

Décembre 2024

CAHIER DES CHARGES SPÉCIALES

Pour la construction des
systèmes de signaux lumineux



TITRE : Cahier des charges spéciales pour la construction des systèmes de signaux lumineux

No de version : 2

No de révision : 0

Décembre 2024

VILLE DE LAVAL

Préparé par :	Vérifié par :	
Daniel Magown, ing. #OIQ 126018 Chargé de projet CIMA+	Marie-Claude Larin, ing. #OIQ 126096 Circulation et Transport Division Gestion des actifs Service de l'ingénierie	

Table des matières

Section 1 Documents de soumission	1
Article 1.1 Conditions générales	1
Section 2 Acronymes et définitions	2
Article 2.1 Acronymes	2
Article 2.2 Définitions	3
Section 3 Désignation des ouvrages	4
Article 3.1 Entreprise	4
Article 3.2 Règles de l'art	4
Section 4 Conditions générales	5
Article 4.1 Normes réglementaires	5
Article 4.2 Échéancier et calendrier des travaux	5
Article 4.3 Ouvrages existants	6
Article 4.4 Enregistrement vidéo	6
Article 4.5 Coordination des travaux exécutés en même temps par d'autres	6
Article 4.6 Inspections préalables aux travaux et responsabilité des feux	7
Article 4.7 Protection des stations géodésiques et des bornes de terrain	8
Article 4.8 Disposition des boîtes de tirage et des cadres et couvercles des puits d'accès	8
Article 4.9 Compétence de la main d'œuvre	8
Article 4.10 Accessoires et menus travaux	8
Article 4.11 Matériaux récupérés	8
Article 4.12 Plans de relevés finaux	9
Article 4.13 Réception provisoire des ouvrages	10
Article 4.14 Période de garantie	11
4.14.1 Garantie sur les ouvrages civils	11
4.14.2 Garantie sur les équipements	11
4.14.3 Délai d'intervention	11
Section 5 Matériaux	12
Article 5.1 Matériaux équivalents	12
Article 5.2 Matériaux granulaires	12
Article 5.3 Membrane géotextile	14
Article 5.4 Béton	14
Article 5.5 Matériaux des systèmes de signaux lumineux	15

Table des matières

Article 5.6 Divers	15
Section 6 Excavation et terrassement	16
Article 6.1 Conditions générales	16
Article 6.2 Déblais de 1^{re} classe	16
Article 6.3 Déblais de 2^e classe et déblais de terre végétale	16
Article 6.4 Excavation près des services souterrains existants	16
Article 6.5 Transport des surplus d'excavation et des matériaux récupérables	17
Article 6.6 Limite d'ouverture de la tranchée	17
Article 6.7 Excavation sous les bordures ou les trottoirs existants	17
Article 6.8 Dommages aux pavages existants, aux trottoirs et aux bordures	17
Section 7 Ouvrages souterrains et en surface	18
Article 7.1 Puits d'exploration	18
7.1.1 Généralités	18
7.1.2 Mise en œuvre	18
Article 7.2 Implantation des ouvrages souterrains	18
Article 7.3 Massifs de fondation	19
7.3.1 Matériaux	19
7.3.2 Construction ou préfabrication	20
7.3.3 Mise en œuvre	23
7.3.4 Tolérances pour acceptation des massifs de fondation	25
Article 7.4 Puits d'accès	27
7.4.1 Matériaux	27
7.4.2 Entreposage au chantier	27
7.4.3 Mise en œuvre	27
Article 7.5 Boîtes de tirage	29
7.5.1 Matériaux	29
7.5.2 Mise en œuvre	29
Article 7.6 Canalisations électriques	30
7.6.1 Matériaux	30
7.6.2 Mise en œuvre	32
Article 7.7 Boucles de détection	36
7.7.1 Matériaux	36
7.7.2 Préfabrication des boucles de détection rigides	36
7.7.3 Mise en œuvre	37
7.7.4 Boucle non conforme	37
7.7.5 Boucle de détection existante à enlever	38
Section 8 Remblayage	39
Article 8.1 Conditions générales	39
Article 8.2 Remblais	39

Table des matières

Section 9 Réfection des surfaces	40
Article 9.1 Conditions générales	40
Article 9.2 Réfection de la fondation de chaussée	40
Article 9.3 Délai de réfection des surfaces	40
Article 9.4 Dalle de propreté	40
Section 10 Alimentation et mise à la terre	41
Article 10.1 Généralités	41
10.1.1 Tension d'alimentation	41
Article 10.2 Matériaux	41
10.2.1 Boîte de raccordement	41
10.2.2 Coffret de branchement	42
10.2.3 Conduits en aluminium	44
10.2.4 Tiges de mise à la terre	44
10.2.5 Boîte d'accès pour inspection des tiges de mise à la terre	45
Article 10.3 Mise en œuvre	45
10.3.1 Dispositif de protection	45
10.3.2 Branchement au réseau	45
10.3.3 Déclaration de travaux à Hydro-Québec	45
10.3.4 Mise à la terre	46
Section 11 Conducteurs et câbles	47
Article 11.1 Matériaux	47
11.1.1 Exigences générales	47
11.1.2 Câbles monoconducteurs RWU90	47
11.1.3 Câbles de distribution et de remontée multiconducteurs pour signaux lumineux et sonores	47
11.1.4 Câbles de transmission multiconducteurs	49
11.1.5 Câbles multiconducteurs pour système de détection des autobus et des véhicules d'urgence	49
11.1.6 Câbles pour systèmes non intrusifs de détection	50
11.1.7 Câble Ethernet	50
11.1.8 Bagues d'identification des câbles et conducteurs	51
11.1.9 Capuchons de connexion à torsader	51
11.1.10 Ruban adhésif isolant	51
Article 11.2 Mise en œuvre	52
11.2.1 Enlèvement de câbles et de conducteurs existants	52
11.2.2 Tirage des conducteurs et des câbles dans les conduits	52
11.2.3 Continuité des masses	53
11.2.4 Mise à la terre	53
11.2.5 Installation des câbles aériens	53
11.2.6 Identification des câbles	54
11.2.7 Épisures	55
Section 12 Structures de signalisation lumineuse	56
Article 12.1 Matériaux	56

Table des matières

12.1.1 Généralités	56
12.1.2 Caissons de service électrique	61
12.1.3 Fûts	61
12.1.4 Potences	62
12.1.5 Consoles d'éclairage	62
12.1.6 Supports architecturaux	62
Article 12.2 Mise en œuvre	63
12.2.1 Érection des structures	63
12.2.2 Boulonnage des caissons, fûts et potences	63
12.2.3 Perçage et découpage au chantier	64
12.2.4 Soudage au chantier	64
12.2.5 Installation des supports et des panneaux	64
12.2.6 Colmatage des trous inutilisés	65
12.2.7 Enlèvement des structures de signalisation lumineuse	65
12.2.8 Panneaux de petite signalisation	66
Article 12.3 Tolérances sur le perçement des structures	66
12.3.1 Trous dans les caissons de service électrique	66
12.3.2 Trous dans les fûts et potences	66
Section 13 Signaux lumineux et accessoires	68
Article 13.1 Têtes de feux	68
13.1.1 Matériaux	68
13.1.2 Mise en œuvre	71
Article 13.2 Panneaux de nom de rue sous les têtes horizontales	72
13.2.1 Généralités	72
13.2.2 Matériaux	72
13.2.3 Main d'œuvre	72
Article 13.3 Boutons d'appel	73
13.3.1 Matériaux	73
13.3.2 Mise en œuvre	76
Article 13.4 Interface pour boutons d'appel	76
13.4.1 Matériaux	76
13.4.2 Main d'œuvre	77
Article 13.5 Plaque signalétique pour bouton d'appel	78
13.5.1 Matériaux	78
13.5.2 Main d'œuvre	78
Article 13.6 Signaux sonores	78
13.6.1 Matériaux	78
13.6.2 Mise en œuvre	84
Section 14 Vérifications électrotechniques	86
14.1.1 Résistance de la mise à la terre	86
14.1.2 Continuité des conducteurs de continuité des masses	87
14.1.3 Courants de fuite	87
14.1.4 Isolation des câbles et des épissures	87
14.1.5 Tension d'opération	88

Table des matières

14.1.6 Inductance des boucles de détection	88
14.1.7 Continuité des câbles et épissures des boucles de détection	88
Section 15 Coffret et appareillages de contrôle pour feux de circulation	89
Article 15.1 Conditions générales	89
15.1.1 Documentation dans les coffrets de contrôle	89
Article 15.2 Matériaux	89
15.2.1 Coffret de contrôle	89
15.2.2 Extension de socle pour coffret de contrôle	89
15.2.3 Unité de contrôle	89
15.2.4 Système de relève	90
15.2.5 Conduits en aluminium	90
15.2.6 Câbles et conducteurs	90
15.2.7 Matériaux d'étanchéité	90
Article 15.3 Configuration et programmation	90
15.3.1 Conditions générales	90
15.3.2 Panneaux, relais et assignation des entrées et sorties	90
15.3.3 Programmation des appareillages de contrôle	91
Article 15.4 Banc d'essai	92
15.4.1 Conditions générales	92
15.4.2 Emplacement	92
15.4.3 Essais sur le coffret de contrôle	92
15.4.4 Essais sur l'unité de contrôle	93
15.4.5 Approbation	93
Article 15.5 Mise en œuvre	94
15.5.1 Installation du coffret de contrôle	94
15.5.2 Raccordements électriques	94
15.5.3 Obturation des conduits	95
15.5.4 Installation des appareillages, accessoires et périphériques	95
15.5.5 Remplacement de l'unité de contrôle existante	95
15.5.6 Enlèvement du coffret de contrôle existant et récupération des composantes	96
15.5.7 Coffret de contrôle existant à modifier	96
Article 15.6 Mise en opération	97
Article 15.7 Interventions durant la période de garantie	98
Section 16 Systèmes de détection non intrusifs	99
Article 16.1 Matériaux	99
16.1.1 Généralités	99
16.1.2 Technologie de détection	99
16.1.3 Support et type d'installation	100
16.1.4 Exigences physiques	100
16.1.5 Exigences électriques et électroniques	101
16.1.6 Exigences environnementales	102
16.1.7 Exigences fonctionnelles et de performance	102
16.1.8 Conformité et éligibilité du produit	103
Article 16.2 Main d'œuvre	104
16.2.1 Installation des capteurs	104

Table des matières

16.2.2 Tirage des câbles et raccordements	104
16.2.3 Installation des composantes dans le coffret de contrôle	105
16.2.4 Raccordements électriques	105
16.2.5 Configuration, programmation et mise en opération	105
Article 16.3 Service après-vente	106
16.3.1 Assistance technique	106
16.3.2 Garantie	106
16.3.3 Pièces	107
Section 17 Systèmes de détection des véhicules spécifiques	108
Article 17.1 Matériaux	108
17.1.1 Bloc d'antennes Radio-GPS	108
17.1.2 Support architectural	108
17.1.3 Support pour lumière de confirmation	108
17.1.4 Lumière de confirmation	108
Article 17.2 Mise en œuvre	109
17.2.1 Bloc d'antennes Opticom-GPS	109
17.2.2 Lumière de confirmation de préemption	109
Article 17.3 Mise en opération et calibration	109
Section 18 Télécommunications	111
Article 18.1 Réseaux de fibres optiques	111
18.1.1 Matériaux	111
18.1.2 Mise en œuvre	113
18.1.3 Essais sur les fibres optiques	115
Article 18.2 Réseaux F/UTP et U/FTP	117
18.2.1 Matériaux	117
18.2.2 Main d'œuvre	118
Article 18.3 Commutateur réseau	118
18.3.1 Matériaux	118
18.3.2 Mise en œuvre	120
Section 19 Vidéosurveillance	122
Article 19.1 Matériaux	122
19.1.1 Généralités	122
19.1.2 Caméra de surveillance	122
19.1.3 Unité d'alimentation 24 Volts AC	125
19.1.4 Injecteur PoE	125
Article 19.2 Protecteur de surtension	127
Article 19.3 Mise en œuvre	127
Article 19.4 Service après-vente	128
19.4.1 Assistance technique	128
19.4.2 Garantie	128
19.4.3 Pièces	129

Section 1 Documents de soumission

Article 1.1 CONDITIONS GÉNÉRALES

Les documents normalisés de la Ville sont disponibles à l'adresse suivante :

<https://www.laval.ca/Pages/Fr/Affaires/guides-fournisseurs.aspx>

L'Adjudicataire est tenu de se conformer à toutes les clauses applicables contenues dans les documents suivants :

- le présent cahier des charges spéciales pour la construction des systèmes de signaux lumineux;
- le cahier des charges spéciales pour la construction des réseaux d'égouts et d'aqueduc, septembre 2023;
- le cahier des charges spéciales pour la construction et\ou la réhabilitation des infrastructures routière, septembre 2023;
- le cahier des charges spéciales pour la protection de l'environnement, septembre 2023;
- le cahier des Clauses administratives générales;
- la collection « Normes – Ouvrages routiers » de Transports Québec;
- CSA-C22.10 « Code de construction du Québec, Chapitre V – Électricité – Code canadien de l'électricité, Première partie et Modifications du Québec »;
- le devis technique – Travaux de génie civil – Granulats BNQ 2560-114;
- le devis technique – Regards d'égout, puisards, chambres de vannes et postes de pompage préfabriqués en béton armé BNQ 2622-420;
- tout autre document auquel le présent cahier fait référence;
- tout autre document faisant partie intégrante de l'appel d'offres.

Toutefois, les clauses techniques spéciales du présent cahier, le cahier des charges spéciales pour la construction et\ou la réhabilitation des infrastructures routières, le cahier des charges spéciales pour la construction des réseaux d'égouts et d'aqueduc, le cahier des Clauses administratives générales, et tout autre document faisant partie intégrante de l'appel d'offres ont préséance sur les autres documents de référence.

Lorsqu'aucune année de révision n'est inscrite à une référence d'une norme, l'Adjudicataire doit se référer à la plus récente révision de cette norme en vigueur au moment de la publication du dernier addenda de l'appel d'offres.

Toute référence à une loi ou à un règlement inclut leurs amendements et réfère à la version la plus récente.

Section 2 Acronymes et définitions

Article 2.1 ACRONYMES

Dans le présent cahier, à moins que le contexte n'indique un sens différent, les acronymes suivants signifient :

- 1) **AWG** : *American Wire Gage*;
- 2) **BIU** : *Bus Interface Unit*;
- 3) **BNQ** : Bureau de normalisation du Québec;
- 4) **CSA** : Groupe CSA (*Canadian Standards Association*);
- 5) **DEL** : Diodes électroluminescentes;
- 6) **PDF** : Format de fichier numérique de type *Portable Document Format* (ISO 32000-1, ISO 32000-2 ou ISO 19005-1 à 4);
- 7) **FHWA** : *Federal Highway Administration*;
- 8) **HDPE** ou **PEHD** : Polyéthylène haute densité (*High-Density Polyethylene*)
- 9) **HQ** : Hydro-Québec;
- 10) **HTTPS** : *Hypertext Transfer Protocol Secure*;
- 11) **IMSA** : *International Municipal Signal Association*;
- 12) **ISO** : Organisation internationale de normalisation (*International Organization for Standardization*);
- 13) **ITE** : *Institute of Transportation Engineers*;
- 14) **MAC** : *Media Access Control*;
- 15) **MELCCFP** : Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs;
- 16) **MIB** : Base des données de gestion des objets (*Management Information Base*);
- 17) **MMU** : Moniteur de conflit (*Malfunction Management Unit*);
- 18) **MTQ** ou **MTMD** : Ministère des Transports et de la Mobilité durable (Transports Québec);
- 19) **MVSM** : Masse volumique sèche maximale obtenue par l'essai avec énergie de compactage modifiée (2700 kN·m/m³) selon la norme CAN/BNQ 2501-255;
- 20) **NEMA** : *National Electrical Manufacturers Association*;
- 21) **NTCIP** : *National Transportation Communications for ITS Protocol*;
- 22) **OIQ** : Ordre des ingénieurs du Québec;
- 23) **PVC** : Chlorure de polyvinyle (*Polyvinyl Chloride*);
- 24) **RAL** : Palette de couleurs normalisées par *RAL gemeinnützige GmbH*
- 25) **RSTP** : *Rapid Spanning Tree Protocol*;
- 26) **SFP** : *Small Form-factor Pluggable*;

Section 2
Acronymes et définitions

- 27) **SMF** : Fibre optique monomode (*Single Mode Fiber*);
- 28) **SMTP** : *Simple Mail Transfer Protocol*;
- 29) **SNMP** : *Simple Network Management Protocol*;
- 30) **SNTP** : *Simple Network Time Protocol*;
- 31) **SSH** : Protocole *Secure Shell*;
- 32) **STI** : Systèmes de transport intelligents;
- 33) **TLS** : Protocole *Transport Layer Security*.

Article 2.2 DÉFINITIONS

Dans le présent cahier, à moins que le contexte n'indique un sens différent, les mots suivants signifient :

- 1) **Adjudicataire** : Soumissionnaire à qui le Contrat est adjugé, ses représentants, ses successeurs ou ayants droit, et qui est l'Entrepreneur chargé de l'exécution et de la sécurité du Contrat;
- 2) **Laboratoire** : Personne physique ou morale qui, pour sa compétence technique, est mandatée par la Ville pour exécuter des essais qualitatifs sur les matériaux et pour contrôler leur mise en place;
- 3) **Organismes publics** : Organismes publics définis par la Loi sur l'accès aux documents des organismes publics et sur la protection des renseignements personnels L.R.Q.c. A-2.1;
- 4) **Professionnel** : Personne physique ou morale choisie par la Ville pour ses compétences professionnelles et mandatée pour surveiller les travaux et inspecter les ouvrages, en contrôler les quantités et la qualité et pour proposer leur réception et leur règlement;
- 5) **Représentant de la Ville** : Directeur du service de la Ville de qui relève la responsabilité administrative du contrat et qui représente la Ville dans l'exécution du contrat lorsque requis, ou l'un de ses représentants;
- 6) **Ville** : Ville de Laval, 1 place du Souvenir, C.P. 422, succ. Saint-Martin, Laval (Québec), H7V 3Z4, agissant comme donneur d'ouvrage.

Section 3 Désignation des ouvrages

Article 3.1 ENTREPRISE

L'Adjudicataire doit fournir la main d'œuvre, les matériaux, la machinerie lourde et l'outillage nécessaires à l'exécution des travaux de systèmes de signaux lumineux.

Les travaux de systèmes de signaux lumineux comprennent la mise en œuvre des ouvrages prévus aux documents d'appel d'offres (incluant les devis, les plans et autres documents du contrat) tels que l'excavation; la construction des massifs de fondation, des puits d'accès, des boîtes de tirage, des conduits et des boucles de détection; le remblayage des excavations et la disposition des surplus d'excavation; la réfection des surfaces; la fourniture et l'installation des câbles, des caissons de service électrique, des fûts, des potences, des supports, des têtes de feux et signaux lumineux, des signaux sonores, des boutons d'appel pour piétons, des systèmes de détection non intrusifs, des systèmes de détection des autobus et des véhicules d'urgence, des systèmes de préemption, des caméras de surveillance, des systèmes de télécommunication, des coffrets de branchement et des coffrets et appareillages de contrôle; la mise en opération des systèmes; ainsi que tous les autres travaux nécessaires pour la bonne réalisation des ouvrages et pour le parachèvement du Contrat.

Article 3.2 RÈGLES DE L'ART

Tout travail, quel qu'il soit, doit toujours être exécuté en conformité avec les règles de l'art.

Section 4 Conditions générales

En plus de se conformer aux articles qui suivent, l'Adjudicataire doit respecter les conditions générales stipulées à la section 4 « Conditions générales » du *Cahier des charges spéciales pour la construction des réseaux d'égouts et d'aqueduc*.

Article 4.1 NORMES RÉGLEMENTAIRES

Si l'Adjudicataire remarque, sur les plans ou sur le site des travaux, des éléments non conformes à la norme CSA-C22.10 « Code de construction du Québec, Chapitre V – Électricité – Code canadien de l'électricité, Première partie et Modifications du Québec » ou aux éléments réglementaires des « Normes – Ouvrages routiers, Tome V, Signalisation routière » de Transports Québec, il doit émettre un avis écrit en ce sens à l'attention du Professionnel et attendre ses directives.

Article 4.2 ÉCHÉANCIER ET CALENDRIER DES TRAVAUX

Dans les dix (10) jours ouvrables après l'octroi du Contrat, l'Adjudicataire doit fournir au Professionnel les dessins d'exécution et d'assemblage, les fiches techniques, les dates de livraison des matériaux ainsi qu'un échéancier de réalisation des travaux.

Le calendrier des travaux préparé par l'Adjudicataire doit comporter au minimum les éléments suivants :

- Périodes pour la préparation et l'approbation des fiches techniques et des dessins d'exécution et d'assemblage;
- Périodes pour la préparation et l'approbation des planches de signalisation et périodes pour l'obtention des permis d'obstruction de la voie publique;
- Périodes (avec dates et heures) de mise en application de chaque planche de signalisation temporaire, de mise hors service des feux de circulation et de mise hors service de l'éclairage routier;
- Délais et dates de livraison des matériaux;
- Inspections préalables aux travaux;
- Travaux d'arpentage;
- Travaux souterrains (massifs de fondation, conduits, etc.);
- Travaux de réfection des surfaces (trottoirs, bordures, etc.);
- Banc d'essai des équipements de contrôle des feux;
- Travaux hors-sol (fûts, caissons, potences, têtes de feux, etc.);
- Installation du coffret de branchement et délais pour le raccordement électrique par HQ;
- Installation des panneaux D-40-7;
- Vérifications électrotechniques;
- Essais sur les réseaux de fibres optiques;
- Mise en mode clignotant des feux de circulation;
- Mise en opération des feux de circulation;

Section 4 Conditions générales

- Correction des déficiences;
- Inspection pour réception provisoire des ouvrages;
- Enlèvement des panneaux D-50-1, s'il y a lieu;
- Inspection pour réception définitive des ouvrages.

L'Adjudicataire doit respecter le calendrier des travaux qu'il a soumis et qui a été approuvé par la Ville. Toute dérogation au calendrier des travaux doit être approuvée préalablement par la Ville.

Article 4.3 OUVRAGES EXISTANTS

Nonobstant l'article 4.1 « Ouvrages existants » du *Cahier des charges spéciales pour la construction des réseaux d'égouts et d'aqueduc*, l'Adjudicataire doit respecter les exigences suivantes.

L'Adjudicataire doit obtenir une confirmation écrite de la localisation des structures des organismes ou entreprises d'utilité publique. Il doit fournir à la Ville et au Professionnel une copie des réponses obtenues, incluant les confirmations de localisation et les plans ou croquis obtenus.

Lorsque les travaux visent à modifier un ouvrage existant, l'Adjudicataire doit vérifier les dimensions et l'état des ouvrages existants concernés avant le début des travaux. Il doit aviser le Professionnel de tout écart ou problème observé et attendre ses instructions.

Article 4.4 ENREGISTREMENT VIDÉO

Nonobstant l'article 4.2 « Enregistrement vidéo » du *Cahier des charges spéciales pour la construction des réseaux d'égouts et d'aqueduc*, l'enregistrement vidéo doit aussi permettre de voir suffisamment les détails des systèmes de signaux lumineux existants.

Article 4.5 COORDINATION DES TRAVAUX EXÉCUTÉS EN MÊME TEMPS PAR D'AUTRES

Nonobstant l'article 4.3 « Coordination des travaux exécutés en même temps » du *Cahier des charges spéciales pour la construction des réseaux d'égouts et d'aqueduc*, les exigences suivantes s'appliquent.

Les travaux explicitement indiqués aux plans comme étant hors contrat parce qu'ils sont réalisés par d'autres seront effectués dans le cadre d'autres projets avant le début du présent contrat.

Si ces travaux ne sont pas terminés avant le présent contrat, l'Adjudicataire doit coordonner son échéancier de travaux avec la Ville, afin que les travaux de l'Adjudicataire ne soient pas réalisés en même temps que les travaux exécutés par d'autres entrepreneurs. L'Adjudicataire doit également coordonner ses travaux avec toute intervention que la Ville peut avoir à réaliser d'urgence sur son réseau.

Si d'autres projets sont en cours de réalisation sur des carrefours adjacents aux carrefours du présent projet. L'Adjudicataire doit coordonner ses travaux, ainsi que les entraves à la circulation avec les autres projets réalisés à proximité des carrefours du présent contrat.

Article 4.6 INSPECTIONS PRÉALABLES AUX TRAVAUX ET RESPONSABILITÉ DES FEUX

Les plans servent de guide à l'Adjudicataire. Il doit vérifier tous les détails qui y sont inscrits. L'Adjudicataire ne peut réclamer aucun dommage dû à des oubliers ou des erreurs dans les dimensions principales des ouvrages.

L'Adjudicataire est conscient que certains travaux peuvent consister à modifier des systèmes de feux de circulation existants et qu'il est possible qu'il y ait des différences entre les ouvrages existants illustrés aux plans et ceux existants sur le terrain. L'Adjudicataire doit aviser le Professionnel de toute différence qu'il constate. Les informations aux tableaux (Câbles dans les conduits, Code de couleur, Déetecteurs, Coffret de contrôle, etc.) présentés aux plans ont été établies en fonction des données disponibles et des relevés partiels.

Avant de débuter les travaux, l'Adjudicataire doit réaliser une inspection des feux existants en présence du Professionnel et du représentant de la Ville afin de noter tous les problèmes existants. L'entrepreneur doit également procéder à la vérification des boucles de détection existantes à conserver, afin de déterminer si elles sont fonctionnelles le cas échéant. Les problèmes observés sont consignés dans un rapport par le Professionnel. Si la Ville décide de réparer elle-même (ou demande à l'Adjudicataire de le faire) certains des problèmes identifiés, l'Adjudicataire doit réaliser une seconde inspection en présence du Professionnel et du représentant de la Ville, et le rapport d'inspection est mis à jour par le Professionnel. À la suite de la dernière inspection, la responsabilité des feux est transmise à l'Adjudicataire jusqu'à la réception provisoire des ouvrages.

Lors de cette inspection, l'Adjudicataire doit également vérifier les câbles électriques sur le terrain afin de confirmer le nombre et le type des câbles existants ainsi que le code de couleur des raccordements. L'Adjudicataire doit également procéder à la vérification des éléments identifiés aux plans « à valider » le cas échéant. L'Adjudicataire doit mettre à jour les plans en y consignant en rouge toutes les précisions et différences notées lors de l'inspection et remettre les plans annotés au Professionnel avant le début des travaux.

L'Adjudicataire doit utiliser le formulaire « F804A : Transfert de responsabilité du feu de circulation à l'Entrepreneur pendant les travaux » et le formulaire « F804B : Retransfert de la responsabilité du feu de circulation à la Ville » inclus dans le Guide de surveillance de la Ville qui est disponible sur le site internet de la Ville.

Ce formulaire doit être rempli et signé sur place par tous les intervenants. Ainsi, la Ville transfère la responsabilité des feux de circulation à l'Adjudicataire pour toute la durée des travaux, et ce, jusqu'à la réception provisoire des ouvrages de chaque carrefour. L'Adjudicataire doit avoir une ressource joignable en tout temps (7 jours par semaine, 24 h par jour) pour répondre aux urgences. À la suite d'un appel du Professionnel, de la Ville ou des services policiers, l'Adjudicataire doit intervenir à l'intérieur d'un délai maximum de 3 heures afin de corriger le problème et rétablir le fonctionnement des feux de circulation.

Après les travaux et au plus tard lors de l'inspection pour réception provisoire des ouvrages, l'Adjudicataire doit vérifier les boucles de détection en présence du Professionnel afin de démontrer qu'elles n'ont pas été endommagées durant les travaux. L'Adjudicataire doit remplacer à ses frais toutes les boucles de détection qui ont été endommagées durant les travaux.

La Ville se réserve le droit d'enlever elle-même certains équipements avant la fin de l'inspection préalable aux travaux et de les réinstaller elle-même lors de la mise en opération du système de feux de circulation ou après la réception provisoire des ouvrages.

Article 4.7 PROTECTION DES STATIONS GÉODÉSIQUES ET DES BORNES DE TERRAIN

Avant le début des travaux, l'Adjudicataire doit vérifier s'il y a des stations géodésiques ou bornes de terrain sur le site de ces travaux. Dans l'affirmative, l'Adjudicataire doit prendre les moyens pour les protéger le temps de la durée desdits travaux.

En cas de bris, l'Adjudicataire doit en aviser le Professionnel. La réparation des stations et bornes est aux frais de l'Adjudicataire.

Article 4.8 DISPOSITION DES BOÎTES DE TIRAGE ET DES CADRES ET COUVERCLES DES PUITS D'ACCÈS

Les matériaux mentionnés à l'article 4.12 du *Cahier des charges spéciales pour la construction des réseaux d'égouts et d'aqueduc* comprennent également les boîtes de tirage ainsi que les cadres et couvercles des puits d'accès.

Article 4.9 COMPÉTENCE DE LA MAIN D'ŒUVRE

Lorsque l'Adjudicataire est responsable de configurer et programmer des équipements de contrôle ou des systèmes de détection non intrusifs, il doit faire appel à des électrotechniciens chevronnés pour la programmation et la configuration des appareillages de contrôle (incluant, mais sans s'y limiter, les systèmes de détection non intrusifs), ainsi que pour toutes les modifications à l'intérieur des coffrets de contrôle.

Article 4.10 ACCESSOIRES ET MENUS TRAVAUX

L'Adjudicataire reconnaît que les plans et devis ne contiennent pas nécessairement une description complète et détaillée de tous les accessoires nécessaires à l'exécution de son travail. En conséquence, il s'engage à fournir et installer, selon les règles de l'art, tous les accessoires requis pour exécuter un travail complet répondant aux exigences des plans et devis.

Tous les menus travaux, incluant mais sans s'y limiter, les raccordements temporaires afin de maintenir les systèmes d'éclairage ou de feux de circulation existants en service, les câbles existants à désaffecter, le raccordement de nouveaux conduits à des conduits existants, les travaux et les dispositions nécessaires pour l'ajout de nouveaux câbles dans des conduits existants déjà occupés par du câblage (débranchement, enlèvement, tirage et rebranchement, s'il y a lieu), les épissures et autres travaux connexes font partie du contrat.

Article 4.11 MATÉRIAUX RÉCUPÉRÉS

Les matériaux, équipements et accessoires qui sont enlevés et qui ne sont pas réutilisés doivent être récupérés et livrés l'adresse suivante :

Garage municipal de la Ville de Laval
1489 rue Cunard, porte 1
Laval (Québec)

Section 4 Conditions générales

Les matériaux récupérés par la Ville sont :

- les têtes de feux;
- les signaux sonores (s'ils sont fonctionnels et conformes au présent devis);
- les boutons d'appel pour piétons (s'il sont fonctionnels et conformes au présent devis);
- les structures de signalisation lumineuse (fûts, caissons, potences, supports, etc.);
- les structures d'éclairage (lampadaires, consoles, caissons);
- les luminaires, cellules photoélectriques;
- les coffrets;
- les appareillages de contrôle;
- les détecteurs (radars, caméras, micro-ondes, etc.);
- les équipements de communication (antennes, modems, commutateurs réseau, boîtiers de fusion, etc.);
- les cadres et couvercles des puits d'accès;
- les panneaux de petite signalisation.

L'Adjudicataire doit aviser la Ville par courriel cinq (5) jours ouvrables à l'avance. Les noms et les courriels des personnes à aviser seront fournis lors de la réunion de démarrage.

La récupération des matériaux inclut le chargement, le transport et le déchargement au garage municipal. L'item ne sera payé que lorsque l'Adjudicataire aura livré à l'endroit indiqué les matériaux à récupérer et sur présentation d'un accusé de réception de la personne responsable mentionnant la date de livraison, le nombre d'équipements livrés et leur description.

L'Adjudicataire est tenu responsable des dommages occasionnés à ces matériaux pendant leur manipulation et il doit les remplacer à ses frais en cas de dommage, bris, perte, vol ou vandalisme, le cas échéant.

Article 4.12 PLANS DE RELEVÉS FINAUX

Au cours des travaux, tout changement aux plans et devis doit être préalablement autorisé par le Professionnel.

Au plus tard 10 jours après la fin des travaux à chaque carrefour, l'Adjudicataire doit fournir au Professionnel les plans de relevés finaux où sont clairement annotées en rouge toutes les modifications qui sont survenues pendant les travaux ainsi que les éléments indiqués comme étant à compléter ou à vérifier au chantier.

Les plans annotés par l'Adjudicataire doivent indiquer, sans s'y limiter :

- L'orientation des potences et supports sur les fûts;
- La hauteur des têtes de feux de circulation;
- Le type et la quantité de câbles dans les conduits;
- Le code de couleur des câbles de distribution raccordés aux borniers dans le coffret de contrôle;

Section 4 Conditions générales

- Les raccordements au tableau de détection véhiculaire et cycliste;
- Les informations au tableau du coffret de distribution et de contrôle;
- La quantité, le diamètre et l'orientation des conduits dans les massifs, incluant les sorties supplémentaires;
- Les parcours des conduits et des gaines et la profondeur spécifique du radier lorsque celle-ci est différente des dessins types et lors de croisement ou de rencontre d'obstacles;
- L'emplacement des extrémités des gaines;
- L'emplacement des coudes dans les conduits;
- La position des boucles de détection (incluant les boucles existantes conservées) et des zones de détection;
- La position des descentes (existantes et proposées) pour personnes à mobilité réduite;
- La position des lignes d'arrêt à la suite des travaux de marquage (un point pour chaque extrémité des lignes d'arrêt);
- Un minimum de deux points pour chaque ligne de séparation des voies (à 0 et 30 mètres de la ligne d'arrêt).

Les plans doivent aussi indiquer de façon précise la localisation (éléments nouveaux et existants) de tous les massifs de fondation, boîtes de tirage ou de jonction, puits d'accès, puits de raccordement et boucles de détection. Cette localisation se fait par coordonnées X, Y, Z à l'aide d'une station totale.

Avant la réception provisoire des ouvrages, l'Adjudicataire doit remettre au Professionnel les croquis, dessins d'exécution et d'assemblage visés, diagrammes électriques, données techniques et manuels d'instructions pour l'opération et l'entretien des équipements. Les documents doivent être transmis en format PDF, et les fichiers PDF ne doivent pas être verrouillés par un mot de passe, ni expirer, ni comprendre de protection empêchant leur annotation, impression, exportation ou enregistrement; mais ils peuvent comporter une signature numérique.

Article 4.13 RÉCEPTION PROVISOIRE DES OUVRAGES

En plus des exigences du Cahier des clauses administratives, l'Adjudicataire doit respecter les exigences suivantes lors de l'inspection pour réception provisoire des ouvrages :

- L'Adjudicataire doit être représenté par un électricien lors de l'inspection des ouvrages par le Professionnel en présence du représentant de la Ville.
- L'Adjudicataire doit mettre à la disposition du Professionnel et du représentant de la Ville tous les équipements nécessaires pour procéder à une inspection complète des ouvrages, incluant, sans s'y limiter un camion avec nacelle.
- À la demande de la Ville ou du Professionnel, l'Adjudicataire doit ouvrir les portes d'accès des fûts et caissons de service électrique et les couvercles des puits d'accès, boîtes de tirage, boîtes de jonction et boîtes d'inspection de mise à la terre et sortir les extrémités des câbles et conducteurs afin de permettre une inspection complète des ouvrages.

Toutes les composantes des systèmes de feux de circulation (incluant, mais sans s'y limiter, les structures de signalisation lumineuse, les signaux lumineux, les signaux sonores, les systèmes de contrôle, les

Section 4 Conditions générales

systèmes de détection non intrusifs et les vérifications électrotechniques) doivent être complétés, configurés, fonctionnels et conformes avant l'inspection pour réception provisoire des ouvrages.

Article 4.14 PÉRIODE DE GARANTIE

4.14.1 Garantie sur les ouvrages civils

L'Adjudicataire doit garantir ses tranchées contre tout affaissement et apporter les correctifs requis à la demande du Professionnel, et ce, durant toute l'année de garantie et au-delà de cette année jusqu'à la réalisation d'un cycle de gel-dégel complet.

4.14.2 Garantie sur les équipements

Toutes les démarches auprès des fournisseurs relativement aux garanties doivent être assumées par l'Adjudicataire jusqu'à la réception définitive des ouvrages.

L'Adjudicataire doit enregistrer auprès du manufacturier la date de livraison des équipements à l'utilisateur final (c'est-à-dire la Ville) sur la base de la date de la réception provisoire des ouvrages. Les certificats et lettres de garanties doivent être transmis à la Ville au plus tard dix (10) jours ouvrables après l'inspection pour réception provisoire des ouvrages.

4.14.3 Délai d'intervention

En tout temps, si le Professionnel juge la situation urgente ou si l'Adjudicataire néglige de corriger la situation dans les vingt-quatre (24) heures qui suivent l'avertissement écrit du Professionnel ou s'il n'est pas possible de rejoindre l'Adjudicataire, la Ville peut alors exécuter, ou faire exécuter par un autre entrepreneur, les travaux de réparation jugés nécessaires et soustraire du décompte final les sommes engagées pour effectuer les réparations.

Section 5 Matériaux

Article 5.1 MATÉRIAUX ÉQUIVALENTS

Toute soumission doit être présentée avec les matériaux spécifiés aux documents d'appel d'offres.

En plus de ce qui est prévu aux cahiers des Clauses administratives générales, seul le professionnel a le droit de prononcer une équivalence.

Sa décision est finale et sans appel.

Article 5.2 MATÉRIAUX GRANULAIRES

Item	Description
Sable pour assise et enrobage des canalisations électriques	Les matériaux pour assise et enrobage des canalisations électriques doivent être en sable tamisé conforme aux exigences de la norme BNQ 2560-114, partie III, pour les matériaux granulaires de type CG 14 avec la précision que 100 % du matériau doit passer le tamis 5 mm ou aux exigences de la norme BNQ 2560-114, partie II, pour les matériaux granulaires de type MG 112 avec la précision que 100 % du matériau doit passer le tamis 5 mm.
Matériaux granulaires MG 20 pour assise des ouvrages de feux de circulation (massifs de fondation, puits d'accès, boîtes de tirage, etc.)	Les matériaux granulaires MG 20 pour assise des ouvrages de feux de circulation doivent être conformes aux exigences de la norme BNQ 2560-114, partie II.
Matériaux granulaires pour réfection des chaussées (incluant le remblai des tranchées, sous-fondation et fondation de chaussée, accotements non pavés et empierrement sous les trottoirs, bordures, musoirs et mails centraux)	Les matériaux granulaires pour la réfection des chaussées (incluant, mais sans s'y limiter, les matériaux granulaires MG 20 MTQ, MG 20b, MG 56 et MG 112) doivent être conformes aux exigences du Cahier des charges spéciales pour la construction et la réhabilitation des infrastructures routières.
Pierre concassée nette 10-20 mm	La pierre concassée nette 10-20 mm est composée de pierre passant le tamis 20 mm à 100 % mais ne passant pas le tamis 10 mm.

Section 5

Matériaux

Matériaux d'emprunt « remblai de sol » (anciennement classe B)	<p>Les matériaux d'emprunt « remblai de sol » doivent être conformes aux exigences suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none">• sols pouvant être compactés mécaniquement en demeurant stables;• composants minéraux inorganiques;• diamètre nominal des plus grosses particules ne doit pas être supérieur au 2/3 de l'épaisseur de la couche et sans être supérieur à 75 mm;• matériaux exempts de matières résiduelles, de débris, de matières organiques, de matières putrescibles, de sol gelé, de neige, de glace, etc.;• matériaux respectant les exigences environnementales en vigueur. <p>Ces matériaux peuvent être utilisés sous la ligne d'infrastructure dans le remplissage des tranchées.</p> <p>L'utilisation de ces matériaux est fonction de leur état (gel, humidité, contamination), de la hauteur du remblai à construire et des conditions climatiques. Si requis, l'état des matériaux doit être amélioré par le traitement approprié.</p> <p>L'adjudicataire doit fournir au professionnel, avant la première livraison des matériaux d'emprunt, un rapport de caractérisation environnementale phase II respectant les exigences décrites dans le guide des Normes d'études de reconnaissance et de caractérisation des sols du Service de l'ingénierie de la Ville de Laval. L'adjudicataire doit fournir une preuve que le terrain d'où proviennent les matériaux ne figure pas dans le Répertoire des terrains contaminés publié par le MELCCFP.</p> <p>L'adjudicataire devra de plus remettre un croquis démontrant l'emplacement de la zone d'extraction ou de la réserve ainsi que les quantités disponibles dans la zone d'extraction ou de la réserve.</p> <p>À l'arrivée du matériau d'emprunt « remblai de sol » au chantier, ce dernier doit être mis en pile pour analyse environnementale par l'adjudicataire via un laboratoire indépendant. La Ville se réserve le droit d'effectuer des vérifications additionnelles par son laboratoire si elle le juge nécessaire. Un polythène doit être étendu sur le sol et les piles, afin de protéger toute migration de matériau potentiellement contaminé sur le site des travaux. La Ville s'assurera que les matériaux livrés au chantier sont tels que décrits dans le rapport de caractérisation reçu préalablement.</p>
--	--

	<p>L'adjudicataire ne pourra réclamer aucun frais pour les délais associés à l'échantillonnage et l'analyse ainsi qu'à la double manipulation des matériaux.</p> <p>Si les matériaux sont conformes, l'adjudicataire recevra l'autorisation par le professionnel de les utiliser sur le site des travaux.</p> <p>Si les matériaux sont non conformes, l'adjudicataire devra en disposer selon le règlement sur les matières dangereuses et le règlement sur l'enfouissement des sols contaminés, et ce, à ses frais.</p>
--	--

Article 5.3 MEMBRANE GÉOTEXTILE

Item	Description
Membrane géotextile pour puits sec servant au drainage d'un puits d'accès ou d'un puits de raccordement	La membrane géotextile doit être de type III et satisfaire aux exigences de la norme 13101 « Géotextiles » des « Normes – Ouvrages routiers, Tome VII, Matériaux » de Transports Québec.

Article 5.4 BÉTON

Le béton, les coffrages, l'armature, les treillis et les goujons utilisés pour la réfection des trottoirs, des bordures, des mails centraux et des musoirs doivent être conformes à l'article 5.3 du Cahier des charges pour la construction et la réhabilitation des infrastructures routières.

Item	Description
Béton 35 MPa pour massifs de fondation et socles	Le béton doit être conforme à la norme 3101 « Bétons de masse volumique normale » des « Normes – Ouvrages routiers, Tome VII, Matériaux » de Transports Québec. Le béton utilisé pour la construction des massifs de fondation doit être de type V pour les ouvrages coulés en place et de type V-P pour les ouvrages préfabriqués, conformément aux caractéristiques des bétons de masse volumique normale pour les ouvrages d'art.
Béton 20 MPa pour massifs de conduits enrobés de béton	Le béton pour la construction des massifs de conduits enrobés de béton doit être conforme à la norme CAN/CSA A23.1 et avoir une résistance de 20 MPa à 28 jours. La grosseur nominale maximale des gros granulats doit être de 10 mm. Le rapport eau/liant ne doit pas dépasser 0,65. Le béton doit avoir un affaissement lors du déchargement de 150 ± 30 mm, et le pourcentage d'air entraîné doit être entre 5 % et 8 %.

Article 5.5 MATÉRIAUX DES SYSTÈMES DE SIGNAUX LUMINEUX

Les matériaux relatifs aux systèmes de signaux lumineux sont décrits dans les sections respectives du présent devis.

Article 5.6 DIVERS

Item	Description
Courroies en acier inoxydable	<p>Les courroies utilisées pour fixer les supports (incluant, mais sans s'y limiter, les supports architecturaux et les supports tubulaires) et les panneaux de petite signalisation sur les fûts sont composées d'un feuillard de cerclage en acier inoxydable de type 201.</p> <p>Les courroies d'une largeur de 19 mm doivent avoir une épaisseur de 0,76 mm et une résistance à la traction de 10,0 kN. Les courroies d'une largeur de 25 mm doivent avoir une épaisseur de 1,12 mm et une résistance à la traction de 19,5 kN.</p> <p>La tension dans les courroies doit être maintenue par une boucle d'attache à crampons en acier inoxydable de type 201; l'utilisation d'attaches à vis est interdite.</p>
Bandes et coussins de polychloroprène	<p>Les bandes et coussins de polychloroprène (<i>Néoprène</i>) doivent être résistants aux rayons ultraviolets et à des températures de -34°C à +110°C.</p> <p>Les bandes de polychloroprène (<i>Néoprène</i>) sous les courroies en acier inoxydable doivent avoir une épaisseur de 1,5 mm à 2,5 mm et avoir une dureté minimale de 70A au duromètre (Shore A).</p> <p>Les coussins de polychloroprène (<i>Néoprène</i>) entre un massif de fondation (socle) et l'extension de socle en aluminium d'un coffret de contrôle doivent avoir une épaisseur de 6,35 mm et avoir une dureté minimale de 70A au duromètre (Shore A).</p> <p>Les coussins de polychloroprène (<i>Néoprène</i>) entre un caisson de service électrique en acier et la semelle d'un fût en aluminium doivent avoir une épaisseur de 0,8 mm et avoir une dureté minimale de 90A au duromètre (Shore A).</p>

Section 6 Excavation et terrassement

Article 6.1 CONDITIONS GÉNÉRALES

En plus de se conformer aux articles qui suivent, les travaux d'excavation et de terrassement doivent être réalisés en conformité avec la section 6 « Excavation et terrassement » du *Cahier des charges spéciales pour la construction des réseaux d'égouts et d'aqueduc*.

Article 6.2 DÉBLAIS DE 1^{re} CLASSE

Nonobstant l'article 6.2 « Déblais de 1^{re} classe » du *Cahier des charges spéciales pour la construction des réseaux d'égouts et d'aqueduc*, l'extraction des matériaux de 1^{re} classe requise pour la réalisation des ouvrages de signaux lumineux doit être réalisée par fragmentation mécanique.

L'Adjudicataire doit aviser le Professionnel chaque fois qu'il rencontre du roc ou tout autre matériau de 1^{re} classe. Si l'Adjudicataire néglige d'en informer le Professionnel, ce dernier ne tient compte d'aucune réclamation pour l'extraction des matériaux de 1^{re} classe sans qu'il y ait eu constatation de sa part.

Article 6.3 DÉBLAIS DE 2^e CLASSE ET DÉBLAIS DE TERRE VÉGÉTALE

Nonobstant les articles 6.5 « Déblais de 2^e classe » et 6.6 « Déblais de terre végétale du *Cahier des charges spéciales pour la construction des réseaux d'égouts et d'aqueduc*, les déblais de 2^e classe et la terre végétale excavés qui peuvent être réutilisés doivent être temporairement entreposés séparément de manière à ne pas entraver la circulation et de manière à ne pas abîmer les pelouses.

Article 6.4 EXCAVATION PRÈS DES SERVICES SOUTERRAINS EXISTANTS

L'article 6.7 du *Cahier des charges spéciales pour la construction des réseaux d'égouts et d'aqueduc*, est complété par les exigences suivantes.

L'Adjudicataire doit prendre toutes les dispositions nécessaires pour protéger les installations existantes des services d'utilité publique, incluant les poteaux de bois plantés dans le sol. Il est responsable des dommages causés à ces installations, et les travaux de réparation sont effectués à ses frais.

L'Adjudicataire doit s'informer des clauses et conditions particulières des compagnies concernées afin de les respecter entièrement et de lui permettre de travailler à proximité de leurs infrastructures. Les coûts découlant de ces contraintes, de même que l'obtention des permis, si requis, doivent être inclus aux prix unitaires du bordereau de soumission. L'Adjudicataire doit transmettre au Professionnel les ententes qu'il a conclues avec ces compagnies quant à la façon de procéder aux travaux, et ce, au moins quarante-huit (48) heures avant le début des travaux à exécuter.

Dans le cas d'excavations près des services souterrains, l'Adjudicataire doit prendre les précautions nécessaires quant au choix de sa méthode d'excavation. Au besoin, il doit effectuer les fouilles nécessaires pour localiser les services enfouis. Il doit, en tout temps, les soutenir contre l'affaissement et les protéger contre les bris et le gel. Aucune rémunération supplémentaire ne lui est accordée pour ces travaux.

Article 6.5 TRANSPORT DES SURPLUS D'EXCAVATION ET DES MATERIAUX RECUPERABLES

Nonobstant l'article 6.12 du *Cahier des charges spéciales pour la construction des réseaux d'égouts et d'aqueduc*, les matériaux provenant des excavations ne sont réutilisés que pour le remplissage des tranchées hors chaussée et autour des boîtes de tirage et des puits d'accès installés hors chaussée.

Tous les matériaux déjà enfouis dans le sol, autres que les matériaux décrits à l'article 4.12 du Cahier des charges spéciales pour la construction des réseaux d'égouts et d'aqueduc et ceux décrits à l'article 4.8 « Disposition des boîtes de tirage et des cadres et couvercles des puits d'accès » du présent cahier, deviennent la propriété de l'Adjudicataire et doivent être disposés tel que décrit, à moins qu'il ne soit prévu de les réutiliser sur les lieux mêmes des travaux prévus au contrat.

Article 6.6 LIMITE D'OUVERTURE DE LA TRANCHEE

Nonobstant l'article 6.13 du *Cahier des charges spéciales pour la construction des réseaux d'égouts et d'aqueduc*, la distance ouverte de la tranchée ne doit pas dépasser la longueur entre deux massifs de fondation ou puits d'accès pour chaque rétrocaveuse utilisée sur le chantier. Cependant, le Professionnel peut, en tout temps, exiger de l'Adjudicataire que cette longueur soit réduite, que ce soit pour des raisons de sécurité publique, de protection des ouvrages existants ou pour toute autre raison jugée suffisante par le Professionnel. L'Adjudicataire doit laisser une longueur ouverte suffisante pour permettre l'inspection des travaux.

L'utilisation de plaques d'acier pour couvrir les tranchées est interdite en dehors des heures de travail. Toutes les tranchées doivent être remblayées avant la fin de chaque journée de travail.

Article 6.7 EXCAVATION SOUS LES BORDURES OU LES TROTTOIRS EXISTANTS

Nonobstant l'article 6.16 du *Cahier des charges spéciales pour la construction des réseaux d'égouts et d'aqueduc*, les bordures et trottoirs existants comprennent aussi les musoirs, bandes médianes et îlots.

Article 6.8 DOMMAGES AUX PAVAGES EXISTANTS, AUX TROTTOIRS ET AUX BORDURES

Nonobstant l'article 6.17 du *Cahier des charges spéciales pour la construction des réseaux d'égouts et d'aqueduc*, les bordures et trottoirs existants comprennent aussi les musoirs, bandes médianes et îlots.

Section 7 Ouvrages souterrains et en surface

Article 7.1 PUILS D'EXPLORATION

7.1.1 Généralités

L'exécution d'un puits d'exploration consiste à effectuer une excavation autour d'un massif existant ou à l'endroit d'un massif proposé afin de localiser les obstacles potentiels, de confirmer la localisation, l'orientation, le diamètre, le nombre et la profondeur des conduits existants et, dans le cas d'un massif existant, d'en confirmer les dimensions.

Selon le contexte propre à chaque projet, il peut être nécessaire de réaliser des fouilles exploratoires avant le début le début des travaux, afin d'ajuster la conception d'éléments préfabriqués, ou durant la réalisation des travaux.

Les puits d'exploration sont réalisés selon les indications aux plans ou à la demande du Professionnel.

7.1.2 Mise en œuvre

L'Adjudicataire doit procéder à l'excavation autour du massif de fondation (existant ou proposé) de façon à enlever tous matériaux de déblais. L'excavation doit lui permettre, sans s'y limiter, de déterminer toutes les contraintes présentes à proximité, afin de construire un massif de fondation adapté aux contraintes. Au besoin, l'Adjudicataire doit soutenir les structures fixées au massif de fondation afin d'éviter le renversement du massif.

Les fouilles exploratoires doivent être réalisées en présence du Professionnel.

L'Adjudicataire doit localiser, mesurer et noter toutes les contraintes présentes à l'emplacement du massif de fondation (ex : conduites de gaz, conduits souterrains, canalisations d'aqueduc, etc.) ainsi que la localisation, l'orientation et le diamètre des conduits électriques existants. Dans le cas d'un massif existant à conserver ou à relocaliser, l'Adjudicataire doit également mesurer toutes les dimensions externes du massif.

Une fois le massif de fondation déblayé, l'Adjudicataire doit informer par écrit le Professionnel de ses découvertes, appuyées de photographies, et remblayer les excavations selon les conditions en place avant l'exécution du puits d'exploration.

L'Adjudicataire est responsable de la qualité des puits d'exploration et des mesures qu'il prend à l'occasion de ces fouilles. Ainsi, lors de l'implantation du nouveau massif de fondation, s'il lui est impossible d'installer le nouveau massif à cause de mauvaises mesures ou de contraintes qu'il n'aurait pas décelées lors des fouilles exploratoires, aucune compensation ne lui sera accordée pour remplacer le massif de fondation préfabriqué par un massif de fondation coulé en place ou par un autre massif préfabriqué.

Article 7.2 IMPLANTATION DES OUVRAGES SOUTERRAINS

L'implantation des ouvrage souterrains (incluant, sans s'y limiter, les massifs de fondation, les puits d'accès, les boîtes de tirage, les boucles de détection et les gaines) doit être réalisée par l'Adjudicataire. À cet effet, l'Adjudicataire doit avoir à sa disposition une équipe d'arpentage habilité à faire cette implantation.

Section 7

Ouvrages souterrains et en surface

L'Adjudicataire ne doit jamais prendre de mesures à l'échelle sur les plans d'implantation. La localisation des ouvrages souterrains peut n'être illustrée qu'approximativement.

L'Adjudicataire doit planter les ouvrages souterrains en fonction des coordonnées et des dimensions indiquées aux plans et aux dessins de détails. La localisation (X, Y) des massifs de fondation, des puits d'accès et des boîtes de tirage indiquée aux plans correspond au centre de l'ouvrage. L'élévation (Z) indiquée au plan correspond au sommet de l'ouvrage.

Lorsque les élévations ne sont pas indiquées aux plans, l'Adjudicataire doit établir sa liste de points pour les élévations selon les plans des ouvrages civils ou selon les ouvrages civils existants conservés en respectant les contraintes indiquées sur les dessins de détail aux plans des feux de circulation. Lorsque les coordonnées des ouvrages ne sont pas indiquées aux plans, l'Adjudicataire doit planter les ouvrages selon les dessins de détails et faire approuver leur localisation et leur élévation par le Professionnel avant d'exécuter les travaux.

Si les ouvrages civils (notamment les trottoirs et bordures) ne sont pas construits, l'Adjudicataire doit marquer leur implantation afin de faciliter la validation de l'implantation des ouvrages souterrains. Lors de l'implantation, l'Adjudicataire doit vérifier que les coordonnées indiquées aux plans permettent de respecter les projections et dégagements indiqués aux dessins de détail sur les plans, il doit aviser le Professionnel de tout écart et attendre ses instructions.

Le Professionnel ne s'en tient qu'à une validation générale de la localisation qui ne dégage en rien l'Adjudicataire de ses responsabilités conformément aux exigences du cahier des charges (exécution des travaux).

À la fin des travaux, l'Adjudicataire doit fournir les coordonnées (localisation et élévation) finales de tous les ouvrages réalisés et des parties apparentes des ouvrages existants souterrains conservés faisant partie du même système de signaux lumineux.

Article 7.3 MASSIFS DE FONDATION

Les massifs de fondation comprennent les massifs de fondation pour structures de signaux lumineux ou pour structures d'alimentation ainsi que les socles pour coffrets.

7.3.1 Matériaux

7.3.1.1 Conduits dans les massifs de fondation

À moins d'indications contraires, tous les conduits placés dans les massifs de fondation doivent être en PVC, conformément à l'article 7.6.1.1 du présent devis. À moins d'indications contraires aux plans, tous les conduits pour les sorties supplémentaires doivent avoir un diamètre de 78 mm. Tous les coude des conduits d'un diamètre de 53 mm ou plus doivent être à long rayon (*utility elbow*). Les coude à long rayon doivent avoir un rayon de 610 mm (pour les conduits d'un diamètre de 53 mm et de 78 mm) ou un rayon de 914 mm (pour les conduits d'un diamètre de 103 mm).

Les conduits pour conducteur de mise à la terre doivent être en polyéthylène conformément à l'article 7.6.1.2 du présent devis.

7.3.1.2 Armature

La cage d'armature doit être composée de barres crénelées en acier au carbone de nuance 400W, conformément à la norme CSA G30.18. L'armature doit être galvanisée à moins d'indications contraires

Section 7

Ouvrages souterrains et en surface

aux plans. La galvanisation doit être exécutée par un procédé de galvanisation à chaud, conformément à la norme ASTM A767.

Les grosseurs des barres d'armature crénelées sont indiquées aux plans.

7.3.1.3 Tiges d'ancrage

La forme et les dimensions des tiges d'ancrage doivent être conformes à celles indiquées aux plans.

Chaque tige d'ancrage doit être fournie avec une rondelle galvanisée et un écrou galvanisé.

7.3.1.3.1 Tiges d'ancrage pour massifs de fondation MP-2 et MF-2

L'acier des tiges d'ancrage doit être conforme à la norme CSA G40.20/G40.21. Les tiges d'ancrage sont composées d'acier de nuance 350W. Les tiges d'ancrages conformes à la norme ASTM A572, Grade 50 (345 MPa) sont considérées comme équivalentes.

Les tiges doivent être filetées sur une longueur de 200 mm, conformément à la norme ASME B1.1, classe 2A. Les filets des ancrages doivent être roulés, et une transition d'au plus 30° doit être réalisée entre la partie non filetée et la partie devant être roulée. L'Adjudicataire doit transmettre un certificat de conformité du manufacturier comportant notamment la mention « filets roulés », la nuance de l'acier et le diamètre des parties fileté et non filetée.

Les tiges d'ancrage doivent être entièrement galvanisées, et la galvanisation doit être conforme à la norme ASTM A153.

7.3.1.3.2 Tiges d'ancrage pour socles

Les tiges d'ancrage des socles pour coffrets doivent être conformes à la norme ASTM F1554, Grade 55, et entièrement galvanisées.

7.3.1.4 Béton

Le béton doit être conforme à la norme 3101 « Bétons de masse volumique normale » des « Normes – Ouvrages routiers, Tome VII, Matériaux » de Transports Québec. Le béton utilisé pour la construction des massifs de fondation doit être de type V pour les ouvrages coulés en place et de type V-P pour les ouvrages préfabriqués, conformément aux caractéristiques des bétons de masse volumique normale pour les ouvrages d'art.

L'Adjudicataire doit transmettre au Professionnel les fiches descriptives des mélanges de béton au moins quinze (15) jours ouvrables avant de procéder au bétonnage.

7.3.1.5 Assise et remblais

L'assise et le remblai sont exécutés avec un matériau granulaire MG-20 pour fondation conforme à la norme BNQ 2560-114, partie II.

7.3.2 Construction ou préfabrication

Les massifs de fondation peuvent être construits sur place ou préfabriqués. L'Adjudicataire doit choisir de construire sur place ou de faire préfabriquer les massifs de fondation en considérant les contraintes liées au maintien de la circulation et au maintien des feux de circulation durant les travaux.

Après avoir fait localiser les infrastructures souterraines existantes, l'Adjudicataire doit demander au Professionnel l'autorisation de procéder à des fouilles exploratoires s'il juge que des obstacles existants

Section 7

Ouvrages souterrains et en surface

peuvent nuire à l'implantation des nouveaux massifs de fondation préfabriqués. Après autorisation par le Professionnel, les fouilles exploratoires doivent être réalisées et documentées avant la préfabrication des massifs de fondation, conformément à l'article « Fouilles exploratoires » du présent devis.

7.3.2.1 Coffrages

Tous les coffrages doivent être renforcés adéquatement, pour empêcher qu'ils ne se déforment, et ils doivent être étanches.

La surface des coffrages doit être lisse. Les coffrages métalliques doivent être nettoyés avant chaque utilisation et être exempts de rouille et de traces de béton. Les coffrages en bois doivent utiliser des panneaux de contreplaqué neufs pour les surfaces. Les surfaces des coffrages doivent être enduites d'un agent de démoulage pour béton afin de créer un film séparateur qui empêche l'adhérence du béton sur les coffrages afin d'obtenir des surfaces lisses, d'empêcher les défauts et les vides, et d'éliminer les accumulations de béton. L'agent de démoulage ne doit pas tacher le béton et ne doit pas entrer en contact avec les armatures ni les tiges d'ancre.

Le chanfrein doit être rectiligne et avoir un angle de quarante-cinq (45) degrés.

7.3.2.2 Pliage et mise en place des armatures

L'armature doit être exempte de boue, d'huile, d'enduit, de béton durci ou de toute autre substance susceptible de réduire l'adhérence au béton.

Les armatures doivent être pliées mécaniquement à froid après la galvanisation selon les dimensions indiquées aux plans. La méthode de pliage ne doit pas affecter l'intégrité du matériau. L'Adjudicataire doit respecter les tolérances sur la longueur et le pliage des armatures spécifiées à la figure 6-1 du Manuel de normes recommandées de l'Institut d'acier d'armature du Canada (2020).

Les barres d'armatures doivent être solidement attachées entre elles à tous les croisements à l'aide de fil de calibre 16 recouvert de zinc. Les attaches doivent être réalisées de manière à respecter l'enrobage spécifié aux plans pour les armatures. L'Adjudicataire doit utiliser des chaises et des espaceurs non corrosifs pour soutenir la cage d'armature.

La cage d'armatures doit respecter les tolérances sur l'emplacement et l'enrobage de l'armature stipulées dans la norme CSA A23.1. Les barres d'armature verticales doivent être parallèles aux surfaces extérieures du massif pyramidal afin de maintenir un recouvrement uniforme des armatures.

Tout dommage au revêtement galvanisé des armatures (incluant les extrémités des barres coupées après la galvanisation) doit être réparé avec une peinture riche en zinc conformément à la norme ASTM A780.

7.3.2.3 Mise en place des conduits dans les massifs de fondation

Les massifs de fondation doivent prévoir les sorties de conduits selon les détails aux plans qui précisent le diamètre et l'orientation des conduits dans chaque massif de fondation. Les conduits doivent être placés à 90° par rapport à la face du massif d'où ils émergent.

Les conduits doivent être regroupés ensemble au centre du massif de fondation. La projection des conduits doit être de 50 mm au-dessus du massif de fondation. L'extrémité des conduits au-dessus du massif doit être meulée afin d'éliminer les bords tranchants qui pourraient endommager la gaine des câbles et conducteurs. L'Adjudicataire doit utiliser un gabarit pour bien centrer les conduits électriques par rapport au cercle de boulonnage et au diamètre intérieur de la base du fût ou à l'ouverture sous le caisson de service électrique.

Section 7

Ouvrages souterrains et en surface

Si des sections droites de conduit sont nécessaires à l'intérieur du massif de fondation, elles doivent être collées aux coude conformément à l'article 7.6 du présent devis.

Tous les massifs de fondation doivent comprendre au moins un conduit en polyéthylène d'un diamètre de 16 mm pour passer un conducteur de mise à la terre. Ce conduit doit être présent pour usage futur même pour les massifs de fondation où aucun conducteur de mise à la terre n'est prévu aux plans.

7.3.2.4 Mise en place des tiges d'ancrage

Les tiges d'ancrage doivent être mises en place avant la coulée du béton en respectant la projection hors massif indiquée aux plans. Un gabarit doit être utilisé afin de positionner les tiges d'ancrage adéquatement et afin d'assurer leur verticalité. Les tiges d'ancrage doivent être fixées au gabarit avec des écrous serrés à bloc.

7.3.2.5 Mains de levage

Les massifs de fondation préfabriqués en usine (ou préfabriqués à l'écart en chantier et déplacés *in situ*) doivent être munis de mains de levage afin de faciliter leur transport et leur manutention. La conception des mains de levage est à la charge de l'Adjudicataire.

Les mains de levage doivent être en acier galvanisé. La galvanisation doit être conforme à la norme ASTM A123.

Les massifs de fondation pyramidaux doivent comporter deux mains de levage. Ces dernières ne doivent pas être positionnées à moins de 700 mm du sommet du massif de fondation.

Les massifs de fondation de type semelle-colonne doivent comporter quatre mains de levage. Ces dernières doivent être positionnées sur la surface de la semelle à une distance d'au moins de 210 mm du bord.

Les mains de levage doivent être positionnées de manière à pouvoir maintenir l'équilibre du massif de fondation lors du levage.

7.3.2.6 Mise en place et cure du béton

L'Adjudicataire doit aviser le Professionnel au moins cinq (5) jours avant la coulée du béton afin de permettre au Professionnel d'inspecter les coffrages, les armatures et les tiges d'ancrage avant la coulée du béton et afin de permettre à la firme du laboratoire mandaté par la Ville de prélever des échantillons du béton, si jugé nécessaire par le Professionnel. L'Adjudicataire doit confirmer l'heure du début du bétonnage vingt-quatre (24) heures à trente-six (36) heures avant la coulée du béton.

Lors de la coulée, l'entrée des coude doit être bouchonnée, et les filets des tiges d'ancrage doivent être protégés.

Les conduits permettant le passage des câbles dans les massifs doivent être bien noyés dans le béton tel qu'indiqué sur les plans. Le béton doit être vibré de manière à former une masse monolithe exempte de nids d'abeilles sur toute la surface et de vides autour des conduits. Le béton ne doit pas être vibré d'une manière excessive qui pourrait provoquer la ségrégation du béton.

La surface non coiffée du béton doit être arasée à l'aide d'une règle droite et aplatie avec un outil approprié afin d'être bien lisse et exempte de saillies, crêtes, vides et creux. Le dessus du massif doit être horizontal; la différence d'élévation pointe à pointe doit être inférieure à 4 mm et doit permettre de respecter les contraintes, stipulées par les dessins de détail aux plans, sur le nombre maximum de cales secondaires.

Section 7

Ouvrages souterrains et en surface

Aucun béton ne doit être mis en place par temps froid (lorsque la température risque d'être inférieure à 5 °C durant les 24 heures suivant la mise en place du béton) ni par temps chaud (lorsque la température risque de dépasser 27°C durant le bétonnage).

La cure du béton doit être conforme à la norme CSA A23.1. Pour les massifs de fondation coulés en place, l'Adjudicataire doit laisser le béton mûrir 3 jours avant d'enlever les coffrages et de remblayer l'excavation. Pour les massifs préfabriqués, la résistance du béton doit avoir atteint 50 % de la résistance nominale (f_c') avant de pouvoir être décoffré et 70 % de la résistance nominale (f_c') avant le transport du massif de fondation.

Tous les coffrages doivent être retirés des ouvrages coulés en place avant le remblayage.

7.3.3 Mise en œuvre

7.3.3.1 Excavation

L'excavation doit être exécutée conformément à la section 6 du présent cahier.

Les excavations doivent respecter les exigences de la CNESST en matière de stabilité des pentes pour assurer la sécurité des travailleurs.

En présence de roc, les niveaux d'excavation indiqués aux plans doivent être respectés. Le coussin de support en matériaux granulaires peut être remplacé par du béton de type V afin de confiner la semelle ou la base du massif de fondation au roc.

Les excavations doivent être protégées en tout temps (sauf pendant que des ouvriers s'affairent à l'endroit de l'excavation) à l'aide de clôtures bien fixées ou de plaques d'acier bien fixées au sol.

7.3.3.2 Transport et manutention

Il est interdit de lever le massif de fondation par les tiges destinées à l'ancrage des structures. La manutention des massifs de fondation doit être faite de manière à éviter l'éclatement ou la fissuration du béton.

7.3.3.3 Mise en place

L'Adjudicataire doit réaliser l'assise avec des matériaux granulaires MG-20 compactés à 95 % de la MVSM, conformément aux plans. L'assise doit être de niveau et exécutée avec la précision nécessaire pour obtenir une projection hors sol du massif de fondation spécifiée aux plans.

Lors de la mise en place du massif de fondation selon l'implantation précédemment exécutée conformément à l'article 7.2 du présent devis, l'Adjudicataire doit vérifier que les dégagements latéraux (notamment derrière un trottoir, une bordure ou un accotement) et la projection hors sol du massif de fondation concordent avec les valeurs indiquées aux dessins de détails sur les plans. L'Adjudicataire doit faire les ajustements requis sur l'emplacement final du massif de fondation selon les instructions du Professionnel.

Si le massif de fondation est installé près d'une conduite de service public, un coussin de support de 300 mm minimum doit être mis en place entre le massif de fondation et la conduite de service public.

L'Adjudicataire doit retirer jusqu'à 25 mm sous la surface du béton tout système de levage faisant saillie sur le massif de fondation. Les systèmes de levage entièrement galvanisés qui ne sont pas protubérants peuvent être laissés en place. L'Adjudicataire doit sceller l'ouverture à l'aide d'un mortier sans retrait, ou d'un produit de scellement approuvé par le Professionnel, comportant un inhibiteur de corrosion. Les

Section 7

Ouvrages souterrains et en surface

systèmes de levage laissés en place doivent être recouverts par une couche du mortier ou du produit de scellement d'une épaisseur minimale de 25 mm.

Immédiatement après l'installation du massif de fondation, l'Adjudicataire doit installer un protecteur temporaire, selon le détail aux plans, afin de protéger les tiges d'ancrage, les conduits et le câblage jusqu'à l'installation de la structure de signalisation lumineuse. L'Adjudicataire peut récupérer le protecteur après l'installation de la structure de signalisation lumineuse.

7.3.3.4 Conduits

L'extrémité des conduits qui se projette au-dessus du massif de fondation ne doit pas être coupée ni endommagée afin d'éviter que les câbles et conducteurs soient endommagés par les bords coupants des conduits lors de leur tirage.

L'Adjudicataire doit boucher l'extrémité souterraine de toutes les sorties supplémentaires à l'aide d'une section de conduit droit, d'une longueur minimale de 300 mm, se terminant par un capuchon collé.

7.3.3.5 Remblais

Après le décoffrage, le remblayage n'est fait qu'après l'acceptation des massifs par le Professionnel. Le massif de fondation doit être remblayé conformément à la section 8 du présent devis avec les précisions suivantes. Le remblai autour des massifs de fondation doit être exécuté avec des matériaux granulaires MG-20 compactés à 90 % de la MVSM par couches d'une épaisseur maximale de 300 mm. Les couches de remblai doivent être faites uniformément autour du massif de fondation pour éviter tout renversement ou déplacement du massif durant le remblayage et la compaction. Pour les massifs de fondation adjacents à une chaussée, la dernière couche de 150 mm sous le niveau de l'infrastructure ainsi que les portions à la hauteur de la sous-fondation, de la fondation inférieure et de la fondation supérieure doivent être compactées à 95 % de la MVSM. L'Adjudicataire doit maintenir le taux d'humidité des matériaux granulaires dans la plage optimale pour favoriser leur compaction.

L'utilisation de matériaux provenant des excavations ou de matériaux MG-112, y compris du sable MG-112, est interdite autour des massifs de fondation.

Les massifs de fondation préfabriqués doivent être remblayés le jour même.

L'Adjudicataire doit protéger la tête du massif de fondation et les tiges d'ancrage jusqu'à l'installation des structures de signalisation lumineuse. Si le protecteur de base est laissé en place pour la période hivernale, l'Adjudicataire doit installer une balise d'identification hivernale. La balise d'identification hivernale doit être flexible et robuste, être de couleur jaune et avoir une longueur telle que le sommet de la balise soit à 1,2 m du sol. La balise peut être fixée au protecteur de base ou fixée à une fiche plantée dans le sol à proximité du massif de fondation.

7.3.3.6 Tumulus

Lorsque requis, l'Adjudicataire doit construire un tumulus autour du massif de fondation. La construction du tumulus et l'engazonnement des talus du tumulus doivent être faits selon les détails aux plans.

7.3.3.7 Enlèvement de massifs de fondation existants

Tous les bouts morts de conduits laissés dans le sol doivent être fermés à l'aide d'un capuchon collé.

Il est interdit d'araser une partie du béton sous la surface du sol plutôt que d'enlever complètement le massif.

Section 7

Ouvrages souterrains et en surface

Lorsqu'indiqué aux plans et s'il est en bon état, le massif enlevé peut être réutilisé à un nouvel emplacement dans le cadre du même contrat. L'Adjudicataire doit inspecter le massif de fondation enlevé conjointement avec le Professionnel afin que ce dernier juge de son état.

Le remblai de la cavité laissée par l'enlèvement du massif de fondation doit être exécuté conformément aux sections 6 et 8 du présent cahier. Lorsque le massif de fondation enlevé est situé dans la structure de chaussée, cette dernière doit être reconstruite conformément aux sections 6 et 9 du présent cahier.

7.3.4 Tolérances pour acceptation des massifs de fondation

7.3.4.1 Projection des tiges d'ancrage

L'Adjudicataire doit remplacer à ses frais tout nouveau massif de fondation dont la projection d'au moins une des tiges d'ancrage est à l'extérieur de la plage acceptée.

Projection indiquée au plan (mm)	Plage acceptée (mm)
90	85,0 à 90,0

7.3.4.2 Cercle de boulonnage

L'Adjudicataire doit remplacer à ses frais tout nouveau massif de fondation dont au moins une des tiges d'ancrage dévie du cercle de boulonnage indiqué aux plans de plus de 2 mm.

7.3.4.3 Verticalité des tiges d'ancrage

L'Adjudicataire doit remplacer à ses frais tout nouveau massif de fondation dont, pour au moins une des tiges d'ancrage, l'écart par rapport à la verticale dépasse 2 mm sur la longueur de la projection de la tige d'ancrage.

7.3.4.4 Tige d'ancrage pliée

L'Adjudicataire doit remplacer à ses frais tout massif de fondation dont au moins une tige d'ancrage a été pliée de plus de 15 degrés.

Pour tout massif de fondation dont une ou plusieurs tiges d'ancrage ont été pliées de moins de 15 degrés, l'Adjudicataire peut redresser les tiges d'ancrage. Une retenue permanente (pénalité) de 500 \$ sera appliquée pour chaque tige d'ancrage qui doit être redressée. La procédure de redressement d'une tige d'ancrage doit être approuvée par le Professionnel.

Dans le cas des massifs de fondation existants, le redressement des tiges d'ancrage ou le remplacement du massif fera l'objet de travaux supplémentaires ou de quantités supplémentaires si le défaut ne résulte pas de la négligence de l'Adjudicataire durant les travaux.

7.3.4.5 Tiges d'ancrage coupées

L'Adjudicataire doit remplacer à ses frais tout nouveau massif de fondation dont au moins une des tiges d'ancrage a été coupée.

Section 7
Ouvrages souterrains et en surface

7.3.4.6 Horizontalité de la tête du massif de fondation

Si l'ajustement de la verticalité d'un fût nécessite plus de 6 cales secondaires sur une même tige d'ancrage ou plus de 12 cales secondaires au total pour les quatre tiges, l'Adjudicataire doit, à ses frais, réexcaver le massif de fondation, refaire le niveau du coussin de support et repositionner le massif de fondation.

Si le niveling de la surface supérieure du massif lors de la coulée du béton est à l'origine du problème, l'Adjudicataire doit remplacer le massif de fondation à ses frais.

7.3.4.7 Verticalité des parois du massif

Une retenue permanente (pénalité) de 250 \$ sera appliquée pour chaque massif de fondation dont les parois verticales ne sont pas parallèles ou d'équerre, ou dont les parois verticales sont bombées ou arrondies.

7.3.4.8 Projection hors sol du massif de fondation

L'Adjudicataire doit réexcaver à ses frais et repositionner tout nouveau massif de fondation dont la projection hors sol est à l'extérieur de la plage acceptée.

Projection indiquée au plan (mm)	Plage acceptée (mm)
10 (pour massifs de fondation des structures de signalisation lumineuse)	5,0 à 10,0
75 (pour socles des coffrets)	50,0 à 75,0

7.3.4.9 Conduits dans les massifs de fondation

Il est interdit d'ajouter un conduit dans un massif de fondation déjà bétonné.

Une retenue permanente (pénalité) de 500 \$ sera appliquée pour chaque sortie de conduit supplémentaire indiquée aux plans et manquante sur un massif de fondation.

Une retenue permanente (pénalité) de 500 \$ sera appliquée pour chaque conduit dans un massif dont le diamètre ou l'orientation n'est pas conforme aux plans ou aux directives de chantier émises par le Professionnel.

Une retenue permanente (pénalité) de 500 \$ sera appliquée pour chaque massif de fondation sur lequel les conduits ont été coupés ou brisés.

Une retenue permanente (pénalité) de 500 \$ sera appliquée pour chaque massif de fondation dont tous les conduits de 53 mm de diamètre et plus ne sont pas composés de coude à long rayon.

7.3.4.10 Massif de fondation soulevé par les tiges d'ancrage

Tout massif de fondation qui a été soulevé par les tiges d'ancrage est automatiquement refusé et doit être remplacé par l'Adjudicataire à ses frais.

7.3.4.11 Retenues permanentes sur les massifs de fondation

Les retenues permanentes applicables aux massifs de fondation sont cumulatives jusqu'à concurrence du prix de l'item correspondant au bordereau.

Les retenues permanentes pour un massif de fondation ne sont pas appliquées si l'Adjudicataire choisit plutôt de remplacer le massif de fondation à ses frais.

Article 7.4 PUISTS D'ACCÈS

7.4.1 Matériaux

7.4.1.1 Puit d'accès préfabriqué

Les puits d'accès préfabriqués en béton armé pour feux de circulation doivent être conformes aux normes suivantes :

- BNQ 2622-420 « Regards d'égout, puisards, chambres des vannes et postes de pompage préfabriqués en béton armé »;
- ASTM C478 « Standard Specification for Circular Precast Reinforced Concrete Manhole Sections »; et
- ASTM C857 « Standard Practice for Minimum Structural Design Loading for Underground Precast Concrete Utility Structures ».

7.4.1.2 Cadre et couvercle

Le cadre en fonte doit avoir une épaisseur de 75 mm lorsque le puits d'accès est installé dans un trottoir, un îlot ou un terre-plein en béton et avoir une épaisseur de 203 mm lorsqu'installé dans la chaussée. Les cadres des puits installés dans la chaussée doivent être ajustables.

Les puits d'accès utilisés pour les systèmes de feux de circulation et les systèmes d'éclairage, avec ou sans fibres optiques, doivent comporter la mention « LAVAL – ÉLECTRIQUE ». Les puits d'accès utilisés exclusivement pour les réseaux de fibres optiques doivent comporter la mention « LAVAL – TELECOM ».

7.4.1.3 Géotextile

La membrane géotextile doit être conforme aux exigences de la section 5 du présent cahier.

7.4.1.4 Pierre concassée lavée

La pierre concassée lavée doit être conforme aux exigences de la section 5 du présent cahier.

7.4.2 Entreposage au chantier

Si les puits d'accès doivent être entreposés temporairement au chantier avant leur installation, ils doivent être posés sur un terrain plat et ils ne doivent pas reposer dans l'eau ni dans la boue.

7.4.3 Mise en œuvre

7.4.3.1 Assise

L'Adjudicataire doit réaliser le coussin de support avec des matériaux granulaires MG-20 compactés à 95 % de la MVSM, conformément aux plans. Le coussin de support doit être de niveau et exécuté avec la précision nécessaire pour obtenir une projection hors sol du massif de fondation comme spécifiée aux plans.

7.4.3.2 Puits sec

L'Adjudicataire doit construire un puits sec pour permettre le drainage du puits d'accès. Le puits d'accès doit être situé à plus de 4 m des fondations de tout bâtiment.

L'Adjudicataire doit excaver le puits sec et niveler le fond de l'excavation. Le sol en place sous le puits sec ne doit pas être compacté. L'Adjudicataire doit minimiser la compaction des sols d'infiltration en place autour du puits sec durant les travaux de construction. Durant l'excavation, si l'Adjudicataire note que le sol en place contient plus de 30% d'argile ou plus de 40% de silt, il doit aviser le Professionnel et attendre ses instructions.

Les parois et le fond du puits sec doivent être recouverts d'un géotextile non tissé. Les rouleaux de géotextile doivent se chevaucher d'au moins 600 mm. Le puits sec doit être rempli de pierre concassée lavée 20 mm légèrement compactée par couche de 300 mm. Le géotextile doit être replié au-dessus du puits sec avec un chevauchement d'au moins 300 mm.

Le puits sec doit être recouvert d'une couche de terre végétale d'une épaisseur minimale de 300 mm ou selon les indications aux plans.

7.4.3.3 Mise en place du puit d'accès

L'Adjudicataire doit niveler la base du puits d'accès dans les deux directions et vérifier que chaque section est d'aplomb avant d'installer la prochaine section (dalle, tête ou cadre du puits d'accès).

Avant l'installation de la prochaine section du puits d'accès, l'Adjudicataire doit nettoyer et inspecter les surfaces à rainure et languette afin qu'elles soient exemptes de tout débris, placer le joint de butyle près de la surface verticale de la languette en l'enroulant autour de la circonférence de la section afin de chevaucher les extrémités, façonnner les extrémités du joint de butyle pour former un joint étanche, et retirer tout le papier protecteur.

L'Adjudicataire doit sceller l'ouverture à l'aide d'un mortier sans retrait, ou d'un produit de scellement approuvé par le Professionnel, comportant un inhibiteur de corrosion. Les systèmes de levage laissés en place doivent être recouverts par une couche du mortier ou du produit de scellement d'une épaisseur minimale de 25 mm.

7.4.3.4 Tige de mise à la terre

Lorsqu'indiqué aux plans, une tige de mise à la terre conforme à l'article 10.2.4 du présent devis doit être enfoncee dans le sol sous le puit d'accès via le trou prévu à cet effet.

7.4.3.5 Remblais

Le puits d'accès doit être remblayé conformément aux sections 6 et 8 du présent cahier. Lorsque le massif de fondation enlevé est situé dans la structure de chaussée, cette dernière doit être reconstruite conformément aux sections 6 et 9 du présent cahier.

Les matériaux de remblais utilisés ne doivent pas comporter de blocs supérieurs à 75 mm.

L'Adjudicataire doit exécuter le remblayage de manière uniforme autour du puits d'accès afin d'éviter le renversement ou le déplacement du puits d'accès ou d'une de ses composantes.

La machinerie utilisée pour compacter le remblai doit être appropriée aux conditions du site afin de ne pas endommager le puits d'accès.

7.4.3.6 Ajustement du cadre et couvercle

Le cadre avec couvercle des puits d'accès installés dans un trottoir doit être ajusté selon la pente du trottoir et à une élévation correspondant à 4 mm plus bas que la surface du trottoir.

Le cadre avec couvercle des puits d'accès installés derrière un trottoir, une bordure ou un accotement doit être ajusté à une élévation correspondant à 15 mm sous le niveau du sol adjacent projeté, et le sol adjacent doit être remblayé à la hauteur du trottoir ou de la bordure.

7.4.3.7 Enlèvement de puits d'accès

Tous les bouts morts de conduits laissés dans le sol doivent être fermés à l'aide d'un capuchon collé.

Toutes les composantes du puits d'accès doivent être dégagées et retirées. Il est interdit de n'enlever qu'une partie du puits d'accès et de remblayer l'intérieur des parties laissées en place.

Sauf avis contraire, l'Adjudicataire doit livrer à la Ville les cadres et couvercles en fonte.

Le remblai de la cavité laissée par l'enlèvement du puits d'accès doit être exécuté conformément aux sections 6 et 8 du présent cahier. Lorsque le puits d'accès enlevé est situé dans la structure de chaussée, cette dernière doit être reconstruite conformément aux sections 6 et 9 du présent cahier.

Article 7.5 BOÎTES DE TIRAGE

7.5.1 Matériaux

La boîte de tirage est une boîte sans fond avec jupe en matériau composite moulé en feuilles (*Sheet Moulding Compound*) avec murs droits, couleur gris béton, et collier de béton polymère haute densité. Les dimensions des boîtes de tirage sont stipulées aux plans.

Elle est recouverte d'un couvercle en béton polymère haute densité avec doublure en matériau composite moulé en feuilles (*Sheet Moulding Compound*), couleur gris béton, et fini antidérapant. La mention « LAVAL – ÉLECTRIQUE » doit être gravée sur les couvercles des boîtes de tirage utilisées pour les systèmes de signaux lumineux, avec ou sans fibres optiques, et pour les systèmes d'éclairage. La surface du couvercle doit avoir un coefficient de friction égal ou supérieur à 0,5. Le couvercle est fixé à la boîte par un minimum de deux (2) boulons hexagonaux en acier inoxydable de 3/8 po x 1 ¼ po et possède un crochet de levage.

La boîte de tirage, incluant le couvercle, doit rencontrer les exigences de performance énoncées dans la norme ANSI-SCTE 77 pour le « Tier 15 » (sauf indication contraire).

La boîte de tirage (inclus le couvercle) doit être résistante aux rayons ultraviolets et aux produits chimiques et ne doit pas être affectée par le gel et le dégel. Elle doit être composée de matériaux non conducteurs.

7.5.2 Mise en œuvre

Lors de l'installation d'une boîte dans un trottoir, l'Adjudicataire doit scier et enlever une pleine section de trottoir, conformément aux exigences du cahier des charges spéciales pour la construction et la réhabilitation des infrastructures routières.

La boîte de tirage est installée sur un coussin de support de 200 mm avec matériaux granulaires MG-20 compactés à 90 % de la MVSM, conformément aux plans. Le coussin doit excéder la boîte de 300 mm de chaque côté.

Section 7

Ouvrages souterrains et en surface

Les boîtes doivent être installées de manière que le couvercle reste visible et accessible. La surface du couvercle des boîtes de tirage installées dans un trottoir doit être de 5 à 8 mm sous la surface du trottoir. La surface du couvercle des boîtes de tirage installées dans une surface gazonnée doit être de 10 à 15 mm plus bas que le sol adjacent après la pose et le tassement du gazon en plaques. L'élévation des boîtes installées dans un talus doit être déterminée de manière à respecter les exigences des pentes du remblai au présent article et aux plans. Les boîtes doivent être placées à niveau et parallèles aux trottoirs et aux bordures.

L'Adjudicataire doit installer un contreventement temporaire à l'intérieur de la boîte pour soutenir ses parois durant le remblayage. Le contreventement peut être composé de sections de colombage en bois bien ajustées aux dimensions intérieures de la boîte. Le couvercle doit être refermé et boulonné avant le début des activités de remblayage.

Les boîtes de tirage doivent être remblayées avec le matériau provenant des excavations, mais exempt de blocs supérieurs à 75 mm. L'Adjudicataire doit compacter le remblai autour de la boîte à l'aide d'un compacteur de sol manuel. Aucun compacteur mécanique (tel qu'un pilon compacteur ou une plaque vibrante) ne doit être utilisé à moins de 600 mm des boîtes de tirages.

Le sol adjacent autour de la boîte de tirage doit être régalé avec une pente descendante de 2 % en s'éloignant de la boîte sur une distance minimale de 300 mm, conformément aux plans. Lorsque la boîte est située dans un talus, les pentes de ce dernier doivent être ajustées pour maintenir une surface plane d'au moins 400 mm autour de la boîte avec une pente de 2 % à 3 % vers le bas du talus, et les pentes du talus doivent être ajustées en conséquence. Le couvercle de la boîte de tirage doit toujours demeurer accessible.

L'Adjudicataire doit veiller à ce qu'aucune machinerie lourde ne circule à proximité des boîtes de tirage durant les travaux.

Article 7.6 CANALISATIONS ÉLECTRIQUES

7.6.1 Matériaux

7.6.1.1 Canalisations en PVC

Les canalisations en PVC comprennent, sans s'y limiter, les conduits, coudes, raccords, manchons, boîtes et capuchons.

Les conduits (incluant les coudes et manchons) en PVC rigide non plastifié doivent être conformes à la norme CSA C22.2 No 211.2. Les coudes doivent être préfabriqués en usine. Aucun pliage, ni déformation, ni décoloration n'est accepté sur les conduits. L'Adjudicataire doit utiliser des coudes à long rayon.

Les boîtes et raccords (incluant les capuchons et autres accessoires) doivent être conformes à la norme CSA C22.2 No 85.

À moins d'indications contraires aux plans, les conduits doivent avoir les diamètres suivants en fonction de leur utilisation :

- 78 mm : feux de circulation (conduits entre les massifs de fondation, incluant les conduits pour l'alimentation électrique et les conduits pour la télématrie), réseau de fibres-optiques entre les intersections, conduits pour usage futur et sorties supplémentaires dans les massifs de fondation;
- 53 mm : éclairage routier;

Section 7

Ouvrages souterrains et en surface

- 41 mm : feux de circulation (conduits entre les boîtes de tirage et les massifs de fondation);
- 21 mm : boucles de détection rigides préfabriquées.

7.6.1.2 Conduits en polyéthylène

Les conduits en polyéthylène haute densité (HDPE) doivent être conformes à la norme CSA C22.2 no 327.

À moins d'indications contraires, les conduits en polyéthylène haute densité sont utilisés pour le passage de conducteurs de mise à la terre dans les massifs de fondation et ils doivent avoir un diamètre de 16 mm.

À moins d'indications contraires, les conduits en polyéthylène (HDPE) installés par forage dirigé doivent avoir un diamètre de 78 mm (3 po IPS) avec un ratio SDR 11.

7.6.1.3 Gaines installées par excavation

La gaine installée par excavation doit être un tuyau en PVC DR-35 conforme aux normes ASTM D3040 ou ASTM F1760. Ils doivent être certifiés conformément à la norme CSA B182.2. La rigidité annulaire minimale doit être de 320 kPa.

Les gaines doivent avoir un diamètre minimum de 200 mm, sauf indication contraire aux plans.

7.6.1.4 Gaines installées par poussée ou fonçage

La gaine installée par poussée ou fonçage doit être un tuyau en acier galvanisé conforme à la norme ASTM A139, grade B, ou à la norme ASTM A53, pour le type E ou type S, grade B.

Les gaines installées par poussée ou fonçage doivent avoir un diamètre de 150 mm (NPS 4) ou de 200 mm (NPS 6), selon les indications aux plans. À moins d'indications contraires, la paroi de la gaine doit avoir une épaisseur minimale de 6,35 mm.

7.6.1.5 Béton

Le béton 20 MPa pour la construction des massifs de conduits enrobés de béton doit être conforme aux stipulations de l'article 5.4 du présent cahier.

L'Adjudicataire doit transmettre au Professionnel les fiches descriptives des mélanges de béton au moins dix (10) jours ouvrables avant de procéder au bétonnage.

7.6.1.6 Assise et enrobage

L'assise et l'enrobage sont exécutés avec un sable tamisé de classe A qui rencontre les exigences de la norme BNQ 2560-114, partie III, pour les matériaux granulaires GC-14, mais qui ne doit pas contenir de granulats supérieurs à 6,3 mm. Il doit être compactable et résistant au gel et au gonflement.

7.6.1.7 Remblais

Le remblai est exécuté avec un matériau granulaire MG-20 pour fondation conforme à la norme BNQ 2560-114, partie II.

7.6.1.8 Ruban de marquage

Le ruban de marquage doit être en polyéthylène basse densité opaque de couleur rouge avec légende imprimée de couleur noire.

Section 7

Ouvrages souterrains et en surface

Il doit rencontrer les exigences suivantes :

- Largeur de 75 mm;
- Épaisseur minimale de 0,09 mm, conformément à la norme ASTM D2103;
- Résistance à la traction d'au moins 12 MPa (1750 psi), conformément à la norme ASTM D882;
- La légende doit être clairement lisible, épelée correctement et entièrement imprimée;
- La légende doit être résistante à l'abrasion et à la dégradation par les acides et substances alcalines présentes dans les sols;
- La légende doit être uniforme et exempt de bosses, de vides et de matières étrangères;
- Les pigments et l'encre doivent être exempts de plomb;
- L'encre doit être sèche, bien adhérer au ruban et ne pas se transférer aux parties non imprimées du ruban;
- Le ruban doit être flexible et ne doit pas être rigide ni friable;
- Le ruban doit pouvoir être déroulé sans difficulté;
- Le ruban doit être lisse, uniforme et sans défauts ni irrégularités.

7.6.2 Mise en œuvre

7.6.2.1 Excavation des tranchées

L'excavation de 1^{re} et de 2^e classe doit être exécutée conformément à la section 6 du présent cahier.

Les excavations doivent respecter les exigences de la CNESST en matière de stabilité des pentes pour assurer la sécurité des travailleurs.

Le fond de la tranchée doit être égalisé et avoir une profondeur uniforme.

7.6.2.2 Profondeur des gaines et des canalisations

Le recouvrement des gaines et conduits indiqué aux coupes types des tranchées « sous chaussée » et « hors chaussée » doivent être respectées. Toutefois, lors de croisements avec d'autres infrastructures en conflit, l'Adjudicataire peut installer les gaines et conduits à une profondeur différente après avoir obtenu l'autorisation du Professionnel.

7.6.2.3 Coussin d'enrobement

Les gaines et les conduits doivent être positionnés au centre du coussin d'enrobage.

La compaction du coussin d'enrobement doit être réalisée de la façon suivante : application de la couche inférieure, compaction, pose du conduit, application de la couche supérieure et compaction.

7.6.2.4 Installation des gaines

En travers des rues et des entrées privées, les conduits doivent être installés dans une gaine.

Les gaines installées par excavation doivent être posées dans le sable selon les dispositions des dessins de détail aux plans. Les gaines doivent dépasser, autant que possible, d'un (1) mètre derrière les trottoirs ou bordures.

Section 7

Ouvrages souterrains et en surface

Lorsque la gaine est installée par fonçage, elle doit être à une profondeur minimale de 1,8 m sous la surface de la chaussée et à une profondeur minimale de 0,95 m hors chaussée. La gaine doit être enfoncee au fur et à mesure que le forage progresse de manière qu'elle offre un soutien adéquat au sol adjacent. L'Adjudicataire doit utiliser un lubrifiant pour réduire la friction. Un cadre approprié doit être utilisé pour répartir uniformément les forces sur la circonference de la gaine. Si l'Adjudicataire utilise une méthode de fonçage avec extrémité ouverte, il doit attacher ou souder un bouclier coupe-sol ou un anneau de protection à l'avant de la gaine pour fonder légèrement plus grand que la gaine afin de réduire la friction. Si l'Adjudicataire utilise une méthode de fonçage avec extrémité fermée, il doit attacher un accessoire en forme de cône à l'avant de la gaine.

L'Adjudicataire doit colmater les extrémités des gaines de façon à empêcher les matériaux d'enrobement de s'infiltrer à l'intérieur des gaines. Le colmatage doit être exécuté de sorte qu'il puisse être retiré afin d'insérer des conduits supplémentaires à l'intérieur de la gaine. Lorsqu'une gaine est installée pour usage futur, le colmatage doit être réalisé à l'aide de bouchons appropriés au type de gaine et installés aux extrémités.

7.6.2.5 Installation des canalisations

À moins d'indications contraires sur les plans, les conduits doivent être installés en tout temps à une profondeur minimale de 900 mm en dessous du niveau final du sol. Les conduits doivent être posés sur un coussin de sable d'une épaisseur de 100 mm et recouverts de sable jusqu'à 100 mm au-dessus du conduit conformément aux dessins de détails sur les plans.

Tous les coudes, raccords et conduits doivent être collés selon les recommandations du manufacturier.

Sur toute la longueur des tranchées, l'Adjudicataire doit installer un ruban de marquage de câbles enfouis selon les indications aux dessins de détails sur les plans.

Les conduits doivent suivre une ligne droite et être installés suivant les indications montrées sur les plans.

L'Adjudicataire doit s'assurer que les conduits sont libres de tout débris, dépôt d'eau ou glace qui pourrait se trouver dans les conduits. Il doit vérifier la continuité des conduits à l'aide d'un mandrin rigide non déformable mesurant 80 % du diamètre du conduit. Tous les conduits sans conducteurs, pour utilisation future, doivent être munis d'une corde de tirage en nylon de 6 mm de diamètre sur toute la longueur.

Lorsque des conduits doivent être raccordés à des conduits existants, l'Adjudicataire doit déterminer la position du conduit existant à interceper, enlever les câbles électriques à l'intérieur du conduit, couper le conduit avec un outil approprié de façon à donner une coupe droite et sans bavure, nettoyer la section du conduit réutilisé et effectuer le raccordement du nouveau conduit au conduit existant à l'aide d'un adaptateur approprié.

7.6.2.6 Massif de conduits enrobés de béton

Tous les travaux sur les canalisations du côté du distributeur en amont du puits de raccordement ou de la boîte de raccordement doivent être exécutés par un entrepreneur accrédité par Hydro-Québec.

Le bétonnage maigre, 20 MPa, doit être conforme aux exigences de l'article 5.4 du présent cahier. Le béton doit recouvrir les conduits d'un minimum de 75 mm sous ceux-ci et d'un minimum de 50 mm sur les côtés et sur le dessus. Le béton doit être coulé dans avec un coffrage afin d'obtenir des parois verticales lisses. Le dessus du massif doit être grossièrement égalisé.

Les conduits doivent être déposés dans la tranchée sur des supports séparateurs (cales d'espacement) tel que le système MONOBLOC de IPEX ou équivalent, suivant les recommandations du manufacturier des

Section 7

Ouvrages souterrains et en surface

conduits et à des intervalles ne dépassant pas 1 200 mm. Les cales d'espacement destinées à recevoir la première rangée de conduits doivent être déposées sur une planche en bois traité.

Aucune armature n'est exigée, sauf aux jonctions qui relient deux coulées différentes de béton. Dans ce cas, des barres d'armature galvanisées G15M doivent être installées aux quatre coins et avoir une longueur minimale de 2,4 m.

Lorsque le fond de la tranchée est mou ou boueux, un lit de pierres nettes de 20 mm doit y être étendu sur la pleine largeur de la tranchée et sur la longueur nécessaire.

Le Professionnel doit être avisé du moment de la coulée du béton afin de pouvoir vérifier les conduits et leur installation.

7.6.2.7 Raccordement des conduits et travaux connexes

Les raccordements des nouveaux conduits à des conduits existants, les raccordements temporaires afin de maintenir les systèmes d'éclairage ou de feux existants en service, les câbles existants à désaffecter, les épisures et les travaux connexes font partie du contrat.

En ce qui a trait au raccordement des conduits à des conduits existants, les travaux consistent à :

- déterminer la position exacte du conduit à interceptrer;
- excaver pour dégager le conduit, le cas échéant;
- enlever les câbles électriques à l'intérieur du conduit;
- couper le conduit avec l'outil approprié de façon à effectuer une coupe droite et sans bavure;
- nettoyer la section du conduit à réutiliser;
- débloquer et nettoyer le coude dans le massif dans le cas du raccordement d'un nouveau conduit à un coude d'un massif de fondation;
- effectuer le raccordement du nouveau conduit au conduit existant à l'aide d'un adaptateur approprié.

Aucun item au bordereau n'est prévu pour ces travaux, l'Entrepreneur doit en amortir les coûts sur les divers items au bordereau.

7.6.2.8 Conduit, câblage et boîte de tirage à enlever

Les travaux consistent, sans s'y limiter, à débrancher les câbles de distribution et d'alimentation aériens et souterrains, à excaver, à refaire les épisures aux endroits requis, à enlever le câblage (tous les conducteurs présents dans les conduits), les conduits en surface, les boîtes de jonction/tirage inutilisées, à remblayer et à disposer des vieux matériaux selon les exigences de l'article « Déblais et disposition de matériaux secs » du présent devis.

La position des éléments souterrains existants, leurs quantités, type et dimensions sont montrés aux plans selon les informations recueillies sur les plans finaux des précédents projets. Il se peut que certaines informations diffèrent des conditions existantes sur le chantier.

Aucun item n'est prévu au bordereau pour ces travaux. L'Entrepreneur doit en répartir les coûts dans l'ensemble des prix unitaires et globaux du contrat. Seules les réfections des surfaces sont payables au bordereau sous leurs items respectifs.

Lorsque des câbles existants enlevés doivent être réinstallés dans un nouveau conduit, l'Entrepreneur doit répartir les coûts associés à ces travaux sur les différents items de nouveaux câbles au bordereau.

7.6.2.9 Remblais

Le remplissage des tranchées est fait conformément à la section 8 du présent cahier et selon les coupes détaillées aux plans selon le type de tranchée. Aucune matière organique ne doit servir au remplissage des tranchées.

Le remplissage des tranchées ne doit pas être fait avant que l'ouvrage souterrain dans la tranchée n'ait été inspecté et approuvé par le Professionnel.

7.6.2.9.1 Tranchées hors chaussée

Après que les conduits ont été installés et recouverts d'une couche de sable, les tranchées doivent être remplies avec les matériaux d'excavation si ceux-ci sont de bonne qualité, c'est-à-dire, ne renfermant pas de cailloux excédant un diamètre de 75 mm ni de matériaux inutilisables tels que définis au présent cahier des charges. Le remplissage doit être compacté à une densité au moins égale à celle du sol environnant non remanié et l'Adjudicataire doit gonfler légèrement la tranchée remplie.

7.6.2.9.2 Tranchées sous les chaussées

Les tranchées pratiquées sous les chaussées et sous les structures telles que les trottoirs, îlots en béton, rues et entrées charretières, qu'elles soient pavées ou non, doivent être remplies complètement avec de la pierre concassée MG-20, à moins d'avis contraire aux plans ou aux documents de soumission.

L'Adjudicataire doit damer mécaniquement à tous les 150 mm d'épaisseur, en prenant soin d'arroser adéquatement, pour obtenir une compaction à 95 % de la MVSM, conformément aux exigences de la section 8 du présent cahier.

L'usage d'un véhicule tel un chargeur ou une pelle rétrocaveuse pour damer est interdit.

Le remplissage au-dessus de l'enrobement doit être exécuté avec des matériaux granulaires MG-20 compactés à 95 % de la MVSM par couches successives d'une épaisseur maximale de 300 mm, conformément à la norme BNQ 2501-255. L'Adjudicataire doit maintenir le taux d'humidité des matériaux granulaires dans la plage optimale pour favoriser leur compaction. L'utilisation de matériaux provenant des excavations est interdite.

Un ruban de marquage doit être enfoui environ à la mi-profondeur des conduits.

7.6.2.10 Installation de conduits par forage dirigé

L'Adjudicataire doit localiser tous les obstacles possibles sur le parcours du forage à l'aide des informations disponibles ou par des puits d'exploration.

L'installation de conduits par forage dirigé doit être exécuté à l'aide d'un équipement permettant de contrôler la direction de la tête foreuse. Au besoin, il doit utiliser une tête émettrice de signal de repérage.

L'Adjudicataire doit prendre toutes les précautions nécessaires afin de ne pas endommager les conduits et les câbles d'électricité, de télécommunication, de câblodistribution et de fibres optiques ainsi que les canalisations existantes (aqueduc, égout, gaz, etc.).

L'Adjudicataire doit fournir et installer les adaptateurs entre le conduit installé par forage directionnel et le conduit rigide en PVC. Les conduits de PVC doivent être collés aux conduits de polyéthylène avec un adhésif recommandé par le manufacturier.

Le conduit doit être à une profondeur minimale de 1 350 mm sous la surface du sol.

Article 7.7 BOUCLES DE DÉTECTION

7.7.1 Matériaux

7.7.1.1 Canalisations en PVC

Les conduits, boîtes et raccords en PVC rigide non plastifié doivent être conformes aux exigences de l'article 7.6 du présent devis.

7.7.1.2 Conducteurs électriques

Les conducteurs électriques utilisés dans la fabrication des boucles de détection doivent être de calibre 14 AWG à 7 brins torsadés, de type RWU-90 XLPE, -40°C, en cuivre et isolés pour une tension de 1 000 Volts, conformément à la norme CSA C22.2 No 38.

7.7.2 Préfabrication des boucles de détection rigides

Les boucles de détection sont préfabriquées en usine à partir d'un conduit en PVC rigide de 21 mm de diamètre, d'une longueur minimale de 6 m afin de minimiser les manchons d'accouplement, lesquels sont formés à même le conduit. Les coins des boucles sont formés à partir du même conduit plié à chaud sans déformation grave.

Les rayons de courbure de 102 mm (4"), sont formés selon un gabarit à même le conduit, sans l'utilisation de manchon d'accouplement. Un raccord d'accès en forme de « T » complète la forme géométrique de la boucle et permet l'accouplement d'un conduit d'amenée jusqu'à la boîte de tirage ou jusqu'au coffret de contrôle.

Le conduit en PVC formant la boucle contient un enroulement de fils continus selon le nombre de tours indiqué aux plans.

Les fils de raccordement de la boucle doivent sortir du raccord en « T » pour une longueur d'au moins 30 m ou selon les indications aux plans, afin de se rendre jusqu'à la base du fût le plus près sans joint. Les fils de raccordement doivent faire une boucle d'un mètre dans chaque boîte de tirage et ils doivent avoir une longueur suffisante pour pouvoir sortir une longueur de 600 mm de la porte du fût. Ces fils doivent être torsadés au minimum 10 tours au mètre afin d'éliminer le champ inductif hors boucle et de maintenir les câbles le plus près possible l'un de l'autre.

L'intérieur du conduit en PVC formant la boucle doit être injecté sous pression d'un uréthane malléable dans le plein volume intérieur et absent de poche d'air. Cet uréthane est une résine à moulage très flexible, à base de polyuréthane clair et à deux (2) composants. Il doit demeurer stable et conserver ses caractéristiques d'état solide et de flexibilité sous des températures allant de -40 °C à +100 °C.

L'uréthane malléable a les caractéristiques suivantes :

- Teneur en matières solides 100 %
- Densité $1,6 \pm 0,1$
- Viscosité en eps $1\ 520 \pm 100$
- Dureté $60\ A \pm 5$
- Résistance à la traction $237\ lbs \pm 20$
- Élongation $460\ \% \pm 30$

7.7.3 Mise en œuvre

La boucle de détection doit être installée à une profondeur approximative de 150 mm en dessous de la surface de la route et à un minimum de 50 mm de toute structure ou treillis métallique, soit en pratiquant une ouverture dans la route ou en l'insérant au moment même de la construction de la route. Elles doivent être raccordées dans le premier fût rencontré en série par voie de circulation, sauf indication contraire aux plans.

Lorsque les câbles de la boucle se terminent dans une boîte de jonction, ils doivent être joints à un câble de transmission conforme aux exigences du présent cahier. Les joints dans les boîtes de jonction doivent être soudés et isolés avec des connecteurs à écrasement et des gaines de recouvrement thermorétrtractables installées selon les recommandations du fabricant.

L'Adjudicataire doit vérifier l'état et l'intégrité des boucles de détection avant de les installer et vérifier à nouveau après l'exécution du pavage. À cet effet, il doit vérifier l'isolation du câble RWU de la boucle avec un mégohmmètre à une tension de 1000 Volts. Les boucles doivent présenter des lectures supérieures à 1000 mégohms.

7.7.3.1 Boucle sous pavage projeté

Les boucles de détection doivent être installées avant la mise en place de la couche de pavage de base. Si la couche de base est existante, il est possible d'installer les boucles dans la couche de base existante, mais avant les couches de correction ou d'usure.

7.7.3.2 Boucle sous le pavage existant

Dans le pavage existant, à l'emplacement des conduits constituant la boucle, couper au moyen d'une scie à eau le revêtement sur une largeur maximale de 100 mm. Enlever le revêtement et le granulat jusqu'à la profondeur requise.

Mettre en place la boucle et la fixer à l'aide de crampillons métalliques à tous les mètres et effectuer un recouvrement de 25 mm au-dessus de la boucle avec un mélange de béton bitumineux à froid. Compacter à l'aide d'un pilon pneumatique adapté pour la tranchée. Combler la tranchée avec du béton bitumineux de type EC-10 PG 58-28 par couches compactées d'une épaisseur minimale de 20 mm et d'une épaisseur maximale de 50 mm.

7.7.4 Boucle non conforme

Dans le cas où les résultats des vérifications électrotechniques (réalisées conformément à la section 14 du présent cahier) ne sont pas concluants, L'Adjudicataire doit remplacer les boucles de détection à ses frais et les vérifications électrotechniques doivent être reprises.

Les boucles existantes non fonctionnelles lors des vérifications électriques et qui étaient fonctionnelles au moment de l'inspection pré-travaux doivent être remplacées aux frais de l'Adjudicataire.

Les boucles de détection non-conformes sont remplacées au frais de l'Entrepreneur. Lorsque les boucles de détection non-conformes sont installées sous un pavage neuf, leur remplacement inclut la réfection du revêtement de surface sur toute la largeur de la chaussée et sur la longueur des boucles de détection plus 2 m de part et d'autre de celles-ci. Dans ce cas, l'Entrepreneur enlève la couche de surface par planage sur 50 mm de profond minimum et met en place une nouvelle couche de pavage selon les spécifications du devis. Le remplacement des boucles de détection non-conformes inclut la signalisation requise.

7.7.5 Boucle de détection existante à enlever

Avant de désactiver des boucles de détection fonctionnelles, l'Adjudicataire doit s'assurer que le fonctionnement du système de feux de circulation restera opérationnel et que la programmation temporaire des feux (modification de phasage, de minutages ou de mode de rappel des phases), soit mise en fonction.

Les boucles de détection existantes à enlever sont montrées aux plans. Lorsque l'installation d'une nouvelle boucle de détection est prévue à proximité de boucles de détection existantes désaffectées non montrées au plan, l'Adjudicataire doit également enlever ces boucles existantes.

Les travaux consistent, sans s'y limiter, à :

- Implanter la programmation temporaire des feux;
- Localiser la position exacte de la boucle de détection à enlever, de sa boîte de tirage, ainsi que leurs chemins de câbles jusqu'au fût de feux de circulation. Localiser également la position exacte des boucles de détection à conserver à proximité, ainsi que leurs chemins de câbles, afin de ne pas les endommager;
- Défaire les épissures des câbles de boucle à enlever;
- Scier le conduit d'amenée et ses câbles en bordure de la chaussée (ou de la boîte de tirage).
- Scier en suivant le chemin de la boucle, excaver et enlever la boucle et ses câbles jusqu'à l'unité de feux, en prenant soin de ne pas endommager le conduit souterrain entre dans le massif de fondation et la boîte de tirage.
- Se départir des matériaux de rebut.

L'Adjudicataire doit suivre l'ordonnancement de ces travaux préalablement à l'enlèvement de la chaussée et des boucles de détection, sans quoi il sera tenu responsable des bris occasionnés aux câbles de distribution et au conduit souterrain existant du massif de fondation à la boîte de tirage et devra réparer le tout à ses frais. L'Adjudicataire doit également remplacer à ses frais toutes les boucles de détection existantes, à proximité et à conserver, qui ont été endommagées durant les travaux.

Dans un pavage existant à conserver, les traits de scie doivent ensuite être comblés avec un scello-bitume. Ce dernier ne doit pas être étendu en dehors des traits de scie.

Section 8 Remblayage

Article 8.1 CONDITIONS GÉNÉRALES

En plus de se conformer aux articles qui suivent, les travaux de remblayage doivent être réalisés en conformité avec la section 8 « Remblayage » du *Cahier des charges spéciales pour la construction des réseaux d'égouts et d'aqueduc*.

Article 8.2 REMBLAIS

Nonobstant l'article 8.1 « Remblais » du *Cahier des charges spéciales pour la construction des réseaux d'égouts et d'aqueduc*, les matériaux provenant des excavations et réutilisés pour le remplissage doivent être exempts de blocs supérieurs à 75 mm.

Section 9 Réfection des surfaces

Article 9.1 CONDITIONS GÉNÉRALES

En plus de se conformer aux articles qui suivent, les travaux de réfection des surfaces doivent être réalisés en conformité avec le *Cahier des charges spéciales pour la construction et la réhabilitation des infrastructures routières* et la section 6 du *Cahier des charges spéciales pour la construction des réseaux d'égouts et d'aqueduc*.

Article 9.2 RÉFLECTION DE LA FONDATION DE CHAUSSÉE

Nonobstant l'article 6.17 « Dommages aux pavages existants, aux trottoirs et aux bordures » du *Cahier des charges spéciales pour la construction des réseaux d'égouts et d'aqueduc*, le remblai autour des massifs de fondation doit être en pierre concassée MG 20 compactée à 95 % de la MVSM (même pour les massifs de fondation partiellement ou entièrement installés dans la fondation de chaussée) conformément aux dessins de détails sur les plans, et la réfection de la fondation inférieure de la chaussée dans les tranchées des canalisations électriques peut être exécutée en pierre concassée MG 20 MTQ ou en pierre concassée MG 56, compactée à 95 % de la MVSM, conformément aux dessins de détails sur les plans.

Article 9.3 DÉLAI DE RÉFLECTION DES SURFACES

Nonobstant l'article 6.17 « Dommages aux pavages existants, aux trottoirs et aux bordures » du *Cahier des charges spéciales pour la construction des réseaux d'égouts et d'aqueduc*, la réfection des surfaces gazonnées, bétonnées ou recouvertes de pavé-uni doit être complétée dans un délai de quinze (15) jours suivant la fin des travaux souterrains.

Nonobstant ce qui précède, l'Adjudicataire peut demander une extension du temps de réfection des surfaces gazonnées, bétonnées ou recouvertes de pavé-uni lorsque la température ou la saison est impropre aux travaux de réfection. Cette autorisation est assujettie aux conditions suivantes :

- L'Adjudicataire doit procéder aux travaux de réfection des surfaces gazonnées dès que le Professionnel lui en fait la demande.
- L'Adjudicataire doit procéder à une réfection temporaire des surfaces bétonnées (incluant, mais sans s'y limiter, les trottoirs, bordures et musoirs) au moyen d'enrobé bitumineux et il doit procéder aux travaux de réfection permanente des surfaces bétonnées dès que le Professionnel lui en fait la demande.

Article 9.4 DALLE DE PROPRETÉ

La dalle de propreté devant un coffret de contrôle doit être construite conformément aux exigences concernant les trottoirs du *Cahier des charges spéciales pour la construction et la réhabilitation des infrastructures routières*.

Section 10 Alimentation et mise à la terre

Article 10.1 GÉNÉRALITÉS

10.1.1 Tension d'alimentation

La tension d'alimentation au réseau d'Hydro-Québec est de 120/240 Volts monophasée, et tous les appareils de contrôle ainsi que les signaux lumineux doivent opérer à une tension de 120 Volts.

Article 10.2 MATÉRIAUX

10.2.1 Boîte de raccordement

La boîte de raccordement pour abonnement au tarif à forfait est une boîte de jonction étanche pour alimentation souterraine monophasée 100 Ampères, 120/240 Volts.

10.2.1.1 Boîtier

Le coffret de branchement doit être fait de feuilles en alliage d'aluminium. Le boîtier doit être étanche aux intempéries et être conforme aux exigences du type 3R selon la norme NEMA 250.

La boîte de raccordement doit avoir les dimensions suivantes :

- Largeur : 220 mm;
- Hauteur : 600 mm;
- Profondeur : 160 mm.

La boîte de raccordement doit comporter deux compartiments. La porte de chaque compartiment doit pouvoir être maintenue fermée par un dispositif de scellement. Le compartiment du distributeur (compartiment du bas) doit avoir une hauteur minimale de 300 mm.

Le boîtier doit être conçu pour recevoir un conduit d'un diamètre de 78 mm par le dessous.

La paroi inférieure du compartiment du bas doit comporter des débouchures de 2", 2-1/2", 3" et 3-1/2".

10.2.1.2 Dispositif de protection

Le compartiment du client (compartiment du haut) doit être équipé pour recevoir un disjoncteur 2 pôles de type « Q » de marque ABB, Siemens, GE ou Westinghouse.

Le compartiment du client doit être équipé d'un disjoncteur 50 A, 2 pôles.

10.2.1.3 Borniers

Les borniers doivent être conçus pour recevoir des conducteurs de calibre 6 AWG à 2 AWG.

Le compartiment du distributeur doit comporter des connecteurs en aluminium de type tunnel et des goujons de 3/8" pour cosses de raccordement à compression avec plage NEMA à un trou.

10.2.1.4 Certification

La boîte de raccordement pour abonnement au tarif à forfait doit être conforme aux exigences de la norme E.21-10 « Service d'électricité en basse tension » d'Hydro-Québec (livre bleu).

La boîte de raccordement doit être certifiée selon la norme CSA A277.

10.2.2 Coffret de branchement

10.2.2.1 Boîtier

Le coffret de branchement doit être fait de feuilles en alliage d'aluminium 5052-H32 d'une épaisseur de 3,175 mm. Tous les joints extérieurs doivent rencontrer les exigences du type 4 conformément à la norme NEMA 250. Le boîtier doit être étanche aux intempéries et être conforme aux exigences du type 3R selon la norme NEMA 250.

Le coffret de branchement doit avoir les dimensions suivantes :

- Largeur : 200 mm;
- Hauteur : 600 mm;
- Profondeur : 200 mm.

Le dessus du coffret doit être conçu de manière à éviter l'accumulation d'eau ou de glace dans la partie supérieure du cadre de la porte.

Toutes les surfaces doivent être lisses et exemptes de piqûres, de marques et autres défauts. Toutes les arêtes doivent être arrondies et intactes. Toutes les soudures doivent être exemptes de bavures, de piqûres et de tout autre défaut. Toutes les composantes du boîtier, incluant la porte, doivent être assemblées par des soudures continues (aucun taquet de soudure). Les soudures doivent être réalisées conformément à la norme CSA W59.2, et les travaux de soudage doivent être exécutés par un manufacturier détenant une certification du bureau canadien de soudage (CWG) en vertu des exigences de la norme CSA W47.2.

Toute la quincaillerie exposée aux intempéries doit être en acier inoxydable 316. La quincaillerie en acier inoxydable 304 n'est acceptée que si la pièce n'existe pas en acier inoxydable 316.

Les charnières de la porte doivent être des charnières continues (i.e. penture à piano) en acier inoxydable. Le cadre de la porte doit comporter une garniture d'étanchéité en polychloroprène (*Néoprène*). La porte doit comporter une serrure Corbin 15481RS, pour clé Corbin 5R6352, munie d'un protecteur qui se glisse au-dessus afin de la protéger des intempéries.

La finition intérieure et extérieure du boîtier doit être conforme à l'article 6.6.2 du devis technique « Coffret de contrôle NEMA TS 2 pour feux de circulation ».

Le coffret doit comporter deux supports supérieurs et deux supports inférieurs soudés au dos du boîtier. Les supports doivent être espacés latéralement de 50 mm. Les supports doivent permettre l'insertion de courroies de cerclage en acier inoxydable d'une largeur de 19 mm et d'une épaisseur de 0,76 mm.

Section 10

Alimentation et mise à la terre

10.2.2.2 Plaque de fond

La plaque de fond pour le montage des composantes électriques doit être en alliage d'aluminium 5052-H32 et avoir les dimensions suivantes :

- Largeur : 200 mm;
- Hauteur : 540 mm;
- Épaisseur : 6,35 mm.

La plaque de fond doit être fixée de manière à être amovible. Un espace de 25,4 mm doit être conservé entre la plaque de fond et le dos du coffret.

10.2.2.3 Dispositif de protection

L'alimentation au coffret de contrôle est protégée par un disjoncteur de 30 Ampères, 2 pôles, de type thermomagnétique avec étalonnage magnétique non ajustable, dans un boîtier moulé et boulonné, avec une capacité de rupture de 22 kV (à 240 V), pour usage robuste et approuvé CSA.

Les bornes du disjoncteur doivent pouvoir accepter des câbles monoconducteurs de calibre 8 à 1/0 AWG et être séparées par une cloison de protection formée à même le boîtier du disjoncteur.

Le disjoncteur doit être isolé de la plaque de fond du coffret de branchement par une plaque laminée isolante en résine de polyester thermo-durcie renforcée de fibre de verre (GPO-3 conformément à la norme MIL-I-24768/6) d'une épaisseur minimale de 1,6 mm.

10.2.2.4 Bornier des neutres

Le bornier des neutres est composé de bornes juxtaposables terminées par une plaque d'extrémité.

Les bornes juxtaposables doivent être des modules emboîtables, 65 Ampères, isolés à 600 Volts pouvant recevoir les câbles dénudés (de calibre 10 AWG à 2 AWG) sans fourchette. Ils doivent être fixables sur un rail de modèle PR5 (TS35/CF6) préperforé conforme à la norme EN 50022 (rail « DIN 3 »).

Les vis des bornes doivent serrer les conducteurs à l'aide de plaque de compression. Les modules emboîtables ne doivent pas se tordre lors du serrage des conducteurs dans la borne.

10.2.2.5 Bornier de mise à la terre

Le bornier de mise à la terre doit être en alliage d'aluminium 6061-T6 étamé et comprendre un minimum de 5 bornes plus 2 trous pour fixer le bornier à la plaque de fond du coffret. Chaque borne doit pouvoir accepter un conducteur en cuivre de calibre 14 à 4 AWG.

Le bornier doit être fixé à la plaque de fond du coffret à l'aide de deux boulons en acier inoxydable et écrous autobloquants avec insertion en nylon.

10.2.2.6 Câblage

Les câbles monoconducteurs doivent respecter les exigences de l'article 11.1 du présent devis pour les câbles monoconducteurs RWU90.

L'espacement entre les conducteurs doit respecter les exigences des normes CSA C22.2 no 14 et CSA C22.2 no 0.12. Les câbles et conducteurs doivent être disposés, pliés et fixés de manière à éviter d'endommager leur gaine isolante.

Section 10

Alimentation et mise à la terre

Un conducteur de couleur verte et de calibre 6 AWG doit relier le bornier des neutres au bornier de mise à la terre.

La continuité des masses doit être assurée entre le boîtier et la porte du coffret par un conducteur vert de calibre 12 AWG fixé sur la paroi interne de la porte et du boîtier à l'aide d'un raccord mécanique. Le point d'ancrage du raccord mécanique doit être libre de peinture ou tout autre contaminant.

10.2.2.7 Certification CSA

Le coffret de branchement doit être conforme aux normes CSA C22.10 et CSA C22.2 no 0.

Le coffret de branchement doit être certifié CSA et approuvé comme appareillage de branchement conformément aux articles 2-024 à 2-028 de la norme CSA C22.10. L'étiquette de la certification CSA doit être apposée sur la plaque de fond du coffret ou à l'intérieur de la porte.

Toutes les composantes électriques entrant dans la fabrication du coffret de branchement doivent être approuvées CSA (ou selon un équivalent mentionné dans la norme CSA C22.10).

10.2.2.8 Identification

Une étiquette doit être apposée à l'intérieur de la porte du coffret de branchement avec les informations suivantes :

- Nom du manufacturier;
- Le numéro de série;
- La date de fabrication;
- Les caractéristiques électriques nominales, incluant :
 - La tension nominale;
 - La fréquence;
 - Le nombre de phases;
 - L'intensité électrique maximale.

Les informations d'identification et la certification CSA peuvent être combinées sur une seule et même étiquette.

10.2.3 Conduits en aluminium

Les conduits en surface sur le fût doivent être des conduits rigides en aluminium conformes aux normes CSA C22.2 No. 45.2 et ANSI C80.5.

Les raccords d'accès, les manchons et les têtes de branchement doivent être en aluminium et conformes à la norme CSA C22.2 No. 18.3.

10.2.4 Tiges de mise à la terre

Les tiges de mise à la terre doivent avoir un diamètre nominal de 19 mm et une longueur de 3,0 m. Les tiges de mise à la terre doivent être en acier à haute teneur en carbone avec un revêtement en cuivre lié (*copper-bonded*). Le revêtement en cuivre lié doit avoir une épaisseur de 0,254 mm (10 mil). Les tiges doivent être conformes à la norme CSA C22.2 no 41.

La longueur et le diamètre de la tige, le nom du manufacturier et la certification CSA ou cUL doivent être estampés sur la tige à moins de 305 mm de l'extrémité supérieure.

10.2.5 Boîte d'accès pour inspection des tiges de mise à la terre

10.2.5.1 Pour installation dans le gazon

Les boîtes d'accès pour inspection des tiges de mise à la terre installées dans une surface gazonnée doivent être en polyéthylène haute densité. La boîte doit être résistante aux rayons ultraviolets du soleil, aux produits chimiques et à la corrosion. Elle doit comporter une ouverture d'au moins 250 mm de diamètre avec un couvercle. Le couvercle doit être maintenu en place à l'aide un boulon hexagonal en acier inoxydable. La boîte et son couvercle doivent pouvoir supporter le passage de piétons, soit une charge de 300 livres, et être de couleur verte ou noire.

10.2.5.2 Pour installation dans une surface pavée ou bétonnée

Les boîtes d'accès pour inspection des tiges de mise à la terre installées dans une surface pavée ou bétonnée doivent être conforme aux exigences pour les boîtes de tirage stipulées à l'article 7.5 du présent devis. Le couvercle doit être identifié par l'inscription « LAVAL – MALT ».

Article 10.3 MISE EN ŒUVRE

10.3.1 Dispositif de protection

Le disjoncteur est installé, selon les indications aux plans, soit dans un coffret de branchement, soit dans un coffret de contrôle et de distribution pour l'éclairage routier.

10.3.2 Branchement au réseau

Le branchement électrique au point d'alimentation au réseau est réalisé par H-Q. L'Adjudicataire doit réaliser tous les travaux requis pour permettre le branchement par H-Q entre le point d'alimentation et le point de raccordement. Le point de raccordement est tel que montré aux plans. Le branchement au réseau peut être aérien (sur fût), souterrain (par puits de raccordement ou avec boîte de raccordement) ou aéro-souterrain.

L'Adjudicataire est responsable de respecter toutes les exigences décrites dans la norme E.21-10 d'Hydro-Québec sur le service d'électricité en basse tension.

Tous les conduits métalliques installés sur les poteaux en bois doivent être bien fixés au moyen d'attaches en fonte d'aluminium, de diamètre approprié pour chaque grosseur de conduit. Tous les conduits métalliques installés sur les fûts en aluminium doivent être bien fixés au moyen de courroies de cerclage en acier inoxydable type 201 d'une largeur de 19 mm et d'une épaisseur de 0,76 mm avec attaches à crampons. Les points de fixation doivent être espacés d'une distance maximale de 1,5 m. La hauteur de la tête de branchement est déterminée par H-Q. L'Adjudicataire doit ajuster celle-ci en conséquence.

10.3.3 Déclaration de travaux à Hydro-Québec

L'Adjudicataire est responsable de compléter le formulaire « Demande d'alimentation et déclaration des travaux » de la Régie du bâtiment du Québec et le transmettre à HQ avec copie conforme à la Ville et au Professionnel. L'Adjudicataire doit se référer à l'annexe *Aide-mémoire pour remplir le formulaire Installations électriques – Demandes d'alimentation et déclarations de travaux* des conditions particulières de l'appel d'offres pour remplir le formulaire.

L'Adjudicataire doit laisser les disjoncteurs en position éteinte (OFF) avant le raccordement des systèmes au réseau du distributeur. L'Adjudicataire doit aviser le Professionnel que les systèmes sont raccordés au réseau du distributeur dès qu'il en reçoit la confirmation d'HQ. L'Adjudicataire doit prévoir une visite sur les

Section 10

Alimentation et mise à la terre

lieux en présence du Professionnel au moment opportun après le raccordement au réseau du distributeur afin de mettre les disjoncteurs en position allumée (ON) et de s'assurer du fonctionnement sécuritaire des feux en mode clignotant.

10.3.4 Mise à la terre

Toutes les composantes métalliques non porteuses de courant doivent être mises à la terre par continuité des masses.

La mise à la terre doit être située à l'emplacement du premier interrupteur à partir du raccordement au réseau de distribution d'HQ. Le système de mise à la terre doit être composé d'un minimum de 2 tiges de mise à la terre.

Les tiges doivent être espacées d'au moins 3 mètres entre-elles, être à au moins 1,8 m du massif de fondation et être implantées dans un sol non remanié. Une boîte d'accès doit être installée pour chaque tige afin d'en permettre l'inspection.

Le câble de mise à la terre doit être continu entre le bornier dans le coffret de branchement et la tige de mise à la terre la plus éloignée.

Le câble de mise à la terre doit être raccordé aux tiges de mise à la terre au moyen d'un raccordement par soudure exothermique. Les raccords à compression et les raccords mécaniques ne sont pas acceptés.

Section 11 Conducteurs et câbles

Article 11.1 MATÉRIAUX

11.1.1 Exigences générales

Tous les câbles, conducteurs et autres composantes électriques doivent être conformes aux normes suivantes :

- CSA C22.10;
- CSA C22.2 no 0;
- CSA C22.2 no 0.3.

Les inscriptions qui doivent figurer sur les câbles doivent être lisibles et indélébiles.

Lorsqu'un segment d'un câble est exposé à l'air libre, le câble doit être résistant aux rayons ultraviolets du soleil et porter l'inscription « *Sunlight Resistant* » ou « SR ».

11.1.2 Câbles monoconducteurs RWU90

Les câbles monoconducteurs sont utilisés, notamment, pour l'alimentation, la continuité des masses et la mise à la terre. Les câbles monoconducteurs doivent être de type RWU90 (-40°) conformément aux normes suivantes :

- CSA C22.2 no 38;
- NEMA WC 70.

Les câbles monoconducteurs RWU90 doivent être composés d'un conducteur toronné en cuivre isolé à 1000 Volts selon le calibre indiqué aux plans. L'isolant doit être de couleur noire, rouge, blanche ou verte selon l'usage.

Les câbles monoconducteurs RWU90 dont un segment est exposé à l'air libre peuvent être de couleur noire s'ils sont identifiés adéquatement lors de leur installation avec du ruban adhésif isolant de la couleur correspondante à l'usage.

11.1.3 Câbles de distribution et de remontée multiconducteurs pour signaux lumineux et sonores

Les câbles pour signaux lumineux doivent être conformes aux exigences de la norme IMSA 19-1.

Le nombre de conducteurs et leur calibre doivent être inscrits sur la gaine du câble en plus des marques d'identification stipulées à la norme ISMA 19-1. Comme alternative à l'identification par embossage exigée par la norme IMSA 19-1, les inscriptions imprimées à l'encre indélébile sont acceptées si elles sont bien formées et lisibles.

Les câbles pour signaux lumineux doivent être formés de 3, 4, 7, 11, 15, 19, 21, 24 ou 36 conducteurs toronnés, selon les indications aux plans.

Les conducteurs des câbles pour signaux lumineux comportant 21 conducteurs ou moins doivent être de calibre 14 AWG et différenciés selon les codes de couleurs stipulés dans la norme IMSA 19-1.

Section 11

Conducteurs et câbles

Les câbles à 24 conducteurs comportent un conducteur de calibre 10 AWG de couleur blanche et 23 conducteurs de calibre 14 AWG. Les câbles à 36 conducteurs comportent un conducteur de calibre 10 AWG de couleur blanche et 35 conducteurs de calibre 16 AWG. Les conducteurs des câbles pour signaux lumineux à 24 ou 36 conducteurs sont différenciés selon le code de couleurs suivant :

No du conducteur	Couleur de base de l'isolant	Couleur de la marque
1	Blanc	
2	Bleu	
3	Rouge	
4	Jaune	
5	Vert	Blanc
6	Jaune	Blanc
7	Rouge	Blanc
8	Bleu	Blanc
9	Noir	Blanc
10	Vert	Noir
11	Jaune	Noir
12	Rouge	Noir
13	Bleu	Noir
14	Blanc	Noir
15	Vert	Bleu
16	Jaune	Bleu
17	Rouge	Bleu
18	Noir	Bleu
19	Blanc	Bleu
20	Vert	Orange
21	Jaune	Orange
22	Rouge	Orange
23	Bleu	Orange
24	Noir	Orange
25	Vert	Gris
26	Jaune	Gris
27	Rouge	Gris
28	Bleu	Gris
29	Noir	Gris
30	Vert	Violet
31	Jaune	Violet
32	Rouge	Violet
33	Bleu	Violet
34	Noir	Violet
35	Vert	Brun
36	Noir	Brun

11.1.4 Câbles de transmission multiconducteurs

Sauf indication contraire :

- Le câble multiconducteur utilisé pour la transmission du signal entre le coffret de contrôle pour feux et les câbles monoconducteurs des boucles de détection comprend une paire de conducteurs;
- Le câble multiconducteur utilisé pour la transmission du signal entre le coffret de contrôle pour feux et les boutons lumineux pour appel piéton comprend deux paires de conducteurs;
- Le câble de transmission pour transmettre un signal de communication entre deux coffrets de contrôle pour feux ou entre un coffret de contrôle et un équipement de communication distant comprend six paires de conducteurs.

Les câbles de transmission doivent être des câbles de contrôle et d'instrumentation non armés (type CIC) conformes à la norme CSA C22.2 No 239.

Les câbles de transmission sont composés d'une paire, de deux paires ou de six paires de conducteurs 18 AWG, d'un conducteur nu de continuité des masses 20 AWG par paire et, dans le cas des câbles à plus d'une paire, d'un conducteur nu de continuité des masses 20 AWG supplémentaire pour l'ensemble du câble. Les conducteurs doivent être faits de brins toronnés de cuivre étamé. Les conducteurs formant chaque paire doivent être torsadés à raison d'un minimum de 19 tours au mètre. L'inductance nominale du câble doit être inférieure à 0,625 µH/m.

Les conducteurs doivent être isolés à 300 V, et l'isolation des conducteurs doit être en PVC.

Chaque paire de conducteurs isolés doit être complètement recouverte d'un blindage composé d'un ruban de polyester fixé à une pellicule d'aluminium. La pellicule d'aluminium doit être adossée à l'enveloppe du câble. L'ensemble des paires de conducteurs doit aussi être recouvert du même blindage.

L'enveloppe extérieure doit être en PVC et avoir une épaisseur d'au moins 1,14 mm pour les câbles de transmission à une ou deux paires et d'au moins 1,52 mm pour les câbles de transmission à six paires.

Le diamètre externe du câble à une paire de conducteurs doit être égal ou inférieur à 7,62 mm, et le rayon de pliage minimum du câble doit être inférieur à 80 mm.

Le diamètre externe du câble à deux paires de conducteurs doit être égal ou inférieur à 12,20 mm, et le rayon de pliage minimum du câble doit être inférieur à 125 mm.

Le diamètre externe du câble à six paires de conducteurs doit être égal ou inférieur à 17,02 mm, et le rayon de pliage minimum du câble doit être inférieur à 175 mm.

Le câble doit être conçu pour un usage extérieur. Le câble doit pouvoir opérer dans la plage de température de -40°C à 75°C dans un environnement mouillé. Le câble doit demeurer flexible pour des températures ambiantes jusqu'à -25°C. Le câble doit être conforme à la certification FT4 de la norme CSA C22.2 no 2556.

11.1.5 Câbles multiconducteurs pour système de détection des autobus et des véhicules d'urgence

Le câble multiconducteur utilisé pour relier le système de détection des autobus et véhicules d'urgence au coffret de contrôle des feux de circulation est composé de 5 paires de conducteurs 20 AWG et d'un conducteur nu de continuité des masses 22 AWG. Les conducteurs doivent être faits de brins toronnés de cuivre étamé.

Section 11

Conducteurs et câbles

Les conducteurs formant chaque paire doivent être torsadés de manière à assurer une communication adéquate entre les composantes du système de détection des autobus jusqu'à une distance de 750 m.

Les conducteurs doivent être isolés à 300 V, et l'isolation des conducteurs doit être en polyéthylène.

Les conducteurs isolés doivent être recouverts d'un blindage composé d'un ruban de polyester fixé à une pellicule d'aluminium. La pellicule d'aluminium doit être adossée à l'enveloppe du câble.

L'enveloppe extérieure du câble doit être en PVC et doit résister au soleil, aux rayons ultraviolets et à l'humidité.

Le diamètre externe du câble doit être égal ou inférieur à 9 mm. Le rayon de pliage minimum du câble doit être inférieur à 95 mm.

Les paires de conducteurs doivent respecter le code de couleur suivant :

- Jaune et Jaune-Noir
- Bleu et Bleu-Blanc
- Orange et Orange-Vert
- Brun et Brun-Blanc
- Violet et Violet-Blanc

11.1.6 Câbles pour systèmes non intrusifs de détection

Les câbles pour les systèmes non intrusifs de détection doivent être conformes aux recommandations du manufacturier du système non intrusif.

11.1.7 Câble Ethernet

Le câble Ethernet de catégorie 6 (F/UTP) pour le raccordement d'équipements au réseau de télécommunication doit être composé de quatre (4) paires de conducteurs solides et torsadés en cuivre de calibre 23 AWG. Chaque conducteur doit être isolé à l'aide de polyoléfine et les paires de câbles doivent être séparées les unes des autres par une cloison physique permettant le maintien en place des câbles et minimisant les interférences entre les paires de câbles. La gaine extérieure doit être composée de polyéthylène à basse densité linéaire (LLDPE) et être de couleur noire. La performance du câble Ethernet doit se conformer à toutes les exigences des normes CSA C22.2 et CSA T529 et ANSI/TIA-568.2-E.

Le câble Ethernet de catégorie 6 doit être conçu et fabriqué pour un usage extérieur. Il doit pouvoir être enfoui directement dans le sol et être installé en conduit. Sa gaine doit posséder des caractéristiques permettant de protéger les conducteurs contre l'eau, l'humidité, la poussière et les rayons ultraviolets du soleil. Afin de protéger les conducteurs contre l'eau et l'humidité, l'espace intérieur entre les conducteurs et la gaine extérieure doit être rempli d'un gel hydrophobe et non hygroscopique.

Le diamètre extérieur du câble doit être inférieur à 8,2 mm.

Le câble doit pouvoir être utilisé dans la plage de température de -40°C à 75°C. Il doit demeurer suffisamment flexible pour être manipulé dans la plage de température de -20°C à 75°C.

Le câble doit pouvoir résister à une tension de 110 N lors du tirage de câbles dans les conduits. Le rayon minimum de courbure du câble doit être égal ou inférieur à 30 mm.

Section 11

Conducteurs et câbles

Le câble doit permettre l'alimentation électrique par câble Ethernet (PoE Type 1, PoE+ Type 2, PoE++ Type 3 et PoE++ Type 4), conformément à la norme IEEE 802.3af/at/bt, jusqu'à 100 Watts.

Le câble Ethernet de catégorie 6 doit être équipé de connecteurs 8P8C (pour réceptacle RJ45) de catégorie 6 à ses deux extrémités; le connecteur du câble doit être de type « T-568B straight » (droit).

Le câble Ethernet de catégorie 6 doit aussi être équipé d'un capuchon de recouvrement (« boot ») derrière les connecteurs RJ45 permettant de répartir la tension exercée sur le connecteur en maintenant droit une certaine section du câble. De plus, un couvercle de protection des contacts doit être fourni et installé lorsque le câble Ethernet n'est pas immédiatement branché à un équipement réseautique; ce couvercle a pour but de protéger les contacts du connecteur RJ45 contre les contaminants présents dans un environnement hostile tel que les cabinets d'équipements extérieurs.

11.1.8 Bagues d'identification des câbles et conducteurs

Les marqueurs d'identification des câbles et des conducteurs doivent être des bagues de repère en vinyle (PVC) dont la section transversale est fermée et en forme de soufflet à action de ressort. Les bagues doivent être de couleur blanche. Chaque bague doit comporter un chiffre, une lettre ou un symbole de couleur noire marqué, au moment de la fabrication, en caractère d'imprimerie de façon indélébile.

Les dimensions des bagues doivent être compatibles avec le calibre des câbles et conducteurs selon les recommandations du manufacturier.

11.1.9 Capuchons de connexion à torsader

Les capuchons de connexion à torsader utilisés pour les épissures des conducteurs dans les fûts et les caissons de service électrique doivent être étanches, remplis d'un agent de scellement au silicium qui est mou, qui ne sèche pas, qui est diélectrique et qui conserve ses propriétés de -40°C à 200°C, pour usage avec conducteurs en cuivre, avec isolation à 600 Volts et pour usage extérieur jusqu'à une température de 105°C dans un environnement sec, humide ou mouillé, conformément à la norme CSA C22.2 no 188 ou à la norme UL 486G.

La grandeur des capuchons de connexion à torsader doit être choisie selon les recommandations du manufacturier en fonction du nombre et du calibre des câbles à épisser.

11.1.10 Ruban adhésif isolant

Le ruban adhésif isolant utilisé pour exécuter les épissures ou pour le regroupement en faisceaux de fils et de câbles doit être en polychlorure de vinyle (PVC), d'au moins 0,22 mm d'épaisseur, pour emploi sous des températures de -18°C à 105°C, avec isolation à 600°Volts et de couleur noire, conformément à la norme CSA C22.2 No 197.

Le ruban adhésif isolant utilisé pour le marquage des câbles ou pour l'identification des phases par le codage par couleur doit être en polychlorure de vinyle (PVC), d'au moins 0,15 mm d'épaisseur, pour emploi sous des températures de 0°C à 90°C, avec isolation à 600 Volts et de couleur appropriée pour l'usage, conformément à la norme CSA C22.2 No 197.

Article 11.2 MISE EN ŒUVRE

11.2.1 Enlèvement de câbles et de conducteurs existants

Les travaux consistent, sans s'y limiter, à défaire les épissures et à débrancher les câbles et conducteurs aériens et souterrains, à retirer tout le câblage présent dans les conduits (à démolir ou à réutiliser) et à disposer des vieux matériaux et des câbles inutiles.

Lorsque l'Adjudicataire modifie des systèmes de signaux lumineux existants, il doit vérifier, annoter et compléter les schémas de raccordement et tableaux des codes de couleurs existants aux plans avant de procéder au débranchement afin de faciliter les travaux de branchement.

L'Adjudicataire doit refaire les épissures aux endroits requis sur les câbles conservés afin de maintenir la continuité des circuits existants non démolis.

Lorsqu'il est prévu aux plans de réutiliser des câbles ou conducteurs enlevés, l'Adjudicataire doit vérifier l'état et l'intégrité des câbles avant de les réinstaller. À cet effet, il doit procéder à une inspection visuelle des câbles afin de déceler la présence de dommages visibles sur la gaine ou sur l'isolant du câble. Il doit ensuite vérifier l'isolation du câble ou du conducteur avec un mégohmmètre à une tension de 1000 Volts. Seuls les câbles et conducteurs présentant des lectures supérieures à 100 mégohms peuvent être réutilisés.

11.2.2 Tirage des conducteurs et des câbles dans les conduits

Avant le tirage des câbles, l'Adjudicataire doit nettoyer le conduit à l'aide d'une brosse et d'un mandrin de dimensions appropriées selon le diamètre du conduit.

Tous les câbles et conducteurs passant dans un même conduit doivent être tirés simultanément, et un lubrifiant recommandé par le manufacturier du câble ou du conducteur doit être utilisé au besoin. Lorsque des câbles ou des conducteurs doivent être ajoutés dans des conduits comportant déjà des câbles existants, tous les câbles et conducteurs existants doivent préalablement avoir été retirés.

L'Adjudicataire doit guider les câbles aux extrémités des conduits afin d'éviter d'endommager les câbles en les laissant frotter sur le rebord du conduit et en respectant le rayon minimum de courbure de chaque câble.

L'Adjudicataire doit porter une attention particulière lors de l'installation du câble pour le système de détection des autobus et des véhicules d'urgence, particulièrement au niveau du rayon minimum de courbure afin de ne pas l'endommager.

Les câbles monoconducteurs RWU90 utilisés pour l'alimentation doivent être continus (sans épissure) entre le point de raccordement et le coffret de branchement ainsi qu'entre le coffret de branchement et tout autre coffret.

Les câbles Ethernet, les câbles des systèmes non intrusifs de détection et des systèmes de détection des véhicules spécifiques doivent être continus (sans épissure) entre le coffret de contrôle et l'équipement auquel ils sont reliés. Les câbles de transmission doivent être continus (sans épissure) entre le coffret de contrôle et les câbles d'amenée RWU des boucles de détection.

Aucune épissure n'est permise dans les puits d'accès. Les épissures ne sont permises dans les boîtes de tirage qu'aux endroits explicitement indiqués aux plans.

Section 11

Conducteurs et câbles

Pour tous les câbles bouclés sans épissure, l'Adjudicataire doit laisser une boucle d'une longueur de 2 m dans tous les fûts, caissons, boîtes de tirage et puits d'accès, conformément aux dessins de détail.

L'extrémité de chaque câble ou conducteur doit être suffisamment longue pour permettre de sortir les épissures à une distance de 1 mètre à l'extérieur de tout fût, caisson, boîte de jonction ou puits d'accès.

Aucune longueur excédentaire de câble ou de conducteur ne doit être laissée enroulée à l'intérieur des coffrets.

11.2.3 Continuité des masses

L'Adjudicataire doit installer un câble monoconducteur de continuité des masses reliant toutes les structures de signalisation lumineuse et les accessoires métalliques, de type RWU90, de calibre 8 AWG et isolé avec une gaine de couleur verte. Le conducteur de continuité des masses doit être continu (sans joint ni épissure) à l'extérieur des coffrets et des structures de signalisation lumineuse (fûts et caissons).

La continuité des masses doit être faite dans le caisson ou, à défaut d'avoir un caisson, dans la base du fût à l'endroit spécial prévu à cet effet par le manufacturier et conformément aux plans. Lorsque le caisson et le fût sont composés de matériaux différents et séparés par un coussin de polychloroprène, la continuité des masses doit aussi être assurée entre le boulon spécial prévu à cet effet par le manufacturier dans le caisson et celui dans la base du fût.

Les câbles de continuité des masses dans les conduits et ceux dans le fût pour les supports et autres accessoires doivent être raccordés au boulon de continuité des masses prévu à cet effet à l'aide d'un conducteur indépendant de type RWU90, de calibre 8 AWG et isolé avec une gaine de couleur verte relié aux câbles de continuité des masses au moyen d'un connecteur à compression. L'Adjudicataire doit utiliser une cosse à compression avec œillet pour fixer le conducteur indépendant au boulon de continuité des masses. L'Adjudicataire peut relier directement un maximum de quatre (4) conducteurs de continuité des masses au boulon prévu à cet effet à l'aide de cosses à compression avec œillet si la longueur du boulon est suffisante pour laisser dépasser un minimum de 3 filets avec toute la quincaillerie présente (incluant, sans s'y limiter, l'écrou avec rondelle de blocage et l'écrou avec contre-écrou) et que l'installation permet un plein contact des cosses à œillet et de la plaque retenant le boulon.

La continuité des masses des supports architecturaux doit être assurée par le conducteur vert du câble de remontée et par un câble monoconducteur de type RWU90, de calibre 12 ou 14 AWG, isolé avec une gaine de couleur verte, entre les deux brides du support architectural, conformément aux dessins de détail. Le câble doit être raccordé à chaque bride du support architectural par un conducteur indépendant relié au câble de continuité des masses au moyen d'un connecteur à compression à l'intérieur d'une des têtes verticales.

11.2.4 Mise à la terre

La mise à la terre est faite par des tiges de mise à la terre selon les spécifications de l'article « Alimentation » du présent cahier des charges spéciales.

Le câble de mise à la terre est un câble monoconducteur de calibre 6 AWG isolé avec une gaine de couleur verte.

11.2.5 Installation des câbles aériens

L'Entrepreneur doit laisser à l'extérieur de la tête de branchement une longueur de conducteurs suffisante pour permettre un raccordement conforme et facile au réseau d'Hydro-Québec et en aucun cas inférieure à 1,5 m.

Section 11

Conducteurs et câbles

Si l'Adjudicataire utilise des câbles monoconducteurs noirs résistants aux rayons ultraviolets du soleil plutôt que des câbles monoconducteurs de la couleur appropriée à l'usage et résistants aux rayons ultraviolets du soleil, il doit identifier les câbles à l'aide d'un enroulement de ruban adhésif isolant de la couleur appropriée à l'usage. À l'intérieur des coffrets, la pleine longueur visible du câble doit être complètement recouverte de ruban adhésif isolant. À l'extérieur, l'extrémité du câble doit être recouverte de ruban adhésif isolant sur une longueur minimale de 300 mm. Le ruban doit être appliqué par enroulement en spirale autour du câble avec le chevauchement et la tension recommandés par le manufacturier afin de produire un recouvrement uniforme. Le dernier tour à chaque extrémité doit être appliqué sans tension afin de prévenir le décollement.

Les câbles aériens doivent être tels que spécifiés sur les plans. Ils ne doivent pas comporter d'épissures. Ils doivent être soutenus par un câble porteur en acier galvanisé fondu au creuset d'un diamètre de 8 mm, à moins d'indications contraires sur les plans.

Ils doivent être attachés au câble porteur par un fil d'attache en acier au chrome enroulé en hélice. Le pas de l'hélice ne doit pas excéder 330 mm. Les précautions suivantes doivent être observées pour l'installation des câbles aériens :

- Le dégagement requis avec les câbles existants doit être respecté.
- La hauteur minimale permise entre le câble et la surface de la chaussée est de 5,0 m; cependant, une hauteur d'environ 5,5 m est préférable.
- Les poteaux de fin de portée, à moins qu'ils ne supportent d'autres lignes lourdes, doivent être haubanés à un poteau voisin au moyen d'un câble d'acier ou au moyen d'une tige d'haubanage. Un protecteur de vinyle doit être installé sur le hauban. Le hauban doit être muni d'isolateurs situés à 1,2 m de chaque extrémité.
- L'utilisation des haubans de trottoir où ils ne sont pas indiqués aux plans est interdite.
- Les câbles doivent être retenus aux poteaux de bois au moyen d'attaches en acier galvanisé fixées par des boulons en acier galvanisé.
- Les câbles doivent être retenus aux fûts au moyen d'attaches en acier galvanisé fixées par des courroies et attaches à crampon en acier inoxydable avec bandes en polychloroprène (*Néoprène*), conformément à l'article 12.1.1.11.2 du présent devis.
- Les câbles de descente aux têtes de feux de circulation doivent former une boucle de 300 mm de diamètre avant d'y entrer.
- Lorsqu'un câble traverse une voie ferrée, le câble porteur et les fils d'attaches doivent être doubles. La hauteur du câble au-dessus de la voie ferrée ne doit pas être inférieure à 8,2 m, et l'installation doit être conforme aux normes de la compagnie propriétaire du chemin de fer.

11.2.6 Identification des câbles

L'Adjudicataire doit identifier les câbles à l'aide de bagues en vinyle dans chaque endroit où les câbles sont épissés (incluant, sans s'y limiter, dans les fûts, caissons et boîtes de jonction) et dans les coffrets (incluant, sans s'y limiter, les coffrets de contrôle et les coffrets de branchement) de la façon suivante :

- Câbles de distribution pour signaux lumineux : identifier l'approche à l'aide d'une bague pour chaque groupe de conducteurs d'une même approche;
- Câbles de remontée pour signaux lumineux : Identifier avec le numéro de la tête suivi de l'identification de l'approche entre parenthèses pour chaque groupe de conducteurs d'une même tête de feux.

Section 11

Conducteurs et câbles

- Câbles de distribution ou de remontée pour signaux sonores : Selon les exigences d'identification des câbles pour signaux lumineux.
- Câbles de transmission pour boucles de détection et câbles RWU des boucles de détection : Identifier avec le numéro de la zone suivi de l'identification de l'approche entre parenthèses. Lorsque plusieurs boucles sont reliées par un même câble de transmission, l'identification de la zone sur le câble de transmission comprend les numéros des boucles séparés par une bague avec le caractère d'un trait d'union. Par exemple, le câble de transmission reliant les boucles 1, 2 et 3 de l'approche A1 est identifié par « 1-2-3(A1) ».
- Câbles de transmission pour boutons d'appel pour piétons : Identifier avec la mention « BP » suivie de l'identification de l'approche entre parenthèses. Par exemple, le câble de transmission reliant les boutons d'appel pour piétons de l'approche A1 est identifié par « BP(A1) ».

L'Adjudicataires doit aussi identifier, de la même manière, les câbles et conducteurs dans les boîtes de jonction où des épissures sont explicitement autorisées aux plans.

Les bagues d'identification doivent être insérées sur les câbles et conducteurs avant l'exécution des épissures et des raccordements. Elles doivent être placées à une distance de 50 à 75 mm de l'épissure ou de l'extrémité du conducteur. Les bagues installées sur les conducteurs dans les coffrets doivent être orientées de manière à être visibles par l'ouverture de la porte du coffret et elles ne doivent pas être cachées sous d'autres câbles ou conducteurs.

11.2.7 Épissures

Les conducteurs doivent être réunis à l'aide de capuchons de connexion à torsader de dimension appropriée. À moins d'indications contraires aux plans, toutes les approches doivent être branchées séparément. L'Adjudicataire doit respecter le code de couleurs et le schéma électrique indiqués aux plans.

Les épissures sont permises dans les caissons de service électrique, dans les fûts installés sans caisson et, lorsque spécifiquement indiqué aux plans, dans les boîtes de jonction. Aucune épissure n'est tolérée dans les boîtes de tirage ni dans les puits d'accès.

Les épissures sont exécutées lorsque les fûts sont en place. Les épissures doivent être faites dans le caisson et placées dans le fût de manière à pointer vers le haut. Une fois épissés entre eux, les câbles doivent pouvoir être sortis par la porte du caisson à une distance d'au moins 1 000 mm pour la vérification et l'entretien. Les capuchons de connexion à torsader qui sont retirés des conducteurs ne doivent pas être réutilisés.

Les câbles de distribution et de remontée pour signaux lumineux et les câbles de transmission reliés aux boutons d'appel pour piétons sont épissés entre eux. Les câbles de transmission pour boucles de détection sont épissés avec les câbles d'amenée RWU des boucles de détection dans le caisson de service électrique.

Aux carrefours où les branchements électriques doivent être modifiés (voir séquence des phases et tableaux de raccordements aux plans), l'Adjudicataire doit refaire les épissures sur les câbles (avec de nouveaux capuchons de connexion à torsader) pour brancher les signaux lumineux, les signaux sonores, les boutons d'appel pour piétons, les systèmes de détection et toute autre composante du système de feux de circulation de manière à permettre le fonctionnement indiqué aux plans.

Section 12 Structures de signalisation lumineuse

Article 12.1 MATÉRIAUX

12.1.1 Généralités

12.1.1.1 Références

Les structures de signalisation lumineuse comprennent, sans s'y limiter, les caissons de service électrique, les fûts, les potences, les consoles et les supports tubulaires et architecturaux.

Les structures de signalisation lumineuse doivent être conformes à la norme CSA C22.2 No 206.

Les structures de signalisation lumineuse doivent être conformes aux exigences du chapitre 6 des « Normes – Ouvrages routiers, Tome III, Ouvrages d'art » de Transports Québec, sauf indications contraires au présent devis. Toutes les références à des normes faites dans le Tome III ou dans le Manuel de conception des structures de signalisation, d'éclairage et de signaux lumineux de Transports Québec doivent être interprétées comme faisant référence à la version la plus récente au moment de l'appel d'offres.

La charge de vent utilisée doit être celle stipulée à la norme CSA S6 pour la région de Laval. L'épaisseur de verglas utilisée doit être celle correspondante à une période de récurrence similaire à la période de récurrence du vent pour le même type de structure.

12.1.1.2 Dessins d'atelier

Les dessins d'atelier du manufacturier doivent être préparés, signés et scellés par un ingénieur qualifié et membre en règle de l'OIQ. L'Adjudicataire doit transmettre les dessins d'atelier en format PDF au Professionnel pour revue.

Les dimensions principales des structures sont indiquées aux plans. La conception détaillée des assemblages soudés, des brides d'attache des potences, de la semelle du fût, des caissons de service électrique et des méthodes de fabrication sont à la charge de l'Adjudicataire. À cet effet, l'ingénieur du manufacturier doit réaliser ses propres calculs structuraux. Il doit aviser le Professionnel de tout écart ou problème décelé dans les dimensions principales des structures et attendre ses instructions.

Les hypothèses de calculs doivent être indiquées sur les dessins d'atelier, incluant, sans s'y limiter, la pression du vent, l'épaisseur du verglas et les équipements considérés.

12.1.1.3 Équipements à considérer

12.1.1.3.1 Exigences générales

Le calcul des structures doit tenir compte des contraintes suivantes :

- Deux trous d'un diamètre de 9 mm à une hauteur de 1,1 mètre pour les boutons d'appel pour piétons;
- Un trou d'un diamètre de 29 mm à une hauteur de 2,4 à 3,5 mètres pour le support des feux verticaux et des feux pour piétons;
- Un trou d'un diamètre de 29 mm pour chaque potence.

Section 12

Structures de signalisation lumineuse

Les calculs structuraux du fût doivent tenir compte du cas où les potences de feux de circulation sont installées avec un angle de 90° l'une par rapport à l'autre et du cas où elles sont installées avec un angle de 180°.

Les calculs structuraux des structures doivent tenir compte de l'emplacement de chaque équipement sur la structure (hauteur et excentricité) conformément aux dessins de détail sur les plans.

12.1.1.3.2 Structures de signalisation lumineuse

Les charges à considérer dans le calcul structural doivent être celles engendrées par les équipements indiqués aux plans pour chaque structure de signalisation lumineuse, mais en aucun cas inférieures à celles engendrées par les équipements suivants :

- Deux potences en treillis de 4,0 m de longueur chacune;
- Deux têtes de feux de circulation horizontales à cinq (5) sections (une à l'extrémité de chaque potence);
- Deux têtes de feux verticales à cinq (5) sections;
- Deux têtes de feux pour piétons à deux (2) sections;
- Deux panneaux de renforcement des noms de rues de 1 500 par 300 mm, d'une épaisseur de 3,2 mm, respectivement installés sous chacune des têtes de feux conformément aux spécifications techniques de la Ville;
- Deux panneaux de prescription ou d'indication de 600 x 600 mm, d'une épaisseur de 2,0 mm, respectivement installés sur chaque potence conformément aux dessins de détails sur les plans;
- Un panneau relatif à la réglementation des virages à droite au feu rouge (600 x 1200 mm), d'une épaisseur de 3,2 mm, installé sur une des potences, conformément aux dessins de détails sur les plans.

12.1.1.3.3 Structures conjointes pour signalisation lumineuse et éclairage

Les charges à considérer dans le calcul structural des structures utilisées conjointement pour les signaux lumineux et l'éclairage doivent être celles engendrées par les équipements indiqués aux plans pour chaque structure, mais en aucun cas inférieures à celles engendrées par les équipements suivants :

- Deux potences (de la longueur spécifiée aux plans) pour éclairage (installées à 180° l'une de l'autre) avec luminaires;
- Deux potences en treillis pour feux de circulation de 2,0 m de longueur chacune installées à 180° l'une de l'autre (dans le même axe que les potences d'éclairage);
- Deux têtes de feux de circulation horizontales à cinq (5) sections (une à l'extrémité de chaque potence);
- Une tête de feux verticale à six (6) sections;
- Un panneau de renforcement du nom de rue de 1 500 par 300 mm, d'une épaisseur de 3,2 mm, installé sous une des têtes de feux;
- Une balise de danger (300 x 900 mm) d'une épaisseur de 3,2 mm et un contournement d'obstacle (600 x 750 mm) d'une épaisseur de 2,0 mm, installés sur le fût;
- Un panneau de prescription ou d'indication de 600 x 600 mm, d'une épaisseur de 2,0 mm installé sur la potence des feux de circulation.

Section 12

Structures de signalisation lumineuse

12.1.1.4 Aluminium

Les pièces en fonte d'aluminium doivent être coulées en alliage d'aluminium 356.0-T6 dans des moules permanents, incluant, mais sans s'y limiter, les caissons de service électrique friables et les semelles d'ancrage des fûts en aluminium.

Les tubes d'aluminium utilisés pour la fabrication des fûts, incluant le manchon de renfort, doivent être en alliage d'aluminium 6063-T4 (avant l'exécution des soudures et du traitement thermique).

Les membrures tubulaires des potences doivent être en alliage d'aluminium 6063-T6. Les entretoises et raidisseurs des potences doivent être en alliage d'aluminium 6061-T6.

Les brides d'attache des potences doivent être composées de profilés fabriqués par extrusion en alliage d'aluminium 6063-T6.

Les profilés extrudés qui composent les supports architecturaux et les tuyaux des supports tubulaires doivent être en alliage d'aluminium 6061-T6.

12.1.1.5 Acier

Les semelles inférieure et supérieure ainsi que les parois des caissons non friables doivent être en acier de nuance 300W, conformément à la norme CSA G40.21. La teneur de l'acier en silicium ne doit pas être supérieure à 0,06 %.

12.1.1.6 Découpage et perçage

Le découpage et le perçage au chalumeau sont interdit dans les pièces en aluminium. Le découpage et le perçage par cisaillement des pièces en aluminium sont interdits sur les plaques de plus de 12 mm d'épaisseur.

Le bord des pièces en aluminium découpées à l'arc doit être meulé pour retirer 1 mm du matériau. Le bord des pièces en aluminium découpées et embouties doit être meulé pour retirer 1,5 mm du matériau.

Le bord des pièces en acier oxy coupées doit être meulé pour retirer la zone affectée par la chaleur de la coupe.

Toutes les arêtes vives doivent être meulées et arrondies. Sur les pièces en acier, l'arrondi doit avoir un rayon minimum de 1,5 mm. Les bords des coupes et des trous percés doivent être exempts de bavures et de déformations.

12.1.1.7 Soudures

Le manufacturier doit être certifié par le Bureau canadien de soudage (CWB) conformément à la norme CSA W47.1 pour les ouvrages en acier et CSA W47.2 pour les ouvrages en aluminium. Il doit être certifié selon la division 1 ou 2. Les procédures de soudage approuvées par le CWB doivent être fournies à la demande du Professionnel. Le numéro de la fiche technique de la procédure de soudage doit être indiqué pour chaque soudure sur les dessins d'atelier.

Les soudures doivent être conçues et exécutées conformément à la norme CSA W59 pour les ouvrages en acier et conformément à la norme CSA W59.2 pour les ouvrages en aluminium.

Les soudures bout à bout et les soudures longitudinales sont interdites sur les pièces en aluminium.

Sur les pièces en acier, les soudures doivent être réalisées avant la galvanisation.

Section 12

Structures de signalisation lumineuse

Les éclaboussures et les projections de soudage doivent être retirées. Les soudures doivent être exemptes de défauts.

12.1.1.8 Traitement thermique des pièces en aluminium

Un traitement thermique doit être réalisé sur les pièces en aluminium après l'exécution des soudures afin d'atteindre l'état T6 : la limite élastique maximale (F_y) du matériau de base doit atteindre celle de l'état T6, la limite élastique maximale des zones affectées thermiquement (F_{wy}) doit atteindre 85 % de la limite élastique maximale du matériau de base (F_y).

12.1.1.9 Fini

Les fûts et potences en aluminium doivent avoir un fini brossé avec un grain de calibre 80.

Toutes les pièces en acier doivent être galvanisées à chaud, conformément à la norme ASTM A123/A123M.

Les supports architecturaux pour signaux sonores et pour détecteurs de priorité pour autobus doivent avoir un fini naturel.

Les supports architecturaux pour têtes verticales doivent être finis par une application électrostatique d'un revêtement en poudre à base de résines de polyester thermodurcissables de couleur noire (RAL-9005). Les filets des conduits pour la fixation des têtes de feux doivent être exempts de peinture. Le revêtement doit avoir une épaisseur de 130 à 150 microns obtenue par application de deux couches. L'adhérence du revêtement au substrat doit atteindre au minimum la classification 5A lorsque testé conformément à la méthode A de la norme ASTM D3359. Le revêtement doit avoir une dureté de 2H conformément à la norme ASTM D3363. Le revêtement doit avoir une résistance à l'impact jusqu'à 80 pouces·livres, conformément à la norme ASTM D2794. Les composés chimiques constituant les résines thermodurcissables doivent offrir une résistance aux ultraviolets et aux brouillards salins conforme à la norme ASTM B117 et être imperméables à l'humidité selon la norme ASTM D2247.

12.1.1.10 Plaquette d'identification

Le fût et les potences doivent comporter une plaquette d'identification en aluminium d'une épaisseur minimale de 0,6 mm.

Les caractères doivent être estampillés, gravés mécaniquement ou gravés chimiquement sur la plaquette. L'estampillage et la gravure mécanique doivent pénétrer au moins la moitié de l'épaisseur de la plaquette. La gravure chimique doit être remplie d'une encre de couleur faisant contraste avec l'aluminium. Le nom et le logo du manufacturier doivent être gravés chimiquement.

La plaquette d'identification doit être rivetée au fût ou à la potence à l'aide de rivets en aluminium. La plaquette d'identification doit être fixée au-dessus de la porte d'accès du fût à une hauteur de 1000 mm du bas de la semelle d'ancrage. Elle doit être fixée sous le tube inférieur de la potence, près de l'attache.

La plaquette d'identification doit comprendre le nom du manufacturier, l'année de fabrication, le modèle du fût ou de la potence, la hauteur du fût ou la longueur de la potence, les diamètres, l'épaisseur de la paroi ainsi que la hauteur et l'épaisseur du manchon de renfort. Le modèle du fût ou de la potence doit correspondre à celui qui figure sur les dessins d'atelier.

Section 12

Structures de signalisation lumineuse

12.1.1.11 Quincaillerie

12.1.1.11.1 Caissons, fût et potences

Les boulons doivent être de grade A325, type 1, galvanisés, conformément à la norme ASTM F3125/F3125M.

Les écrous hexagonaux doivent être en acier, pour usage robuste (*heavy hex*), de grade DH, galvanisés, conformément à la norme ASTM A563.

Les rondelles hélicoïdales (rondelles à ressort) doivent être en acier galvanisé conformément à la norme ASME B18.21.1. Les rondelles hélicoïdales galvanisées conformes à la norme SAE J403 1055-1065 sont acceptées comme équivalentes.

Les rondelles épaisses extérieures aux caissons doivent être en acier nuance 350W conformément à la norme CSA G40.21, galvanisées, selon les dimensions indiquées aux plans. Les rondelles épaisses en acier de nuance 345 (50 ksi), galvanisées, conformément à la norme ASTM A572 sont acceptées comme équivalentes. Les rondelles épaisses extérieures sont aussi utilisées de part et d'autre des semelles installées avec écrous de nivellation sans caisson.

Les boulons, écrous, rondelles hélicoïdales et rondelles épaisses extérieures doivent être galvanisés conformément à la norme ASTM F2329.

Les rondelles épaisses intérieures aux caissons doivent être en acier conforme à la norme AISI 1018-1020, galvanisées par dépôt mécanique de zinc conformément à la norme ASTM B695, classe 50, et recommandées par le manufacturier des caissons de service électrique et des semelles des fûts en aluminium.

La quincaillerie doit provenir du manufacturier des structures de signalisation lumineuse et être accompagnée du certificat du manufacturier attestant de sa conformité.

12.1.1.11.2 Supports architecturaux, supports tubulaires et panneaux

La quincaillerie utilisée pour fixer les supports (incluant, mais sans s'y limiter, les supports architecturaux et les supports tubulaires) et les panneaux de petite signalisation comprend des courroies et des attaches à crampons en acier inoxydable de type 201. Les courroies d'une largeur de 19 mm doivent avoir une épaisseur de 0,76 mm. Les courroies d'une largeur de 25 mm doivent avoir une épaisseur de 1,12 mm. La tension dans les courroies doit être maintenue par une attache à crampons; l'utilisation d'attaches à vis est interdite. La quincaillerie utilisée pour fixer les panneaux de petite signalisation comprend aussi les supports évasés en acier inoxydable d'une épaisseur minimale de 1,8 mm.

Les bandes de polychloroprène (*Néoprène*) sous les courroies doivent être résistantes aux rayons ultraviolets, avoir une épaisseur de 1,5 mm à 2,5 mm et avoir une dureté minimale de 80 avec un duromètre Shore A.

12.1.1.11.3 Manchon d'assemblage pour potences et supports architecturaux

Les manchons d'assemblage servent à protéger les câbles électriques dans les ouvertures percées sur les fûts et à solidifier l'installation des potences et supports architecturaux pour empêcher leur rotation sur le fût. Ils sont composés d'un coupleur fileté, d'embouts filetés, de rondelles et de contre-écrous en acier galvanisé ainsi que de bagues rigides avec protection de plastique, conformément au dessin de détail sur les plans.

12.1.2 Caissons de service électrique

12.1.2.1 Caissons friables en aluminium

Les caissons de service électrique friables doivent être en alliage d'aluminium et avoir une hauteur de 432 mm. À moins d'indications contraires aux plans, la semelle inférieure doit être compatible avec un cercle de boulonnage de 330 à 381 mm, et la semelle supérieure doit être compatible avec un cercle de boulonnage de 267 à 343 mm.

Les caissons de service électrique friables en aluminium doivent comporter une ouverture d'accès avec porte amovible fixée, au bas, par une languette et, en haut, par un boulon en acier inoxydable avec tête cylindrique à six pans creux.

Les caissons de service électrique doivent être sur la liste des produits homologués par Transports Québec dans le cadre du programme d'homologation HOM 6310-101 « Supports cédants sous l'impact, Systèmes pour structures d'éclairage et de signalisation lumineuse ». La liste des produits homologués est disponible sur le site internet à l'adresse suivante : www.transports.gouv.qc.ca.

12.1.2.2 Caissons non friables en acier

Les caissons de service électriques non friables doivent être en acier et avoir une hauteur de 432 mm. À moins d'indications contraires aux plans, les semelles inférieure et supérieure du caisson doivent être compatibles avec un cercle de boulonnage de 358 à 378 mm.

Les caissons de service électrique non friables en acier doivent comporter une ouverture d'accès avec porte amovible fixée par deux boulons en acier inoxydable avec tête cylindrique à six pans creux.

Les caissons de service électriques en acier doivent comporter un boulon pour continuité des masses.

12.1.3 Fûts

À moins d'indications contraires aux plans, tous les fûts doivent être en alliage d'aluminium, à section ronde et de forme tronconique avec une partie cylindrique à la base et au sommet.

La longueur de la partie cylindrique inférieure doit être supérieure à la longueur du manchon de renfort. La longueur de la partie cylindrique supérieure doit être telle que le dégagement vertical sous les têtes soit respecté alors que toutes les attaches des potences sont installées dans la partie cylindrique.

La semelle du fût doit être compatible avec un cercle de boulonnage de 330 à 381 mm.

L'assemblage entre le fût et la semelle d'ancrage doit être exécuté en emboîtant le fût dans la semelle d'ancrage, en repoussant les parois du fût contre le bord intérieur de la semelle et en réalisant deux soudures d'angle périphériques (une à la base du fût et une autre au sommet de la semelle). L'écart entre la paroi du fût et le bord intérieur de la semelle doit être inférieur à 0,5 mm.

Le manchon de renfort doit être entièrement solidaire avec la pièce renforcée. La soudure d'angle périphérique à la base du manchon de renfort doit être unique entre le manchon, le fût et la semelle.

Des trous doivent être percés dans le manchon de renfort pour permettre l'écoulement de l'eau qui pourrait être présente entre le manchon et la paroi du fût.

Le fût comprend un capuchon amovible en aluminium et une porte d'accès avec couvercle. À l'intérieur du fût, il doit y avoir un boulon pour continuité des masses sur une plaque à la hauteur de la porte d'accès et

Section 12

Structures de signalisation lumineuse

un crochet au sommet du fût. Les fûts des structures combinées pour feux et éclairage comprennent aussi un amortisseur de vibrations.

12.1.4 Potences

À moins d'indications contraires aux plans, toutes les potences à rayon et les potences droites doivent être en alliage d'aluminium.

Les potences à rayon (PRC) sont composées de deux membrures tubulaires courbées reliées entre elles par des entretoises. Les potences droites (PDC) sont composées d'une membrure tubulaire droite.

La longueur des potences est mesurée du centre du fût jusqu'au début du tenon. Les potences droites (PDC) font 0,3 m, et les potences à rayon (PRC) font 2,0 m, 3,0 m ou 4,0 m, selon les indications aux plans.

La distance verticale entre les deux attaches, centre-à-centre, doit être entre 600 et 610 mm, et la distance verticale entre le centre de l'attache supérieure et le centre de la membrure supérieure à l'extrémité du tenon doit être entre 1140 et 1145 mm.

Le tenon sur lequel la tête horizontale est fixée à l'extrémité des potences doit être composé d'un bout droit d'une longueur minimale de 300 mm. Il doit avoir un diamètre externe de 101,6 mm. Le tenon à l'extrémité des potences à rayon (PRC) doit être incliné de 3° vers le haut. La membrure tubulaire droite, incluant le tenon) des potences droites (PDC) doit être incliné de 2° vers le haut.

Le profilé de l'extrusion formant les brides d'attache doit être adapté au diamètre de la partie cylindrique supérieure du fût.

12.1.5 Consoles d'éclairage

Les consoles de type davier double d'une structure pour utilisation combinée de feux de circulation et d'éclairage routier doivent respecter les exigences de des plans et devis d'éclairage.

Les consoles de type davier double doivent permettre la réinstallation des luminaires récupérés, le cas échéant.

12.1.6 Supports architecturaux

Les supports architecturaux pour feux verticaux (incluant les feux pour piétons) sont composés d'une bride d'alimentation et de brides de fixation selon les détails aux plans.

Les brides de fixation sont fabriquées par un assemblage soudé de pièces d'aluminium profilées en U.

La bride d'alimentation est composée d'une pièce d'aluminium profilée en U soudée à un assemblage d'extrusions en aluminium formant un tube rectangulaire de 40 par 85 mm. Un conduit fileté 1 ½ – 11,5 NPSM de 40 mm de long est soudé à l'emplacement de chaque tête de feux et comprend la quincaillerie de fixation de la tête. L'extrémité de la bride d'alimentation est fermée par une plaque en aluminium d'une épaisseur minimale de 1 mm fixée par 2 vis.

Le profilé vertical servant d'appui sur le fût doit comporter, de part et d'autre de la pièce horizontale, un espace suffisant pour recevoir la courroie de cerclage en acier inoxydable servant à la fixation de la bride sur le fût.

Article 12.2 MISE EN ŒUVRE

12.2.1 Érection des structures

Avant de débuter l'installation de la structure de signalisation lumineuse, le massif de fondation doit être entièrement remblayé conformément aux plans et devis, et la surface du massif de fondation doit être nettoyée afin de retirer tout gravier, sable, terre et autres débris.

Les fûts installés sans caisson doivent être mis à niveau en utilisant des écrous de nivellation, conformément aux dessins de détails sur les plans.

Les caissons de service électrique doivent être mis à niveau en utilisant des cales sous forme de rondelles galvanisées. Une cale principale doit être utilisée pour chaque tige d'ancrage. Un maximum de six (6) cales secondaires peuvent être utilisées par tige d'ancrage, mais sans jamais dépasser un maximum de douze (12) cales secondaires par massif de fondation.

L'Adjudicataire doit installer un coussin de polychloroprène (*Néoprène*) entre les caissons en acier et les fûts en aluminium.

Les structures doivent être manipulées et érigées à l'aide d'une grue et d'élingues de manière à ne pas endommager leur fini ni porter atteinte à leur intégrité structurale.

La porte d'accès à la base du fût et la porte d'accès du caisson doivent être orientées conformément aux dessins de détails et aux indications sur les plans de manière à être accessibles et à assurer la sécurité des travailleurs.

Les potences sont installées suivant les orientations indiquées aux plans. L'Adjudicataire doit utiliser un manchon d'assemblage neuf. L'Adjudicataire doit installer un manchon d'assemblage dans le trou du fût au niveau du tube supérieur de la potence afin de protéger les câbles.

L'Adjudicataire doit s'assurer de respecter les dégagements avec les câbles aériens des services d'utilité publique conformément à la norme CSA C22.3 No 1 « *Canadian Electrical Code, Part III – Overhead systems* ». Il doit aviser le Professionnel de toute problématique qu'il rencontre à cet effet, et ce, avant d'ériger et de percer les fûts.

12.2.2 Boulonnage des caissons, fûts et potences

Les boulons et les tiges d'ancrage doivent être nettoyés et enduits d'une graisse graphiteuse.

Les écrous sur les tiges d'ancrage doivent être serrés avec un couple de 203 N·m (150 ft·lbs) à l'aide d'une clé dynamométrique calibrée adéquatement, conformément aux recommandations du manufacturier du caisson de sécurité. La tige d'ancrage doit excéder l'écrou d'au moins 3 mm.

Les boulons ASTM F3125, grade A325, doivent être serrés en deux temps : soit un serrage à bloc suivi de la méthode du tour de l'écrou, conformément à la norme CSA S6. Les boulons et les écrous doivent être marqués avec un crayon après le serrage à bloc afin de permettre le contrôle de l'angle de rotation de l'écrou. L'Adjudicataire ne doit pas réutiliser les boulons qui ont déjà été étirés par le serrage avec la méthode du tour de l'écrou, incluant (mais sans s'y limiter) les boulons des structures enlevées. Si l'Adjudicataire doit refaire le boulonnage après le serrage final pour corriger une déficience (incluant, sans s'y limiter, l'ajout ou le remplacement de rondelles, le nivellation d'une structure et le remplacement ou la modification de l'orientation d'un fût ou d'un caisson), il doit fournir de nouveaux boulons à ses frais. Les rondelles et écrous existants peuvent être réutilisés lors de la réinstallation de structures récupérées s'ils ne présentent aucun signe de corrosion et qu'ils sont jugés en bon état par le Professionnel.

Section 12

Structures de signalisation lumineuse

Tous les travaux de boulonnage doivent être exécutés en présence du Professionnel.

Il est interdit d'aléser les trous au chantier afin de corriger un défaut de fabrication ou un problème d'alignement.

L'extrémité filetée des tiges d'ancrage doit excéder l'écrou d'au moins 3 mm. L'extrémité des boulons F3125 de grade A325 doit au moins affleurer la face extérieure de l'écrou, et l'écrou ne doit pas être coincé sur le filet incomplet.

Aucun cache-écrou ne doit être installé sur les écrous des structures de signalisation lumineuse ou d'éclairage.

12.2.3 Perçage et découpage au chantier

Tous les trous doivent être marqués avant leur percement. L'Adjudicataire doit faire approuver par le Professionnel la hauteur et l'orientation des trous avant de percer les fûts.

Les trous doivent être percés avec un outil approprié qui permet une coupe droite de la paroi, et les bords doivent être meulés, conformément à l'article 12.1.1.6 du présent devis.

L'Adjudicataire doit poser un protecteur de câbles ou un manchon d'assemblage selon les indications aux plans et devis.

Il est formellement interdit de percer un trou dans la section cylindrique inférieure pour le passage des câbles vers un coffret.

12.2.4 Soudage au chantier

Il est strictement interdit d'exécuter des soudures au chantier, incluant (mais sans s'y limiter) l'ajout d'un raccord soudé à la base d'un fût ou la correction de tout autre défaut.

12.2.5 Installation des supports et des panneaux

Les supports architecturaux (incluant les supports pour têtes de feux verticales, pour signaux sonores et pour détecteurs de priorité pour autobus), les supports tubulaires (incluant les portes-oriflamme) et tous les autres supports doivent être installés à la hauteur et dans l'orientation indiquées aux plans.

Les supports architecturaux sont fixés aux fûts à l'aide de courroies de cerclage et d'attaches à crampons en acier inoxydable d'une largeur de 25 mm. Les supports tubulaires des portes-oriflamme sont fixés aux fûts à l'aide de courroies de cerclage et d'attaches à crampons en acier inoxydable d'une largeur de 19 mm. Les brides des portes-oriflamme doivent être espacées selon les indications aux plans ou selon l'espacement mesuré avant leur démantèlement. Deux courroies doivent être utilisées pour chaque bride des supports architecturaux ou tubulaires.

L'Adjudicataire doit installer un manchon d'assemblage dans le trou du fût au niveau de la bride d'alimentation du support afin de protéger les câbles.

Les panneaux de petite signalisation sont fixés aux fûts et aux potences à l'aide de supports évasés, d'attaches à crampons et de courroies en acier inoxydable d'une largeur de 19 mm. Chaque panneau ou panonceau doit être fixé à l'aide de deux courroies.

L'Adjudicataire doit utiliser de la quincaillerie, des attaches et des courroies neuves même pour la réinstallation des supports et panneaux réutilisés.

Section 12

Structures de signalisation lumineuse

L'Adjudicataire doit insérer une bande en polychloroprène (*Néoprène*) coupée en trois (3) morceaux sous chaque courroie.

12.2.6 Colmatage des trous inutilisés

L'Adjudicataire doit colmater les trous inutilisés sur les structures existantes réinstallées ainsi que sur les structures existantes et conservées touchées par les travaux. Le colmatage vise à réduire les infiltrations d'eau et améliorer l'apparence esthétique. L'Adjudicataire doit aviser le Professionnel avant de colmater les trous afin de document leurs caractéristiques.

Les trous d'un diamètre égal ou inférieur à 20 mm doivent être colmatés avec un mastic époxy renforcé d'aluminium, à prise rapide et résistant à la rouille. Les parois du trou doivent être meulées et nettoyées avant l'application. La surface d'application doit être exempte d'oxydation, de cire, de silicone, de graisse, de saleté et de tout autre contaminant. Le mastic époxy doit être inséré dans le trou afin de combler la pleine épaisseur de la paroi. L'excédent de matière doit être arasé immédiatement après l'application. La surface doit être poncée après durcissement.

Les trous d'un diamètre supérieur à 20 mm et inférieur à 45 mm doivent être colmatés avec une tôle d'aluminium 5052-H36 ou 5052-H38, conformément à la norme ASTM B209, d'une épaisseur de 1,0 mm et ayant un rayon de courbure qui s'apparente à celui du fût. Les coins de la plaque doivent être arrondis avec un rayon de 25 mm. Les bords de la tôle d'aluminium doivent être meulés afin de ne pas être tranchants. La plaque doit être collée au fût à l'aide d'un composé obturateur (*duct seal*) et rivetée aux quatre coins à l'aide de rivets en aluminium. La tôle d'aluminium doit excéder d'un minimum de 38 mm au-delà du trou à colmater.

L'Adjudicataire doit aviser le Professionnel s'il découvre des trous d'un diamètre égal ou supérieur à 45 mm et attendre ses directives.

12.2.7 Enlèvement des structures de signalisation lumineuse

12.2.7.1 Démantèlement

L'Adjudicataire doit démanteler partiellement ou complètement les structures de signalisation lumineuse conformément aux indications sur les plans, incluant, sans s'y limiter, les caissons, les fûts, les potences de feux ou d'éclairage, les consoles d'éclairage de type davier simple ou double et les supports architecturaux, tubulaires et autres.

Les structures doivent être désassemblées en déboulonnant ou en cisaillant les boulons. Les boulons non cisaillés doivent être marqués à l'aide d'une peinture rouge et ne doivent pas être réutilisés. L'utilisation d'un chalumeau ou d'une scie n'est permise que si l'état des structures ne permet pas qu'elles soient réutilisées ni livrées à la Ville pour réutilisation future.

Les courroies en acier inoxydable doivent être retirées de manière à ne pas nuire à l'intégrité de la structure ni endommager son fini.

Avant le démantèlement des porte-oriflammes, l'Adjudicataire doit mesurer et documenter la distance entre les deux brides du porte-oriflamme.

L'Adjudicataire doit installer un protecteur temporaire pour protéger les tiges d'ancrage si le massif de fondation est conservé et qu'une structure de signalisation lumineuse n'est pas réinstallée le jour même.

Section 12 **Structures de signalisation lumineuse**

12.2.7.2 Transport, manutention, entreposage et disposition

Le transport et la manutention des structures jugées en bon état avant leur démantèlement doivent être réalisés de manière à ne pas endommager les structures ni leur fini. Les structures jugées en bon état par le Professionnel doivent être réutilisées selon les indications aux plans ou livrées à la Ville.

Lorsque les structures sont réutilisées dans le cadre du même appel d'offres, l'Adjudicataire doit les entreposer temporairement sur des tréteaux dans un endroit sécuritaire.

Les matériaux enlevés jugés en bon état et qui ne sont pas réutilisés dans le cadre du même appel d'offres doivent être livrés au garage municipal. Les structures récupérées par la Ville doivent être désassemblées en pièces détachées avant leur livraison, incluant l'enlèvement, sans s'y limiter, des têtes de feux, des luminaires, des panneaux de signalisation et de tout autre élément fixé à la structure. Tous les manchons d'assemblage existants des potences et supports enlevés doivent être livrés au garage municipal.

L'Adjudicataire doit disposer des matériaux qui ne sont pas réutilisés ni récupérés par la Ville. La disposition des matériaux doit se faire dans un site permettant leur recyclage.

12.2.8 Panneaux de petite signalisation

Lors de l'enlèvement en tout ou en partie d'une structure de signalisation lumineuse, l'Adjudicataire doit enlever les panneaux de petite signalisation qui y sont fixés et retirer toute la quincaillerie, incluant, mais sans s'y limiter, toutes les attaches, supports évasés et courroies.

À moins d'indications contraires aux plans et devis, les panneaux de petite signalisation qui doivent être déplacés sur des poteaux dédiés de petite signalisation seront réinstallés par le service des travaux publics de la Ville.

L'Adjudicataire doit fournir et installer ou réinstaller les panneaux de petite signalisation qui sont attachés aux structures de signalisation lumineuse ou d'éclairage, conformément aux plans.

Les panneaux de petite signalisation enlevés qui ne sont pas réinstallés par l'Adjudicataire doivent être livrés au garage municipal.

Les panneaux de signalisation doivent être conformes aux exigences du Cahier des charges spéciales pour la construction et la réhabilitation des infrastructures routières.

Article 12.3 TOLÉRANCES SUR LE PERCEMENT DES STRUCTURES

12.3.1 Trous dans les caissons de service électrique

Aucun trou n'est accepté dans les caissons de service électrique. Les caissons percés par l'Adjudicataire doivent être remplacés à ses frais.

12.3.2 Trous dans les fûts et potences

Un trou comportant au moins une des caractéristiques suivantes est considéré comme étant affecté par un défaut de perçement :

- Le trou est percé inutilement;
- Le diamètre du trou est supérieur à celui spécifié aux plans et devis;

Section 12

Structures de signalisation lumineuse

- L'orientation du trou est différente de celle indiquée aux plans;
- La hauteur du trou sur le fût ou sa distance horizontale sur la potence n'est pas conforme aux plans;
- Un tronçon de tube de 300 mm comprend deux trous d'un diamètre supérieur à 10 mm chacun.

Si l'Adjudicataire crée un défaut de percement sur un fût ou une potence, il doit soumettre une étude structurale réalisée à ses frais par un ingénieur membre en règle de l'OIQ afin de démontrer que l'intégrité structurale n'est pas affectée par les défauts de percement. Les calculs détaillés doivent être annexés au rapport de l'étude structurale. Dans le cas où la structure comprend au moins deux trous d'un diamètre supérieur à 10 mm dans un même tronçon de 300 mm d'un tube, l'étude doit aussi comporter une analyse par éléments finis afin de démontrer le comportement du tronçon affecté par la présence de trous rapprochés. L'étude est réalisée en considérant la pression de vent et l'épaisseur de verglas stipulées à l'article 12.1.1.1 du présent devis, mais en considérant les équipements réellement installés sur la structure.

L'étude structurale n'est pas exigée si l'Adjudicataire décide de remplacer à ses frais la pièce affectée par un défaut de percement.

Si l'étude démontre à la satisfaction du Professionnel que la structure peut résister aux charges qu'elle subira au cours de sa vie, la Ville peut accepter que la structure demeure en place telle quelle. Néanmoins, une retenue permanente pour dommages et intérêts de 500 \$ est appliquée pour chaque trou correspondant à un défaut de percement.

Si la Ville rejette les conclusions de l'étude, l'Adjudicataire doit remplacer les pièces affectées par un défaut de percement.

Les retenues permanentes applicables aux structures de signalisation sont cumulatives jusqu'à concurrence du prix de l'item correspondant au bordereau.

Les retenues permanentes pour un fût ou une potence ne sont pas appliquées si l'Adjudicataire remplace à ses frais la pièce percée par erreur.

Section 13 Signaux lumineux et accessoires

Article 13.1 TÊTES DE FEUX

13.1.1 Matériaux

13.1.1.1 Fiches techniques

Les fiches techniques des têtes de feux doivent notamment détailler les dimensions, les matériaux et le poids des têtes selon le type et le nombre de sections.

13.1.1.2 Exigences générales

Les têtes de feux comportent un maximum de 6 sections. Les lentilles des têtes pour véhicules sont rondes et celles des têtes pour piétons sont carrées. Sauf indication contraire, les lentilles doivent avoir une dimension nominale de 300 mm (12 pouces). Toutes les lentilles d'une même tête de feux doivent être de même taille.

Les têtes de feux horizontales doivent rencontrer les exigences de la norme 8601 « Têtes horizontales pour signaux lumineux » des « Normes – Ouvrages routiers, Tome VII, Matériaux » de Transport Québec.

Les têtes de feux verticales (pour véhicules et pour piétons) doivent rencontrer les exigences de la norme 8602 « Têtes verticales pour signaux lumineux » des « Normes – Ouvrages routiers, Tome VII, Matériaux » de Transports Québec.

Les dessins d'atelier des têtes de feux doivent détailler les dimensions, les matériaux et le poids selon le type et le nombre de sections.

13.1.1.3 Écran de visibilité

Sur les têtes horizontales, la surface de l'écran de visibilité faisant face à la circulation doit former une bordure de 100 mm de largeur autour de l'ensemble des lanternes et être munie d'une pellicule rétroréfléchissante de couleur jaune avec un coefficient de rétroréflexion de type IX conformément à la norme 14101 « Pellicules rétroréfléchissantes » des « Normes – Ouvrages routiers, Tome VII, Matériaux » de Transports Québec. Sur les nouvelles têtes horizontales, la pellicule rétroréfléchissante doit recouvrir la totalité de l'écran de visibilité de la tête de feux, soit une largeur de 100 mm. Lorsqu'une pellicule rétroréfléchissante est ajoutée sur une tête horizontale existante, elle doit avoir une largeur minimale de 75 mm à partir de l'extérieur de l'écran de visibilité.

Sur les têtes verticales, l'écran de visibilité est optionnel. Lorsqu'il est requis aux plans, l'écran doit être un panneau d'aluminium d'une épaisseur de 1,27 mm formant une bordure de 125 mm de largeur autour de la tête de feux. L'écran doit être recouvert d'un revêtement en poudre à base de résines de polyester thermodurcissables, et la face de l'écran doit être recouverte d'une pellicule rétroréfléchissante, conforme aux stipulations du paragraphe précédent, sur une bande d'au moins 100 mm à partir de l'extérieur de l'écran de visibilité. L'écran doit être fixé au boîtier de la tête de feux verticale.

Section 13 Signaux lumineux et accessoires

13.1.1.4 Visières

Les visières doivent être faites du même matériau que les boîtiers des lanternes.

À moins d'indications contraires, les visières doivent être de type casquette. Il ne doit y avoir aucune perte de lumière entre la visière et la porte.

Lorsqu'indiqué aux plans, certaines ou toutes les portes des têtes de feux doivent être munies de visières de type « tunnel » d'une longueur minimale de 240 mm.

13.1.1.5 Montage

La résistance mécanique de la tête de feux horizontale et de son système de montage doit être certifiée par un laboratoire indépendant pour les conditions de charge statique et dynamique propres à notre climat et répondant aux normes de Transports Québec. Le certificat de conformité, résultant des rapports d'analyse du laboratoire indépendant, doit être signé par un ingénieur qualifié et membre en règle de l'OIQ et doit accompagner les dessins d'exécution et d'assemblage.

13.1.1.6 Modules à diodes électroluminescentes (DEL)

Les modules à diodes électroluminescentes (DEL) doivent être conformes aux exigences des normes CSA C22.10 et CSA C22.2 no 0 ainsi qu'aux normes de l'ITE :

- ST-052 « Vehicle Traffic Control Signal Heads : Light Emitting Diode (LED) Circular Signal Supplement;
- ST-054 « Vehicle Traffic Control Signal Heads : Light Emitting Diode (LED) Vehicle Arrow Traffic Signal Supplement;
- ST-055 « Pedestrian Traffic Control Signal Indicators : Light Emitting Diode (LED) Signal Modules.

Chaque module à diodes électroluminescentes doit être fourni avec un joint d'étanchéité conforme à celui stipulé dans la norme ST-017B de l'ITE.

Les lentilles des modules à DEL jaunes et rouges ronds doivent être teintées de la couleur appropriée. Les caractéristiques photométriques doivent être respectées malgré la lentille teintée. Les lentilles vertes rondes doivent être claires.

Le fond de l'affichage des modules à DEL (dont le symbole n'occupe pas la totalité de la surface) doit être uniforme, mat et de couleur noire; aucune composante électronique ne doit être apparente sur la face avant du module.

Les modules à DEL comportant une flèche doivent pouvoir être installés dans n'importe quelle orientation sans affecter les caractéristiques photométriques stipulées aux normes de l'ITE.

Les modules à DEL des feux de priorité blancs pour autobus (barre horizontale, triangle et barre verticale ou oblique) doivent rencontrer les exigences photométriques stipulées dans la norme ST-055 pour le pictogramme du marcheur blanc. Les dimensions des pictogrammes blancs doivent être conformes au dessin normalisé 024A du chapitre 8 des « Normes – Ouvrages routiers, Tome V, Signalisation routière » de Transports Québec.

Les pictogrammes des modules à DEL des feux pour cyclistes doivent être conformes au dessin normalisé 022 du chapitre 8 des « Normes – Ouvrages routiers, Tome V, Signalisation routière » de Transports Québec.

Section 13

Signaux lumineux et accessoires

Les modules à DEL des feux pour piétons (silhouette blanche, main orange et décompte numérique orange) doivent être carrés de classe 2 (305 x 305 mm) conformément à la norme ST-055 de l'ITE. Les pictogrammes de la silhouette et de la main doivent être combinés dans un même module. Le décompte numérique doit être dans un module distinct. Le module du décompte numérique doit calculer les temps d'engagement et de dégagement individuellement et en afficher la somme. Le temps total de la traversée piétonnière, incluant les périodes d'engagement et de dégagement, doit s'amorcer automatiquement au début du cycle en coïncidence avec l'occurrence du pictogramme du marcheur et décroître à zéro (0) avec la fin du dégagement pédestre. Les minutages enregistrés dans la mémoire du module doivent être conservés en cas de panne n'excédant pas quinze (15) secondes. Le décompte numérique doit être éteint durant l'intervalle d'engagement piétonnier (silhouette blanche), afficher la durée en secondes avant l'apparition de la main fixe durant l'intervalle de dégagement (main orange clignotante) et afficher le chiffre « 0 » pendant toute la durée de l'intervalle durant lequel la main fixe est affichée. Les fiches techniques du module du décompte numérique doivent indiquer clairement les options à sélectionner lors de la configuration du décompte numérique et documenter la méthode à suivre. Tout appareillage requis pour modifier la configuration des options du décompte numérique doit être fourni avec les modules à DEL sans frais supplémentaires.

L'atténuation de l'intensité lumineuse de nuit n'est pas exigée pour les modules à DEL des têtes pour véhicules. Les modules à DEL des têtes pour piétons doivent être munis d'un circuit atténuateur afin de réduire la brillance du message par rapport à l'éclairage ambiant, et ce, automatiquement. Ce circuit doit comporter un délai de réaction pour contrer les changements brusques et temporaires d'éclairage par les phares des véhicules. L'atténuateur de puissance, opérant à l'aide d'une cellule photoélectrique, doit être doté d'un réglage de sensibilité (haut/bas). Le mode d'atténuation de nuit doit être activé sur tous les modules des feux pour piétons.

Le bloc d'alimentation du circuit des diodes électroluminescentes doit être intégré à l'intérieur du module à DEL, et chaque module à DEL doit comporter son propre bloc d'alimentation.

L'option d'impédance de l'état de défaut (*Failed State Impedance*) stipulée dans la norme ST-055 de l'ITE est exigée pour les modules « main et marcheur », mais ne doit pas être présente sur les modules « décompte numérique ». L'impédance de l'état de défaut est obligatoire sur tous les autres modules, conformément à la norme ST-052 de l'ITE.

L'Adjudicataire doit fournir une copie du rapport des essais réalisés par le manufacturier conformément aux normes de l'ITE.

Les modules à diodes électroluminescentes doivent être approuvés CSA et garantis par le manufacturier contre tout défaut de fabrication pour une période de 5 ans pour les modules piétonniers et de 15 ans pour tous les autres modules. La performance des modules à DEL doit se maintenir à l'intérieur des exigences des normes de l'ITE durant la période de garantie.

13.1.1.7 Housse de camouflage en toile

La housse de camouflage des signaux lumineux doit être opaque et de couleur noire. Elle doit être réutilisable et résistante aux intempéries et à l'abrasion. Elle doit pouvoir résister à des vents de 145 km/h. Elle doit être résistante aux rayons ultraviolets et à la moisissure.

La housse doit être fabriquée en nylon recouvert de PVC, 420D deniers minimum, ou en polyester recouvert de PVC, 600D deniers minimum. La housse doit comporter un ourlet élastique sur son pourtour.

La housse doit comporter des sangles pour la fixer solidement à la tête de feux. Les sangles doivent être suffisamment longues pour installer la housse en présence d'un écran de visibilité. Les sangles doivent être ajustables et permettre une installation avec ou sans écran de visibilité. Chaque sangle doit être

Section 13

Signaux lumineux et accessoires

continue et être cousue sur la pleine largeur de la face de la housse. Les sangles doivent comporter des boucles ajustables en acétal (polyoxyméthylène) résistant aux rayons ultraviolets.

Les composantes de la housse doivent être cousues entre elles par des coutures continues et de manière qu'un bris du fil de couture n'entraîne pas la couture à se découdre.

13.1.2 Mise en œuvre

13.1.2.1 Installation des têtes de feux

L'Adjudicataire doit bien fixer la bride à l'intérieur de la tête de feux horizontale sur le tenon de la potence.

Les têtes de feux horizontales et verticales installées au-dessus de la chaussée doivent être installées de façon à maintenir une hauteur libre, par rapport au bombement de la chaussée, d'au moins 5,4 m sous la tête de feux et d'au moins 5,0 m sous un panneau de nom de rue fixé à une tête de feux horizontale. La hauteur libre ne doit jamais dépasser 5,8 m pour permettre une bonne visibilité des feux.

Le dégagement sous les têtes de feux verticales tricolores installées sur un fût doit être entre 2,5 m et 3,5 m par rapport au bombement de la chaussée. Le dégagement sous les têtes de feux verticales piétonnes doit être entre 2,5 m et 3,0 m par rapport à l'élévation du trottoir, de la bordure ou, le cas échéant, de l'accotement.

Les têtes de feux installées au-dessus de la chaussée avec potences sur un même fût doivent être à la même élévation. Le dégagement vertical sous les têtes d'une même approche doit être similaire pour les têtes du même type (horizontales tricolores, verticales tricolores ou verticales piétonnes) installées de la même manière (sur fût ou sur potence), être le plus proche possible des valeurs typiques indiquées aux plans et respecter en tout temps les valeurs minimales et maximales stipulées aux plans et devis.

Les supports architecturaux (pour les têtes verticales tricolores et les têtes verticales piétonnes) doivent être installés dans l'orientation indiquée aux plans par rapport au fût. L'Adjudicataire doit confirmer, avant de percer le fût, que le dégagement minimal de 300 mm entre chaque tête de feux et le bord de la chaussée sera respecté. Si le dégagement latéral n'est pas respecté, il doit aviser le Professionnel et attendre ses instructions avant de percer le fût et d'installer le support architectural dans une orientation différente.

L'Adjudicataire doit ajuster l'orientation des têtes de feux selon les indications aux plans et les directives du Professionnel afin d'obtenir un maximum de visibilité.

Les boîtiers des têtes de feux verticales doivent être fixés aux supports architecturaux conformément aux dessins de détails aux plans. Les anneaux filetés doivent être serrés adéquatement avec l'outil approprié. Les supports doivent être installés sur les fûts conformément à l'article 12.2.5 du présent cahier.

Immédiatement après l'installation d'une tête de feux, l'Adjudicataire doit la recouvrir à l'aide d'une housse de camouflage en toile solidement attachée qui ne doit être enlevée que lors de la mise en opération des feux de circulation.

13.1.2.2 Enlèvement de têtes de feux

L'Adjudicataire doit enlever les têtes de feux conformément aux indications sur les plans, incluant, sans s'y limiter, le démantèlement des épissures, la réfection des épissures pour maintenir la continuité des circuits.

13.1.2.3 Remplacement de la pellicule sur l'écran de visibilité

Lorsque requis, l'Adjudicataire doit fournir et installer une bande réfléchissante sur l'écran de visibilité d'une tête de feux horizontale. La bande réfléchissante existante endommagée doit préalablement être enlevée. La surface de l'écran de visibilité doit être propre et sèche avant l'application de la nouvelle pellicule.

Article 13.2 PANNEAUX DE NOM DE RUE SOUS LES TÊTES HORIZONTALES

13.2.1 Généralités

Les panneaux de nom de rue couverts par le présent devis correspondent aux panneaux indiquant le nom des axes routiers sous les têtes de feux horizontales.

13.2.2 Matériaux

13.2.2.1 Panneau

Les panneaux de nom de rue sont en alliage d'aluminium. Ils sont recto-verso et ont une dimension de 1500 mm x 300 mm x 3,2 mm. Le lettrage de type « Clearview 3-W », sauf indication contraire, et il est découpé dans un film transparent de couleur bleue appliqué sur une pellicule rétroréfléchissante blanche de type XI. Lorsque les numéros civiques sont exigés, ils doivent être inversés au verso du panneau de façon à orienter l'usager dans le bon sens des adresses. Les panneaux de nom de rue doivent être fabriqués conformément aux dessins de détail sur les plans.

L'Entrepreneur doit fournir des dessins d'atelier et les faire approuver par le Professionnel préalablement à la fabrication des panneaux.

13.2.2.2 Support

Les attaches sont formées de deux brides avec des attaches supérieures et inférieures en aluminium. La dimension et la forme des d'attaches doivent être compatibles avec le type de tête de feux de circulation qui diffère d'un fournisseur à l'autre. La quincaillerie est en acier inoxydable.

Un câble de sûreté doit également sécuriser l'installation. Le câble de sûreté doit être en acier galvanisé, avoir un diamètre de 1,6 mm et être conforme à la norme MIL-DTL-83420, Type I, Composition A.

13.2.3 Main d'œuvre

13.2.3.1 Installation

Le modèle du support doit être choisi afin d'assurer la compatibilité avec le boîtier de la tête de feux horizontale. L'Adjudicataire doit fixer le support à la tête de feux horizontale, fixer le panneau au support et attacher le câble de sûreté, conformément aux dessins de détails sur les plans.

L'Adjudicataire doit utiliser un nouveau câble de sûreté pour toutes les installations, incluant pour la réinstallation de panneaux ou de supports réutilisés.

Lors de l'installation ou de la relocalisation d'un panneau réutilisé sur une nouvelle tête de feux ou lors du remplacement d'une tête de feux, l'Adjudicataire doit réutiliser le support existant s'il est en bon état et s'il est compatible avec le modèle de la tête de feux horizontale.

Section 13

Signaux lumineux et accessoires

Si le support existant n'est pas compatible avec la tête de feux ou n'est pas en bon état, l'Adjudicataire doit l'échanger pour un support compatible au garage municipal, conformément à l'article 4.11 du présent cahier.

13.2.3.2 Enlèvement

L'Adjudicataire doit détacher le câble de sûreté, détacher le panneau existant du support et l'enlever, et retirer le support de la tête de feux.

Les panneaux et supports non réutilisés doivent être livrés à la Ville.

L'Adjudicataire doit inspecter l'état des panneaux et des supports qui doivent être réutilisés. Dès qu'il constate que les matériaux récupérés ne peuvent pas être réutilisés, il doit aviser la Ville.

Article 13.3 BOUTONS D'APPEL

13.3.1 Matériaux

13.3.1.1 Exigences de performance et de compatibilité

Le bouton d'appel doit être de construction robuste, à l'épreuve des intempéries et résistant au vandalisme. Il doit être conçu de manière à prévenir tout choc électrique quelles que soient les conditions climatiques et il doit être conforme aux normes CAN/CSA-C.22.10 « Code de construction du Québec – Chapitre V – Électricité – Code canadien de l'électricité, Première partie et modifications du Québec » et CAN/CSA-C22.2 no 0 « Exigences générales – Code canadien de l'électricité, Deuxième partie ».

Le bouton doit être activé par une action de pression appliquée directement par l'usager sur le plongeur du bouton. Les boutons à surface tactile (activés par contact ou effleurement sans appliquer de pression) et les boutons avec détection optique ne sont pas acceptés.

L'Adjudicataire doit fournir un modèle de bouton d'appel du même manufacturier que l'interface pour boutons d'appel (existant ou proposé) à l'intérieur du coffret de contrôle et des autres boutons existants conservés au même carrefour.

13.3.1.2 Exigences environnementales

Le bouton doit être étanche conformément au type 6P de la norme ANSI/NEMA 250 (étanchéité minimale de IP68, conformément à la norme EN 60529). Le bouton doit pouvoir opérer à des températures variant de -34°C à +74°C avec une humidité relative jusqu'à 95 %, conformément aux exigences de la norme NEMA TS 2. Le fonctionnement du bouton ne doit pas être affecté par le vent, la pluie, la grêle, le verglas ni la vibration.

Le bouton doit résister aux vibrations et aux chocs conformément aux exigences de la norme NEMA TS 2. Le bouton doit être résistant au vandalisme selon l'indice IK10 de la norme IEC 62262.

Le bouton ne doit pas être affecté par les phénomènes électriques transitoires (*transients*), conformément aux exigences de la norme NEMA TS 2. Le bouton doit pouvoir résister aux surtensions électriques conformément à la norme IEC 61000-4-5.

13.3.1.3 Exigences physiques et mécaniques

Aucune des pièces extérieures ne doit pouvoir être démontée sans l'utilisation d'un outil approprié.

Section 13

Signaux lumineux et accessoires

13.3.1.3.1 Boîtier

Le boîtier doit être composé de deux parties : une embase et un boîtier principal.

Le boîtier (embase et boîtier principal) doit être en alliage (319) d'aluminium moulé (*cast aluminum*) ou en aluminium usiné 6061-T6, exempt de vides, piqûres, marques, bavures et autres défauts. Tous les angles doivent être arrondis et intacts. Toutes les surfaces extérieures doivent être lisses, esthétiquement acceptables et exemptes d'imperfections.

L'embase doit être conçue de manière à s'adapter parfaitement à la paroi d'un fût de 200 à 300 mm de diamètre. Le dos de l'embase doit comporter un trou d'un diamètre de 12,7 mm pour le passage du câble. Lorsque l'embase repose à plat sur la paroi du fût, aucune protubérance ne doit s'insérer à l'intérieur du trou percé dans la paroi du fût. Elle doit être fixée au fût à l'aide de deux vis en acier inoxydable. L'embase doit comprendre des trous filetés pour recevoir les boulons de fixation du boîtier principal. L'épaisseur de l'embase ne doit pas être supérieure à 16 mm en son centre. Le diamètre de l'embase doit être adapté à celui de la partie avant du boîtier.

Le boîtier principal doit avoir un diamètre entre 80 et 90 mm. La profondeur du boîtier principal ne doit pas dépasser 27 mm (incluant le plongeur mais excluant les borniers). La projection hors-tout du bouton (comprenant l'embase, le boîtier principal, le plongeur et toute autre pièce du bouton) ne doit pas dépasser 50 mm (mesurée dans l'axe du bouton).

Le boîtier principal doit être fixé à l'embase à l'aide de quatre boulons en acier inoxydable. L'étanchéité entre le boîtier principal et l'embase doit être assurée par un joint torique en polypropylène. Le boîtier principal doit pouvoir être enlevé, remplacé et réinstallé sans nécessiter l'enlèvement de l'embase. Toutes les composantes du bouton doivent être contenues dans le boîtier principal.

13.3.1.3.2 Finition

La finition du boîtier doit être faite par une application électrostatique d'un revêtement en poudre à base de résines de polyester thermodurcissables de couleur jaune (RAL-1003, RAL-1004 ou RAL-1023). Le revêtement doit avoir une épaisseur de 130 à 150 microns obtenue par application de deux couches.

L'adhérence du revêtement au substrat doit atteindre au minimum la classification 5A lorsque testé conformément à la méthode A de la norme ASTM D3359.

Le revêtement doit avoir une dureté de 2H conformément à la norme ASTM D3363. Le revêtement doit avoir une résistance à l'impact jusqu'à 80 pouces·livres, conformément à la norme ASTM D2794.

Les composés chimiques constituant les résines thermodurcissables doivent offrir une résistance aux ultraviolets et aux brouillards salins conforme à la norme ASTM B117 et être imperméables à l'humidité selon la norme ASTM D2247.

Les surfaces en aluminium doivent être préparées avant l'application du revêtement par un procédé de traitement chimique à chaud en quatre étapes : dégraissage à chaud dans une solution alcaline à 82 °C; rinçage; dépouillage à chaud dans une solution d'acide phosphorique à 54 °C; rinçage.

13.3.1.3.3 Plongeur

Le plongeur est la partie du bouton qui active l'interrupteur lorsqu'une pression est appliquée dessus. Le plongeur doit être en acier inoxydable 316 avec un fini brossé et avoir un diamètre minimum de 50 mm.

Le plongeur ne doit pas pouvoir être bloqué par l'accumulation de glace. La course du plongeur doit être imperceptible pour l'usager. Le bouton doit être conçu de manière que la course du plongeur n'excède pas

Section 13

Signaux lumineux et accessoires

la course maximale de l'interrupteur et de manière que la pression maximale qu'il peut exercer sur l'interrupteur soit inférieure à la pression maximale pouvant être supportée par l'interrupteur.

La force requise pour activer le bouton ne doit pas dépasser 8,9 Newtons (2 lbs).

13.3.1.3.4 Quincaillerie

Les vis ainsi que les autres pièces d'assemblage doivent être en acier inoxydable et neutralisées contre le grippage causé par l'oxydation entre les matériaux différents.

Les vis accessibles à l'extérieur du bouton doivent être résistantes au vandalisme.

13.3.1.4 Exigences électriques et électroniques

13.3.1.4.1 Bornier

Le boîtier principal du bouton doit comporter un bornier comprenant deux bornes à vis avec plaques de serrage et barrières isolantes. Les bornes doivent être conçues pour raccorder un conducteur de calibre 18 AWG.

13.3.1.4.2 Module électronique

Le circuit électronique du bouton ne doit avoir aucune polarité. Il doit être protégé contre les intempéries et l'humidité.

13.3.1.4.3 Interrupteur

L'interrupteur doit être activé par pression et il ne doit contenir aucune partie mécanique mobile ni contacts électriques.

La durée de vie de l'interrupteur doit être supérieure à 300 millions d'activations avec un temps moyen entre les défaillances (MTBF) d'environ 8 800 000 heures.

L'interrupteur doit pouvoir opérer dans la plage de 12 à 36 Volts DC. Le circuit du bouton doit être normalement ouvert.

13.3.1.4.4 Témoin lumineux

Le détecteur doit être muni d'un témoin lumineux rouge de type DEL d'une intensité lumineuse minimale de 0,3 Lux à une distance minimale de 1,0 mètre. Le témoin lumineux doit être visible sur un angle de 155°. Le témoin lumineux doit être situé dans la partie supérieure de la face avant du boîtier principal.

Le témoin lumineux doit être persistant entre l'activation de l'interrupteur et le service de la phase correspondante.

13.3.1.4.5 Témoin sonore

Le détecteur doit être muni d'un témoin sonore de type piézoélectrique. Le témoin doit émettre un son à deux tonalités d'une durée de 50 millisecondes. La fréquence de chaque tonalité doit être entre 2,6 et 3,9 kHz, et la fréquence de la tonalité lorsque le plongeur est enfoncé doit être supérieure d'au moins 0,3 kHz à la fréquence de la tonalité lorsqu'il est relâché. Le volume du témoin sonore doit être d'au moins 68 dB lorsque mesuré à une distance de 1,0 mètre.

Section 13 **Signaux lumineux et accessoires**

13.3.1.5 Garantie

Les boutons d'appel pour piétons doivent être garantis par le manufacturier contre tout défaut de fabrication pour une période de 5 ans, incluant les bris causés par vandalisme.

13.3.2 Mise en œuvre

13.3.2.1 Installation

Les boutons doivent être installés à la hauteur et dans l'orientation indiquées aux plans.

Le trou percé dans le fût pour les câbles du bouton ne doit pas excéder 9 mm de diamètre. Les bords du trou doivent être meulés.

L'Adjudicataire doit passer un câble de remontée dans le fût pour chaque bouton. Le câble de remontée doit être un câble de transmission à 2 conducteurs conformément à l'article 11.1.4 du présent cahier. La gaine du câble doit pénétrer à l'intérieur du boîtier du bouton. Trois (3) couches de ruban adhésif isolant (du même type que celui utilisé pour les épissures) doivent être appliquées sur la gaine du câble de remontée à l'endroit où il traverse la paroi du fût afin d'augmenter la protection du câble contre l'usure par frottement.

L'Adjudicataire doit poser un cordon de mastic (conforme à l'article 15.2.7 du présent cahier) en demi-lune sur la partie supérieure de la paroi arrière du bouton qui est en contact avec le fût. Le cordon de mastic doit être suffisant pour prévenir l'infiltration d'eau à l'intérieur du bouton par le trou où passe le câble, mais il ne doit pas déborder au-dessus du boîtier du bouton.

L'embase du bouton doit être complètement appuyée sur la paroi du fût, et le boîtier principal doit être fixé à l'embase de manière que le témoin lumineux sur la face avant du bouton soit orienté vers le haut.

13.3.2.2 Enlèvement des boutons

L'Adjudicataire doit enlever les boutons existants conformément aux indications sur les plans, incluant, sans s'y limiter, le démantèlement des épissures, la réfection des épissures pour maintenir la continuité des circuits et l'enlèvement du bouton.

Les trous dans le fût doivent être colmatés conformément aux exigences de l'article 12.2.6 du présent cahier.

Article 13.4 INTERFACE POUR BOUTONS D'APPEL

13.4.1 Matériaux

13.4.1.1 Exigences environnementales

Les appareils à l'intérieur des coffrets de contrôle doivent rencontrer les exigences environnementales et électriques de la norme NEMA TS 2, plus spécifiquement la section 2.1 « Environmental and Operating Standards ».

13.4.1.2 Carte d'interface pour boutons d'appel

Le module d'interface des boutons d'appel pour piétons doit être du même manufacturier que les boutons d'appel. Il doit être sous la forme d'une carte enfichable.

Section 13

Signaux lumineux et accessoires

Les cartes enfichables doivent rencontrer les exigences de l'article 2.8 « Loop Detector Unit Tests » (à l'exception des essais décrits à l'article 2.8.1.4 « Transients, Loop Detector Input Terminals » qui ne sont pas applicables) de la norme NEMA TS 2. L'isolation à basse tension et à couplage optique est assumée par l'interface des boutons d'appel.

La carte d'interface doit comporter 4 canaux. La façade de la carte enfichable peut avoir la largeur d'une carte de détection standard à 2 canaux ou la largeur d'une carte de détection double à 4 canaux. La carte d'interface doit pouvoir opérer jusqu'à 4 boutons par canal. Si les canaux sont identifiés par des lettres, les 4 canaux (A, B, C, D) de la carte peuvent être respectivement associés aux canaux du connecteur enfichable du châssis dans l'ordre 1, 2, 3, 4 ou 3, 4, 1, 2 (au choix du manufacturier).

La carte d'interface doit comporter un témoin lumineux pour chaque canal indiquant lorsqu'un appel est envoyé à l'unité de contrôle. La carte d'interface doit aussi comporter un bouton d'essai pour chaque canal afin de faciliter la résolution de problèmes.

La carte d'interface doit alimenter le témoin lumineux des boutons lorsqu'un appel est placé à l'unité de contrôle pour le canal correspondant. L'interface doit monitorer l'état des signaux lumineux à 120 Volts AC et éteindre le témoin lumineux des boutons dès que la silhouette du marcheur s'allume pour le canal correspondant et durant toute la période pendant laquelle la silhouette est allumée.

La carte d'interface doit comporter un connecteur Sub-D à 15 broches (DA-15) ou à 9 broches (DB-9) sur la façade servant à monitorer l'état des signaux lumineux à 120 Volts AC. Un harnais avec connecteur doit être fourni avec la carte d'interface. Les conducteurs du harnais doivent avoir une longueur de 1,8 m.

La carte d'interface doit placer un appel constant sur tous les canaux lors d'une panne d'alimentation de la carte ou lors de toute autre défaillance de la carte.

La carte d'interface doit être accompagnée d'un manuel d'installation et d'opération.

13.4.1.3 Châssis pour carte d'interface des boutons d'appel

Le châssis doit permettre l'installation d'une carte de détection standard à 4 canaux avec façade double largeur. Ce châssis étant prévu pour l'installation d'une carte enfichable d'interface pour boutons d'appel pour piétons, il n'a pas besoin d'avoir un espace pour un BIU.

Le châssis doit être conforme aux exigences de l'article 5.3.4 « Detector Rack » de la norme NEMA TS 2.

Le châssis doit comprendre des borniers servant à raccorder les boutons d'appel et les autres composantes du coffret de contrôle. Les borniers doivent être conformes à l'article 5.3.6 « Field Terminals » de la norme NEMA TS 2. À l'intérieur du châssis, les bornes sont reliées aux broches du connecteur de la carte enfichable par un câble multibrin d'un calibre minimum de 20 AWG.

13.4.1.4 Documentation

Le module d'interface doit être accompagné d'un manuel d'installation, de configuration et d'opération.

13.4.2 Main d'œuvre

L'Adjudicataire doit livrer les interfaces pour boutons d'appel à la Ville au moins deux (2) semaines avant le banc d'essai du coffret de contrôle.

Lorsque la carte d'interface doit être installée dans un coffret existant, l'Adjudicataire doit coordonner ses travaux de manière que les boutons soient raccordés à la nouvelle carte d'interface et fonctionnels la même journée.

Article 13.5 PLAQUE SIGNALÉTIQUE POUR BOUTON D'APPEL

13.5.1 Matériaux

La plaque signalétique doit être en aluminium d'une épaisseur de 1 mm. Elle doit être recouverte d'une pellicule rétroréfléchissante blanche de type I conforme à la norme 14101 « Pellicules rétroréfléchissantes » des « Normes – Ouvrages routiers, Tome VII, Matériaux » de Transports Québec. Les dimensions et la forme de la plaque aux coins arrondis ainsi que les pictogrammes et les couleurs doivent être conformes aux stipulations des devis correspondants du Répertoire des dispositifs de signalisation routière du Québec (rsr.transports.gouv.qc.ca). Les pictogrammes doivent être sérigraphiés avec un fond vert sur la pellicule.

Lorsque la plaque est installée sur un fût dont la partie inférieure est cylindrique, la plaque doit être courbée avec un rayon de 250 mm pour s'adapter à un fût d'un diamètre de 200 à 300 mm.

La quincaillerie utilisée pour fixer la plaque au fût doit être composée de boulons résistants au vandalisme #8-32 UNC x 3/8" en acier inoxydable 304 à tête cylindrique à deux trous.

13.5.2 Main d'œuvre

13.5.2.1 Installation

La plaque doit être fixée au fût à l'aide de boulons anti-vandalisme. Les trous doivent être pré-percés et des filets doivent être usinés avec un outil approprié.

La plaque signalétique doit épouser parfaitement la forme du fût.

13.5.2.2 Enlèvement

L'Adjudicataire doit retirer les boulons ou driller au centre des rivets, retirer la plaque et toute la quincaillerie.

Les trous dans la paroi du fût doivent être colmatés conformément à l'article 12.2.6 du présent cahier.

Les plaques jugées en bon état par le Professionnel peuvent être réutilisées dans le cadre du même appel d'offres ou livrées à la Ville. L'Adjudicataire doit disposer des plaques signalétiques jugées irrécupérables par le Professionnel.

Article 13.6 SIGNAUX SONORES

13.6.1 Matériaux

13.6.1.1 Généralités

Les systèmes de signaux sonores servent à orienter les personnes malvoyantes ou non-voyantes à traverser un corridor piétonnier à l'intersection.

Chaque ensemble de signaux sonores comprend :

- deux (2) balises sonores;
- deux (2) boutons sonores;
- deux (2) supports complets avec la quincaillerie;

Section 13

Signaux lumineux et accessoires

- un (1) module d'interface (dans le coffret de contrôle);
- les câbles.

13.6.1.1.1 Exigences environnementales

Le bouton sonore et la balise sonore doivent être étanches conformément au type 4X de la norme ANSI/NEMA 250. Ils doivent pouvoir opérer à des températures variant de -34 °C avec une humidité relative jusqu'à 95 %, conformément aux exigences de la norme NEMA TS 2.

Le bouton sonore et la balise sonore doivent résister aux vibrations et aux chocs conformément aux exigences de la norme NEMA TS 2.

Le bouton sonore et la balise sonore ne doivent pas être affectés par les phénomènes électriques transitoires (transients) et doivent résister aux surtensions électriques, conformément aux exigences de la norme NEMA TS 2.

13.6.1.1.2 Exigences fonctionnelles

Le système doit être compatible avec les équipements du coffret de contrôle de l'intersection.

Le bouton sonore doit être capable d'émettre les sons et il doit comporter une sortie audio secondaire pour ajouter une balise sonore externe au bouton. Le système doit permettre une configuration entièrement indépendante pour le bouton sonore et pour la balise sonore, et ce, pour chaque son et pour chaque canal.

Lorsque l'usager appuie sur le bouton et maintient la pression durant six secondes, le bouton sonore doit émettre un signal de confirmation et activer les fonctions programmées, incluant l'activation du signal sonore au prochain service de la phase piétonne, l'augmentation de l'intensité sonore, l'activation des balises sonores et l'inhibition de tous les sons à l'exception de ceux du passage piétonnier activé.

Le système de signaux sonores doit émettre une tonalité par seconde pour faciliter la localisation du bouton. La composante principale du son de localisation du bouton d'appel doit être de 880 Hz et doit être accompagnée d'harmoniques multiples. La tonalité de localisation du bouton d'appel doit s'ajuster automatiquement pour maintenir son intensité entre 2 et 5 dB au-dessus du niveau sonore du bruit ambiant. Le son de localisation du bouton doit être coupé durant le service du signal sonore.

Après l'activation du signal sonore, le système doit émettre un son durant la prochaine phase piétonne correspondante.

Le signal sonore doit être émis par les balises sonores en alternance d'une extrémité à l'autre du passage pour piétons dès l'affichage de la silhouette du marcheur et durant toute la durée des intervalles d'engagement (silhouette du marcheur) et de dégagement piétonniers (main clignotante) de la phase piétonne correspondante. Le signal sonore émanant des boutons sonores doit être inhibé.

Dans la mesure du possible, le signal sonore doit être programmé pour que le bouton d'appel active d'abord l'émetteur situé à l'extrémité opposée du passage.

Le système de signaux sonores doit permettre d'allouer un délai minimal de quelques secondes entre l'activation du signal sonore et le début de l'émission du son.

Les signaux sonores doivent pouvoir être configurés pour utiliser les mélodies de type « Mélodie du Canada » et « coo coo ».

Le signal sonore doit être composé de fondamentales en basses fréquences, variant de 450 à 650 Hz, accompagnées d'harmoniques s'étendant jusqu'à 8000 Hz.

Section 13

Signaux lumineux et accessoires

Les intervalles d'engagement et de dégagement doivent être différenciés par deux sons distincts (4 notes pour l'intervalle d'engagement, suivies de 3 notes pour l'intervalle de dégagement). La longueur de chaque alternance doit permettre un départ rapide et un alignement précis (1,2 sec pour l'intervalle d'engagement et 0,9 sec pour l'intervalle de dégagement, donc 0,3 sec/note).

Le signal doit être audible jusqu'à l'extrémité du passage piétonnier et s'ajuster automatiquement pour maintenir l'intensité de la balise sonore entre 5 et 10 dB au-dessus du niveau sonore du bruit ambiant.

Le système doit tenir un registre des événements.

13.6.1.2 Bouton sonore

13.6.1.2.1 Exigences physiques et mécaniques

Aucune des pièces extérieures ne doit pouvoir être démontée sans l'utilisation d'un outil approprié.

13.6.1.2.1.1 Boîtier

Le boîtier du bouton sonore doit être en alliage (319) d'aluminium moulé (*cast aluminum*) ou en aluminium usiné 6061-T6, exempt de vides, piqûres, marques, bavures et autres défauts. Tous les angles doivent être arrondis et intacts. Toutes les surfaces extérieures doivent être lisses, esthétiquement acceptables et exemptes d'imperfections.

Le dos du boîtier doit être conçu de manière à s'adapter parfaitement à la paroi d'un fût de 200 à 300 mm de diamètre.

Le boîtier du bouton sonore doit comporter une plaque signalétique intégrée conforme à l'article 13.5.1 du présent cahier.

Les dimensions maximales du bouton sonore sont :

- Largeur : 230 mm;
- Hauteur : 450 mm;
- Profondeur : 75 mm

13.6.1.2.1.2 Finition

La finition du boîtier doit être conforme aux exigences de l'article 13.3.1.3.2 du présent cahier.

La partie principale du boîtier du bouton sonore doit être de couleur jaune, mais la partie du boîtier qui supporte la plaque signalétique intégrée peut être de couleur noire.

13.6.1.2.1.3 Plongeur

Le plongeur est la partie du bouton qui active l'interrupteur lorsqu'une pression est appliquée dessus. Le plongeur doit avoir un diamètre minimum de 50 mm. Le plongeur doit comporter une flèche tactile pouvant être orientée vers le passage piétonnier. La flèche doit offrir un contraste visuel important avec la surface du plongeur. La flèche doit être simple (une direction) ou double (deux directions) selon la géométrie de l'intersection et les indications aux plans.

Le plongeur ne doit pas pouvoir être bloqué par l'accumulation de glace. Le bouton doit être conçu de manière que la course du plongeur n'excède pas la course maximale de l'interrupteur et de manière que la pression maximale qu'il peut exercer sur l'interrupteur soit inférieure à la pression maximale pouvant être supportée par l'interrupteur.

Section 13

Signaux lumineux et accessoires

La force requise pour activer le bouton ne doit pas dépasser 8,9 Newtons (2 lbs).

13.6.1.2.1.4 Quincaillerie

Les vis ainsi que les autres pièces d'assemblage doivent être en acier inoxydable et neutralisées contre le grippage causé par l'oxydation entre les matériaux différents.

13.6.1.2.2 Exigences électriques et électroniques

13.6.1.2.2.1 Module électronique

Le bouton sonore doit inclure toutes les fonctions qui ne sont pas prises en charge par l'interface dans le coffret de contrôle.

Le bouton sonore doit pouvoir gérer une balise sonore externe.

13.6.1.2.2.2 Borniers

Le boîtier du bouton sonore doit comporter un bornier, comprenant deux bornes à vis avec plaques de serrage et barrières isolantes, et une borne de continuité des masses. Les bornes doivent être conçues pour raccorder un conducteur de calibre 14 AWG.

Le boîtier du bouton sonore doit aussi comporter un bornier pour les conducteurs de la balise sonore.

13.6.1.2.2.3 Interrupteur

L'interrupteur doit être activé par pression et il ne doit contenir aucune partie mécanique mobile ni contacts électriques. L'interrupteur doit utiliser une technologie qui permet de mesurer la durée pendant laquelle l'usager appuie sur le plongeur.

La durée de vie de l'interrupteur doit être supérieure à 20 millions d'activations avec un temps moyen entre les défaillances (MTBF) d'environ 8 800 000 heures.

13.6.1.2.2.4 Témoin lumineux

Le bouton sonore doit comporter un témoin lumineux conforme aux exigences de l'article 13.3.1.4.4 du présent cahier.

13.6.1.2.2.5 Émetteur sonore

L'émetteur sonore doit, au minimum, pouvoir émettre le timbre de localisation du bouton dont la composante principale est à 880 Hz accompagnée d'harmoniques multiples.

L'émetteur sonore doit être capable d'émettre des sons jusqu'à une intensité sonore de 100 dBA mesurée à une distance de 1,0 mètre.

L'émetteur sonore doit être orienté vers l'avant du boîtier du bouton sonore.

13.6.1.3 Balise sonore

13.6.1.3.1 Exigences fonctionnelles

Toutes les fonctions du système de signaux lumineux doivent être paramétrables à partir du bouton sonore ou du module d'interface dans le coffret de contrôle. Aucun ajustement ni configuration ne doit être nécessaire à même la balise sonore.

Section 13 Signaux lumineux et accessoires

13.6.1.3.2 Exigences physiques

Le boîtier de la balise sonore doit être robuste. Il doit être en polycarbonate résistant aux rayons ultraviolets.

13.6.1.3.3 Exigences électriques et électroniques

La balise sonore doit être compatible avec le bouton sonore, notamment quant à son impédance nominale et sa puissance nominale. Elle ne doit pas nécessiter d'alimentation externe. La balise doit comporter un bornier pour raccordement à deux conducteurs ainsi qu'une borne de continuité des masses, si requise. La continuité des masses peut aussi être réalisée par continuité du support métallique.

Elle doit être capable d'émettre un niveau sonore d'au moins 100 dBA et avoir une plage de fréquences de 350 à 8000 Hz.

13.6.1.4 Support pour la balise sonore

Le support doit être conforme aux exigences générales de l'article 12.1.1 du présent cahier.

13.6.1.4.1 Support architectural horizontal

Les supports architecturaux pour signaux sonores sont composés d'une pièce d'aluminium profilée en U soudée à un assemblage d'extrusions en aluminium formant un tube rectangulaire de 40 par 85 mm. L'extrémité du support est fermée par une plaque en aluminium d'une épaisseur minimale de 1 mm fixée par 2 vis.

Le profilé vertical servant d'appui sur le fût doit comporter, de part et d'autre de la pièce horizontale, un espace suffisant pour recevoir la courroie de cerclage en acier inoxydable servant à la fixation du support sur le fût.

La longueur du support doit être telle que le signal sonore est positionné au milieu de la largeur du passage piétonnier.

Le support comprend les conduits, coudes, raccords et pièces articulées permettant de fixer la balise sonore au support et d'en ajuster l'orientation dans un angle de 0° à 60° vers le bas par rapport à l'horizontale.

Une pellicule rétroréfléchissante blanche de type I doit être appliquée des deux côtés des supports ayant une longueur supérieure à 600 mm. La pellicule doit recouvrir la pleine longueur du support au-delà d'une distance de 300 mm du fût. La pellicule doit être composée d'une alternance de rectangles blancs et rouges d'une longueur de 100 mm. Les rectangles rouges peuvent être sérigraphiées ou produits par l'application d'un film transparent de couleur rouge.

13.6.1.4.2 Support tubulaire articulé

Les supports tubulaires articulés sont composés d'un tube en aluminium avec fixation articulée et comprennent un raccord d'accès. Ils sont prévus aux endroits où la balise sonore doit être installée sous une potence de feux de circulation.

13.6.1.5 Interface pour boutons d'appel des signaux sonores

13.6.1.5.1 Généralités

Le module d'interface des boutons d'appel des signaux sonores doit être du même manufacturier que les boutons sonores.

Section 13 Signaux lumineux et accessoires

13.6.1.5.2 Exigences fonctionnelles

Le bouton sonore doit inclure toutes les fonctions qui ne sont pas prises en charge par l'interface dans le coffret de contrôle.

Le module d'interface doit alimenter le témoin lumineux des boutons lorsqu'un appel est placé à l'unité de contrôle pour le canal correspondant. L'interface doit montrer l'état des signaux lumineux à 120 Volts AC et éteindre le témoin lumineux des boutons dès que la silhouette du marcheur s'allume pour le canal correspondant et durant toute la période pendant laquelle la silhouette est allumée.

Le module d'interface doit placer un appel constant sur tous les canaux lors d'une panne d'alimentation du module ou lors de toute autre défaillance du système.

13.6.1.5.3 Exigences environnementales

Les appareils à l'intérieur des coffrets de contrôle doivent rencontrer les exigences environnementales et électriques de la norme NEMA TS 2, plus spécifiquement la section 2.1 « *Environmental and Operating Standards* ».

13.6.1.5.4 Exigences physiques

Le module peut être soit déposé sur une tablette, soit sous forme de carte enfichable, soit fixé à une paroi du coffret. L'Adjudicataire doit fournir le modèle sous forme de carte enfichable s'il est offert par le manufacturier pour un coffret NEMA TS 2 et que l'espace requis est disponible dans le châssis des cartes de détection; sinon, l'Adjudicataire doit fournir le modèle pouvant être fixé à une paroi du coffret de contrôle s'il est offert par le manufacturier.

Si le module est sous forme de carte enfichable, il doit rencontrer les exigences de l'article 2.8 « Loop Detector Unit Tests » (à l'exception des essais décrits à l'article 2.8.1.4 « *Transients, Loop Detector Input Terminals* » qui ne sont pas applicables) de la norme NEMA TS 2.

Si le module est déposé sur une tablette ou s'il est fixé à la paroi du coffret, il doit comporter un boîtier dont les dimensions sont inférieures à 120 x 65 x 200 mm. La façade du module peut comporter une poignée avec une projection maximale de 38 mm à l'extérieur de la profondeur du boîtier.

13.6.1.5.5 Exigences électriques et électroniques

L'isolation à basse tension et à couplage optique est assumée par l'interface des boutons d'appels sonores.

Le module d'interface doit comporter 4 canaux.

Le module d'interface doit comporter un port RJ45 (Ethernet) pour la configuration des options avancées et la récupération des journaux d'événements.

Le module d'interface doit comporter des borniers pour placer les appels piétonniers à l'unité de contrôle et pour montrer l'état des signaux lumineux à 120 Volts AC.

13.6.1.6 Documentation, logiciels et outils

Le système de signaux sonores doit être accompagné, sans frais supplémentaires, d'un manuel d'installation, de configuration et d'opération, des embouts de tournevis requis pour toute vis anti-vandalisme utilisée lors de l'installation ainsi que de tout logiciel et tout appareillage requis pour réaliser la configuration des équipements.

Section 13

Signaux lumineux et accessoires

13.6.1.7 Garantie

Le système sonore doit être couvert par une garantie du manufacturier d'une durée minimale de 3 ans.

13.6.2 Mise en œuvre

13.6.2.1 Installation

Les balises sonores doivent être installées à une hauteur de 4 mètres. Lorsqu'une contrainte empêche l'installation des émetteurs à 4 m de hauteur, l'Adjudicataire doit informer le Professionnel qui pourra confirmer le positionnement optimal (minimum 3 m et maximum 4 m).

Les balises sonores doivent être installées au centre du passage piétonnier et inclinées vers un point situé aux deux tiers de la longueur du passage piétonnier.

Les émetteurs sont fixés sur des supports architecturaux de type D1, D1-A ou D1-XXL, à l'exception que seule la bride de fixation inférieure du montage doit être utilisée.

Les supports architecturaux qui ont une longueur de 1 m ou plus doivent être munis d'une pellicule réfléchissante de type I montrant des rectangles de couleur rouge et blanc en alternance de 120 mm x 30 mm chacun.

Les boutons sonores doivent être installés parallèlement à la trajectoire de la personne ayant une déficience visuelle. Sauf indication contraire, la surface du plongeur du bouton doit être orientée parallèlement au passage piétonnier correspondant, et le bouton sonore doit comporter une plaque signalétique de la série I-395 avec flèche gauche ou droite, selon les plans. La flèche tactile sur le plongeur doit être orientée dans le même sens que la flèche sur la plaque signalétique.

Lorsqu'indiqué aux plans dans certains cas particuliers, le plongeur du bouton doit être orienté face au passage piétonnier et ne comporter aucune flèche tactile; le bouton sonore doit alors comporter une plaque signalétique de la série I-395 sans flèche.

Les boutons doivent être installés de manière que le centre du plongeur du bouton soit à une hauteur de 1,07 m au-dessus de la surface adjacente au fût.

Le trou percé dans le fût pour les câbles du bouton sonore ne doit pas excéder 9 mm de diamètre. Les bords du trou doivent être meulés.

Le bouton sonore doit être fixé au fût à l'aide de boulons en acier inoxydable. Les trous doivent être pré-percés et des filets doivent être usinés avec un outil approprié.

13.6.2.2 Configuration

L'Adjudicataire doit entièrement installer et configurer le système de signaux sonores avant la convocation pour la mise en service des feux de circulation. La configuration du système comprend, sans s'y limiter, la programmation des équipements (sélection des sons et paramétrage des options), l'orientation de la flèche tactile, l'ajustement de l'intensité sonore et de l'orientation des balises sonores.

Lorsque plusieurs passages piétonniers sont munis de signaux sonores à une même intersection, les boutons d'appel ne peuvent activer qu'un passage à la fois.

13.6.2.3 Mise en service

Sauf indication contraire, les signaux sonores sont mis en service au moment de la mise en service du système de feux de circulation.

Section 13

Signaux lumineux et accessoires

Les panneaux d'interdiction de virage à droite au feu rouge (P-115-1) doivent être installés avant la convocation de la mise en service.

Toutes les déficiences notées durant la mise en service doivent être corrigées par l'Adjudicataire avant la convocation de la visite avec le représentant de l'Institut Nazareth et Louis-Braille.

Un essai du système doit être réalisé en présence du Professionnel, de la Ville et d'un représentant de l'Institut Nazareth et Louis-Braille. Cet essai doit avoir lieu après la mise en service des signaux sonores, mais avant l'inspection pour réception provisoire des ouvrages. L'Adjudicataire doit être présent durant cet essai et procéder, au besoin et sans s'y limiter, à un ajustement fin de la programmation du système de signaux sonores, de l'intensité sonore et de l'orientation des balises sonores ainsi qu'à tous les correctifs nécessaires au bon fonctionnement du système.

13.6.2.4 Enlèvement de systèmes de signaux sonores

L'Adjudicataire doit enlever les boutons sonores, les supports, les balises sonores et le module d'interface dans le coffret de contrôle, conformément aux indications sur les plans, incluant, sans s'y limiter, le démantèlement des épissures, la réfection des épissures pour maintenir la continuité des circuits, l'enlèvement des courroies de cerclage et le colmatage des trous.

Les trous dans la structure de signalisation lumineuse doivent être colmatés conformément aux exigences de l'article 12.2.6 du présent cahier.

L'Adjudicataire doit coordonner l'enlèvement des signaux sonores avec les modifications requises dans le fonctionnement des feux de circulation.

Section 14 Vérifications électrotechniques

Les vérifications électrotechniques doivent être réalisées par une firme indépendante reconnue dans le domaine et mandatée par l'Adjudicataire. Un rapport écrit, signé et scellé par un ingénieur doit être fourni au Professionnel. Si l'Adjudicataire présente un rapport qui fait mention de déficiences, le mot « Préliminaire » doit apparaître sur celui-ci. Le rapport doit noter les déficiences observées incluant toute divergence entre les mesures et les valeurs normales définies par les calculs ou par les spécifications. L'Adjudicataire doit apporter les correctifs requis pour éliminer les déficiences relevées. Lorsque les déficiences sont corrigées, l'Adjudicataire doit faire réaliser de nouvelles vérifications par la firme indépendante et produire un rapport complet avec la mention « Final ».

Toutes les vérifications doivent être effectuées et toutes les déficiences doivent être corrigées avant la mise en service des feux de circulation et la réception provisoire des ouvrages.

Les méthodes d'essais et les mesures doivent être acceptées au préalable par le Professionnel. Les résultats sont inscrits dans un rapport détaillé mentionnant toutes les caractéristiques électriques de chaque circuit, déficiences incluses.

Toutes les inspections doivent être effectuées en présence du Professionnel. À chaque fois, l'Adjudicataire doit fournir une copie, en format PDF, du rapport d'inspection détaillé préparé par la firme indépendante.

Le rapport doit indiquer les instruments utilisés pour les essais (manufacturier et modèle). Les certificats d'étalonnage des instruments doivent être annexés au rapport.

14.1.1 Résistance de la mise à la terre

Si des tiges de mise à la terre indépendante sont présentes aux plans à proximité de certains fûts, elles doivent être vérifiées avant d'être raccordées à la continuité des masses. La vérification est faite entre le neutre du système de feux (rélié au neutre d'Hydro-Québec) et le conducteur relié à la tige. La résistance avec le sol de chaque tige de mise à la terre indépendante doit être inférieure à 25 ohms.

Si le coffret de contrôle est éloigné du coffret de branchement et comporte une mise à la terre indépendante, elle doit être vérifiée alors que le coffret de contrôle n'est pas raccordé au coffret de branchement. La vérification est faite au coffret de contrôle entre le conducteur neutre relié au coffret de branchement et le bornier des conducteurs de continuité des masses auquel est raccordé le conducteur relié aux tiges de mise à la terre. La résistance avec le sol de la mise à la terre indépendante doit être inférieure à 25 ohms.

La résistance de la mise à la terre du coffret de branchement doit être vérifiée entre le neutre du fournisseur d'électricité et la masse métallique du système alors que le réseau électrique du système à vérifier est isolé du neutre du fournisseur. La vérification est faite alors que toutes les mises à la terre indépendantes sont reliées à la masse métallique du système. La résistance avec le sol de la mise à la terre du coffret de branchement doit être inférieure à 10 ohms.

Les vérifications de résistance de la mise à la terre sont réalisées à l'aide d'un tellurohmètre afin que les mesures ne soient pas influencées par les courants transitoires ni les parasites dans le sol. Elles doivent être réalisées par temps sec après un minimum d'une journée sans pluie et doivent être reportées si l'humidité dans le sol est anormalement élevée par suite de gros orages.

14.1.2 Continuité des conducteurs de continuité des masses

Une vérification de la continuité du conducteur de continuité des masses doit être effectuée en conformité avec les plans et devis. Cette vérification comprend également la vérification des raccords situés à l'intérieur des parties métalliques hors tension.

La vérification doit notamment être faite entre les coffrets ainsi qu'entre le coffret de contrôle et la dernière structure de signalisation lumineuse à l'extrémité de chaque branche du circuit de continuité des masses.

La valeur de la résistance mesurée doit être consignée au rapport pour chaque vérification.

14.1.3 Courants de fuite

Des essais diélectriques doivent être réalisés sur tous les câbles monoconducteurs RWU90 pour mesurer les courants de fuite. Les vérifications sont effectuées à l'aide d'un instrument générateur de hautes tensions en courant continu. Les conducteurs doivent être flottants au moment des vérifications (aucun équipement branché ni retour à la terre).

Les essais diélectriques doivent être réalisés par temps sec. La température et l'humidité relative de l'air doivent être notées lors des essais.

La tension de vérification est de 10 000 Volts CC appliquée par paliers successifs de 2 000 Volts CC. Les lectures doivent être prises après avoir maintenu la tension de vérification pendant 30 secondes à chaque palier et pendant 2 minutes à la tension maximale. Les lectures de courant de fuite doivent être inférieures à 100 micro-ampères.

Les lectures prises sur les câbles vérifiés le même jour et dans les mêmes conditions climatiques doivent être sensiblement les mêmes sans quoi les câbles présentant les fuites les plus importantes seront considérés comme défectueux.

14.1.4 Isolation des câbles et des épissures

Pour toutes les vérifications qui suivent, les lectures prises sur les câbles vérifiés le même jour et dans les mêmes conditions climatiques doivent être sensiblement les mêmes sans quoi les câbles présentant une isolation plus faible seront considérés comme défectueux.

14.1.4.1 Câbles monoconducteurs RWU90

La vérification de l'isolation des conducteurs RWU90 doit être réalisée à 1000 Volts CC. Les vérifications sont faites pour chaque conducteur par rapport à la terre et entre chaque combinaison de deux conducteurs. La partie du système à vérifier doit être flottante (aucun retour à la terre).

Les lectures d'isolation doivent être supérieures à 10 000 mégohms sur les nouveaux câbles et à 100 mégohms sur les câbles existants.

14.1.4.2 Câbles RWU90 des boucles de détection

La vérification des câbles des boucles de détection se fait à 2 500 Volts CC.

Une lecture minimum de 10 000 mégohms doit être obtenue sur les nouvelles boucles. Les boucles existantes doivent présenter des lectures d'au moins 1 000 mégohms.

La vérification se fait directement sur les câbles RWU90 de chaque boucle de détection.

14.1.4.3 Câbles multiconducteurs

Pour les câbles multiconducteurs (incluant les câbles de distribution, les câbles de remontée et les câbles de transmission), les vérifications sont effectuées à l'aide d'un mégohmmètre électronique. La tension maximum utilisée est de 2 500 Volts CC. Les vérifications sont faites pour chaque conducteur par rapport au conducteur du neutre. La partie du système à vérifier doit être flottante (aucun retour à la terre).

Les vérifications sont réalisées alors que les câbles multiconducteurs sont épissés entre eux. Les boucles de détection doivent être raccordées aux câbles multiconducteurs durant ces vérifications.

Les modules à diodes électroluminescentes (DEL) des signaux lumineux doivent être débranchés des circuits dans les têtes de feux lors des vérifications électrotechniques. Tous les accessoires des feux de circulation (incluant, sans s'y limiter, boutons pour piétons, détecteurs non intrusifs, signaux sonores et équipements de télécommunication) doivent aussi être débranchés durant les vérifications.

Des lectures d'isolation supérieures à 10 000 mégohms sont exigées sur les nouveaux câbles.

Les vérifications d'isolation doivent être réalisées sur les câbles existants qui ont été tirés et réutilisés dans des conduits, et des lectures d'isolation supérieures à 1 000 Méghohms sont exigées sur les câbles existants réutilisés.

14.1.5 Tension d'opération

La vérification de la tension d'opération est réalisée à l'aide d'un voltmètre. La tension doit être mesurée simultanément au coffret de branchement, au coffret de contrôle, à la fin du circuit le plus éloigné ainsi qu'à tout autre coffret de distribution entre le coffret de branchement et le coffret de contrôle. La chute de tension entre deux coffrets et entre le coffret de contrôle et la fin du circuit le plus éloigné doit être inférieure à 3 % de la tension d'alimentation. La chute de tension entre le coffret de branchement et la fin du circuit le plus éloigné doit être inférieure à 5 %.

14.1.6 Inductance des boucles de détection

L'inductance de chaque boucle de détection doit être mesurée à une fréquence de 1 kHz sur les câbles RWU de la boucle de détection avant leur raccordement aux câbles de transmission. Après le raccordement des câbles de transmission, l'inductance de chaque circuit de boucles reliées à un câble de transmission doit être mesurée à une fréquence de 100 kHz.

L'inductance d'une boucle de détection ne doit pas dévier de plus de 10 % de sa valeur théorique.

La valeur théorique de l'inductance d'une boucle (en microhenry) et de son câble d'aménée (sans le câble de transmission) est indiquée aux plans.

14.1.7 Continuité des câbles et épissures des boucles de détection

La continuité du conducteur de chaque boucle doit être vérifiée aux extrémités du câble d'aménée avant l'exécution des épissures. La résistance de chaque boucle doit être consignée au rapport et elle doit être inférieure à 2 ohms.

La continuité de chaque circuit de boucles, câbles d'aménée et câbles de transmission doit être vérifiée après installation alors que les épissures sont faites. La résistance de chaque circuit doit être consignée au rapport et elle doit être inférieure à 5 ohms.

Section 15 Coffret et appareillages de contrôle pour feux de circulation

Article 15.1 CONDITIONS GÉNÉRALES

15.1.1 Documentation dans les coffrets de contrôle

Pendant toute la durée des travaux, l'Adjudicataire doit fournir et insérer dans la pochette à l'intérieur du coffret de contrôle de feux de circulation, une copie papier des documents suivants :

- Fiche de programmation du contrôleur (« Séquence des phases et minutages »);
- Plans électriques du coffret de contrôle;
- Plans conformes à l'exécution.

Ces documents doivent être revus, annotés et mis à jour de façon à représenter clairement et avec précision les conditions réelles du système de feux de circulation à toutes les étapes de réalisation.

Une copie finale doit aussi être déposée avant l'inspection pour la réception provisoire des ouvrages.

Article 15.2 MATÉRIAUX

15.2.1 Coffret de contrôle

Le coffret de contrôle, incluant tous les accessoires, périphériques et appareillages, à l'exception de l'unité de contrôle, doit être conforme aux exigences du devis technique « Coffret de contrôle NEMA TS 2 pour feux de circulation » de la Ville.

15.2.2 Extension de socle pour coffret de contrôle

Lorsqu'un coffret sur socle est installé ou remplacé, l'Adjudicataire doit fournir et installer une extension de socle en aluminium conforme aux stipulations du Devis technique « Coffret de contrôle NEMA TS 2 pour feux de circulation » de la Ville.

Lorsqu'un coffret est remplacé sur un socle existant, l'Adjudicataire doit vérifier les dimensions du socle existant ainsi que le diamètre et la position des tiges d'ancrage avant de préparer et de soumettre le dessin d'atelier de l'extension de socle. Les dimensions au sommet de l'extension de socle doivent être égales à celles du nouveau coffret de contrôle. Les dimensions à la base de l'extension de socle doivent être adaptées aux dimensions du socle en béton et des ancrages. Le socle en béton peut excéder horizontalement au-delà de l'extension de socle d'un minimum de 25 mm et d'un maximum de 90 mm (incluant le chanfrein).

15.2.3 Unité de contrôle

L'unité de contrôle doit être conforme aux exigences du devis technique « Unité de contrôle ATC pour feux de circulation » de la Ville.

Section 15 **Coffret et appareillages de contrôle pour feux de circulation**

15.2.4 Système de relève

Le système de relève doit être conforme aux exigences du devis technique « Coffret de contrôle NEMA TS 2 pour feux de circulation » de la Ville.

15.2.5 Conduits en aluminium

Lors du remplacement d'un coffret existant installé sur fût, l'Adjudicataire doit remplacer le raccord d'accès existant par un nouveau raccord d'accès de type LB en aluminium, incluant conduits, bagues, anneaux de mise à la terre, écrous et contre-écrous. Lorsque le fût est remplacé, le raccord d'accès de type LB doit avoir un diamètre nominal de 3 pouces afin de s'adapter au raccord soudé sur le fût. Lorsque le fût existant est conservé, l'Adjudicataire doit vérifier le raccord soudé sur le fût existant et choisir un raccord d'accès de type LB de diamètre nominal correspondant. Les conduits doivent être rigides en aluminium et conformes aux normes CSA C22.2 No. 45.2 et ANSI C80.5. Les raccords d'accès et les manchons doivent être en aluminium et conformes à la norme CSA C22.2 No. 18.3.

Lorsque les conduits sont terminés dans une ouverture non filetée faite dans la paroi d'une boîte ou d'un coffret, un contre-écrou doit être utilisé à l'intérieur et à l'extérieur de la paroi, et l'extrémité du conduit doit être terminée avec un embout isolant de mise à la terre et de continuité des masses. Un joint d'étanchéité doit être présent entre le contre-écrou extérieur et la paroi de la boîte ou du coffret.

15.2.6 Câbles et conducteurs

15.2.6.1 Conducteurs pour charges fictives

Les conducteurs utilisés pour relier les bornes des relais de charge aux résistances afin de créer une charge fictive doivent provenir d'un câble de distribution conforme aux exigences de l'article 11.1.3 du présent devis.

15.2.7 Matériaux d'étanchéité

La filasse (*oakum*) est composée d'étoope (de jute, de lin ou de chanvre) goudronnée ou traitée à l'huile. Pour obturer les conduits de petit diamètre, la filasse est composée d'un toron d'environ 20 mm de diamètre. Pour obturer les conduits de plus grand diamètre, la filasse est composée d'environ 7 torons formant un boudin d'environ 50 mm de diamètre.

Le mastic (*duct seal*) est un composé obturateur sans amiante, qui est non-toxique, non-corrosif et non conducteur, qui ne durcit pas, qui adhère au métal, à la maçonnerie, au bois et au plastique et qui conserve ses propriétés de -34°C à 88°C.

Article 15.3 CONFIGURATION ET PROGRAMMATION

15.3.1 Conditions générales

La Ville se réserve le droit d'exécuter elle-même la configuration et la programmation des équipements de contrôle en tout ou en partie.

15.3.2 Panneaux, relais et assignation des entrées et sorties

Le coffret de contrôle doit être configuré selon les indications aux plans des feux de circulation de l'intersection, incluant, sans s'y limiter, l'assignation des relais de charge et des canaux de détection, le pré-filage des charges fictives, la préparation de la carte de programmation du moniteur de conflit et la

Section 15

Coffret et appareillages de contrôle pour feux de circulation

configuration des options de toutes les composantes programmables (dont les cartes pour boucles de détection et le moniteur de conflit).

En mode de clignotement d'urgence, tous les feux rouges doivent clignoter et tous les feux pour piétons doivent être éteints.

15.3.3 Programmation des appareillages de contrôle

15.3.3.1 Mise à jour du logiciel de l'unité de contrôle

L'Adjudicataire doit effectuer la mise à jour du logiciel des unités de contrôle existantes conservées avec la version la plus récente ou avec une version spécifique, au choix de la Ville, pour chaque marque et modèle, conformément au « Devis technique – Unité de contrôle ATC pour feux de circulation ».

15.3.3.2 Programmation de l'unité de contrôle

15.3.3.2.1 Documentation

La base de données doit être fournie dans le format natif utilisé par l'unité de contrôle et accompagnée d'une copie électronique du fichier en version PDF imprimable. La base de données doit être accompagnée des informations suivantes :

- Marque et modèle de l'unité de contrôle;
- Numéro de la version correspondante du logiciel de l'unité de contrôle;
- La date du téléchargement de la base de données;
- Numéro d'identification du coffret et adresse IP;
- Toutes les autres données programmées dans l'unité de contrôle et qui ne font pas partie du fichier de la base de données (scripts logiques, menu caché, « *write-protect* », « *command box* » ou autre) ainsi que la documentation associée à ces fonctions.

Lorsque des ajustements sont faits durant le banc d'essai, au moment de la mise en opération des systèmes de signaux lumineux ou après, l'Adjudicataire doit fournir une mise à jour de la documentation à l'intérieur d'un délai de 24 heures.

15.3.3.2.2 Récupération de la base de données existante sur le terrain

Dans le cas d'une unité de contrôle existante à reprogrammer et dans le cas d'une unité de contrôle existante à remplacer, l'Adjudicataire doit, avant de débuter les travaux, télécharger la base de données complète de l'unité de contrôle existante et transmettre au Professionnel la documentation conformément à l'article 15.3.3.2.1 du présent devis. La documentation doit être transmise avant de débuter la programmation des nouveaux paramètres. Dans le cas où l'unité de contrôle existante ne permet pas le téléchargement de la base de données, l'Adjudicataire doit documenter manuellement tous les paramètres programmés dans l'unité de contrôle existante et remettre cette documentation au Professionnel.

L'Adjudicataire doit confirmer la configuration des entrées et sorties indiquées au plan (incluant, sans s'y limiter, les entrées des canaux de détection et l'assignation entre les fonctions et les relais de charge) et noter en rouge toutes les différences et toute autre information pertinente. Il doit remettre cette documentation au Professionnel avec la base de données.

Section 15

Coffret et appareillages de contrôle pour feux de circulation

15.3.3.2.3 Programmation de la nouvelle base de données

L'Adjudicataire doit programmer l'unité de contrôle des feux de circulation en fonction de la fiche de « Séquence des phases et minutages ». Avant de procéder à la programmation, l'Adjudicataire doit s'assurer que cette fiche est signée et scellée par un ingénieur qualifié et membre en règle de l'OIQ; il doit aviser le Professionnel et attendre ses instructions, le cas échéant.

L'Adjudicataire doit programmer les nouvelles données en atelier sur une unité de contrôle de même marque et de même modèle que l'unité de contrôle existante (et avec la même version du logiciel de contrôle) ou sur la nouvelle unité de contrôle, le cas échéant.

L'Adjudicataire doit donner son entière collaboration lorsque la Ville ou le Professionnel soulève une problématique dans le comportement de l'unité de contrôle. L'Adjudicataire est entièrement responsable de diagnostiquer tout bogue et tout comportement non conforme aux attentes, et ce, que le problème ait été soulevé avant, pendant ou après le banc d'essai ou la mise en opération. Il doit, sans s'y limiter, récupérer les rapports haute résolution des événements (*Hi-Res Logs*) et en faire l'analyse pour retracer toutes les occurrences du problème et les facteurs contribuants, faire des essais en atelier pour déterminer les conditions permettant de reproduire le problème et trouver une solution.

L'Adjudicataire doit proposer une méthode de programmation alternative s'il juge que la méthode indiquée sur la fiche de « Séquence des phases et minutages » est inadaptée à la marque et au modèle de l'unité de contrôle ou à la version du logiciel de contrôle. Il doit collaborer avec le Professionnel pour expliquer et justifier les modifications qu'il propose et s'entendre avec le Professionnel sur la solution retenue. La Ville et le Professionnel n'ayant pas accès au code source du logiciel de l'unité de contrôle, l'Adjudicataire demeure complètement et entièrement responsable du comportement de l'unité de contrôle, et ce, même s'il a programmé l'unité de contrôle conformément à la fiche de « Séquence des phases et minutages », même si la base de données a été revue par le Professionnel et même si un banc d'essai et la mise en opération ont été réalisés en présence du Professionnel.

L'Adjudicataire doit transmettre au Professionnel la documentation des nouveaux paramètres, conformément à l'article 15.3.3.2.1 du présent devis, au moins quinze (15) jours avant le banc d'essai.

Article 15.4 BANC D'ESSAI

15.4.1 Conditions générales

La Ville se réserve le droit d'exécuter elle-même le banc d'essai des équipements de contrôle en tout ou en partie.

15.4.2 Emplacement

Le coffret de contrôle doit être mis sur un banc d'essai en atelier chez le fournisseur en présence du Professionnel. L'atelier du fournisseur doit être situé à moins de 50 km du 1333, boul. Chomedey, Laval (Québec) H7V 3Z4.

Dans le cas où le banc d'essai est réalisé par la Ville, l'Adjudicataire doit livrer le coffret et les appareillages de contrôle au garage municipal.

15.4.3 Essais sur le coffret de contrôle

Le nouveau coffret de contrôle doit être mis sur un banc d'essai en atelier en présence du Professionnel. Le banc d'essai vise à valider la conformité du coffret de contrôle et à vérifier son bon fonctionnement.

Section 15

Coffret et appareillages de contrôle pour feux de circulation

Au banc d'essai, le coffret doit être alimenté, et les borniers des entrées et des sorties doivent être branchés, respectivement, sur des interrupteurs et des lumières afin de simuler son fonctionnement réel en atelier. Le banc d'essai du coffret de contrôle doit être coordonné avec le banc d'essai de l'unité de contrôle correspondante afin d'en vérifier le fonctionnement global.

Seules les composantes récupérées dans le coffret existant peuvent être manquantes lors du banc d'essai (interface pour boutons d'appels piétons, interface pour lumière de confirmation de préemption et composantes du système de demandes de priorité).

15.4.4 Essais sur l'unité de contrôle

Après vérification par le Professionnel de la base de données, un banc d'essai doit être réalisé en atelier en présence du Professionnel afin de simuler le fonctionnement des feux et démontrer le bon fonctionnement de la programmation de l'unité de contrôle. Le banc d'essai d'une unité de contrôle installée dans un nouveau coffret de contrôle doit être réalisé simultanément au banc d'essai du coffret correspondant. Le banc d'essai d'une unité de contrôle installée dans un coffret existant doit être réalisé dans un coffret de même génération ou à l'aide d'un coffret virtuel.

L'Adjudicataire doit démontrer que le logiciel de contrôle exécute correctement la séquence des phases, les temps programmés, les scripts logiques, les préemptions et tout autre élément opérationnel. Il doit également démontrer que les appels de priorité pour autobus entraînent les modifications attendues aux minutages exécutés et qu'ils ne provoquent pas d'effets secondaires indésirés (omission d'une phase véhiculaire ou piétonne, extension exagérée du temps d'une phase, blocage avant de traverser une barrière, etc.).

L'Adjudicataire doit diagnostiquer la source du problème et faire les corrections requises afin de remédier aux problèmes rencontrés lors du banc d'essai. Si les correctifs ne peuvent pas être appliqués immédiatement, un nouveau banc d'essai doit être réalisé aux frais de l'Adjudicataire.

Après la réussite du banc d'essai, l'Adjudicataire doit transmettre les bases de données à jour de l'unité de contrôle si des modifications ont été apportées durant le banc d'essai, conformément à l'article 15.3.3.2.1 du présent devis.

Si le projet concerne plusieurs unités de contrôle, l'Adjudicataire doit regrouper la réalisation des bancs d'essai de manière à minimiser les déplacements. Un minimum de six (6) unités de contrôle doivent pouvoir être mis en banc d'essai lors d'une même visite.

15.4.5 Approbation

Au constat de son parfait fonctionnement, l'Adjudicataire est autorisé à procéder à l'installation des équipements de contrôle. Les équipements de contrôle et les nouveaux paramètres programmés ne peuvent pas être implantés au chantier avant d'avoir obtenu l'approbation de la Ville à la suite du banc d'essai.

L'approbation donnée par la Ville ne dégage en rien l'Adjudicataire de ses responsabilités contractuelles.

Article 15.5 MISE EN ŒUVRE

15.5.1 Installation du coffret de contrôle

15.5.1.1 Installation sur fût

L'Adjudicataire doit installer le coffret de contrôle à la hauteur indiquée aux plans et le fixer au fût avec des courroies de cerclage en acier inoxydable de type 201, de 1,1 mm d'épaisseur et de 25,4 mm de largeur. Chaque attache au dos du coffret doit comporter deux courroies. Une bande de polychloroprène (Néoprène), en trois morceaux, doit être insérée entre chaque courroie et la paroi du fût.

Lors de l'installation d'un coffret sur un fût, l'Adjudicataire doit fournir et installer un nouveau conduit en aluminium rigide, incluant conduits, raccords et raccord d'accès de type LB fileté, un anneau autobloquant et un anneau fileté avec attache pour mise à la terre. Le diamètre est indiqué au plan.

Il est strictement interdit de percer un fût pour installer le raccord d'accès de type LB reliant le fût au coffret de contrôle. L'Adjudicataire doit utiliser le raccord fileté qui est soudé au fût et prévu à cette fin. Lors du remplacement d'un coffret de contrôle existant sur fût, l'Adjudicataire doit aviser le Professionnel avant le démantèlement du raccord d'accès de type LB existant dès qu'il constate que le fût existant ne comporte pas de raccord soudé et attendre ses instructions.

15.5.1.2 Installation sur socle

Les coffrets installés sur un socle doivent être installés avec une extension de socle.

L'Adjudicataire doit installer un coussin de polychloroprène entre le socle de béton et l'extension de socle en aluminium. Le coussin de polychloroprène doit avoir les mêmes dimensions que le rebord de l'extension de socle et avoir une épaisseur de 6,35 mm.

15.5.2 Raccordements électriques

L'Adjudicataire doit tirer les câbles jusqu'à l'intérieur du coffret en prenant soin de ne pas endommager les câbles. Une attention particulière doit être apportée au câble du système de demandes de priorité.

L'Adjudicataire doit raccorder les câbles de transmission et les câbles de distribution sur des borniers identifiés à cette fin. Il doit aussi raccorder les câbles d'alimentation et les câbles de mise à la terre sur leurs borniers respectifs. Tous les câbles doivent être identifiés selon les exigences de la section 11 présent devis.

Lorsque des raccordements se font sur des borniers à vis, l'Adjudicataire doit installer des cosses à compression avec fourchette sur les conducteurs.

L'Adjudicataire ne doit pas raccorder plus de deux conducteurs sur un même bornier.

Tout le câblage doit être propre et ordonné. Les câbles de transmission doivent être attachés entre eux à l'aide de serre-câbles en nylon et doivent être fixés sur la paroi interne du coffret. Placer proprement les câbles à l'intérieur du coffret, les attacher entre eux à l'aide de serre-câbles en nylon et les fixer à des points d'ancre appropriés sur la paroi interne du coffret. Les points d'attache doivent être boulonnés sur les rails plutôt que d'être collés sur les parois internes du coffret. Les câbles ne doivent pas nuire à l'insertion ou au retrait de composantes enfichables ou amovibles. Tous les conducteurs inutilisés d'un câble doivent être repliés et retenus ensemble au moyen de ruban isolant adhésif.

Section 15

Coffret et appareillages de contrôle pour feux de circulation

Les raccordements des boucles de détection sur les canaux des détecteurs doivent être conformes aux plans.

Les longueurs excédentaires des câbles et conducteurs doivent être placées dans le caisson de service électrique ou dans l'extension de socle.

L'Adjudicataire doit ramasser tous les bouts de câbles ou de gaines, connecteurs de fils, cosses à compression, capuchons de connexion, découpes de percement et tout autre détritus pouvant se trouver à l'intérieur du coffret.

15.5.3 Obturation des conduits

Après avoir complété l'installation des câbles et conducteurs, l'Adjudicataire doit obturer les conduits à la base de l'extension de socle (qu'ils soient vides ou qu'ils contiennent des câbles et conducteurs) afin de réduire au minimum l'infiltration d'humidité dans le coffret de contrôle.

Les conduits doivent être obturés avec de la filasse bien tassée dans l'extrémité du conduit sur une profondeur d'environ 100 mm. Pour les conduits de diamètre plus grand, la filasse doit être repliée sur elle-même avant d'être insérée afin de bien remplir la section du conduit. La filasse doit ensuite être recouverte d'une couche de mastic de manière à rendre le tout étanche à l'humidité. Le mastic doit être apposé alors que la température ambiante est supérieure à -10°C.

Pour les coffrets de contrôle installés sur un fût, une couche de mastic doit être étendue autour des conducteurs et des câbles à la sortie du conduit à la base du coffret. L'Adjudicataire peut utiliser de la filasse pour remplir les interstices autour des câbles et des conducteurs s'ils sont trop grands.

Pour les coffrets de contrôle installés sur socle qui comportent une paroi inférieure fermée (ou une plaque de fond), l'Adjudicataire doit procéder de la même manière que pour les coffrets installés sur fût.

15.5.4 Installation des appareillages, accessoires et périphériques

L'Adjudicataire doit installer tous les appareillages et accessoires amovibles ou enfichables, incluant, sans s'y limiter, l'unité de contrôle, le moniteur de conflit et sa carte de programmation, les BIUs, les relais de charge, les relais de transfert, le clignoteur et les cartes de détection enfichables.

15.5.5 Remplacement de l'unité de contrôle existante

L'Adjudicataire doit :

- Programmer l'unité de contrôle conformément aux exigences et à toutes les étapes indiquées à l'article 15.3.3 du présent devis.
- Débrancher l'unité de contrôle existante, le cas échéant, la placer dans une boîte de carton et la livrer à la Ville.
- Placer la nouvelle unité de contrôle sur la tablette et rebrancher les câbles.
- Procéder à la remise en service des feux, conformément à l'article 15.6.

15.5.6 Enlèvement du coffret de contrôle existant et récupération des composantes

L'Adjudicataire doit enlever le coffret existant. Pour ce faire, il doit :

- Identifier les câbles distribution multiconducteurs (vers les signaux lumineux) à l'aide d'un ou de plusieurs enroulements de ruban électrique de couleur rouge, jaune, bleu ou vert afin de les distinguer entre eux.
- Identifier les câbles de transmission (vers les boucles de détection et les boutons) à l'aide d'une méthode appropriée afin de ne pas perdre les identifiants lors du tirage des câbles.
- Documenter le code de couleur des conducteurs par rapport aux borniers des signaux lumineux (ainsi que la couleur du ruban s'il y a plus d'un câble) et les identifiants des câbles de transmission par rapport aux borniers de détection, annoter les plans de l'état des lieux en rouge et en remettre une copie au Professionnel.
- Débrancher les câbles et les retirer du coffret et, s'il y a lieu, du raccord d'accès de type LB jusque dans le caisson de service électrique ou l'extension de socle.
- Enlever toutes les composantes amovibles à l'intérieur du coffret, incluant, sans s'y limiter, les relais de charge, les relais de transfert, le clignoteur, le bloc d'alimentation, le moniteur de conflit, les cartes enfichables (détecteur, isolateur, etc.) et, s'il y a lieu, l'unité de contrôle, les placer dans des boîtes de carton et les livrer à la Ville.
- Enlever toutes les composantes qui doivent être récupérées afin d'être réinstallées dans un nouveau coffret de contrôle, incluant, sans s'y limiter et s'il y a lieu :
 - L'unité de contrôle;
 - L'interface pour boutons d'appels piétons;
 - Les composantes du système de demandes de priorité, incluant :
 - Le panneau d'interface auxiliaire;
 - La carte de discrimination;
 - Le châssis pour carte enfichable;
 - L'interface pour lumière de confirmation de préemption.
- Entreposer temporairement les composantes récupérées jusqu'à ce qu'elles puissent être réinstallées. Les composantes récupérées sont réinstallées à la même intersection à moins d'avis contraire.
- Enlever le raccord d'accès de type LB si le coffret existant est installé sur fût.
- Enlever le coffret de contrôle existant et le livrer à la Ville.

15.5.7 Coffret de contrôle existant à modifier

Selon les spécifications aux plan, l'Adjudicataire doit exécuter toutes les modifications nécessaires à l'intérieur du coffret de contrôle existant afin d'implanter la nouvelle séquence des phases.

Le phasage et les minutages des feux de circulation sont étroitement liés à la géométrie de l'intersection et aux équipements de feux de circulation (têtes de feux, assignations des voies, détection, etc.) L'Adjudicataire doit s'assurer de coordonner les reprogrammations des unités de contrôle des feux de circulation avec les travaux de modifications à la géométrie, au marquage et aux équipements de feux de circulation.

L'Adjudicataire doit reprogrammer les unités de contrôle existantes en fonction de la fiche de séquence des phases et minutages proposée fournis par le Professionnel conformément à l'article 15.3.3 du présent devis.

Article 15.6 MISE EN OPÉRATION

Tous les travaux doivent être complétés et inspectés, incluant les vérifications électriques, avant la mise en opération du système de feux de circulation.

La mise en opération doit être réalisée par le fournisseur du coffret de contrôle en présence du Professionnel et de l'Adjudicataire. La mise en opération des feux doit être réalisée un mardi, un mercredi ou un jeudi et ne doit pas être réalisée entre le 10 décembre et le 10 janvier.

La mise en opération des feux de circulation ne peut se faire que lorsque toutes les approbations ont été données par le Professionnel et que toutes les vérifications et étapes suivantes ont été complétées avant la mise en opération :

- Tous les matériaux font l'objet d'une approbation.
- Le montage et le câblage du coffret de contrôle, la programmation des appareillages de contrôle, la simulation du fonctionnement en atelier et tous les réglages font l'objet d'une approbation.
- Le banc d'essai avec simulation des feux de circulation en atelier est obligatoire et doit avoir été réalisé en présence du Professionnel.
- Toutes les vérifications électrotechniques doivent être complétées et les différents rapports remis au Professionnel.
- Toutes les déficiences doivent avoir été corrigées.
- Tous les signaux lumineux, tous les signaux sonores, toutes les boucles de détection, tous les systèmes de détection non intrusives et tous les boutons d'appels pour piétons sont installés et ont été branchés correctement.
- Tous les systèmes de détection non intrusifs sont installés, configurés et programmés.
- Aux intersections qui n'étaient pas contrôlées par des feux de circulation avant les travaux :
 - Des panneaux de signalisation D-40-7 doivent avoir été installés un mois avant la mise en opération.
 - Avant la mise en opération, le système de feux de circulation doit avoir été en mode clignotant pendant sept (7) jours consécutifs. Les feux doivent clignoter au rouge sur les approches qui étaient contrôlées par des arrêts et jaune sur les autres approches. Les têtes de feux dédiées aux virages à gauche exclusifs sur les approches en clignotement jaune doivent être éteintes et masquées.
 - Des panneaux de signalisation D-50-1 doivent être installés avant la mise en service.
- Toute la documentation et les programmes doivent avoir été remis au Professionnel.

Au moment de la mise en opération des feux, l'Adjudicataire doit :

- ajuster l'orientation des têtes selon les directives du Professionnel afin d'assurer une visibilité optimale à la ligne d'arrêt et en amont du carrefour;
- masquer les panneaux d'arrêt;
- réaliser la mise en opération du système de feux, incluant les vérifications, les essais, la calibration des équipements (déTECTEURS DE BOUCLES, SYSTÈMES DE DÉTECTION NON INTRUSIFS, SIGNAUX SONORES, ETC.) et les ajustements à la programmation des équipements de contrôle;
- enlever les panneaux D-40-7;
- enlever les panneaux d'arrêt.

Section 15

Coffret et appareillages de contrôle pour feux de circulation

Si les problèmes rencontrés sont jugés trop importants par le Professionnel, ce dernier peut refuser la mise en opération des feux et décider d'une nouvelle date de mise en opération des feux. L'Adjudicataire doit alors suivre les directives du Professionnel, sans frais supplémentaires, incluant : démasquer les panneaux d'arrêt, remettre les feux en mode de clignotement ou éteindre les feux et masquer toutes les têtes de feux (à la discréption du Professionnel), modifier la date sur les panneaux D-40-7, démasquer les têtes et remettre les feux en mode de clignotement 7 jours avant la nouvelle date de mise en opération et refaire les étapes de mise en opération des feux à la date établie.

Article 15.7 INTERVENTIONS DURANT LA PÉRIODE DE GARANTIE

Après la mise en opération et jusqu'à la fin de la première année de garantie, l'Adjudicataire doit intervenir jusqu'à trois (3) fois à la demande du Professionnel afin de modifier la programmation des appareillages de contrôle pour des optimisations ou des modifications au fonctionnement désiré des feux de circulation de façon à donner entière satisfaction à la Ville, et ce, sans frais supplémentaires. Ces interventions visent les systèmes programmés par l'Adjudicataire, incluant (sans s'y limiter), le cas échéant, le coffret de contrôle (unité de contrôle, moniteur de conflit, etc.) et les systèmes de détection non intrusifs.

Chaque demande du Professionnel peut couvrir plusieurs modifications devant être exécutées lors d'une même intervention. Si l'Adjudicataire réalise plusieurs visites pour exécuter une même intervention ou pour corriger des défauts créés lors d'une intervention, une seule intervention est comptabilisée. Toute modification demandée ou réalisée lors de la mise en opération ou de l'inspection des ouvrages pour réception provisoire n'est pas comptabilisée dans le décompte des interventions. Les visites pour corriger des déficiences ou des dysfonctionnements ne sont pas comptabilisées dans le décompte des interventions et sont entièrement à la charge de l'Adjudicataire.

Section 16 Systèmes de détection non intrusifs

Article 16.1 MATÉRIAUX

16.1.1 Généralités

Le système de détection non-intrusif doit être complet, comprenant tous les équipements nécessaires à sa mise en service et à son bon fonctionnement, incluant, sans s'y limiter, les capteurs, supports, câbles et connecteurs, interfaces, modules de raccordement et modules d'alimentation.

Le système non intrusif de détection proposé par l'Adjudicataire doit permettre une détection fonctionnelle et optimale à l'intersection.

16.1.2 Technologie de détection

Le système non intrusif de détection ne doit nécessiter aucune excavation dans le sol, ni aucune installation dans la chaussée ni sous le pavage.

Le fonctionnement du système non intrusif de détection doit être autonome et détecter les usagers sans nécessiter d'intervention de leur part.

Le système non intrusif de détection doit reposer sur une technologie de détection par radar, par reconnaissance d'image vidéo, par reconnaissance d'image vidéo infrarouge ou par une combinaison de ces technologies.

16.1.2.1 Radar

Les capteurs utilisant une technologie radar pour détecter les usagers doivent opérer dans la bande K des fréquences (IEEE 521), soit entre 18 et 27 GHz.

Les capteurs de type radar doivent comporter un algorithme intégré de mitigation des interférences pouvant être causées par d'autres radars présents à proximité.

16.1.2.2 Reconnaissance d'image vidéo et d'image vidéo infrarouge

Les capteurs utilisant une technologie vidéo pour détecter les usagers doivent comporter une caméra avec un capteur photographique couleur ayant un format d'au moins 1/4 pouce, une résolution minimale de 640 x 480 et une fréquence d'image d'au moins 25 images par seconde.

La distance focale de l'objectif doit être entre 6 mm et 8 mm pour les capteurs à angle étroit (conçus pour une installation face à la circulation) ou entre 2,1 mm et 2,8 mm pour les capteurs à grand angle (conçus pour une installation latérale). La distance focale peut être différente s'il est possible d'obtenir une vue équivalente avec un zoom tout en rencontrant la résolution minimale stipulée ci-dessus.

Les systèmes par reconnaissance vidéo doivent pouvoir fonctionner sans réduction de leur efficacité même lorsque l'éclairement lumineux moyen de la chaussée n'est que de 4 lux.

16.1.3 Support et type d'installation

Le système non-intrusif de détection doit reposer sur le principe d'un capteur par approche. Les systèmes basés sur un seul capteur à 360° ne sont pas acceptés. Le capteur doit être conçu pour détecter les usagers qui se déplacent soit vers le capteur (détection frontale), soit transversalement à l'axe du capteur (détection latérale). Les capteurs en position frontale comprennent les capteurs dont l'angle d'installation recommandé par le manufacturier par rapport à l'axe sur lequel proviennent les usagers est compris entre -25° et +25°. Les capteurs en position latérale comprennent les capteurs dont l'angle d'installation recommandé par le manufacturier par rapport à l'axe sur lequel proviennent les usagers est compris entre 45° et 90°.

Le capteur doit être conçu pour être installé sur un fût d'une hauteur de 5,5 m. Si une hauteur d'installation plus grande est recommandée par le manufacturier, le capteur doit être fourni avec un support avec rallonge permettant d'atteindre cette hauteur lorsque fixé sur un fût d'une hauteur de 5,5 m. Le support avec rallonge doit être suffisamment rigide pour assurer la stabilité du capteur et il ne doit pas excéder le fût de plus de 1,5 m. Lorsque le support comporte une rallonge (soit tout support d'une longueur supérieure à 400 mm), le dessin d'atelier doit être préparé, signé et scellé par un ingénieur membre de l'OIQ.

Lorsque la première voie à détecter est proche du fût sur lequel le capteur est installé, le support doit permettre d'éloigner suffisamment le capteur de la voie afin de permettre la détection des usagers selon les zones de détection prévues aux plans.

Le support doit pouvoir être fixé au fût soit à l'aide de courroies de cerclage en acier inoxydable d'une largeur minimale de 19 mm, soit à l'aide de pinces de fixation boulonnées.

16.1.4 Exigences physiques

16.1.4.1 Capteurs

16.1.4.1.1 Matériau

Les capteurs doivent être en aluminium ou en polycarbonate.

16.1.4.1.2 Dimensions

Les dimensions de chaque capteur (excluant le support) doivent être inférieures à 350 mm x 300 mm x 125 mm.

16.1.4.1.3 Masse

La masse de chaque capteur doit être inférieure à 2,6 kg.

16.1.4.2 Interfaces et bloc d'alimentation

L'interface du système non intrusif de détection peut comprendre des cartes enfichables conçues pour être installées dans le châssis des cartes enfichables de détection. Les cartes enfichables doivent rencontrer les exigences de la norme NEMA TS 2 pour les cartes installées dans le châssis de détection.

Les interfaces et blocs d'alimentation installés sur une paroi à l'intérieur du coffret de contrôle doivent pouvoir être contenus sur une plaque en aluminium de 500 x 200 mm ou sur un rail DIN TH 35-7,5 (conforme à la norme IEC EN 60715) d'une longueur maximale de 500 mm et avoir une profondeur maximale de 125 mm (excluant le rail DIN).

Section 16

Systèmes de détection non intrusifs

Les interfaces et blocs d'alimentation conçus pour être déposés sur une tablette doivent être contenus dans un boîtier n'excédant pas 190 x 170 x 90 mm.

16.1.5 Exigences électriques et électroniques

Le système non intrusif de détection doit être compatible avec le coffret et les appareillages de contrôle NEMA TS 2.

Il doit respecter les exigences décrites à l'édition la plus récente des documents suivants :

- CAN/CSA C22.10, Code de construction du Québec – Chapitre V – Électricité – Code canadien de l'électricité, Première partie et modifications du Québec;
- CAN/CSA C22.2 No 0 : Exigences générales - Code canadien de l'électricité, Deuxième partie;
- CAN/CSA C108.8 – M1983 : Electromagnetic Emissions from Data Processing Equipment and Electronic Office Machines;
- Federal Communications Commission (FCC) (américain) : FCC rules part 15, class A;
- National Electrical Manufacturers Association : NEMA TS-2, Traffic Controller Assemblies with NTCIP Requirements;
- CAN ICES-003/NBN-003 : Norme sur le matériel brouilleur, Équipement de technologie de l'information (incluant les appareils numériques).

Les exigences d'acceptation pour la fabrication des assemblages électriques et électroniques spécifiés dans la norme IPC A-610H doivent être respectés en fonction de la classe 2 (produits électroniques spécialisés).

Le système non intrusif de détection doit comporter son propre bloc d'alimentation, et ce dernier peut être intégré à même l'interface (alimentation à 120 Volts AC de l'interface) ou être un bloc d'alimentation externe à 48 Volts DC. Il est interdit d'alimenter le système à même l'alimentation 24 Volts DC du bloc d'alimentation NEMA TS 2 du coffret de contrôle. Si l'interface est une carte enfichable, l'alimentation doit provenir des broches D et E à l'arrière du connecteur, lesquelles doivent être alimentées par un bloc d'alimentation à 48 Volts DC via les borniers de la boucle de détection correspondante.

L'alimentation des capteurs doit provenir de l'interface du système non intrusif de détection. Les capteurs sont alimentés à 24 Volts DC.

La consommation de chaque capteur doit être d'au plus 10 Watts.

Le système doit comporter un dispositif de protection contre les surtensions pour chaque capteur (à même le capteur ou à même l'interface).

L'interface du système non intrusif de détection doit comprendre un port d'interface avec communication SDLC (port 1 conforme à NEMA TS 2). Le système doit permettre la configuration du numéro du BIU simulé, et il doit être possible d'assigner les numéros 9, 10, 11 et 12.

L'interface doit comporter au moins deux ports Ethernet TCP/IP (dont un port à 10/100 Mbit/s et un port à 100 ou à 10/100 Mbit/s) pour la configuration et la communication. Ces ports doivent être indépendants des ports utilisés pour brancher les capteurs ou ceux utilisés pour relier d'autres modules d'interfaces.

16.1.6 Exigences environnementales

Le système non intrusif de détection doit opérer, sans impact sur la performance, dans toutes les différentes conditions météorologiques (pluie, pluie verglaçante, neige, soleil, vent, brouillard, poussière) et dans toutes les conditions d'éclairage (jour, aube, crépuscule, nuit), incluant lorsque le capteur est exposé à la lumière directe du soleil.

Toutes les composantes du système doivent rencontrer les exigences environnementales de la norme NEMA TS 2, incluant, sans s'y limiter, la résistance aux vibrations, la résistance aux chocs, les températures d'opération et l'humidité relative.

Toutes les composantes du système doivent être résistantes à la corrosion, aux champignons et à la moisissure.

Toutes les composantes installées à l'extérieur du coffret de contrôle (incluant, mais sans s'y limiter, les capteurs, boîtes de jonction et connecteurs) doivent être résistantes à l'eau, à la poussière, à la formation de glace et à la corrosion. Ces composantes doivent avoir un indice de protection d'au moins IP67 selon la norme IEC 60529 et rencontrer les exigences du type 4X selon la norme NEMA 250.

Les capteurs et les supports doivent être résistants aux dommages causés par le sel selon ISO 14993 ou selon ISO 12944:6.

Les parties en polycarbonate des capteurs, les joints d'étanchéité et les câbles doivent être résistants aux rayons ultraviolets, conformément à la norme UL 746C.

Les capteurs et les supports doivent être conçus pour résister à une pression de vent de 436 Pa et à une épaisseur de verglas de 31 mm, conformément à la norme CSA S6.

16.1.7 Exigences fonctionnelles et de performance

Le système non intrusif de détection doit fonctionner entièrement localement et ne doit reposer sur aucune architecture infonuagique. Le système ne doit pas nécessiter de lien réseau ou internet avec une entité externe à la Ville. L'absence de lien réseau ou internet ne doit pas limiter les fonctionnalités stipulées au présent devis ni empêcher d'effectuer les mises à jour logicielles (incluant le *firmware*) localement.

Le système non intrusif de détection doit être capable de détecter les véhicules, les motocyclettes et les cyclistes.

Il peut utiliser la vitesse des usagers pour améliorer la précision de la détection, mais il doit détecter la présence de tous les usagers qu'ils soient à l'arrêt ou en mouvement, et ce, peu importe leur vitesse.

L'algorithme du système non intrusif de détection doit suivre la position de chaque usager sur l'ensemble du champ de vision du capteur. Le système doit être capable de suivre en tout temps la position d'au moins 256 usagers distincts par approche.

Il doit être apte à détecter toutes les zones de détection définies aux plans. Le système doit permettre l'utilisation d'au moins 16 zones par approche. Le système doit être capable de détecter les usagers sur un minimum de 8 voies.

Le champ de vision horizontal doit être d'au moins 90° pour les capteurs avec détection latérale et d'au moins 30° pour les capteurs avec détection frontale. Il doit être possible de détecter les usagers sur une distance continue d'au moins 25 mètres en amont de la ligne d'arrêt sur la pleine largeur de l'approche. La zone aveugle à proximité du capteur doit être d'au plus 1,8 m pour les capteurs à détection latérale et d'au plus 15 m pour les capteurs à détection frontale.

Section 16

Systèmes de détection non intrusifs

Les zones doivent pouvoir être configurées sous forme de polygones d'au moins quatre côtés.

L'incertitude sur la précision de l'alignement des voies doit être d'au plus 0,3 m.

Le système doit être capable de distinguer les véhicules circulant dans des voies adjacentes et il doit être capable de positionner chaque véhicule dans la voie où il circule réellement.

Il doit être capable de distinguer la directionnalité des usagers dans chaque zone de détection. Chaque canal de détection doit pouvoir être configuré soit en mode « Présence » soit en mode « Pulsion », conformément à l'article 6.5.2.17 de la norme NEMA TS 2.

Le système doit être capable de placer des appels conditionnels en fonction de la directionnalité des véhicules.

Le système doit permettre de programmer un délai et une extension sur chaque canal. Lorsqu'un délai est programmé et qu'un véhicule est détecté, le système doit inhiber l'appel pendant la durée du délai et placer un appel si le véhicule est encore présent à la fin du délai. Lorsqu'une extension est programmée et qu'un véhicule est détecté, le système doit continuer à placer un appel pendant la durée de l'extension après que le véhicule n'est plus détecté.

Le système non intrusif de détection doit comporter une fonction intégrée de stabilisation du champ de vision du capteur. Le système doit être capable de compenser pour le déplacement du champ de vision du capteur causé par la vibration de la structure et du support.

Le système doit permettre de visualiser la position des usagers détectés en temps réel pour aider à la configuration du système et au diagnostic du fonctionnement du système à l'aide d'un ordinateur portable relié directement à l'interface dans le coffret de contrôle.

Le système doit être efficace, fiable et être reconnu pour avoir un taux d'erreurs de détection très faible. Le taux d'appels manqués (usagers non détectés) doit être inférieur à 0,05 %, et le taux de faux appels (détection d'un usager inexistant) doit être inférieur à 1 %. Un usager détecté dans la mauvaise voie alors que cette voie est servie par une phase distincte est considéré comme un appel manqué.

Les systèmes basés sur la reconnaissance d'image vidéo ou d'image vidéo infrarouge doivent être capables de diffuser un flux vidéo en format H.264.

Le système doit avoir la capacité de compiler des données sur la circulation dont le débit et le taux d'occupation. La classification des vitesses est facultative. Chaque capteur doit comporter un minimum de 8 zones de comptage. Les zones de comptage peuvent être distinctes ou non des zones de détection. Le système doit soit enregistrer les données et permettre de les exporter dans un format CSV, soit transmettre les appels à l'unité de contrôle pour que cette dernière comptabilise les données de comptage et les taux d'occupation.

La configuration du système doit pouvoir être réalisée via une interface web à l'aide d'un navigateur comme Chrome de Google, Edge de Microsoft ou Safari d'Apple.

16.1.8 Conformité et éligibilité du produit

L'Adjudicataire doit démontrer que la solution proposée rencontre les exigences stipulées au présent devis. Il doit fournir tous les renseignements utiles, spécifications techniques, preuves, références, rapports d'essais et toute autre information nécessaire pour établir la conformité et la performance du produit proposé.

Le produit ne doit pas faire l'objet d'un avis de défaut publié sur le site web de la Ville.

Section 16

Systèmes de détection non intrusifs

Le produit proposé doit avoir déjà été utilisé depuis au moins douze (12) mois à un minimum de trois (3) intersections dans une ou plusieurs villes, au Québec, ayant chacune au moins dix (10) intersections contrôlées par des feux de circulation sous sa juridiction. L'expérience de ces installations doit être cohérente avec le niveau de performance exigé. L'Adjudicataire doit fournir les preuves et les références permettant d'attester de ces installations (si elles ont été réalisées à l'extérieur de Laval). La Ville se réserve le droit de communiquer avec ces références afin de confirmer leurs expériences avec le produit proposé et d'obtenir leurs commentaires.

Toutes les composantes du système non intrusif de détection doivent être activement supportées par le manufacturier, elles doivent être recommandées par le manufacturier pour de nouvelles installations et elles ne doivent pas avoir été discontinuées ni avoir fait l'objet d'une annonce de fin de vie (« *end of life* ») ou de fin de vente (« *end of sale* ») par le manufacturier.

L'Adjudicataire doit également préparer un document détaillant les recommandations du fournisseur spécifiques à chaque intersection quant à la localisation recommandée des détecteurs, le type d'installation (support, hauteur, orientation) et la localisation, s'il y a lieu, des épissures et des boîtes de raccordement. Un représentant du fournisseur du système de détection devra, tout au long du projet, assister l'Entrepreneur, le Professionnel et la Ville pour répondre aux questions techniques nécessaires à la conception, l'installation, la configuration, l'optimisation, l'approbation et l'opération du système. L'Adjudicataire doit tenir compte, dans son calendrier des travaux, du délai de révision des plans par le Professionnel pour adapter la conception au système de détection non intrusif sélectionné.

Article 16.2 MAIN D'ŒUVRE

16.2.1 Installation des capteurs

Les capteurs doivent être installés conformément aux recommandations du manufacturier et aux dessins de détail sur les plans.

Si le support est fixé à l'aide de courroies en acier inoxydable, celle-ci doivent être en acier inoxydable type 201 et utiliser des attaches à crampons. Un minimum de deux courroies d'une largeur minimale de 19 mm doit être utilisé pour fixer le support au fût. L'Adjudicataire doit insérer une bande en polychloroprène (Néoprène) coupée en trois (3) morceaux sous chaque courroie.

L'Adjudicataire doit utiliser de la quincaillerie, des attaches et des courroies neuves même pour la réinstallation des supports et panneaux réutilisés.

L'Adjudicataire doit assurer la continuité des masses de chaque capteur avec le bornier de continuité des masses du fût à l'aide d'un câble 12 AWG (Vert).

L'Adjudicataire doit ajuster l'orientation du capteur de façon à optimiser son fonctionnement.

16.2.2 Tirage des câbles et raccordements

L'Adjudicataire doit tirer les câbles dans les conduits en même temps que les autres câbles, conformément à la norme CSA C22.10. Il doit laisser une boucle assez longue dans chaque caisson de service électrique afin de pouvoir sortir le câble sur une distance de 1,0 m à l'extérieur de la porte, conformément aux détails sur les plans. Les câbles reliant les capteurs doivent être continus (aucun joint ni épissure) entre le coffret de contrôle et la structure de signalisation lumineuse où est installé le capteur. L'Adjudicataire doit utiliser des connecteurs étanches recommandés par le manufacturier du système non intrusif de détection pour raccorder le câble au capteur. Il doit utiliser une boîte de jonction étanche si elle est recommandée par le manufacturier. La boîte de jonction peut être positionnée à l'intérieur du fût à la hauteur de la porte ou à

Section 16

Systèmes de détection non intrusifs

l'extérieur du fût près du capteur, selon les recommandations du manufacturier du système. Les connecteurs doivent toujours être orientés vers le bas.

16.2.3 Installation des composantes dans le coffret de contrôle

L'Adjudicataire doit installer les composantes, blocs d'alimentation et interfaces dans le coffret de manière à utiliser un minimum d'espace. Tout le câblage doit être propre et ordonné. Tous les borniers doivent être identifiés.

L'Adjudicataire doit fournir le schéma de raccordement des équipements dans le coffret de contrôle.

16.2.4 Raccordements électriques

L'Adjudicataire doit tirer les câbles dans le coffret de contrôle et exécuter les raccordements conformément à l'article 15.5.2 du présent devis.

16.2.5 Configuration, programmation et mise en opération

La Ville se réserve le droit d'exécuter elle-même la configuration et la programmation des équipements de détection en tout ou en partie.

L'Entrepreneur doit installer et calibrer le système de détection de façon à optimiser son fonctionnement.

L'Adjudicataire doit configurer et programmer le système non intrusif de détection en fonction des plans et de la fiche de « Séquence des phases et minutages ». Avant de procéder à la programmation, l'Adjudicataire doit s'assurer que cette fiche est signée et scellée par un ingénieur qualifié et membre en règle de l'OIQ; il doit aviser le Professionnel et attendre ses instructions, le cas échéant.

L'Adjudicataire doit donner son entière collaboration lorsque la Ville ou le Professionnel soulève une problématique dans le comportement du système non intrusif de détection. L'Adjudicataire est entièrement responsable de diagnostiquer tout bogue et tout comportement non conforme aux attentes, et ce, que le problème ait été soulevé avant, pendant ou après la mise en opération.

L'Adjudicataire doit proposer une méthode de programmation alternative s'il juge que la méthode indiquée sur la fiche de « Séquence des phases et minutages » est inadaptée à la marque et au modèle du système non intrusif de détection. Il doit collaborer avec le Professionnel pour expliquer et justifier les modifications qu'il propose et s'entendre avec le Professionnel sur la solution retenue. L'Adjudicataire demeure complètement et entièrement responsable du comportement du système non intrusif de détection, et ce, même s'il l'a programmé conformément aux exigences de la fiche de « Séquence des phases et minutages », même si la base de données a été revue par le Professionnel et même si la mise en opération a été réalisé en présence du Professionnel.

À la mise en opération du système, l'Adjudicataire doit remettre au Professionnel un plan détaillant la localisation, l'orientation et les hauteurs des détecteurs, le type de supports, les chemins et type de câbles, la liste et la configuration des équipements raccordés dans le coffret de contrôle, le tout représentant les conditions réelles d'installations. Deux copies papier (ou une version numérique) des manuels d'installation, de configuration et d'entretien doivent être transmises à la Ville ainsi que tout logiciel nécessaire à la configuration, à l'extraction des données et à l'entretien du système.

La base de données des paramètres du système non intrusif de détection, incluant tous les capteurs, doit être fournie dans le format natif utilisé par le système de détection et accompagnée d'une copie électronique du fichier en version PDF imprimable. La base de données doit être accompagnée, pour chaque capteur, d'une image représentant la position réelle de chaque zone de détection virtuelle dans

Section 16

Systèmes de détection non intrusifs

son environnement. La documentation, incluant la base de données et les images, doit être transmise au moins 48 heures avant la mise en opération du système. Lorsque des ajustements sont faits sur le terrain lors de la mise en opération ou à tout autre moment, l'Adjudicataire doit fournir une mise à jour de la documentation à l'intérieur d'un délai de 24 heures.

Si la mise en opération du système non intrusif de détection est exécutée par l'Adjudicataire, le sous-traitant spécialisé mandaté par l'Adjudicataire pour configurer le système non intrusif de détection doit être présent lors de la mise en opération et lors de l'inspection du système réalisée en présence du Professionnel et d'un représentant de la Ville.

À la suite de la mise en opération du système et pendant la première année après la réception des ouvrages de détection, la configuration et la programmation peuvent être modifiées pour optimiser le système, à la demande du Professionnel ou de la Ville, jusqu'à deux (2) fois de façon à donner entière satisfaction à la Ville, et ce, sans frais supplémentaires. Ces modifications peuvent inclure, sans s'y limiter, l'ajustement de l'orientation des capteurs, l'ajout, le retrait ou la relocalisation de zones de détection et l'ajustement de tout autre paramètre programmé. Toute correction en lien avec un défaut du produit ou une déficience dans l'installation, la configuration ou la programmation du système est entièrement à la charge de l'Adjudicataire et ne compte pas dans les deux visites stipulées ci-dessus.

Article 16.3 SERVICE APRÈS-VENTE

16.3.1 Assistance technique

Le Fournisseur doit accorder son entière collaboration et offrir une assistance technique en français par du personnel technique qualifié durant la période de garantie, et ce, sans frais supplémentaires.

En cas de problème durant l'installation ou durant l'opération des systèmes non intrusifs de détection, la Ville se charge de réaliser un premier diagnostic afin de déterminer la nature générale du problème. La Ville peut transmettre au Fournisseur les informations et les journaux d'événements recueillis. Si le problème est lié à un défaut couvert par la garantie, la Ville peut, à son choix :

- Retourner au Fournisseur les composantes défectueuses pour réparation ou remplacement.
- Demander au Fournisseur de procéder, sur les lieux, à la correction des défauts ou au remplacement ou à la réparation des pièces défectueuses.

16.3.2 Garantie

Toutes les composantes des systèmes non intrusifs de détection doivent être couverts par une garantie du manufacturier d'une durée de cinq (5) ans à partir de la date de livraison à la Ville, c'est-à-dire la date de la réception provisoire des ouvrages.

Les systèmes non intrusifs de détection doivent être accompagnés d'un certificat de garantie émis par le manufacturier.

Le certificat de garantie du manufacturier doit inclure, sans s'y limiter, les informations suivantes :

- Le nom et l'adresse de l'entreprise qui a émis le certificat de garantie;
- La description de la garantie (la description peut être en anglais si le manufacturier ne produit pas de version francophone);
- La durée de la garantie.

Section 16

Systèmes de détection non intrusifs

Le certificat de garantie du manufacturier doit aussi comprendre les informations suivantes sauf si le manufacturier utilise un système d'enregistrement des produits et des clients :

- Les numéros d'identification de la Ville (numéros de projet, d'appel d'offres, de contrat, etc.);
- Le numéro de série des composantes du système non intrusif de détection;
- La date de livraison à la Ville du système non intrusif de détection;
- La date d'expiration de la garantie.

Le Fournisseur doit aussi produire un certificat de garantie qui doit inclure, sans s'y limiter, les informations suivantes :

- Les numéros d'identification de la Ville (numéros de projet, d'appel d'offres, de contrat, etc.);
- Le nom et l'adresse du manufacturier qui a émis le certificat de garantie;
- La description de la garantie du manufacturier en français (en cas de contradiction entre le certificat du Fournisseur et celui du manufacturier, ce dernier a préséance);
- Le numéro de série des composantes du système non intrusif de détection;
- La date de livraison à la Ville du système non intrusif de détection telle qu'enregistrée auprès du manufacturier (*date of original end-user sale*);
- La date d'expiration de la garantie.

16.3.3 Pièces

16.3.3.1 Disponibilité des pièces

Durant la période de garantie, le Fournisseur doit conserver un inventaire des pièces de remplacement.

Si le Fournisseur veut substituer une pièce à une autre (notamment parce qu'elle est discontinue), il doit faire une demande de substitution après avoir transmis la fiche technique de la pièce proposée et démontré que cette dernière est équivalente.

16.3.3.2 Délai de réparation

Le Fournisseur doit garantir que les réparations pourront être complétées et que les pièces de rechange pourront être fournies dans un délai maximum de trois (3) mois, et ce, peu importe les contraintes de délai d'approvisionnement auprès des manufacturiers.

Le Fournisseur doit prêter une pièce de rechange temporaire pendant que la pièce défectueuse est en réparation.

Si le Fournisseur est incapable de réparer un équipement défectueux à l'intérieur du délai prescrit, il doit le remplacer avant l'échéance dudit délai.

16.3.3.3 Garantie sur les pièces de rechange et les réparations

Les pièces de rechange fournies et les réparations exécutées sous la garantie initiale doivent être couvertes par la garantie initiale jusqu'à son expiration et par une garantie d'une durée minimale de 6 mois à partir de la date de réparation ou de livraison des pièces de rechange.

Section 17 Systèmes de détection des véhicules spécifiques

Article 17.1 MATÉRIAUX

17.1.1 Bloc d'antennes Radio-GPS

Les blocs d'antennes Radio-GPS sont définis dans le Devis technique « Systèmes de demandes de priorité ».

17.1.2 Support architectural

Le support architectural pour montage D1-XL et les courroies de cerclage sont définis à l'article 12.1.6 du présent devis et au dessin de détail sur les plans.

17.1.3 Support pour lumière de confirmation

Le support pour lumière de confirmation est composé d'une attache en aluminium avec un embout femelle de 1-1/2" NPS et d'une courroie de cerclage en acier inoxydable.

17.1.4 Lumière de confirmation

La lumière de confirmation est composée d'un globe en polycarbonate clair, d'une base, d'un bloc d'alimentation intégré et d'une ampoule stroboscopique.

Le globe s'apparente à un cylindre d'une hauteur minimale de 115 mm et d'un diamètre minimal de 140 mm. La surface du globe doit former une lentille Fresnel afin d'offrir une diffusion optimale de la lumière sur 360°.

Le bloc d'alimentation de la lumière de confirmation doit être intégré dans la base de celle-ci. Il ne doit pas consommer plus de 11 Watts. La lumière de confirmation doit être conçue pour une alimentation à 120 Volts AC à 60 Hz. La lumière de confirmation doit comporter des filtres afin de protéger contre les interférences radio et les pics de tension. La puissance fournie doit être au minimum de 8 Joules par clignotement.

La fréquence stroboscopique doit être égale ou supérieure à 0,0133 Hz (75 pulsations par minute) et inférieure à 0,0105 Hz (95 pulsations par minute) avec un rapport cyclique de 50 %. L'intensité lumineuse minimale doit être de 400 candelas effectives.

Le boîtier de la lumière de confirmation doit être scellé et étanche à l'humidité et à la poussière conformément au type 4X de la norme NEMA 250. La base du boîtier doit pouvoir être fixée sur un support fileté femelle de 1-1/2" NPS.

La lumière de confirmation doit pouvoir opérer à des températures de -40°C à +65°C.

Article 17.2 MISE EN ŒUVRE

17.2.1 Bloc d'antennes Opticom-GPS

L'Adjudicataire doit passer le câble du bloc d'antennes jusqu'au coffret de contrôle en prenant soin de respecter le rayon de courbure minimum du câble. Il est interdit d'utiliser un connecteur pour conduit flexible en métal (de type « BX » ou autre) à la sortie du bloc d'antennes.

Le support doit être installé au sommet du fût et orienté vers le centre du carrefour selon les recommandations du manufacturier et conformément aux dessins de détail sur les plans et aux stipulations des articles 12.2.3 et 12.2.5 du présent devis. Le bloc d'antennes doit être positionné de manière que le signal radio ne soit pas entravé par des obstacles. Les parois du trou dans le fût doivent être meulées, et un protège-câble résistant aux rayons ultraviolets doit être utilisé.

L'Adjudicataire doit raccorder le câble au bornier du bloc d'antenne et à celui du détecteur de priorité (carte de discrimination) dans le coffret de contrôle en suivant les recommandations du manufacturier.

17.2.2 Lumière de confirmation de préemption

La lumière de confirmation doit être installée sur la potence près de la tête de feux horizontale. Les parois du trou doivent être meulées, et un protège-câble résistant aux rayons ultraviolets doit être utilisé.

La courroie de retenue doit être isolée du tube de la potence par un ruban de polychloroprène (*Néoprène*).

Le câble de remontée est un câble IMSA 19-1 à 7 conducteurs 14 AWG, conforme aux exigences de la section 11 du présent devis.

Article 17.3 MISE EN OPÉRATION ET CALIBRATION

La mise en opération et la calibration (incluant la programmation, la configuration, les essais et les ajustements à la programmation) sont réalisées par la Ville.

Après avoir installé les équipements de priorité pour véhicules spécifiques, réalisé les modifications au coffret de contrôle et remis en service les feux de circulation avec la nouvelle programmation et, le cas échéant, la nouvelle unité de contrôle, l'Adjudicataire doit assister la Ville pour mettre en service le système de demandes de priorité, le calibrer et vérifier son fonctionnement.

La mise en opération et la calibration comprend les étapes suivantes :

- Simuler des appels de priorité et confirmer que l'unité de contrôle reçoit et sert les demandes de priorité pour autobus.
- Simuler des appels de préemption (pour véhicules d'urgence) et confirmer que l'unité de contrôle reçoit ces appels et applique les préemptions correspondantes.
- Vérifier que l'unité de contrôle reçoit et applique les mises à jour de l'heure et de la date provenant de l'horloge GPS du système de demandes de priorité.
- Calibrer et ajuster les paramètres programmés dans le détecteur de priorité (carte de discrimination) à l'aide d'un véhicule témoin équipé temporairement d'un ensemble de matériel embarqué. L'ensemble de matériel pour les essais est fourni par la Ville pour la durée des essais. Il permet d'émettre une

Section 17

Systèmes de détection des véhicules spécifiques

demande de priorité pour autobus et de simuler l'activation des fonctions normalement reliées au véhicule.

- Télécharger la base de données complète du détecteur de priorité (carte de discrimination) et remettre les fichiers au Professionnel.

L'Adjudicataire doit fournir un véhicule muni de gyrophares de couleur ambre, un conducteur et un ensemble d'émetteurs-récepteurs portatifs (*walkie-talkie*) pour réaliser les essais. Durant les essais, l'Adjudicataire doit être en mesure de corriger tout défaut d'installation, notamment toute correction pouvant nécessiter un électricien et un camion avec nacelle.

Section 18 Télécommunications

Article 18.1 RÉSEAUX DE FIBRES OPTIQUES

18.1.1 Matériaux

18.1.1.1 Câbles de fibres optiques (6 ou 12 fibres)

Les câbles de douze fibres optiques ou moins doivent être conformes aux exigences suivantes :

- Contenir 6 ou 12 fibres optiques (selon l'application);
- De type OSP monomode (OS2) à gaine intermédiaire serrée « *tight buffer* »;
- De type diélectrique;
- Muni d'un diamètre nominal du câble de 900 µm;
- Câble certifié OFNR conformément à la norme UL 1666;
- Conçu pour une utilisation intérieure / extérieure;
- Atténuation maximale : 0,5 dB/km à 1310 nm et 0,5 dB/km à 1550 nm;
- Plage de température opérationnelle : -40 °C à 70 °C;
- Plage de température d'entreposage : -40 °C à 70 °C;
- Offrir une protection contre l'eau et les rayons ultraviolets;
- Permet une tension maximale à long terme de 200 N;
- Permet une tension maximale à court terme de 675 N;
- Code de couleur conforme à la norme TIA-598.

18.1.1.2 Câbles de fibres optiques (plus de 12 fibres)

Les câbles de plus de douze fibres optiques doivent être conformes aux exigences suivantes :

- Contenir 48 fibres optiques;
- De type monomode (OS2);
- De type « loose tube » avec tubes de douze (12) fibres pour les câbles de fibres optiques de 12 brins et plus;
- De type diélectrique;
- Conçu pour une utilisation extérieure en conduit;
- Atténuation maximale : 0,4 dB/km à 1310 nm et 0,3 dB/km à 1550 nm;
- Plage de température opérationnelle : -40 °C à 70 °C;
- Plage de température d'entreposage : -40 °C à 70 °C;
- Offrir une protection contre l'eau et les rayons ultraviolets;

Section 18 Télécommunications

- Permet une tension maximale à long terme de 890 N;
- Permet une tension maximale à court terme de 2700 N;
- Code de couleur conforme à la norme TIA-598.

18.1.1.3 Cordons de raccordement optique

Les cordons de raccordement optique doivent être composés de deux (2) fibres monomodes 9/125 microns (OS2) avec gaine de couleur jaune conformément à la norme TIA/EIA-568-B.3. Les cordons doivent avoir une longueur de deux (2) mètres et être munis d'un connecteur duplex LC-UPC bleus à chaque extrémité. Les cordons doivent être certifiés OFNR selon la norme UL 1666.

18.1.1.4 Connecteur de fibre optique

Le connecteur de fibres optique doit être conforme aux exigences suivantes :

- Connecteur de type LC-UPC (Ultra Physical Contact);
- De type simplex;
- Pour une utilisation avec une fibre optique monomode (OS2);
- De couleur bleue;
- Avec amorce (*pigtail*) de 1 mètre.

18.1.1.5 Boîtier de fusions optiques

Le boîtier de fusion optique est utilisé pour la réalisation de fusions dans un puits d'accès ou dans une boîte de tirage. Le boîtier de fusion doit être conforme aux exigences suivantes :

- Conçu pour une utilisation extérieure dans un environnement souterrain (puits d'accès ou boîte de tirage);
- Muni d'un boîtier étanche;
- Compatible avec câbles de fibres optique de grosseurs variables (6, 12, 24 et 48 fibres);
- Capacité jusqu'à 96 fusions par boîtier de fusions (6 plateaux de douze (12) fibres chacun);
- Capacité minimale de quatre (4) entrées de câbles;
- Inclure un panier d'enroulement de câbles pour emmagasiner les fibres non utilisées;
- Utilisation pour déviation et fusions de câbles.

L'adjudicataire doit fournir et installer également tous les accessoires nécessaires incluant, mais sans s'y limiter, les passe-câbles (*grommets*), les plateaux de fusion (*splicing tray*), les manchons de protection de fusion (*splice sleeve*), ainsi que tous les autres accessoires requis, afin de réaliser les travaux décrits dans le présent cahier.

18.1.1.6 Boîtes de terminaisons optiques (BTO)

La boîte de terminaisons optiques doit être pouvoir être installée sur un rail DIN TH°35-7,5 (conforme à la norme IEC EN 60715). Elle doit avoir une largeur maximale de 50 mm, une profondeur maximale de 140 mm et une hauteur maximale de 160 mm.

Section 18 **Télécommunications**

La boîte doit comporter un minimum de trois (3) entrées de câbles et doit être compatible avec des câbles de fibres optiques de grosseurs variables (6 et 12 fibres).

La boîte doit offrir une étanchéité avec un indice de protection d'au moins IP40 selon la norme IEC 60529.

La boîte doit comporter un panneau muni de six (6) connecteurs LC duplex pour fibre monomode, un plateau de fusions (*splicing tray*) pour douze (12) fibres, les manchons de protection de fusion (*splice sleeve*), ainsi que tous les autres accessoires requis, afin de réaliser les travaux décrits dans le présent cahier.

18.1.1.7 Plaquette d'identification

La plaquette d'identification doit être en polyéthylène de couleur verte (Pantone 560C). La plaquette doit être conçue pour être fixée au câble à l'aide d'une attache en nylon.

Les inscriptions sur la plaquette doivent être imprimées par sérigraphie de couleur blanche, conformément aux dessins de détails sur les plans.

La plaquette imprimée doit être résistante aux rayons ultraviolets et à l'humidité. La résistance à l'abrasion des matériaux imprimés doit être conforme à la norme ASTM D5264.

18.1.1.8 Bagues et portes-bagues d'identification des câbles de fibres optiques

Les marqueurs d'identification des câbles de fibres optiques doivent être des bagues de repère en vinyle (PVC) glissées sur un porte-bague attaché au câble par une ou deux attaches en nylon.

Les bagues doivent être de couleur blanche et avoir une section transversale fermée de forme ovale. Chaque bague doit comporter un chiffre, une lettre ou un symbole de couleur noire marqué, au moment de la fabrication, en caractère d'imprimerie de façon indélébile.

Les porte-bagues doivent être en vinyle rigide (PVC) ou en polyamide (Nylon 6,6) de couleur noire.

18.1.1.9 Attaches en nylon

Les attaches doivent être en polyamide (Nylon 6,6) et être pour usage extérieur. Elles doivent être résistantes jusqu'à une température de 85°C, résistantes aux rayons ultraviolets et résistantes à la corrosion. Elles doivent avoir une résistance à la traction d'au moins 175 Newtons. Elles doivent avoir une largeur de 3,6 mm, une épaisseur de 1,0 mm et une longueur de 137 mm. Elles doivent pouvoir encercler un câble d'un diamètre de 2 à 35 mm.

18.1.2 Mise en œuvre

18.1.2.1 Installation des câbles de fibres optiques

18.1.2.1.1 Généralités

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

Lors de l'installation et du tirage des câbles, l'Adjudicataire doit respecter le rayon de courbure minimum prescrit par le manufacturier des différents câbles et par la norme TIA/EIA-568.

Afin de limiter le nombre d'épissures au minimum, l'Adjudicataire doit planifier l'installation des câbles selon les contraintes physiques rencontrées sur les lieux selon les indications montrées aux plans et selon les

Section 18

Télécommunications

relevés physiques effectués sur les lieux par l'Adjudicataire. Les câbles doivent être continus et sans fusion entre les points de raccordements.

18.1.2.1.2 Tirage des câbles

L'Adjudicataire doit vérifier les spécifications techniques des câbles fournis par le manufacturier pour connaître la force limite de traction pouvant être appliquée aux câbles et exécuter le tirage des câbles optiques en respectant la tension maximale prescrite par le manufacturier.

Pour faciliter le tirage des câbles, un lubrifiant approprié aux câbles doit être utilisé selon les recommandations du manufacturier.

Aux endroits où les tensions de tirage risquent d'atteindre de très grandes valeurs, à cause de la présence de courbures ou de conduits ascendants, une attention particulière est requise pour couvrir de lubrifiant en entier la surface de la gaine d'un bout à l'autre du câble.

L'Adjudicataire doit prêter une attention particulière aux exigences du manufacturier lors de l'installation de câble sur une grande longueur verticale.

L'Adjudicataire doit installer un câble traceur en même temps que la fibre optique dans le même conduit, afin de permettre une localisation de la fibre par méthode d'induction.

18.1.2.1.3 Boucles de tirage

L'Adjudicataire doit laisser une longueur excédentaire de 15 m dans le dernier puits d'accès avant d'atteindre un coffret ou une salle intérieure d'un édifice (où les fibres seront terminées avec les connecteurs). Une longueur excédentaire de câble de 5 m doit être laissée dans les autres puits d'accès et boîtes de tirage. L'Adjudicataire doit laisser une boucle de 3 mètres dans les boîtiers d'équipements.

L'Adjudicataire 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 coffrets de contrôleur de feux de circulation. La boucle doit être enroulée et attachée adéquatement, de manière à ne pas créer de pression sur les câbles. 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 coffrets sont permis.

18.1.2.2 Identification des câbles de fibres optiques

Après l'installation des câbles, l'Adjudicataire doit identifier chaque câble par son numéro à l'aide de bagues d'identification attachées avec un porte-bague et une attache en nylon. Chaque identification doit être accompagnée d'une plaquette d'avertissement. Les attaches en nylon doivent être serrées de façon légèrement lâche de manière à ne pas endommager les fibres optiques.

Cette identification doit être faite à chaque extrémité des câbles ainsi qu'à toutes les fois que ceux-ci traversent une boîte de tirage, un boîtier d'équipement, un bâti d'équipement ou un puits de tirage.

Les cordons de raccordement doivent être identifiés à l'aide d'étiquettes plastifiées avec écriture imprimée. Aucune identification manuscrite n'est acceptée.

18.1.2.3 Fusions de fibres optiques

Dans les boîtiers de fusion et dans les boîtes de terminaisons optiques, l'Adjudicataire doit exécuter les fusions à l'aide d'un appareil à fusion approprié selon les indications aux plans et en respectant les recommandations du manufacturier et les bonnes pratiques de l'industrie.

Section 18

Télécommunications

Les fusions doivent être exécutées dans un environnement propre et contrôlé afin d'éviter toute impureté qui pourrait nuire à la qualité de la fusion.

L'Adjudicataire doit également s'assurer de permettre d'autres fusions dans le futur en laissant une longueur suffisante de chaque fibre optique à fusionner ainsi que de disposer les tubes de manière qu'ils puissent être fusionnés dans le futur.

Chaque fusion doit être protégée à l'aide d'un manchon protecteur thermorétractable.

Dans les boîtiers de terminaisons optiques à l'intérieur des coffrets de contrôle, toutes les fibres doivent être terminées sur un connecteur LC.

Dans les boîtiers de fusions optiques, toutes les fibres optiques non fusionnées doivent être enroulées sur un panier d'enroulement.

18.1.3 Essais sur les fibres optiques

18.1.3.1 Essais au réflectomètre optique (OTDR)

Les rapports de réflectométrie doivent, sans s'y limiter, inclure les éléments suivants pour chacune des fibres du câble de fibres optiques :

- Le nom de l'Adjudicataire;
- Le nom de la Ville;
- Le nom du sous-traitant, le cas échéant;
- La date du test;
- L'utilisateur;
- Le numéro de la fibre;
- L'identification du câble de fibres optiques;
- L'origine et la destination;
- Le nom du fabricant du câble;
- Le numéro du modèle;
- Le type (monomode);
- Un tableau d'événements du début à la fin de la liaison.

Les résultats de toutes les vérifications effectuées doivent être remis au Professionnel, sur papier et média électronique (ex. : format PDF sur clé USB), avec le document de garantie du manufacturier sur les performances du réseau de câblage.

L'Adjudicataire doit corriger, à ses frais, tout défaut observé lors des essais, retirer et remplacer le matériel défectueux et refaire toutes les vérifications et tous les essais par la suite. L'Adjudicataire doit réémettre sur papier et sur média électronique au Professionnel, tous les résultats de vérifications une fois les corrections apportées.

Les mesures de réflectométrie, d'atténuations des canaux et des épissures doivent être conformes aux spécifications des standards IEEE 802.3Z et EIA/TIA-568-B.3.

18.1.3.2 Essais préliminaires avant l'installation d'un câble

Chaque fibre de chaque câble doit être vérifiée à l'aide d'un réflectomètre optique (OTDR), afin de s'assurer qu'il n'y a pas de cassure ou de discontinuité attribuable à un défaut de fabrication. Les tests OTDR préliminaires unidirectionnels doivent être réalisés aux deux longueurs d'onde 1310 nm et 1550 nm afin de valider la longueur physique, l'intégrité et la conformité de l'atténuation spécifique par kilomètre. L'adjudicataire doit noter la longueur de la fibre mesurée au réflectomètre optique aux fins de comparaison avec la longueur du câble à installer.

Ces essais doivent être exécutés sur le câble de fibres optiques avant son installation, lorsqu'il est sur son touret. L'Adjudicataire doit procéder aux essais au réflectomètre (OTDR) sur chacune des fibres optiques composant le câble. De plus, l'adjudicataire doit s'assurer que chacune des fibres d'un câble à installer obtient une atténuation égale ou inférieure à celle spécifiée par le fabricant du câble.

L'Adjudicataire doit présenter les résultats obtenus dans un rapport d'essais. L'Adjudicataire doit 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 et stipulant la date de fabrication, l'identification du lot, la dimension du lot, etc.).

Tous ces documents doivent être transmis au Professionnel pour approbation. Aucun câble ne pourra être installé sans que les documents préalablement spécifiés aient été fournis et visés.

18.1.3.3 Essais préliminaires après l'installation d'un câble

Ces mêmes essais doivent être repris après l'installation du câble et avant la réalisation des épissures par fusion. L'Adjudicataire doit comparer les paramètres mesurés avant et après l'installation. Les résultats de ces tests doivent être remis au Professionnel immédiatement. L'Adjudicataire doit attendre l'autorisation du Professionnel avant de procéder aux fusions.

Si les tests démontrent une défectuosité sur une ou plusieurs fibres du câble, l'Adjudicataire devra remplacer le câble défectueux, en fournir un nouveau et le réinstaller à ses frais. (Les tests avant et après l'installation sont à refaire et sont à ses frais.)

18.1.3.4 Essais finaux après l'exécution des fusions

L'Adjudicataire doit procéder à la vérification de la continuité et des raccordements des fibres optiques lors de la réalisation des épissures par fusion des câbles. Cette vérification doit être effectuée à l'aide d'un réflectomètre optique (OTDR) à partir des deux (2) extrémités du câble aux fins de validation de la longueur et de l'intégrité de chacune des fibres. Les résultats doivent être remis au Professionnel.

L'Adjudicataire doit vérifier que les connecteurs affichent une perte inférieure ou égale aux caractéristiques techniques.

Les tests OTDR finaux doivent être bidirectionnels lorsque la fibre optique est terminée avec un connecteur aux deux extrémités ou lorsque la fibre optique est flottante (sans connecteur).

Les tests OTDR finaux doivent être unidirectionnels lorsque la fibre optique est terminée avec un connecteur à une extrémité seulement.

Section 18 Télécommunications

L'Adjudicataire est responsable de démontrer que toutes les fibres optiques des câbles sont fonctionnelles à la fin des travaux et que leur état est démontré à l'aide des tests de réflectométrie. Les paramètres principaux qui doivent être vérifiés lors des tests de réflectométrie sont les suivants :

- La longueur de liaison du câble testé;
- Les pertes d'insertion totales de la liaison;
- Les pertes d'insertion des connexions et des épissures;
- La rétroflexion des connexions et des épissures;
- La continuité.

Des bobines d'amorce doivent être installées au début (obligatoire) et à la fin (lorsque possible) de la liaison optique à tester. Les bobines d'amorce doivent avoir une longueur minimale de 500 mètres. La performance du réseau de fibres optiques, mesurée bout à bout, est établie de la façon suivante pour chaque fibre optique monomode :

- L'atténuation causée par la longueur du câble ne doit pas excéder celle spécifiée aux exigences de spécifications du câble;
- L'atténuation introduite par chaque épissure ne doit pas excéder 0,1 dB;
- L'atténuation d'une connexion (2 connecteurs et le raccord) ne doit pas excéder 0,75 dB;
- Trace complète de l'atténuation en fonction de la distance montrant la longueur totale du segment mesuré fourni par l'OTDR sous forme graphique.

L'Adjudicataire doit fournir les résultats aux tests suivants :

- Atténuation de bout en bout (en dB);
- Atténuation de chaque connecteur et de chaque fusion présente sur le réseau de fibres (en dB);
- Trace complète de l'atténuation en fonction de la distance montrant la longueur totale du segment mesuré fourni par l'OTDR (sous forme graphique).

Article 18.2 RÉSEAUX F/UTP ET U/FTP

18.2.1 Matériaux

18.2.1.1 Câble Ethernet

Les câbles Ethernet installés en conduit doivent être conformes à l'article 11.1.7 du présent cahier.

18.2.1.2 Cordons de raccordement Ethernet

Le cordon de raccordement Ethernet pour le raccordement d'équipements au réseau de télécommunication doit être de catégorie 6 (U/FTP), pour environnement extérieur et composé de quatre (4) paires blindées de conducteurs torsadés en cuivre de calibre 24 AWG. Le cordon doit être testé et certifié en usine, et la performance du cordon de raccordement Ethernet doit se conformer à toutes les exigences des normes CSA C22.2, CSA T529 et ANSI/TIA-568.2-E.

Le cordon doit avoir une longueur de 2,0 mètres.

Section 18 Télécommunications

Le câble Ethernet de catégorie 6 doit être équipé de connecteurs 8P8C (pour réceptacle RJ45) de catégorie 6 à ses deux extrémités; le connecteur du câble doit être de type « T-568B straight » (droit).

Le câble Ethernet de catégorie 6 doit aussi être équipé d'un capuchon de recouvrement (« boot ») derrière les connecteurs RJ45 permettant de répartir la tension exercée sur le connecteur en maintenant droit une certaine section du câble.

18.2.2 Main d'œuvre

18.2.2.1 Installation

L'Adjudicataire doit poser les câbles Ethernet selon les exigences de l'article 11.2 du présent cahier.

L'Adjudicataire doit installer les connecteurs, les capuchons de recouvrement et les couvercles de protection aux extrémités des câbles conformément à l'article 11.1.7 du présent cahier.

18.2.2.2 Essais

L'Adjudicataire doit vérifier la performance des câbles Ethernet au moyen d'un appareil certifié de niveau III conformément à la norme TIA/EIA-568.2-E.

Article 18.3 COMMUTATEUR RÉSEAU

18.3.1 Matériaux

Le commutateur réseau doit être conforme aux exigences suivantes.

18.3.1.1 Exigences physiques

Les équipements doivent pouvoir être installés sur un rail DIN TH 35-7,5 (conforme à la norme IEC EN 60715).

Le commutateur doit avoir une largeur maximale de 80 mm, une profondeur maximale de 125 mm et une hauteur maximale de 190 mm.

18.3.1.2 Exigences environnementales

Le commutateur doit pouvoir opérer dans :

- Une plage de température de -40°C à +85°C;
- Un environnement non ventilé.

Le commutateur doit rencontrer les exigences environnementales de la norme NEMA TS2.

Il doit comporter un revêtement enrobant contre l'humidité et offrir une étanchéité avec un indice de protection d'au moins IP30 selon la norme IEC 60529.

18.3.1.3 Alimentation

Le commutateur doit être alimenté à 120 Volts AC sur les borniers de distribution du coffret de feux.

Si le commutateur fonctionne à 24 ou 48 Volts DC, il doit être fourni avec un bloc d'alimentation externe. Le cas échéant, le bloc d'alimentation externe doit pouvoir être installé sur un rail DIN TH 35-7,5 (conforme à la norme IEC EN 60715); et avoir une largeur maximale de 70 mm, une profondeur maximale de 125 mm

Section 18 **Télécommunications**

et une hauteur maximale de 120 mm. Le bloc d'alimentation externe doit être robuste et renconter toutes les exigences environnementales stipulées pour le commutateur.

18.3.1.4 Ports

Le commutateur doit comporter :

- Un minimum de deux (2) ports SFP 1000BASE (1 Gbit/s);
- Un minimum de huit (8) ports Ethernet 10/100BASE-TX, conformes PoE.

Sauf avis contraire, chaque port SFP doit comporter un module émetteur-récepteur SFP 1000BASE-LX (1 Gbit/s, pour fibres optiques monomodes (SMF), longueur d'onde de 1310 nm, pour une distance jusqu'à 10 km, avec connecteur LC duplex).

Les ports avec connecteurs RJ45 doivent pouvoir fournir une alimentation PoE et PoE+, conformément aux normes 802.3af et 802.3at.

Les ports inutilisés doivent être recouverts de protecteurs anti-poussière (« dust cover ») tel que RJ45COVER et SFPCAP10 de StarTech (ou équivalent).

18.3.1.5 Convertisseur EoVDSL2

Lorsqu'exigé aux plans et devis, le commutateur doit comporter un convertisseur « Ethernet over VDSL2 » intégré, incluant deux (2) ports VDSL2. Les ports VDSL2 peuvent utiliser soit des borniers (« terminal block ») ou des connecteurs RJ11.

L'interface VDSL2 doit permettre une communication EoVDSL2 sur une distance minimale de 2,2 km.

18.3.1.6 Exigences fonctionnelles

Les commutateurs doivent être administrables.

Le manufacturier doit fournir du support technique à la Ville afin que celle-ci puisse configurer, gérer et télésurveiller les commutateurs réseau. L'Adjudicataire n'est pas responsable de supporter la Ville à titre d'administrateur réseau. Cependant il fournit un support de deuxième ligne pour des problématiques liées à l'équipement fourni.

À cet effet, le manufacturier doit fournir à la Ville ses MIBs propriétaires.

Les commutateurs doivent comprendre une interface de gestion SSH (obligatoire) et une interface web chiffrée HTTPS (souhaitable) pour permettre la configuration et gestion des commutateurs réseau.

Les commutateurs doivent supporter les protocoles suivants :

- *Secure Shell* (SSH v2), avec cryptage à 128 bits;
- *Transport Layer Security* (TLS 1.2), avec cryptage à 128 bits;
- *System Logging Protocol* (Syslog);
- *Simple Network Management Protocol* (SNMP) v2c ou v3; au minimum, les éléments suivants doivent pouvoir être surveillés en SNMP :
 - la température;
 - l'état du bloc d'alimentation;
 - l'état des alarmes;
 - le temps sans interruption « *up time* »;

Section 18 Télécommunications

- les statistiques Ethernet de chaque port;
- l'unité centrale (CPU);
- *Remote Authentication Dial-in User Service (RADIUS);*
- *Rapid Spanning Tree Protocol (RSTP);*
- *Simple Network Time Protocol (SNTP).*

Les commutateurs doivent comporter les fonctions, outils ou mécanismes suivants :

- *Command Line Interface (CLI);*
- *Lost of Link Management;*
- *Broadcast Storm Filtering;*
- *Port Rate Limiting;*
- Supporter l'utilisation de VLAN IEEE 802.1Q(doit supporter une configuration de 100 VLAN actifs);
- *Quality of Service (QoS), IEEE 802.1Q;*
- Ports activé / désactivé;
- Ports sécurisés :
 - *MAC Based Port Security*
 - *Port-Based Network Access Control (IEEE 802.1x).*

18.3.1.7 Garantie et support

L'Adjudicataire doit inclure dans sa proposition, répartis sur l'ensemble des prix du bordereau, la garantie et l'entretien des commutateurs pendant trois (3) ans en respectant les exigences suivantes :

- Support des mises à jour des microprogrammes (*firmware*);
- Support technique pour diagnostic de problèmes avec l'équipement fourni.

La réalisation du contrat de garantie et de service doit s'effectuer par la mise en place d'un service de soutien et de dépannage :

- L'Adjudicataire doit fournir un numéro de téléphone sans frais et une adresse de courriel valide pour toute la durée de la garantie afin d'effectuer un appel de service ou signaler un problème.
- L'Adjudicataire doit tenir un registre mentionnant chronologiquement toutes les interventions et les réparations effectuées sur les équipements, et ce, dès l'acceptation provisoire. Une copie électronique doit être transmise à la Ville minimalement deux (2) fois par année.

18.3.2 Mise en œuvre

Lorsque requis, l'Adjudicataire doit fournir et installer un commutateur réseau dans le coffret de contrôle de feux de circulation.

Section 18

Télécommunications

18.3.2.1 Configuration

Préalablement à l'installation, l'Adjudicataire doit remettre le commutateur à la Ville de Laval qui va configurer celui-ci. L'Adjudicataire devra aller porter et aller rechercher le commutateur à l'adresse suivante :

Service SIT de la Ville de Laval
3 Place Laval, bureau 160
Ville de Laval

L'Adjudicataire doit aviser la Ville par courriel deux (2) jours ouvrables à l'avance avant d'aller livrer et d'aller récupérer les commutateurs.

À la livraison et à la récupération, l'Adjudicataire doit faire signer un accusé de réception mentionnant la date de livraison, le nombre d'équipements livrés, leurs descriptions et leurs numéros de série.

L'Adjudicataire est tenu responsable des dommages occasionnés à ces matériaux pendant leur manipulation et il doit les remplacer à ses frais en cas de dommage, bris, perte, vol ou vandalisme, le cas échéant.

18.3.2.2 Installation

Dans les coffrets de contrôle pour feux de circulation qui comportent une tablette pour les équipements de télécommunication, le commutateur réseau doit être fixé sur le rail DIN situé sur la paroi du fond dans la partie supérieure du coffret.

Dans le cas où le coffret de contrôle existant pour feux de circulation ne comporte pas d'espace pour un panneau avec rail DIN, le commutateur réseau doit être posé sur une tablette à côté de l'unité de contrôle des feux.

Le commutateur doit être raccordé sur les borniers 120 V AC situés sur le panneau avec rail DIN fixé à la paroi gauche dans la partie supérieure du coffret de contrôle des feux. Si le commutateur nécessite un bloc d'alimentation CC, ce dernier doit être fixé au rail DIN situé soit sur la paroi gauche ou sur la paroi du fond du coffret de contrôle.

L'Adjudicataire doit installer les modules SFP dans les ports appropriés du commutateur réseau en suivant les recommandations du manufacturier.

Les modules SFP doivent être raccordés aux ports du boîtier de terminaisons optiques à l'aide de cordons de raccordement optiques, conformément aux plans. L'Adjudicataire doit raccorder tous les équipements du coffret de contrôle des feux à l'aide de cordons de raccordement Ethernet, selon les indications aux plans.

L'Adjudicataire doit terminer les extrémités des câbles Ethernet reliant des équipements externes au coffret de contrôle avec des connecteurs 8P8C (pour réceptacle RJ45) de catégorie 6. L'Adjudicataire doit utiliser un outil de poinçonnage approprié.

Section 19 Vidéosurveillance

Article 19.1 MATÉRIAUX

19.1.1 Généralités

Tous matériaux doivent être neufs, aisément disponibles auprès du manufacturier et ne doivent pas avoir fait l'objet d'une annonce de « fin de vie » (« *end of life* ») ou de « fin de vente » (« *end of sale* ») au moment du dépôt de la soumission.

19.1.2 Caméra de surveillance

19.1.2.1 Exigences environnementales

La caméra doit pouvoir opérer à des températures de -40°C à +60°C et être entreposée à des températures de -45°C à +70°C.

La caméra doit pouvoir opérer avec une humidité ambiante de 10 à 100 %.

La caméra doit être conçue pour un usage extérieur. Le boîtier doit être résistant à l'eau et à la poussière et avoir un indice de protection d'au moins IP67 selon la norme IEC 60529. Le connecteur RJ45 et les connecteurs d'alimentation doivent être résistants à l'eau.

La caméra doit être résistante aux chocs selon l'indice IK10 conformément à la norme IEC 62262.

La caméra doit être résistante aux vibrations selon NEMA TS 2 (Section 2.2.8) ou selon IEC 60068-2-6.

La caméra doit être résistante aux chocs selon NEMA TS 2 (Section 2.2.9) ou selon IEC 60068-2-27.

Le fini de la caméra et du support doit être résistant aux dommages causés par le sel selon ISO 14993 ou selon ISO 12944:6.

La caméra doit résister à des vents soutenus d'au moins 160 km/h et maintenir sa position en présence de rafales allant jusqu'à 215 km/h. Elle ne doit pas être endommagée par des vents de 280 km/h.

19.1.2.2 Exigences physiques du boîtier et du support

Le boîtier de la caméra doit être en aluminium moulé anodisé ou en fibre de verre et comporter une fenêtre de visionnement en verre plat trempé.

La forme du boîtier doit être conçue de manière à faciliter le lavage de la fenêtre par la pluie.

Le boîtier doit comporter un essuie-glace intégré en silicium très longue durée.

La finition de toutes les surfaces du boîtier et du support doit être faite par une application électrostatique d'un revêtement en poudre à base de résines thermodurcissables de couleur grise (RAL-7001) ou argent.

La caméra (excluant le support) doit avoir une hauteur d'au plus 450 mm. La caméra doit avoir une largeur et une profondeur d'au plus 290 mm.

La masse de la caméra (excluant le support) doit être d'au plus 9 kg.

19.1.2.3 Exigences mécaniques de la tourelle (panoramique et inclinaison)

Le mouvement panoramique et l'inclinaison doivent être contrôlés par des moteurs à courant continu sans balais.

La vitesse du mouvement panoramique et du changement d'inclinaison doit être asservie par contrôle électronique.

Le mouvement panoramique doit permettre une rotation sur 360° sans fin.

La vitesse angulaire du mouvement panoramique en contrôle manuel doit pouvoir être ajustée en continu sur une plage de 0,2 à 100 degrés par seconde. La vitesse angulaire du mouvement panoramique en contrôle automatique (repositionnement préconfiguré) doit être d'au moins 120 degrés par seconde.

Le mouvement de bascule doit permettre une inclinaison sur une plage d'au moins 135°, soit de 45° sous l'horizon à 90° au-dessus de l'horizon.

La vitesse angulaire du changement de l'inclinaison en contrôle manuel doit pouvoir être ajustée en continu sur une plage de 0,2 à 90 degrés par seconde. La vitesse angulaire du changement de l'inclinaison en contrôle automatique (repositionnement préconfiguré) doit être d'au moins 120 degrés par seconde.

La précision de l'alignement (panoramique et inclinaison) lors du repositionnement selon une scène préconfigurée doit être de ±0,09° ou mieux.

19.1.2.4 Exigences optiques et acquisition d'image

19.1.2.4.1 Caméra

Le capteur photographique doit avoir un format d'au moins 1/3 pouce et un ratio d'image de 16:9 avec un minimum de 2,1 mégapixels.

La caméra doit être capable de produire un flux vidéo haute définition 1080p (résolution de 1920 par 1080) à 60 images par seconde.

La caméra doit avoir la capacité d'ajuster automatiquement la luminosité de l'image en amplifiant par un gain le signal émis par le capteur photographique en fonction de la lumière incidente (*Automatic Gain Control*). Lorsqu'utilisé, le gain doit pouvoir être ajusté selon trois niveaux : faible, moyen et élevé.

La caméra doit comporter une fonction de balance automatique des blancs, incluant le mode ATW (*Automatic Tracking White Balance*).

La caméra doit comporter une fonction d'imagerie à grande gamme dynamique (HDR).

La vitesse d'obturation doit être variable de 1/60 à 1/10 000 secondes.

19.1.2.4.2 Objectif et lentilles

L'objectif doit comporter un zoom optique motorisé permettant un taux de grossissement sur une plage continue de 1x (grand-angle) à 30x (téléobjectif). La caméra doit aussi comporter un zoom numérique d'au moins 12x.

La distance focale de l'objectif doit être entre 4,3 mm et 6,6 mm à 1x et entre 129 mm et 198 mm à 30x.

L'ouverture maximale de l'objectif doit être d'au moins f/1,6 à 1x et d'au moins f/4,8 à 30x.

Section 19

Vidéosurveillance

Le champ de vision angulaire horizontal (image en format 16 :9) doit être d'au moins 58° à 1x et d'au moins 2,1° à 30x.

19.1.2.5 Exigences électriques

19.1.2.5.1 Alimentation

La caméra de surveillance doit :

- Pouvoir être alimentée par le câble Ethernet à l'aide d'un injecteur PoE à 56 Volts DC (nominal);
- Pouvoir être alimentée à 24 Volts AC ou 120 Volts AC, 60 Hz;
- Avoir une redondance de l'alimentation électrique avec transfert automatique entre l'alimentation en courant alternatif et l'alimentation par câble Ethernet.

19.1.2.5.2 Chauffage et ventilation

La caméra de surveillance doit être équipée d'une unité de chauffage interne. Le chauffage soit s'activer automatiquement lorsque la température descend sous 0°C et peut s'activer automatiquement dès que la température descend sous 5°C.

La caméra de surveillance doit être équipée d'un ventilateur interne comportant un moteur à entraînement direct et un roulement à billes scellé. Le ventilateur doit pouvoir fonctionner en continu pendant plus de 50 000 heures (MTBF) dans un environnement à 50°C sans nécessiter d'entretien.

19.1.2.6 Exigences de communication

La caméra doit supporter les encodages vidéo suivants :

- H.264 (ISO/IEC 14496);
- MJPEG.

La caméra doit supporter les protocoles suivants :

- IPv4;
- IPv6;
- TCP/IP;
- UDP/IP;
- HTTP;
- HTTPS;
- FTP;
- SMTP;
- DNS;
- NTP;
- SNMP;
- DHCP.

Section 19

Vidéosurveillance

Les paramètres de la caméra doivent pouvoir être configurés via un service Web à l'aide d'un navigateur comme Chrome de Google ou Edge de Microsoft.

19.1.2.7 Exigences fonctionnelles

La caméra doit comporter :

- Une fonction de stabilisation numérique de l'image;
- Un dispositif de stabilisation mécanique de l'image permettant d'ajuster automatiquement la position de la caméra (panoramique et inclinaison) en présence de vibrations continues ou d'un choc;
- Un mode de nuit (noir et blanc) et un mode de jour (couleur). Elle doit avoir la capacité de passer automatiquement d'un mode à l'autre selon la luminosité ambiante;
- Un mode de compensation pour améliorer la visibilité en présence de brouillard;
- Une fonction de réduction numérique du bruit dans l'image;
- Une fonction pour compenser la lumière en contre-jour afin d'ajuster la luminosité en ignorant les petites zones de forte illumination directement orientées vers la caméra;
- Une fonction d'inversion de l'image selon l'orientation de l'installation.

La caméra doit permettre la configuration :

- D'au moins 32 masques de confidentialité afin de cacher des zones de la scène dans le champ de vision de la caméra;
- D'au moins 256 scènes ou positions préconfigurées.

Le modèle de la caméra doit faire partie de la liste des périphériques compatibles avec la version 5.11 du « Security Center » de Genetec (à travers les modules de gestion de la vidéosurveillance Omnicast et de cartographie interactive « Plan Manager »).

19.1.3 Unité d'alimentation 24 Volts AC

Si l'alimentation en courant alternatif de la caméra est à 24 Volts AC, le système doit comprendre une unité d'alimentation à 24 Volts AC à 100 VA, 4 A avec fusible à action retardée.

Le boîtier transformateur doit avoir des dimensions égales ou inférieures à 95 mm (hauteur) par 160 mm (largeur) par 65 mm (profondeur).

Le transformateur doit avoir une masse d'au plus 2 kg.

L'unité d'alimentation 24 Volts AC doit être fixée à une plaque de montage en aluminium ou être conçue pour une installation sur un rail DIN TH 35-7,5 conforme à la norme IEC EN 60715.

19.1.4 Injecteur PoE

19.1.4.1 Exigences environnementales

L'injecteur doit pouvoir opérer à des températures de -40°C à +75°C et être entreposé à des températures de -40°C à +85°C.

L'injecteur doit pouvoir opérer avec une humidité ambiante de 5 à 95 % (sans condensation).

Section 19

Vidéosurveillance

Le boîtier doit avoir un indice de protection d'au moins IP30 selon la norme IEC 60529.

L'injecteur doit être résistant aux vibrations sinusoïdales, conformément à la norme IEC 60068-2-6.

L'injecteur doit être résistant aux chocs, conformément à la norme IEC 60068-2-27.

L'injecteur doit être résistant aux manutentions brutales, conformément à la norme IEC 60068-2-31.

L'injecteur doit rencontrer les exigences, pour les dispositifs de classe A, du *Code of Federal Regulations, Title 47, Part 15* de la FCC ainsi que la norme *NMB-003* d'Industrie Canada. L'injecteur ne doit pas causer d'interférences nuisibles et doivent accepter toute autre interférence reçue, y compris les interférences pouvant entraîner un fonctionnement non désiré.

19.1.4.2 Exigences physiques

Le boîtier doit avoir des dimensions égales ou inférieures à 135 mm (hauteur) par 35 mm (largeur) par 80 mm (profondeur).

L'injecteur doit avoir une masse d'au plus 250 grammes.

L'injecteur doit être conçu pour une installation sur un rail DIN TH 35-7,5 conforme à la norme IEC EN 60715 ou pour une installation murale.

19.1.4.3 Exigences électriques

19.1.4.3.1 Source d'alimentation

L'injecteur doit supporter une tension d'alimentation de 22 à 57 Volts DC avec entrées doubles redondantes.

L'injecteur ne doit pas utiliser plus de 3 A (à 24 Volts DC) ou 1,5 A (à 48 Volts DC) lorsque la charge maximale de 60 Watts est utilisée. Le courant transitoire ne doit pas dépasser 15,7 A (à 48 Volts DC).

L'alimentation de l'injecteur doit comporter un dispositif de protection contre les surcharges.

L'injecteur ne doit pas consommer plus de 6 Watts (excluant la consommation des équipements alimentés par l'injecteur).

19.1.4.3.2 Alimentation électrique par câble Ethernet

L'injecteur doit rencontrer les exigences de la norme IEEE 802.3 (10BASE-T), incluant 802.3u (100BASE-TX), 802.3ab (1000BASE-T), 802.3af (PoE) et 802.3at (PoE+).

L'injecteur doit aussi être capable de fournir au moins 60 Watts (en mode 4 paires). L'injecteur peut aussi rencontrer les exigences de la norme IEEE 802.3bt (PoE++).

Les ports Ethernet RJ45 doivent comporter un dispositif de protection contre les surtensions.

19.1.4.4 Compatibilité

L'injecteur doit être compatible avec la caméra de surveillance pour l'alimentation électrique par câble Ethernet (*Power over Ethernet*) et fournir une charge suffisante.

19.1.4.5 Garantie

L'injecteur doit avoir une durée de vie moyenne (MTBF) d'au moins 2 000 000 heures.

L'injecteur doit être couvert par une garantie d'au moins 5 ans par le manufacturier.

Article 19.2 PROTECTEUR DE SURTENSION

Les protecteurs de surtension doivent rencontrer les exigences suivantes :

- Catégorie 6;
- 2 connecteurs RJ45;
- Communications réseau : 1 Gb/s (IEEE 802.3af, 802.3at et 802.3bt);
- PoE : 100 W (802.3bt)
- Puissance disponible à l'équipement (PD) : 71 W;
- Puissance maximale fournie par la source (PSE) : 90 W;
- Étanchéité : IP66;
- Température d'opération : -40°C à 70°C;
- Humidité relative : 0 % à 95 % (sans condensation);
- Temps de réaction : inférieur à 1 ns;
- Protection contre la foudre : 10 kA (8/20μs), 20 kV (8/20μs), conformément à IEC 61000-4-5;
- Protection contre les décharges électrostatiques : 15 kV (air), 8 kV (contact), conformément à IED 61000-4-2;
- Protection EFT : 3 kV (5/50 ns);
- Conducteur de mise à la terre : 18 AWG;
- Dimensions maximales : 85 x 85 x 170 mm.

Article 19.3 MISE EN ŒUVRE

L'Adjudicataire doit installer la caméra et son support conformément aux dessins de détail sur les plans. Le support doit être fixé au fût à l'aide de courroies de cerclage en acier inoxydable avec attaches à crampons. L'Adjudicataire doit insérer une bande en polychloroprène (*Néoprène*) coupée en trois (3) morceaux sous chaque courroie. L'Adjudicataire doit utiliser le support du même manufacturier que la caméra.

L'Adjudicataire doit fixer la caméra au support à l'aide de la quincaillerie à l'épreuve de la corrosion fournie par le manufacturier. Pour toute la quincaillerie requise qui n'est pas fournie par le manufacturier, l'Adjudicataire doit utiliser de la quincaillerie structurale résistante à la corrosion, incluant boulons, écrous, rondelles et rondelles de blocage. Les boulons doivent avoir un diamètre minimal de 8 mm (M8).

L'Adjudicataire doit fixer les connecteurs étanches aux câbles conformément aux recommandations du manufacturier. L'Adjudicataire doit utiliser les connecteurs appropriés recommandés par le manufacturier pour maintenir la certification IP-67 de l'installation. Après l'installation, l'Adjudicataire doit exécuter tout traitement hydrofuge recommandé par le manufacturier, le cas échéant.

Les câbles doivent entrer dans le support de la caméra par le dessous en faisant une boucle plus basse que les trous d'entrée dans le support et dans le fût pour empêcher les infiltrations d'eau.

Section 19

Vidéosurveillance

La caméra doit être raccordée à l'injecteur dans le coffret de contrôle par un câble Ethernet catégorie 6 (PoE) et alimenté par une source redondante à 24 Volts AC ou à 120 Volts AC, selon le modèle de caméra. La source et l'équipement PoE doivent être protégés par un protecteur de surtension installé à chaque extrémité du câble Ethernet (dans le fût à la hauteur de la porte d'accès et dans le coffret de contrôle).

L'injecteur PoE et l'unité d'alimentation, si nécessaire, doivent être installés dans le coffret de contrôle à la hauteur de la tablette prévue pour les équipements de STI et de télécommunication. Les équipements dans le coffret de contrôle doivent être fixés soit sur un rail DIN, soit sur une plaque de montage.

L'Adjudicataire doit vérifier le fonctionnement de la caméra et configurer tous les paramètres selon les recommandations du manufacturier.

Article 19.4 SERVICE APRÈS-VENTE

19.4.1 Assistance technique

Le Fournisseur doit accorder son entière collaboration et offrir une assistance technique en français par du personnel technique qualifié durant la période de garantie, et ce, sans frais supplémentaires.

En cas de problème durant l'installation ou durant l'opération des caméras de surveillance, la Ville se charge de réaliser un premier diagnostic afin de déterminer la nature générale du problème. La Ville peut transmettre au Fournisseur les informations et les journaux d'événements recueillis. Si le problème est lié à un défaut couvert par la garantie, la Ville peut, à son choix :

- Retourner au Fournisseur les composantes défectueuses pour réparation ou remplacement.
- Demander au Fournisseur de procéder, sur les lieux, à la correction des défauts ou au remplacement ou à la réparation des pièces défectueuses.

19.4.2 Garantie

Toutes les composantes des caméras de surveillance doivent être couverts par une garantie du manufacturier d'une durée minimale de trois (3) ans à partir de la date de livraison à la Ville, c'est-à-dire la date de la réception provisoire des ouvrages.

Les caméras de surveillance doivent être accompagnées d'un certificat de garantie émis par le manufacturier.

Le certificat de garantie du manufacturier doit inclure, sans s'y limiter, les informations suivantes :

- Le nom et l'adresse de l'entreprise qui a émis le certificat de garantie;
- La description de la garantie (la description peut être en anglais si le manufacturier ne produit pas de version francophone);
- La durée de la garantie.

Le certificat de garantie du manufacturier doit aussi comprendre les informations suivantes sauf si le manufacturier utilise un système d'enregistrement des produits et des clients :

- Les numéros d'identification de la Ville (numéros de projet, d'appel d'offres, de contrat, etc.);
- Le numéro de série de la caméra de surveillance;

Section 19

Vidéosurveillance

- La date de livraison à la Ville de la caméra de surveillance;
- La date d'expiration de la garantie.

Le Fournisseur doit aussi produire un certificat de garantie qui doit inclure, sans s'y limiter, les informations suivantes :

- Les numéros d'identification de la Ville (numéros de projet, d'appel d'offres, de contrat, etc.);
- Le nom et l'adresse du manufacturier qui a émis le certificat de garantie;
- La description de la garantie du manufacturier en français (en cas de contradiction entre le certificat du Fournisseur et celui du manufacturier, ce dernier a préséance);
- Le numéro de série de la caméra de surveillance;
- La date de livraison à la Ville de la caméra de surveillance telle qu'enregistrée auprès du manufacturier (*date of original end-user sale*);
- La date d'expiration de la garantie.

19.4.3 Pièces

19.4.3.1 Disponibilité des pièces

Durant la période de garantie, le Fournisseur doit conserver un inventaire des pièces de remplacement.

Si le Fournisseur veut substituer une pièce à une autre (notamment parce qu'elle est discontinuée), il doit faire une demande de substitution après avoir transmis la fiche technique de la pièce proposée et démontré que cette dernière est équivalente.

19.4.3.2 Délai de réparation

Le Fournisseur doit garantir que les réparations pourront être complétées et que les pièces de rechange pourront être fournies dans un délai maximum de trois (3) mois, et ce, peu importe les contraintes de délai d'approvisionnement auprès des manufacturiers.

Le Fournisseur doit prêter une pièce de rechange temporaire pendant que la pièce défectueuse est en réparation.

Si le Fournisseur est incapable de réparer un équipement défectueux à l'intérieur du délai prescrit, il doit le remplacer avant l'échéance dudit délai.

19.4.3.3 Garantie sur les pièces de rechange et les réparations

Les pièces de rechange fournies et les réparations exécutées sous la garantie initiale doivent être couvertes par la garantie initiale jusqu'à son expiration et par une garantie d'une durée minimale de 6 mois à partir de la date de réparation ou de livraison des pièces de rechange.

