

DOCUMENTS D'APPEL D'OFFRES

SOUS-SECTION 6.52 CÂBLES ÉLECTRIQUES

TABLE DES MATIÈRES

	PAGE
SOUS-SECTION 6.52 CÂBLES ÉLECTRIQUES.....	1
6.52.1 GÉNÉRALITÉS	1
6.52.2 UNITÉS DE MESURE	1
6.52.3 NORMES DE RÉFÉRENCE	1
6.52.4 MATÉRIAUX.....	2
6.52.5 ÉQUIPEMENT ET OUTILLAGE	5
6.52.6 EXÉCUTION DES TRAVAUX.....	5
6.52.7 CONTRÔLE DE LA QUALITÉ	8

SOUS-SECTION 6.52 CÂBLES ÉLECTRIQUES

6.52.1 GÉNÉRALITÉS

- 6.52.1.1 La présente sous-section décrit les exigences relatives à la fourniture et l'installation de câbles électriques prévues au présent Contrat.
- 6.52.1.2 Les exigences particulières, le cas échéant, concernant la fourniture et l'installation de câbles électriques prévues au présent Contrat sont indiquées aux dessins et à la Section 4 *Conditions techniques particulières*.
- 6.52.1.3 Les exigences générales relatives aux travaux de fourniture et d'installation de conduits, boîtes de jonction et de tirage sont décrites à la sous-section 6.51 *Conduits, boîtes de jonction et de tirage*.

6.52.2 UNITÉS DE MESURE

- 6.52.2.1 Les unités de mesure et leurs symboles respectifs utilisés à la présente sous-section se décrivent comme suit :

Unité de mesure	Désignation	Symbole
longueur	mètre	m
longueur	millimètre	mm
force électromotrice	kilovolt	kV
force électromotrice	volt	V
température	degré Celsius	°C
résistance électrique	ohm	Ω
résistance électrique	mégohm	M Ω
intensité courant électrique	microampère	μ A
force	kilonewton	kN

6.52.3 NORMES DE RÉFÉRENCE

- 6.52.3.1 L'**Entrepreneur** doit exécuter tous les travaux de fourniture et d'installation de câbles électriques conformément aux exigences des normes et documents suivants, auxquels s'ajoutent les prescriptions du présent Contrat :
- 6.52.3.1.1 (ACNOR(CSA)) Association canadienne de normalisation :
- CAN/CSA C22.2 NO. 0 *Exigences générales - Code canadien de l'électricité, Deuxième partie*;
 - CAN/CSA C22.2 NO. 0.3 *Test Methods for Electrical Wires and Cables*;
 - CAN/CSA C22.2 NO. 38 *Thermoset-insulated Wires and Cables (Tri-national standard, with UL 44 and ANCE NMX-J-451-2014)*;

- CAN/CSA C22.2 NO. 65 *Wire Connectors (Tri-national standard, with UL 486A-486B and NMX-J-543- ANCE)*;
- CAN/CSA C22.2 NO. 131 *Type TECK 90 Cable*;
- CSA C22.10 *Code de construction du Québec, Chapitre V - Électricité – Code canadien de l'électricité, Première partie et modifications du Québec.*

6.52.3.1.2 (EEMAC) Electrical Equipment Manufacturers Association of Canada :

- 1Y-2 *CEMA Standard for Bushing Stud Connectors and Aluminium Adapters (1200 amp. max. rating).*

6.52.3.1.3 (MTQ) Ministère des Transports du Québec :

- MTQ *Cahier des charges et devis généraux (CCDG).*

6.52.3.1.4 (NEMA) National Electrical Manufacturers Association :

- ANSI/NEMA WC70/ICEA S95-658 *Power Cables Rated 2000 Volts or Less for the Distribution of Electrical Energy*;
- ANSI/NEMA WC71/ICEA S96-659 *Standards for Non-Shielded Cables Rated 2001-5000 Volts for Use in Distribution of Electric Energy.*

6.52.4 MATÉRIAUX

6.52.4.1 GÉNÉRALITÉS

6.52.4.1.1 Les câbles électriques doivent être approuvés CSA.

6.52.4.1.2 Tous les conducteurs doivent être constitués de conducteurs en cuivre avec brins toronnés.

6.52.4.2 CÂBLES ÉLECTRIQUES À ÊTRE INSTALLÉS EN CONDUIT

6.52.4.2.1 Les câbles électriques à être installés en conduit doivent être constitués de conducteurs en cuivre avec brins toronnés, en nombre et de calibre tels qu'indiqués aux dessins, sous un isolant en polyéthylène therm durcissable réticulé chimiquement, conçu pour une tension de 1000 V, du type RW90 ou RWU90 - XLINK -40°C et conformes aux normes CAN/CSA C22.2 No. 38, CAN/CSA C22.2 No. 0, CAN/CSA C22.10 et NEMA WC70.

6.52.4.2.2 Les câbles armés ne doivent pas être installés dans les conduits.

6.52.4.3 CÂBLES ÉLECTRIQUES TECK

- 6.52.4.3.1 Les câbles électriques TECK doivent être conformes à la norme CAN/CSA C22.2 No. 131.
- 6.52.4.3.2 Les câbles TECK doivent être constitués de conducteurs en cuivre avec brins toronnés, en nombre et de calibre tels qu'indiqués aux dessins, sous un isolant en polyéthylène thermdurcissable réticulé chimiquement, conçu pour une tension de 1000 V, du type RWU90 - XLINK -40°C et conformes aux normes CAN/CSA C22.2 No. 0, CAN/CSA C22.10 et NEMA WC70.
- 6.52.4.3.3 Les câbles TECK doivent être enrobés de gaines de protection intérieure et extérieure en polychlorure de vinyle (PVC) renforcées par une armature métallique composée de feuillards d'aluminium agrafés.
- 6.52.4.3.4 Les câbles utilisés pour un système incendie doivent être en cuivre solide avec isolation en PVC et avoir une armure en aluminium recouverte d'un revêtement en PVC rouge pour une température de 105°C et une tension de 300 V AC. Ces câbles doivent être de classe FT4.

6.52.4.4 RACCORDS POUR CÂBLES

- 6.52.4.4.1 Les raccords pour cordons, câbles et câbles TECK doivent être conformes aux exigences suivantes, sans toutefois s'y limiter :
 - 6.52.4.4.1.1 être étanches aux liquides « liquid tight »;
 - 6.52.4.4.1.2 être approuvés par le fabricant, convenir aux câbles TECK et être conformes à la norme CSA C22.2;
 - 6.52.4.4.1.3 être équipés d'un joint torique pour assurer l'étanchéité avec la surface du boîtier ainsi que d'un contre-écrou de mise à la terre;
 - 6.52.4.4.1.4 être munis d'une garniture biseautée, d'une entrée en entonnoir ainsi que d'un écrou presse-étoupe cannelé;
 - 6.52.4.4.1.5 les raccords installés sur les boîtiers doivent être de type NEMA 3, 3R, 4 et 4X et être en acier inoxydable;
 - 6.52.4.4.1.6 les raccords installés sur les boîtiers doivent être de type NEMA 12 et être en aluminium ou en acier inoxydable.

6.52.4.5 CONNECTEURS

6.52.4.5.1 Les connecteurs doivent être à pression pour câbles 0-1000 V, de calibre approprié aux conducteurs en cuivre utilisés Les connecteurs doivent être conformes aux indications aux dessins et conformes aux normes CAN/CSA C22.2 No. 65 et 1Y-2 CEMA.

6.52.4.6 MARQUAGE DES CÂBLES ÉLECTRIQUES

6.52.4.6.1 Les câbles électriques doivent être marqués au moment de leur fabrication de façon indélébile sur l'enveloppe, à un intervalle régulier ne dépassant pas 1 m. Les inscriptions doivent être les suivantes : la marque de certification CSA, le nom du fabricant ou de sa marque de commerce, le type de câbles (RW90, RWU90 ou TECK), 90°C, -40°C, 1000 V, le calibre conformément au barème du American Wire Gauge (AWG) et le nombre de conducteurs.

6.52.4.7 IDENTIFICATEURS DES CÂBLES ÉLECTRIQUES

6.52.4.7.1 Les identificateurs de câbles électriques doivent être constitués d'un support de PVC noir et de bagues alphanumériques jaunes à texte noir. Les identifications doivent être de type Thomas & Betts SMK ou équivalent autorisé par l'Ingénieur.

6.52.4.8 CÂBLES ÉLECTRIQUES SOUPLES POUR FEUX DE VOIE

6.52.4.8.1 Les câbles électriques souples pour feux de voie doivent être constitués de dix (10) conducteurs en cuivre avec seize (16) brins toronnés, de calibre n°18 AWG.

6.52.4.8.2 Les câbles électriques souples pour feux de voie doivent être de type VNTC Anixter 2A-1810 avec raccord étanche approprié de type RD21NT Techspan ou équivalent autorisé par l'Ingénieur.

6.52.4.9 CÂBLES DE RÉSEAU GENIUS BUS

6.52.4.9.1 Les câbles de réseau Genius Bus doivent être constitués de deux (2) conducteurs en cuivre torsadés « twisted pair » avec au minimum dix-neuf (19) brins toronnés, de calibre n°22 ou 24 AWG / 75°C cmx.

6.52.4.9.2 Les câbles de réseau Genius Bus doivent être munis d'une enveloppe de blindage « Shield », d'un fil de drain « Drain wire » et doivent posséder une impédance typique de 150 Ω.

6.52.4.9.3 Les câbles de réseau Genius Bus doivent être de type *Manhattan 39240* ou *Belden 9841* ou équivalent autorisé par l'Ingénieur.

6.52.5 ÉQUIPEMENT ET OUTILLAGE

6.52.5.1 Lorsqu'un appareil de traction mécanique est nécessaire pour l'installation de câbles électriques en conduit, cet appareil doit être équipé d'un dynamomètre, d'un indicateur et d'un enregistreur de tension de tirage appliquée en Newton.

6.52.6 EXÉCUTION DES TRAVAUX

6.52.6.1 PLANIFICATION

6.52.6.1.1 Au moins quatorze (14) jours avant le début des travaux d'installation des câbles, l'**Entrepreneur** doit soumettre à l'Ingénieur pour examen les fiches techniques des câbles électriques, des raccords, des connecteurs et des supports.

6.52.6.1.2 Au moins quatorze (14) jours avant le début des travaux d'installation des câbles, l'**Entrepreneur** doit soumettre à l'Ingénieur pour examen la procédure d'installation des câbles.

6.52.6.2 INSTALLATION DES CÂBLES ÉLECTRIQUES EN CONDUIT

6.52.6.2.1 Avant l'installation des câbles électriques, les conduits doivent être mandrinés et nettoyés à l'aide d'une brosse.

6.52.6.2.2 En tout temps lors de l'installation, le rayon de courbure des câbles électriques ne doit pas être inférieur à la valeur minimale recommandée par le fabricant de câbles. Si des poulies doivent être utilisées, le diamètre des poulies ainsi que le diamètre du « U » doivent être conformes aux recommandations du fabricant des câbles électriques.

6.52.6.2.3 Lorsqu'un appareil de traction mécanique est requis pour l'installation de câbles électriques en conduit, la tension de traction appliquée ne doit pas excéder la tension maximale recommandée par le fabricant de câbles. Au besoin, des points de traction intermédiaires doivent être prévus.

6.52.6.2.4 Il est interdit de tirer des câbles électriques avec épissures dans les conduits.

6.52.6.2.5 Tous les câbles électriques passant dans une même canalisation doivent être tirés simultanément.

6.52.6.2.6 Pour réduire la tension de tirage, l'**Entrepreneur** doit utiliser des lubrifiants approuvés CSA et compatibles avec l'enveloppe extérieure du câble électrique, conformément aux recommandations du fabricant de câbles.

6.52.6.2.7 Une corde de tirage en nylon torsadée de 6 mm ayant une résistance à la traction de 5 kN, doit être laissée dans chaque conduit après les travaux d'installation de câbles électriques.

6.52.6.3 INSTALLATION DES CÂBLES ÉLECTRIQUES TECK

- 6.52.6.3.1 L'**Entrepreneur** doit fixer les câbles électriques TECK solidement à la structure avec un système de fixation tel qu'indiqué aux dessins.
- 6.52.6.3.2 Les câbles TECK doivent être installés à angle droit et perpendiculairement aux éléments de l'ouvrage.
- 6.52.6.3.3 Lorsque des câbles sont groupés, ils doivent être espacés d'au moins (1) fois le diamètre du plus gros câble du groupe.
- 6.52.6.3.4 Tous les câbles TECK doivent être munis de raccords aux extrémités.
- 6.52.6.3.5 Lorsque l'installation des câbles TECK produit une courbe permanente, le rayon de courbure doit être conforme aux recommandations du fabricant sans toutefois être inférieur à sept (7) fois le diamètre du câble.
- 6.52.6.3.6 L'entrée des câbles TECK dans les boîtiers situés dans les endroits humides ne doit pas être faite par le haut des boîtiers.
- 6.52.6.3.7 Le câble TECK doit être utilisé par l'**Entrepreneur** pour le branchement de nouveaux feux de voie, car ce câble permet une plus grande flexibilité lors de la manutention et l'entretien.

6.52.6.4 INSTALLATION DES CÂBLES ÉLECTRIQUES SOUPLES POUR FEUX DE VOIE

- 6.52.6.4.1 Les câbles souples servant à l'alimentation et au contrôle des têtes de feux de voie doivent être installés en conduit jusqu'aux boîtes de jonction sur la structure de signalisation aérienne et en surface entre les boîtes de jonction et les têtes de feux de voie.
- 6.52.6.4.2 La terminaison des câbles doit être faite à l'aide d'une gaine thermorétractable noire d'une longueur minimale de 30 mm en chevauchant la moitié de la gaine du câble.

6.52.6.5 IDENTIFICATION DES CÂBLES ET CONDUCTEURS ÉLECTRIQUES

- 6.52.6.5.1 Les câbles doivent être identifiés à l'aide d'identificateurs de câbles électriques lors de l'installation initiale et doivent porter la désignation indiquée aux dessins.
 - 6.52.6.5.1.1 Les identificateurs doivent être solidement fixés à l'aide d'attaches pour câbles noirs résistantes aux rayons ultraviolets.
 - 6.52.6.5.1.2 La position des identificateurs doit permettre la lecture de l'identification du câble du haut vers le bas pour les câbles installés verticalement et de la gauche vers la droite pour les câbles installés horizontalement.

- 6.52.6.5.2 Les câbles doivent être identifiés :
- 6.52.6.5.2.1 à toutes les extrémités;
 - 6.52.6.5.2.2 à tous les points de traversées avec une boîte électrique;
 - 6.52.6.5.2.3 à tous les points de traversée d'un ouvrage.
- 6.52.6.5.3 L'**Entrepreneur** doit identifier les extrémités des conducteurs correspondant à la distribution des circuits dans les boîtes de jonction et de tirage. À cet effet, les extrémités des conducteurs doivent être identifiées à l'aide d'un ruban de plastique imprimé et numéroté, marqué de façon permanente et indélébile pour chaque conducteur.
- 6.52.6.5.4 Les conducteurs doivent être individuellement identifiés aux deux (2) extrémités.
- 6.52.6.5.5 Le code de couleurs à utiliser pour l'identification des conducteurs doit être le suivant :
- 6.52.6.5.5.1 vert pour le câble de mise à la terre;
 - 6.52.6.5.5.2 blanc ou gris pour le câble neutre;
 - 6.52.6.5.5.3 noir pour L1 et rouge pour L2 lorsque la tension est 120/240 V;
 - 6.52.6.5.5.4 rouge pour la phase A, noir pour la phase B et bleu pour la phase C lorsque la tension est de 347/600 V.
- 6.52.6.6 INSTALLATION DES CONDUCTEURS DANS LES BOÎTES ÉLECTRIQUES
- 6.52.6.6.1 Les conducteurs installés dans les boîtes électriques doivent être disposés de façon à ne pas se superposer aux composantes internes du boîtier. Les conducteurs doivent être soigneusement disposés, groupés et adéquatement fixés.
- 6.52.6.7 CONNECTEURS
- 6.52.6.7.1 Les extrémités des conducteurs doivent être soigneusement dénudées et, lorsque requis, des connecteurs à compression doivent être installés. À cet effet, l'**Entrepreneur** doit serrer les vis des connecteurs au moyen d'un outil de compression recommandé par le fabricant des connecteurs. L'installation doit être conforme aux essais de serrage exécutés conformément à la norme CAN/CSA C22.2 No. 65.

6.52.7 CONTRÔLE DE LA QUALITÉ

6.52.7.1 GÉNÉRALITÉS

6.52.7.1.1 Tout travail qui n'est pas exécuté conformément aux indications aux dessins doit être corrigé par l'**Entrepreneur** à ses frais et à la satisfaction de l'Ingénieur.

6.52.7.2 MESURE DE TENSION DE TIRAGE

6.52.7.2.1 Lorsqu'un appareil de traction mécanique est requis pour l'installation de câbles électriques en conduit, l'**Entrepreneur** doit remettre à l'Ingénieur une copie de l'enregistrement des mesures de tension de tractation appliquée relevé à l'aide d'un dynamomètre, d'un indicateur et d'un enregistreur de la tension de tractation appliquée à la fin de chaque journée de travail durant laquelle il y a eu installation de câblage avec l'appareil de traction.

6.52.7.3 VÉRIFICATIONS ÉLECTRIQUES

6.52.7.3.1 L'**Entrepreneur** doit procéder à la vérification des conducteurs.

6.52.7.3.2 L'**Entrepreneur** doit consigner dans un registre la liste des conducteurs et des câbles installés ainsi que les informations relatives aux vérifications effectuées.

6.52.7.3.3 L'**Entrepreneur** doit procéder à la vérification des câbles et des conducteurs avant leurs installations, afin d'en assurer le contrôle de la qualité.

6.52.7.3.4 Avant la mise en service, l'**Entrepreneur** doit s'assurer que tous les composants du système qui ont été installés fonctionnent bien. L'**Entrepreneur** doit vérifier l'isolation des parties électriques sous tension à l'aide d'un méga-ohmmètre et obtenir des lectures minimales de 100 MΩ à une tension de 1 000 V, avant d'effectuer la vérification du système.

6.52.7.3.5 Toutes les vérifications électriques doivent être effectuées par un laboratoire membre de l'Association des firmes de génie-conseil (AFG) retenu par l'**Entrepreneur**. Tous les essais doivent être effectués en présence de l'Ingénieur.

6.52.7.3.6 Advenant des divergences entre les mesures et les valeurs normales définies, l'**Entrepreneur** doit apporter les corrections nécessaires pour éliminer ces divergences.

- 6.52.7.3.7 Après corrections, l'**Entrepreneur** doit effectuer une seconde vérification. Si des divergences sont détectées lors de cette seconde vérification, l'**Entrepreneur** doit les corriger et effectuer une troisième vérification et ainsi de suite.
- 6.52.7.3.8 Durant les différentes phases de ces vérifications électriques, l'**Entrepreneur** doit fournir toute l'assistance technique requise. Cette assistance technique doit comprendre, sans s'y limiter, les services d'un électricien et d'un apprenti électricien, le matériel, la fourniture des matériaux et toute dépense incidente.
- 6.52.7.3.9 Tous les frais à être engagés par l'**Entrepreneur** en lien avec les vérifications décrites ci-dessus doivent être inclus dans les prix soumissionnés par l'**Entrepreneur** au Tableau des prix.
- 6.52.7.4 ESSAIS ET MESURES
- 6.52.7.4.1 Vérification de la continuité du conducteur de continuité des masses
- 6.52.7.4.1.1 La vérification de la continuité du conducteur de continuité des masses doit être effectuée conformément aux indications aux dessins. Cette vérification doit comprendre également la vérification des raccords situés à l'intérieur des parties métalliques hors tension.
- 6.52.7.4.2 Vérification générale de l'isolation des câbles, des épissures et des ballasts
- 6.52.7.4.2.1 La vérification générale de la résistance de l'isolation des câbles, des épissures et des ballasts doit être effectuée au moyen d'un méga-ohmmètre. La tension maximale utilisée doit être de 1 000 V. Les lectures doivent être supérieures à 100 MΩ par luminaire.
- 6.52.7.4.3 Vérification de l'isolation des câbles souterrains et des épissures
- 6.52.7.4.3.1 Après la vérification mentionnée au paragraphe 6.52.7.4.2 de la présente sous-section, une vérification additionnelle doit être effectuée uniquement sur les câbles souterrains et les épissures. Tous les câbles doivent être vérifiés à l'aide d'un instrument générateur de haute tension. Les tensions de vérification doivent être appliquées sur les fils par paliers successifs de 2 kV c.c. jusqu'à un maximum de 10 kV c.c. Des courants de fuite de 100 µA et moins sont exigés. Un temps de stabilisation de trente (30) secondes doit être maintenu à chaque palier et la tension maximale doit être maintenue pendant deux (2) minutes.

- 6.52.7.4.4 Mesure de la tension d'opération
- 6.52.7.4.4.1 La tension d'opération doit être mesurée au moyen d'un voltmètre. Les mesures doivent être effectuées simultanément entre l'alimentation et la distribution de même qu'entre la distribution et la fin de chacun des circuits de distribution, soit l'ouvrage le plus éloigné de l'alimentation. L'écart de lecture obtenu pour chacune des mesures ne doit pas excéder les valeurs permises par la norme CSA C22.10.
- 6.52.7.4.5 Mesure des charges
- 6.52.7.4.5.1 Les différentes mesures concernant l'intensité du courant, la puissance effective et le facteur de puissance doivent être effectuées pour chaque circuit.
- 6.52.7.4.5.2 Les résultats obtenus doivent être conformes aux données techniques fournies par le fabricant.
- 6.52.7.4.6 Acceptation des résultats des essais
- 6.52.7.4.6.1 L'Ingénieur procédera à l'acceptation des résultats des essais lorsque l'**Entrepreneur** aura corrigé toutes les déficiences et les anomalies relevées lors des vérifications électriques effectuées en présence de l'Ingénieur.
- 6.52.7.4.7 Mise en service
- 6.52.7.4.7.1 Lors de la mise en service, l'**Entrepreneur** doit s'assurer du bon fonctionnement des câbles installés.
- 6.52.7.4.8 Rapport sur les essais et mesures
- 6.52.7.4.8.1 Lorsque toutes les déficiences et les anomalies sont corrigées, l'**Entrepreneur** doit remettre à l'Ingénieur un rapport écrit sur les essais et mesures effectués, signé et scellé par un ingénieur, membre de l'Ordre des ingénieurs du Québec (OIQ).

FIN DE LA SOUS-SECTION