



DOCUMENT TECHNIQUE NORMALISÉ
INFRASTRUCTURES
DTNI-2A

**Travaux de réhabilitation
de conduites d'eau potable
par la technique de chemisage**

Date d'émission : 31 mars 2025

Modificatif n°	Date	Description	Préparé par
-	-	-	-

AVIS

Le présent document doit être utilisé dans son intégralité. L'Entrepreneur doit tenir compte du fait que certaines clauses du présent document peuvent être complétées, modifiées ou annulées par d'autres documents du Cahier des charges. Une lecture diligente de tous les documents du Cahier des charges est nécessaire. Tout changement apporté au contenu du présent document est précisé dans un document distinct, soit dans les instructions aux Soumissionnaires, soit dans le cahier des clauses administratives spéciales, soit dans le devis technique spécial.

L'utilisateur ou l'utilisatrice externe de ce document technique normalisé est invité(e) à envoyer ses commentaires au représentant de la Ville responsable du projet concerné. De plus, l'utilisateur ou l'utilisatrice de la Ville est encouragé(e) à soumettre ses commentaires ou suggestions de modification via l'annexe A disponible sur le site internet de la Ville. Tous les formulaires reçus seront étudiés afin que le comité technique de révision puisse apporter annuellement les modifications nécessaires au présent document, le cas échéant.

AVANT-PROPOS

Le présent document a été préparé et approuvé par le comité formé des membres suivants :

Rachid Fettah (normalisateur), DRT, DRPIU, SIRR	Amar Ouchenane, DCT, DRPIU, SIRR
Caroline Harmignies, DIng, DRE, SE	Lila Touahria, DRT, DRPIU, SIRR
Jonathan Labonté, arr. Ville-Marie	
Karl Lai, DPI, DGA, SE	

Le texte comportant une ligne verticale en marge est un nouveau texte ou un texte modifié par rapport au document de la précédente émission.

TABLE DES MATIÈRES

AVIS	2
AVANT-PROPOS.....	2
1 OBJET	8
2 DOMAINE D'APPLICATION.....	9
3 LOIS, RÈGLEMENTS, NORMES ET RÉFÉRENCES	10
4 DÉFINITIONS	13
5 EXIGENCES GÉNÉRALES	15
5.1 INNOCUITÉ DES MATÉRIAUX EN CONTACT AVEC L'EAU POTABLE.....	15
5.2 INTERVENTIONS EN LIEN DIRECT AVEC L'EAU POTABLE	15
5.3 PLAN DE QUALITÉ.....	15
5.4 ORDONNANCEMENT DES TRAVAUX.....	15
5.5 TRANSMISSION DES FORMULAIRES	15
5.6 MESURAGE DES CONDUITES RÉHABILITÉES	15
5.7 INSPECTION TÉLÉVISÉE	16
5.7.1 Camion	16
5.7.2 Capacité des équipements.....	16
5.7.3 Caméra.....	16
5.7.4 Odomètre.....	16
5.7.5 Système de traction de la caméra.....	16
5.7.6 Système d'enregistrement électronique	17
5.7.7 Conditions d'opération.....	17
5.7.8 Position de la caméra	17
5.7.9 Vitesse de parcours de la caméra.....	17
5.7.10 Informations à l'écran durant l'enregistrement	18
5.7.11 Format du support numérique	18
5.7.12 Identification de l'enregistrement	18
5.7.13 Entête vidéo	18
5.8 RAPPORT FINAL	19
5.9 DÉLAIS DE REMISE DES DOCUMENTS	20
5.10 ESPACE CLOS	20
6 MATÉRIAUX.....	21
6.1 GAINÉ	21
6.1.1 Chemise	21
6.1.2 Résine	21
6.1.3 Additifs.....	21
6.1.4 Résistance mécanique	22
6.1.5 Épaisseur de la gaine.....	22
6.2 PRODUIT DE SCÈLEMENT	23
6.3 JOINT DE SCÈLEMENT INTERNE (DNI-2A-200).....	23
6.4 RACCORD POUR CONDUITE EN BÉTON-ACIER (DNI-2A-201 ET DNI-2A-202)	24
7 EXÉCUTION DES TRAVAUX.....	25
7.1 LOCALISATION ET VÉRIFICATION DES BRANCHEMENTS D'EAU.....	25
7.2 LOCALISATION DES CONDUITES ET DES RACCORDS.....	25
7.3 RÉSEAU D'ALIMENTATION TEMPORAIRE.....	25
7.4 FERMETURE D'EAU	25

7.5	TRAVAUX D'EXCAVATION ET DE SECTIONNEMENT	25
7.5.1	Excavation et sectionnement - Conduite secondaire	26
7.5.2	Excavation et sectionnement - Conduite principale	26
7.6	INSTALLATION DE BOUCHONS SUR LES CONDUITES EXISTANTES.....	26
7.7	TRAVAUX PRÉPARATOIRES.....	26
7.7.1	Essai d'étanchéité du réseau existant.....	26
7.7.2	Nettoyage et alésage de la conduite d'accueil.....	27
7.7.3	Bouchonnage des branchements d'eau.....	27
7.7.4	Inspection télévisée de la conduite d'accueil	27
7.7.5	Prise de dimensions de conduites existantes	28
7.7.6	Acceptation.....	28
7.8	INSTALLATION DE RACCORD – CONDUITE EN BÉTON-ACIER.....	28
7.9	TRAVAUX DE CHEMISAGE.....	28
7.9.1	Imprégnation de la chemise	29
7.9.2	Assèchement de la conduite d'accueil	29
7.9.3	Inspection télévisée de la conduite d'accueil le jour du chemisage.....	29
7.9.4	Installation de la gaine.....	29
7.9.5	Réticulation de la gaine	30
7.9.6	Refroidissement de la gaine.....	30
7.9.7	Découpage de la gaine aux extrémités.....	30
7.9.8	Scellement des extrémités	31
7.9.9	Percement de la gaine au niveau des branchements d'eau	32
7.9.10	Branchements d'eau abandonnés	32
7.9.11	Inspection télévisée de la conduite réhabilitée.....	32
7.10	ESSAI D'ÉTANCHÉITÉ DU RÉSEAU RÉHABILITÉ	33
7.11	DÉSINFECTION ET RACCORDEMENT DU TRONÇON RÉHABILITÉ AU RÉSEAU EXISTANT	33
7.12	PROTECTION INTERNE DES JOINTS SOUDÉS (DNI-2A-203).....	33
8	PRÉLÈVEMENT DE MATÉRIAUX ET ESSAIS	34
8.1	PRÉLÈVEMENT D'ÉCHANTILLONS DE LA GAINÉ SUR LES CONDUITES RÉHABILITÉES.....	34
8.1.1	Identification des échantillons	34
8.1.2	Localisation et fréquence de l'échantillonnage	34
8.1.3	Essais de flexion ASTM D790 ou ISO 11298-4 et de traction ASTM D638	35
8.1.4	Essais de chargement hydrostatique ASTM D1599	36
8.1.5	Essais de rigidité et d'écrasement ASTM D2412.....	36
8.1.6	Essais d'adhésion ASTM D7234.....	36
8.1.7	Vérification de l'épaisseur de la gaine ASTM F1216	36
9	CRITÈRES D'ACCEPTATION ET ESSAIS	38
9.1	TRAVAUX DE CHEMISAGE.....	38
9.1.1	Inspection télévisée.....	38
9.1.2	Calculs de rétro-ingénierie	38
9.2	ESSAIS D'ÉTANCHÉITÉ DE LA GAINÉ	39
9.3	PÉNALITÉ ET NON-PAIEMENT.....	39
9.3.1	Section pénalisable	39
9.3.2	Essais de flexion ASTM D790 ou ISO 11298-4 et de traction ASTM D638	40
9.3.3	Épaisseur de la gaine selon ASTM F1216 et selon les calculs de rétro- ingénierie	40
9.3.4	Non-paiement.....	40

10	DESCRIPTION DES ITEMS DU BORDEREAU	41
	FAMILLE 1000 – TRAVAUX PRÉLIMINAIRES	41
	Sous-Famille 1100 – Travaux préliminaires	41
	FAMILLE 2000 – TRAVAUX DE CHEMISAGE	42
	Sous-Famille 2100 – Chemisage de conduite d'eau	42
11	ANNEXE	44
	11.1 DESSINS NORMALISÉS	44
	DNI-2A-1XX – Échantillonnage	45
	DNI-2A-2XX – Divers détails	46

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 – Remise de documents.....	20
Tableau 2 – Résistance mécanique minimale pour les gaines	22
Tableau 3 – Critères de conception.....	23
Tableau 4 – Essai de flexion ASTM D790 ou ISO 11298-4 et de traction ASTM D638	35
Tableau 5 – Essai de chargement hydrostatique ASTM D1599	35
Tableau 6 – Essai de rigidité et d'écrasement ASTM D2412.....	35
Tableau 7 – Essai d'adhésion ASTM D7234.....	35
Tableau 8 – Longueur des échantillons.....	36
Tableau 9 – Diamètre intérieur de la gaine après réticulation.....	37

LISTE DES DESSINS NORMALISÉS

DNI-2A-1XX – ÉCHANTILLONNAGE	45
DNI-2A-100 – ÉCHANTILLONNAGE DE GAINÉ POUR CONDUITES D'EAU	45
DNI-2A-2XX – DIVERS DÉTAILS	46
DNI-2A-200 – JOINT DE SCÉLÉMENT INTERNE POUR CONDUITE D'EAU EN FONTE Ø ≥ 350 MM RÉHABILITÉE PAR CHEMISAGE	46
DNI-2A-201 – DÉTAILS DE RACCORDEMENT	47
DNI-2A-202 – DÉTAILS DE RACCORDEMENT	48
DNI-2A-203 – DÉTAILS DE RACCORDEMENT	49

1 **OBJET**

Le présent document normalisé spécifie les clauses techniques qui régissent les travaux de réhabilitation sans tranchée de conduites d'eau potable, par la technique de chemisage. Ces travaux visent à assurer l'intégrité structurale, à conserver la capacité hydraulique, à corriger les déficiences physiques, à réduire le taux de bris et à prolonger la vie utile de la conduite et du réseau.

2 **DOMAINE D'APPLICATION**

Le présent document normalisé s'applique aux travaux de réhabilitation par la technique de chemisage des conduites d'eau potable principales et secondaires dont le diamètre varie de 150 mm à 1 200 mm. Les conduites d'accueil peuvent être en fonte ductile, en fonte grise, en PVC, en acier ou en béton-acier.

3 **LOIS, RÈGLEMENTS, NORMES ET RÉFÉRENCES**

Lorsque le présent document réfère à une norme ou à une référence, la plus récente édition en vigueur en date de la publication de l'Appel d'offres est applicable. De plus, lorsque le présent document réfère à une loi ou à un règlement, la plus récente édition en vigueur est applicable.

<u>ASTM</u>	<u>American Society for Testing and Materials</u>
ASTM D395	Standard Test Methods for Rubber Property – Compression Set
ASTM D412	Standard Test Methods for Vulcanized Rubber and Thermoplastic Elastomers – Tension
ASTM D543	Standard Practices for Evaluating the Resistance of Plastics to Chemicals Reagents
ASTM D573	Standard Test Methods for Rubber – Deterioration in an Air Oven
ASTM D578	Standard Specification Glass Fiber Strands
ASTM D638	Standard Test Methods for Tensile Properties of Plastics
ASTM D695	Standard Test Methods for Compressive Properties of Rigid Plastics
ASTM D790	Standard Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials
ASTM D1171	Standard Test Methods for Rubber Deterioration – Surface Ozone Cracking Outdoors
ASTM D1599	Standard Test Methods for Resistance to Short-time Hydraulic Pressure of Plastic Pipe, Tubing, and Fittings
ASTM D2240	Standard Test Method for Rubber Property - Durometer Hardness
ASTM D2412	Standard Test Methods for Determination of External Loading Characteristics of Plastic Pipe by Parallel-plate Loading
ASTM D2990	Standard Test Methods for Tensile, Compressive, and Flexural
ASTM D3039/D3039M	Standard Test Methods for Tensile Properties of Polymer Matrix Composite Materials
ASTM D3567	Standard Practice for Determining Dimension of Fiberglass (Glass-fiber-Reinforced Thermosetting Resin) Pipe and Fittings
ASTM D5813	Standard Specification for Cured-in-place Thermosetting Resin Sewer Piping Systems
ASTM D7234	Standard Test Methods for Pull-off Adhesion Strength of Coatings on Concrete Using Portable Pull-off Adhesion Testers
ASTM F1216	Standard Practice for Rehabilitation of Existing Pipelines and Conduits by the Inversion and Curing of a Resin-Impregnated Tube

ASTM F1743	Standard Practice for Rehabilitation of Existing Pipelines and Conduits by Pulled-in-place Installation of Cured-in-place Thermosetting Resin Pipe (CIPP)
ASTM F2019	Rehabilitation of Existing Pipelines and Conduits by the Pulled-in-place Installation of Glass Reinforced Plastic (GRP) Cured-in-place Thermosetting Resin Pipe (CIPP)
<u>AWWA</u>	<u>American Water Works Association</u>
AWWA M28	Rehabilitation of Water Mains
<u>BNQ</u>	<u>Bureau de normalisation du Québec</u>
BNQ 1809-400	Travaux de réhabilitation sans tranchée – conduites d’eau potable et d’égout
BNQ 3660-950	Innocuité des produits et des matériaux en contact avec l’eau potable
<u>MELCC</u>	<u>Ministère de l’Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques</u>
Directive 001	Captage et distribution de l’eau
<u>NACE</u>	<u>National Association of Corrosion Engineers</u>
NACE/SSPC SP 11	Power-Tool Cleaning to Bare Metal
<u>NSF/ANSI</u>	<u>National Sanitation Foundation / American National Standards Institute</u>
NSF/ANSI/CAN 61	Drinking Water System Components – Health Effects
<u>Ville de Montréal</u>	<u>Document technique normalisé (DTN)</u>
DTNI-1A	Travaux de conduites d’eau et de conduites d’égout
DTNI-1B	Réseau d’alimentation temporaire en eau potable
DTNP-1B	Protection des végétaux
<u>Ville de Montréal</u>	<u>Formulaires (FI)</u>
FI-2A-01	Vérification des bouches à clé de branchements et de robinets d’arrêt extérieurs

FI-2A-02	Identification des branchements d'eau
FI-2A-03	Réticulation et refroidissement (vapeur ou eau)
FI-2A-04	Mesurage conjoint des conduites d'eau réhabilitées
FI-2A-05	Essai d'étanchéité – Avant et après le chemisage
FI-2A-06	Essai d'étanchéité de la gaine

Les formulaires FI-2A sont disponibles sur le site Internet suivant :

- <https://ville.montreal.qc.ca/executiontravaux/>

ISO

International Organization for Standardization

ISO 11298-4

Systèmes de canalisations en plastique pour la rénovation des réseaux enterrés d'alimentation en eau — Partie 4 : Tubage continu par tubes polymérisés sur place

4 DÉFINITIONS

Dans le présent document, on entend par :

- **accessoire** : tout élément installé sur les conduites d'eau et tout autre appareil requis pour l'opération et les essais d'une conduite d'eau;
- **bouche à clé de branchement** : dispositif constitué d'une tête, d'un tube de protection assurant le passage d'une tige de manœuvre et d'une cloche, destiné à permettre la manœuvre d'un robinet d'arrêt extérieur;
- **bouche à clé de vanne** : dispositif qui est constitué d'un couvercle, d'un tube de protection assurant le passage d'une tige et d'une cloche permettant la manœuvre d'une vanne (enterrée ou non);
- **branchement d'eau** : conduite d'eau potable raccordée généralement à une conduite secondaire et destinée à desservir un usager particulier (résidentiel ou autre) ou un poteau d'incendie;
- **chemisage** : technique de réhabilitation qui consiste à installer, par inversion ou par tirage en place, une gaine à l'intérieur d'une conduite d'eau potable;
- **chemisage par inversion** : méthode d'installation qui consiste à inverser une gaine dans la conduite d'accueil à l'aide de la pression d'air ou de la pression d'eau;
- **chemisage par tirage** : méthode d'installation qui consiste à tirer en place une gaine dans la conduite d'accueil à l'aide d'un système de treuil;
- **chemise** : membrane souple en matériau tissé ou non tissé, ou d'une combinaison des deux;
- **conduite d'accueil** : conduite existante à chemiser;
- **conduite d'eau** : ensemble des tuyaux réguliers et spéciaux, des raccords et des accessoires destinés au transport et à la distribution de l'eau potable;
- **conduite d'eau principale** : conduite destinée au transport de l'eau potable vers les conduites d'eau secondaires;
- **conduite d'eau secondaire** : conduite destinée à la distribution de l'eau potable vers les branchements d'eau;
- **gaine** : chemise imprégnée d'une résine thermodurcissable ou photodurcissable qui est insérée dans une conduite d'eau potable et qui devient rigide par l'action de la réticulation de la résine;
- **puits** : excavation locale ou structure qui donne accès à une conduite à partir de laquelle un équipement est installé afin d'effectuer les travaux préparatoires et de chemisage d'une conduite;
- **réticulation** : processus de durcissement de la gaine;
- **robinet d'arrêt extérieur** : dispositif installé sur la section publique d'un branchement d'eau de 50 mm ou moins, généralement à la limite de la propriété, et qui sert à interrompre l'alimentation en eau;
- **robinet de prise** : dispositif installé sur la conduite d'eau secondaire qui sert à raccorder un branchement d'eau de 50 mm ou moins;
- **section** : segment de conduite à chemiser comprise entre deux puits;
- **terminaison** : emplacement où le chemisage débute, ou se termine, causant une jonction de la chemise avec la conduite d'accueil.

De plus, chacune des définitions présentes au Cahier des clauses administratives générales (CCAG) est applicable au présent document lorsque le terme utilisé comporte une majuscule.

5 EXIGENCES GÉNÉRALES

5.1 INNOCUITÉ DES MATÉRIAUX EN CONTACT AVEC L'EAU POTABLE

Tous les matériaux et produits en contact avec l'eau potable doivent être conformes aux exigences des normes BNQ 3660-950 ou NSF/ANSI/CAN 61.

5.2 INTERVENTIONS EN LIEN DIRECT AVEC L'EAU POTABLE

Lorsque les travaux nécessitent le raccordement d'équipements au réseau d'alimentation existant en eau potable, l'Entrepreneur doit respecter les exigences du document technique normalisé d'infrastructure DTNI-1A.

5.3 PLAN DE QUALITÉ

L'Entrepreneur doit fournir un plan de qualité avant le début des travaux contenant les informations suivantes :

- le certificat d'innocuité des matériaux en contact avec l'eau potable selon les normes BNQ 3660-950 ou NSF/ANSI/CAN 61;
- l'attestation « d'installateur certifié » par le fabricant de la gaine et/ou le fournisseur de la technologie;
- un tableau résumant la longueur maximale d'installation selon le diamètre de la conduite d'accueil;
- les rapports indiquant les résultats des essais réalisés par un laboratoire indépendant effectués sur la gaine, incluant la valeur de la résistance en flexion (ASTM D-790 ou ISO-11298-4) à court terme, la valeur du module d'élasticité en flexion (ASTM D-790 ou ISO-11298-4) à court terme et la résistance en tension (ASTM D-638) à court terme. Ces valeurs doivent être utilisées dans le calcul de conception de l'épaisseur de la gaine. L'Entrepreneur doit aussi fournir, lorsqu'ils sont disponibles, tous les résultats d'essais réalisés pour déterminer ces mêmes valeurs à long terme. Tous les essais sur le produit doivent avoir été complétés dans les trois (3) ans qui précèdent la date de la soumission.

5.4 ORDONNANCEMENT DES TRAVAUX

Les travaux d'excavation et d'enlèvement de branchements d'eau, de raccords, de bouches à clé de vanne, vannes, de poteaux d'incendie ou de structures ainsi que les travaux d'installation des robinets de prise doivent être effectués avant les travaux de chemisage. Les travaux d'installation et de remblayage de ces éléments doivent être effectués après les travaux de chemisage.

5.5 TRANSMISSION DES FORMULAIRES

Tous les formulaires que l'Entrepreneur doit remplir doivent être enregistrés sur un support électronique et envoyés au Directeur par courriel en respectant les délais mentionnés dans le présent document. Ces formulaires sont disponibles en version numérique.

5.6 MESURAGE DES CONDUITES RÉHABILITÉES

La longueur de la gaine installée doit être mesurée en surface d'une extrémité à l'autre de la conduite gainée, en déduisant les longueurs des nouvelles conduites et accessoires remplacés aux puits intermédiaires. Ce mesurage doit être réalisé conjointement par l'Entrepreneur et le Directeur. Les valeurs mesurées doivent être compilées dans le formulaire FI-2A-04 et ce dernier doit être signé par l'Entrepreneur et le Directeur.

5.7 INSPECTION TÉLÉVISÉE

5.7.1 CAMION

Le camion d'inspection télévisée doit être muni d'un espace spécialement adapté aux besoins d'inspection, d'enregistrement et de contrôle des opérations d'inspection. Cet espace doit être isolé du bruit et la température ambiante doit être contrôlée, indépendamment de la température extérieure. Toutes les sources externes de lumières doivent être tamisées de façon à ne pas perturber la qualité de l'image à l'écran. L'Entrepreneur doit permettre en tout temps l'accès au Directeur au camion d'inspection télévisée lors des travaux d'inspection.

5.7.2 CAPACITÉ DES ÉQUIPEMENTS

Les équipements servant aux travaux d'inspection télévisée doivent être en mesure de réaliser une inspection d'une longueur minimale de :

- 200 m si des accès sont disponibles à chacune des extrémités de la conduite à inspecter;
- 50 m si la caméra est poussée dans la conduite par des tiges rigides;
- 150 m si un système de traction est utilisé en ne considérant qu'un seul et unique accès à la conduite.

Les équipements servant aux travaux d'inspection télévisée doivent être opérés de la surface par l'Entrepreneur.

5.7.3 CAMÉRA

La caméra vidéo doit pouvoir enregistrer en couleur et doit être spécialement conçue pour les inspections dans les conduites d'eau. La caméra doit avoir un objectif d'une résolution égale ou supérieure à 420 lignes muni d'un appareil de contrôle multidirectionnel pivotant à 360 degrés dans le sens radial et à 270 degrés dans le sens latéral pour ainsi visualiser toute la périphérie des conduites.

La caméra doit être étanche, avec un éclairage intégré permettant de rendre une image claire sur toute la périphérie de la conduite. Les ajustements du focus, de l'iris et de la clarté doivent être réalisés de façon à maximiser la qualité de l'image. Ces options doivent être ajustables.

5.7.4 ODOMÈTRE

La caméra doit être munie d'un odomètre étalonné selon le système international d'unités (SI) afin de mesurer le déplacement de la caméra. Cette mesure doit être affichée sur l'écran couleur. L'odomètre doit permettre l'enregistrement de la mesure de la distance de déplacement de la caméra en surimpression dans la vidéo.

5.7.5 SYSTÈME DE TRACTION DE LA CAMÉRA

Le système de traction de la caméra peut être de différents types :

- un système autottracté;
- un système tracté au moyen d'un câble d'acier et d'un treuil.

Le système de traction doit être adapté en fonction du diamètre de la conduite à inspecter.

5.7.6 SYSTÈME D'ENREGISTREMENT ÉLECTRONIQUE

Les enregistrements des inspections doivent être réalisés dans un format compatible avec le logiciel Windows Media Player (un [1] fichier par section) et les photos des anomalies en format .JPG, le tout sur un support électronique. Le support électronique doit être clairement identifié et numéroté. L'enregistrement doit être de format de qualité MPEG2 ou supérieure.

5.7.7 CONDITIONS D'OPÉRATION

Les enregistrements doivent être clairs et précis et l'image doit être exempte de vapeur de façon à permettre de bien distinguer les différents éléments rencontrés dans la conduite. Lors de l'installation de la caméra dans une conduite à inspecter, l'Entrepreneur doit désinfecter la caméra et le câble d'enregistrement avec une solution de chlore, et ce, avant chaque inspection.

Une pause d'une durée minimale de cinq (5) secondes (sans arrêt de l'enregistrement) doit être effectuée à chaque branchement et à chaque anomalie.

Si un arrêt de l'enregistrement est requis lors de l'inspection, l'Entrepreneur doit s'assurer que la remise en marche de l'enregistrement s'effectue aux mêmes endroits et chaînages qui précédaient l'arrêt.

La position de départ de l'odomètre, soit à 0,0 m, doit être indiquée à l'endroit où commence l'inspection. Conséquemment, la position finale de l'odomètre doit être au centre de l'accès où se termine l'inspection. De plus, la lecture de l'odomètre doit apparaître en tout temps sur l'enregistrement, lequel doit inclure le visionnement de l'accès de départ et d'arrivée (position de la caméra vers le haut). La présence d'eau et de dépôts n'est pas tolérée dans la conduite lors de l'inspection.

Il est à noter qu'aucune inspection télévisée ne sera réalisée sans la présence du Directeur et ne sera acceptée sans son approbation. Si la qualité de l'enregistrement est jugée inacceptable par la Ville, l'Entrepreneur doit reprendre, à ses frais, l'inspection télévisée des sections concernées en présence du Directeur.

5.7.8 POSITION DE LA CAMÉRA

La caméra doit être centrée dans la conduite. La position verticale de la caméra doit être ajustée à l'aide de supports appropriés. La hauteur des supports de la caméra doit varier selon le diamètre des conduites et ils doivent être montés de façon à maintenir la caméra dans l'axe de la conduite pour éviter toute distorsion d'images, dans un axe correspondant à 50 % de la hauteur de la conduite, pour des conduites circulaires (axe central). Dans tous les cas, la caméra doit demeurer dans l'axe longitudinal de la conduite à inspecter.

5.7.9 VITESSE DE PARCOURS DE LA CAMÉRA

La vitesse de parcours doit être constante :

- pour les conduites de 150 mm à 300 mm, la vitesse de déplacement doit être égale ou inférieure à 9 m/min.
- pour les conduites d'eau supérieure à 300 mm, la vitesse de déplacement doit être égale ou inférieure à 12 m/min.

5.7.10 INFORMATIONS À L'ÉCRAN DURANT L'ENREGISTREMENT

Lors de l'inspection, les informations suivantes doivent apparaître en tout temps à l'écran :

- la lecture de l'odomètre;
- l'identification de la section à inspecter ou l'identification des puits en amont et en aval de la section;
- l'identification de chacun des branchements d'eau par l'adresse civique correspondante et par son état (p. ex. en service ou hors service) et par sa fonction (p. ex. gicleur, sellette);
- l'identification de tous les accessoires (vannes, coudes, réduits, etc.).

Toutes ces informations doivent être disponibles sous forme de rapport et doivent être accessibles au Directeur.

5.7.11 FORMAT DU SUPPORT NUMÉRIQUE

Toutes les inspections télévisées doivent être enregistrées en format DVD de type DVD-R, sur une clé USB ou sur un disque dur. L'enregistrement doit être fait en continu afin que chaque fichier représente l'inspection d'un tronçon unique et doit comporter une seule rue.

5.7.12 IDENTIFICATION DE L'ENREGISTREMENT

Les informations suivantes doivent apparaître dans l'ordre sur l'étiquette de chaque support numérique :

- numéro du contrat ou de la soumission, selon le cas;
- numéro du plan;
- nom de la rue;
- numéro du puits.

5.7.13 ENTÊTE VIDÉO

L'Entrepreneur doit, au début de chaque vidéo et avant le début de l'inspection, enregistrer électroniquement, durant dix (10) secondes, clairement et visuellement sous la forme d'une fiche d'identification au minimum, les renseignements indiqués ci-dessous dans l'ordre suivant :

- le nom de l'Entrepreneur;
- le numéro du projet;
- la date de l'inspection (année-mois-jour);
- l'heure de l'inspection;
- le nom de la rue;
- l'identification du puits de départ de la section à inspecter;
- l'identification du puits d'arrivée de la section à inspecter;
- le diamètre en mm et le matériau de la conduite;
- la longueur de la section à inspecter, mesurée en surface [m 000, 00];
- le nom de l'opérateur de la caméra.

5.8 RAPPORT FINAL

Le rapport final doit être remis au Directeur sur clé USB après la correction de toutes les déficiences, au minimum trente (30) jours avant la réception définitive des travaux. L'Entrepreneur doit produire, pour les conduites réhabilitées, un rapport par arrondissement. Les rapports dûment signés par le chargé de projet de l'Entrepreneur doivent comprendre une table des matières et les informations suivantes regroupées selon l'ordre de la liste de rues de l'appel d'offres :

- le plan de localisation montrant la section réhabilitée;
- la description de la gaine (longueur, diamètre et épaisseur);
- la fiche de calcul signée et scellée par un ingénieur membre de l'Ordre des ingénieurs du Québec indiquant clairement les notes de calcul utilisées pour déterminer l'épaisseur de chacune des gaines proposées;
- les calculs de rétro-ingénierie signés par un ingénieur membre de l'Ordre des ingénieurs du Québec;
- la fiche technique de la résine et des additifs;
- les quantités de chacun des produits utilisés pour l'imprégnation;
- le registre des opérations d'imprégnation de la résine comprenant le volume de résine utilisée;
- le registre des opérations d'installation en chantier (heures de début et de fin, pression d'air ou d'eau, longueur de la section réhabilitée);
- les éléments nécessaires pour la mise à jour des plans annotés – TQC – (remplacement de conduites par excavation, ajout de structure, etc.);
- les formulaires suivants :
 - FI-2A-01 – Vérification des bouches à clé de branchement et des robinets d'arrêt extérieurs;
 - FI-2A-02 – Identification des branchements d'eau;
 - FI-2A-03 – Réticulation et refroidissement;
 - FI-2A-04 – Mesurage conjoint des conduites d'eau réhabilitées;
 - FI-2A-05 – Essais d'étanchéité avant et après chemisage;
 - FI-2A-06 – Essais d'étanchéité de la gaine.

5.9 DÉLAIS DE REMISE DES DOCUMENTS

L'Entrepreneur doit transmettre au Directeur les différents documents selon les délais et modes de transmission indiqués au Tableau 1.

Tableau 1 – Remise de documents

Documents	Délais de remise	Mode de transmission
FI-2A-01	72 heures avant la date de fermeture d'eau	Par courriel
FI-2A-02	72 heures après l'inspection télévisée des travaux préparatoires et après les travaux de chemisage, selon l'état d'avancement	Par courriel
FI-2A-03	72 heures après la fin de la réticulation	Par courriel
FI-2A-04	72 heures après les travaux de chemisage	Par courriel
FI-2A-05	72 heures après le deuxième essai d'étanchéité sur le réseau existant	Par courriel
FI-2A-06	72 heures après l'essai d'étanchéité de la gaine	Par courriel
Inspection télévisée	72 heures après l'inspection télévisée	DVD ou clé USB
Calculs de rétro-ingénierie	2 semaines après la réception des résultats des essais de laboratoire du Directeur	Par courriel
Rapport final	30 jours avant la réception définitive des travaux	Clé USB

5.10 ESPACE CLOS

L'Entrepreneur doit s'assurer d'appliquer les procédures en espace clos mentionnées dans le DTNI-1A.

6 MATÉRIAUX

6.1 GAINÉ

L'Entrepreneur doit démontrer que les propriétés mécaniques et physiques de la gaine qu'il utilise répondent aux exigences techniques suivantes.

6.1.1 CHEMISE

La chemise doit être composée d'une ou de plusieurs couches de polyester ou de tout autre matériau permettant l'imprégnation adéquate de la résine. Elle doit résister aux pressions d'installation, en plus de former un composite conforme aux exigences des normes ASTM F1216 ou ASTM F1743 et aux exigences d'innocuité des matériaux BNQ 3660-950 ou NSF/ANSI/CAN 61 une fois imprégnée.

La couche externe doit être fabriquée en longueur continue, sans joint circonférentiel, et doit être libre de tout défaut visible. De plus, la couche externe doit pouvoir contenir la résine, protéger la gaine contre l'abrasion durant l'installation et prévenir l'échappement de la résine au moment de la réticulation.

La couche interne en contact avec l'eau véhiculée dans les conduites d'eau doit être de polyuréthane, de polyéthylène ou de polypropylène étanche à l'eau (conforme aux normes BNQ 3660-950 ou NSF/ANSI/CAN 61) et doit résister à tous les agents chimiques prescrits par les normes ASTM F1216 ou ASTM F1743. De plus, lorsque la méthode d'installation choisie est l'inversion, les propriétés de la couche interne doivent également posséder les caractéristiques d'une couche externe.

6.1.2 RÉSINE

La résine doit être de type époxydique (conforme aux normes BNQ 3660-950 ou NSF/ANSI/CAN 61) à plusieurs composantes et peut être amalgamée de fibres structurantes en vue d'accroître sa résistance. Dans tous les cas, la résine doit former, avec la chemise, un composite conforme aux exigences des normes ASTM F1216 ou ASTM F1743.

6.1.3 ADDITIFS

Les agents thixotropiques utilisés avec la résine doivent être dosés adéquatement afin de permettre la réticulation complète de la résine avec la chemise, afin de former un composite conforme aux exigences des normes ASTM F1216 ou ASTM F1743.

6.1.4 RÉSISTANCE MÉCANIQUE

Une fois réticulée, la gaine doit respecter les exigences de résistance mécanique indiquées au Tableau 2.

Tableau 2 – Résistance mécanique minimale pour les gaines

Exigences ASTM F1216 / ASTM F1743	ASTM	Valeurs
Résistance en flexion (court terme)	D790	Minimum de 31 MPa
Résistance en flexion (long terme)	D790	Minimum 50 % de la valeur court terme
Module de flexion (court terme)	D790	Minimum de 1 724 MPa
Module de flexion (long terme)	D790	Minimum 50 % de la valeur court terme
Résistance en tension (court terme)	D638	Minimum de 21 MPa
Résistance en tension (long terme)	D638	Minimum 50 % de la valeur court terme

6.1.5 ÉPAISSEUR DE LA GAINE

L'Entrepreneur doit calculer l'épaisseur de la gaine requise pour chacune des conduites d'accueil selon les dimensions exactes des conduites existantes et les conditions existantes.

La conception de l'Entrepreneur doit répondre aux exigences techniques fixées par les normes ASTM F1216 ou ASTM F1743 et doit tenir compte des critères de conception indiqués au Tableau 3.

Tableau 3 – Critères de conception

Paramètres ASTM F1216 / ASTM F1743	Valeurs
Type de conception associée à la conduite	Totalement détériorée
Masse volumique du sol	2 100 kg/m ³
Module de réaction du sol	5,0 MPa
Coefficient de Poisson	0,3
Facteur de sécurité	2,0
Facteur de support de la conduite	7,0
Ovalisation de la conduite d'accueil	2 %
Charge vive au-dessus de la couronne de la conduite*	Distribution de charge CL-625 ou selon les conditions en chantier
Charge morte au-dessus de la couronne de la conduite	Conduite secondaire : 2,0 m Conduite principale : variable
Profondeur de la nappe phréatique par rapport à la surface de la chaussée	Conduite secondaire : 1,0 m Conduite principale : variable
Coefficient de rugosité de Hazen-Williams minimal	120
Pression de service	725 kPa
Vie utile minimale de la gaine	50 ans

* Dans le cas d'une réhabilitation sous un chemin de fer, la charge vive sera selon la distribution du Cooper E90.

Au moins dix (10) jours ouvrables avant l'installation de la gaine, l'Entrepreneur doit soumettre au Directeur pour Visa la fiche de calcul de l'épaisseur de la gaine signée et scellée par un ingénieur membre de l'Ordre des ingénieurs du Québec.

6.2 PRODUIT DE SCELLEMENT

Le produit de scellement doit être de type époxydique en pâte conforme aux normes BNQ 3660-950 ou NSF/ANSI/CAN 61 et doit être compatible avec la gaine installée. Dans tous les cas, le produit de scellement doit assurer qu'aucune infiltration d'eau ne survienne entre la conduite d'accueil et la gaine.

6.3 JOINT DE SCELLEMENT INTERNE (DNI-2A-200)

Le joint de scellement interne doit être en caoutchouc polymère EPDM (éthylène-propylène-diène monomère) et doit être maintenu en place par des bandes de retenue en acier inoxydable de chaque côté du joint.

La distance minimale entre les deux bandes de retenue doit être de 140 mm. Le joint doit pouvoir épouser parfaitement le diamètre interne de la conduite.

Le joint de scellement interne doit avoir les propriétés mécaniques suivantes :

- duromètre de A (± 5) selon ASTM D2240;
- résistance en traction minimale de 1 200 psi et allongement à la rupture de 350 % selon ASTM D412;
- résistance en traction de ± 30 % et allongement à la rupture maximale de -50 % dans les conditions de vieillissement accéléré à une température de 70 °C pour 70 heures selon ASTM D573;
- déformation finale inférieure à 25 % en compression dans les conditions de vieillissement accéléré à une température de 70 °C pour 22 heures selon ASTM D395;
- résistance à l'ozone minimale de 85 % selon ASTM D1171.

Le joint de scellement interne doit être installé et testé selon la procédure du fabricant et doit résister à une pression de 65 kPa pendant une période de deux (2) minutes. Chaque joint de scellement interne doit être muni d'une valve permettant l'exécution d'un essai d'étanchéité.

6.4 RACCORD POUR CONDUITE EN BÉTON-ACIER (DNI-2A-201 ET DNI-2A-202)

Le raccord à utiliser aux extrémités des conduites en béton-acier à chemiser doit avoir un joint à emboîtement (retenu ou non) avec garniture torique d'un diamètre nominal correspondant au diamètre de la conduite existante à une extrémité et un joint à accouplement (pour les conduites de 750 mm et moins) ou joint soudé (pour les conduites de plus de 750 mm) à l'autre extrémité. La surface intérieure du raccord doit être en acier et avoir un diamètre intérieur égal au diamètre intérieur des conduites en béton-acier. Ce raccord doit avoir un cylindre fabriqué de plaques en acier d'une épaisseur suffisante pour résister à tous les efforts selon le manuel de conception AWWA M11.

7 EXÉCUTION DES TRAVAUX

7.1 LOCALISATION ET VÉRIFICATION DES BRANCHEMENTS D'EAU

L'Entrepreneur doit localiser les branchements d'eau et vérifier le fonctionnement des bouches à clé de branchement ou des bouches à clé de vanne ainsi que des robinets d'arrêt extérieurs ou des vannes reliés à la conduite à réhabiliter avant d'entreprendre l'installation du réseau d'alimentation temporaire en eau potable selon les exigences du document d'infrastructure normalisé DTNI-1B.

L'Entrepreneur doit procéder au nettoyage complet, lorsque requis, des bouches à clé de branchement ou des bouches à clé de vanne en utilisant un compresseur ou un équipement adéquat pour déloger tous les débris. Suite aux travaux de nettoyage, l'Entrepreneur doit vérifier le fonctionnement des robinets d'arrêt extérieurs ou des vannes. Le citoyen doit être avisé que l'alimentation du branchement d'eau sera interrompue pendant quelques minutes et la manipulation du robinet de jardin ou d'un robinet quelconque à l'intérieur du bâtiment peut être nécessaire pour compléter les vérifications.

De plus, avant le début des travaux de chemisage, l'Entrepreneur doit mesurer le débit sur le robinet intérieur ou sur le robinet de jardin de chaque bâtiment affecté par les travaux. L'Entrepreneur doit prendre soin d'indiquer l'heure de la mesure. À la fin des travaux de chemisage, l'Entrepreneur doit mesurer le débit au même robinet et à la même heure.

Les résultats de ces vérifications doivent être compilés par l'Entrepreneur dans le formulaire FI-2A-01. Le rapport doit être transmis au fur et à mesure de l'avancement des travaux et doit être signé conjointement par le Directeur.

7.2 LOCALISATION DES CONDUITES ET DES RACCORDS

L'Entrepreneur doit localiser toutes les conduites et tous les raccords avant les travaux d'excavation et faire le marquage au sol.

L'Entrepreneur doit vérifier la profondeur de la conduite dans les chambres de vanne. Lorsque la profondeur de la conduite est inférieure à 1,83 m, profondeur minimale requise pour la protection contre le gel, il doit aviser le Directeur.

7.3 RÉSEAU D'ALIMENTATION TEMPORAIRE

Les travaux d'installation du réseau d'alimentation temporaire doivent respecter les exigences du document d'infrastructure normalisé DTNI-1B.

7.4 FERMETURE D'EAU

Si une interruption de l'alimentation en eau potable est nécessaire, l'Entrepreneur doit en aviser le Directeur et respecter les exigences du document d'infrastructure normalisé DTNI-1A.

7.5 TRAVAUX D'EXCAVATION ET DE SECTIONNEMENT

Les travaux d'excavation et de sectionnement des conduites existantes doivent respecter les exigences du document d'infrastructure normalisé DTNI-1A et les exigences suivantes.

7.5.1 EXCAVATION ET SECTIONNEMENT - CONDUITE SECONDAIRE

Lors des travaux d'excavation et de sectionnement sur une conduite secondaire aux fins d'accès pour les travaux de chemisage, les excavations doivent avoir une dimension maximale en surface de 2 m de largeur par 3 m de longueur (surface totale n'excédant pas plus de 6 mètres carrés) et la section conduite existante enlevée doit avoir une longueur maximale de 3 m.

7.5.2 EXCAVATION ET SECTIONNEMENT - CONDUITE PRINCIPALE

Lors des travaux d'excavation et de sectionnement sur une conduite principale en fonte aux fins d'accès pour les travaux de chemisage, les excavations doivent avoir une dimension maximale en surface de 2,5 m de largeur par 4,5 m de longueur et la section conduite existante enlevée doit avoir une longueur maximale de 4 m.

Pour les conduites en béton-acier, la longueur de conduite existante enlevée doit être au minimum la longueur d'un tuyau existant. La nature des joints doit être identifiée afin de permettre la fabrication du raccord.

7.6 **INSTALLATION DE BOUCHONS SUR LES CONDUITES EXISTANTES**

Une fois que les travaux d'excavation et de sectionnement des conduites existantes sont complétés, l'Entrepreneur doit installer des bouchons sur les conduites existantes pour toute la durée des travaux. Les exigences du document d'infrastructure normalisé DTNI-1A quant aux bouchons de protection et bouchons étanches, selon le cas, doivent être respectées. Les bouchons ne peuvent être enlevés qu'au moment d'effectuer le raccordement des conduites existantes aux conduites réhabilitées.

L'Entrepreneur doit prendre les dispositions nécessaires pour empêcher l'entraînement des résidus et autres corps étrangers vers le réseau d'eau existant de chaque côté des travaux.

7.7 **TRAVAUX PRÉPARATOIRES**

Les travaux préparatoires de la conduite d'accueil doivent débuter seulement lorsque l'isolement des conduites existantes a été approuvé par le Directeur.

7.7.1 ESSAI D'ÉTANCHÉITÉ DU RÉSEAU EXISTANT

L'Entrepreneur doit effectuer un essai d'étanchéité sur le réseau existant à la suite des travaux d'isolement des conduites existantes (installation des bouchons) pour quantifier la perte avant les travaux de chemisage. L'Entrepreneur doit vérifier la pression d'opération du réseau existant à l'aide d'un tube de Pitot et doit effectuer l'essai à cette pression pour une durée d'une (1) heure. L'essai d'étanchéité doit comprendre tous les accessoires du réseau existant (poteau d'incendie, vannes et autres) et les robinets d'arrêt extérieurs des branchements d'eau doivent être fermés pendant l'essai. L'Entrepreneur doit prévoir une pompe de capacité suffisante pour réaliser cet essai. Les résultats de l'essai doivent être compilés par l'Entrepreneur dans le formulaire FI-2A-05.

7.7.2 NETTOYAGE ET ALÉSAGE DE LA CONDUITE D'ACCUEIL

L'Entrepreneur doit procéder au nettoyage et à l'alésage des conduites d'accueil en s'assurant de l'enlèvement complet des tubercules, des surplus de plomb aux joints et des dépôts ou autres matières accumulés sur les parois internes de la conduite d'eau ainsi que tout corps étranger. Ces travaux doivent permettre d'optimiser les opérations d'inspection télévisée et de favoriser l'adhérence de la gaine aux parois de la conduite d'accueil et la performance mécanique de la gaine. Les obstructions, après avoir été alésées, ne doivent pas dépasser de plus de 5 mm à l'intérieur de la conduite d'eau à réhabiliter.

La méthode de nettoyage et d'alésage de l'Entrepreneur doit être présentée au Directeur pour Visa et être conforme à la norme AWWA M28. L'Entrepreneur doit s'assurer de ne pas endommager ou d'obstruer la conduite d'accueil, les branchements d'eau et les raccords lors des travaux de nettoyage et d'alésage. Dans le cas d'un endommagement ou d'une obstruction, les parties endommagées doivent être remplacées avant l'installation de la gaine.

L'Entrepreneur peut seulement rejeter l'eau de nettoyage et d'alésage de la conduite dans l'égout unitaire ou sanitaire. Il est strictement interdit de rejeter l'eau de nettoyage et d'alésage dans un réseau d'égout pluvial.

7.7.2.1 Conduites de fonte > 300 mm de diamètre

Suite au nettoyage et à l'alésage des conduites d'accueil en fonte d'un diamètre de plus de 300 mm, l'Entrepreneur doit préparer la surface intérieure de chacune des extrémités des conduites de façon à mettre à nu la surface métallique, selon la norme NACE/SSPC SP 11, sur une longueur minimale de 150 mm pour les gaines comportant un pli longitudinal et sur une longueur minimale de 400 mm pour les gaines ne comportant pas de pli longitudinal.

7.7.3 BOUCHONNAGE DES BRANCHEMENTS D'EAU

À la suite des travaux de nettoyage et d'alésage, l'Entrepreneur doit installer des bouchons à l'intérieur de la conduite d'accueil à tous les branchements d'eau d'un diamètre de 50 mm ou moins.

7.7.4 INSPECTION TÉLÉVISÉE DE LA CONDUITE D'ACCUEIL

L'inspection télévisée de la conduite d'accueil doit être effectuée en présence du Directeur pour valider la conformité des travaux de nettoyage et d'alésage.

Lors de l'inspection télévisée, les robinets d'arrêt extérieurs des branchements d'eau doivent être fermés et étanches et la conduite d'accueil doit être propre et sans accumulation d'eau pouvant empêcher d'évaluer l'état de la paroi. Pour chaque section à réhabiliter, l'Entrepreneur doit remplir le formulaire FI-2A-02 identifiant le positionnement des branchements d'eau.

7.7.4.1 Robinets d'arrêt extérieurs non étanches

Lorsque l'inspection télévisée démontre qu'un robinet d'arrêt extérieur d'un branchement d'eau n'est pas étanche, l'Entrepreneur doit procéder à son remplacement. Ces travaux doivent être compilés dans le formulaire FI-2A-02.

7.7.4.2 Raccords ou accessoires non indiqués au plan

Si des raccords ou des accessoires non indiqués au plan sont rencontrés lors de l'inspection télévisée de la conduite d'accueil, l'Entrepreneur doit aviser le Directeur et suivre les directives de changement émises par celui-ci.

Les coudes ayant un angle supérieur à 22,5 degrés, les tés, les croix, les réduits et tous les accessoires ne peuvent pas être chemisés et doivent être retirés par excavation avant les travaux de chemisage.

7.7.5 PRISE DE DIMENSIONS DE CONDUITES EXISTANTES

L'Entrepreneur doit vérifier les dimensions exactes de chacune des conduites d'accueil (diamètre, profondeur, épaisseur et matériau) afin de calculer l'épaisseur de la gaine requise et de procéder à la commande de la gaine.

7.7.6 ACCEPTATION

Les travaux préparatoires sont jugés conformes lorsque, à la suite de l'inspection télévisée, la condition de la conduite d'eau respecte les critères suivants :

- la conduite est complètement nettoyée et ne présente aucun dépôt ou autre incrustation;
- la conduite ne présente aucune imperfection ou infiltration qui pourrait mener à des anomalies dans la gaine;
- la conduite est propre et exempte d'accumulation d'eau pouvant empêcher d'évaluer l'état de la paroi.

Les travaux de nettoyage et d'inspection télévisée doivent être repris tant et aussi longtemps que des dépôts ou autres matières ou corps étrangers sont présents sur la paroi de la conduite.

7.8 **INSTALLATION DE RACCORD – CONDUITE EN BÉTON-ACIER**

Un raccord doit être installé à chacune des extrémités des tronçons de conduites en béton-acier à chemiser. Lorsque la conduite existante comporte un système de retenue à la limite de raccordement, l'Entrepreneur doit installer un système de retenue sur le raccord au niveau de la conduite existante.

7.9 **TRAVAUX DE CHEMISAGE**

Les travaux de chemisage de la conduite d'accueil doivent débiter seulement lorsque le nettoyage, l'alésage et l'inspection ont été approuvés par le Directeur. De plus, lorsque des bouts uni-acier sont requis à l'extrémité d'une conduite de béton-acier ou d'acier, l'installation de ces pièces ainsi que la préparation des surfaces pour assurer la transition, le cas échéant, doivent être effectuées avant les travaux de chemisage.

7.9.1 IMPRÉGNATION DE LA CHEMISE

L'imprégnation de la chemise avec la résine doit être réalisée en conformité avec les exigences du manufacturier et celles des normes ASTM F1216 ou ASTM F1743, selon la méthode d'installation choisie. L'imprégnation doit se faire sous vide à l'aide d'une pompe à vide et/ou par système d'injection. De plus, la chemise ne doit comporter aucune partie non imprégnée.

L'imprégnation de la chemise peut être réalisée au chantier ou en usine. L'Entrepreneur doit permettre au Directeur d'inspecter visuellement la chemise avant son imprégnation avec la résine.

L'Entrepreneur doit effectuer un test d'étanchéité à l'air de la chemise avant son imprégnation afin d'y déceler toute défektivité. Si une défektivité est notée, il doit procéder à la réparation de la chemise selon les exigences du manufacturier. La méthode de réparation retenue doit garantir qu'une fois la chemise réparée, la gaine ainsi formée après imprégnation et réticulation respecte les exigences de résistance mécanique du présent document. Les chemises non conformes devront être marquées en rouge et retirées du lot afin de ne pas être installées ultérieurement.

7.9.2 ASSÈCHEMENT DE LA CONDUITE D'ACCUEIL

Le jour du chemisage, l'Entrepreneur doit, à l'aide d'une méthode appropriée, assécher la conduite d'accueil avant de procéder à l'installation de la gaine. Cet état d'assèchement doit être maintenu jusqu'à ce que les opérations de chemisage débutent et doit être validé lors de l'inspection télévisée le jour du chemisage.

7.9.3 INSPECTION TÉLÉVISÉE DE LA CONDUITE D'ACCUEIL LE JOUR DU CHEMISAGE

L'Entrepreneur doit faire une inspection télévisée de la conduite d'accueil le jour du chemisage en présence du Directeur. Cette inspection doit notamment démontrer que la conduite d'accueil est complètement asséchée et que sa condition est adéquate pour commencer les travaux de chemisage.

7.9.4 INSTALLATION DE LA GAINE

Les travaux d'installation de la gaine doivent débuter seulement lorsque l'inspection télévisée de la conduite d'accueil avant chemisage a été approuvée par le Directeur. Les informations sur les dimensions de la gaine, les pressions de déploiement de la gaine, la température et le temps de réticulation doivent être disponibles en Chantier.

L'installation de la gaine doit être réalisée en conformité avec les exigences du manufacturier et celles de la norme ASTM F1216 lors de travaux d'installation de la gaine par inversion ou la norme ASTM F1743 lors de travaux d'installation de la gaine par tirage. La méthode d'installation demeure au choix de l'Entrepreneur.

L'Entrepreneur doit respecter les exigences du manufacturier concernant la pression minimale requise pour le déploiement adéquat de la gaine ainsi que la pression maximale afin de ne pas endommager la conduite d'eau à réhabiliter.

La méthode d'installation proposée par l'Entrepreneur doit garantir que la gaine adhère et demeure en contact sur tout le pourtour de la conduite d'accueil. La gaine doit contenir une quantité suffisante de résine pour assurer que les branchements d'eau bouchonnés et tous les joints de la conduite d'accueil sont parfaitement scellés. Le produit, dans son état final, doit présenter une surface dure et lisse.

7.9.5 RÉTICULATION DE LA GAINE

Une fois que l'installation de la gaine est complétée, l'Entrepreneur doit installer les équipements nécessaires à sa réticulation. Les exigences du manufacturier et des normes ASTM F1216 ou ASTM F1743 doivent être respectées. La méthode de réticulation demeure au choix de l'Entrepreneur et peut être réalisée en utilisant la vapeur, l'eau chaude ou les rayons ultraviolets. Avant les travaux de réticulation, l'Entrepreneur doit soumettre au Directeur la fiche du manufacturier indiquant la pression, la température et le temps de cuisson.

L'Entrepreneur doit remplir le formulaire FI-2A-03 pour compiler les données relevées (températures, pressions et autres) lors de la réticulation et du refroidissement. À tout moment, l'Entrepreneur doit permettre au Directeur de consulter les données relevées lors des travaux de réticulation.

7.9.6 REFROIDISSEMENT DE LA GAINE

Le refroidissement de la gaine doit être réalisé en conformité avec les exigences du manufacturier et celles des normes ASTM F1216 ou ASTM F1743.

L'Entrepreneur doit procéder au refroidissement de la gaine de façon progressive afin d'éviter les chocs thermiques. La température de la gaine doit être maintenue selon les recommandations du manufacturier avant que la pression interne ne soit retirée de celle-ci.

L'Entrepreneur peut rejeter l'eau de réticulation de la conduite dans l'égout unitaire ou sanitaire lorsque la température de celle-ci est inférieure à 38 °C. Il est strictement interdit de rejeter les eaux de réticulation ayant servi à la réticulation dans un réseau d'égout pluvial.

7.9.7 DÉCOUPAGE DE LA GAINE AUX EXTRÉMITÉS

L'Entrepreneur doit effectuer les travaux de découpage de la gaine seulement lorsque son refroidissement est approuvé par le Directeur. Avant l'installation des raccords et accessoires, chaque extrémité de la conduite chemisée doit être vérifiée par le Directeur.

7.9.7.1 Conduites \leq 300 mm de diamètre

L'Entrepreneur doit effectuer les travaux de découpage de la gaine à chacune des extrémités du tronçon chemisé de façon à laisser un rebord lisse sur le pourtour de la découpe. La découpe doit se faire de façon à ne laisser aucun dépassement de la gaine par rapport à la conduite d'accueil. Toutefois, lorsque l'extrémité de la gaine coupée présente des vides apparents, une découpe supplémentaire de 10 mm au minimum doit être effectuée par l'Entrepreneur à l'intérieur de la conduite d'accueil afin de procéder au scellement des extrémités.

7.9.7.2 Conduites > 300 mm de diamètre

Lorsque la gaine présente un pli longitudinal, l'Entrepreneur doit effectuer le découpage de la gaine à l'intérieur de la conduite d'accueil à une distance de 25 mm de l'extrémité des conduites réhabilitées. Toutefois, pour une conduite d'accueil en béton-acier de plus de 750 mm, le découpage de la gaine à l'intérieur de la conduite d'accueil doit être fait à une distance de 600 mm de l'extrémité des conduites réhabilitées. Ensuite, à l'emplacement du découpage de la gaine, l'Entrepreneur doit découper le pli longitudinal avec un angle de 45 degrés.

Lorsque la gaine ne présente pas de pli longitudinal, l'Entrepreneur doit effectuer le découpage de la gaine à l'intérieur de la conduite selon les exigences suivantes :

- cas standard : distance minimale de 150 mm entre l'extrémité de la gaine et l'extrémité de la conduite d'accueil et de 25 mm entre l'extrémité du joint de scellement interne et l'extrémité de la conduite d'accueil.
- conduite d'accueil en béton-acier de plus de 750 mm : distance minimale de 750 mm entre l'extrémité de la gaine et l'extrémité de la conduite d'accueil et de 600 mm entre l'extrémité du joint de scellement interne et l'extrémité de la conduite d'accueil.

Suite aux travaux de découpage de la gaine aux extrémités de la conduite d'accueil, la surface intérieure des conduites d'accueil doit être scellée avec la même résine d'époxy utilisée pour l'imprégnation de la chemise.

7.9.8 SCELLEMENT DES EXTRÉMITÉS

7.9.8.1 Conduites ≤ 300 mm de diamètre

L'Entrepreneur doit effectuer systématiquement les travaux de scellement des extrémités de la conduite réhabilitée avec un produit de scellement approuvé par le Directeur.

7.9.8.2 Conduites > 300 mm de diamètre

Lorsque la gaine présente un pli longitudinal, l'Entrepreneur doit appliquer un produit de scellement sur l'extrémité de la gaine et sur la surface découpée du pli longitudinal de la gaine pour créer un chanfrein à 45 degrés correspondant à l'épaisseur de la gaine afin d'assurer la transition et protéger les extrémités.

Lorsque la gaine ne présente pas de pli longitudinal, l'Entrepreneur doit installer des joints de scellement internes à chaque extrémité de la conduite réhabilitée. Avant l'installation des joints de scellement internes, l'Entrepreneur doit s'assurer que la surface de la gaine est uniforme sur tout le pourtour de la conduite d'accueil.

L'Entrepreneur doit aussi mettre en place un produit de scellement autour de l'extrémité de la gaine pour créer un chanfrein à 45 degrés correspondant à l'épaisseur de la gaine.

L'Entrepreneur doit avoir obtenu l'approbation du Directeur avant de procéder au raccordement des conduites réhabilitées aux nouvelles conduites ou aux conduites existantes.

7.9.9 PERCEMENT DE LA GAINÉ AU NIVEAU DES BRANCHEMENTS D'EAU

L'Entrepreneur doit effectuer le perçage de la gaine à l'endroit des ouvertures des branchements d'eau à l'intérieur de la conduite après le découpage de la gaine aux extrémités afin de remettre en service les branchements d'eau.

Les branchements d'eau doivent être percés sans excavation à l'aide d'un robot découpeur muni d'une caméra avec tête rotative et l'Entrepreneur doit s'assurer que tous les branchements d'eau sont fonctionnels et complètement ouverts.

L'Entrepreneur doit s'assurer de percer ou de découper la gaine à l'emplacement exact des branchements d'eau selon les positionnements détaillés dans le formulaire FI-2A-02. Le découpage doit être circulaire et du même diamètre que celui du branchement d'eau existant en laissant un rebord lisse sur la gaine au pourtour de l'ouverture.

Toutefois, si l'Entrepreneur perce un branchement d'eau hors cible, il doit procéder au remplacement de la section de la conduite réhabilitée sur une longueur de 1 m en respectant les exigences du document d'infrastructure normalisé DTNI-1A. Les conduites en fonte existantes doivent être remplacées par des conduites en fonte ductile, classe 350, et les conduites d'un autre matériau doivent être remplacées par un matériau de même nature, le tout conforme aux exigences du document d'infrastructure normalisé DTNI-1A.

Toutefois, si en cours de réhabilitation, l'Entrepreneur estime ne pas être en mesure de remettre en service un branchement d'eau par l'intérieur ou estime ne pas être en mesure d'assurer l'intégrité structurale de la gaine à l'emplacement même de ce branchement d'eau, il doit en aviser le Directeur. La remise en opération de ce branchement d'eau est alors exécutée par l'extérieur, par excavation, en respectant les exigences du document technique normalisé DTNI-1A.

7.9.10 BRANCHEMENTS D'EAU ABANDONNÉS

Lorsqu'un branchement d'eau est confirmé abandonné par le Directeur sur le tronçon de conduite à chemiser, l'Entrepreneur ne doit pas percer la gaine à l'emplacement du branchement d'eau abandonné.

7.9.11 INSPECTION TÉLÉVISÉE DE LA CONDUITE RÉHABILITÉE

L'Entrepreneur doit faire une inspection télévisée de la conduite réhabilitée après le chemisage et l'ouverture des branchements d'eau afin de vérifier l'état de la gaine ainsi que la qualité du perçage des branchements d'eau sur tout le tronçon réhabilité. Les extrémités de la conduite doivent être visibles dans l'inspection afin de vérifier la qualité des extrémités de la gaine. L'Entrepreneur doit s'assurer de ne pas endommager la conduite réhabilitée lors de l'inspection télévisée.

7.10 ESSAI D'ÉTANCHÉITÉ DU RÉSEAU RÉHABILITÉ

L'Entrepreneur doit effectuer un essai d'étanchéité sur le réseau réhabilité après les travaux de chemisage et à la suite du percement des branchements d'eau. L'essai doit être effectué à la pression d'opération du réseau pour une durée d'une (1) heure. L'essai d'étanchéité doit comprendre tous les accessoires existants ou nouveaux du réseau (poteau d'incendie, vannes et autres) et les robinets d'arrêt extérieurs des branchements d'eau doivent être fermés pendant l'essai.

L'Entrepreneur doit respecter les exigences de l'essai énoncées dans les articles 9.1 et 9.2 du DTNI-1A et prévoir une pompe de capacité suffisante pour réaliser cet essai. Celui-ci doit être réalisé dans les mêmes conditions et pour la même section que l'essai d'étanchéité du réseau existant fait avant les travaux de chemisage. Les résultats de l'essai doivent être compilés par l'Entrepreneur dans le formulaire FI-2A-05.

Lorsqu'une fuite est détectée, l'Entrepreneur doit effectuer un essai de dépiage pour la localiser. Si la fuite est localisée sur des sections du réseau chemisées ou remplacées par l'Entrepreneur (incluant les branchements d'eau et les accessoires), les travaux correctifs et de dépiage de la fuite sont aux frais de l'Entrepreneur. Si la fuite est localisée sur des sections du réseau existant, les travaux correctifs et le dépiage de la fuite sont aux frais du Directeur.

7.11 DÉSINFECTION ET RACCORDEMENT DU TRONÇON RÉHABILITÉ AU RÉSEAU EXISTANT

Le raccordement des conduites réhabilitées aux conduites existantes peut être fait après avoir obtenu l'autorisation du Directeur et à la suite de l'obtention des résultats des essais de désinfection. L'Entrepreneur doit se conformer aux exigences du document d'infrastructure normalisé DTNI-1A.

Considérant que les branchements d'eau existants n'ont pas à être disjoints du réseau pour les travaux de chemisage, la désinfection des conduites réhabilitées peut être effectuée avec des branchements d'eau raccordés aux bâtiments. Toutefois, l'Entrepreneur doit s'assurer que les robinets d'arrêt extérieurs sont fermés pendant les travaux de désinfection.

7.12 PROTECTION INTERNE DES JOINTS SOUDÉS (DNI-2A-203)

Pour les conduites en béton-acier d'un diamètre de plus de 750 mm, la protection interne des joints soudés à bague fendue doit être réalisée avec la même résine d'époxy utilisée pour l'imprégnation de la chemise.

8 PRÉLÈVEMENT DE MATÉRIAUX ET ESSAIS

8.1 PRÉLÈVEMENT D'ÉCHANTILLONS DE LA GAINÉ SUR LES CONDUITES RÉHABILITÉES

Afin de valider le respect des exigences techniques spécifiées dans le présent document, l'Entrepreneur doit prélever des échantillons de la gaine réticulée, les identifier et les transporter au laboratoire de la Ville de Montréal au plus tard deux (2) semaines après leur prélèvement. Chaque échantillon livré doit être accompagné du formulaire FI-2A-03 ainsi que des fiches de calcul signées et scellées par un ingénieur membre de l'Ordre des ingénieurs du Québec, indiquant clairement les notes de calcul pour déterminer l'épaisseur de chacune des gaines proposées.

Tous les prélèvements d'échantillons doivent s'effectuer en présence du Directeur et doivent respecter les exigences du dessin normalisé DNI-2A-100. Les essais suivants sont effectués :

- essai de résistance en flexion ASTM D790 ou ISO 11298-4;
- essai de résistance à la traction ASTM D638;
- essais de chargement hydrostatique ASTM D1599;
- essai de rigidité et d'écrasement ASTM D2412;
- essais d'adhésion ASTM D7234;
- vérification de l'épaisseur de la gaine ASTM F1216.

8.1.1 IDENTIFICATION DES ÉCHANTILLONS

Chaque échantillon doit être identifié comme suit :

- numéro du contrat ou de la soumission, selon le cas;
- nom de l'Entrepreneur;
- numéro du plan;
- numéro du puits;
- nom de la rue et numéro civique;
- date de prélèvement (année/mois/jour);
- diamètre de l'échantillon prélevé;
- initiales du Directeur.

8.1.2 LOCALISATION ET FRÉQUENCE DE L'ÉCHANTILLONNAGE

Chaque échantillon doit être prélevé sur des tronçons de chemisage distincts. Dans tous les cas, les échantillons requis pour les essais de flexion, de traction et d'adhésion doivent être prélevés sur une gaine installée en chantier. Les Tableaux 4, 5, 6 et 7 présentent les fréquences d'échantillonnage pour les différents essais.

Tableau 4 – Essai de flexion ASTM D790 ou ISO 11298-4 et de traction ASTM D638

Diamètre (en mm)	Nombre d'échantillons
Moins de 400 mm	Un échantillon par diamètre de conduite par arrondissement pour chaque 350 mètres linéaire de gaine installée
400 et plus	Un échantillon par section chemisée, soit à chaque segment entre deux puits

Tableau 5 – Essai de chargement hydrostatique ASTM D1599

Diamètre (en mm)	Nombre d'échantillons
400 et moins	Un échantillon par diamètre de conduite chemisée

Tableau 6 – Essai de rigidité et d'écrasement ASTM D2412

Diamètre (en mm)	Nombre d'échantillons
600 et moins	Un échantillon par diamètre de conduite chemisée

Tableau 7 – Essai d'adhésion ASTM D7234

Diamètre (en mm)	Nombre d'échantillons
Moins de 400 mm	Un échantillon par diamètre de conduite chemisée
400 et plus	Voir Cahier des charges

8.1.3 ESSAIS DE FLEXION ASTM D790 OU ISO 11298-4 ET DE TRACTION ASTM D638

Les essais de flexion et de traction s'appliquent pour les travaux de chemisage des conduites de tout diamètre. Les propriétés mécaniques en flexion et en traction des gaines anisotropes sont évaluées dans le sens radial des conduites.

Avant la réticulation, l'Entrepreneur doit insérer la gaine dans un coffrage aux dimensions adaptées pour obtenir, une fois la gaine réticulée, un échantillon aplati d'une longueur de 250 mm et d'une largeur de 16 fois l'épaisseur de la gaine plus 30 mm. Toutefois, la largeur minimale de l'échantillon doit être de 175 mm.

Pour l'essai en flexion, le module d'élasticité en flexion sera calculé avec un module sécant à 1 % et la face extérieure de l'échantillon (surface de la gaine qui est appuyée sur la conduite existante une fois installée) doit être placée du côté opposé aux appuis lors de l'essai.

8.1.4 ESSAIS DE CHARGEMENT HYDROSTATIQUE ASTM D1599

Aux fins de confection des échantillons, l'Entrepreneur doit chemiser une section de conduite en PVC DR-18 du même diamètre que la conduite à chemiser. Cette section servira de coffrage en simulant la conduite hôte et, du même coup, la gaine y sera insérée. Après la réticulation, la partie centrale de la conduite de PVC doit être retirée sur la longueur spécifiée dans le tableau ci-dessous. Les extrémités de la conduite de PVC avec la gaine doivent être conservées sur une longueur de 200 mm et être coupées droites et perpendiculaires à la longueur de la gaine. Les longueurs des échantillons à produire sont indiquées au Tableau 8.

Tableau 8 – Longueur des échantillons

Diamètre de la gaine (mm)	Longueur de conduite retirée (mm)
150	450
200	600
250	750
300	900
400	900

8.1.5 ESSAIS DE RIGIDITÉ ET D'ÉCRASEMENT ASTM D2412

Avant les travaux de chemisage et aux fins de confection des échantillons, l'Entrepreneur doit chemiser une section de conduite en PVC de même diamètre que la conduite à chemiser. Cette section servira de coffrage en simulant la conduite hôte et, du même coup, la gaine y sera insérée. Après la réticulation, la conduite de PVC doit être retirée pour obtenir les sections d'échantillons. Les extrémités des sections prélevées doivent être coupées droites et perpendiculaires à la longueur de la gaine. Un échantillon est composé de trois sections de 305 mm sur lesquelles une ligne de référence indique le dessus de la gaine.

8.1.6 ESSAIS D'ADHÉSION ASTM D7234

L'Entrepreneur doit prélever un échantillon de 400 mm de longueur composé de la conduite d'accueil et de la gaine réticulée.

8.1.7 VÉRIFICATION DE L'ÉPAISSEUR DE LA GAINE ASTM F1216

La vérification de l'épaisseur de la gaine s'applique pour les travaux de chemisage des conduites de tout diamètre. Une fois durcie, la gaine doit avoir une épaisseur uniforme sur toute sa longueur. La mesure de l'épaisseur de la gaine doit se faire à l'aide des éprouvettes prélevées pour les essais de flexion et de traction. La moyenne de ces mesures doit être plus grande que l'épaisseur déterminée à la suite des calculs de rétro-ingénierie. Aucune mesure ne doit être inférieure à 87,5 % de l'épaisseur déterminée à la suite des calculs de rétro-ingénierie.

Le diamètre intérieur de la gaine après sa réticulation doit respecter les exigences du Tableau 9 :

Tableau 9 – Diamètre intérieur de la gaine après réticulation

Diamètre (en mm)	Réduction maximale du diamètre de la conduite d'accueil (diamètre de la conduite après nettoyage)
Moins de 200	10 %
De 200 à 300	7 %
Plus de 300	Voir devis technique spécial

9 CRITÈRES D'ACCEPTATION ET ESSAIS

9.1 TRAVAUX DE CHEMISAGE

9.1.1 INSPECTION TÉLÉVISÉE

Les travaux de chemisage sont jugés conformes lorsque tous les critères suivants sont remplis :

- la gaine ne présente aucune anomalie, telle que :
 - plis non indiqués dans le plan de qualité (longitudinaux, transversaux, hélicoïdaux et circonférentiels);
 - boursouflures;
 - bosses;
 - fissurations;
 - dommage de la membrane (déchirure, tache, délamination, égratignure);
 - surface non durcie de la membrane;
 - piqûre (pin hole);
 - perçage hors cible;
- la gaine adhère à la paroi et demeure en contact avec tout le pourtour de la conduite d'accueil;
- la gaine contient une quantité suffisante de résine pour assurer le scellement parfait des branchements et des joints entre les conduites d'accueil – aucun espace annulaire n'est toléré;
- le percement est du même diamètre que le branchement d'eau existant.

L'Entrepreneur doit soumettre au Directeur pour Visa la méthode de travail qu'il entend utiliser pour corriger les anomalies des ouvrages déficients. Lorsque tous les travaux correctifs ont été exécutés par l'Entrepreneur, une nouvelle inspection télévisée et un test d'étanchéité doivent être réalisés aux frais de l'Entrepreneur pour constater la conformité des ouvrages à corriger.

Si une partie d'une section de conduite réhabilitée est jugée non conforme, l'Entrepreneur doit procéder à son remplacement en respectant les exigences du document technique normalisé DTNI-1A. Les conduites en fonte existantes doivent être remplacées par des conduites en fonte ductile, classe 350, et les conduites d'un autre matériau doivent être remplacées par un matériau de même nature et de même diamètre, le tout conforme aux exigences du document technique normalisé DTNI-1A. L'Entrepreneur doit identifier et transporter les sections de conduites non conformes au laboratoire de la Ville de Montréal au plus tard deux (2) jours ouvrables suivant leur prélèvement.

9.1.2 CALCULS DE RÉTRO-INGÉNIERIE

L'Entrepreneur doit fournir au Directeur un rapport de rétro-ingénierie signé par un ingénieur membre de l'Ordre des ingénieurs du Québec démontrant que la gaine installée est conforme à la conception initiale. Le rapport doit inclure les calculs de l'épaisseur des gaines installées en utilisant les résultats des essais en laboratoire du Directeur effectués sur les échantillons prélevés en chantier.

9.2 ESSAIS D'ÉTANCHÉITÉ DE LA GAINÉ

L'Entrepreneur doit réaliser un essai d'étanchéité pour chaque section de gaine à la suite des travaux de découpage et de scellement de la gaine aux extrémités, mais avant l'ouverture des branchements d'eau. L'essai doit être réalisé à une pression de 850 kPa pour les conduites dont le diamètre est inférieur ou égal à 300 mm et 1 035 kPa pour les conduites avec diamètre supérieur à 300 mm pendant une durée d'une (1) heure. La perte admissible est calculée avec la formule suivante :

$$P = 0,000077172 \cdot D \cdot L$$

Formule 1 - Valeur de perte admissible en litres par heure

Où :

- **P** : valeur de perte admissible, en litres par heure;
- **D** : valeur du diamètre nominal de la conduite, en millimètres;
- **L** : longueur de la section à tester, en mètres.

Aucun essai sur plusieurs sections reliées temporairement les unes aux autres avec des conduites de dérivation n'est permis. Les résultats des essais d'étanchéité doivent être compilés par l'Entrepreneur dans le formulaire FI-2A-06.

Lorsque la fuite est supérieure à la perte admissible, l'Entrepreneur doit détecter et corriger cette fuite à ses frais. L'Entrepreneur doit refaire l'essai à ses frais jusqu'à ce que la quantité d'eau ajoutée dans le tronçon à tester pour la durée de l'essai soit inférieure à la perte admissible.

9.3 PÉNALITÉ ET NON-PAIEMENT

Lorsque les échantillons prélevés par le Directeur ne respectent pas les exigences de résistance en traction, les paramètres mécaniques de flexion et l'épaisseur de la gaine, le Directeur peut appliquer les pénalités suivantes pour chaque résultat non conforme ou ne pas faire le paiement d'une section de conduite chemisée lorsque les trois résultats d'essais sont non conformes.

9.3.1 SECTION PÉNALISABLE

Les pénalités sont appliquées sur la section de conduite chemisée sur laquelle l'échantillon a été prélevé.

9.3.2 ESSAIS DE FLEXION ASTM D790 OU ISO 11298-4 ET DE TRACTION ASTM D638

Lorsque la moyenne des résultats obtenus sur un échantillon pour l'essai de flexion ou l'essai de traction est inférieure aux valeurs minimales établies dans les calculs de conception par l'entrepreneur, les pénalités applicables sont calculées avec la formule suivante :

$$Pénalité = \frac{V \text{ conception} - R}{V \text{ conception}} * C * L$$

Formule 2 - Pénalité relative à l'essai de flexion ou l'essai de traction

Description des paramètres de la formule :

- **V conception** : valeur pour la résistance en traction ou le module de flexion selon les calculs de conception soumis par l'Entrepreneur;
- **R** : moyenne des résultats pour l'essai de flexion ou l'essai de traction, selon le cas;
- **C** : coût au mètre linéaire de l'item « chemisage de conduite d'eau » au bordereau selon le diamètre de l'échantillon;
- **L** : longueur de la section de conduite réhabilitée pénalisée.

9.3.3 ÉPAISSEUR DE LA GAINÉ SELON ASTM F1216 ET SELON LES CALCULS DE RÉTRO-INGÉNIÉRIE

Lorsque l'épaisseur de la gaine mesurée par le Directeur est inférieure aux valeurs minimales obtenues à la suite des calculs de rétro-ingénierie, les pénalités applicables sont calculées avec la formule suivante :

$$Pénalité = \frac{E \text{ min} - E}{E \text{ min}} * C * L$$

Formule 3 - Pénalité relative à l'épaisseur

Description des paramètres de la formule :

- **E min** : épaisseur minimale de la gaine établie à la suite des calculs de rétro-ingénierie;
- **E** : épaisseur mesurée non conforme;
- **C** : coût au mètre linéaire de l'item « chemisage de conduite d'eau » au bordereau selon le diamètre de l'échantillon;
- **L** : longueur de la section de conduite réhabilitée pénalisée.

9.3.4 NON-PAIEMENT

Si les résultats d'essais sur une même section pour l'essai de flexion ASTM D790 ou ISO 11298-4, l'essai de traction ASTM D638 et la mesure de l'épaisseur de la gaine sont tous non conformes, la longueur de la section multipliée par le coût unitaire de la gaine au prix soumis au bordereau selon le diamètre de l'échantillon ne sera pas payée.

10 DESCRIPTION DES ITEMS DU BORDEREAU

Le Soumissionnaire doit respecter l'ensemble des exigences du présent document technique normalisé et du Cahier des charges aux fins de soumission et doit inclure dans le prix unitaire ou global de chaque item les coûts des éléments suivants :

- la fourniture, le chargement, le transport, le déchargement et l'entreposage du matériel, des matériaux requis pour réaliser les travaux et des échantillons;
- la fourniture et le fonctionnement de la machinerie, des équipements et des outils;
- la main-d'œuvre, incluant son déplacement;
- la protection des arbres et végétaux selon les exigences techniques du DTNP-1B incluant la protection individuelle des troncs d'arbre dans la zone des travaux, **si aucun item spécifique ne figure au bordereau**;
- les frais d'administration et les profits excluant les assurances, garanties et frais généraux de chantier;
- les méthodes de travail et équipements nécessaires au respect des exigences du Code de sécurité pour les travaux de construction (CSTC);
- les travaux temporaires nécessaires à la réalisation de l'ouvrage découlant des méthodes de travail de l'Entrepreneur mais qui ne sont pas détaillées au Cahier des charges, notamment la protection et le soutènement des structures, conduits et massifs existants.

Famille 1000 – Travaux préliminaires

Sous-Famille 1100 – Travaux préliminaires

II-2A-1101 Localisation et vérification des branchements d'eau

Le prix à l'unité par rue de l'item *Localisation et vérification des branchements d'eau* comprend :

- la localisation des bouches à clé de branchement ou des bouches à clé de vanne existantes;
- l'avis au citoyen à l'effet que le service d'eau doit être interrompu pendant quelques minutes;
- l'ouverture du robinet de jardin ou l'ouverture d'un robinet quelconque à l'intérieur du bâtiment;
- la vérification du fonctionnement des robinets d'arrêt extérieurs ou des vannes;
- le nettoyage des bouches à clé de branchement ou des bouches à clé de vanne, lorsque requis;
- la mesure du débit des branchements d'eau;
- la compilation des vérifications et la remise du formulaire FI-2A-01.

Famille 2000 – Travaux de chemisage**Sous-Famille 2100 – Chemisage de conduite d'eau**

Le prix au mètre de l'item *Chemisage de conduite d'eau*, mesuré en surface d'une extrémité à l'autre de la conduite d'accueil gainée, comprend :

- l'installation de bouchons sur les conduites existantes;
- l'essai d'étanchéité du réseau existant avant les travaux de chemisage, incluant la compilation des données du formulaire FI-2A-05;
- le nettoyage et l'alésage des conduites à chemiser;
- le bouchonnage des branchements d'eau;
- l'inspection télévisée de la conduite d'accueil suite aux travaux de nettoyage et d'alésage, incluant la compilation des données et la remise du formulaire FI-2A-02;
- la prise de dimension de la conduite d'accueil;
- l'imprégnation de la chemise;
- l'assèchement de la conduite d'accueil;
- l'inspection télévisée de la conduite d'accueil le jour du chemisage;
- l'installation de la gaine;
- la réticulation et le refroidissement de la gaine, incluant la compilation des données et la remise du formulaire FI-2A-03;
- le découpage de la gaine aux extrémités et les travaux de scellement;
- l'essai d'étanchéité de la gaine, incluant la compilation des données et la remise du formulaire FI-2A-06;
- le percement et la remise en opération des branchements d'eau, incluant la compilation des données et la remise du formulaire FI-2A-02;
- l'inspection télévisée de la conduite réhabilitée;
- l'essai d'étanchéité du réseau existant après les travaux de chemisage, incluant la compilation des données et la remise du formulaire FI-2A-05;
- la détection de fuite lorsque les essais d'étanchéités sur le réseau réhabilité ne sont pas conformes;
- la désinfection du réseau réhabilité pour les conduites secondaires;
- le prélèvement, l'identification et le transport des échantillons de gaine.

Liste d'items correspondants :

II-2A-2101 Chemisage de conduite d'eau 150 mm

II-2A-2102 Chemisage de conduite d'eau 200 mm

II-2A-2103 Chemisage de conduite d'eau 250 mm

II-2A-2104 Chemisage de conduite d'eau 300 mm

II-2A-2105 Chemisage de conduite d'eau 350 mm

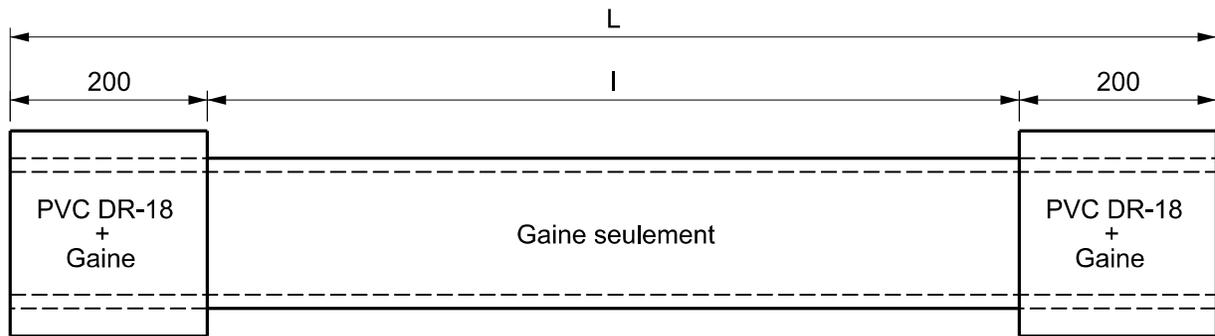
II-2A-2106 Chemisage de conduite d'eau 400 mm

II-2A-2107 Chemisage de conduite d'eau 450 mm

- II-2A-2108 Chemisage de conduite d'eau 500 mm
- II-2A-2109 Chemisage de conduite d'eau 600 mm
- II-2A-2110 Chemisage de conduite d'eau 750 mm
- II-2A-2111 Chemisage de conduite d'eau 900 mm
- II-2A-2112 Chemisage de conduite d'eau 1050 mm
- II-2A-2113 Chemisage de conduite d'eau 1200 mm

11 **ANNEXE**

11.1 **DESSINS NORMALISÉS**



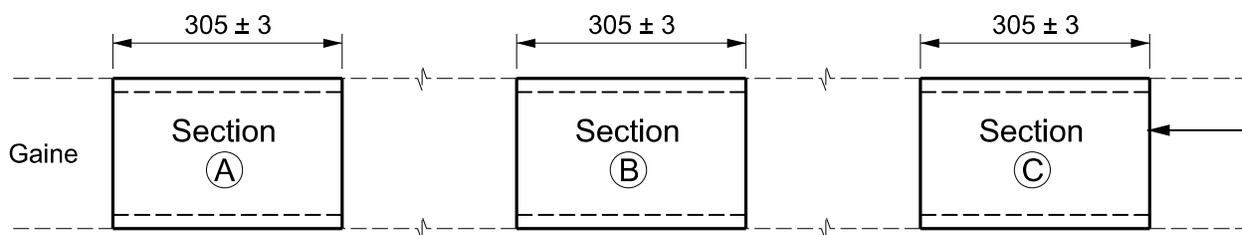
Essais de chargement hydrostatique

(ASTM D1599)

Conduites de 400 mm et moins

Note : L = 1350 mm max. et l = 3x diamètre de la conduite excepté conduites de 400 mm où l = 900 mm

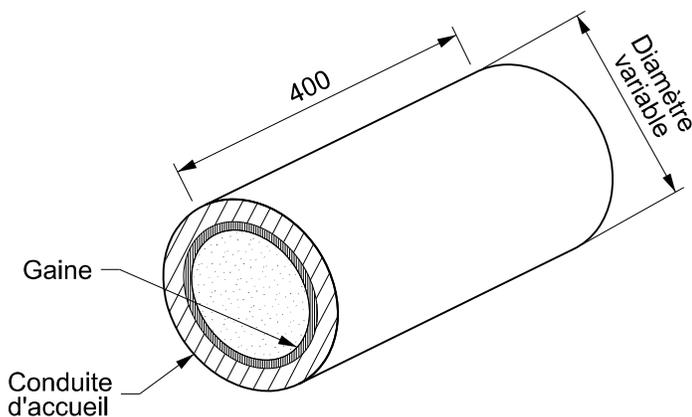
Coupe droite et perpendiculaire à chaque extrémité



Essais de rigidité et d'écrasement

(ASTM D2412)

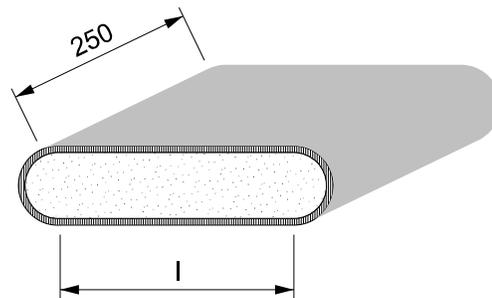
Conduites de 600 mm et moins



Essais d'adhésion

(ASTM D7234)

Conduites de moins de 400 mm



Essais de flexion et traction

(ASTM D790 et D638)

Conduites de tous diamètres

Note : l = 175 mm min ou 16x épaisseur de la gaine

Montréal

Toutes les dimensions sont en millimètres, sauf indication contraire.

Échantillonnage de gaine pour conduite d'eau

DESSINÉ PAR:
É. Laflamme, A.T.

APPROUVÉ PAR:
N/A

VÉRIFIÉ PAR:
David Martel, A.T.P.

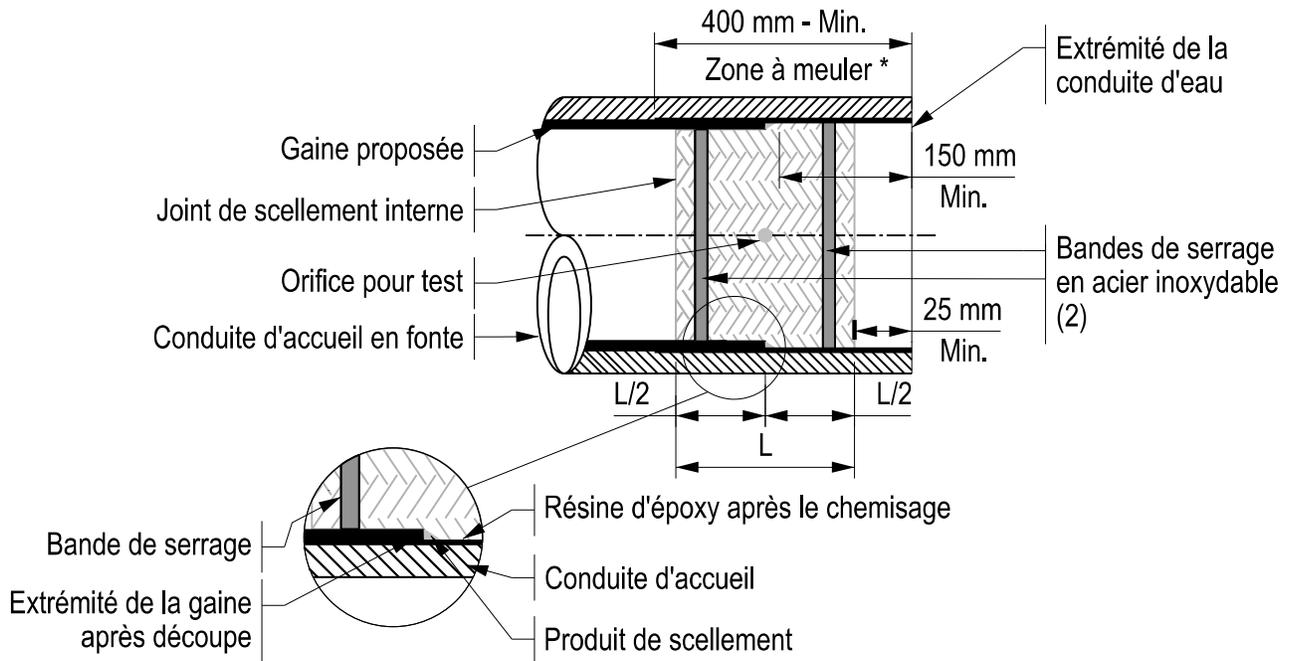
MEMBRE IOQ:
N/A

DATE:
20 juillet 2020

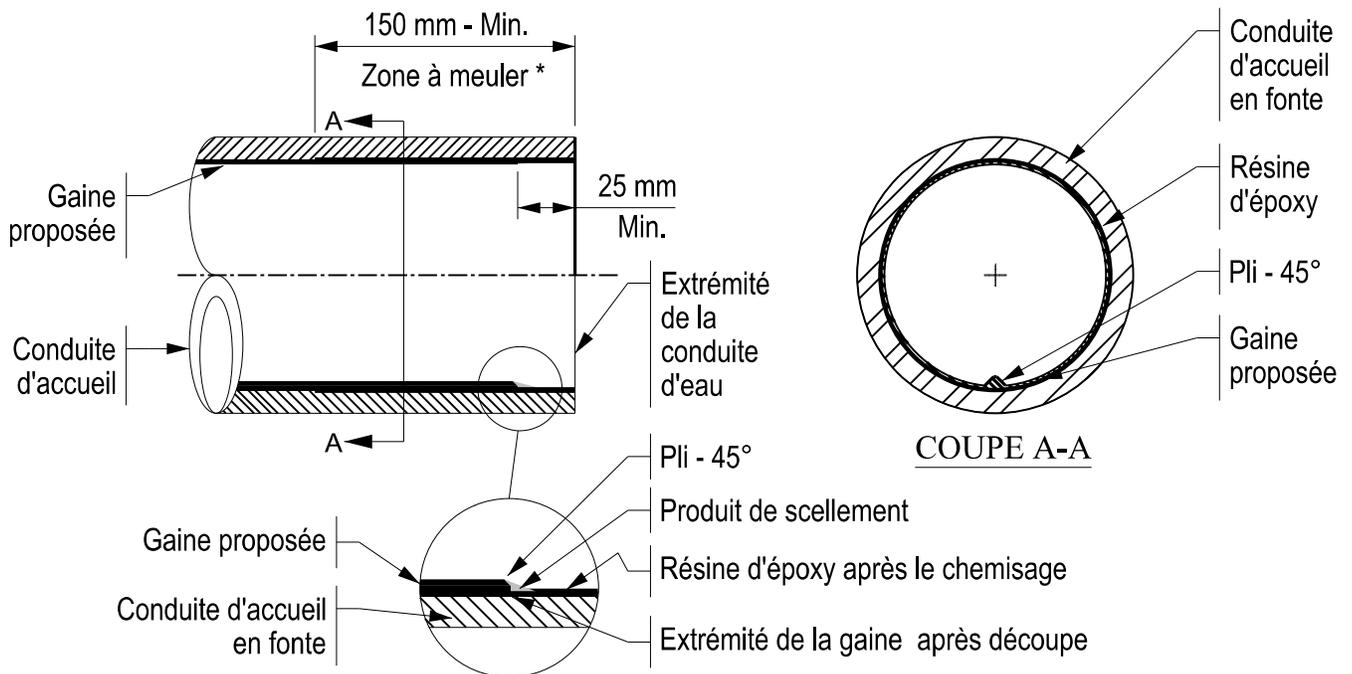
SIGNATURE:
N/A

SOUS-FAMILLE
DTNI-2A

DESSIN NORMALISÉ
DNI-2A-100



Gaine sans pli longitudinal



Gaine avec pli longitudinal

Notes:

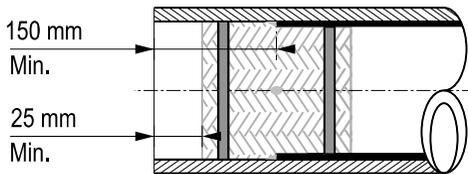
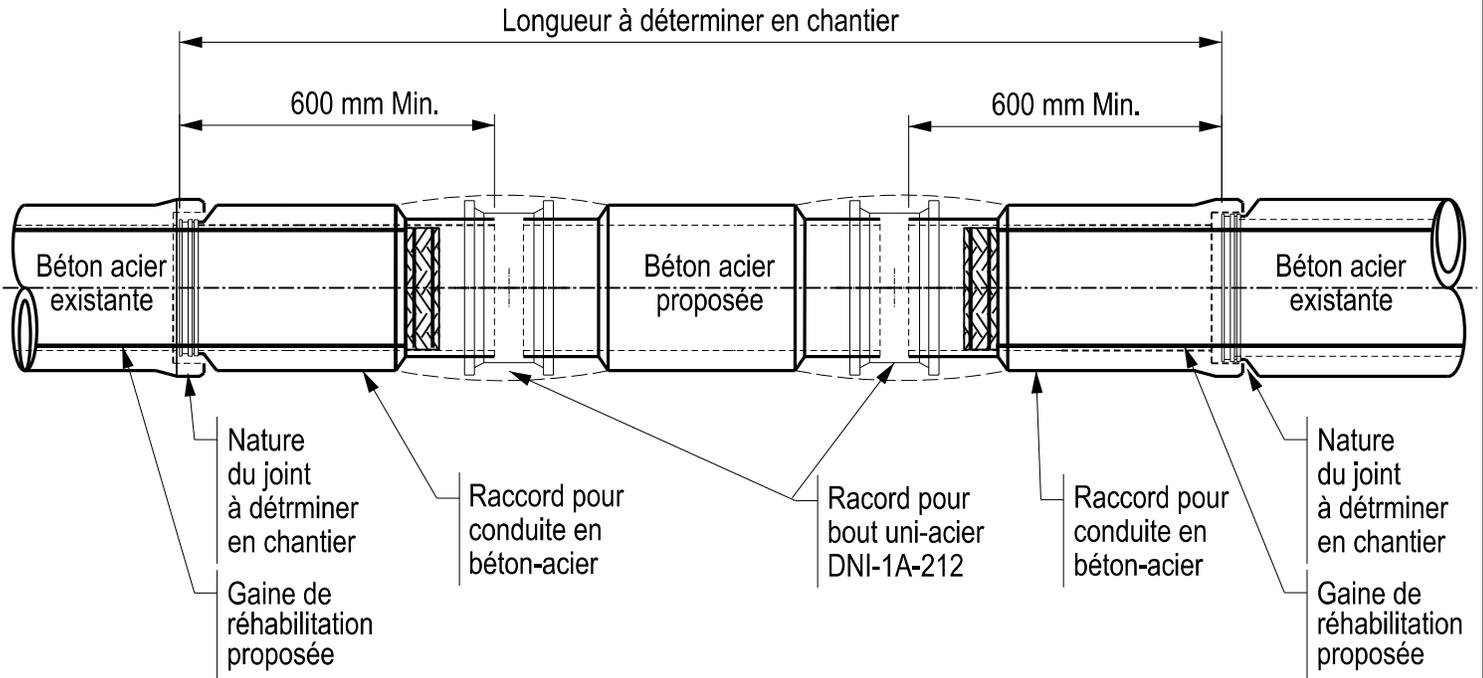
- Tous les éléments métalliques devront être en acier galvanisé
- * Meulage avant mise en place de la gaine

Montréal 

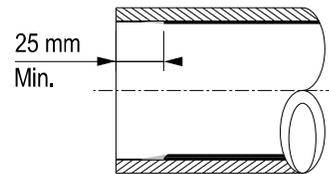
Toutes les dimensions
sont en millimètres,
sauf indication
contraire.

**JOINTS DE SCELLEMENT INTERNE
POUR CONDUITE D'EAU EN FONTE
Ø ≥ 350mm RÉHABILITÉ PAR CHEMISAGE**

DESSINÉ PAR: Elizabeth Skalska, Dess.	APPROUVÉ PAR: N/A
VÉRIFIÉ PAR: Sophie Garon, A.T.P.	# MEMBRE OIQ: N/A
DATE: 20 juillet 2020	SIGNATURE: N/A
SOUS-FAMILLE DTNI-2A	DESSIN NORMALISÉ DNI-2A-200



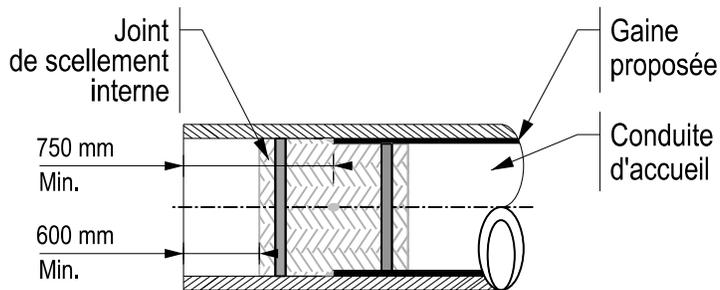
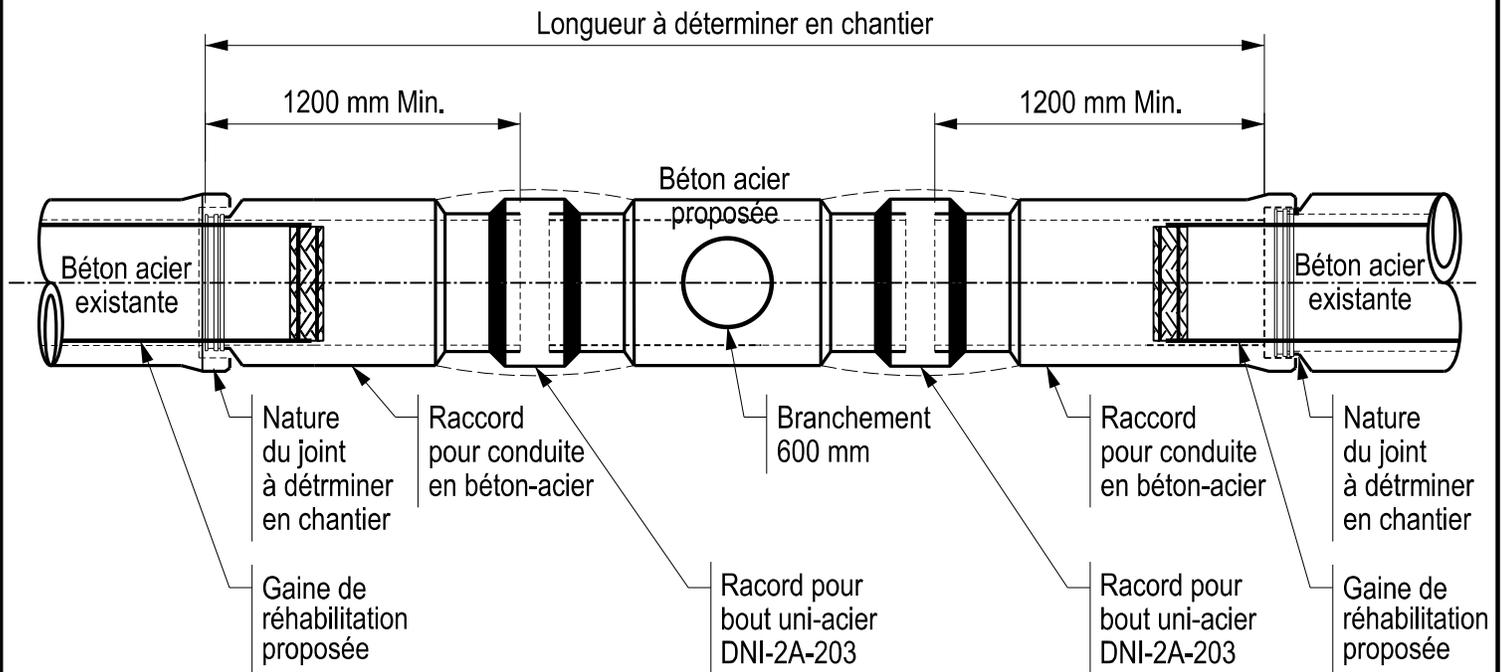
Gaine sans pli longitudinal



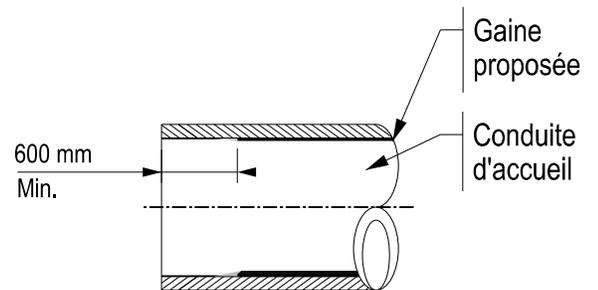
Gaine sans pli longitudinal

Raccordement d'une conduite d'eau en béton acier $\varnothing \leq 750$ mm réhabilitée

	<p>Toutes les dimensions sont en millimètres, sauf indication contraire.</p>	<p>DESSINÉ PAR: Elizabeth Skalska, Dess.</p>	<p>APPROUVÉ PAR: N/A</p>
		<p>VÉRIFIÉ PAR: Sophie Garon, A.T.P.</p>	<p># MEMBRE OIQ: N/A</p>
<p>Détails de raccordement</p>		<p>DATE: 20 juillet 2020</p>	<p>SIGNATURE: N/A</p>
		<p>SOUS-FAMILLE DTNI-2A</p>	<p>DESSIN NORMALISÉ DNI-2A-201</p>



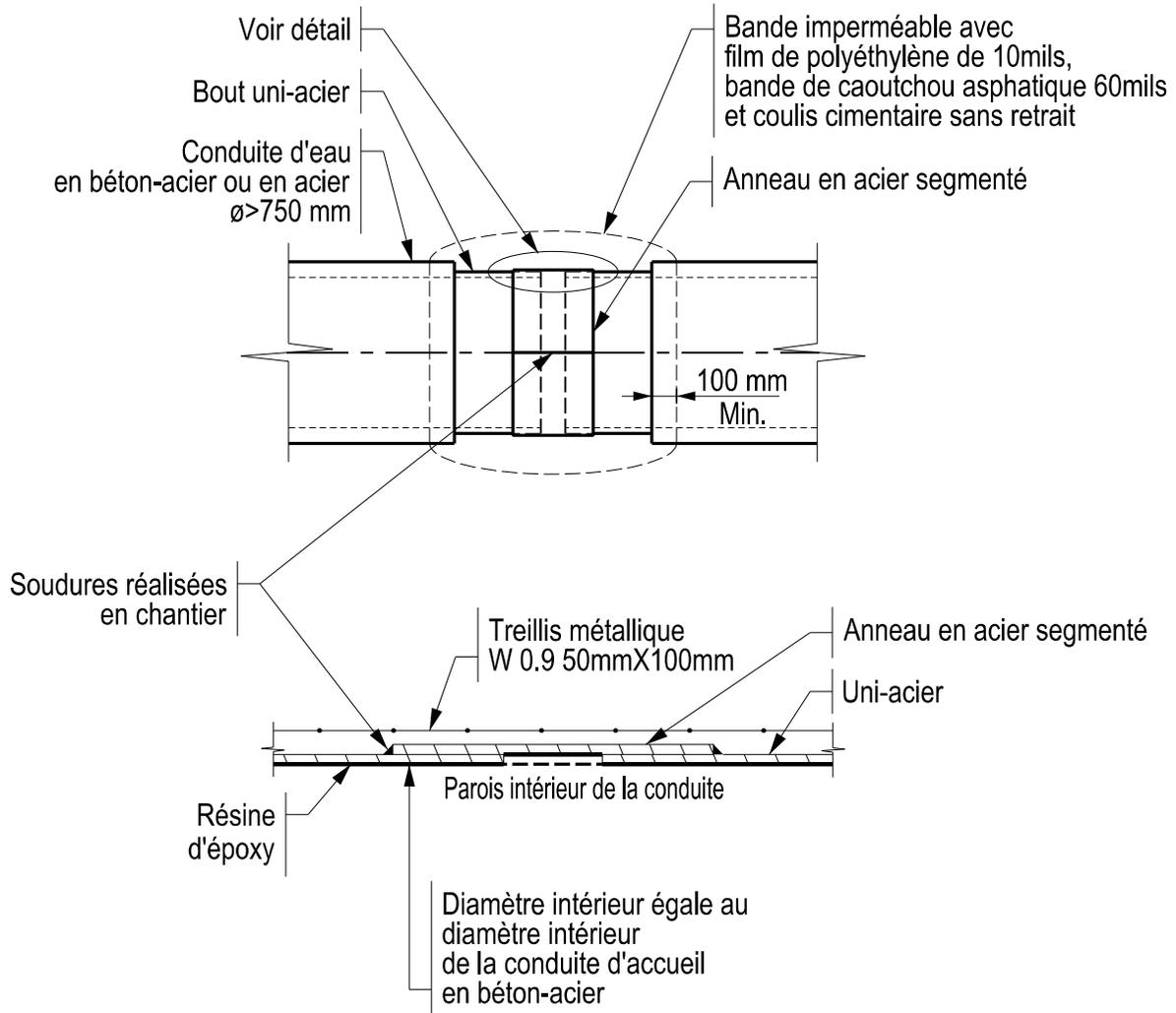
Gaine sans pli longitudinal



Gaine sans pli longitudinal

Raccordement d'une conduite d'eau en béton acier Ø>750MM réhabilitée

	<p>Toutes les dimensions sont en millimètres, sauf indication contraire.</p>	<p>DESSINÉ PAR: Elizabeth Skalska, Dess.</p>	<p>APPROUVÉ PAR: N/A</p>
		<p>VÉRIFIÉ PAR: Sophie Garon, A.T.P.</p>	<p># MEMBRE OIQ: N/A</p>
<p>Détails de raccordement</p>		<p>DATE: 20 juillet 2020</p>	<p>SIGNATURE: N/A</p>
		<p>SOUS-FAMILLE DTNI-2A</p>	<p>DESSIN NORMALISÉ DNI-2A-202</p>



Détail

Raccordement d'une conduite d'eau en béton acier $\varnothing > 750$ MM réhabilitée à une conduite en béton acier existante

Notes:

Treillis: Norme ASTM 1064/A1064M

Coulis cimentaire: Norme ASTM C1107C/C1107M

Membrane étanche: Norme ASTM D882, ASTM 0774/D774M et ASTM 01228

Montréal 

Toutes les dimensions sont en millimètres, sauf indication contraire.

Détails de raccordement

DESSINÉ PAR: Elizabeth Skalska, Dess.	APPROUVÉ PAR: N/A
VÉRIFIÉ PAR: Sophie Garon, A.T.P.	# MEMBRE IOQ: N/A
DATE: 20 juillet 2020	SIGNATURE: N/A
SOUS-FAMILLE DTNI-2A	DESSIN NORMALISÉ DNI-2A-203