câbles disponibles en longueur. Les chaînes come-a-longs sont plus sûres pour cette application.

Résistance à la compression du coulis

La mesure du nombre de livres par pouce carré, "psi", qu'un coulis tiendra avant de se fracturer. Cette valeur est mesurée par écrasement, compression, cylindres d'essai ou cubes dans une machine.

Béton

Un mélange d'agrégats et de pâte. Les granulats sont des granulats grossiers (gravier ou roche) et fins (sable) ; la pâte est de l'eau et du ciment. Densité du coulis cellulaire en variant la quantité d'air contenue dans le coulis cellulaire, le mélange peut avoir une densité aussi faible que 20 livres par pied cube, et aussi élevée que la densité du coulis non mousseux. Chaque densité présente une résistance à la compression correspondante. Les densités typiques sont de 30 à 80 livres par pied cube.

Densité du coulis

Le coulis de ciment est généralement fabriqué à partir d'agrégats de sable fin avec la pâte (ciment et eau). Les poids typiques sont de 90 à 140 lb par pied cube.

Densité de l'eau

L'eau pèse 62,4 lb par pied cube.

Durée de vie nominale

La durée de vie utile prévue d'un tuyau dans une application donnée lorsqu'il est exposé à des charges et à des températures de calcul spécifiques. La durée de vie est généralement mesurée en années. La durée de vie typique du PEHD est de 50 à 100 ans.

Déplacement

Résultat de forces flottantes agissant sur un objet et le déplaçant de sa position initiale ou, dans le cas d'un tuyau, de sa pente et de son alignement d'origine. Le déplacement est généralement mentionné lorsqu'il s'agit de décrire les précautions à prendre pendant le processus d'injection de coulis dans l'espace annulaire.

Flottaison

Le fait d'être au-dessus d'un liquide. La force appliquée lorsqu'un liquide est déplacé.

Remplissage fluide

Mélange généralement composé d'un mélange de ciment, d'eau, d'agrégats fins (sable) et parfois de cendres volantes. Généralement, le remblai fluide est utilisé à la place du remblai granulaire (sable ou pierre concassée) pour soutenir le tuyau dans une tranchée. Les doublures de ponceau SnapTite® sont souvent jointoyées dans un ponceau réhabilité avec un remblai fluide.

Cendres volantes

Résidu pulvérulent de la matière qui reste après avoir brûlé du charbon dans une centrale électrique. C'est un résidu fin qui, une fois sec, vole littéralement dans l'air. Les cendres volantes réagissent avec l'hydroxyde de calcium en présence d'eau pour former des composés possédant des propriétés cimentaires. Les cendres volantes sont souvent utilisées pour remplacer une partie du ciment dans les mélanges de béton, car elles sont moins coûteuses et offrent des propriétés positives au mélange de béton.

Joint d'étanchéité

Garniture en caoutchouc ou en caoutchouc synthétique (généralement en poly isoprène) utilisée pour réaliser une connexion étanche à l'eau. Un joint d'étanchéité en matériaux conformes aux exigences de la norme ASTM F477 est livré avec tous les tuyaux Snap-Tite®.

Coulis d'injection

Mélange de matériau cimentaire et d'eau, avec ou sans agrégat, proportionné pour produire une consistance fluide sans ségrégation de ses constituants. Le coulis peut également contenir des cendres volantes, du laitier et des additifs liquides. Le coulis est différent du mortier ; il n'est pas nécessaire que le coulis contienne des agrégats (sable) alors que le mortier contient des agrégats fins. Le coulis est utilisé pour remplir les espaces alors que le mortier colle les éléments entre eux, comme dans la construction de maçonnerie.

Pompe à coulis

Machine utilisée pour déplacer le coulis du récipient de malaxage jusqu'au ponceau. Certains types de pompes à coulis sont plus acceptables pour les coulis cellulaires, comme les pompes péristaltiques à effet de compression progressive ou les pompes à rotor et stator.

Eau d'amont

L'élévation de la surface de l'eau du côté amont d'un ponceau qui fournit l'énergie nécessaire pour forcer l'eau à traverser le ponceau.

Tuyau récepteur

Le tuyau ou le ponceau existant qui est réparé ou remis en état. Habituellement, le tuyau récepteur subit une détresse structurelle et est revêtue d'un élément structurel tel que Snap-Tite®.

ID

Le diamètre intérieur est la mesure de l'ouverture réelle d'un tuyau ou d'une gaine.

Contrôle d'entrée

L'un des deux principaux types de contrôle du débit dans l'hydraulique des ponceaux où le tuyau du ponceau est capable de transporter plus de débit que ce que l'entrée d'eau peut accepter.

Soutien interne

Habituellement, les planches de bois sont utilisées à l'intérieur d'un tuyau ou d'une gaine pour empêcher la déformation lorsque la charge est appliquée de l'extérieur.

Radier

Point le plus bas de la section transversale du canal ou au niveau des dispositifs de contrôle du débit tels que les déversoirs, les ponceaux ou les barrages. Pour un tuyau rond, la partie inférieure de la plus grande partie du diamètre intérieur du tuyau.

Renfort d'échelle

Planches de bois ou planches assemblées pour supporter un tuyau, une insertion ou un réservoir. Le support assemblé ressemble à une échelle.

Terrains et sillons

Terrain est un terme utilisé pour décrire une surface plane et usinée sur une pièce circulaire. Une rainure est une longue et étroite entaille dans une surface. La connexion SnapTite® est réalisée en usinant le diamètre extérieur (extrémité mâle) d'une extrémité d'un tuyau d'insertion formant des terrains et des sillons ; le diamètre intérieur (extrémité femelle) de l'autre tuyau à joindre avec des surfaces qui s'adapteront et feront une connexion solide.

Levée

Le fait d'élever le niveau ou l'élévation environnante d'un matériau structurel par incréments prédéfinis. Ce terme est utilisé pour décrire le processus de remplissage partiel d'une canalisation ou d'une tranchée avec un matériau structurel. Lorsque l'espace annulaire entre une doublure de ponceau Snap-Tite® et l'hôte ou d'un ponceau existant est partiellement rempli, une levée de coulis a été coulée ou pompée en place.

Tuyau de décharge

Un tuyau de décharge permet d'évacuer l'air et l'eau de l'espace annulaire. Un tuyau de décharge permet de remplir l'espace annulaire avec du coulis jusqu'au niveau du tuyau de décharge. Lorsque le coulis s'écoule du tuyau de décharge de l'ascenseur, le niveau pour cette levée a été atteinte.

Lubrifiant

Substance utilisée pour réduire la friction. Du savon, de l'huile végétale ou d'autres substances non à base de pétrole peuvent être utilisés pour réduire la force nécessaire pour faire une connexion Snap-Tite®. Placez le lubrifiant sur l'extrémité mâle du manchon de ponceau Snap-Tite® afin de réduire les risques que le joint soit retiré de la rainure pendant l'installation.

Mastic

Une résine utilisée pour faire du ciment adhésif. Il est parfois utilisé en complément du joint Snap-Tite® pour assurer l'étanchéité du raccord.

Cône de nez

Une coupe de forme conique pratiquée dans le tuyau d'insertion pour le faire glisser en place au fur et à mesure que l'insertion est tirée en place.

OD

Le diamètre extérieur est la mesure du diamètre extérieur du tuyau inséré.

Contrôle des sorties

Un des deux types de contrôle de débit dans l'hydraulique de ponceau où le tuyau n'est pas capable de transporter autant de débit que l'ouverture d'entrée le permet.

Retardateur

Additifs utilisés pour retarder le temps avant le durcissement ou la mise en place d'un coulis de ciment ou d'un mélange de béton. Les cendres volantes, lorsqu'elles sont utilisées, agissent souvent comme retardateur.

Résistance à la compression de l'anneau

Terme utilisé pour décrire la résistance d'un tuyau, d'un réservoir ou d'une structure pour résister à l'effondrement sous l'effet d'une ou de plusieurs forces de compression appliquées sur la circonférence du tuyau, du réservoir ou de la structure. L'eau applique cette charge à un tuyau submergé. Le vide à l'intérieur d'un tuyau peut également appliquer cette charge.

Rip Rap

Couche de roches ou de béton brisé et mis en place pour protéger une structure ou un remblai de l'érosion; aussi, la roche ou le béton brisé convenant à un tel usage.

RPI – Système de réhabilitation par réinsertion

Désigne l'installation de Snap-Tite® dans un ponceau existant et la mise en place de coulis entre la conduite et le tuyau récepteur pour créer un système de conduites réhabilité.

Fouiller

Érosion du lit d'un cours d'eau ou des matériaux des berges causée par l'eau courante ; souvent considérée comme étant localisée.

Écran

Une plaque avec des ouvertures de tailles fixes pour ne laisser passer que des particules de cette taille ou d'une taille inférieure. Un écran à 16 mailles signifie qu'il y a 16 trous par pouce carré. Chaque trou aurait un diamètre inférieur à 0,25 pouce.

Patins

Des blocs de bois, de plastique ou de métal montés sur le fond de Snap-Tite® ou d'un autre tuyau de regarnissage utilisé pour faciliter la mise en place de SnapTite® dans une conduite hôte. L'utilisation de patins est particulièrement utile lorsque la pente et l'alignement du tuyau récepteur ne sont pas uniformes.

Insertion

Processus consistant à tirer ou à pousser un tuyau ou une conduite plus petite à l'intérieur d'un ponceau récepteur existant.

Résistance du coulis

Voir Résistance à la compression du coulis

Eau de queue

La profondeur de l'eau du côté aval d'un ponceau mesurée à partir du radier de sortie, et un facteur important dans l'hydraulique du ponceau de contrôle de sortie.

Cheminée

Ouvertures formées pour permettre la fuite ou l'entrée de gaz ou de liquide à l'intérieur ou à l'extérieur d'un espace clos.

Vides

Un espace vide à l'intérieur d'une section solide. Lorsque de l'air est emprisonné dans l'espace annulaire entre le tuyau et le ponceau, le coulis ne peut remplir cet espace. Un "vide" se forme dans le coulis. Il y a une perte de résistance dans le coulis à cause du vide.

Poids du coulis

Terme utilisé pour décrire le poids d'un pied cube de coulis. Le coulis de ciment est habituellement fait d'agrégats de sable fin. Les poids typiques sont de 75 à 100 lb par pied cube.

Snap-Tite est manufacturé par ISCO Industries, Inc.

Termes et Conditions

Toutes les ventes avec ISCO Industries, Inc. (“ Vendeur “) sont sujettes aux termes et conditions suivantes.

Acceptation : Toutes les ventes sont sujettes à l’approbation et à l’acceptation d’un représentant autorisé du vendeur.

Annulation : Toute vente en cours de production ou d’expédition n’est pas sujette à annulation, report de livraison ou changement de spécifications sans l’approbation d’un représentant autorisé du vendeur.

Fret : Sauf mention expresse que le fret est autorisé, toutes les commandes sont F.A.B. point d’expédition. Lorsque le fret est autorisé, les prix sont F.A.B. à partir du point d’expédition, le fret étant autorisé jusqu’à la destination spécifiée. Le point d’origine de l’envoi, le mode de transport et l’acheminement des envois sont à la discrétion du vendeur.

Marchandises retournées : L’Acheteur ne retournera aucune marchandise sans avoir obtenu l’autorisation du Vendeur. Les marchandises retournées pour crédit doivent être dans un état neuf et seront sujettes à un minimum de vingt-cinq pour cent (25%) de frais de réapprovisionnement, F.A.B. Vendeur adresse de livraison. Seuls les articles de stockage standard avec un numéro de pièce standard peuvent être retournés. Les articles non standard, les articles expédiés directement d’un fabricant ou les articles spéciaux ne seront pas acceptés pour retour. Tout article, structure ou marchandise nécessitant un bon de travail fourni par le vendeur ou un dessin informatisé ne sera pas accepté pour un retour.

Performance : Toutes les promesses quant à la date d’expédition sont faites de bonne foi. Le Vendeur s’efforcera de tenir ces promesses en prenant toutes les précautions raisonnables dans la passation de ses commandes et en obligeant ses fabricants à s’assurer qu’ils respectent leurs accords. Étant donné que tous les fabricants qui acceptent des commandes déclinent expressément toute responsabilité pour les dommages indirects, cette proposition est faite en sachant bien que le vendeur ne sera pas tenu responsable des dommages de quelque nature que ce soit.

Garantie limitée : Les produits fabriqués par le Vendeur ne sont garantis que dans la mesure où le Vendeur fournira des pièces de rechange, sans frais, F.A.B. lieu d’expédition ; ou au choix du Vendeur, remboursera le prix d’achat de tout produit qui, une fois installé et utilisé conformément aux recommandations du Vendeur et selon les meilleures pratiques et techniques d’installation et de fonctionnement, s’avère défectueux dans un (1) an suivant sa date de livraison. Le vendeur doit être immédiatement informé du défaut et avoir la possibilité de l’inspecter sur place.

d’installation. Les produits vendus par le vendeur qui sont fabriqués par des tiers ne sont garantis que dans la mesure de la garantie du fabricant et sont limités à celle-ci.

Les garanties énoncées ci-dessus remplacent toutes les autres garanties, expresses ou implicites, y compris les garanties de qualité marchande et d’adaptation à un usage particulier. Le Vendeur ne sera pas responsable envers l’Acheteur ou toute autre partie pour négligence, responsabilité stricte, ou tout autre retard, acte ou erreur, pour les pertes de toute nature. Le Vendeur ne sera pas responsable envers l’Acheteur ou toute autre partie des dommages directs, indirects, spéciaux ou consécutifs.

Sans limitation de ce qui précède, la responsabilité du Vendeur à l’égard de tout autre produit, que ce soit par garantie ou autrement, ne peut en aucun cas dépasser le prix d’achat initial du produit garanti.

Les limitations susmentionnées ne peuvent être levées ou modifiées que par écrit et signées par un représentant dûment autorisé du Vendeur.

Conditions de paiement : Tout crédit est sujet à l’approbation du département de crédit du vendeur. Sauf indication contraire dans les conditions de vente, toutes les ventes se font aux conditions Net 30. Des frais de service d’un montant d’un et demi pour cent (1-1/2 %) par mois ou de dix-huit pour cent (18 %) par année ou au montant le plus élevé permis par la loi, seront ajoutés à tout compte en souffrance depuis trente (30) jours. Le Vendeur se réserve le droit d’exiger le paiement intégral ou partiel avant l’expédition lorsque la situation financière de l’Acheteur ne justifie pas la poursuite de l’expédition selon les modalités de paiement spécifiées. Les commandes provenant d’acheteurs ayant un crédit approuvé peuvent être expédiées contre remboursement après approbation de l’acheteur.

Taxes : Les prix n’incluent pas les taxes fédérales, d’État ou locales actuelles ou futures, sauf indication contraire. t est la responsabilité de l’acheteur d’assumer toutes les taxes. Le cas échéant, les taxes peuvent être ajoutées au prix d’achat et payées par l’Acheteur à moins que l’Acheteur ne fournisse un certificat d’exonération fiscale sous une forme acceptable pour l’autorité compétente.

Renonciation, modification : La renonciation du Vendeur à toute violation des présentes conditions générales ne doit pas être interprétée comme une renonciation à toute autre violation. Les présentes conditions générales constituent l’intégralité de l’accord entre l’Acheteur et le Vendeur. Aucune modalité ou condition, de quelque façon que ce soit, ajoutant ou modifiant les dispositions ne liera le Vendeur ; sans le consentement écrit d’un représentant dûment autorisé du Vendeur

NOTES:

NOTES:

SnapTite®

WWW.CULVERT-REHAB.COM | 800-CULVERT