



DOCUMENT TECHNIQUE NORMALISÉ
INFRASTRUCTURE
DTNI-6TC

**Installation et raccordement de câbles
électriques et de télécommunication**

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.

AVANT-PROPOS

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

Nicolas Dahito, ing. Andrei Durlut, ing., M.Sc.A.	Jacob Marcil, ing. jr
--	-----------------------

Le présent document a été relu et commenté par les membres suivants :

Zakaria Haddaji, M. ing. C.P. Patrice Gautier, ing. C/E.	Chheng Bun, ing.
---	------------------

La collaboration de l'association suivante est également à souligner :

--

Table des matières

AVIS	I
AVANT-PROPOS	I
1. OBJET	1
2. DOMAINE D'APPLICATION	2
3. LOIS, RÈGLEMENTS, NORMES ET RÉFÉRENCES	3
4. DÉFINITIONS	4
5. EXIGENCES GÉNÉRALES	5
5.1. Maintien de la circulation.....	5
5.2. État des lieux.....	5
5.3. Matériel de réserve.....	5
5.4. Fiches techniques et dessins d'atelier	6
5.5. Équivalences	6
5.6. Températures d'opération	6
5.7. Identification	6
5.8. Outils de sertissage et divers	6
5.9. Tirage de câbles	6
5.10. Concession CSEM.....	7
6. MATÉRIAUX	8
6.1. Câbles	8
6.2. Quincaillerie générale	8
6.2.1. Connecteur à épissure	8
6.2.2. Férule	9
6.2.3. Bague ou manchon à comprimer pour conducteurs de cuivre	9
6.2.4. Bornier à ressort.....	9
6.2.5. Capuchon	9
7. EXÉCUTION DU TRAVAIL	10
7.1. Généralité.....	10
7.1.1. Exigences d'installation des matériaux	10
7.1.2. Protection de l'environnement	10
7.1.3. Étanchéité des conduits	10
7.1.4. Dressage et attache des fils et câbles.....	10
7.1.5. Matériel de tirage de câble dans les conduits.....	11
7.2. Étiquetage et identification	11
7.2.1. Identification à l'intérieur du coffret	11
7.2.2. Identification dans un puits d'accès et à l'extérieur des coffrets.....	11
7.2.3. Identification dans en bas de fûts et dans les coffrets	11
7.3. Travaux de tirage de câbles.....	12
7.4. Travaux d'épissures de câbles.....	13
7.4.1. Épissure de câbles de signal dans un fût ou un caisson.....	14
7.4.2. Épissure de câbles de contrôle et de télémétrie	14
7.5. Travaux d'installation de connecteurs pour câbles de télécommunication.....	15
7.5.1. Installation de connecteur pour câble « T ».....	15
7.5.2. Installation de connecteur pour câble « O ».....	15
7.6. Travaux de câblage aérien.....	15
7.6.1. Amarrage pour fil porteur.....	15

7.6.2.	Installation de câbles en aérien	15
7.6.3.	Enlèvement de câbles en aérien.....	15
7.6.4.	Installation d'entrée de câbles	16
7.6.5.	Démantèlement d'entrée de câbles	16
7.6.6.	Raccordement aéro-souterrain de conduits	16
7.7.	Débouchage de conduits	16
7.7.1.	Application du forfait pour perte de temps pour conduits bloqués.....	17
7.8.	Travaux divers.....	19
7.8.1.	Raccordement du réseau équipotentiel (conducteur de masse - D ou V)	19
7.8.2.	Thermographie d'un puit d'accès de la CSEM	19
7.8.3.	Nettoyage des structures en dehors du réseau de la CSEM	19
8.	ESSAIS DE MATÉRIAUX.....	20
8.1.	Essais sur câbles électriques et de contrôle	20
8.2.	Essais sur câbles « T ».....	20
8.3.	Essais sur câbles « O »	20
9.	ACCEPTATION DES TRAVAUX.....	21
10.	DESCRIPTION DES ITEMS DU BORDEREAU	22
ANNEXES.....	27

1. OBJET

Le présent document normalisé spécifie les exigences techniques générales en vigueur pour les travaux d'installation et de raccordement de câbles électriques et de télécommunication du système de feux de circulation et du système de transport intelligent. Il couvre les aspects en lien avec les normes et références, les exigences générales, les matériaux, l'exécution des travaux, le contrôle qualitatif ainsi que l'acceptation des travaux.

2. DOMAINE D'APPLICATION

Ce document normalisé s'applique aux travaux d'installation et de raccordement de câbles électriques et de télécommunication des systèmes de transport intelligents situés sur le territoire de la Ville de Montréal. Ces travaux couvrent les volets mécanique, électrique et de télécommunication en vue de l'installation, du raccordement, des tests et de la mise en service de câbles électriques et de télécommunication aux systèmes de feux de circulation et de transport intelligents.

3. LOIS, RÈGLEMENTS, NORMES ET RÉFÉRENCES

Chaque fois que le présent document réfère à une loi, à un règlement, à une norme ou à une référence, la plus récente édition en vigueur en date du dépôt de la Soumission est applicable.

- ANSI/TIA-568-C.0 : Generic Telecommunications Cabling for Customer Premises ;
- ANSI/TIA-568-C.1 : Commercial Building Telecommunications Cabling Standard ;
- ANSI/TIA-568-C.2 : Balanced Twisted-Pair Telecommunications Cabling and Components Standard ;
- ANSI/TIA-568-C.3 : Optical Fiber Cabling Components Standard ;
- ANSI/TIA-569-D : Telecommunications Pathways and Spaces ;
- ANSI/TIA-598-D : Optical Fiber Cable Color Coding ;
- CAN/CSA C22.2 n°0 : Exigences générales – Code canadien de l'électricité, Deuxième partie ;
- CAN/CSA C22.2 n°214-17 : Câbles de télécommunication (norme binationale avec UL 444) ;
- CAN/CSA C22.10 : Code de construction du Québec – Chapitre V – Électricité – Code canadien de l'électricité, Première partie et modification du Québec ;
- CAN/CSA C22.10 n°232-17 : Câbles de fibres optiques ;
- Document technique normalisé DTNI-6AB : Achat de coffrets de feux de circulation et de STI ;
- Document technique normalisé DTNI-6AC : Achat de câble électrique et de télécommunication ;
- Document technique normalisé DTNI-6AD : Achat d'équipements de détection pour feux de circulation et STI ;
- Document technique normalisé DTNI-6AE : Achat d'équipements de feux de circulation et de STI ;
- Document technique normalisé DTNI-6AM : Achat d'éléments structuraux de feux de circulation et de STI ;
- Document technique normalisé DTNI-6TB : Installation et raccordement de coffrets de feux de circulation et de STI ;
- Document technique normalisé DTNI-6TD : Installation et raccordement d'équipements de détection pour feux de circulation et STI ;
- Document technique normalisé DTNI-6TE : Installation et raccordement d'équipements de feux de circulation et de STI ;
- Document technique normalisé DTNI-6TM : Installation d'éléments structuraux de feux de circulation et de STI ;
- Document technique normalisé DTNI-8A : Maintien et gestion de la mobilité ;
- MTQ : Tome V – Ouvrages routiers ;
- NEMA TS 2-2016 : Traffic Controller Assemblies with NTCIP Requirements ;
- Spécification 19-1 des câbles de l'IMSA ;
- Spécification 40-2 des câbles de l'IMSA.

4. DÉFINITIONS

Dans le présent document, les termes suivants signifient :

- **Boucle de détection** : Conducteur électrique entourant une certaine superficie d'une voie carrossable pour former une zone de détection d'un véhicule par le biais d'un champ magnétique rayonnant autour de la boucle et au-dessus de la chaussée.
- **Bouton piétons** : Dispositif permettant à un piéton de logger un appel à un contrôleur de feux de circulation.
- **Câble porteur** : Câble servant à faire cheminer les câbles conducteurs entre des poteaux ou des fûts en aérien. Les câbles conducteurs sont accrochés sur le câble porteur. Le câble porteur ne sert pas à faire conduire de l'électricité.
- **Circuit d'éclairage** : Ensemble des éléments d'éclairage (fûts d'éclairage, luminaires, câbles d'éclairage, relais d'éclairage).
- **Continuité de Masse**: Ce conducteur assure la continuité de masse entre les équipements de feux de circulation et relie ces équipements à la MALT (mise à la terre) locale.
- **Contrôleur de feux de circulation** : Ensemble de l'unité de contrôle des feux de circulation d'une intersection, des composantes externes et du coffret.
- **Dressage** : Le dressage de câbles, bandes et fils est l'action de rassembler plusieurs fils et de leur donner une forme régulière et ordonnée.
- **Fibre optique** : Filament en matière diélectrique (verre), de section circulaire et de très petit diamètre par lequel chemine un signal lumineux réfléchi sur la gaine « cladding » entourant le filament, permettant ainsi d'établir un lien de communication entre deux équipements installés aux extrémités du filament.
- **Mise à la terre (MALT)** : Conducteur qui relie un point d'un circuit à la terre et l'empêche par le fait même d'être mis sous tension. La mise à la terre est un conducteur qui relie l'équipement des feux et le fil neutre au sol par l'intermédiaire d'une borne.
- **Point d'alimentation ou Point de branchement** : Lieu physique où la Ville acquière de l'énergie électrique, par exemple une chambre de tirage de la Commission des services électriques de Montréal (CSEM) ou le boîtier de sectionnement dans le haut d'un fût advenant une alimentation aérienne.
- **Système de feux de circulation** : Ensemble d'unité de contrôle autonome à une intersection pour gérer la circulation, la détection, la télécommunication et la télésurveillance.
- **Télémetrie** : Élaboration et transmission à distance d'un signal représentant un résultat de mesure.
- **Tête de feux piétons** : Ensemble de deux lanternes, assemblées verticalement et orientées dans la même direction, dont la lanterne supérieure a une lentille de couleur orange portland représentant une main lorsqu'elle est éclairée et dont l'autre a une lentille de couleur blanche lunaire représentant une silhouette, destiné à être installé sur un fût, incluant le montage.

De plus, chacune des définitions présentes au Cahier des clauses administratives générales (CCAG) est applicable au présent document technique.

5. EXIGENCES GÉNÉRALES

La Ville de Montréal s'attend à ce que l'Entrepreneur, lorsqu'il est assigné à des travaux d'installation ou de raccordement de câbles, travaille dans les règles de l'art et qu'il s'assure de laisser les infrastructures de la Ville dans un état supérieur ou égal à l'état initial trouvé.

5.1. MAINTIEN DE LA CIRCULATION (DTNI-8A)

L'Entrepreneur est responsable de maintenir la circulation de tous les usagers de la route selon les exigences des lois et des règlements en vigueur. En particulier, l'Entrepreneur doit se conformer aux exigences du document technique normalisé «Maintenance et gestion de la mobilité».

5.2. ÉTAT DES LIEUX

Avant de présenter sa Soumission, l'Entrepreneur doit tenir compte de toutes les particularités susceptibles de nuire à la sécurité et à la bonne marche des travaux. L'Entrepreneur doit étudier tous les aspects afin de pouvoir évaluer :

- La nature et l'étendue des travaux à exécuter ;
- Les difficultés d'accès au chantier ;
- Les difficultés d'exécution des travaux ;
- Les dispositifs et l'équipement nécessaires ;
- Les services souterrains et aériens existants.

L'Entrepreneur doit obtenir toute l'information, les permis et les autorisations nécessaires auprès des compagnies de services publics, des arrondissements ou des autres intervenants.

L'Entrepreneur doit localiser toutes les installations souterraines existantes dans le secteur de ses travaux et assurer la protection de ces installations. Toutes les installations existantes, incluant les équipements qui sont endommagés, doivent être réparées aux frais de l'Entrepreneur, selon les exigences applicables.

L'Entrepreneur ne peut réclamer aucun dommage dû à des oublis ou des erreurs de sa part dans les dimensions principales des ouvrages.

De la même façon, l'Entrepreneur ne peut réclamer aucun dommage dû à des difficultés résultant des conditions existantes, des services publics, de la température, de la circulation ou de l'accès au site des travaux. Il est responsable de l'exécution des travaux à l'intérieur de l'horaire prévu en dépit de ces conditions.

5.3. MATÉRIEL DE RÉSERVE

L'Entrepreneur devra toujours avoir en sa possession, en plus des équipements à installer, des câbles, des connecteurs et l'ensemble des accessoires en quantité suffisante pour s'adapter en fonction de la complexité du terrain. L'Entrepreneur ne pourra pas réclamer une compensation financière pour perte de temps si l'équipe au chantier ne possède pas tous les équipements et le personnel nécessaires pour effectuer le travail dans la même journée. L'Entrepreneur est responsable d'exécuter les travaux débutés et de coordonner, à ses frais, le retour au chantier.

5.4. FICHES TECHNIQUES ET DESSINS D'ATELIER

L'Entrepreneur doit fournir toutes les Fiches techniques au moment du dépôt de la Soumission. Ces Fiches techniques doivent indiquer toutes les informations relatives aux dimensions, normes, caractéristiques ainsi qu'aux conditions d'utilisation et d'installation de l'équipement proposé. Les équipements de même nature doivent être fournis par un même fabricant, à moins d'indications contraires.

L'Entrepreneur doit soumettre les Dessins d'atelier pour Visa selon les modalités prescrites au CCAG.

5.5. ÉQUIVALENCES

L'Entrepreneur doit s'assurer que les produits proposés en équivalence rencontrent toutes les exigences fonctionnelles tel que stipulé dans le présent devis. Les dimensions des équipements offerts en équivalences doivent permettre son installation.

5.6. TEMPÉRATURES D'OPÉRATION

L'ensemble des équipements doit être en mesure de fonctionner, sans impact sur leur performance, dans des conditions avec une humidité de 95 % (sans condensation) et pour une plage de températures variant entre -34 °C et +74 °C.

5.7. IDENTIFICATION

L'Entrepreneur se doit d'effectuer l'identification des câbles et des équipements selon les exigences du présent document technique normalisé.

5.8. OUTILS DE SERTISSAGE ET DIVERS

L'Entrepreneur doit être en mesure de démontrer que les outils qu'il utilise pour effectuer le sertissage sont ceux spécifiés par le fabricant des éléments à sertir. Au cas contraire, le travail devra être refait aux frais de l'Entrepreneur.

Les systèmes de marquage intégrés dans les matrices de sertissage doivent être utilisés lorsque rendus disponibles par le fabricant.

Les équivalences d'outils ne sont pas acceptées.

5.9. TIRAGE DE CÂBLES

Le tirage de câbles doit être effectué par des ressources qualifiées pour cette opération et l'Entrepreneur doit fournir des équipements de tirage adéquats en fonction de la grosseur du conduit.

L'Entrepreneur doit s'assurer de respecter les contraintes de tirage imposées par le fournisseur de câbles (température, force, etc.).

La Ville de Montréal balise le déroulement du tirage de câble de façon à assurer une compensation juste et précise dans les cas de conduits bloqués.

La Ville de Montréal exige que le tirage soit effectué avec un ruban/une corde de tirage.

Dans le cas où un ruban/une corde de tirage est présent dans un conduit, après son utilisation, l'Entrepreneur devra remettre un ruban/une corde de tirage en place.

5.10. CONCESSION CSEM

À moins d'une autorisation à l'effet contraire, l'Entrepreneur doit demander les concessions à la CSEM en mode un (1), soit au moins quatre (4) jours avant la date requise des travaux et il ne peut pas demander plus d'une concession par puits d'accès.

Au besoin, seul le représentant de la Ville peut autoriser les autres modes (prioritaire ou urgent). Les charges facturées à la Ville par la CSEM pour des concessions non autorisées seront déduites du contrat. La responsabilité de la coordination avec la CSEM appartient à l'Entrepreneur.

6. MATÉRIAUX

Le présent chapitre concerne les exigences des matériaux utilisés dans l'exécution des travaux. L'Entrepreneur doit fournir au Directeur les documents attestant la conformité aux normes de ces Matériaux, soit toutes les informations, Fiches techniques et essais tels que stipulé dans le présent document technique normalisé ou dans les normes et devis auxquelles le présent document fait référence.

6.1. CÂBLES

Les câbles doivent respecter les exigences du document technique normalisé « DTNI-6AC – Achat de câbles électriques et de télécommunication ».

6.2. QUINCAILLERIE GÉNÉRALE

La quincaillerie générale regroupe l'ensemble des accessoires utilisés en vue de réaliser les travaux conformément aux normes et règlements applicables.

Toute la quincaillerie et les montages installés dans les coffrets doivent être de grade industriel et répondre aux exigences générales du code canadien de l'électricité, Deuxième partie « CAN/CSA C22.2 n°0 ».

6.2.1. Connecteur à épissure

Le connecteur à épissures doit être de type épissure bout à bout (*Butt Splice*).

Les modèles de références en fonction du calibre de câble sont identifiés au Tableau 1.

Modèle	Calibre du câble
Burndy SN10	AWG 12-10
Burndy SN14	AWG 16-14
Burndy SN18	AWG 22-18

Tableau 1 : Connecteur à épissure

6.2.2. Férule

La férule est utilisée pour relier des câbles de fils toronnés (*stranded wire*) ne pouvant être reliés par une seule union.

Les modèles de références en fonction du calibre de câble sont identifiés au Tableau 2.

Modèle	Calibre du câble
Burndy YF2210ID	AWG 22
Burndy YF2010ID	AWG 20
Burndy YF1810ID	AWG 18
Burndy YF1610ID	AWG 16
Burndy YF1410ID	AWG 14

Tableau 2 : Férule

6.2.3. Bague ou manchon à comprimer pour conducteurs de cuivre

La bague ou le manchon à comprimer pour conducteurs de cuivre est utilisé pour le sertissage de câbles. Le modèle de la bague doit être choisi de façon à respecter le calibre des conducteurs de cuivre à comprimer.

Les modèles de référence sont :

- les bagues de la série YSM de Burndy ;
- les bagues de la série STA-KON, modèle C10-PS-D de Thomas & Betts.

6.2.4. Bornier à ressort

Le bornier à ressort est utilisé afin de raccorder les équipements accessoires du coffret à leur point d'alimentation. Ce bornier doit être de type raccordement par bornes de ressort, certifié UL/CSA.

Le modèle de référence pour le bornier à ressort est Entrelec Serie D2,5/5.2L de la compagnie ABB.

Le modèle de référence pour le séparateur est Entrelec Serie SCD5.2L de la compagnie ABB.

6.2.5. Capuchon

Le capuchon doit être de type « wrap cap » et sert à protéger la bague de sertissage.

Le modèle de référence du capuchon de type « wrap cap » est le modèle Crimp Connector Insulator 415 de la compagnie Ideal Industries.

7. EXÉCUTION DU TRAVAIL

7.1. GÉNÉRALITÉ

7.1.1. Exigences d'installation des matériaux

En plus des exigences mentionnées dans le présent devis, l'Entrepreneur doit suivre les recommandations d'installation des fabricants.

Les câbles doivent être installés sans coupure entre les bases et/ou les puits d'accès à moins d'indication contraire par le Directeur.

7.1.2. Protection de l'environnement

L'Entrepreneur devra libérer le chantier de tout surplus de matériaux et de tout rebut au fur et à mesure de l'avancement des travaux tel que requis par le Directeur.

L'Entrepreneur devra prendre toutes les précautions requises pour sauvegarder le territoire environnant le chantier et la propriété publique y compris les réseaux de services publics, les fils électriques à basse altitude, les arbres, les pelouses, les aménagements privés, etc.

7.1.3. Étanchéité des conduits

L'Entrepreneur doit étanchéifier toutes les entrées de coffrets avec du composé d'étanchéité pour conduit (le duct seal de la compagnie Ideal est approuvé pour cette utilisation) après le passage des câbles. L'étope ne peut pas être réinstallée et doit être retirée du site.

7.1.4. Dressage et attache des fils et câbles

Les fils et câbles doivent être dressés selon des chemins strictement horizontaux et verticaux. Les éléments filaires ne peuvent en aucun cas limiter l'utilisation future des éléments composant le coffret et ne peuvent obstruer la maintenance des équipements existants et futurs.

L'ensemble des fils et câbles installés par l'Entrepreneur doit être attaché et formé en suivant les chemins de câbles présents ou les câbles déjà installés par des serres-câbles.

Si l'Entrepreneur décide de suivre un câble existant, il doit s'assurer que le câble original respecte les consignes de ce document.

Aucune diagonale, aucune obstruction, aucun entremêlement ou coincement ne sera toléré.

Les câbles dans les puits d'accès doivent être attachés selon la méthode prescrite par la CSEM, et ce, même sur les sites à l'extérieur de la juridiction de la CSEM.

Dressage de câbles dans les coffrets

Pour les câbles avec conducteurs métalliques :

La gaine doit être coupée à 76,2 mm (3 po) de l'entrée dans le coffret et les fils doivent être dressés sur le restant de la longueur. Comme règle de base, il est demandé de l'Entrepreneur :

- Que les fils soient attachés à chaque changement de direction ;
- Une distance maximum de 152,4 mm (6 po) entre les serres-câbles ;
- Que les rayons minimums soient respectés pour l'ensemble des câbles individuellement. Dans le cas d'un groupement de câbles, le diamètre le plus restreignant doit être utilisé ;
- Que lors des raccordements aux borniers divers, les câbles soient attachés et dressés jusqu'au dernier changement de direction.

Le câble supplémentaire à l'intérieur d'un coffret ne peut pas être supérieur à deux (2) fois la hauteur intérieure du coffret. Le surplus de câbles doit être enroulé et attaché selon les mêmes consignes.

Pour la fibre optique :

La gaine de la fibre doit être conservée dans le coffret, et ce, jusqu'au moment où elle sera raccordée dans un équipement de télécommunication.

7.1.5. Matériel de tirage de câble dans les conduits

Une broche de traction et des tiges de diamètre adéquat du Cobra ou Python de la compagnie Condux ou équivalent doivent être utilisées. L'Entrepreneur devra avoir en sa possession l'ensemble des accessoires requis et disponibles du fabricant et les équipements doivent être en excellent état de fonctionnement.

L'Entrepreneur devra maintenir ses équipements de traction dans un état fonctionnel. Il est entendu que les ouvriers sont responsables de l'entretien de leur matériel.

7.2. ÉTIQUETAGE ET IDENTIFICATION

Toutes les identifications doivent être imprimées mécaniquement sur des autocollants. Une imprimante du type Brady doit être utilisée.

Tout autre système d'étiquetage doit être soumis à la Ville de Montréal pour approbation avant utilisation.

7.2.1. Identification à l'intérieur du coffret

L'Entrepreneur devra identifier les fils, câbles et composantes qu'il installe. Dans un cas où l'Entrepreneur doit se raccorder à des équipements non identifiés, il devra compléter l'identification selon les directives de ce devis. L'identification se fera par le biais de diverses étiquettes selon le cas d'utilisation.

7.2.2. Identification dans un puits d'accès et à l'extérieur des coffrets (DNI-6C-4800)

Tous les câbles électriques doivent être identifiés à l'aide d'une plaque d'identification dans chacun des puits d'accès et dans les bas de fûts répondant aux exigences du dessin normalisé (Plaque d'identification).

Différentes versions de plaques peuvent être fournies par la Ville, mais les consignes d'installation demeurent les mêmes.

L'Entrepreneur doit identifier la nature du câble en trouant à l'aide d'un poinçon rond de 3,175 mm (1/8 de po) dans les marqueurs blancs à cet effet. Le trou doit remplacer le point blanc et ne jamais être en contact avec les lignes séparant les catégories. Le trou doit être net et sans résidu.

L'Entrepreneur devra remplacer la plaque si elle est endommagée ou simplement si l'identification de la nature du câble est imprécise ou à l'extérieure des limites.

Le nombre de plaques d'identification requis est souvent spécifique pour un lieu ou un contexte donné. L'Entrepreneur doit procéder à l'installation de façon à permettre l'identification facile et évidente de tous les câbles en toute situation et selon les consignes de la CSEM.

7.2.3. Identification dans en bas de fûts et dans les coffrets

Câble « R », « U », « A » et « L » :

À chaque extrémité, les fils doivent être identifiés à l'aide du ruban adhésif de type 3M/#35 ou équivalent sur une longueur de 300 à 450 mm selon le tableau suivant :

11 Conducteurs	7 Conducteurs	Détecteurs
R1 – Rouge	A1 – Rouge	A – Rouge
R2 – Jaune	A2 – Jaune	B – Jaune
R3 – Vert	A3 – Vert	C – Vert
R4 – Bleu	A4 – Bleu	D – Bleu
R5 – Blanc	A5 – Blanc	E – Blanc
		F – Orange
		G – Gris
		H – Brun

Tableau 3 - Identification des câbles de têtes de feux et de détecteurs

Cet item ne peut être utilisé que pour des fins d'identifications des câbles.

Câble « X », « O » et « S » :

À chaque extrémité les fils doivent être identifiés avec la couleur correspondant à la direction du câble avec un serre-câble de type Panduit PLM1M-XXX ou équivalent. Les modèles spécifiques de serre-câbles doivent se référer au tableau suivant :

# Modèle	Couleur	Direction
PLM1M-M2	Rouge	Ouest
PLM1M-M6	Bleu	Nord
PLM1M-M4Y	Jaune	Est
PLM1M-M5	Vert	Sud

Tableau 4 - Identification de la destination (direction) des câbles

En plus du serre-câble, le câble « X », « O » ou « S » doit être identifié avec un collant de type B-427 ou équivalent. L'information à inscrire sera fournie par le Directeur et doit être approuvée préalablement à l'installation.

7.3. TRAVAUX DE TIRAGE DE CÂBLES

Tous les équipements et les matériaux nécessaires à l'installation ou à l'enlèvement de câbles dans les conduits doivent être conformes aux prescriptions du Cahier des charges et du présent devis.

L'Entrepreneur ne peut pas mettre les feux de circulation en arrêt pour effectuer des travaux de câblage, sauf sous approbation du Directeur.

L'Entrepreneur doit respecter un taux de remplissage de conduit de 40 %, quels que soient les types de câbles remplissant ce conduit, leurs longueurs, provenances et directions.

Pour les câbles nécessitant une épissure en bas de fût, l'installation du câble doit permettre la réalisation des épissures à 760 mm de la porte du fût.

Lorsqu'un conduit est bloqué, l'Entrepreneur doit coordonner avec la CSEM les travaux correctifs nécessaires en lui transmettant un plan annoté de la section et du numéro de conduit à débloquer. En aucun cas l'Entrepreneur ne peut charger une perte de temps associée à cette activité, ni au fait qu'il ait essayé de tirer une corde de tirage.

En tout temps, une corde de doublage doit être installée ou réinstallée dans les conduits utilisés par l'Entrepreneur.

Un seul tirage est payé par conduit reliant deux points de tirage, quelque soit le nombre de câbles à tirer dans ce conduit. L'Entrepreneur peut, s'il le juge nécessaire, effectuer plusieurs tirages dans un conduit donné, mais aux fins de facturation du projet, un seul tirage lui sera payé.

Les câbles enlevés qui ne seront pas réutilisés doivent être enroulés et livrés à la Ville.

Les travaux de tirage de câbles sont regroupés tel qu'indiqué ci-dessous :

- A. **Remplacement de câbles en conduit** : Tirage pour effectuer le remplacement dans un conduit d'une partie ou de la totalité du câblage existant par de nouveaux câbles électriques ;
- B. **Installation de câbles électriques en conduit** : Tirage pour l'installation de câbles électriques dans un conduit ;
- C. **Installation de câbles de fibre optique en conduit** : Tirage pour l'installation de câbles de fibre optique dans un conduit ;
- D. **Enlèvement de câbles en conduit** : Tirage pour l'enlèvement d'une partie ou de la totalité du câblage (électrique et optique) existant dans un conduit.

7.4. TRAVAUX D'ÉPISURES DE CÂBLES (DNI-6C-4111)

Les joints sont acceptés seulement dans les bas de fûts pour les câbles « R » (feux véhicules), « A » (feux piétons), « W » (bouton piétons) et « Z ».

Les joints de raccordement dans le bas des fûts doivent être faits avec le matériel pour épissure de câble d'alimentation tel que spécifié dans le présent document. Aucun joint en étage n'est toléré.

Dans le cas de câbles de contrôle (autres que l'alimentation 120/240 V), les épissures doivent être protégées contre toute infiltration d'eau à l'aide d'un connecteur étanche approuvé pour un milieu humide ou d'un ensemble de Scotchcast. L'ensemble des câbles et connecteurs inséré dans la cartouche doit être recouvert du liquide isolant du connecteur étanche. De plus, la cartouche doit être remplie et sans présence de bulles d'air.

Aucun joint croisé ne sera toléré. Tous les câbles doivent être raccordés couleur/couleur de la tête de feux de circulation au contrôleur.

Également, tous les conducteurs utilisés doivent être jointés. Les autres conducteurs doivent être isolés individuellement dans le bas du fût tel que spécifié sur le dessin normalisé DNI-6C-4111 annexé au présent devis.

L'Entrepreneur doit se référer au document technique normalisé « DTNI-6AC – Achat de câbles électriques et de télécommunication » afin de connaître les spécifications techniques ainsi que le nombre de conducteurs de chacun des câbles.

Aucune autre épissure ne sera tolérée sauf sur approbation du Directeur. Les câbles trop courts devront être repassés aux frais de l'Entrepreneur.

L'Entrepreneur doit s'assurer que le produit proposé tiendra compte du nombre et de la grosseur des conducteurs, de la tension de fonctionnement et des facteurs environnementaux.

7.4.1. Épissure de câbles de signal dans un fût ou un caisson (DNI-6C-4111 et DN-6C-4112)

Les épissures de câbles de signal doivent respecter les exigences du présent document ainsi que celles indiquées aux dessins normalisés. Pour ce faire, l'Entrepreneur doit fournir tous les matériaux et les outils nécessaires pour l'exécution de son mandat.

Le diamètre du connecteur doit être choisi en fonction du nombre et du calibre des brins constituant chaque joint, tel que recommandé par le fabricant.

La compression de chaque épissure doit être effectuée selon la recommandation du fabricant à l'aide des outils adéquats et l'épissure doit être recouverte d'un capuchon isolant.

Les travaux d'épissure de câbles de signal dans un fût ou un caisson couvrent les câbles suivants :

- A. Câble « A » ;
- B. Câble « P » ;
- C. Câble « R » ;
- D. Câble « W » ;
- E. Câble « Z ».

7.4.2. Épissure de câbles de contrôle et de télémétrie

L'épissure des câbles de contrôle et de télémétrie doit respecter les exigences du présent devis. Pour ce faire, l'Entrepreneur doit fournir tous les matériaux et les outils nécessaires pour l'installation d'une épissure de type ScotchCast 3832 de la compagnie 3M ou équivalent.

La correspondance des raccords des câbles de synchro « S » doit respecter le tableau ci-dessous :

Nouveau	Fonction	Vieux
Blanc-Noir	Sy3	Jaune-Blanc
Bleu	Sy2	Vert-Blanc
Vert	Sy1	Vert
Blanc-Ground	N	Blanc-Ground
Bleu-Noir	C1	Rouge-Blanc
Jaune	M2	Jaune
Rouge	M3	Rouge
Vert-Noir	R2	Vert-Noir

Tableau 5 - Correspondance des raccords des câbles de synchro

Les épissures sont autorisées uniquement sur approbation du Directeur ou selon les exigences des plans d'installation et elles doivent être faciles d'accès pour l'inspection (bas de fût, caisson, boîte de tirage, etc.).

L'épissure doit être effectuée avec des connecteurs à épissures. Les câbles doivent être aboutés selon les calibres des câbles à unir. Dans un cas où l'épissure implique 2 câbles de grosseurs différentes et ne pouvant pas être reliés par une seule union, l'Entrepreneur devra utiliser des ferrules de calibre adéquat. L'utilisation de la fêrulle n'est pas requise lorsque le calibre des câbles est semblable.

Les travaux d'épissure de câbles de contrôle et de télémétrie couvrent les câbles suivants :

- A. Câble « K » ;

- B. Câble « X »;
- C. Câble « S »;
- D. Câble « L ».

7.5. TRAVAUX D'INSTALLATION DE CONNECTEURS POUR CÂBLES DE TÉLÉCOMMUNICATION

7.5.1. Installation de connecteur pour câble « T »

L'Entrepreneur doit fournir et installer les connecteurs spécifiés au FTI-6C-4820 à chacune des extrémités du câble Ethernet « T ». De plus, l'Entrepreneur doit effectuer les raccordements tels qu'illustrés sur les plans de télécommunication TC.

7.5.2. Installation de connecteur pour câble « O » (DTI-6C-4835)

L'Entrepreneur doit fournir et installer les connecteurs spécifiés au FTI-6C-4815 sur chacune des six (6) fibres du câble de fibres optiques « O » et procéder aux travaux selon les directives du devis technique. De plus, l'Entrepreneur doit effectuer les raccordements tels qu'illustrés sur les plans de télécommunication TC.

7.6. TRAVAUX DE CÂBLAGE AÉRIEN

7.6.1. Amarrage pour fil porteur

L'Entrepreneur doit obtenir toutes les autorisations nécessaires et respecter toutes les normes d'installation pour la pose du câblage aérien.

7.6.1.1. Amarrage pour fil porteur sur poteau de bois

L'amarrage pour fil porteur sur poteau de bois doit être effectué selon les exigences du dessin normalisé DNI-6C-4115.

7.6.1.2. Amarrage pour fil porteur sur fût métallique

L'amarrage pour fil porteur sur fût métallique doit être effectué selon les exigences des dessins 324 et 325.

7.6.2. Installation de câbles en aérien (DNI-6C-4115)

L'installation de câbles en aérien doit respecter les exigences du dessin normalisé ainsi que les normes applicables et doit comprendre tous les accessoires nécessaires.

Les travaux d'installation de câbles en aérien sont regroupés tel qu'indiqué ci-dessous :

- A. L'installation d'un fil porteur - Câble « E » ;
- B. L'installation d'un (1) à sept (7) câbles sur fil porteur ;
- C. L'installation d'un (1) câble duplex, triplex ou quadruplex.

7.6.3. Enlèvement de câbles en aérien (DNI-6C-4115)

L'enlèvement de câbles en aérien doit respecter les exigences du dessin normalisé ainsi que les normes applicables et doit comprendre tous les accessoires nécessaires.

Les travaux d'enlèvement de câbles en aérien sont regroupés tel qu'indiqué ci-dessous :

- A. L'enlèvement d'un (1) à sept (7) câbles sur fil porteur ;

- B. L'enlèvement d'un (1) à sept (7) câbles ainsi que le fil porteur ;
- C. L'enlèvement d'un (1) câble duplex, triplex ou quadruplex.

7.6.4. Installation d'entrée de câbles (DNI-6C-3381 et DNI-6C-4114)

L'installation d'entrée de câbles doit respecter les exigences appropriées des dessins normalisés. Ces travaux incluent la fourniture ainsi que l'installation des circuits en aérien sur des fûts métalliques ou en bois.

7.6.5. Démantèlement d'entrée de câbles (DNI-6C-3381 et DNI-6C-4114)

Le démantèlement d'entrée de câbles inclut l'enlèvement des accessoires pour l'entrée de câble tel que spécifié sur les exigences appropriées des dessins normalisés.

7.6.6. Raccordement aéro-souterrain de conduits (DNI-6C-4114)

Le raccordement aéro-souterrain de conduits est utilisé pour un branchement électrique ou pour le câblage des signaux. La fourniture ainsi que l'installation doivent être conformes au dessin normalisé.

Les travaux de raccordement aéro-souterrain de conduits sont regroupés tel qu'indiqué ci-dessous :

- A. **Raccordement aéro-souterrain avec nouvelle prise de mise à la terre** : Un branchement électrique, la fourniture et l'installation des accessoires (conduits en acier galvanisé, réducteur en acier, attaches en acier, câble de continuité de masse, deux (2) tiges de mise à la terre, câble de mise à la terre, collets de mise à la terre et protection en béton) avec une nouvelle prise de mise à la terre ;
- B. **Raccordement aéro-souterrain avec prise de mise à la terre existante**: Un branchement électrique, la fourniture et l'installation des accessoires (conduits en acier galvanisé, réducteur en acier, attaches en acier, câble de continuité de masse, collets de mise à la terre et protection en béton) avec une prise de mise à la terre existante ;
- C. **Câblage de signaux aéro-souterrain** : Le câblage de signaux, la fourniture et l'installation des accessoires (conduits en acier galvanisé, réducteur en acier, attaches en acier, câble de continuité de masse, collets de mise à la terre et protection en béton) ;
- D. **Démantèlement de raccordement aéro-souterrain** : Un démantèlement du raccordement aéro-souterrain de conduits.

7.7. DÉBOUCHAGE DE CONDUITS

Contractuellement, l'Entrepreneur a l'obligation de transmettre une demande par courriel à la CSEM afin de débloquer les conduits d'un réseau de la Commission des services électriques de Montréal.

Le chargé de projets de la Ville de Montréal doit être en copie conforme dans la transmission de la demande. L'Entrepreneur a l'obligation de terminer le projet avant de facturer. Un délai de trois (3) mois est applicable avant que l'Entrepreneur puisse faire une demande de paiement.

Dans le processus de débouchage d'un conduit sous-terrain, l'Entrepreneur doit tenir compte de la terminologie suivante :

- **Résistance dans le conduit** : Situation dans laquelle l'ouvrier doit manœuvrer la broche de traction pour libérer l'espace et permettre à la broche de continuer son chemin. Il est normal et habituel qu'il y ait une résistance dans certains endroits dans le conduit. Au-delà de 15 minutes d'effort, l'ouvrier doit en conclure que le conduit est bloqué. L'ouvrier doit aviser le surveillant de chantier au début des quinze (15) minutes réservées à cette étape. Ce temps est inclus dans le contrat du Soumissionnaire. Le fournisseur doit tenter par les deux (2) bouts d'un conduit avant de conclure à un blocage.

- Conduit bloqué : État d'un conduit qui requiert plus de quinze (15) minutes de travail pour permettre le passage de la broche de traction. L'ouvrier doit aviser le surveillant de chantier lorsqu'il considère que le conduit est bloqué.
- Temps de réserve : Temps requis (15 min) par la Ville de Montréal pour prendre une décision quant à l'approche à prendre avec le conduit bloqué. Est-ce que nous débloquons ou nous utilisons une réserve? Ce temps est inclus dans le contrat de l'Entrepreneur.
- Forfait débouchage : La Ville de Montréal compensera une perte de temps d'au maximum une (1) heure pour une équipe de deux (2) ouvriers (équipements inclus) pour le débouchage d'un conduit. Le surveillant de chantier comptabilisera la compensation aux quinze (15) minutes près. Cette compensation représente un forfait et est limitée aux deux (2) ressources affectées aux débouchages des conduits. Si plus de deux (2) ressources sont requises pour procéder à l'opération, leur présence doit être acceptée au préalable par le Directeur. Aucune heure supplémentaire ou autres frais ne sont applicables dans le cadre de gestion de ce forfait.

7.7.1. Application du forfait pour perte de temps pour conduits bloqués

La Ville de Montréal acceptera de compenser par un forfait débouchage de conduit suivant le processus décrit à la « Figure 1 - Processus de gestion de conduit bloqué ». Avant de procéder à toute compensation, l'Entrepreneur doit démontrer qu'il travaille avec les outils tels que spécifiés dans le devis et que ses ressources ont reçu une formation adéquate et qu'elles ont l'expérience pour procéder à ce type d'opération. Dans le cas contraire, la Ville de Montréal rejettera les demandes de compensation.

Dans le cas où l'Entrepreneur ne réussit pas à débloquer le conduit à l'intérieur de la période prescrite, la Ville de Montréal s'occupera de libérer le conduit avec le propriétaire des conduits. Il est à noter que dans le cas où le propriétaire des conduits procède au passage des câbles à l'intérieur de la même période accordée à l'Entrepreneur (dans son forfait) et avec les mêmes outils, l'Entrepreneur ne recevra aucun forfait de compensation.

L'expertise de débouchage des conduits demeure entièrement sous la responsabilité de l'Entrepreneur, malgré les prescriptions des outils dans ce devis.

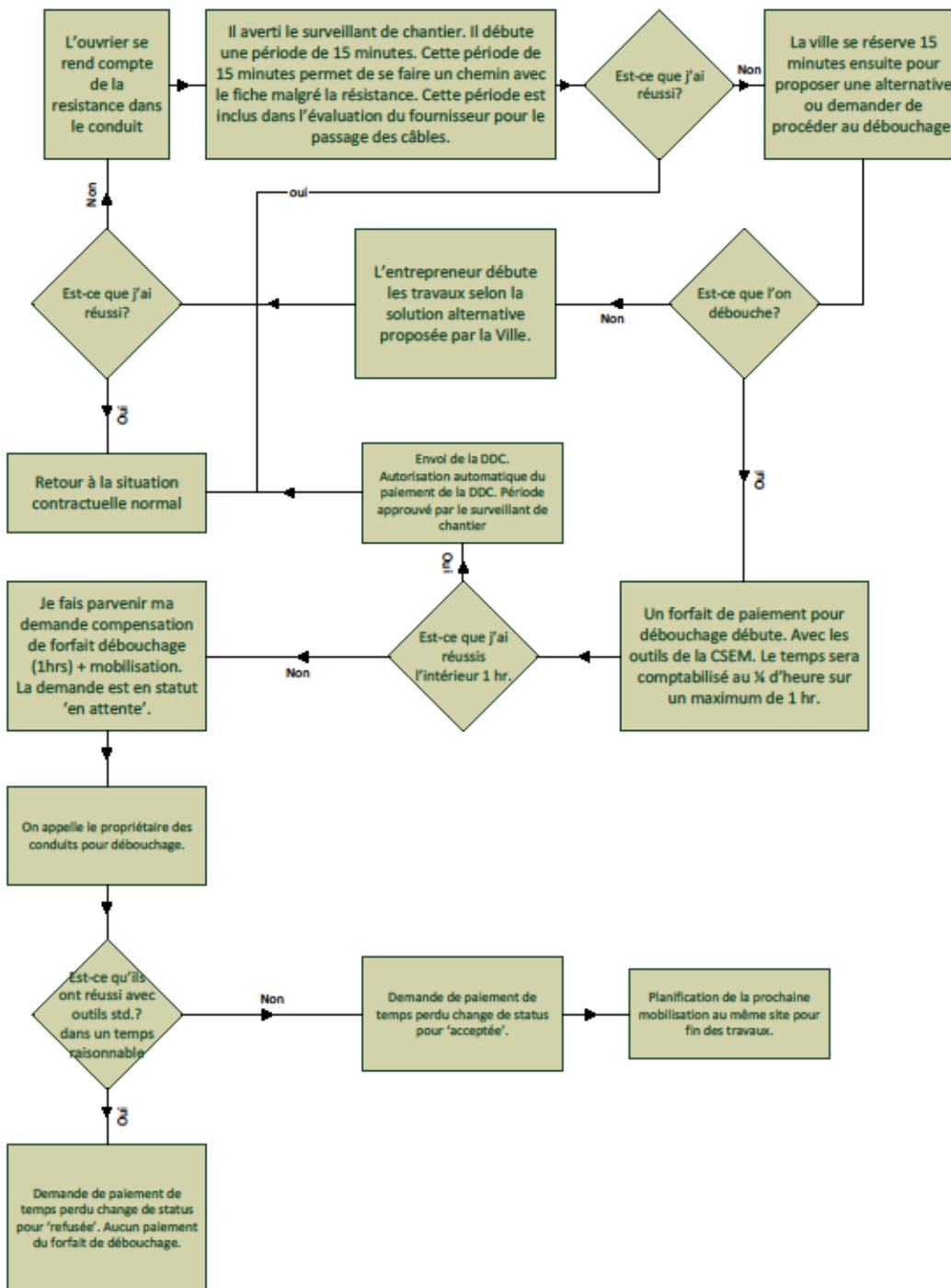


Figure 1 - Processus de gestion de conduit bloqué

7.8. TRAVAUX DIVERS

7.8.1. Raccordement du réseau équipotentiel (conducteur de masse - D ou V) (DNI-6C-4111 et du DNI-6C-4112)

En plus de la protection de mise à la terre au coffret de branchement, le système de feux de circulation doit posséder un réseau équipotentiel pour la protection des équipements et des usagers de la route. La masse du mobilier en métal doit être raccordée au bornier prévu au point d'alimentation à l'aide d'un câble de continuité de masse selon les exigences des plans d'installation.

Les câbles de continuité de masses identifiés sur les plans d'installation sont :

- Câble D – Câble vert #6AWG ;
- Câble V – Câble vert #6AWG ;
- Câble nu #6AWG.

Les travaux de raccordement du réseau équipotentiel sont regroupés tel qu'indiqué ci-dessous :

- A. Raccordement dans un fût ou dans un caisson :** Le raccordement au goujon du fût ou du caisson doit être fait à l'aide d'un connecteur à collet de type GRC-12 de Burndy ou équivalent. La surface du goujon doit être nettoyée et brossée, et aucune peinture ni saleté ne doit être présente. L'Entrepreneur peut être amené à brosser le goujon afin que le contact métallique soit optimal.
- B. Raccordement dans un puits d'accès :** Le raccordement dans un puit d'accès doit être fait à l'aide d'un connecteur à compression de type YGHC-C de Burndy avec des outils recommandés par le fabricant, tel que spécifié dans le présent devis.

7.8.2. Thermographie d'un puit d'accès de la CSEM

Pour chacun des puits d'accès (PA) de la CSEM faisant l'objet d'une demande de concession et dont le recours à un thermographe est nécessaire, une thermographie doit être réalisée par un fournisseur reconnu par la CSEM.

7.8.3. Nettoyage des structures en dehors du réseau de la CSEM

Lorsque requis avec l'approbation du Directeur, le nettoyage de puits d'accès ou de boîtes de tirage en dehors du réseau de la CSEM par une compagnie spécialisée peut être exigé.

Les travaux comprennent les équipements et la main-d'œuvre nécessaires pour enlever de la boue, du sable, des seringues et tous autres contaminants dans les structures de la CSEM ou de la Ville (PA-Ville), la disposition des contaminants et autres selon les règlements en vigueur ainsi que toutes dépenses incidentes.

Le nettoyage doit être coordonné par l'Entrepreneur et les travaux correctifs doivent être exécutés dans un délai de cinq (5) jours de calendrier. L'Entrepreneur doit faire appel aux services de la CSEM ou à une compagnie spécialisée selon les directives du Directeur pour ces travaux.

Par conséquent, aucune réclamation pour perte de temps ne sera autorisée pour cet imprévu et un délai supplémentaire de cinq (5) jours sera accordé pour compléter le projet.

Les travaux de nettoyage des structures en dehors du réseau de la CSEM sont regroupés tel qu'indiqué ci-dessous :

- A. Le nettoyage d'un PA de type Ville de Montréal ;
- B. Le nettoyage d'une boîte de tirage.

8. ESSAIS DE MATÉRIAUX

Les tests effectués doivent être exécutés en présence du représentant du Directeur et un rapport de test doit être transmis pour chaque projet.

Advenant une divergence entre les mesures et les valeurs normales définies par les calculs, les spécifications ou les normes en vigueur, l'Entrepreneur doit transmettre un premier rapport au Directeur. L'Entrepreneur doit apporter les corrections requises afin d'éliminer cette divergence et émettre un rapport final suite aux travaux correctifs.

8.1. ESSAIS SUR CÂBLES ÉLECTRIQUES ET DE CONTRÔLE

L'Entrepreneur doit effectuer les essais et les vérifications générales selon les exigences du DTI-6C-4010 pour les articles suivants :

- 2.2 Mesure de la résistance de terre au coffret de branchement ;
- 2.5 Mesure de tension aux coffrets de l'intersection ;
- 3 Vérification du branchement du système de feux ;
- 3.1 Vérification générale des épissures ;
- 3.2 Vérification de conformité des épissures.

8.2. ESSAIS SUR CÂBLES « T »

Chacun des tronçons de câble « T » doit être testé selon la norme ANSI/TIA-568 après le tirage et la pose des connecteurs.

8.3. ESSAIS SUR CÂBLES « O » (DTI-6C-4835)

Les câbles « O » doivent être testés après leur installation et après la réalisation des connecteurs selon les exigences du devistechnique.

9. ACCEPTATION DES TRAVAUX

L'inspection pour l'acceptation des travaux d'installation de câbles sera effectuée à la demande du Directeur.

L'acceptation des travaux se fera suite à l'inspection des travaux et lorsque toutes les exigences du présent devis ainsi que les essais décrits à la section précédente auront été rencontrés.

L'acceptation finale sera possible seulement lorsque l'ensemble des déficiences aura été corrigé.

10. DESCRIPTION DES ITEMS DU BORDEREAU

L'Entrepreneur 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 protection de l'environnement ;
- la fourniture de la machinerie, des équipements et des outils ;
- la main d'œuvre, incluant son déplacement ;
- la coordination des travaux ;
- les méthodes de travail et équipements nécessaires au respect des exigences du Code de sécurité pour les travaux de construction ;
- les essais sur les câbles ;
- le dressage et attache des fils et câbles ;
- l'étanchéité des conduits ;
- l'étiquetage et identification des câbles.

La fourniture des câbles est payée selon les modalités du document technique normalisé « DTNI-6AC – Achat de câbles électriques et de télécommunication ».

Famille 1000 – Travaux de tirage de câbles

Sous-famille 1100 – Travaux de tirage de câbles

II-6TC-1101 – Remplacement de câbles en conduit

Le prix au mètre linéaire de l'item *Remplacement de câbles en conduit* comprend :

- L'enlèvement des câbles existants ;
- Le tirage de câbles électriques.

II-6TC-1102 – Installation de câbles électriques en conduit

Le prix au mètre linéaire de l'item *Installation de câble électriques en conduit* comprend :

- Le tirage de câbles électriques ou de contrôle ;

II-6TC-1103 – Installation de câbles de fibre optique en conduit

Le prix au mètre linéaire de l'item *Installation de câbles de fibre optique en conduit* comprend :

- Le tirage de câbles de fibre optique ;

II-6TC-1104 – Enlèvement de câbles en conduit

Le prix unitaire de l'item *Enlèvement de câbles en conduit* comprend :

- L'enlèvement de câbles existants ;

Famille 2000 – Travaux d'épissures de câbles

Sous-famille 2100 – Épissures de câbles de signal dans un fût ou un caisson

Le prix unitaire de l'item *Épissure de câbles de signal dans un fût ou un caisson* comprend :

- La fourniture et l'installation de la quincaillerie ;
- Les épissures des conducteurs du câble de signal.

II-6TC-21XX – Épissures de câbles de signal dans un fût ou un caisson

II-6TC-2101	Câble « A »
II-6TC-2102	Câble « P »
II-6TC-2103	Câble « R »
II-6TC-2104	Câble « W »
II-6TC-2105	Câble « Z »

Sous-famille 2200 – Épissures de câbles de contrôle et de télémétrie

Le prix unitaire de l'item *Épissures de câbles de contrôle et de télémétrie* comprend :

- La fourniture et l'installation de la quincaillerie ;
- Les épissures des conducteurs du câble de contrôle et de télémétrie.

II-6TC-22XX – Épissures de câbles de contrôle et de télémétrie

II-6TC-2201	Câble « K »
II-6TC-2202	Câble « X »
II-6TC-2203	Câble « S »
II-6TC-2204	Câble « L »

Famille 3000 – Travaux d'installation de connecteurs pour câbles de télécommunication

Sous-famille 3100 – Travaux d'installation de connecteurs pour câbles de télécommunication

Le prix unitaire de l'item *Travaux d'installation de connecteurs pour câbles de télécommunication* comprend :

- La fourniture et la pose des connecteurs des câbles de télécommunication.

II-6TC-31XX – Travaux d'installation de connecteur pour câbles de télécommunication

II-6TC-3101	Câble T
II-6TC-3102	Câble O

Famille 4000 – Travaux de câblage aérien

Sous-famille 4100 – Amarrage pour fil porteur

Le prix unitaire de l'item *Amarrage pour fil porteur* comprend :

- La fourniture et l'installation de la quincaillerie ;
- L'amarage pour fil porteur.

II-6TC-41XX – Amarrage pour fil porteur

II-6TC-4101	Amarrage sur poteau de bois
II-6TC-4102	Amarrage sur fût métallique

Sous-famille 4200 – Installation de câbles en aérien

Le prix unitaire de l'item *Installation de câbles en aérien* comprend :

- La fourniture et l'installation de la quincaillerie ;
- L'installation de câbles en aérien.

II-6TC-42XX – Installation de câbles en aérien

II-6TC-4201	L'installation d'un fil porteur – Câble E
II-6TC-4202	L'installation de 1 à 7 câbles sur fil porteur
II-6TC-4203	L'installation d'un câble duplex, triplex ou quadruplex

Sous-famille 4300 – Enlèvement de câbles en aérien

Le prix unitaire de l'item *Enlèvement de câbles en aérien* comprend :

- L'enlèvement de câbles en aérien.

II-6TC-43XX – Enlèvement de câbles en aérien

II-6TC-4301	L'enlèvement de 1 à 7 câbles sur fil porteur
II-6TC-4302	L'enlèvement de 1 à 7 câbles ainsi que le fil porteur
II-6TC-4303	L'enlèvement d'un câble duplex, triplex ou quadruplex

Sous-famille 4400 – Entrée de câbles

II-6TC-4401 – Installation d'entrée de câbles

Le prix unitaire de l'item *Installation d'entrée de câbles* comprend :

- La fourniture et l'installation des accessoires pour l'entrée de câbles.

II-6TC-4402 – Démantèlement d'entrée de câbles

Le prix unitaire de l'item *Démantèlement d'entrée de câbles* comprend :

- Le démantèlement des accessoires pour l'entrée de câbles.

Sous-famille 4500 – Raccordement aéro-souterrain de conduits

Le prix unitaire de l'item *Raccordement aéro-souterrain* comprend :

- La fourniture et l'installation des accessoires ;
- Le raccordement aéro-souterrain de conduits.

II-6TC-45XX – Raccordement aéro-souterrain de conduits

II-6TC-4501	Raccordement aéro-souterrain avec nouvelle prise de mise à la terre
II-6TC-4502	Raccordement aéro-souterrain avec prise de mise à la terre existante
II-6TC-4503	Câblage de signaux aéro-souterrain

Sous-famille 4600 – Démantèlement aéro-souterrain de conduits

II-6TC-4601 – Démantèlement de raccordement aéro-souterrain

Le prix unitaire de l'item *Démantèlement de raccordement aéro-souterrain* comprend :

- Le démantèlement des accessoires et du raccordement aéro-souterrain.

Famille 5000 – Débouchage de conduits

Sous-famille 5100 – Débouchage de conduits

II-6TC-5101 – Débouchage de conduits

Le prix unitaire de l'item *Débouchage de conduits* comprend :

- Le débouchage de conduits.

Famille 6000 – Travaux divers

Sous-famille 6100 – Raccordement du réseau équipotentiel (conducteur de masse – D ou V)

Le prix unitaire de l'item *Raccordement du réseau équipotentiel (conducteur de masse – D ou V)* comprend :

- La fourniture et l'installation de la quincaillerie ;
- Le raccordement du réseau équipotentiel.

II-6TC-61XX – Raccordement du réseau équipotentiel (conducteur de masse – D ou V)

II-6TC-6101	Raccordement dans un fût ou dans un caisson
II-6TC-6102	Raccordement dans un puits d'accès

Sous-famille 6200 – Thermographie

II-6TC-6201 – Thermographie d'un puits d'accès de la CSEM

Le prix unitaire de l'item *Thermographie d'un puits d'accès de la CSEM* comprend :

- La thermographie d'un puits d'accès de la CSEM.

Sous-famille 6300 – Nettoyage de structures

Le prix unitaire de l'item *Nettoyage de structures en dehors du réseau de la CSEM* comprend :

- Le nettoyage d'une structure.

II-6TC-63XX – Nettoyage de structures en dehors du réseau de la CSEM

II-6TC-6301	Nettoyer un PA de type Ville de Montréal
II-6TC-6302	Nettoyer une boîte de tirage

ANNEXES

Liste des annexes

Dessins normalisés :

DNI-6C-3381 – Entrée de câble

DNI-6C-4001 – Identification des câbles de remontée

DNI-6C-4111 – Montage et raccordement des lanternes de feux véhiculaires

DNI-6C-4112 – Montage et raccordement de lanternes piétons avec décompte numérique et bouton poussoir

DNI-6C-4114 – Raccordement aéro-souterrain

DNI-6C-4115 – Montage type sur poteau de bois

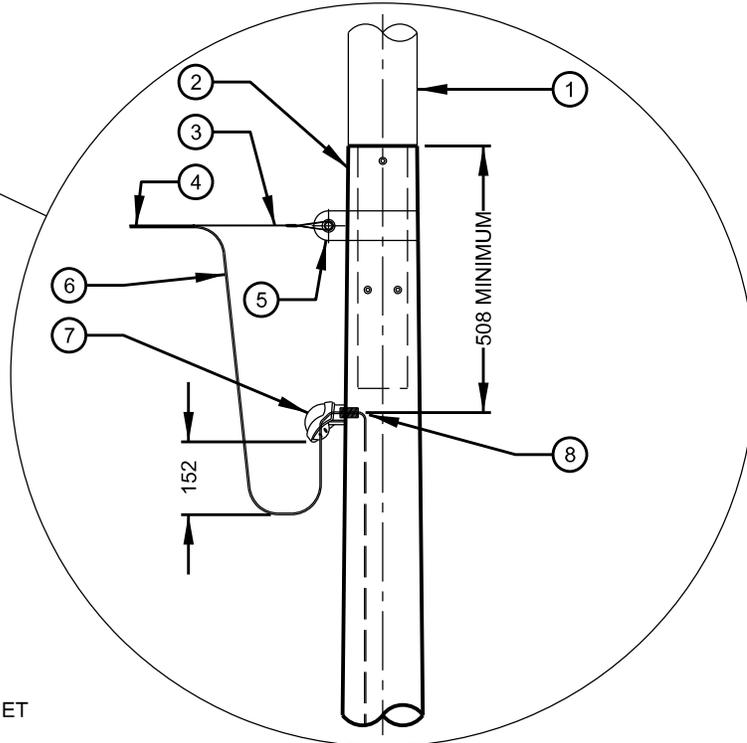
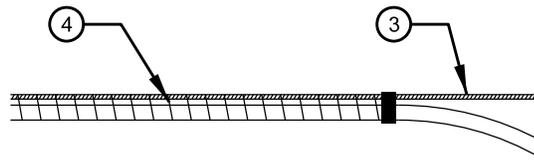
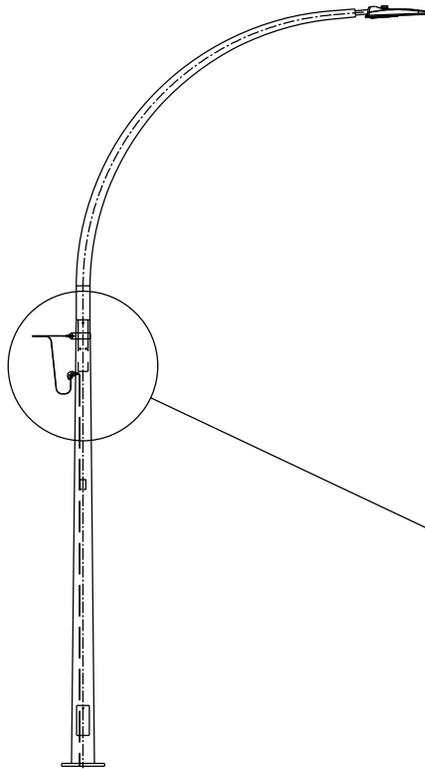
Dessin 324 – À suivre

Dessin 325 – À suivre

Devis technique :

DTI-6E-4010 – Vérifications électrotechniques du système de feux de circulation

DTI-6C-4835 – Fourniture, installation et mise à l'épreuve de câblage de fibres optiques



- ① CONSOLE.
- ② FÛT DE 6m (19'-6") OU PLUS.
- ③ CÂBLE PORTEUR 6,3mmØ (1/4"Ø).
- ④ ENROULEMENT DES CÂBLES ÉLECTRIQUES ET DU CÂBLE PORTEUR.
- ⑤ BRIDE DE FIXATION À DOUBLE FACE EN "C" (VOIR DÉTAIL BRIDE DE FIXATION).
- ⑥ CÂBLE ÉLECTRIQUE.
- ⑦ ENTRÉE DE CÂBLE TYPE "F" 38mmØ (1,5"Ø).
- ⑧ RACCORD FILETÉ 38mmØ (1,5"Ø).

DÉTAIL "A"

NOTES:

- TOUTE LA QUINCAILLERIE DOIT ÊTRE EN ACIER INOXYDABLE.
- CERTIFIÉ CSA C22.2 NO. 206.

Montréal 

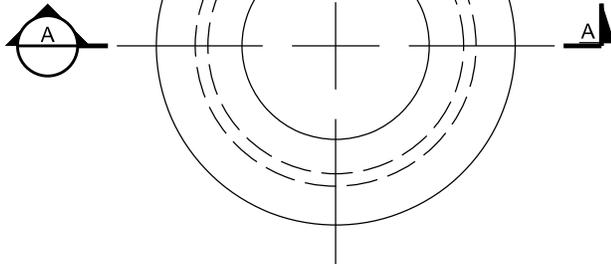
Toutes les dimensions
sont en millimètres,
sauf indication
contraire.

ENTRÉE DE CÂBLE

DESSINÉ PAR: Imane El kouche, tech-dess.	APPROUVÉ PAR: A.M. Perreault, ing.
VÉRIFIÉ PAR: JP Boucher, ing.	# MEMBRE IOQ: 146848
DATE: 03 Avril 2020	SIGNATURE:
SOUS-FAMILLE DTNI-6C	DESSIN NORMALISÉ DNI-6C-3381 P.1/2

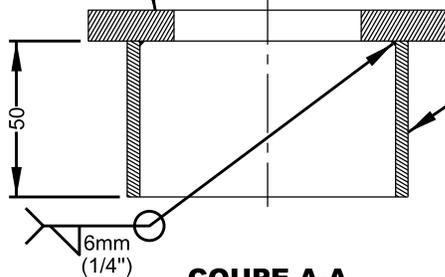
TROU DE 63mmØ (2,5"Ø)
POUR LE PASSAGE DU
RACCORD FILLETÉ

114mmØ (4,5"Ø)



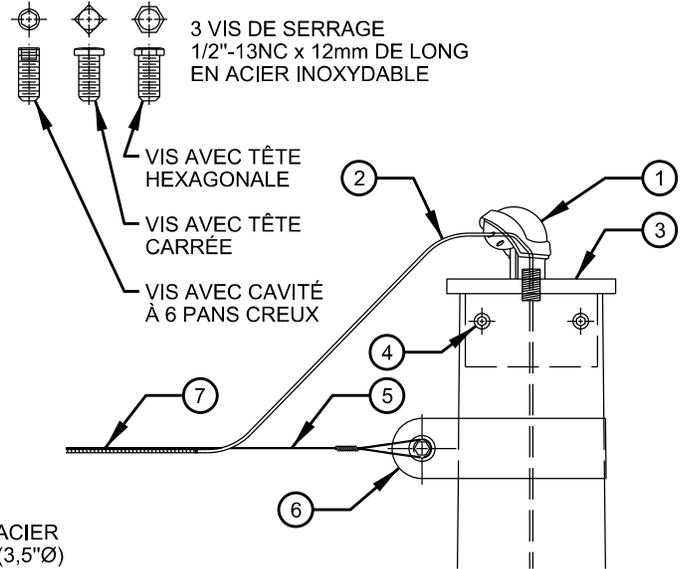
VUE EN PLAN

PLAQUE D'ACIER DOUX
9,5mm D'ÉPAIS (3/8")



COUPE A-A

DÉTAIL DU CAPUCHON

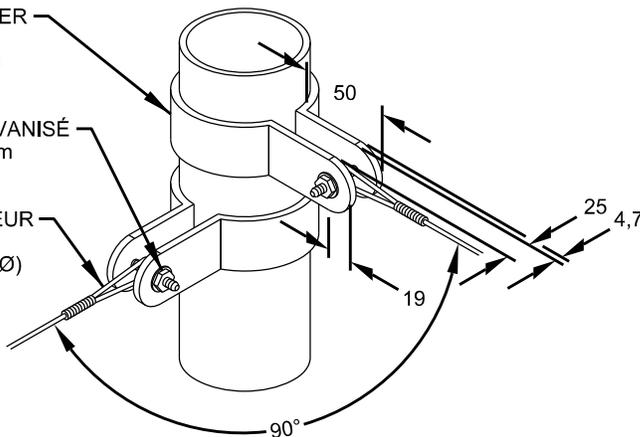


- ① ENTRÉE DE CÂBLE TYPE "F" 38mmØ (1,5"Ø).
- ② CÂBLE ÉLECTRIQUE.
- ③ CAPUCHON.
- ④ VIS DE BLOCAGE.
- ⑤ CÂBLE PORTEUR 6,3mmØ (1/4"Ø).
- ⑥ BRIDE DE FIXATION À DOUBLE FACE EN "C"
(VOIR DÉTAIL BRIDE DE FIXATION).
- ⑦ ENROULEMENT DES CÂBLES ÉLECTRIQUE ET
DU CÂBLE PORTEUR.

COLLET D'ACIER
GALVANISÉ
38mm x 4,7mm
(1,5" x 3/16")

BOULON GALVANISÉ
12,6mm x 38mm
(1/2" x 1,5")

CÂBLE PORTEUR
CRUCIBLE
6,32mmØ (1/4"Ø)



DÉTAIL BRIDE DE FIXATION

**ENTRÉE DE CÂBLE
AU FAÎTE DU FÛT**

Montréal 

Toutes les dimensions
sont en millimètres,
sauf indication
contraire.

ENTRÉE DE CÂBLE

DESSINÉ PAR:
Imane El kouche, tech-dess.

APPROUVÉ PAR:
A.M. Perreault, ing.

VÉRIFIÉ PAR:
JP Boucher, ing.

MEMBRE OIQ:
146848

DATE:
03 Avril 2020

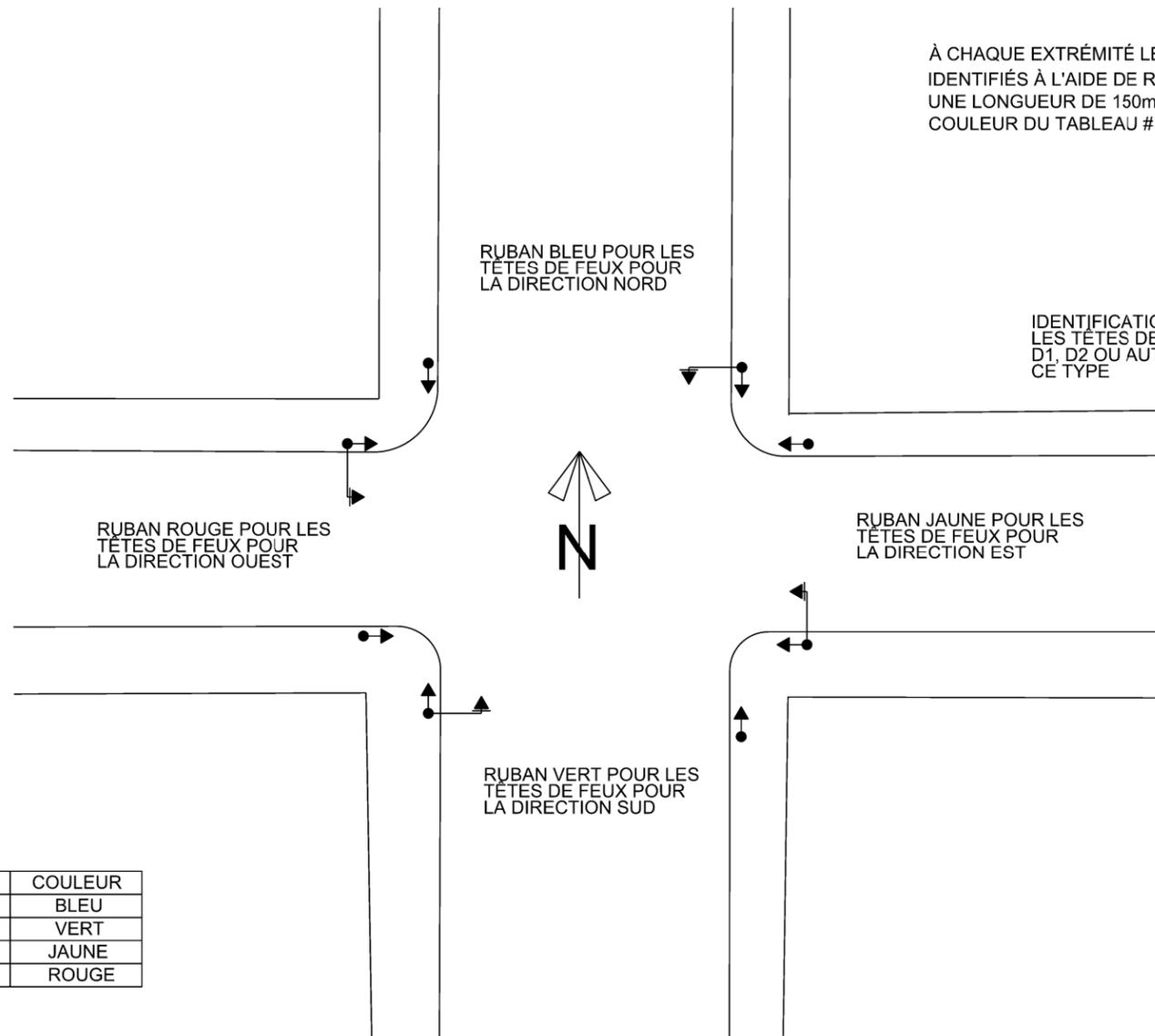
SIGNATURE:

SOUS-FAMILLE

DESSIN NORMALISÉ

DTNI-6C

DNI-6C-3381
P.2/2



DIRECTION	COULEUR
NORD	BLEU
SUD	VERT
EST	JAUNE
OUEST	ROUGE

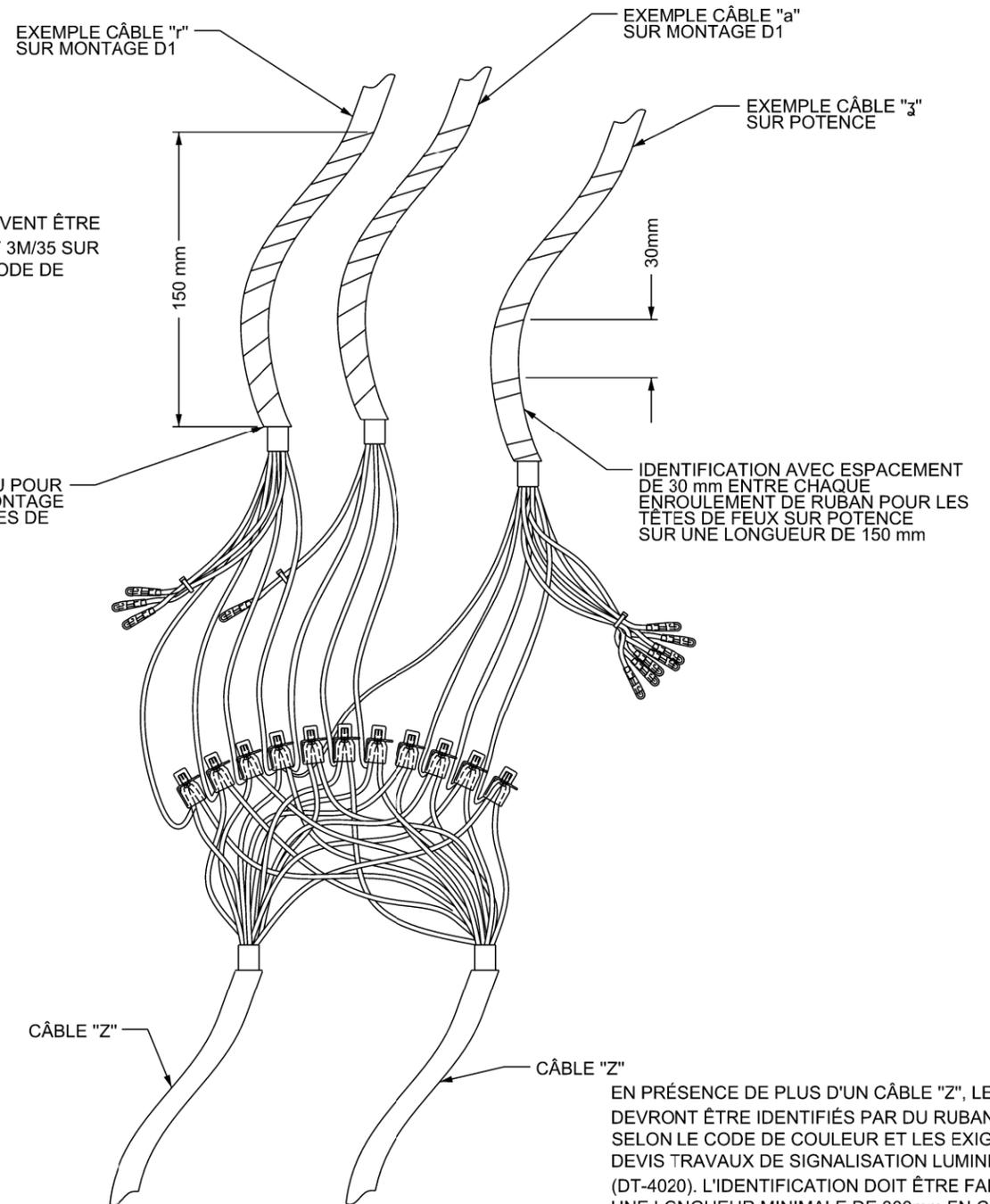
TABLEAU #1 : IDENTIFICATION DES CÂBLES DE REMONTÉE

LES CÂBLES DOIVENT ÊTRE IDENTIFIÉS SELON LE CODE DE COULEUR SUIVANT DANS LES BAS DE FÛT :

À CHAQUE EXTRÉMITÉ LES CÂBLES DOIVENT ÊTRE IDENTIFIÉS À L'AIDE DE RUBAN ADHÉSIF 3M/35 SUR UNE LONGUEUR DE 150mm SELON LE CODE DE COULEUR DU TABLEAU #1

IDENTIFICATION EN CONTINU POUR LES TÊTES DE FEUX SUR MONTAGE D1, D2 OU AUTRES MONTAGES DE CE TYPE

POUR LES TÊTES DE FEUX SERVANT EXCLUSIVEMENT AUX VIRAGES À GAUCHE, AUCUN RUBAN ADHÉSIF NE SERA INSTALLÉ SUR LE CÂBLE DE REMONTÉE, PEU IMPORTE QUE LA TÊTE DE FEUX SOIT SUR UN MONTAGE OU SUR UNE POTENCE



EN PRÉSENCE DE PLUS D'UN CÂBLE "Z", LES CÂBLES DEVRONT ÊTRE IDENTIFIÉS PAR DU RUBAN ADHÉSIF SELON LE CODE DE COULEUR ET LES EXIGENCES DU DEVIS TRAVAUX DE SIGNALISATION LUMINEUSE (DT-4020). L'IDENTIFICATION DOIT ÊTRE FAITE SUR UNE LONGUEUR MINIMALE DE 300mm EN CONTINU DANS CHAQUE BAS DE FÛT AINSI QU'AU CONTRÔLEUR.

Montréal

TITRE: **IDENTIFICATION DES CÂBLES DE REMONTÉE**

Toutes les dimensions sont en millimètres, sauf indication contraire.



2019-05-08

DESSINÉ PAR:
NANCY LAROCQUE, TECH

VÉRIFIÉ PAR:
PHILLY SOAN, ING.

APPROUVÉ PAR:
PHILLY SOAN, ING.

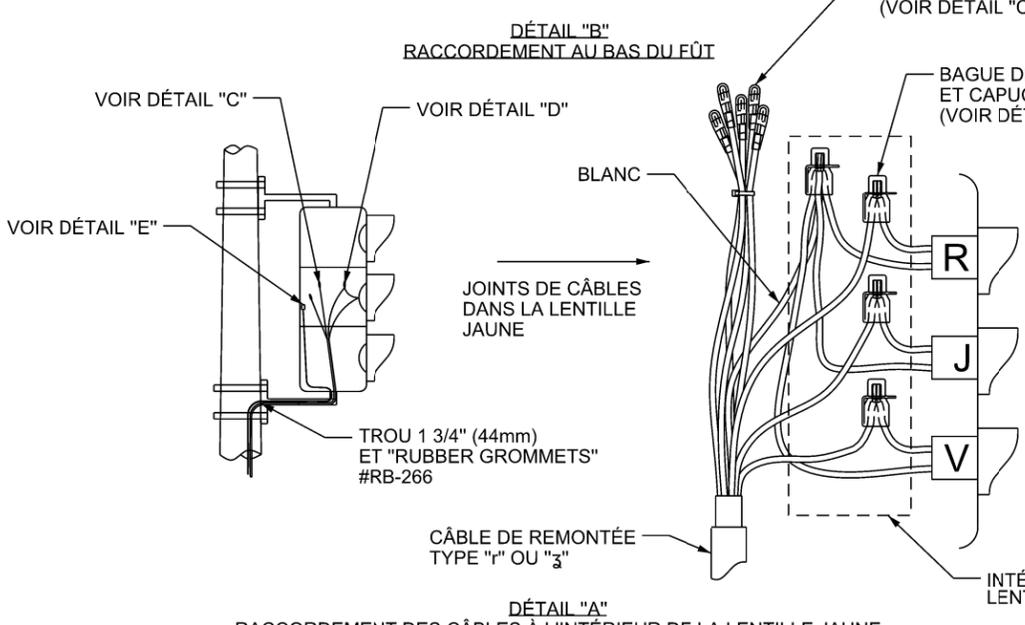
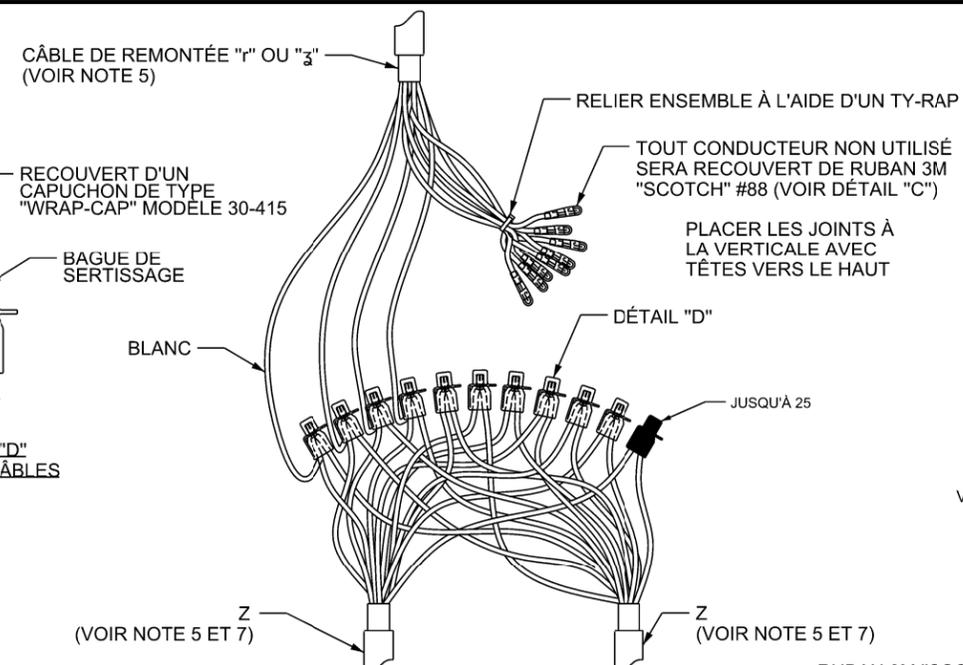
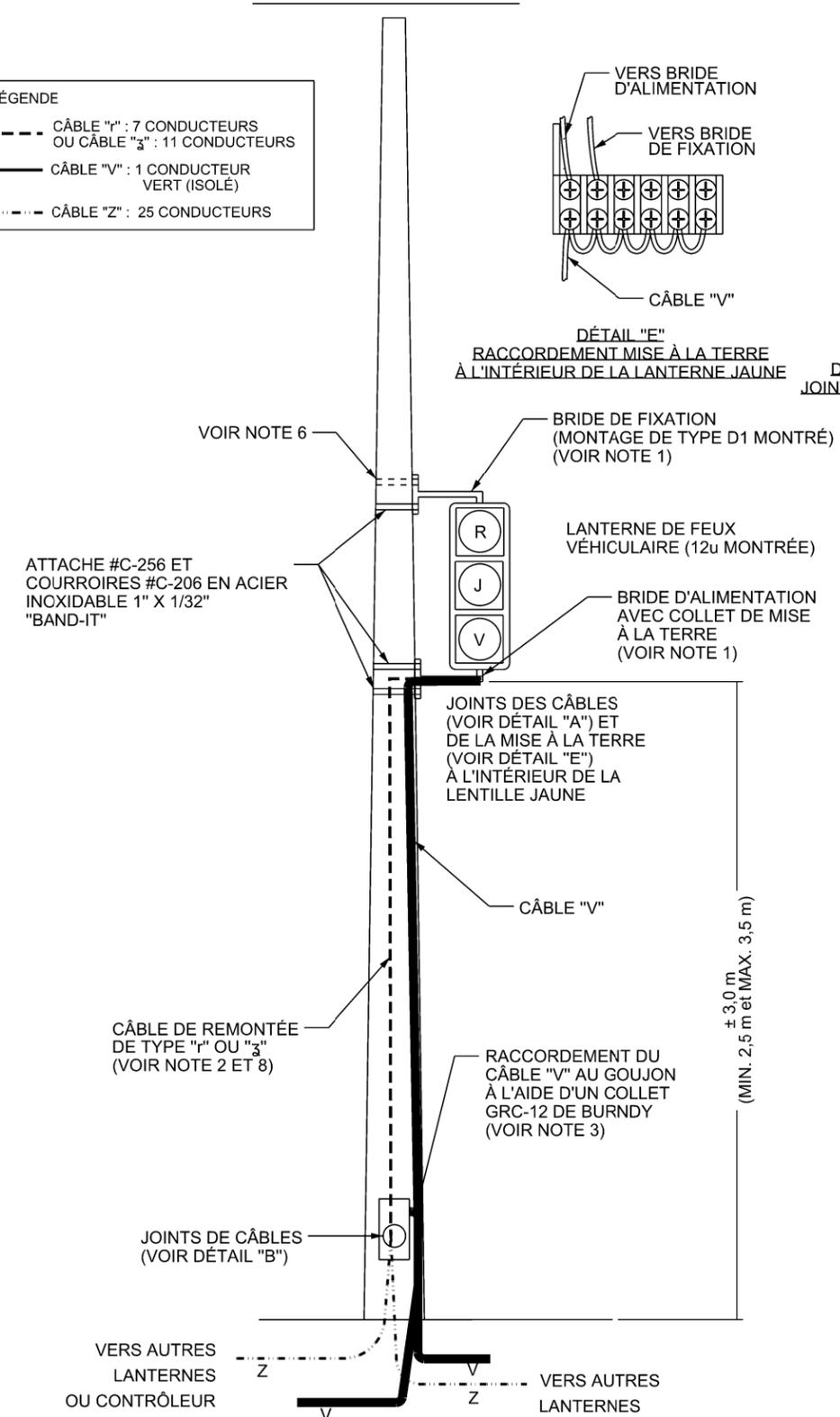
RÉVISION
2016-05-09

SOUS-FAMILLE
DTNI-6TC

DESSIN NORMALISÉ
DNI-6C-4001

MONTAGE TYPE SUR FÛT

- LÉGENDE**
- - - - - CÂBLE "r" : 7 CONDUCTEURS
OU CÂBLE "z" : 11 CONDUCTEURS
 - CÂBLE "v" : 1 CONDUCTEUR
VERT (ISOLÉ)
 - · - · - CÂBLE "z" : 25 CONDUCTEURS



RACCORDEMENT ÉLECTRIQUE

VOIR NOTE 9

POSITION DE LA LENTILLE	CÂBLE r	CÂBLE z
1	ROUGE	ROUGE
2	ORANGE	ORANGE
3	VERT	VERT
4	NOIR	NOIR
5	BLANC/NOIR	BLANC/NOIR
6	BLEU	BLEU
7	N/A	ROUGE/NOIR
8	N/A	VERT/NOIR
9	N/A	ORANGE/NOIR
10	N/A	BLEU/NOIR
NEUTRE	BLANC	BLANC

VOIR NOTE 4

- NOTES:**
- 1- BRIDE DE FIXATION ET BRIDE D'ALIMENTATION AVEC COLLET DE MISE À LA TERRE (VOIR SÉRIE DN-4510 À DN-4524)
 - 2- CÂBLE "r" : DT-4858
 - 3- CÂBLE "v" : DT-4822
 - 4- À UTILISER LORSQU'IL Y A BESOIN DE CONDUCTEURS ADDITIONNELS
 - 5- LAISSER 30po (760mm) DE CÂBLES "r", "z" ET "z" EN BOUCLES AU BAS DU FÛT POUR FACILITER LES ÉPISSURES À L'EXTÉRIEUR DU FÛT ET FAIRE DES ÉPISSURES UNIQUEMENT SUR LES CONDUCTEURS UTILISÉS
 - 6- INSTALLER COURROIE SUPPLÉMENTAIRE À LA BRIDE DE FIXATION SI COURROIE 3/4" UTILISÉE
 - 7- CÂBLE "z" : DT-4826
 - 8- CÂBLE "z" : DT-4866
 - 9- EN PRÉSENCE D'UN FEU CHANDELLE (Br), LA POSITION 1 DES LANTERNES DÉBUTERA À LA LENTILLE ROUGE ET LA LANterne Br SERA RACCORDEE SUR LE FIL BLEU DU CÂBLE "r" OU "z" SELON LE CAS



TITRE: MONTAGE ET RACCORDEMENT DES LANTERNES DE FEUX VÉHICULAIRES

Toutes les dimensions sont en millimètres, sauf indication contraire.



DESSINÉ PAR:
NANCY LAROCQUE, TECH

VÉRIFIÉ PAR:
PHILLY SOAN, ING.

APPROUVÉ PAR:
PHILLY SOAN, ING.

RÉVISION

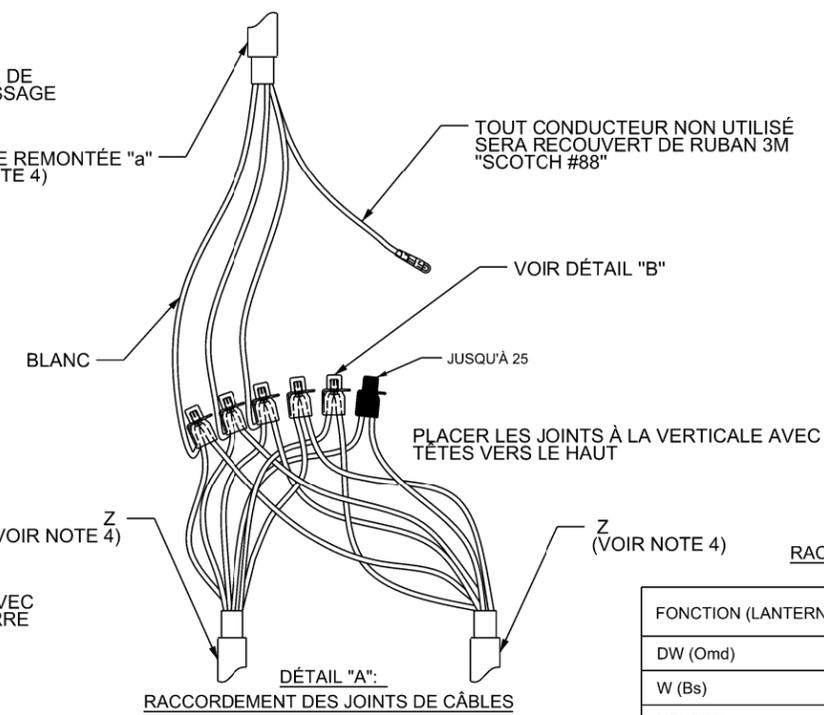
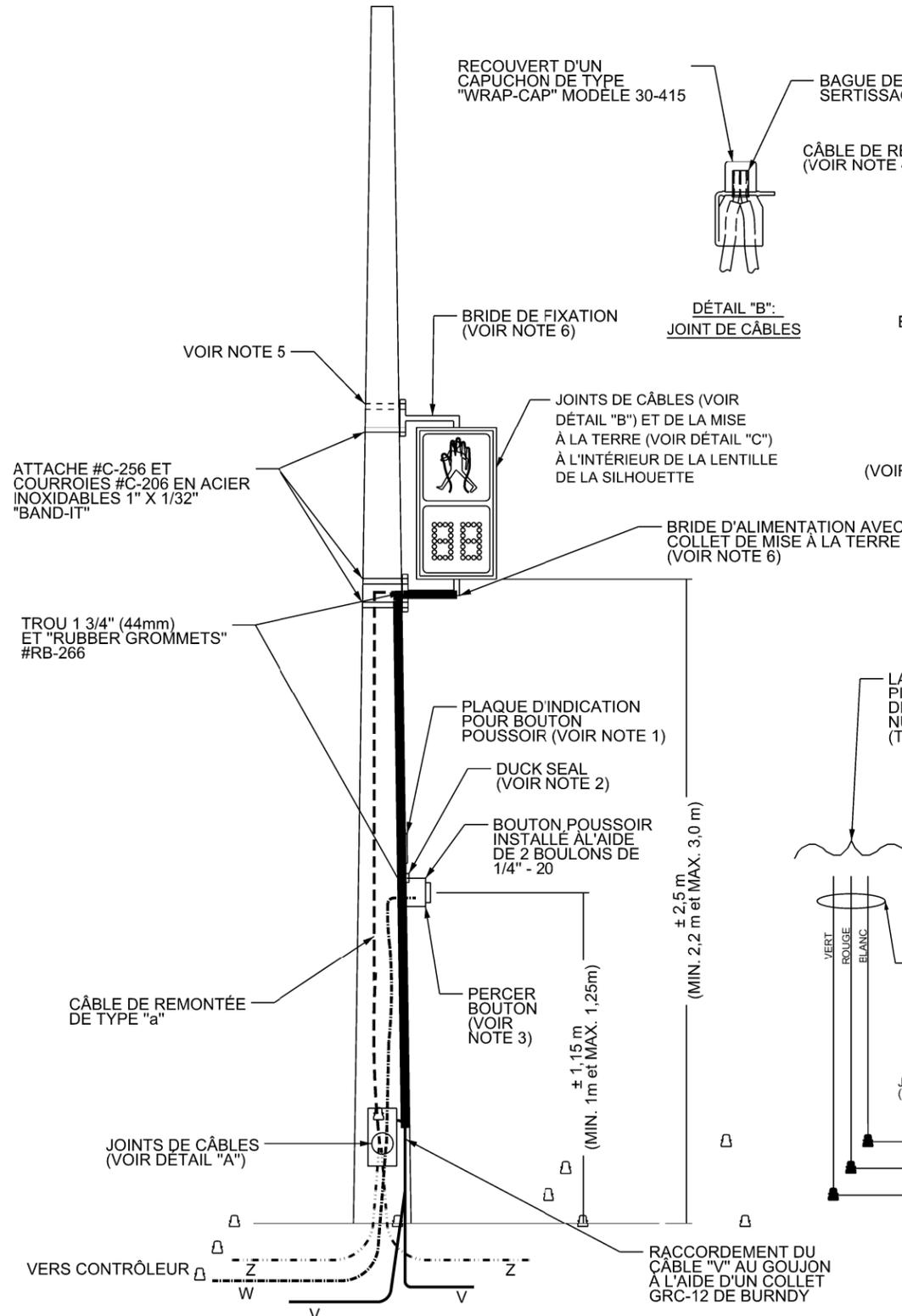
2014-01-30

2016-05-09

SOUS-FAMILLE
DTNI-6TC

DESSIN NORMALISÉ
DNI-6C-4111

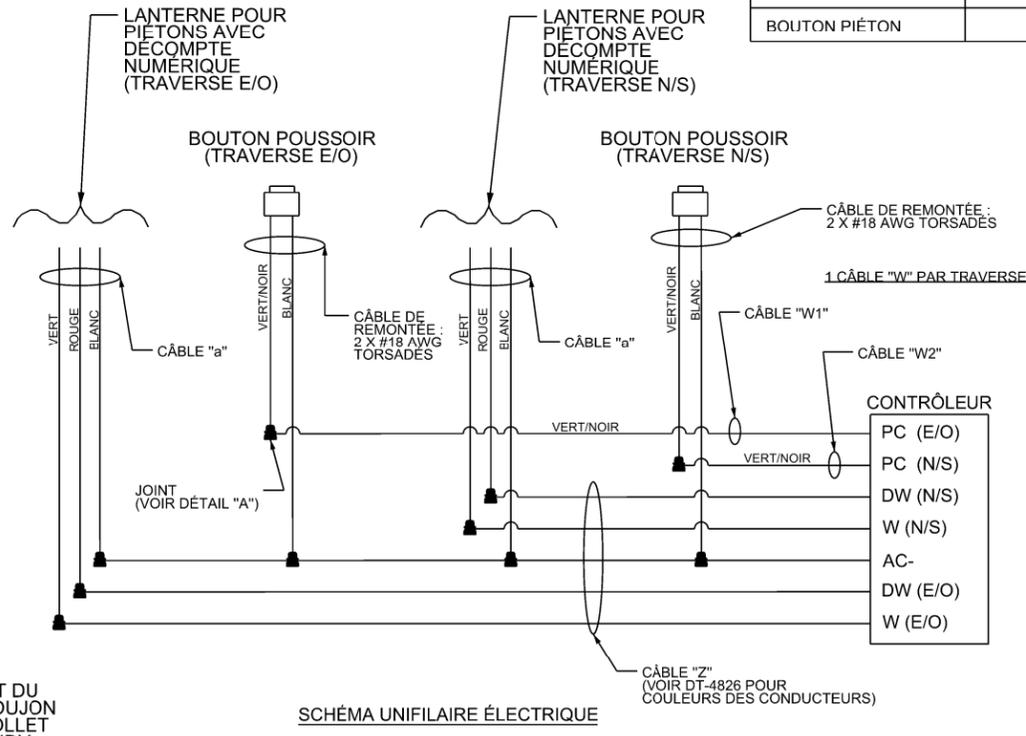
MONTAGE TYPE SUR FÛT



RACCORDEMENT ÉLECTRIQUE

FONCTION (LANTERNE)	CÂBLE a	CÂBLE W
DW (Omd)	ROUGE	
W (Bs)	VERT	
NEUTRE	BLANC	
AUTRE	NOIR	
BOUTON PIÉTON		VERT/NOIR

ENTRE LANTERNES POUR PIÉTONS ET BAS DE FÛT (CÂBLE Z)
ENTRE CONTRÔLEUR ET BOUTONS POUSSOIR



LÉGENDE

- CÂBLE "a" : 4 CONDUCTEURS
- CÂBLE "W" : 4 CONDUCTEURS
- CÂBLE "V" : 1 CONDUCTEUR VERT (ISOLÉ)
- CÂBLE "Z" : 25 CONDUCTEURS

- NOTES:
- CÂBLE "a" : DT-4841 (1 CÂBLE "a" PAR TÊTE DE FEUX PIÉTONS)
 - CÂBLE "W" : DT-4823 (1 CÂBLE "W" PAR TRAVERSE)
 - CÂBLE "V" : DT-4822
 - CÂBLE "Z" : DT-4826
 - 1- UTILISER PLAQUE PE-AJ OU PE-AK (QE-0900 ET QE-0901)
 - 2- AJOUTER DU "DUCKSEAL" DERRIÈRE LE BOUTON POUR EMPECHER L'INFILTRATION
 - 3- PERCER LE DESSOUS DU BOUTON POUR L'ÉCOULEMENT DE L'EAU
 - 4- LAISSER 30po (760mm) DE CÂBLE "a" ET "Z" EN BOUCLES AU BAS DU FÛT POUR FACILITER LES ÉPISSURES À L'EXTÉRIEUR DU FÛT ET FAIRE DES ÉPISSURES UNIQUEMENT SUR LES CONDUCTEURS UTILISÉS
 - 5- INSTALLER COURROIE SUPPLÉMENTAIRE À LA BRIDE DE FIXATION SI COURROIE 3/4" UTILISÉE
 - 6- VOIR DN-4510 À DN-4524



TITRE: MONTAGE ET RACCORDEMENT DE LANTERNES PIÉTONS AVEC DÉCOMPTE NUMÉRIQUE ET BOUTON POUSSOIR

Toutes les dimensions sont en millimètres, sauf indication contraire.



2019-05-08

DESSINÉ PAR:
NANCY LAROCQUE, TECH

VÉRIFIÉ PAR:
PHILLY SOAN, ING.

APPROUVÉ PAR:
PHILLY SOAN, ING.

RÉVISION

2014-01-30

2016-05-09

2018-04-06

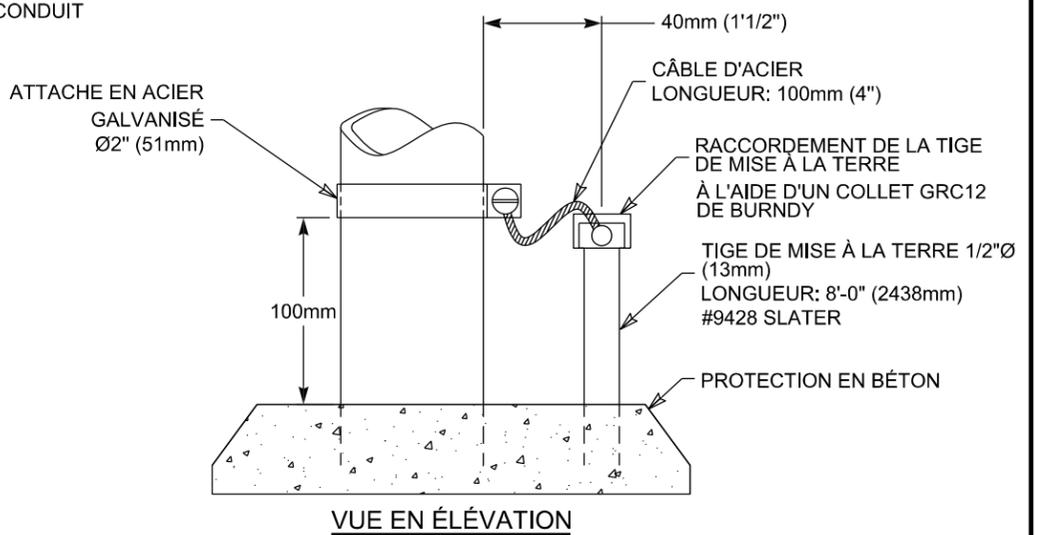
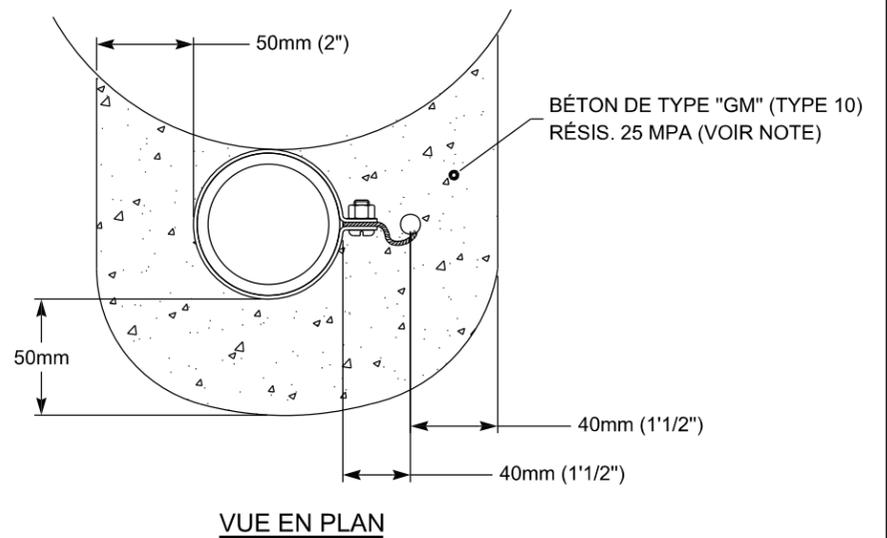
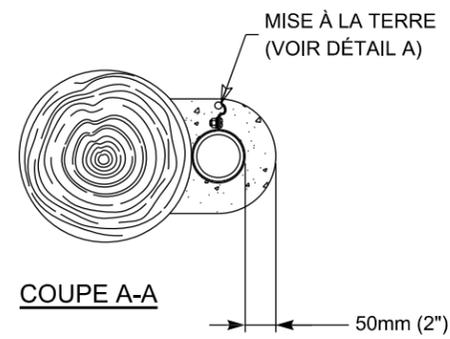
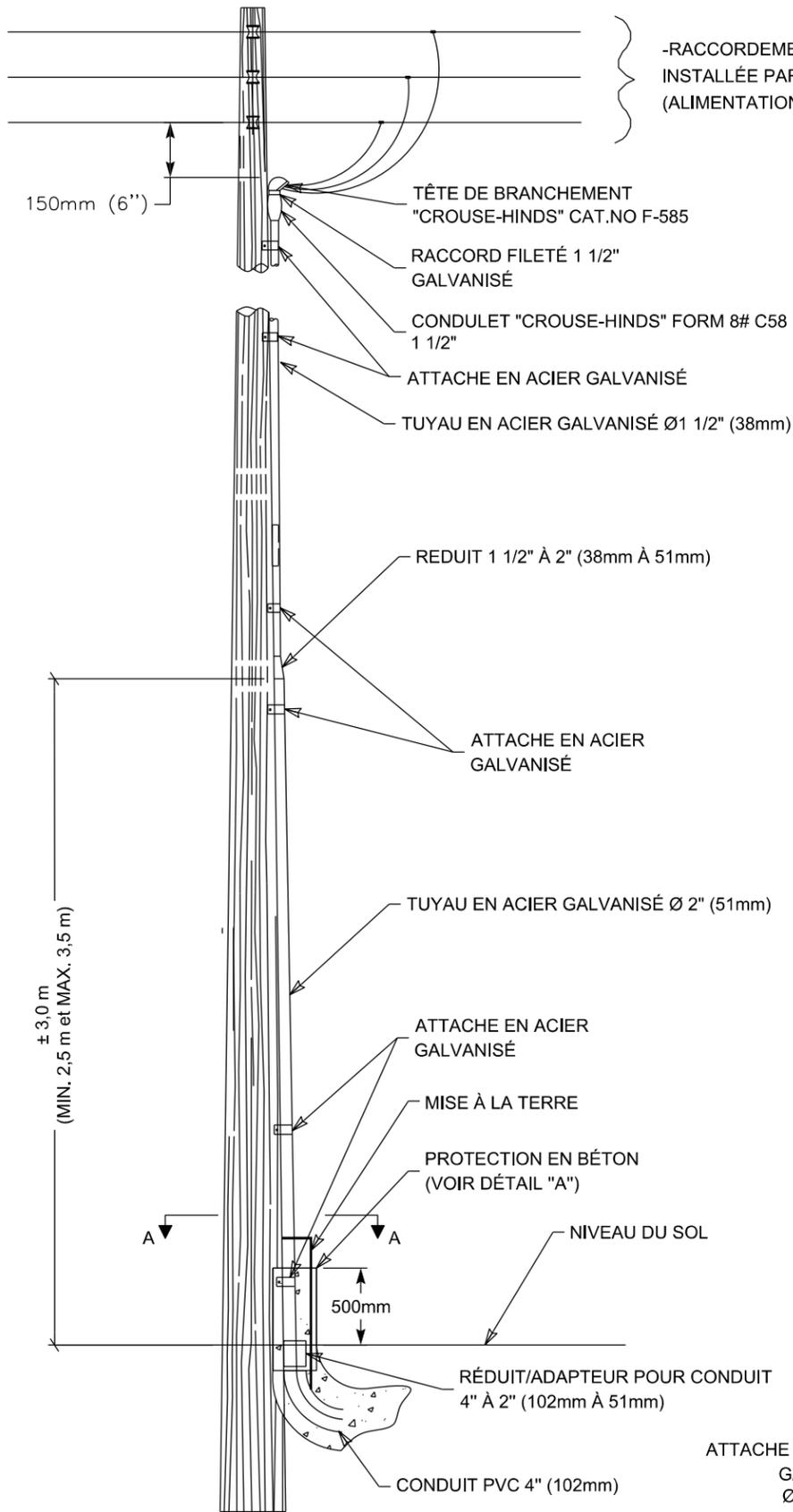
SOUS-FAMILLE

DTNI-6TC

DESSIN NORMALISÉ

DNI-6C-4112

ASSEMBLAGE TYPE SUR POTEAU DE BOIS



DÉTAIL A: DÉTAIL DE RACCORDEMENT DU CÂBLE DE MISE À LA TERRE

NOTE:
-SI LES TRAVAUX SE FONT EN CONDITIONS HIVERNALES UTILISER DU BÉTON DE TYPE "HE" (RÉSIS. 25 MPA)

Montréal

Toutes les dimensions sont en millimètres, sauf indication contraire.

FEUX DE CIRCULATION
RACCORDEMENT AÉRO-SOUTERRAIN

DESSINÉ PAR:
Imane El kouche, tech-dess.

APPROUVÉ PAR:
Chheng Bun, ing.

VÉRIFIÉ PAR:
Chheng Bun, ing.

MEMBRE OIQ:

DATE:
11 Mars 2020

SIGNATURE:

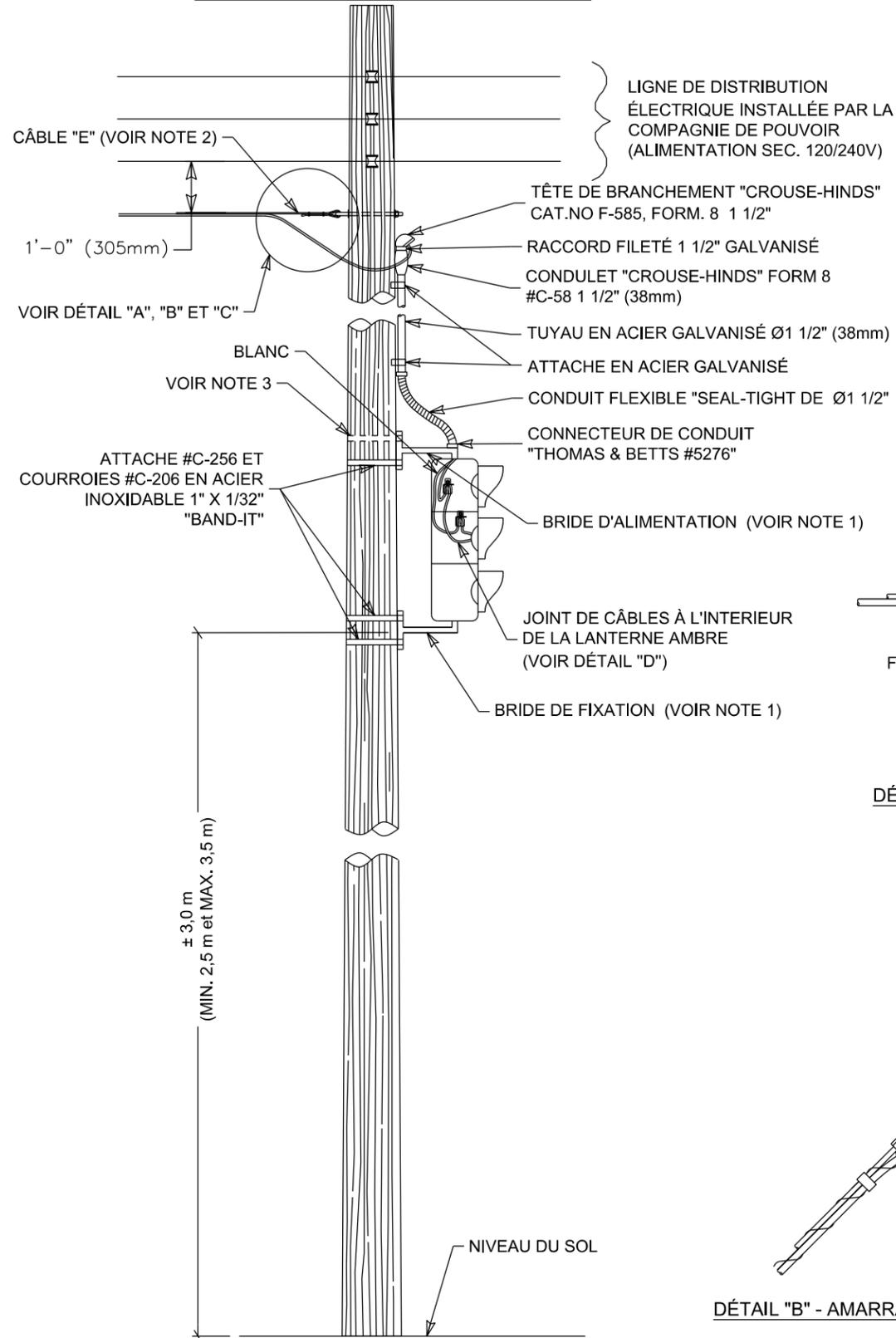
SOUS-FAMILLE

DESSIN NORMALISÉ

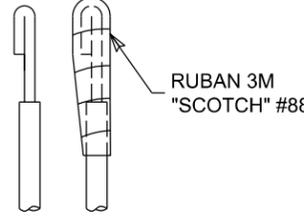
DTNI-6C

DNI-6C-4114

MONTAGE TYPE SUR POTEAU DE BOIS



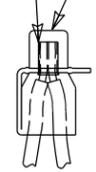
TOUT CONDUCTEUR NON UTILISÉ SERA REPLIÉ À L'EXTRÉMITÉ ET ENRUBANNÉ TEL QU'ILLUSTRÉ CI-DESSOUS ET LES RELIER ENSEMBLE À L'AIDE D'UN TY-RAP



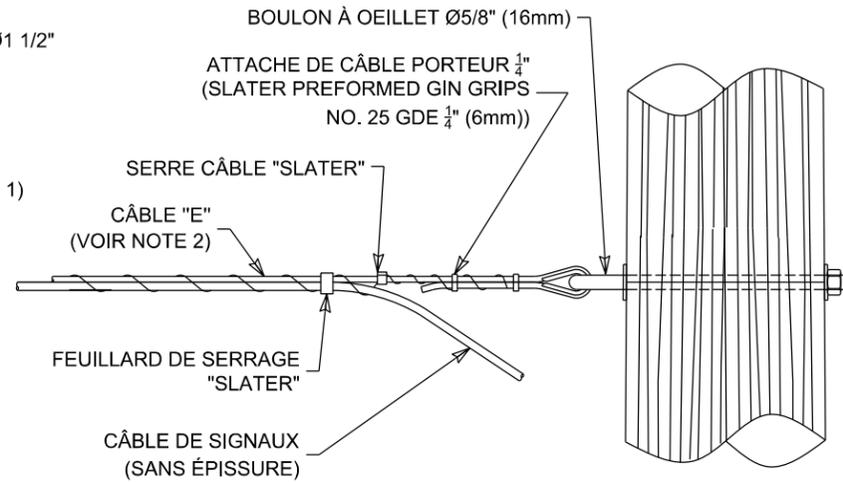
DÉTAIL "F": CONDUCTEURS NON UTILISÉS

"CRIMP SLEEVE WIRE CONNECTOR" BURNDY #YSM6CCG3

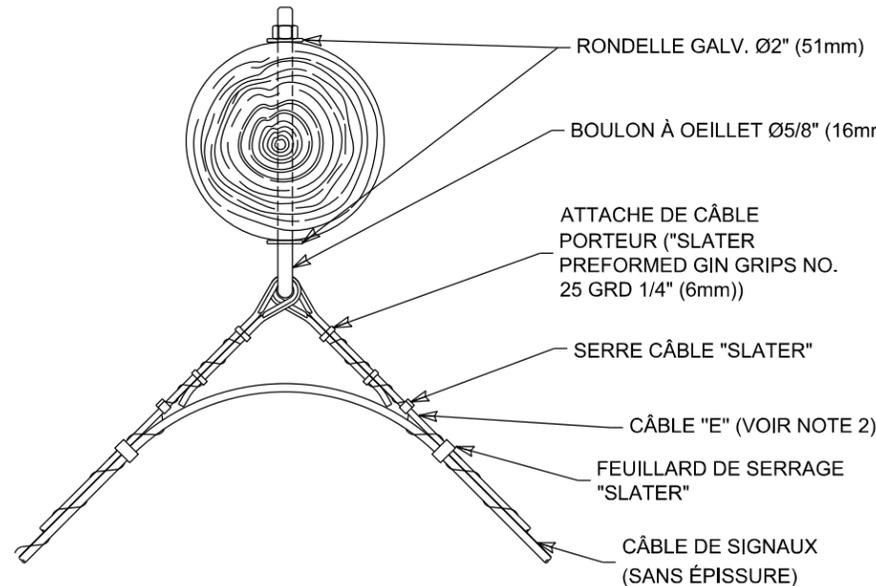
RECOUVERT D'UN "WRAP-CAP" MODÈLE 30-415'



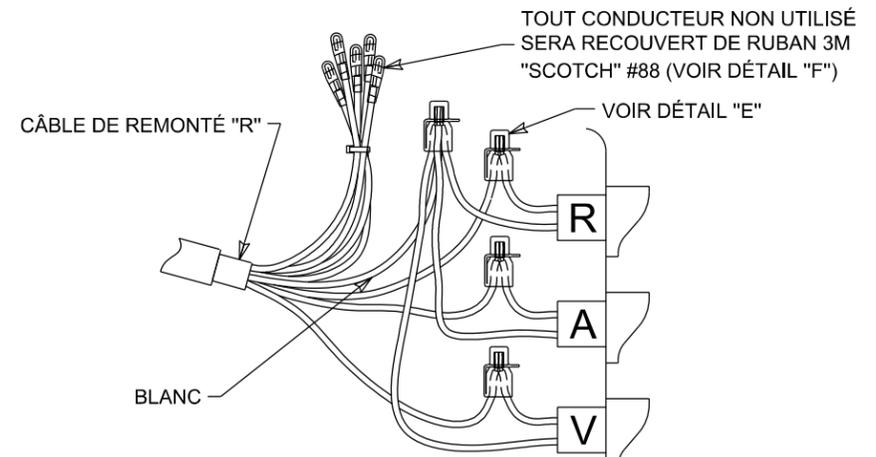
DÉTAIL "E": JOINT DE CÂBLES



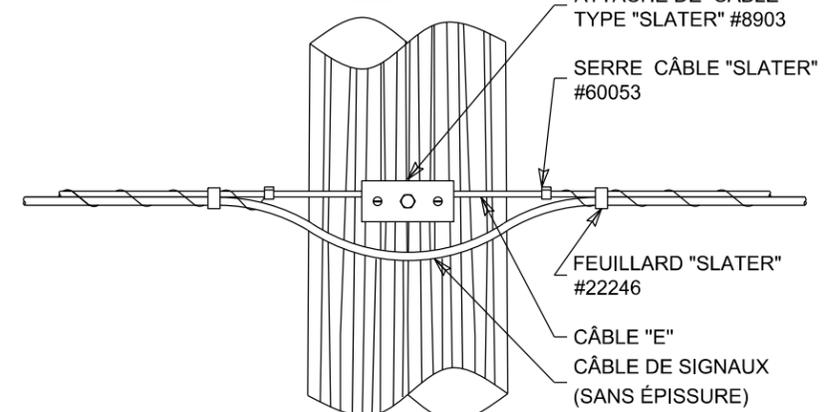
DÉTAIL "A" - RACCORDEMENT D'UN CÂBLE À UN POTEAU DE BOIS



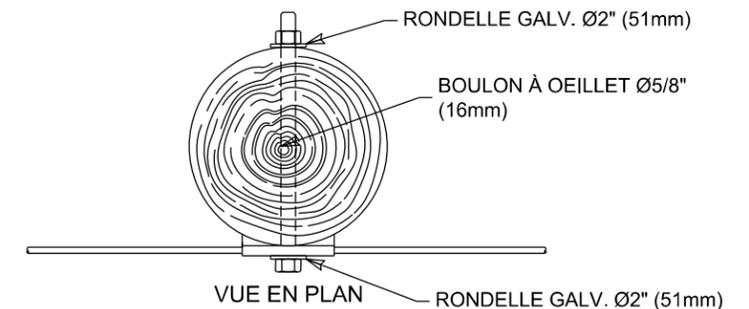
DÉTAIL "B" - AMARRAGE A 90° D'UN CÂBLE SUR UN POTEAU DE BOIS



DÉTAIL "D": RACCORDEMENT DES CÂBLES À L'INTERIEUR DE LA LANTERNE AMBRE



VUE EN ÉLÉVATION



VUE EN PLAN

DÉTAIL "C" - AMARRAGE DROIT D'UN CÂBLE SUR UN POTEAU DE BOIS

NOTES:

- 1-BRIDE DE FIXATION ET D'ALIMENTATION (VOIR SÉRIE : DN-4253 À DN-4270)
- 2-CÂBLE "E": DT-4805
- 3-INSTALLER COURROIE SUPPLÉMENTAIRE À LA BRIDE DE FIXATION SI COURROIE 3/4" UTILISÉE

Montréal

**FEUX DE CIRCULATION
MONTAGE TYPE SUR POTEAU DE BOIS**

Toutes les dimensions sont en millimètres, sauf indication contraire.

DESSINÉ PAR:
Imane El kouche, tech-dess.

VÉRIFIÉ PAR:
JC GILBERT, ing.

DATE:
2020-03-12

APPROUVÉ PAR:
JC GILBERT, ing.

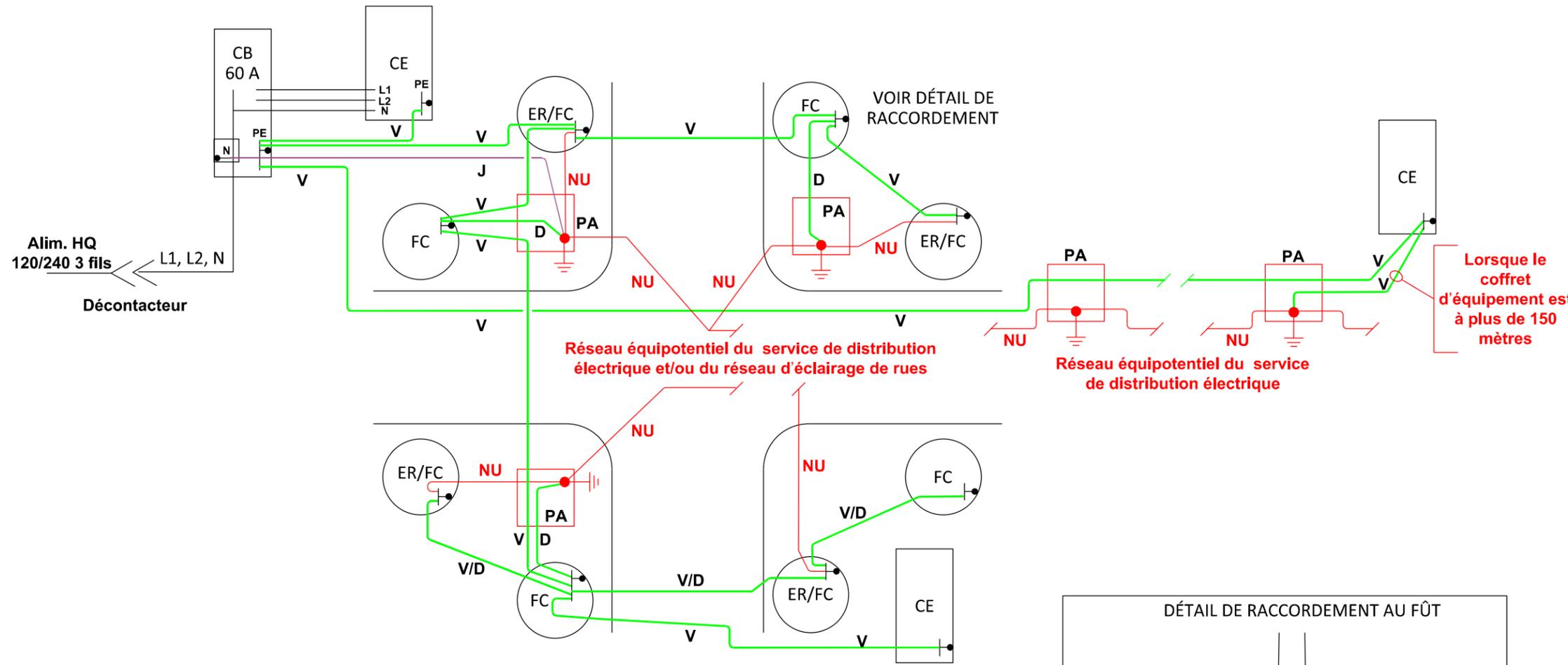
MEMBRE OIQ

SIGNATURE

SOUS-FAMILLE
DTNI-6C

DESSIN NORMALISÉ
DNI-6C-4115

Topologie type du réseau équipotentiel du système FC



Le schéma de topologie type est une illustration des variantes les plus courantes aux intersections. Le réseau équipotentiel du système de feux comprend plusieurs points de contact avec le réseau équipotentiel d'éclairage et le réseau équipotentiel du service de distribution électrique

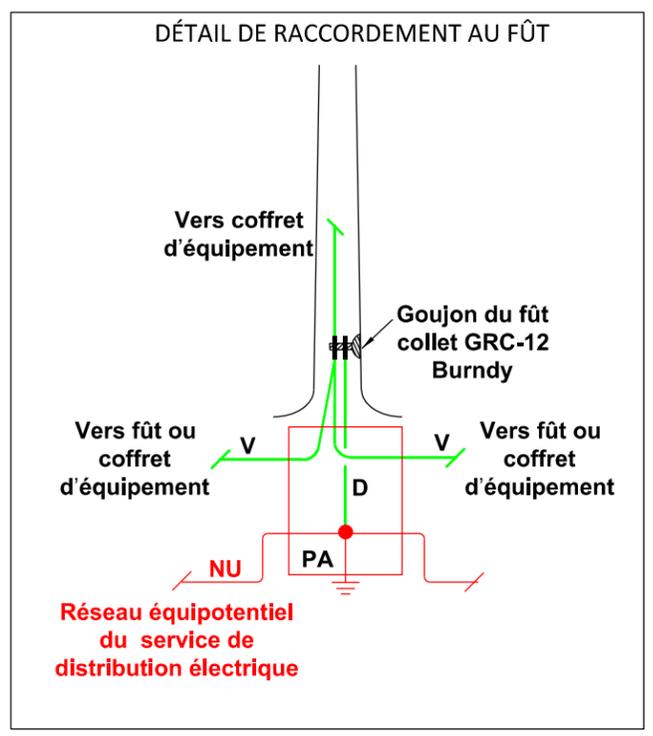
L'illustration type n'indique pas les canalisations à emprunter pour le cheminement des câbles. Le cheminement de tous les câbles passe par les puits d'accès et/ou les canalisations existantes entre les fûts.

Le raccordement du câble de mise à la terre du coffret de branchement « J » peut être à un puits d'accès de l'intersection ou encore peut être réalisé dans un puits séparé, selon les indications au plan d'implantation des équipements.

Pour les câbles « V/D », lorsque le câble est existant et a été installé avant 2014, l'étiquette du câble indique « D ». Pour toutes les nouvelles installations, le câble doit porter l'étiquette « V ».

Légende:

- Câble V** : câble normalisé du réseau équipotentiel du système de feu de circulation (à partir de 2014)
- Câble J** : câble de mise à la terre du système de feu de circulation
- Câble D** : câble du réseau équipotentiel existant (avant 2014)
- Câble nu** : câble du réseau équipotentiel du système d'éclairage
- « PE »** : borne de raccordement du réseau équipotentiel du système FC
- « PA »** : puits d'accès
- « CB »** : coffret de branchement du système de feu de circulation
- « CE »** : coffret d'équipement
- « FC »** : base de feu de circulation
- « ER »** : base de lampadaire du système d'éclairage
- « ER/FC »** : base combinée éclairage et feux de circulation



No.	RÉVISION	PAR	DATE
01	-	-	-
00	FINAL	AECOM	2014-07-10



TOUTE REPRODUCTION OU UTILISATION DE CE CROQUIS EST INTERDITE SANS AUTORISATION ÉCRITE DE LA VILLE DE MONTRÉAL

DEVIS TECHNIQUE

**DEVIS DE FOURNITURE, D'INSTALLATION ET DE MISE
À L'ÉPREUVE DE CÂBLAGE DE FIBRES OPTIQUES**

Ville de Montréal

SUM - Direction de la mobilité

Division exploitation, innovation et gestion des déplacements

Révision 0

Mars 2020

PRÉPARÉE PAR :

PATRICE GAUTHIER, ING.

VÉRIFIÉE PAR :

PATRICE GAUTHIER, ING.

Contenu du devis

1.0	<i>Préambule</i>	1
1.1	Objet	1
2.0	<i>Généralités</i>	1
2.1	Dessins d'atelier	1
3.0	<i>Qualification du personnel de l'entrepreneur</i>	1
4.0	<i>Câblage de fibres optiques</i>	2
4.1	Caractéristiques du câble de fibres optiques monomode et des connecteurs	2
4.1.1	Enroulement supplémentaire dans les puits d'accès	3
4.1.2	Enroulement supplémentaire dans les cabinets du contrôleur de feux de circulation et les coffrets STI	3
4.1.3	Installation des enroulements dans les puits d'accès et les cabinets des contrôleurs de feux de circulation / les coffrets STI	3
4.1.4	Chemin de câble	3
4.2	Achat du câble de fibres optiques suffisant à la réalisation de l'ensemble des travaux du présent mandat	4
4.3	responsabilités de l'entrepreneur pour les travaux touchés par la présente directive	4
5.0	<i>Implantation du réseau de fibres optiques</i>	4
5.1	Mise à l'épreuve des câbles de fibres optiques à la réception (sur le touret)	4
5.2	Installation des câbles de fibres optiques	4
5.3	Mise à l'épreuve des câbles de fibres optiques suite à l'installation des connecteurs	5
5.4	Entreposage des enroulements de câble de fibres optiques dans les cabinets de contrôleur et puits d'accès	5
5.5	Identification des câbles de fibres optiques	5
5.6	Domages et intérêts.....	6
6.0	<i>Mise à l'épreuve des câbles de fibres optiques</i>	6
6.1	Essais après installation	6
6.2	Essai au réflectomètre (OTDR).....	6
6.3	Essai d'atténuation au mesureur de puissance optique (<i>powermeter</i>)	7
6.4	Résultats des essais.....	7
6.5	Échec des essais.....	8
6.6	Acceptation des travaux.....	8
7.0	<i>Modes de paiement</i>	8

1.0 PRÉAMBULE

1.1 OBJET

Le présent devis a pour objet de préciser les exigences quant à l'implantation d'un réseau de fibres optiques. Il couvre les éléments suivants :

- Qualification du personnel de l'Entrepreneur;
- Câblage;
- Essais.

2.0 GÉNÉRALITÉS

2.1 DESSINS D'ATELIER

Préalablement à l'acquisition des équipements, l'entrepreneur doit fournir des dessins d'atelier en prenant soin d'y inscrire de façon claire le numéro de modèle des équipements, et ce, pour chacun des modèles d'équipements informatiques et réseautiques requis pour la réalisation du présent contrat. Aucun équipement ne peut être installé sans que le représentant du Directeur ait visé les dessins d'atelier.

3.0 QUALIFICATION DU PERSONNEL DE L'ENTREPRENEUR

Le personnel exécutant l'installation des câbles de fibres optiques, l'installation des connecteurs, les essais sur les câbles de fibres optiques et les branchements des câbles de fibres optiques aux équipements de réseautique doit répondre aux exigences minimales suivantes :

- Trois (3) années d'expérience pour l'installation des câbles de fibres optiques et d'équipements de télécommunication, incluant l'exécution des essais sur un réseau de fibres optiques comparable à celui de la Ville de Montréal;
- Trois (3) années d'expérience pour la manutention et le transport de câbles de fibres optiques;
- L'expérience d'installation d'au moins trois (3) réseaux de fibres optiques installés à l'extérieur et qui fonctionnent adéquatement depuis deux (2) ans;
- Détenir la certification du fabricant du câble de fibres optiques ou l'équivalent d'un autre fabricant reconnu.

Au moins cinq (5) jours ouvrables avant de commencer l'installation du réseau des câbles de fibres optiques, l'entrepreneur doit fournir au représentant du Directeur la documentation nécessaire indiquant les qualifications et l'expérience du personnel installant le réseau de fibres optiques.

Cette documentation doit inclure les noms, adresses et numéros de téléphone de trois (3) propriétaires de réseaux pouvant être contactés par le représentant du directeur aux fins de

validation de la performance des réseaux de télécommunication et/ou des réseaux de fibres optiques.

Aucun travail de manutention, d'installation ou de raccordement ne débutera avant l'approbation du représentant du Directeur quant aux qualifications du personnel de l'entrepreneur.

4.0 CÂBLAGE DE FIBRES OPTIQUES

4.1 CARACTÉRISTIQUES DU CÂBLE DE FIBRES OPTIQUES MONOMODE ET DES CONNECTEURS

Le câble de fibres optiques doit avoir les caractéristiques suivantes :

- Câble de type monomode;
- Muni de six (6) fibres optiques;
- Doit être conçu pour une installation intérieure / extérieure;
- Doit offrir une immunité à l'eau et aux rayons ultra-violets;
- Le diamètre du cœur de la fibre doit être de 9,0 µm;
- Le diamètre de la gaine optique doit être de 125,0 µm;
- L'atténuation du signal ne doit pas excéder 0,5 dB pour un signal optique d'une longueur d'onde de 1310 nm;
- L'atténuation du signal ne doit pas excéder 0,5 dB pour un signal optique d'une longueur d'onde de 1550 nm;
- Plage de température d'opération s'étalant de -40°C à 85°C;
- Plage de température d'entreposage allant de -55°C à 85°C;
- Plage de température du câble lors des manipulations/ installation de -10°C à 60°C;
- Permet un rayon minimal de courbure de 14,4 cm lors de manipulation et 9,6 cm une fois installé en permanence;
- Permet une tension de tirage (longitudinale) maximale de 3 000 Newtons** lors de l'installation et de 1 200 Newtons lorsqu'installé en permanence;
- Offrir une résistance à l'écrasement de 2 200 N/cm.

** Pendant l'installation, il n'est pas recommandé d'appliquer une tension supérieure à 2 700 N sur le câble.

Le câble de fibres optiques préconisé est le modèle B-006DSLS5KR Ultra-Fox-Plus du manufacturier Optical Cable Corporation, ou équivalent approuvé par le Directeur.

Le câble de fibres optiques doit être assemblé sur le site et doit, pour chacune des six (6) fibres, comprendre les éléments suivants :

- Être fourni avec connecteurs de type simplex LC/UPC (Ultra Physical Contact) bleus qui seront terminés à l'époxy sur les sites. Le connecteur doit être standard (avec ressort

(spring)). La bague de compression (crimp ring) et le manchon (boot) doivent être au moins 0,5mm. Les connecteurs sont installés directement sur la fibre optique à une distance de 457,2 mm de la gaine de protection;

Il est à noter qu'aucun boîtier de fusion ne sera accepté dans les cabinets de feux de circulation et les coffrets STI et que toutes les fibres optiques doivent être terminées sur le site et uniquement après que le tirage d'un câble de fibres optiques ait été complété;

Tous les câbles de fibres optiques sont de type à gaine intermédiaire serrée "Tight Buffer".

4.1.1 Enroulement supplémentaire dans les puits d'accès

L'Entrepreneur doit laisser une longueur excédentaire de 15m dans le dernier PA avant d'atteindre le cabinet de contrôleur ou le coffret STI (le cabinet / coffret où les fibres seront terminées avec les connecteurs). Aucune longueur excédentaire de câble n'est nécessaire dans les autres PA.

4.1.2 Enroulement supplémentaire dans les cabinets du contrôleur de feux de circulation et les coffrets STI

L'Entrepreneur doit laisser un enroulement minimal de deux (2) mètres supplémentaires dans les cabinets de contrôleur de feux de circulation et les coffrets STI. Cet enroulement supplémentaire a pour but de permettre à l'Entrepreneur de travailler sur le câblage à l'aide d'une table de travail près du cabinet de contrôleur de feux de circulation / du coffret STI. Une fois les travaux complétés, l'Entrepreneur devra attacher proprement le câblage à l'intérieur du cabinet du contrôleur de feux de circulation afin qu'il ne nuise pas au bon fonctionnement des autres équipements.

4.1.3 Installation des enroulements dans les puits d'accès et les cabinets des contrôleurs de feux de circulation / les coffrets STI

L'Entrepreneur est responsable d'installer le câble de fibres optiques excédentaire dans les puits d'accès de façon sécuritaire et afin de ne pas nuire à l'accès aux puits d'accès ou aux équipements installés dans les cabinets de contrôleur de feux de circulation. L'utilisation des attaches de nylon « Tie Wrap » est proscrite sur des câbles ne possédant pas d'armature, seul le ruban électrique « Super 88 » dans les puits d'accès ou attache de velcro dans les cabinets de contrôleur de feux de circulation / les coffrets STI sont permis.

Dans l'éventualité de discordance entre les chemins de câble montrés sur les plans et retrouvés sur le chantier, l'Entrepreneur doit immédiatement en informer le représentant du Directeur afin qu'une solution soit identifiée avant de poursuivre les travaux.

4.1.4 Chemin de câble

Les chemins de câble entre deux (2) cabinets de contrôleurs / coffrets STI ainsi que les puits d'accès sont montrés sur les plans de chemin de câble des réseaux concernés. Il est de la responsabilité de l'Entrepreneur de vérifier les chemins de câble, la disponibilité des conduits et l'accès au puits d'accès préalablement au début des travaux.

Dans l'éventualité que l'intérieur d'un conduit contienne un trop grand volume de câbles et que l'ajout de câbles de fibres puisse porter atteinte à l'intégrité du câble de fibres optiques,

l'Entrepreneur doit immédiatement en informer le représentant du Directeur afin qu'une solution soit identifiée avant de poursuivre les travaux. Il est de la responsabilité de l'Entrepreneur de s'assurer qu'aucune discordance du cheminement des câbles de fibres optiques à installer et raccorder ne prévaut, avant de commencer les travaux.

Aucun dédommagement monétaire ou autre ne sera accordé à l'Entrepreneur durant les travaux pour perte de temps ou autre, relativement à cette étape de travail.

4.2 ACHAT DU CÂBLE DE FIBRES OPTIQUES SUFFISANT À LA RÉALISATION DE L'ENSEMBLE DES TRAVAUX DU PRÉSENT MANDAT

Il est de la responsabilité de l'Entrepreneur de déterminer la longueur de câble de fibres optiques requise afin d'être en mesure de réaliser l'ensemble des travaux du mandat.

4.3 RESPONSABILITÉS DE L'ENTREPRENEUR POUR LES TRAVAUX TOUCHÉS PAR LA PRÉSENTE DIRECTIVE

Jusqu'à l'obtention de l'acceptation finale des travaux, l'Entrepreneur est responsable d'assurer, à ses frais, le maintien et le bon fonctionnement des équipements fournis et/ou installés, ainsi que les équipements et/ou sites sur lesquels il a effectué des interventions pour l'ensemble des intersections faisant partie du réseau.

5.0 IMPLANTATION DU RÉSEAU DE FIBRES OPTIQUES

5.1 MISE À L'ÉPREUVE DES CÂBLES DE FIBRES OPTIQUES À LA RÉCEPTION (SUR LE TOURET)

Une fois les câbles de fibres optiques reçus, l'Entrepreneur doit procéder à l'« essai au réflectomètre (OTDR) » sur chacune des fibres optiques composant le câble tel que décrit à la section 6.2.

L'Entrepreneur doit présenter les résultats obtenus sous forme de tableau regroupant l'ensemble des résultats de façon claire en prenant soin d'y joindre les fichiers électroniques obtenus lors de la réalisation des essais spécifiée à la section 6.2. L'Entrepreneur devra également y joindre une copie des résultats de l'essai au réflectomètre réalisé par le manufacturier sur le lot de production (habituellement fournis par le manufacturier avec les câbles stipulant la date de fabrication, l'identification du lot, la dimension du lot, etc.). Tous ces documents doivent être transmis au représentant du Directeur pour approbation dans les cinq (5) jours ouvrables suivant la prise de possession du câble de fibres optiques. Aucun câble ne pourra être installé sans que les documents préalablement spécifiés aient été fournis et visés.

5.2 INSTALLATION DES CÂBLES DE FIBRES OPTIQUES

L'Entrepreneur doit prendre les précautions nécessaires pour éviter d'endommager les fibres optiques et la gaine des câbles, lors de la manipulation, de l'entreposage et de l'installation des câbles.

L'Entrepreneur doit respecter le rayon de courbure minimum des câbles de fibres optiques prescrits par le fabricant lors de l'installation et du tirage des câbles.

L'Entrepreneur doit respecter la force limite de traction pouvant être appliquée aux câbles. Cette force limite est établie à 3 000 N** pour le type de câble spécifié.

** Pendant l'installation, il n'est pas recommandé d'appliquer une tension supérieure à 2 700 N sur le câble.

L'Entrepreneur doit planifier l'installation des câbles selon les contraintes physiques rencontrées sur les lieux et selon les indications montrées aux plans. Les câbles doivent être continus et sans fusion entre les points de raccordement (aucune épissure dans les puits d'accès n'est permise).

L'Entrepreneur doit utiliser un lubrifiant approprié pour câbles de fibres optiques afin de faciliter le tirage des câbles.

L'Entrepreneur est responsable d'assurer que l'installation des connecteurs femelles de type LC/UPC soit réalisée dans les meilleures conditions.

5.3 MISE À L'ÉPREUVE DES CÂBLES DE FIBRES OPTIQUES SUITE À L'INSTALLATION DES CONNECTEURS

L'Entrepreneur doit réaliser des essais de conformité du câble de fibres optiques suite à l'installation des connecteurs sur chacune des fibres optiques composant un câble et en présenter les résultats sous forme de tableau au représentant du directeur pour approbation préalablement au branchement des connecteurs sur les équipements. Les essais au réflectomètre « OTDR » ainsi que les essais au mesureur de puissance « Power Meter » sont requis lors de cette étape. Le détail des essais est décrit dans les sections : 6.2 « Essai au réflectomètre (OTDR) » ainsi qu'à la section 6.3 « Essai d'atténuation au mesureur de puissance optique (Power Meter) » de la présente directive.

Pour se faire, chacune des six (6) fibres optiques sera mise à l'épreuve, toutes les fibres optiques de chacun des câbles doivent satisfaire aux exigences de la directive. Si une fibre optique composant un câble ne satisfait pas les exigences de la présente directive, le câble complet devra être remplacé, et ce, aux frais de l'Entrepreneur.

5.4 ENTREPOSAGE DES ENROULEMENTS DE CÂBLE DE FIBRES OPTIQUES DANS LES CABINETS DE CONTRÔLEUR ET Puits D'ACCÈS

Voir la section 4.1.3 de la présente directive.

5.5 IDENTIFICATION DES CÂBLES DE FIBRES OPTIQUES

L'Entrepreneur doit utiliser des étiquettes imperméables et indélébiles appropriées et approuvées préalablement par le représentant du Directeur afin d'identifier les câbles après leur installation. Cette identification doit être faite à chaque extrémité du câble ainsi que lors de la traversée de boîtes de tirage et du puits d'accès. Cette identification doit contenir le numéro du câble et cette identification doit inclure les inscriptions suivantes :

ATTENTION

FIBRE OPTIQUE

VILLE DE MONTRÉAL (20YY)

FEUX DE CIRCULATION (Réseau XX)

CA NO ZZZZZ-ZZZZZ

Où « YY » correspond à l'année des travaux

« XX » correspond au numéro du réseau de communication

« ZZZZZ-ZZZZZ » correspond au numéro des intersections de départ et d'arrivée du câble de fibres optiques

5.6 DOMMAGES ET INTÉRÊTS

L'Entrepreneur se doit de respecter les délais fixés pour la remise en fonction opérationnelle des systèmes de feux de circulation de la Ville de Montréal, tels qu'ils étaient avant le début des travaux. Il lui sera déduit, à titre de dommages et intérêts, liquidés à l'avance et non à titre de pénalité, une somme de mille dollars (1 000,00 \$) pour chaque heure ou partie d'heure où un système de feux de circulation sur lequel l'Entrepreneur œuvre n'est pas opérationnel en dehors de la plage horaire prévue pour les travaux. Cette déduction est effective à partir du simple constat de retard par le représentant du Directeur.

6.0 MISE À L'ÉPREUVE DES CÂBLES DE FIBRES OPTIQUES

Suite à l'installation des connecteurs et préalablement à leurs raccordements aux équipements réseautiques, l'Entrepreneur doit réaliser les essais suivants :

6.1 ESSAIS APRÈS INSTALLATION

L'entrepreneur doit procéder à la vérification de la continuité des raccordements des câbles de fibres optiques.

La configuration et l'exécution de l'essai doivent se faire conformément à la norme ANSI/TIA/EIA-526-7, ainsi qu'aux guides d'application du manufacturier.

Une fois les essais complétés, l'Entrepreneur doit remettre tous les résultats au représentant du Directeur pour approbation. Les essais doivent être réalisés sur toutes les fibres optiques installées par l'Entrepreneur.

Deux types de mise à l'épreuve doivent être réalisées sur toutes les fibres optiques :

- Essai au réflectomètre (OTDR – *Optical Time Domain Reflectometer*);
- Essai d'atténuation au mesureur de puissance optique (*Powermeter*).

6.2 ESSAI AU RÉFLECTOMÈTRE (OTDR)

L'essai OTDR doit être utilisé pour déterminer la conformité de l'installation du câble en montrant toutes irrégularités, telles que les discontinuités, les microcourbures et les

épissures inexactes dans le câble sous essai. Les traces OTDR doivent être obtenues à partir du réflectomètre pour chaque fibre et incluses dans le rapport d'essais.

Les essais au réflectomètre (OTDR) doivent être réalisés dans les deux (2) directions et aux deux (2) longueurs d'onde, 1 310 nm et 1 550 nm, pour des fibres monomodes, pour un total de quatre (4) essais/fibre pour chacune des fibres optiques composant un câble. On calcule ensuite la moyenne des résultats de la fibre dans les deux (2) directions pour éliminer les effets de rétrodiffusion à longueur variable.

Un câble de lancement et un câble de réception doivent être utilisés pour connecter le réflectomètre OTDR à l'extrémité la plus proche de la liaison sous test et pour terminer l'extrémité la plus éloignée de la liaison sous test. Ces câbles doivent être suffisamment longs pour permettre au réflectomètre OTDR de mesurer la perte de la première et dernière connexion. Les essais au réflectomètre doivent être réalisés conjointement avec un représentant du Directeur.

6.3 ESSAI D'ATTÉNUATION AU MESUREUR DE PUISSANCE OPTIQUE (*POWERMETER*)

Les essais d'atténuation au mesureur de puissance optique doivent être réalisés conjointement avec le représentant du Directeur et après les essais au réflectomètre.

Des mesures d'atténuation bout à bout doivent être faites sur toutes les fibres, dans les deux (2) directions aux deux (2) longueurs d'onde, 1 310 nm et 1 550 nm, en utilisant une source lumineuse à une extrémité et le mesureur de puissance optique à l'autre pour vérifier que les exigences d'atténuation du système de câble sont respectées. Les essais d'atténuation doivent être exécutés en utilisant des cordons de deux (2) mètres pour le branchement de l'équipement d'essai au câble. La méthode de mesure doit être conforme à la norme EIA/TIA-455-53A.

La valeur d'atténuation du lien obtenue ne doit pas dépasser la valeur calculée selon la formule suivante :

Atténuation du lien = Atténuation longitudinale du câble + Perte par insertion des connecteurs

où :

- *Atténuation du câble (dB) = Coefficient d'atténuation (dB/km) x Longueur (km) (obtenue de l'OTDR)*
- Coefficient d'atténuation pour la fibre monomode :
 - ▶ 0,5 dB/km à 1 310 nm
 - ▶ 0,5 dB/km à 1 550 nm
- *Perte par insertion des connecteurs (dB) = nombre de paires de connecteurs x perte des paires connecteurs (dB) = 2 x 0,75 dB = 1,5 dB.*

6.4 RÉSULTATS DES ESSAIS

Les résultats doivent être documentés et conciliés dans un rapport signé, incluant les traces, à la suite des résultats obtenus avec l'OTDR et le mesureur de puissance optique.

L'entrepreneur doit, dans un délai maximal de cinq (5) jours ouvrables après avoir complété les essais, remettre le rapport des résultats d'essai au représentant du Directeur pour approbation.

6.5 ÉCHEC DES ESSAIS

En cas d'échec d'un essai, l'entrepreneur doit refaire une vérification à l'OTDR et corriger toute anomalie. L'entrepreneur doit ensuite reprendre la mesure d'atténuation.

Dans le cas où un ou des résultats ne seraient pas conformes (à l'extérieur des spécifications du manufacturier), l'entrepreneur devra, à ses frais, procéder au remplacement du ou des câbles défectueux.

6.6 ACCEPTATION DES TRAVAUX

L'entrepreneur est responsable de l'accomplissement des travaux à la satisfaction du représentant du Directeur.

Tout câble de fibres optiques et/ou connecteur LC/UPC qui ne rencontrera pas les spécifications du manufacturier ou le standard de l'industrie, sera remplacé au frais de l'entrepreneur.

Une acceptation provisoire pourra être accordée, suite à l'analyse des résultats obtenus avec le réflectomètre et le mesureur de puissance, seulement si les travaux correctifs qui resteront à être accomplis sont mineurs. Se joindront à l'acceptation provisoire une liste de travaux correctifs ainsi qu'une retenue de 15% de la valeur globale des travaux. Cette retenue ne sera payée qu'à l'acceptation finale des travaux.

7.0 MODES DE PAIEMENT

L'item « câblage de fibres optiques » est payé au mètre. Le prix comprend : le câble de fibres optiques, les connecteurs, les attaches, le transport, l'installation des connecteurs, l'installation du câble de fibres optiques, la numérotation, l'identification, la lubrification, le tirage, la disposition dans les puits d'accès, la mise en œuvre, tous les travaux relatifs à l'installation et toute dépense incidente.

L'item « Essai au réflectomètre (OTDR) » fait l'objet d'un prix global. Le prix comprend, sans toutefois s'y limiter, la main-d'œuvre, le matériel nécessaire pour effectuer l'essai au réflectomètre, la comparaison avec les données du manufacturier, le rapport des résultats, ainsi que toute dépense incidente.

L'item « Essai d'atténuation au mesureur de puissance optique (Powermeter) » fait l'objet d'un prix global. Le prix comprend, sans toutefois s'y limiter, la main-d'œuvre, le matériel nécessaire pour effectuer l'essai au mesureur de puissance optique, la comparaison avec les données du manufacturier et les résultats obtenus par le réflectomètre, le rapport des résultats, ainsi que toute dépense incidente.

Devis technique

Vérifications électrotechniques du système de feux de circulation

Montréal 

SUM - Direction de la mobilité
Division exploitation, innovation et gestion des déplacements

Mars 2020
Révision 00

CE DEVIS TECHNIQUE A ÉTÉ PRÉPARÉ PAR LE PERSONNEL DE LA FIRME
AECOM.
RÉVISION DU DEVIS EN COURS PAR LE PERSONNEL DE LA VILLE DE
MONTRÉAL.

Préparé par :

Mohamed Galla, ing.

Vérifié par :

Mohamed Galla, ing.

Table des matières

1	Généralités.....	5
1.1	Objectifs.....	5
1.2	Normes.....	5
1.3	Abréviations et acronymes.....	5
1.4	Prescriptions générales.....	6
1.4.1	Préparation des essais.....	6
1.4.2	Portée du cahier des essais.....	6
1.4.3	Appareils de mesure pour les vérifications électrotechniques.....	6
1.4.4	Nature des essais à conduire.....	7
1.4.5	Documentation à remettre.....	7
2	Vérifications électrotechniques.....	8
2.1	Alimentation du coffret de branchement du système de feux.....	8
2.1.1	Configuration de la prise de terre aux intersections de la Ville.....	9
2.2	mesure de la résistance de terre du branchement.....	10
2.2.1	Mesure de résistance de terre par la technique à deux pôles.....	10
2.2.2	Mesure de résistance de terre par électropince.....	11
2.2.3	Méthodologie de mesure de résistance de terre du branchement.....	11
2.2.4	Résultats attendus de la mesure de résistance de terre.....	12
2.2.5	Mesure du cavalier de jonction du coffret de branchement.....	13
2.3	Mesure de résistance du conducteur de continuité de masse.....	13
2.3.1	Méthodologie de mesure de résistance de continuité de masse.....	14
2.3.2	Cas particulier du câble de type « E ».....	15
2.4	Vérification d'isolement des conducteurs de cuivre.....	16
2.4.1	Vérification d'isolement des câbles de catégorie 1.....	16
2.4.2	Vérification d'isolement des câbles de catégorie 2 et 3.....	17
2.5	Mesure de tension aux coffrets de l'intersection.....	18
2.6	Unicité de mise à la terre du système de feux.....	19
2.7	mesure de courant de fuite sous charge.....	20
3	Vérification du branchement du système de feux.....	22
3.1	Vérification générale des épissures.....	22
3.2	Vérification de conformité des épissures.....	23

Table des annexes

Annexe A	Fiches d'essais type.....	24
----------	---------------------------	----

1 GÉNÉRALITÉS

1.1 OBJECTIFS

Le présent document spécifie les exigences de contrôle de qualité de l'installation électrique des systèmes de feux de circulation sur le réseau urbain de la Ville de Montréal.

Le processus de vérification vise particulièrement à s'assurer du respect des exigences des plans et devis, ainsi que de la qualité de l'installation et des raccordements électriques.

Les vérifications électrotechniques visent à établir la conformité de mise à la terre du coffret de branchement, de la conformité du réseau de continuité des masses pour l'opération des dispositifs de protection et l'établissement du réseau équipotentiel pour la protection des personnes.

1.2 NORMES

L'installation électrique doit être conforme aux normes suivantes :

1. La norme CAN/CSA C22.10 « Code de construction du Québec – Chapitre V – Électricité – Code canadien de l'électricité, Première partie et modifications du Québec »,
2. La norme CAN/CSA C22.2 no. 0 « Exigences générales – Code canadien de l'électricité, Deuxième partie »,
3. La norme CAN/CSA-C22.2 NO. 0.4-04 UPD 2: « Liaison à la terre par continuité des masses de l'appareillage électrique »,
4. CSA C22.2 NO. 41 « Grounding and Bonding Equipment ».

1.3 ABRÉVIATIONS ET ACRONYMES

Sigle	Description
ACNOR	Association canadienne de normalisation
AWG	American Wire Gage
CSA	Canadian Standards Association
MALT	Mise à la terre, prise de terre
NEMA	National Electrical Manufacturers Association
PE	Protective Earth: conducteur du réseau de continuité des masses mis à la terre au coffret de branchement
ULC	Underwriters' Laboratories of Canada Organisation (variante cUL)

1.4 PRESCRIPTIONS GÉNÉRALES

1.4.1 Préparation des essais

L'entrepreneur est responsable de procéder aux différents essais sur l'ensemble des câbles d'une installation de feux de circulation. Il est également responsable de la préparation du site aux essais. De plus, l'entrepreneur doit coordonner le calendrier des essais dépendamment si les essais doivent être réalisés avant ou après que les raccordements aient été effectués.

Pour chaque catégorie d'essais, l'entrepreneur est responsable de s'assurer de la présence du représentant de la Ville en l'avisant au moins soixante-douze (72) heures à l'avance et en obtenant la confirmation de présence. L'entrepreneur doit procéder à ses propres essais avant de solliciter la présence du représentant de la Ville.

Le cas échéant, l'entrepreneur doit prévoir l'aménagement du site et le maintien de la circulation de façon à constituer un environnement sécuritaire pour la tenue de chacun des essais.

1.4.2 Portée du cahier des essais

Les essais décrits dans le présent document portent sur les essais de vérification électrotechnique à conduire sur les conducteurs de cuivre à très basse tension et à basse tension.

Les différents câbles utilisés à la Ville de Montréal se répartissent dans les catégories suivantes :

- 1- Câbles de catégorie 1, soit un câble à très basse tension : Ce sont essentiellement des câbles de télécommunication ou des câbles pour des équipements électroniques de faible puissance, tels les câbles « L », « M », « P », « T », « X » et « W »;
- 2- Câbles de catégorie 2, soit un câble d'alimentation des systèmes tels les câbles « B », « D », « E », « F », « G », « H », « J » et « V »;
- 3- Câbles de catégorie 3, soit un câble de raccordement des équipements d'intersection opérant sous 120 V, tel les câbles « A », « R », « S », « U » et « W »;
- 4- Câbles de catégorie 4, soit un câble de télécommunication à fibre optique « O » et Ethernet « T ».

Pour les essais à conduire sur les câbles à fibre optique de type « E » l'entrepreneur se réfère au document DTI-4835 « DEVIS DE FOURNITURE, D'INSTALLATION ET DE MISE À L'ÉPREUVE DE CÂBLAGE DE FIBRES OPTIQUES »

1.4.3 Appareils de mesures pour les vérifications électrotechniques

Les appareils de mesures utilisés pour les vérifications électrotechniques sont des appareils spécialisés. Le multimètre courant utilisé pour les mesures et vérifications électriques générales ne répond pas aux exigences.

L'entrepreneur est responsable de s'assurer que le personnel désigné pour la conduite des essais ait les connaissances appropriées à la nature des tests à réaliser, et que le personnel dispose de l'appareillage requis.

L'entrepreneur doit, sur demande de la Ville, fournir la fiche technique des appareils qui seront utilisés lors des essais et le cas échéant, fournir la documentation attestant l'étalonnage des appareils et la période de validité de cet étalonnage.

Pour les mesures de résistances et de continuité, l'appareil doit avoir la capacité d'injecter un courant modulé d'au moins 200 milliampères dans le circuit soumis à la vérification.

1.4.4 Nature des essais à conduire

L'entrepreneur doit s'assurer de conduire différents essais relatifs aux vérifications électriques, ceux touchant aux aspects de sécurité de l'installation électrique, ainsi que les vérifications de conformité électrotechnique de l'installation selon les exigences des plans et devis.

1.4.5 Documentation à remettre

Pour chacun des essais, le fournisseur est tenu de produire les fiches d'essais contresignées par la Ville et les intégrer au rapport d'essais qu'il remet à la Ville au terme de la tenue des essais finaux.

Toutes les fiches d'essais doivent comprendre une section administrative et une section technique. On retrouve les informations suivantes dans la section administrative:

1. L'objet de la vérification,
2. La date de tenue des essais,
3. L'emplacement (municipalité, intersection, etc.),
4. La référence complète du projet et des plans auxquels l'essai répond,
5. La firme et le nom du responsable du contrat,
6. La firme du responsable de l'essai,
7. Le nom de chacune des personnes présentes à l'essai,
8. Une ligne de signature pour le responsable de l'entrepreneur désigné pour la tenue de l'essai,
9. Une ligne de signature pour le représentant de la Ville qui a assisté à l'essai,
10. Dans le cas d'une fiche comprenant plusieurs feuilles et plusieurs pages, deux espaces dédiés pour le paraphe de chaque page, dont un espace pour le représentant de la firme responsable de l'essai et un espace pour le représentant désigné de la Ville.

La fiche comprend une section technique dans laquelle les paramètres des essais, les résultats des essais, les anomalies et les correctifs apportés ou à réaliser sont consignés. La section propre à chaque type d'essai précise les informations qui doivent apparaître dans la section technique de la fiche d'essai.

2 VÉRIFICATIONS ÉLECTROTECHNIQUES

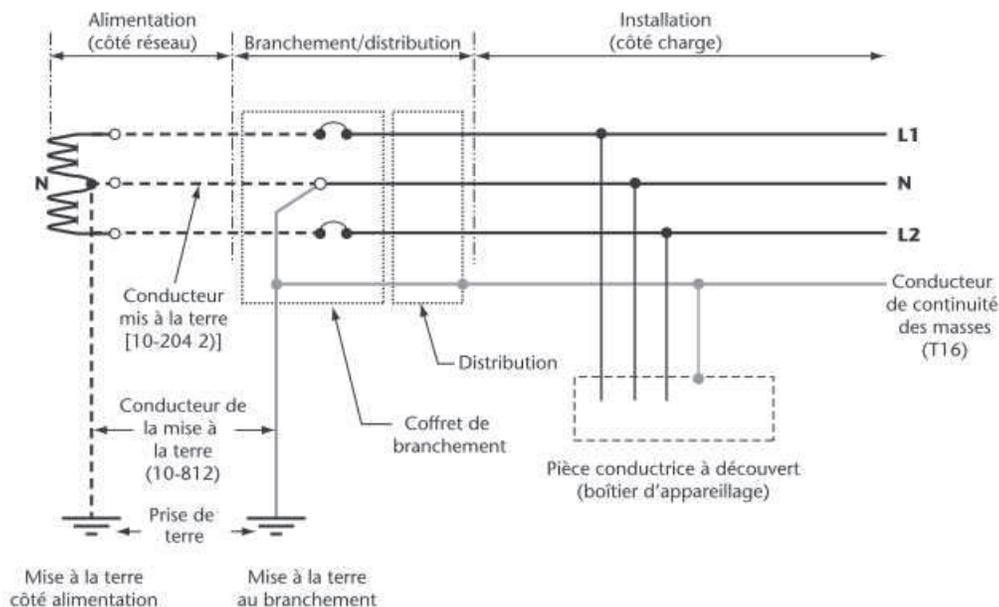
Les différents essais qui doivent être conduits avant le raccordement du système au réseau de distribution d'énergie sont les suivants :

1. L'inspection générale de l'installation de branchement,
2. La mesure de résistance de terre et de continuité des masses du branchement,
3. La mesure des conducteurs de continuité des masses et la vérification de l'équipotential de chaque segment,
4. La mesure d'isolation des conducteurs électriques,
5. La mesure de tension du branchement et des coffrets d'équipements,
6. La vérification d'unicité de mise à la terre du neutre de distribution,
7. La mesure de courants de fuite du système avec les systèmes sous tension.

2.1 ALIMENTATION DU COFFRET DE BRANCHEMENT DU SYSTÈME DE FEUX

Le coffret de branchement de l'intersection est alimenté à partir du réseau du distributeur Hydro-Québec. Le réseau de distribution est sous forme d'une alimentation standard monophasée 3 fils, 120/240 Vca.

Dans son réseau de distribution électrique, Hydro-Québec assure la mise à la terre de la borne neutre au point de distribution tel qu'illustré dans le schéma de mise à la terre standard pour une alimentation 120/240 Vca 3 fils annexe B du Code de construction du Québec – Chapitre V – Électricité. La topologie de neutre est également désignée comme étant le régime de neutre TNC-S, dans lequel le conducteur de neutre et PE sont confondus du point de branchement de l'Hydro-Québec jusqu'au coffret de branchement de l'installation et par la suite séparés pour les dérivations. Voir la figure suivante :



2.1.1 Configuration de la prise de terre aux intersections de la Ville

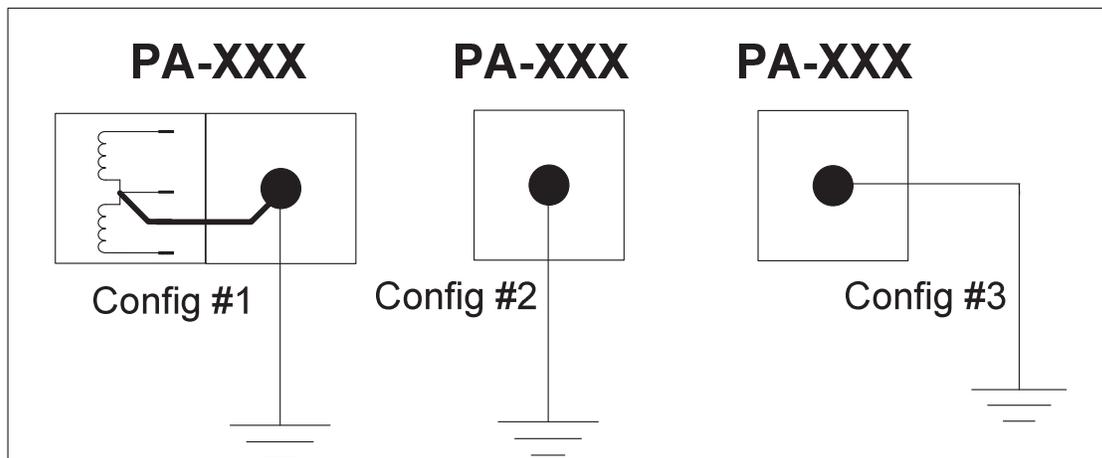
On retrouve différents arrangements pour la prise de terre d'un coffret de branchement sur le territoire de la Ville de Montréal.

L'alimentation du réseau public est acheminée jusqu'à un puits d'accès à proximité du coffret de branchement d'une intersection donnée, et est terminée dans le puits d'accès à un décontacteur, lequel fait office de sectionneur principal pour le coffret de branchement de la Ville.

On retrouve trois configurations types pour la prise de terre locale du coffret de branchement à l'intersection, dont :

- 1- La prise de terre du coffret de branchement est localisée dans le même puits d'accès dans lequel le distributeur public a installé le transformateur d'alimentation de la zone. Cette configuration est un cas particulier;
- 2- La prise de terre du coffret de branchement est localisée à l'intérieur du puits d'accès dans lequel l'alimentation standard 120/240 Vca du réseau public a été acheminée. C'est la configuration pour les nouvelles installations des puits d'accès;
- 3- La prise de terre du coffret de branchement est localisée à l'extérieur du puits d'accès dans lequel l'alimentation standard 120/240 Vca du réseau public a été acheminée. La prise de terre est réalisée soit à l'aide d'électrodes de terre, ou encore à l'aide d'une ou plusieurs plaques de terre. Cette configuration se retrouve dans certaines des installations existantes.

La figure suivant illustre les différentes configurations:



2.2 MESURE DE LA RÉSISTANCE DE TERRE DU BRANCHEMENT

L'objectif de la mesure est de s'assurer de la mise à la terre du neutre du coffret de branchement, ainsi que de la continuité de masse avec cette mise à la terre.

Toutes les mesures doivent être consignées sur des fiches d'essais que l'entrepreneur remet au représentant de la Ville. La fiche des mesures doit consigner les informations et les paramètres des essais tels que :

1. L'appareil de mesure utilisé pour les essais,
2. La conformité de jauge du conducteur de mise à la terre,
3. L'évaluation visuelle du raccordement à la prise de terre,
4. La température et le pourcentage d'humidité relative lors des essais,
5. Les mesures réalisées et,
6. Les anomalies et correctifs apportés ou à réaliser le cas échéant.

L'entrepreneur doit d'abord s'assurer d'inspecter l'installation de la prise de terre, du conducteur de mise à la terre et des connexions pour la conformité technique avant de procéder aux essais de mesure de résistance de terre. La prise de terre doit être conforme à l'article 10-700 du Code de construction du Québec – Chapitre V – Électricité.

L'inspection visuelle doit confirmer que le conducteur de mise à la terre est de la jauge spécifiée, conforme au code électrique, d'une seule longueur, sans épissure. Le conducteur doit porter une étiquette d'identification à marquage permanent aux deux extrémités.

Une extrémité du conducteur est raccordée à la borne du neutre de branchement dans le coffret de branchement, et l'autre extrémité est raccordée à la prise de terre à l'aide d'un connecteur approuvé ou par soudure exothermique suivant les exigences aux plans.

L'entrepreneur doit faire approuver la méthodologie qu'il propose pour la mesure de résistance de terre. La mesure de résistance à la terre doit inclure le conducteur de mise à la terre et la prise de terre même.

Pour que la mesure de résistance de terre soit significative, il faut que la prise de terre du coffret de branchement soit à une distance de plus de 20 mètres de la prise de terre du réseau de distribution de l'Hydro-Québec.

2.2.1 Mesure de résistance de terre par la technique à deux pôles

L'appareil de mesure est un ohmmètre de boucle capable de réaliser la lecture de résistance par la méthode à deux pôles et tel que le modèle 6471 du manufacturier AEMC Instrument ou équivalent.

L'appareil doit être en mesure d'effectuer la mesure de résistance de terre en injectant un courant d'au moins 200 milliampères, modulé en fréquence, dans le circuit de terre et doit pouvoir mesurer une valeur de résistance de 0,10 ohms avec une résolution de 0,01 ohms.

Le recours à la méthode de mesure à deux pôles à l'aide de l'ohmmètre de boucle est la méthode préférée pour la mesure de résistance à la terre. Pour l'utilisation d'une méthode alternative, l'entrepreneur doit confirmer au préalable avec le représentant de la Ville.

2.2.2 Mesure de résistance de terre par électropince

La mesure de résistance de terre peut être réalisée de façon alternative au moyen d'une pince de mesure de résistance de terre tel que le modèle 3711 du manufacturier AEMC Instruments ou équivalent.

Dans cette méthode, la mesure est réalisée alors que tous les raccordements du branchement sont effectués. On utilise une électropince qui entoure le conducteur de mise à la terre au coffret de branchement.

L'électropince réalise la lecture de la résistance de terre en injectant un courant modulé en fréquence dans le circuit de terre et en lisant la tension induite résultante avec la même électropince.

Les lectures de résistance de terre ainsi obtenues diffèrent de la méthode par ohmmètre de boucle et la mesure à deux pôles décrite précédemment, et il est alors nécessaire de procéder à un comparatif pour établir une équivalence.

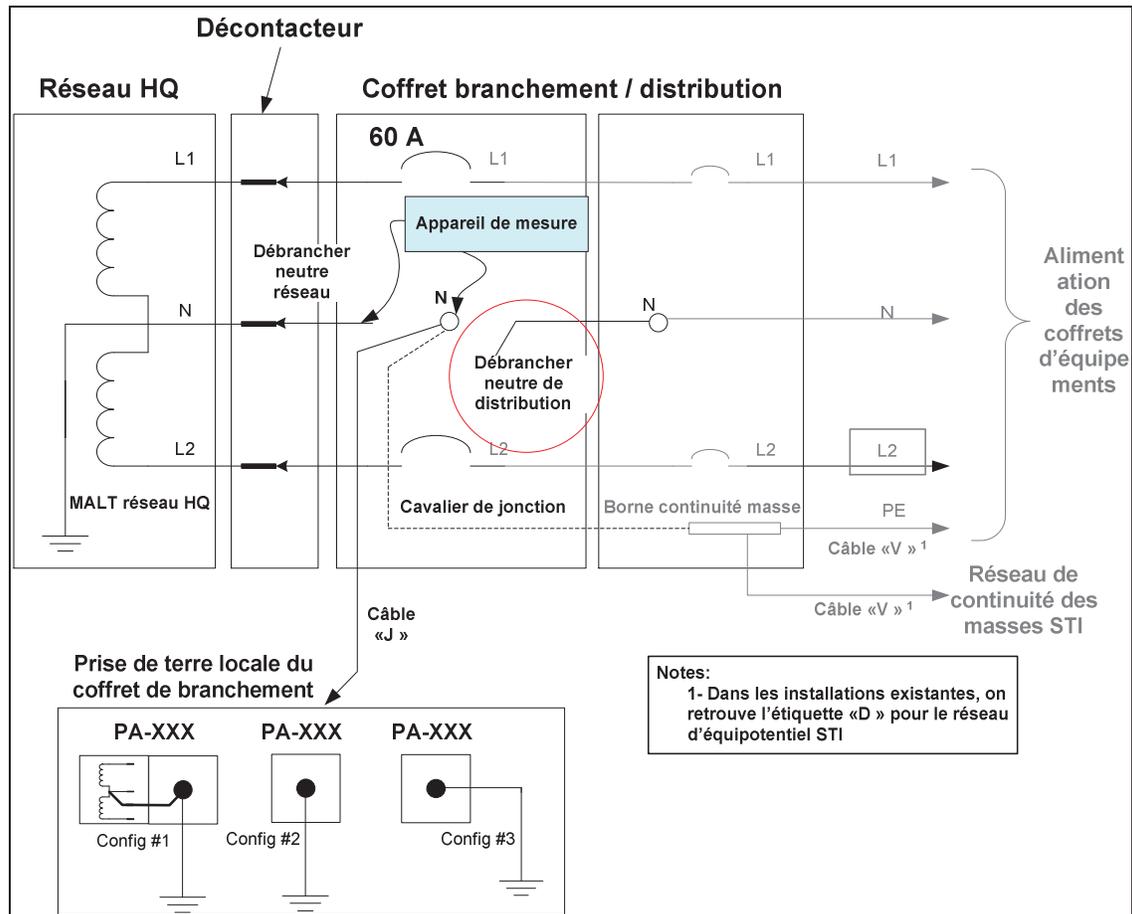
2.2.3 Méthodologie de mesure de résistance de terre du branchement

On effectue la mesure de résistance d'un branchement d'intersection à l'aide de l'ohmmètre de boucle par la technique de mesure à deux pôles, ce qui fournit une mesure de résistance de terre globale. Avec cette méthode on réalise un circuit qui englobe le conducteur de mise à la terre, la prise de terre du branchement, la prise de terre du réseau du service public de distribution d'Hydro-Québec et le conducteur PEN.

Le test de résistance de terre est réalisé en s'assurant que l'alimentation du coffret de branchement est isolée des charges. Pour ce, on ouvre le disjoncteur principal du coffret de branchement et on débranche la borne de neutre de la section de branchement pour l'isoler de son propre circuit de distribution.

On procède alors à la lecture de résistance de terre en raccordant une borne de l'appareil de mesure au conducteur neutre du réseau d'alimentation public (décontacteur) et la seconde borne de l'appareil de mesure à la borne neutre du coffret de branchement, lequel est référencé à la terre par le conducteur de mise à la terre. La mesure de résistance obtenue est une mesure d'impédance globale du circuit de terre.

La figure suivante illustre l'arrangement pour la mesure de résistance de la prise de terre du coffret de branchement par rapport à la prise de terre du réseau de distribution de l'Hydro-Québec.



2.2.4 Résultats attendus de la mesure de résistance de terre

Le résultat attendu de la mesure de résistance de terre est relatif à la configuration de la prise de terre locale du puits d'accès auquel le coffret de branchement se raccorde et auquel il raccorde son conducteur de mise à la terre.

Dans le cas de la configuration #1, la valeur de résistance de terre attendu est de 0 ohms. Dans le cas de la configuration #2, la lecture de résistance de terre ne doit pas excéder 5 ohms. Dans le cas de la configuration #3, la lecture de résistance de terre globale ne doit pas excéder 10 ohms.

Lorsque la lecture d'impédance de la terre excède la limite spécifiée pour une configuration donnée, l'entrepreneur doit aviser le représentant de la Ville et convenir du correctif à apporter

2.2.5 Mesure du cavalier de jonction du coffret de branchement

Une fois la mesure de résistance de terre du coffret de branchement complétée et conforme, l'entrepreneur doit ensuite s'assurer de conformité de la continuité du cavalier de jonction entre la borne du neutre de branchement et la borne de continuité des masses du coffret de branchement et de distribution, ce qui établit le point équipotentiel du réseau de continuité de masse du système de feu de circulation avec la référence de terre du branchement.

2.3 MESURE DE RÉSISTANCE DU CONDUCTEUR DE CONTINUITÉ DE MASSE

L'objectif de la mesure est de s'assurer de l'existence d'une très basse impédance dans chacun des segments du réseau de conducteurs de continuité des masses, de façon à garantir l'opération des dispositifs de protection de circuit en cas de défaut d'isolement d'un conducteur sous tension, en contact avec une masse quelconque du site.

L'appareil utilisé pour la mesure de résistance est un ohmmètre de boucle qui doit avoir la capacité de mesurer une résistance de 0,10 ohm en injectant un courant modulé en fréquence d'au moins 200 milliampères dans le conducteur sous test.

Toutes les mesures doivent être consignées sur des fiches d'essais que l'entrepreneur remet au représentant de la Ville. La fiche des mesures doit consigner les informations suivantes :

1. l'appareil de mesure utilisé pour les essais,
2. la conformité de jauge du conducteur de continuité de masse,
3. la vérification visuelle du raccord et du raccordement à chaque borne de continuité de masse de toutes les masses reliées faisant partie d'un segment du réseau de continuité des masses du site,
4. les mesures de résistances réalisées de chacun des segments du réseau de continuité des masses,
5. la vérification de l'équipotentiel de chaque segment de continuité des masses et,
6. les anomalies et correctifs apportés ou à réaliser le cas échéant.

L'entrepreneur doit d'abord s'assurer d'inspecter l'installation du conducteur de continuité des masses et des différents raccordements aux bornes de continuité des masses pour la conformité technique. Le conducteur de continuité des masses doit être conforme au tableau qui spécifie la grosseur minimale des conducteurs pour la continuité de masses du Code de construction du Québec – Chapitre V – Électricité et selon les indications aux plans.

En cas de divergence, l'entrepreneur doit aviser le représentant de la Ville et convenir du correctif à apporter le cas échéant.

Le tableau suivant donne les valeurs de résistances usuelles pour des conducteurs de cuivre à une température de référence de 20°C.

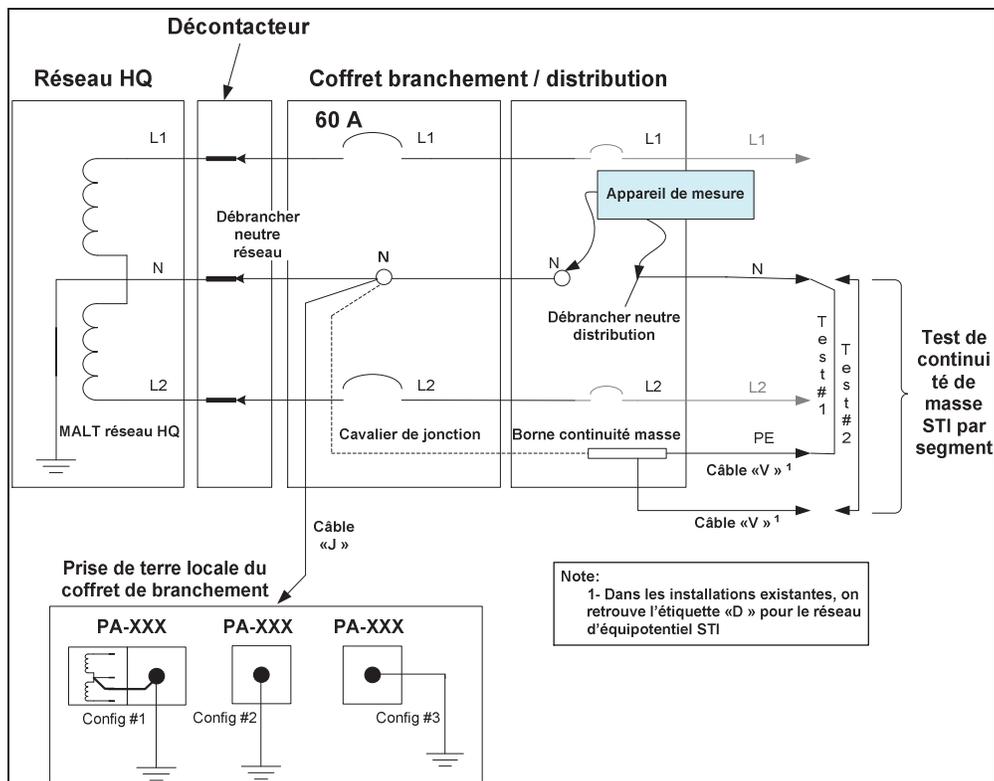
AWG	Résistance linéique (Ω/km)	AWG	Résistance linéique (Ω/km)
4	0.81	16	13.20
6	1.30	18	20.90
8	2.06	20	33.30
10	3.28	22	52.95
12	5.21	24	84.20
14	8.29	26	134

Un conducteur de cuivre de jauge #6 AWG d'une longueur de 40 mètres présenterait une résistance théorique d'environ 0,05 ohms. Un conducteur de jauge #14 d'une longueur de 40 mètres présenterait une résistance théorique de 0,33 ohms.

2.3.1 Méthodologie de mesure de résistance de continuité de masse

La mesure de résistance de chacun des segments du réseau de conducteurs de continuité des masses est effectuée de bout en bout, entre les deux extrémités du segment, en incluant tous les raccordements intermédiaires des masses de ce segment.

La mesure de résistance peut être effectuée en établissant un circuit avec le conducteur neutre dont les extrémités partent de la source du câblage pour se rendre au même point terminal que le segment de continuité des masses. Voir l'illustration suivante :



Pour ce test, on doit ouvrir le disjoncteur principal du coffret de branchement. Ensuite, on débranche le conducteur neutre à la borne de distribution du coffret. Dans un premier temps, on vérifie qu'il n'y ait pas continuité en raccordant une sonde de l'appareil de mesure à la borne du neutre de distribution et l'autre sonde au conducteur de neutre qui part vers les différents coffrets de distribution. Le résultat attendu est un circuit ouvert, soit une très grande lecture d'impédance.

Au fût terminal d'un segment de conducteur de continuité des masses, on peut alors établir un court-circuit entre le conducteur de jauge #6 AWG (V ou D) avec le conducteur neutre en les reliant ensemble. On peut établir une valeur de résistance attendue pour le conducteur neutre, en estimant la distance entre le fût terminal et la borne neutre qui sert de référence à la mesure, à l'aide du plan SL de l'intersection. À cette fin, on peut utiliser le tableau des valeurs de résistance pour 1000 mètres de conducteur de cuivre dans le tableau de l'article précédent.

La valeur de résistance mesurée devrait essentiellement être la valeur de résistance estimée pour le conducteur neutre, considérant que la valeur de résistance de ce conducteur est dix fois plus élevée que celle du conducteur de continuité de masse.

Lorsque l'écart de mesure de résistance excède la valeur théorique attendue de plus de 15%, l'entrepreneur doit vérifier la conformité de tous les raccords intermédiaires du segment en test, puis signaler l'anomalie au représentant de la Ville qui avisera en conséquence.

Comme cette mesure établit la valeur de résistance à l'extrémité du réseau de continuité des masses, elle valide la capacité de tous les points intermédiaires à assurer l'ouverture des dispositifs de protection en cas de défaut d'isolement d'un conducteur sous tension et qui viendrait en contact avec une masse quelconque le long de ce segment.

2.3.2 Cas particulier du câble de type « E »

Dans le cas d'une alimentation temporaire des feux à l'intersection, on a recours à une installation aérienne des feux. On utilise à cette fin un câble porteur de type « E », lequel sert à la fois de support mécanique pour les câbles d'alimentation des feux de circulation sur les différents fûts de l'intersection, et également de conducteur de continuité des masses, au même titre qu'un conducteur souterrain de type « V ».

Le câble porteur est relié par un cavalier de jonction à chacun des fûts sur lequel une tête de feux est installée. Ce câble porteur doit être relié à la borne d'équipotential du coffret de contrôle des feux de circulation qui alimente les têtes de feux, au même titre que tout segment du réseau équipotential de l'intersection.

Les essais sur le câble porteur de type « E » sont les mêmes que pour tout segment de l'équipotential réalisé par un conducteur de type « V » ou « D ».

2.4 VÉRIFICATION D'ISOLEMENT DES CONDUCTEURS DE CUIVRE

L'objectif de cette vérification est de s'assurer que l'isolation des conducteurs d'alimentation des équipements ou des conducteurs de télécommunication en cuivre n'aient pas été endommagés lors de l'installation et ne présentent pas de fuite à la terre.

Pour ce type d'essai, il est requis de procéder au test d'isolement des câbles et conducteurs avant leur raccordement à la source d'alimentation ou aux différentes charges. L'entrepreneur doit confirmer que toutes les charges électroniques sont bien débranchées avant d'appliquer la tension de l'appareil de mesure d'isolement.

Pour la tenue de ces essais, l'entrepreneur doit avoir qualifié la continuité entre la borne de continuité de masse du coffret de distribution et les différents segments du réseau de continuité des masses, de façon à pouvoir effectuer le test d'isolement des câbles par rapport à la référence de terre à chaque emplacement.

Toutes les mesures doivent être consignées sur des fiches d'essais que l'entrepreneur remet au représentant de la Ville. La fiche des mesures doit consigner les informations suivantes :

1. l'appareil de mesure utilisé pour les essais,
2. la mesure d'isolement de chaque câble par rapport à la terre,
3. la mesure d'isolement entre chaque conducteur d'un câble d'alimentation de coffret d'équipement et,
4. les anomalies et correctifs apportés ou à réaliser le cas échéant.

2.4.1 Vérification d'isolement des câbles de catégorie 1

L'entrepreneur doit confirmer la valeur de tension d'utilisation inscrite sur le câble ou le conducteur à tester et s'assurer que la valeur d'isolation de chaque conducteur est d'au moins 300 V pour les conducteurs à très basse tension.

L'isolation des câbles prévus pour les applications de télécommunication ou à très basse tension (30 volts et moins) doit être vérifiée en appliquant une tension minimale de 500 V et maximale de 600 V sur le conducteur par rapport à la borne de continuité des masses de l'emplacement. Lorsque les fils conducteurs font partie d'un câble, on peut les vérifier tous à la fois en les reliant ensemble à chacune des extrémités. La tension d'essai doit être appliquée pour une durée de 60 secondes ou jusqu'à ce que la lecture soit stable.

La mesure d'isolement des câbles de cuivre à très basse tension doit être de 5 Mégohms ou meilleure. Lorsque la lecture du diélectrique est inférieure à cette valeur, le câble doit être remplacé.

L'entrepreneur doit consigner la valeur d'isolation du câble ainsi que la valeur d'isolement mesurée de chaque câble à très basse tension, de même que la tension d'essai sur la fiche qu'il remet à la Ville. En cas de défaut d'isolement ou de lecture inférieure aux exigences, il confirme par écrit qu'il a procédé au remplacement du câble défectueux.

2.4.2 Vérification d'isolement des câbles de catégorie 2 et 3

L'entrepreneur doit confirmer la valeur de tension d'utilisation inscrite sur le câble ou le conducteur à tester et s'assurer que la valeur d'isolation de chaque conducteur est d'au moins 600 V pour les conducteurs soumis à une tension maximale de 240 V.

La vérification des câbles d'alimentation des équipements doit être réalisée avant le raccordement des charges. L'entrepreneur doit s'assurer que l'application de la tension d'essai n'endommage pas les équipements de détection et de contrôle.

La vérification d'isolement des câbles et conducteurs à basse tension s'effectue en appliquant une tension de 1000 V au conducteur par rapport au conducteur de continuité des masses du point à l'essai. La tension d'essai doit être appliquée pour une durée de 60 secondes ou jusqu'à ce que la lecture soit stable.

De plus, dans le cas des conducteurs d'alimentation des coffrets d'équipements, le test d'isolation à 1000 V doit être conduit entre les conducteurs, en plus des essais de chaque conducteur par rapport à la borne de continuité des masses du coffret.

La mesure d'isolement des câbles de cuivre de catégorie 2 ou 3 doit être de 50 Mégohms ou meilleure. Lorsque la lecture du diélectrique est inférieure à cette valeur, le câble doit être remplacé.

L'entrepreneur doit consigner la valeur de résistance d'isolation inscrite sur le conducteur, la valeur d'isolement mesurée de chaque câble à basse tension, et la tension d'essai sur la fiche qu'il remet à la Ville. En cas de défaut d'isolement ou de lecture inférieure aux exigences, il confirme par écrit qu'il a procédé au remplacement du câble défectueux.

2.5 MESURE DE TENSION AUX COFFRETS DE L'INTERSECTION

L'objectif de l'essai est de déterminer la conformité des tensions d'alimentation du réseau public et de s'assurer que les tensions d'alimentation au coffret de branchement sont adéquates, et que la tension de chacun des coffrets d'équipement est adéquate pour le bon fonctionnement des équipements.

Pour la tenue de ces essais, l'entrepreneur doit avoir complété tous les raccordements pour chacun des circuits de dérivation selon les indications aux plans.

La plage des valeurs de tension admissible est la suivante pour un branchement 120/240 Vca, extrait du livre bleu d'Hydro-Québec, Service d'électricité en basse tension, Norme E.21-10.

Type de ligne Tension nominale (volts)	Au point d'utilisation (au point de charge) (Tension exprimée en volts)			
	Conditions marginales d'exploitation			
	Conditions normales d'exploitation			
Monophasé 120/240	104/208	108/216	125/250	127/254

La mesure des tensions d'alimentation doit être effectuée au coffret de branchement, ainsi qu'à chaque coffret d'équipement de l'intersection.

Lorsque les valeurs mesurées de tension à l'extrémité terminale du circuit de dérivation sont en dehors de la plage identifiée pour les conditions normales d'opération indiquées dans le tableau, l'entrepreneur doit aviser le représentant de la Ville et convenir du correctif à apporter le cas échéant.

Toutes les mesures de tensions doivent être consignées sur des fiches d'essais que l'entrepreneur remet au représentant de la Ville. La fiche des mesures doit consigner les informations suivantes:

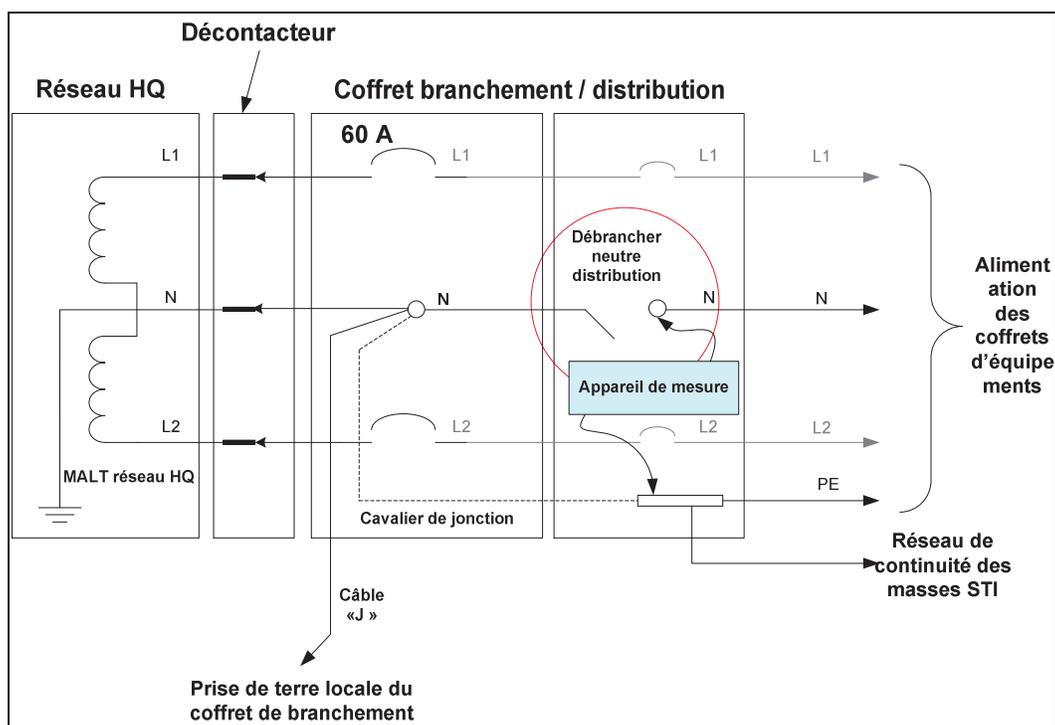
1. L'appareil de mesure utilisé pour les essais,
2. La mesure de tension primaire du coffret de branchement,
3. La mesure de tension au secondaire de tous les circuits de dérivation,
4. La mesure de tension à chaque extrémité constituant un point de raccordement des équipements et,
5. Les anomalies et correctifs apportés ou à réaliser le cas échéant.

2.6 UNICITÉ DE MISE À LA TERRE DU SYSTÈME DE FEUX

L'objectif de cet essai est de valider l'existence d'un seul point de mise à la terre du système de feu. Dans un branchement donné, seul le neutre du coffret de branchement doit être mis à la terre. Aucune autre borne neutre d'un circuit de dérivation ne peut être référencée directement à la terre.

Pour la tenue de cet essai, l'entrepreneur doit avoir complété le raccordement de tous les coffrets d'équipements.

Pour réaliser l'essai, on procède à l'ouverture du disjoncteur principal au coffret de branchement. Puis on débranche le conducteur qui relie la borne de neutre du branchement à la borne de neutre de la section de distribution de l'alimentation. On procède alors à la vérification de continuité de la borne neutre de la section de distribution du coffret par rapport à la terre. Voir la figure suivante.



L'appareil de mesure doit être capable d'injecter un courant de 200 milliampères modulé en fréquence dans ce circuit. La mesure doit confirmer qu'il n'y a aucune ou qu'une très faible continuité entre la borne de neutre et la référence de terre. Une fois l'essai complété et concluant, on procède au raccordement du neutre de la section de distribution au neutre du branchement. Dans le cas contraire, l'entrepreneur procède à la détermination de la mise à la terre du neutre parasite et convient du correctif approprié avec le représentant de la Ville.

Le test d'unicité de la mise à la terre du neutre au coffret de branchement doit être consigné sur une fiche d'essais que l'entrepreneur remet au représentant de la Ville. La fiche doit consigner les informations suivantes :

1. l'appareil de mesure utilisé pour l'essai,
2. la mesure de résistance,
3. la confirmation d'unicité de mise à la terre du neutre et,
4. les anomalies et correctifs apportés ou à réaliser le cas échéant.

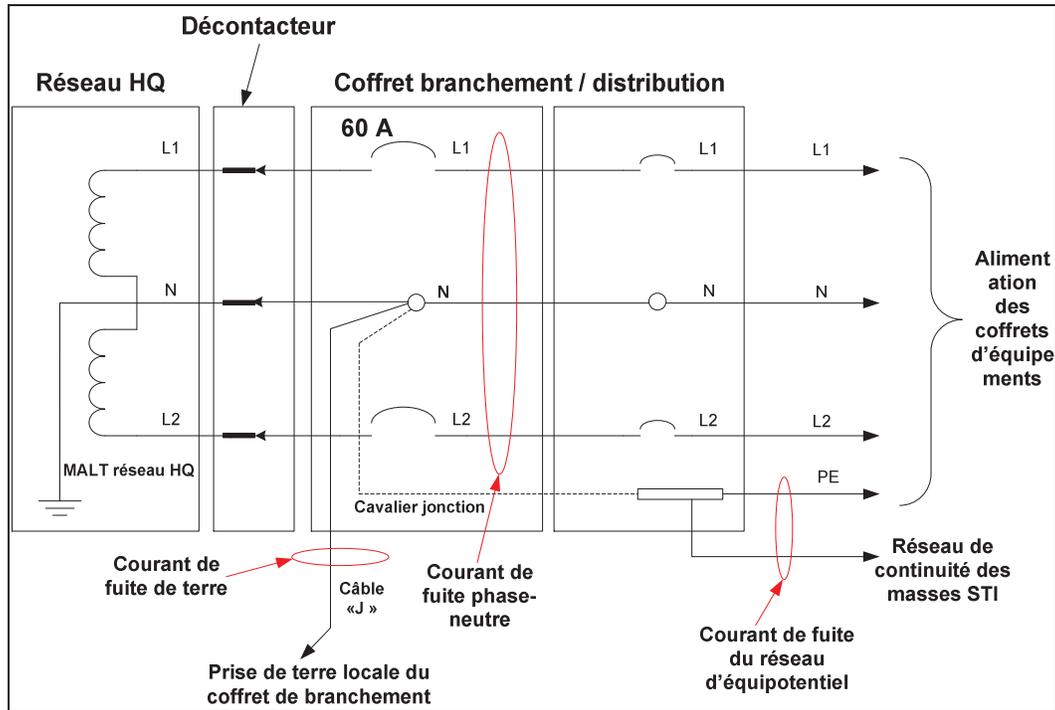
2.7 MESURE DE COURANT DE FUITE SOUS CHARGE

L'objectif de l'essai des courants de fuite est de s'assurer qu'une fois les charges raccordées et la mise en service effectuée, qu'il n'y ait pas de courant de fuite notable dans le circuit de continuité des masses et dans le circuit de terre ou de perturbations en provenance d'un autre branchement.

Pour la conduite de cet essai, l'entrepreneur doit s'assurer que les charges sont raccordées et en opération. L'essai comprend trois vérifications :

1. La mesure du courant de fuite phase-neutre L1, L2 et N;
2. La mesure du courant de fuite dans le conducteur de mise à la terre du branchement;
3. La mesure du courant de fuite dans le réseau équipotentiel STI.

La figure suivante illustre les points de mesure de courant de fuite à relever pour constituer la référence d'installation du système et servir par la suite aux équipes de maintenance pour évaluer l'évolution du système et la possible dégradation de l'installation.



L'appareil de mesure pour cet essai est de type électropinçe, capable de mesurer un courant de 0,10 milliampère, avec une résolution de 0,01 milliampère, tel que le modèle 360AC du manufacturier Fluke ou équivalent.

La première mesure consiste à vérifier l'existence d'un courant de fuite phase-neutre, en plaçant l'électropinçe autour des conducteurs L1, L2 et N du circuit d'alimentation. La lecture est consignée sur la fiche de mesures.

La seconde vérification consiste à vérifier l'existence d'un courant de fuite dans le réseau de terre du coffret de branchement. Pour ce, l'électropinçe est appliquée sur le conducteur de mise à la terre du branchement, puis la lecture est consignée sur la fiche de mesures.

Finalement, l'entrepreneur procède à la lecture du courant de fuite dans le circuit d'équipotentiel des masses en entourant tous les conducteurs qui se raccordent à la borne de continuité des masses vers les équipements et enregistre la lecture lue. Celle-ci est alors également consignée sur la fiche des mesures.

Il est acceptable d'enregistrer des valeurs de courant de fuite de l'ordre de quelques dizaines de milliampères. Ces fuites sont dues principalement aux composantes de suppressions de transitoires présents dans les circuits d'alimentation des charges électroniques.

Toutefois, lorsque la lecture prise dans le circuit du conducteur de mise à la terre du branchement ou dans le réseau équipotentiel des masses excède 250 milliampères, il est alors possible de prendre des lectures dans chacun des segments d'équipotentiel pour déterminer la source du problème. L'entrepreneur doit alors aviser le représentant de la Ville et convenir de la suite à donner à ces essais.

3 VÉRIFICATION DU BRANCHEMENT DU SYSTÈME DE FEUX

Outre les vérifications électrotechniques à conduire, la vérification de conformité du branchement du système de feu de circulation inclut une série de vérifications de l'installation.

L'entrepreneur doit procéder aux vérifications suivantes en présence du représentant de la Ville :

1. les coffrets, le dispositif de fixation du coffret, le fini, l'étanchéité et l'étiquette CSA/ACNOR;
2. les cosses des embouts des conduits sont bien raccordées à l'équipotentiel du système;
3. les plaques d'identification et leurs inscriptions, selon les indications aux plans;
4. les conduits et l'étanchéité des condulets;
5. le serrage des vis pour les raccords;
6. Que le bornier de mise à la terre du coffret de branchement soit raccordé à la prise de terre indiquée aux plans. Il doit y avoir continuité de la mise à la masse sur tout le réseau composant le système de feu de circulation;
7. la couleur et le type du conducteur doivent être constants et ce, du branchement jusqu'au dernier site;
8. l'identification des circuits;
9. la hauteur du coffret de branchement et de distribution.

Les vérifications doivent être inscrites dans une fiche d'essai contresignée par le représentant de la Ville. Les anomalies doivent également être consignées et documentées

3.1 VÉRIFICATION GÉNÉRALE DES ÉPISSURES

L'entrepreneur doit procéder aux vérifications suivantes en présence du représentant de la Ville :

1. le raccordement de la borne de masse dans la base de chaque fut doit être intégré à un segment du réseau de continuité des masses du système de feu;
2. le serrage des raccords sur les bornes;
3. l'état mécanique des épissures et de leur capuchon;
4. si la longueur des conducteurs et leurs épissures en permettent l'extraction du fût selon les indications aux plans;
5. la jauge, la couleur des conducteurs et le type d'isolant les recouvrant.

Les vérifications doivent être inscrites dans une fiche d'essai contresignée par le représentant de la Ville. Les anomalies doivent également être consignées et documentées.

3.2 VÉRIFICATION DE CONFORMITÉ DES ÉPISSURES

À la demande du représentant de la Ville, l'entrepreneur doit procéder à la vérification de quelques épissures choisies de façon aléatoire par le représentant de la Ville. Pour chaque épissure choisie, il faut retirer le capuchon de protection, inspecter la compression de la douille et s'assurer que la matrice appropriée ait été utilisée. Puis on procède à exercer une traction mécanique sur les conducteurs pour vérifier la solidité du joint,

Une épissure non conforme sert de preuve de malfaçon. Une photo est prise et conservée dans le dossier. La nouvelle épissure est réalisée suivant les règles de l'art et selon le dessin type aux plans.

Une épissure témoin est généralement suffisante pour mentionner dans le rapport que les épissures sont non conformes. Lors de l'inspection d'une épissure, on doit vérifier les éléments suivants:

- La présence du capuchon protecteur en parfait état,
- La compression du raccord à compression, son code de couleur et ses dimensions en fonction de la section des conducteurs à joindre.

Il faut vérifier qu'il n'y a aucune épissure sur le conducteur de continuité des masses, sans exception. Pour les autres conducteurs, si des épissures sont permises sur le plan, elles ne devraient être faites que dans une boîte de jonction ou dans un fût. Aucune épissure ne devrait être faite dans une boîte de tirage.

Les résultats de ces vérifications doivent être consignés par l'entrepreneur sur la fiche d'enregistrement des résultats, en joignant la photo de la non-conformité le cas échéant.

Annexe A

Fiches d'essais type

SUM - Direction de la mobilité

Division exploitation, innovation et gestion des déplacements

Vérifications électrotechniques du système de feux de circulation

Projet : _____	
No. dossier : _____	No. plan _____
Municipalité : _____	Arrondissement : _____
Localisation : _____	

Entrepreneur-électricien (firme) : _____
Vérificateur (firme) : _____
Représentant de la Ville : _____

Vérification no : _____	Date _____
Exécuté par : _____ (entrepreneur)	Signature : _____
Vérifié par : _____ (Ville)	Signature : _____

Vérification no : _____	Date _____
Exécuté par : _____ (entrepreneur)	Signature : _____
Vérifié par : _____ (Ville)	Signature : _____

Mesure de résistance de terre

Vérification no :		1		2		3	
Mesure de résistance de terre		Visuel	Ohm / mA	Visuel	Ohm / mA	Visuel	Ohm / mA
Température et humidité relative		/		/		/	
Appareil :							
Méthode :							
Remarques							

Mesure des segments de continuité des masses

Vérification no :		1		2		3	
Mesure de continuité des masses :		Visuel	Ohm / mA	Visuel	Ohm / mA	Visuel	Ohm / mA
Chemin du segment (fûts et puits d'accès)							
Mesure du segment							
Remarque							
Chemin du segment (fûts et puits d'accès)							
Mesure du segment							
Remarque							
Chemin du segment (fûts et puits d'accès)							
Mesure du segment							
Remarque							
Chemin du segment (fûts et puits d'accès)							
Mesure du segment							
Remarque							
Chemin du segment (fûts et puits d'accès)							
Mesure du segment							
Remarque							
Chemin du segment (fûts et puits d'accès)							
Mesure du segment							
Remarque							
Chemin du segment (fûts et puits d'accès)							
Mesure du segment							
Remarque							
Chemin du segment (fûts et puits d'accès)							
Mesure du segment							
Remarque							
Appareil :							
Méthode :							
Remarques							
Plans et dessins de référence		PE : # _____					
		SL : # _____					
		BC : # _____					

Mesure de résistance d'isolation des conducteurs à très basse tension

Vérification no :		1	2	3
Mesure d'isolement : catégorie 1		mégOhm	mégOhm	mégOhm
Type de câble				
Chemin du segment (fûts)				
Tension d'essai (500 ou 600 V)				
Mesure de résistance d'isolement				
Température (°C) et humidité relative (%)		/	/	/
Remarque				
Type de câble				
Chemin du segment (fûts)				
Tension d'essai (500 ou 600 V)				
Mesure de résistance d'isolement				
Température (°C) et humidité relative (%)		/	/	/
Remarque				
Type de câble				
Chemin du segment (fûts)				
Tension d'essai (500 ou 600 V)				
Mesure de résistance d'isolement				
Température (°C) et humidité relative (%)		/	/	/
Remarque				
Type de câble				
Chemin du segment (fûts)				
Tension d'essai (500 ou 600 V)				
Mesure de résistance d'isolement				
Température (°C) et humidité relative (%)		/	/	/
Remarque				
Appareil :				
Méthode :				
Remarques				
Plans et dessins de référence	PE : #			
	SL : #			
	BC : #			

Mesure de résistance d'isolation des conducteurs à basse tension

Tension d'essai		1000 V		
Vérification no :		1	2	3
Mesure d'isolement : catégorie 2 et 3		mégOhm	mégOhm	mégOhm
Type de câble				
Chemin du segment (fûts)				
Mesure de résistance d'isolement				
Température (°C) et humidité relative (%)		/	/	/
Remarque				
Type de câble				
Chemin du segment (fûts)				
Mesure de résistance d'isolement				
Température (°C) et humidité relative (%)		/	/	/
Remarque				
Type de câble				
Chemin du segment (fûts)				
Mesure de résistance d'isolement				
Température (°C) et humidité relative (%)		/	/	/
Remarque				
Type de câble				
Chemin du segment (fûts)				
Mesure de résistance d'isolement				
Température (°C) et humidité relative (%)		/	/	/
Remarque				
Type de câble				
Chemin du segment (fûts)				
Mesure de résistance d'isolement				
Température (°C) et humidité relative (%)		/	/	/
Remarque				
Type de câble				
Chemin du segment (fûts)				
Mesure de résistance d'isolement				
Température (°C) et humidité relative (%)		/	/	/
Remarque				
Appareil :				
Méthode :				
Remarques				
Plans et dessins de référence	PE : # _____			
	SL : # _____			

	BC : # _____
--	--------------

Mesure d'unicité de mise à la terre du neutre du branchement du système de feux

Mesure neutre du circuit de distribution		mégOhm
Appareil :		Méthode :
Remarques		
Date		
Exécuté par : _____		Signature : _____
Vérifié par : _____		Signature : _____
Plans et dessins de référence	PE : # _____	
	SL : # _____	
	BC : # _____	

Mesure de tension du branchement et des coffrets d'équipement

Vérification des tensions	L1 –L2	L1 –N	L2 –N
Point de branchement HQ (décontacteur)			
Coffret de branchement			
Coffret de distribution, circuit 1			
Coffret de distribution, circuit 2			
Coffret de distribution, circuit 3			
Coffret de distribution, circuit 4			
Coffret de feux de circulation			
Coffret STI – Télécom			
Coffret poste de détection			
Autre : _____			
Autre : _____			
Appareil :			
Méthode :			
Remarques			
Plans et dessins de référence	PE : # _____		
	SL : # _____		
	BC : # _____		

Mesure des courants de fuite

Vérification no :		1	2	3
Coffret de distribution		mA	mA	mA
Mesure L1 – L2 – N				
Mesure conducteur de MALT (câble J)				
Mesure groupe PE (câble V)				
Au besoin par segment :				
Chemin du segment				
Mesure de fuite du segment				
Chemin du segment				
Mesure de fuite du segment				
Chemin du segment				
Mesure de fuite du segment				
Chemin du segment				
Mesure de fuite du segment				
Température et humidité relative		/	/	/
Appareil :				
Méthode :				
Remarques				
Plans et dessins de référence	PE : #			
	SL : #			
	BC : #			

Vérifications d'installation du branchement

Coffret de branchement / distribution	C / NC	Remarques
Montage du coffret de branchement		Pas sur des fûts à base fragilisée
Hauteur		
Orientation		
Inclinaison		
Conformité CSA/ACNOR		
Embouts des conduits raccordés à la borne de masse PE		
Plaques d'identification		
Raccord des conduits, des condulets et étanchéité		
Serrage des vis		
Raccordement du neutre à la prise de terre aux plans		
Raccord des segments du réseau de masse à la borne PE du coffret de distribution		
Couleur et jauge des conducteurs de branchement		
Couleur et jauge des conducteurs de distribution		
Identification des composants et des circuits		
Annotations aux plans		
Remarques		
Plans et dessins de référence	PE : #	_____
	SL : #	_____
	BC : #	_____

Vérifications d'installation des coffrets d'équipements

Coffret d'équipements	C / NC	Remarques
Montage du coffret d'équipements		Pas sur des fûts à base fragilisée
Hauteur		
Orientation		
Inclinaison		
Conformité CSA/ACNOR		
Embouts des conduits raccordés à la borne de masse PE		
Plaques d'identification		
Raccord des conduits, des condulets et étanchéité		
Serrage des vis		
Raccordement du neutre à la prise de terre aux plans		
Raccord des segments du réseau de masse à la borne PE du coffret de distribution		
Couleur et jauge des conducteurs de branchement		
Couleur et jauge des conducteurs de distribution		
Cohérence de jauge et de couleur de bout en bout		
Identification des composants et des circuits		
Annotations aux plans		
Remarques		
Plans et dessins de référence	PE : #	
	SL : #	
	BC : #	