



SECTION DES SERVICES DE TÉLÉCOMMUNICATIONS
1200, PROMENADE VANIER
OTTAWA (ONTARIO) K1A OR2
24 AOÛT 2012

Énoncé des travaux (ÉDT)

Services d'ingénierie pour les structures de communication de la GRC

Préparé par :
John Melanson, Technologue en équipement
Section des services de télécommunications
Services de communications mobiles
Secteur du DPI de la GRC
Tél. : 613-949-2177
Télec. : 613-998-7528

1.0	ÉTENDUE	2
2.0	CONTEXTE	2
3.0	SPÉCIFICATIONS ET DOCUMENTS APPLICABLES	2
4.0	EXPERTISE TECHNIQUE	2
5.0	ENTRETIEN DE L'EMPLACEMENT	3
6.0	FRAIS DE DÉPLACEMENT ET DE SUBSISTANCE.....	3
7.0	RAPPORTS ET ESSAIS	3
8.0	TRAVAUX SUPPLÉMENTAIRES	3
9.0	EXIGENCES	3
10.0	EXIGENCES DÉTAILLÉES	5
11.0	ANNEXE A : CODE CANADIEN DU TRAVAIL	6
12.0	ANNEXE B : EXIGENCES RELATIVES À L'AMÉNAGEMENT DE L'EMPLACEMENT	7

1.0 ÉTENDUE

- 1.1 Le présent énoncé des travaux (ÉDT) définit les travaux nécessaires en vertu des exigences d'aménagement de l'emplacement et de services de génie structural relatives aux tours de communication.

2.0 CONTEXTE

- 2.1 Afin de respecter les directives du *Code canadien du travail* (CCT) et d'assurer le fonctionnement sécuritaire des structures de communication dont la GRC est responsable, l'expertise d'un ingénieur est requise afin d'aider à l'entretien et à l'installation des tours de radiocommunication partout au Canada. Cela permet de s'assurer que la conception respecte les codes applicables et les exigences de la norme CSA-S37-13, de même que tous les règlements provinciaux et territoriaux.

3.0 SPÉCIFICATIONS ET DOCUMENTS APPLICABLES

- 3.1 Dans le cadre du présent ÉDT, on doit utiliser au moins les documents suivants à titre de références.
 - a) Norme S37-13 de l'Association canadienne de normalisation (CSA).
 - b) *Code canadien du travail* (CCT), Partie II.

4.0 EXPERTISE TECHNIQUE

- 4.1 L'entrepreneur doit employer un personnel suffisant et parfaitement qualifié, expérimenté et qui connaît tout le matériel nécessaire au respect des exigences du contrat. Tous les travaux exécutés sur les structures doivent respecter la plus récente édition de la norme S37-01.
- 4.2 L'entrepreneur doit s'assurer que tout son personnel est formé adéquatement pour utiliser tout le matériel qui pourrait être requis pour exécuter les travaux assignés.
- 4.3 L'entrepreneur doit s'assurer que tout son personnel connaît et respecte l'ensemble des lois et règlements fédéraux et provinciaux qui régissent la sécurité du personnel, qu'il possède une certification en escalade/sauvetage sur des poteaux et pylônes et qu'il a mis en place un plan de sauvetage d'urgence.

5.0 ENTRETIEN DE L'EMPLACEMENT

- 5.1 L'entrepreneur doit laisser l'emplacement et les installations propres et ordonnées, à la satisfaction du commandant du détachement de la GRC ou du représentant désigné.

6.0 FRAIS DE DÉPLACEMENT ET DE SUBSISTANCE

- 6.1 L'entrepreneur doit prendre toutes les dispositions nécessaires au transport du personnel, des matériaux et du matériel en direction et en provenance de tous les chantiers.

7.0 RAPPORTS ET ESSAIS

- 7.1 Les rapports livrés devront avoir une présentation préapprouvée par la GRC.

8.0 TRAVAUX SUPPLÉMENTAIRES

- 8.1 Si des travaux supplémentaires sont requis, on doit suivre la procédure ci-dessous.
- 8.2 Indiquer en détail à l'autorité du Ministère pourquoi des travaux supplémentaires sont requis et les coûts de ces travaux.
- 8.3 Sur approbation de l'autorité du Ministère, l'entrepreneur est autorisé à exécuter les travaux supplémentaires convenus.

9.0 EXIGENCES

- 9.1 Un soutien technique est requis dans la totalité des provinces et territoires. En effet, une bonne compréhension de tous les aspects de la conception des tours de communication et de micro-ondes ainsi que des disciplines connexes est nécessaire. Une attention spéciale est accordée aux éléments suivants.

9.1.1 Analyses des charges de la tour

Les exigences relatives aux charges de la tour constituent l'un des aspects les plus critiques de la conception de ce type de structure. Les exigences relatives aux charges concernent, sans toutefois s'y limiter, les points suivants :

- la quantité, les dimensions, le type, le fabricant, la fréquence et le niveau

des antennes RF;

- au besoin, les exigences relatives aux charges des futures antennes RF;
- la quantité, les dimensions, le fabricant, la fréquence, l'azimut, le niveau et le radôme des antennes paraboliques;
- au besoin, les exigences relatives aux charges des futures antennes paraboliques;
- le diamètre et le type du câble de transmission;
- la longueur et l'emplacement du bras latéral;
- les exigences relatives à l'éclairage;
- les autres exigences relatives aux surcharges dues à la glace et au vent applicables à l'emplacement choisi;
- des éléments de sécurité comme des échelles et des plates-formes de repos;
- divers composants matériels optionnels comme des dispositifs anti-givrage.

9.1.2 Conception des charges de la tour et modifications

Les ajouts et modifications aux tours existantes doivent offrir la même performance parasismique que les nouvelles tours. Les ajouts ou modifications ne doivent diminuer la résistance sismique d'aucun élément structural, sauf si la résistance réduite égale ou dépasse la résistance exigée.

9.1.3 Inspections postérieures des tours de communication et des emplacements

Dessins d'après exécution pour archives

Tous les dessins élaborés pendant le processus de conception de l'emplacement doivent être tenus avec une exactitude permettant de refléter non seulement l'usage prévu de l'emplacement, mais aussi la façon véritable dont les ouvrages ont été construits à l'emplacement (dessins d'après exécution).

On doit marquer les dessins de façon à indiquer les modifications apportées à l'emplacement pendant les travaux de construction. On doit aussi tenir un plan d'installation de la tour. On doit fournir au client des exemplaires de tous les dessins et les autres renseignements pertinents servant à appuyer la conception et la construction d'après exécution à l'emplacement.

Il est recommandé que la partie responsable des installations ou améliorations futures à l'emplacement tienne et mette à jour les dessins pour montrer avec exactitude toutes les modifications subséquentes à l'emplacement.

10.0 EXIGENCES DÉTAILLÉES

La présente section est utilisée par la section des Achats organisationnels pour qu'elle définisse en détail les tâches requises.

11.0 ANNEXE A

CODE CANADIEN DU TRAVAIL

Toutes les dispositions du *Code canadien du travail* (CCT), Partie II doivent être respectées avec une attention spéciale quant aux aspects suivants.

RÈGLEMENT CANADIEN SUR LA SANTÉ ET LA SÉCURITÉ AU TRAVAIL

SECTION II

PYLÔNES, ANTENNES ET SUPPORTS D'ANTENNE

2.18 (1) Il est interdit à un employé de monter sur un pylône, une antenne ou un support d'antenne sauf si, à la fois :

- a) l'employeur lui en a donné l'autorisation;
- b) il a reçu une formation et un entraînement sur la manière d'y monter en toute sécurité;
- c) l'employeur lui a fourni un dispositif de protection contre les chutes conformément à l'article 12.10.

(2) Il est interdit à un employé de monter ou de travailler sur un pylône, une antenne ou un support d'antenne :

- a) dans le cas où les conditions météorologiques sont susceptibles de constituer un risque pour sa santé ou sa sécurité, sauf si le travail est nécessaire pour éliminer un risque ou pour secourir un autre employé;
- b) dans le cas où l'état de ces ouvrages est susceptible de constituer un risque pour sa santé ou sa sécurité.

2.19 Les pylônes, les antennes et les supports d'antenne dont la construction débute à la date d'entrée en vigueur du présent article ou après cette date doivent, dans la mesure où cela est en pratique possible, être conçus et construits conformément à la norme CAN/CSA-S37-94 de l'ACNOR intitulée *Antennes, pylônes et supports d'antenne*, avec ses modifications successives.

12.0 ANNEXE B

EXIGENCES RELATIVES À L'AMÉNAGEMENT DE
L'EMPLACEMENT : voir le document *Normes et lignes
directrices relatives aux emplacements de communication*,
Version 1 (en pièce jointe).



NORMES ET LIGNES DIRECTRICES RELATIVES AUX EMPLACEMENTS DE COMMUNICATION

SECTION DES SERVICES DE TÉLÉCOMMUNICATIONS
SERVICES DE COMMUNICATIONS MOBILES
SECTEUR DU DPI
Mars 2015
Version 1.2

Révisions

Numéro	Changements	Auteur	Date	Commentaires
1.0	Compilation de divers documents techniques	John Melanson	Février 2012	

Table des matières

Page

1.0	EXIGENCES GÉNÉRALES	5
1.1	Généralités	5
1.2	Instructions	5
1.3	Exigences de sécurité	6
1.4	Plan d'implantation	7
1.5	Dessins détaillés	8
1.6	Contrôle de la qualité	12
1.7	Installations temporaires.....	15
1.8	Nettoyage et enlèvement des déchets.....	18
2.0	AMÉNAGEMENT DE L'EMPLACEMENT.....	19
2.1	Déboisement et essouchement.....	19
2.2	Excavation et remblayage	20
2.3	Routes d'accès et aires de stationnement	23
2.4	Ancrages.....	31
2.5	Clôture du complexe.....	33
3.0	BÉTON COULÉ EN PLACE	37
3.1	Généralités.....	37
3.2	Rapports d'essai	37
3.3	Produits et matériaux.....	38
3.4	Mélanges de béton.....	38
3.5	Exécution et qualité d'exécution	38
3.6	Coffrages	39
3.7	Armature.....	39
3.8	Scellement des plaques de base.....	40
3.9	Durcissement et protection du béton	40
3.10	Coulage du béton.....	40
4.0	TOUR ET STRUCTURES CONNEXES	42
4.1	Généralités.....	42
4.2	Calcul des tours	43
4.3	Antennes et lignes de transmission	46
4.4	Mise à la terre des lignes de transmission	48
4.5	Matériaux.....	49
4.6	Assemblages.....	50
4.7	Qualité d'exécution	51
4.8	Marquage.....	52
4.9	Perçage	52
4.10	Soudage	52
4.11	Manutention des matériaux	52
4.12	Galvanisation.....	53
4.13	Peinture.....	53
4.14	Érection	54
4.15	Acier d'armature.....	55

4.16	Scellement des plaques de base.....	55
4.17	Installations auxiliaires.....	56
4.18	Plates-formes d'aire de travail.....	56
4.19	Accès aux feux de signalement d'obstacle.....	56
4.20	Montures d'antenne.....	56
4.21	Supports de lignes de transmission.....	57
4.22	Protection contre la glace.....	57
4.23	Tendeurs et manilles.....	57
4.24	Attache-câbles.....	58
4.25	Pont de guide d'ondes.....	58
4.26	Dispositif empêchant l'escalade.....	58
4.27	Dispositif de sécurité anti-chute.....	59
4.28	Panneaux de mise en garde.....	59
4.29	Démolition et enlèvement de la tour.....	60
5.0	ÉLECTRICITÉ.....	62
5.1	Mise à la terre.....	62
5.2	Éclairage et alimentation électrique.....	65
APPENDICE A : Panneaux de mise en garde.....		69

1.0 EXIGENCES GÉNÉRALES

1.1 Généralités

1.1.1 La présente spécification détaille la conception, la fourniture et l'installation de tours de communication tant autoportantes que haubanées, ainsi que des antennes et des lignes de transmission connexes, en vue de leur utilisation par la Gendarmerie royale du Canada (GRC) à divers emplacements partout au Canada. Selon les exigences applicables à chaque site, l'entrepreneur doit se conformer aux points appropriés de chaque paragraphe, à l'intérieur de la présente spécification.

1.1.2 La liste des acronymes et des définitions ci-dessous est fournie à l'appui de la présente spécification, et doit être considérée comme de l'information supplémentaire si elle n'est pas citée dans le texte.

a) LCSC	-	Liste des charges des structures de communication
b) SSC	-	Spécification relative aux structures de communication
c) CCT	-	<i>Code canadien du travail</i>
d) GRC	-	Gendarmerie royale du Canada
e) Maître de l'ouvrage	-	Services de communications mobiles de la GRC, Ottawa (Ontario)
f) Expert-conseil	-	
g) Gestionnaire	-	Chef de projet de la GRC
h) CSA S37-13	-	Norme CSA – Towers, Antennas and Antenna Supporting Structures
i) Fournisseur ou entrepreneur	-	Société qui soumet les propositions ou à laquelle le marché a été attribué
j) Structure de communication	-	Inclut la tour, les antennes, les piles, les haubans et les ancrages, la quincaillerie, les lignes de transmission et les trousseaux d'éclairage

1.2 Instructions

1.2.1 La présente spécification doit être lue de concert avec toute modification subséquente faisant partie intégrante du présent marché.

1.2.2 L'information contenue dans la présente spécification et/ou dans toute correspondance connexe du répondant ou de la GRC ne doit pas être divulguée à un tiers ni être utilisée dans aucune forme de publicité ou de promotion sans la permission écrite expresse de la GRC.

1.2.3 Chaque entrepreneur doit examiner le travail, les spécifications et les dessins de spécification de tous les autres entrepreneurs qui peuvent avoir une incidence sur son travail.

- 1.2.4 L'entrepreneur doit examiner le travail de tous les autres entrepreneurs qui peut avoir une incidence sur les travaux visés par le marché, et doit aviser immédiatement le maître de l'ouvrage de tout défaut et toute lacune présentés par ce travail. Le défaut d'informer le maître de l'ouvrage de ces défauts et lacunes sera jugé être une acceptation dudit travail et constituera une renonciation à toute réclamation.
- 1.2.5 Les réunions de coordination du projet et sur le chantier doivent se tenir en fonction des besoins et si elles sont indiquées dans l'ÉDT du projet ou sont mentionnées nommément dans l'appel d'offres. Ces réunions seront organisées par le maître de l'ouvrage, qui doit envoyer les avis indiquant l'heure et le lieu à son représentant, aux experts-conseils, aux sous-experts-conseils, aux entrepreneurs et/ou aux autres personnes dont la présence est requise. La participation de l'entrepreneur et de ses sous-traitants est obligatoire.
- 1.2.6 Le compte rendu des réunions doit être dressé par le maître de l'ouvrage et sera soumis à tous les participants, ainsi qu'à toute autre personne, société ou organisation en fonction des besoins.
- 1.2.7 Des copies du compte rendu doivent être envoyées. Si aucune objection au contenu dudit compte rendu n'est reçue par le maître de l'ouvrage dans les deux (2) jours ouvrables suivant son envoi, le compte rendu sera jugé fidèle et conforme au contenu de la réunion.

1.3 Exigences de sécurité

- 1.3.1 L'entrepreneur choisi doit prendre des mesures de sécurité adéquates tout au long de son contrat. Il doit inclure dans son prix de soumission la fourniture de l'ensemble de la main-d'œuvre, des matériaux, de l'équipement et des frais de déplacement dont il aura besoin pour s'acquitter de cette exigence, et être au moins en conformité avec tous les principes directeurs applicables.
- 1.3.2 Il doit observer et appliquer les mesures de sécurité imposées par les diverses autorités compétentes. Ces autorités peuvent inclure, sans y être limitées, les suivantes :
- a) le *Code canadien du travail*;
 - b) la commission provinciale des accidents du travail;
 - c) le Code de sécurité n° 6 de Santé et Bien-être Canada;
 - d) les lois sur la santé et la sécurité au travail, et les règlements d'application relatifs aux projets de construction;
 - e) la politique de sécurité du gestionnaire.
- 1.3.3 En cas d'incohérence entre des dispositions desdits documents, les lois fédérales auront préséance.
- 1.3.4 L'entrepreneur doit se conformer aux exigences du Système d'information sur les matières dangereuses utilisées au travail (SIMDUT) concernant l'utilisation, la manutention, l'entreposage et l'élimination des matières dangereuses, de même qu'en ce qui a trait à l'étiquetage et à la fourniture de fiches signalétiques du fournisseur conformément aux exigences des administrations.

- 1.3.5 L'entrepreneur doit fournir au maître de l'ouvrage des exemplaires des fiches signalétiques du fournisseur pour tous les produits qu'il prévoit utiliser dans le bâtiment et qui sont désignés comme des « produits contrôlés ».
- 1.3.6 Lorsque tout équipement fonctionne ou que tout employé travaille à moins de 10 mètres d'une tour d'antenne AM active ou d'une autre structure isolée de forte énergie, un guetteur est requis pour assurer l'utilisation sûre de l'équipement et le travail sûr du personnel.
- 1.3.7 L'entrepreneur doit se conformer aux codes municipaux, provinciaux et nationaux lorsque du dynamitage est requis. Aucun détonateur ne sera permis sur les lieux pendant qu'un champ radioélectrique existe.
- 1.3.8 Conformément aux politiques du maître de l'ouvrage et au *Code canadien du travail*, des réunions de sécurité régulières devront se tenir sur le chantier. Les comptes rendus devront être préparés et distribués à toutes les personnes concernées.
- 1.3.9 Chaque entrepreneur devra participer activement à la formation des comités de sécurité et soutenir entièrement les travailleurs sous sa responsabilité qui peuvent être nommés aux différents comités.
- 1.4 Plan d'implantation**
- 1.4.1 L'entrepreneur doit établir, au moyen de barres de fer ou de piquets de bois, l'emplacement du centre de la structure, des ancrages et des ponts de guide d'ondes. L'entrepreneur chargé de la construction de la tour doit veiller à s'assurer que les nouveaux ancrages enfouis sont situés à un minimum de 7 mètres par rapport aux limites existantes de la propriété de la GRC.
- 1.4.2 Le plan d'implantation de tous les ancrages, les ponts de guide d'ondes, etc. doit être exécuté par une personne formée compétente, comme un ingénieur ou un arpenteur autorisé, agréé dans la province ou le territoire où la tour est située.
- 1.4.3 Le plan d'implantation de la tour, des ancrages et des ponts de guide d'ondes doit être approuvé par la GRC ou par le représentant autorisé de cette dernière avant la construction. Les entrepreneurs doivent noter et respecter avec soin les références de niveau établies par la GRC.
- 1.4.4 L'entrepreneur doit protéger et préserver les repères et les points de référence. Si des repères ou des points de référence sont dérangés ou endommagés pendant que l'entrepreneur est sur place, celui-ci doit les rétablir à ses frais et à la satisfaction de l'expert-conseil.
- 1.4.5 L'entrepreneur doit prévoir des points de référence, des chevalets ou des déports additionnels en fonction des besoins en vue de la construction des ancrages et des fondations.

- 1.4.6 L'entrepreneur doit établir les points d'implantation des ancrages de hauban en fonction des niveaux réels du sol.
- 1.4.7 Les nouveaux haubans ne doivent pas gêner les haubans existants, les antennes ou les fixations sur les structures existantes.
- 1.4.8 La nouvelle tour doit être placée de manière que l'emplacement des antennes soit optimisé tel qu'il est déterminé par la GRC.
- 1.4.9 Tolérances
- 1.4.9.1 Niveaux par rapport à la face inférieure des plaques de base ± 12 mm, comme il est indiqué sur les dessins des tours autoportantes. Toutes les plaques de base de tour haubanée doivent être de niveau.
- 1.4.9.2 Emplacement des points d'implantation des haubans $\pm 2^\circ$ par rapport à la ligne d'action résultante pour l'axe d'ancrage. Emplacement latéral ± 150 mm par rapport au plan hauban-tour théorique. L'entrepreneur doit clairement démontrer que tout écart au-delà de ces tolérances ne diminue pas la capacité structurale du système d'ancrage. La démonstration doit être soutenue par des calculs structuraux effectués par l'ingénieur concepteur et pouvant être revus par l'expert-conseil.
- 1.4.9.3 Alignement horizontal des boulons d'ancrage ± 2 mm.
- 1.4.9.4 Dimensions horizontales à partir du centre de la tour jusqu'aux points d'implantation des haubans et des ancrages ± 150 mm, sauf lorsque des terminaisons fixes exigent un emplacement plus précis des points d'implantation des ancrages. Dans ce cas, la tolérance doit être adaptée aux exigences des entrepreneurs concernant la mesure des longueurs de hauban.
- 1.4.9.5 Les dimensions concrètes ne doivent pas être inférieures aux dimensions indiquées sur les dessins.

1.5 Dessins détaillés

- 1.5.1 Une fois le marché attribué, l'entrepreneur doit soumettre des dessins estampillés incluant les suivants :
- Plan en coupe montrant la taille des montants, des membrures d'âme et des boulons. Les niveaux auxquels les dimensions des membrures changent doivent être clairement montrés. Les dessins fournis doivent également inclure les niveaux des antennes, des dispositifs anti-givrage, des lumières et des autres composants. L'orientation des antennes, leurs dimensions, leur type et le centre de rayonnement doivent être clairement indiqués. Les dessins connexes doivent inclure toute l'information de conception pertinente y compris la norme de conception, la surcharge due à la glace, la surcharge due au vent, les qualités d'acier, les pressions admissibles, les conditions du sol, la différence de niveau à partir de la base et tout facteur de conception spécial.
 - Plan à grande échelle de la tour montrant clairement la position et la grosseur de toutes les lignes de transmission ainsi que des lignes d'éclairage par rapport aux

- montants de la tour, aux membrures d'âme et aux antennes.
- c. Dessins détaillés des fondations. Les valeurs de pré-tension pour tous les boulons d'ancrage doivent être clairement indiquées sur les dessins.
 - d. Dessins détaillés montrant :
 - a. les détails des sections de tour (largeur des faces et hauteur des panneaux);
 - b. les détails de chaque montant et membrure d'âme, et leurs raccords;
 - c. les détails des pièces mentionnées dans la conception ou la nomenclature;
 - d. les détails de l'éclairage et des disjoncteurs de fuite de terre;
 - e. les détails de toutes pièces triangulaires de torsion et leurs raccords;
 - f. la description des matériaux, c.-à-d. les qualités d'acier, les boulons, etc.;
 - g. les points d'ancrage approuvés en vue de la protection contre les chutes.
 - e. Détails de toutes les montures d'antenne et tous les raccords. Ces détails doivent inclure des dessins de vue en plan montrant la position de chaque antenne par rapport aux montants de la tour, aux montures multi-points et aux membrures d'âme. Ces détails doivent être à l'échelle, et doivent représenter avec exactitude la position de l'antenne par rapport à la face de la tour et aux montures.
 - f. Détails des supports pour toutes les lignes de transmission et tous les conduits, actuels et futurs, y compris les détails des matériaux.
 - g. Détails des membrures spéciales.
 - h. Détails de l'échelle, de la rampe de sécurité, des dispositifs empêchant l'escalade et du chariot.
 - i. Profil de la tour montrant les antennes, les montures, etc.
 - j. Détails des fondations de la tour montrant toutes les dimensions et l'armature ou les détails des ancrages. Les dessins doivent indiquer la résistance du béton. Lorsque des boulons d'ancrage sont utilisés, la méthode d'installation et d'essai doit être clairement indiquée sur les dessins. Les copies génériques de fondations types ne sont pas adéquates.
 - k. Nomenclature détaillée montrant les quantités, les numéros de pièce, le numéro des dessins de référence, le poids, les numéros de marquage, etc.
 - l. Vue en plan et détails des ponts de guide-d'ondes incluant le pare-glace.
 - m. Détails des garde-glace pour les antennes et les luminaires.
 - n. Détails de conception liés aux charges dues au vent et à la glace, norme de conception, etc.
 - o. Détails relatifs aux hypothèses de conception spéciales.
 - p. L'entrepreneur doit soumettre les calculs de conception à l'expert-conseil dans un format qui peut être vérifié, accompagnés des dessins initiaux, pour approbation.
 - q. Les dessins doivent indiquer spécifiquement que toutes les membrures de la tour et/ou les fixations (c.-à-d. montures, diagonales, pièces horizontales ou cordages de sécurité) satisfont à l'exigence du *Code canadien du travail*, qui impose une capacité du point d'ancrage d'au moins 22,0 kN. Les exceptions doivent être clairement indiquées sur les dessins de conception.
 - r. Tous les autres dessins ou schémas requis pour donner des éclaircissements sur les travaux à exécuter ou montrer leur relation avec les travaux adjacents d'autres entrepreneurs.

1.5.2.2 Soumettre à l'expert-conseil pour examen trois jeux estampillés complets de dessins de conception et de dessins détaillés. Après examen et approbation, un exemplaire de chaque dessin soumis sera retourné à l'entrepreneur avec la mention « Examiné » ou « Examiné »

et révisé ». Par la suite, aucun changement ne doit être apporté à aucun dessin sans la permission de l'ingénieur. Tous les dessins soumis à l'expert-conseil doivent être estampillés par l'ingénieur qui accepte la responsabilité de la conception. Le nom de l'ingénieur concepteur doit être indiqué sur les dessins.

- 1.5.2.3 L'entrepreneur doit apporter tous les changements requis aux dessins en accord avec la spécification sans frais additionnels pour le maître de l'ouvrage et doit soumettre les copies révisées pour examen de la manière précisée aux présentes. L'examen ne dispense pas l'entrepreneur de la responsabilité de s'assurer que les travaux effectués satisfont à toutes les exigences des dessins et des spécifications contenues aux présentes. L'entrepreneur doit s'assurer que la conception de la tour, y compris l'emplacement des haubans, ne gêne pas le fonctionnement des systèmes d'antennes.
- 1.5.2.4 Tout travail effectué avant le retour des dessins examinés sera aux risques de l'entrepreneur. Le maître de l'ouvrage ou son représentant peuvent émettre un ordre de suspendre les travaux si tout travail sur les lieux est commencé avant l'examen des dessins techniques par le maître de l'ouvrage. Tous les coûts connexes devront être assumés par l'entrepreneur.
- 1.5.2.5 L'entrepreneur doit vérifier toutes les mesures sur le terrain, ainsi que la proximité par rapport aux structures et aux accidents topographiques existants. Tout écart doit être signalé à l'expert-conseil immédiatement.
- 1.5.2.6 L'entrepreneur doit fournir un journal photo numérique de la construction des fondations lorsqu'aucun représentant de l'expert-conseil n'est sur place. Les photos doivent montrer les travaux de creusage des fondations, la mise en place des barres d'armature dans tous les supports et les piliers, ainsi qu'à divers stades de coulage du béton jusqu'à l'achèvement des semelles de fondation.

1.5.3 Dessins

- 1.5.3.1 Tous les dessins doivent mesurer 280 mm sur 430 mm et inclure une échelle graphique. Des dimensions supérieures seront permises seulement si l'expert-conseil les autorise au préalable par écrit. L'entrepreneur doit s'efforcer dans toute la mesure du possible de fournir des dessins d'une grandeur uniforme optimisant la quantité d'information fournie. L'entrepreneur doit fournir une table des matières dressant la liste de tous les dessins, désignés par leur titre et au moyen d'un système de numérotation séquentiel. Tous les dessins doivent être reliés en jeux.
- 1.5.3.2 Les fichiers de dessin de l'entrepreneur doivent utiliser le format de numérotation établi par le gestionnaire. Les dessins doivent être accompagnés d'un fichier en format Notepad ou en un autre format de fichier de texte similaire contenant la liste des dessins. Les noms de fichier doivent adopter la forme suivante : • xxxx_yyyy_n° dessin, où xxxx est le code d'emplacement, yyyy est le « n° de projet » et n° dessin est le numéro attribué au dessin par l'entrepreneur. La longueur totale du nom de fichier est limitée à 15 caractères.
- 1.5.3.3 Tous les dessins doivent être accompagnés d'un cartouche montrant clairement le nom et l'emplacement du projet, le nom du maître de l'ouvrage (GRC), le nom de**

l'ingénieur concepteur, le nom de l'expert-conseil, la date, le numéro de révision et une description du contenu du dessin. Tous les dessins doivent être approuvés et estampillés (scellés) par un ingénieur autorisé à exercer dans la province où la tour est située, avant leur soumission à l'expert-conseil. Les dessins non estampillés ne seront pas étudiés.

- 1.5.3.4 Lorsqu'il est nécessaire de modifier les dessins pour tenir compte des conditions du sol, l'ingénieur qui a apposé son sceau doit soumettre les dessins de conception estampillés à l'expert-conseil pour examen avant le début de la mise en place. L'expert-conseil examinera les dessins de conception et autorisera l'entrepreneur à aller de l'avant dans les sept (7) jours ouvrables suivant la réception des dessins et des détails de conception nécessaires.
- 1.5.3.5 Une fois tous les travaux terminés et avant le versement de la retenue de garantie, l'entrepreneur doit livrer pour chaque site trois jeux complets de dessins tenant compte de tous les changements apportés aux dessins originaux. L'entrepreneur doit exécuter les DESSINS D'APRÈS EXÉCUTION dans les quatorze (14) jours ouvrables suivant l'inspection d'acceptation par l'expert-conseil. Ces dessins doivent porter la mention DESSIN D'APRÈS EXÉCUTION et être estampillés par l'ingénieur qui a apposé son sceau conformément aux exigences de la présente spécification.
- 1.5.3.6 Les dessins d'après exécution doivent montrer l'azimut des antennes, leur hauteur, leur type et leur montage, le rayon d'ancrage et le dénivellement révisés basés sur la mise en place sur le terrain, l'azimut des montants, le pont du guide d'ondes, la position de la tour par rapport au bâtiment, la clôture du complexe, la mise à la terre du bâtiment et de la clôture, les lectures de résistance de terre, les fondations (base de la tour et ancrages) avec les paramètres de conception géotechnique et les profondeurs des nappes d'eau souterraines, les valeurs de pré-tension pour les boulons d'ancrage, etc.
- 1.5.3.7 Une somme sera retenue jusqu'à ce que tous les DESSINS D'APRÈS EXÉCUTION aient été reçus et étudiés.
- 1.5.4 Avis d'achèvement
- 1.5.4.1 Une fois le travail terminé, l'entrepreneur doit soumettre au maître de l'ouvrage et à l'expert-conseil un avis écrit les informant que la construction de la tour est terminée et que la tour est prête pour une inspection d'acceptation. L'expert-conseil doit effectuer l'inspection d'acceptation pendant que l'entrepreneur est sur place. En cas de lacunes, l'expert-conseil doit fournir sur place une liste préliminaire à l'entrepreneur.
- 1.5.4.2 L'entrepreneur doit corriger tous les points relevés à la satisfaction du maître de l'ouvrage dans les trois (3) semaines de la réception du « rapport d'inspection d'acceptation officiel » transmis par l'expert-conseil. Si cet intervalle s'est écoulé sans que des mesures correctives aient été prises, le maître de l'ouvrage peut embaucher un sous-traitant en vue de l'exécution des travaux au nom de l'entrepreneur et déduire les sommes afférentes du montant dû à ce dernier. Si le rapport d'inspection d'acceptation fait état d'une lacune majeure, le maître de l'ouvrage peut considérer qu'une seconde

visite sur place de l'expert-conseil est nécessaire. Cette visite sera aux frais de l'entrepreneur.

1.6 Contrôle de la qualité

1.6.1 Inspection des ateliers

1.6.1.1 Les matériaux et l'exécution peuvent en tout temps faire l'objet d'une inspection effectuée par une firme qualifiée nommée par le maître de l'ouvrage. L'entrepreneur doit mettre les dessins, les spécifications et les rapports d'essai en usine à la disposition de l'inspecteur afin de faciliter le travail de celui-ci.

1.6.1.2 L'entrepreneur doit coopérer en permettant l'accès à tous les endroits où des travaux sont effectués ou des composants sont stockés avant leur expédition.

1.6.1.3 L'inspection ne libère pas l'entrepreneur de sa responsabilité, mais est une précaution contre les oublis ou les erreurs. Le matériel ou le travail trouvés insatisfaisants en tout temps avant l'acceptation définitive de l'ouvrage seront rejetés sans égard au résultat de l'inspection précédente.

1.6.1.4 Au besoin, dans le cadre d'une inspection générale des ateliers, le personnel de l'entrepreneur doit être prêt à assembler en atelier la section de base du mât ainsi que les autres sections accompagnées des plates-formes ou des stabilisateurs connexes.

1.6.2 Inspection des fondations

1.6.2.1 La mise en place des fondations peut faire l'objet d'inspections au cours des stades suivants :

- essai des boulons d'ancrage;
- mise en place du béton pour les ancrages par gravité et la base de la tour;
- des photos numériques des coffrages et des opérations de coulage doivent être transmises à l'expert-conseil.

1.6.2.2 L'entrepreneur doit informer l'expert-conseil de ces activités au moins cinq (5) jours ouvrables à l'avance. Tous les efforts doivent être faits pour mener ces activités à bien en deçà de deux jours complets consécutifs. L'entrepreneur doit aviser immédiatement l'expert-conseil de tout changement au calendrier en ce qui a trait à l'essai des boulons d'ancrage ou au coulage du béton.

1.6.2.3 L'entrepreneur doit prendre les arrangements nécessaires afin qu'une firme d'essai indépendante obtienne les cylindres en béton et les mette à l'essai en vue de vérifier la résistance à la compression du béton utilisé sur le chantier. Les résultats doivent être transmis au maître de l'ouvrage et à l'expert-conseil. L'ensemble des coûts relatifs aux essais doit être assumé par l'entrepreneur.

- 1.6.2.4 Aucun béton ne doit être coulé avant l'examen par l'expert-conseil des conditions préalables au coulage. À l'appréciation de l'expert-conseil, le béton coulé avant une inspection préalable au coulage doit être enlevé et remplacé aux frais de l'entrepreneur.
- 1.6.2.5 Tout le déblaiement doit être effectué avant l'arrivée de l'expert-conseil sur les lieux.
- 1.6.2.6 La mise en place du béton pour tous les ancrages de tour haubanée doit se faire sur une terre non remuée. Si cela n'est pas possible, il faut utiliser une mise en place adéquate du sol et un damage mécanique de manière à produire une valeur de 98 % au test Proctor. Si cette valeur n'est pas atteinte, l'entrepreneur doit remplacer tout le remblai et compacter aux valeurs requises.
- 1.6.3 Inspection de la mise à la terre
- 1.6.3.1 Toutes les liaisons de terre en cuivre et tous les tronçons enfouis doivent être inspectés avant le remblayage des tranchées. Tous les coûts de déblai des systèmes de mise à la terre non inspectés par le maître de l'ouvrage ou l'expert-conseil doivent être assumés par l'entrepreneur.
- 1.6.3.2 Toutes les connexions doivent être exécutées au moyen des techniques et des outils recommandés par le fabricant, avant l'arrivée de l'expert-conseil/du maître de l'ouvrage sur le chantier.
- 1.6.3.3 Toutes les connexions de mise à la terre qui ne satisfont pas aux normes acceptables doivent être remplacées aux frais de l'entrepreneur.
- 1.6.3.4 L'entrepreneur doit informer l'expert-conseil de ces activités au moins cinq (5) jours ouvrables à l'avance de la date prévue.
- 1.6.4 Inspection d'acceptation
- 1.6.4.1 Une inspection d'acceptation doit être effectuée par l'expert-conseil au nom du maître de l'ouvrage. L'entrepreneur doit s'assurer que les installations sont prêtes pour l'inspection avant d'aviser l'expert-conseil.
- 1.6.4.2 L'entrepreneur doit fournir la main-d'œuvre, les outils et l'équipement adéquats nécessaires en vue de l'exécution des correctifs ou des travaux de redressement demandés par l'expert-conseil pendant l'inspection d'acceptation. Les coûts assumés par l'entrepreneur pour ces travaux doivent être incorporés au prix de soumission.
- 1.6.4.3 L'entrepreneur doit soumettre une demande écrite en vue de l'exécution d'une inspection d'acceptation par l'expert-conseil. Cette demande doit être transmise à l'expert-conseil au moins cinq (5) jours ouvrables avant l'inspection prévue.
- 1.6.4.4 Tous les frais engagés par l'entrepreneur pendant l'inspection d'acceptation seront aux frais de ce dernier.

- 1.6.4.5 Tous les travaux doivent être exécutés conformément aux spécifications et aux instructions du marché, avant l'inspection d'acceptation.
- 1.6.4.6 L'entrepreneur doit assumer les coûts de toutes les inspections d'acceptation répétées rendues nécessaires lorsque l'expert-conseil juge que les travaux effectués sont incomplets ou insatisfaisants. Ces coûts incluront tous les coûts connexes de l'expert-conseil et du maître de l'ouvrage, y compris les honoraires, le transport, l'hébergement, les repas, etc., et être déduits du montant total du marché.

1.6.5 Inspection après érection

- 1.6.5.1 Au moins six (6) mois et au plus un (1) an après l'acceptation de la tour par le maître de l'ouvrage, l'expert-conseil doit inspecter la tour et l'entrepreneur doit être sur place afin d'apporter tous les correctifs nécessaires pour la remettre à l'état stipulé, et éliminer les gauchissements ou les flexions du mât qui pourraient s'être développés.
- 1.6.5.2 Tous les coûts engagés par l'entrepreneur au cours de l'inspection après érection doivent être assumés par ce dernier et être inclus dans la partie Ventilation des coûts de la soumission.
- 1.6.5.3 L'entrepreneur doit aviser le maître de l'ouvrage et l'expert-conseil par écrit au moins dix (10) jours ouvrables avant l'inspection après érection afin de faciliter la programmation de la visite de l'inspecteur.
- 1.6.5.4 Une fois les mesures de redressement de la tour exécutées, l'entrepreneur doit réorienter les antennes conformément aux directives du maître de l'ouvrage.
- 1.6.5.5 L'entrepreneur doit fournir un minimum de deux monteurs qualifiés équipés des outils et du matériel adéquats pour effectuer tout réglage ou correctif demandé par l'expert-conseil au cours de l'inspection après érection.

1.7 **Installations temporaires**

1.7.1 Accès

- 1.7.1.1 L'entrepreneur doit maintenir l'accès au site de la tour pendant la période de construction sans égard au moment de l'année. Le déneigement incombera à l'entrepreneur.
- 1.7.1.2 L'entrepreneur doit construire et entretenir des routes temporaires à ses frais si de telles routes sont nécessaires.
- 1.7.1.3 Si l'entrepreneur est autorisé à utiliser les routes existantes en vue de l'accès au projet, il doit entretenir ces routes pendant la durée du marché et réparer les dommages résultant de leur utilisation pendant l'exécution du projet. Tous les dommages causés aux routes existantes, aux biens existants de la GRC ou à des biens adjacents doivent être réparés aux frais de l'entrepreneur.
- 1.7.1.4 Si cette condition est précisée dans l'EDT du cahier des charges, une alimentation temporaire (110V monophasée 15A) sera fournie par le maître de l'ouvrage à ses frais à une distance de 100 pieds du lieu de travail. La distribution sous la forme de rallonges, de tableaux secondaires, d'artères d'alimentation, etc. incombe à l'entrepreneur. Toutes les autres connexions visant à répondre à des besoins en alimentation additionnels incombent à l'entrepreneur.
- 1.7.1.5 L'entrepreneur doit fournir et maintenir l'alimentation électrique requise pour la construction et l'éclairage temporaire des obstacles (réf. RAC).

- 1.7.1.6 Le raccordement à la source d'alimentation temporaire fournie par le maître de l'ouvrage doit être conforme au Code canadien de l'électricité.
- 1.7.1.7 Un éclairage temporaire conforme aux exigences de la *Loi sur la santé et la sécurité au travail* sera fourni et défrayé par le maître de l'ouvrage. L'éclairage des aires de travail incombera à l'entrepreneur.
- 1.7.1.8 L'entrepreneur doit fournir et maintenir un éclairage temporaire des obstacles sur la structure de communication, conformément au RAC.
- 1.7.1.9 L'entrepreneur doit fournir une source d'eau temporaire dont il défrayera le coût. La distribution au moyen de tuyaux souples, etc. incombera à l'entrepreneur.
- 1.7.1.10 Les bureaux temporaires (y compris les téléphones, le télécopieur, etc.), les installations sanitaires, la protection incendie, le chauffage, la climatisation et la ventilation doivent être fournis par l'entrepreneur, dans un emplacement désigné par le gestionnaire.
- 1.7.1.11 L'entrepreneur doit fournir, maintenir en état sûr et enlever une fois les travaux terminés tous les ouvrages, les supports, les haubans, le contreventement et les autres moyens temporaires requis, y compris remettre en état tous les ouvrages perturbés de façon qu'ils correspondent aux ouvrages existants et adjacents. Il doit soumettre les dessins et les détails de ces ouvrages, supports, etc. temporaires, lesquels dessins et détails doivent être dûment préparés et estampillés par un ingénieur autorisé à exercer dans la province ou le territoire où l'ouvrage est situé, et ayant de l'expérience dans ce type d'ouvrage.
- 1.7.1.12 L'entrepreneur doit fournir et maintenir en état sûr tout l'étaiyage et toute la protection temporaires requis en vue du transfert des charges et de la protection des structures nouvelles et existantes lorsque les structures de soutien ont été enlevées ou lorsque du matériel et de l'équipement sont déplacés. Il doit soumettre les dessins et les détails de cette protection temporaire; ces dessins et détails doivent être dûment préparés et estampillés par un ingénieur autorisé à exercer dans la province ou le territoire où l'ouvrage est situé, et ayant de l'expérience dans ce type d'ouvrage. Cet étaiyage et ces supports temporaires doivent demeurer en place jusqu'à la première des deux dates suivantes, soit la date d'achèvement des travaux visés par le marché ou la date indiquée par le gestionnaire.
- 1.7.1.13 L'entrepreneur doit fournir l'ensemble des structures temporaires nécessaires, avec les plates-formes, ainsi que des dispositifs de sécurité et des barrières requis, et tous les systèmes anti-chute et les couvercles imperméables et/ou protecteurs temporaires nécessaires. Ces dispositifs de sécurité, ces barrières, ces systèmes anti-chute, etc. doivent être conformes au *Code canadien du travail* et/ou aux lois sur la santé et la sécurité au travail. Ils doivent en outre être maintenus en état sûr en tout temps. L'entrepreneur doit se conformer en tout temps aux dispositions du *Code canadien du travail* et/ou des lois sur la santé et la sécurité au travail qui ont trait à la sécurité dans la construction.
- 1.7.1.14 Il incombera à l'entrepreneur de :

- recevoir, décharger et entreposer les matériaux, l'équipement et les autres composants aux endroits désignés par le gestionnaire;
- déplacer et soulever les matériaux, l'équipement et les autres composants sur le chantier;
- fournir tout l'équipement de levage, y compris tous les dispositifs de communication nécessaires, et fournir des signaleurs formés de façon appropriée pour diriger les opérations de levage;
- fournir l'ensemble des élingues, des cordages, etc.;
- mettre en œuvre toutes les politiques et les procédures nécessaires en matière de sécurité et de réduction de la poussière et du bruit;
- fournir tous les écrans anti-poussière nécessaires.

1.7.1.15 L'entrepreneur doit protéger le travail des autres entrepreneurs de tout dommage résultant de l'exécution des travaux visés par le présent marché. L'entrepreneur devra assumer l'entière responsabilité des dommages résultant d'un manquement à cette exigence.

1.7.2 Installations sanitaires

1.7.2.1 L'entrepreneur doit fournir des installations sanitaires pour les ouvriers conformément aux règlements et aux ordonnances applicables.

1.7.2.2 L'entrepreneur doit prendre les précautions et afficher les avis requis par les autorités sanitaires locales. Il doit maintenir le secteur et les lieux en état de salubrité.

1.7.3 Alimentation électrique

1.7.3.1 Une alimentation en électricité peut ne pas être disponible pendant la construction. Le cas échéant, l'entrepreneur doit fournir et maintenir l'alimentation électrique requise pour la construction et l'éclairage temporaire jusqu'à l'acceptation officielle de la tour par le maître de l'ouvrage. L'acceptation officielle est le point dans le temps où toutes les déficiences ont été corrigées, où l'inspection d'acceptation a été effectuée et où la tour est prête en vue de son utilisation par la GRC. L'entrepreneur doit aviser par écrit la GRC 48 heures avant de quitter les lieux. Si une source d'alimentation électrique permanente n'est pas disponible à ce moment, le maître de l'ouvrage peut louer une source d'électricité temporaire de l'entrepreneur jusqu'à ce qu'une source commerciale soit disponible.

1.7.3.2 L'entrepreneur doit fournir et maintenir toute l'alimentation électrique requise pour le système d'éclairage des obstructions.

1.7.3.3 L'entrepreneur doit raccorder l'éclairage de la tour à la source d'alimentation électrique conformément au Code canadien de l'électricité.

1.7.4 Drainage

1.7.4.1 L'entrepreneur doit assurer le drainage et le pompage temporaires requis pour garder les excavations et le chantier exempts d'eau.

- 1.7.4.2 L'entrepreneur ne doit pas pomper de l'eau contenant des matières en suspension dans les cours d'eau, les égouts ou les systèmes d'évacuation des eaux.
- 1.7.4.3 L'entrepreneur doit restreindre l'élimination ou le ruissellement de l'eau contenant des matières en suspension ou d'autres substances nocives conformément aux exigences des autorités locales.
- 1.7.5 Affichage
- 1.7.5.1 Aucun affichage de l'entrepreneur ne sera permis sur le chantier sans la permission écrite de la GRC.
- 1.7.5.2 La signalisation de sécurité requise pour avertir de l'exécution de travaux en hauteur doit être clairement affichée en tout temps.
- 1.8 Nettoyage et enlèvement des déchets**
- 1.8.1 Nettoyage
- 1.8.1.1 Une fois les travaux terminés, ou avant si le maître de l'ouvrage en donne l'ordre, l'entrepreneur doit enlever toutes les structures temporaires et débarrasser le chantier de tous les rebuts, les surplus et les déchets qui découlent de l'exécution du présent marché, et laisser les lieux en bon état de propreté.
- 1.8.1.2 L'aire de nettoyage inclura les aires utilisées pour l'accès temporaire au site ou utilisées sur une base temporaire pour faciliter les travaux.
- 1.8.1.3 L'entrepreneur doit enlever tous les déchets chaque jour et les éliminer conformément aux règlements locaux et fédéraux.
- 1.8.1.4 Le brûlage de déchets de construction ne sera en aucun cas permis sur les terrains du maître de l'ouvrage. Tous les déchets doivent être transportés à une décharge approuvée désignée par les autorités locales.
- 1.8.1.5 Si l'entrepreneur ne nettoie pas les lieux et ne les remet pas dans un état acceptable, le maître de l'ouvrage effectuera les travaux et déduira tous les coûts connexes des sommes dues à l'entrepreneur.

Fin de la section

2.0 AMÉNAGEMENT DE L'EMPLACEMENT

2.1 Déboisement et essouchement

2.1.1 Généralités

- 2.1.1.1 La présente section porte sur le déboisement des secteurs du chantier qui sont recouverts de bois debout et/ou de broussailles, comme il est indiqué sur les dessins ou dans la spécification. Les travaux visés incluent également l'enlèvement ou l'élimination des débris produits.
- 2.1.1.2 L'entrepreneur doit s'informer de tous les permis requis auprès des autorités locales avant d'apporter des modifications à la flore ou des modifications qui peuvent avoir des répercussions sur la faune sur le chantier.
- 2.1.1.3 Si le maître de l'ouvrage l'exige, l'entrepreneur doit dépouiller les portions de qualité marchande des arbres de leurs branches et leur faîte, et couper ces portions en longueurs de qualité marchande. Ces longueurs doivent être empilées proprement le long de la limite de la route d'accès ou du déboisement, et ne pas être mélangées avec les débris. Le bois de qualité marchande demeure la propriété du maître de l'ouvrage et doit être aliéné seulement sur l'autorisation écrite du maître de l'ouvrage.
- 2.1.1.4 L'entrepreneur doit obtenir les permis de brûlage nécessaires avant de brûler la matière enlevée ou les débris sur le chantier.

2.1.2 Déboisement

- 2.1.2.1 L'entrepreneur doit couper les arbres, les arbustes et les broussailles à une hauteur d'au plus 4 pouces au-dessus du sol dans les aires désignées en vue du déboisement.
- 2.1.2.2 Les arbres, les arbustes, les broussailles et les autres débris présents dans les aires à déboiser doivent être apportés à un emplacement sur place désigné par le maître de l'ouvrage en prévision de leur brûlage.
- 2.1.2.3 Les débris doivent être brûlés sous la surveillance constante d'un guetteur compétent et conformément aux exigences des autorités compétentes. Le brûlage des débris doit se faire d'une manière qui ne met pas en péril la végétation environnante, les biens adjacents ou les caractéristiques du site.
- 2.1.2.4 Les matières et les débris qui ne peuvent pas brûler doivent être enfouis conformément aux exigences des autorités compétentes. Les matières enfouies doivent être regroupées et être recouvertes d'au moins 18 pouces de matériau granulaire. Faire l'aménagement paysager des excavations de manière à créer une apparence nette.
- 2.1.2.5 Si l'entrepreneur ne peut pas se débarrasser des débris provenant des opérations de déboisement en raison des règlements ou des restrictions imposés par les autorités compétentes, l'élimination de ces débris doit être faite d'une façon approuvée par le maître de l'ouvrage.

2.1.3 Essouchement

2.1.3.1 L'essouchement doit être compris comme étant l'enlèvement de l'ensemble des souches et des amas de racines, le remblayage des trous produits et l'élimination satisfaisante de tous les débris.

2.1.3.2 L'aire à essoucher doit être illustrée sur les dessins ou comme définie conformément aux exigences du maître de l'ouvrage.

2.1.3.3 La totalité des souches, des racines, du bois pourri et des débris présents dans l'aire à essoucher doit être brûlée ou éliminée autrement conformément aux paragraphes qui précèdent.

2.2 **Excavation et remblayage**

2.2.1 Définitions

2.2.1.1 Le maître de l'ouvrage reconnaît seulement deux types de déblaiement : - le déblaiement de roc et le déblaiement de matériaux ordinaires.

2.2.1.2 Le déblaiement de roc est défini comme étant le déblaiement de matières provenant de masses solides de roches ignées, sédimentaires ou métamorphiques qui, avant leur enlèvement, faisaient partie intégrante de ces masses, ainsi que de blocs rocheux ou de fragments de roche d'un volume individuel supérieur à un mètre cube.

2.2.1.3 Le déblaiement de matériaux ordinaires est défini comme étant le déblaiement de matières de toutes natures qui ne sont pas incluses dans la définition de déblaiement de roc, y compris des tills denses, du sol dense, des matériaux gelés et des matériaux partiellement cimentés qui peuvent être arrachés et déblayés au moyen d'équipement lourd.

2.2.2 Exigences des organismes de réglementation

2.2.2.1 L'entrepreneur doit respecter les codes municipaux, provinciaux et fédéraux lorsque du dynamitage est requis.

2.2.2.2 L'entrepreneur doit respecter les exigences municipales, provinciales et fédérales relatives à la sécurité des excavations et à la protection des ouvriers.

2.2.3 Mesure

2.2.3.1 L'entrepreneur est responsable de tous les calculs touchant la quantité et la nature des excavations requises.

2.2.4 Matériaux

2.2.4.1 Matériau de remblai

2.2.4.1.1 Remblai granulaire : Sable ou gravier tout-venant naturel ou mélangé constitué de particules dures et propres exemptes de mottes d'argile, de cimentation ou de matières organiques, dont moins de 10 % de la masse traverse un tamis de 0,075 mm, qui peuvent être compactées au degré spécifié aux présentes et qui satisfont aux exigences d'approbation de l'expert-conseil.

2.2.4.1.2 Remblai courant : Matières tirées des déblaiements, jugées appropriées par l'expert-conseil pour l'usage prévu, exemptes de matériaux gelés, de scories, de cendres, de mottes de gazon, de matières organiques, de déchets et d'autres substances délétères.

2.2.5 Étayage et renforcement

2.2.5.1 L'entrepreneur doit fournir et mettre en place tout l'étaisage, le renforcement, etc. nécessaires pour prévenir l'effondrement des côtés des excavations. L'étaisage doit être placé de façon à être indépendant des fondations et doit demeurer en place jusqu'à ce que les coffrages aient été enlevés et que l'approbation d'aller de l'avant avec le remblayage ait été accordée.

2.2.6 Pompage et drainage

2.2.6.1 L'entrepreneur doit fournir tout le pompage et le drainage requis pour éliminer l'eau souterraine et de surface pendant l'excavation et la préparation du sol de fondation sans frais additionnels pour le client.

2.2.7 Excavation

2.2.7.1 L'entrepreneur doit enlever la terre végétale dans les limites des opérations d'excavation et l'emtasser conformément aux directives en vue de son épandage après le remblayage.

2.2.7.2 L'entrepreneur doit creuser au moins jusqu'à la profondeur montrée sur les dessins, sur une largeur suffisante pour l'exécution appropriée de l'ouvrage et conformément à tous les règlements applicables.

2.2.7.3 Le fond de toutes les excavations doit être de niveau, et être nettoyé des matières non adhérentes et des débris avant le coulage du béton. Toutes les fondations doivent reposer sur de la terre ou de la roche non remaniée. La face avant de tous les ancrages non ancrés dans la roche doit s'appliquer contre la terre non remaniée.

2.2.7.4 Si la capacité portante aux niveaux indiqués est jugée inadéquate par un expert-conseil en géotechnique, cet expert-conseil peut ordonner que le creusage soit effectué jusqu'à une profondeur appropriée. Ces travaux seront considérés comme des travaux additionnels et les coûts connexes seront autorisés au moyen d'une autorisation de modification émise par l'expert-conseil pour la tour.

2.2.7.5 Lorsque des excavations sont effectuées à plus grande profondeur que celle qui est indiquée sur les dessins sans l'approbation écrite de l'expert-conseil, les fondations

doivent être prolongées jusqu'à la profondeur creusée aux frais de l'entrepreneur. La méthode d'approfondissement des fondations doit être approuvée par l'expert-conseil.

2.2.7.6 L'entrepreneur ne doit pas creuser à moins de 1,2 m du bord le plus proche de la face de tout bâtiment existant ou proposé. Il doit étayer l'excavation au besoin.

2.2.8 Déblaiement de roc

2.2.8.1 Tous les déblaiement de rocs doivent être conformes aux alignements, aux profils et aux sections transversales montrés sur les dessins. L'entrepreneur doit purger avec soin toutes les pentes, et enlever la totalité de la roche, des blocs rocheux et des fragments, dans l'aire creusée ou à l'extérieur de cette aire, susceptibles de rouler ou de glisser sur les pentes des sections coupées.

2.2.8.2 L'entrepreneur doit disposer de la roche dégagée sur le chantier de la façon indiquée par l'expert-conseil.

2.2.9 Dynamitage

2.2.9.1 Les opérations de dynamitage doivent être entreprises seulement avec la permission écrite explicite du maître de l'ouvrage.

2.2.9.2 La fourniture, le transport, l'entreposage et l'utilisation de tous les explosifs et de l'équipement accessoire utilisés pour le dynamitage doivent être conformes à la réglementation des autorités compétentes. Il incombe à l'entrepreneur de prendre toutes les précautions nécessaires et d'assumer tous les coûts connexes pour prévenir l'endommagement des abords, y compris les arrangements et les coûts en vue de l'enlèvement temporaire et de la remise en place des services publics.

2.2.10 Remblayage

2.2.10.1 L'entrepreneur ne doit pas aller de l'avant avec les opérations de remblayage avant que l'expert-conseil ait inspecté et approuvé les ouvrages en place. L'entrepreneur doit aviser l'expert-conseil 48 heures à l'avance afin que ce dernier puisse programmer sa visite.

2.2.10.2 L'entrepreneur doit remblayer les cavités creusées non occupées par des parties de l'infrastructure ou d'autres ouvrages permanents en plaçant le matériau spécifié à la surface ou sur le sol environnant.

2.2.10.3 Le matériau de remblai doit être placé en couches uniformes non tassées ne dépassant pas 200 mm d'épaisseur et être placé simultanément sur les côtés de la structure afin que la charge soit équilibrée.

2.2.10.4 Chaque couche doit être compactée aux pourcentages ci-dessous de densité sèche maximale corrigée conformément à la norme ASTM D698-00 :

- a) remblai ordinaire : 95 %;
- b) remblai granulaire : 98 %.

2.2.10.5 Le remblai doit être placé de façon à prévenir l'accumulation d'eau autour des fondations ou des ancrages.

2.2.11 Restauration

2.2.11.1 Une fois les travaux terminés, l'entrepreneur doit disposer proprement de la terre restante sur place en aménageant un talus autour des ancrages et de la base de la tour, et en « amincissant graduellement » le matériau excédentaire.

2.2.11.2 L'entrepreneur doit remettre en place la terre végétale sur les aires creusées.

2.2.11.3 L'entrepreneur doit ramener les aires touchées par l'équipement, à l'extérieur de l'aire de travail, à l'état qui existait avant le début des travaux.

2.2.11.4 L'entrepreneur doit transporter le matériau excédentaire et les débris à une aire autorisée à cette fin par les autorités compétentes.

2.3 **Routes d'accès et aires de stationnement**

2.3.1 Généralités

2.3.1.1 La présente section précise les exigences en vue de la construction des routes d'accès nivelées et revêtues qui doivent desservir les tours de communication, y compris les exigences de nivellement du site et de préparation des aires de stationnement le cas échéant.

2.3.1.2 L'entrepreneur doit fournir l'ensemble de la main-d'œuvre, de l'équipement, des outils, des matériaux et du transport nécessaires à la construction de la ou des routes d'accès conformément aux dessins d'alignement, de profil et de coupe transversale pertinents, ainsi qu'aux exigences de la présente spécification.

2.3.1.3 Les travaux peuvent inclure le déboisement, l'essouchement et le nivellement du site, ainsi que la construction d'aires de stationnement lorsque ces travaux sont requis par l'EDT ou le maître de l'ouvrage.

2.3.1.4 L'entrepreneur doit se procurer tous les permis et les licences, payer tous les frais et les droits, et prendre tous les arrangements nécessaires avec les compagnies de services publics et les autorités compétentes en vue des travaux couverts par la présente spécification.

2.3.1.5 L'entrepreneur doit effectuer tout le déboisement et l'essouchement conformément aux exigences de la présente spécification.

2.3.1.6 L'entrepreneur doit effectuer la totalité des opérations de déblaiement de matériaux ordinaires et/ou de déblaiement de roc, ainsi que de transport, de mise en place et de compactage du remblai requis, le cas échéant, conformément à la présente spécification.

2.3.1.7 L'entrepreneur doit fournir, transporter, placer, compacter et niveler tous les matériaux de

la couche de roulement de la façon requise par la présente spécification.

- 2.3.1.8 L'entrepreneur doit fournir et installer toutes les canalisations de ponceau et les structures de drainage de la façon indiquée sur les dessins et conformément aux exigences de la présente spécification.
- 2.3.1.9 L'entrepreneur doit fournir et installer toutes les glissières de sécurité aux endroits indiqués sur les dessins ainsi que conformément aux exigences de la présente spécification.
- 2.3.1.10 Les études des fondations, les analyses du sol et les levés préliminaires jugés nécessaires pour les travaux seront la responsabilité du maître de l'ouvrage.
- 2.3.2 Enlèvement et évacuation de la terre végétale
- 2.3.2.1 La terre végétale est la partie du sol naturel qui contient la matière organique.
- 2.3.2.2 Le matériau enlevé doit être utilisé comme remblai dans des aires basses à l'extérieur de l'assiette de l'ouvrage, ou être emmassé si son utilisation est requise pour d'autres parties de l'ouvrage.
- 2.3.3 Excavation
- 2.3.3.1 L'entrepreneur doit exécuter l'ensemble des opérations d'excavation, de transport, de mise en place et de compactage du matériau dégagé requis pour la construction de la route. Ces opérations doivent inclure l'excavation pour l'ensemble des intersections, des fossés, des déplacements et des structures requis en vertu de la présente spécification.
- 2.3.3.2 L'excavation de tout matériau dégagé doit être classifié comme du déblaiement de matériaux ordinaires ou du déblaiement de roc, comme il est défini dans la présente spécification.
- 2.3.3.3 L'entrepreneur ne doit pas creuser à l'extérieur des pentes ou sous les niveaux requis par les dessins ou la présente spécification à moins que le maître de l'ouvrage ait d'abord approuvé l'excavation.
- 2.3.3.4 Avec l'approbation du maître de l'ouvrage, des excavations peuvent être pratiquées sur une plus grande largeur que celle qui est spécifiée aux présentes si une telle méthode d'obtention de remblai est jugée souhaitable.
- 2.3.3.5 Lorsque le matériau présent dans les sections coupées est instable ou autrement inadéquat pour la construction de la plate-forme, la partie inférieure à la qualité de conception doit être enlevée conformément aux directives du maître de l'ouvrage et remplacée par du matériau satisfaisant. Chaque fois que l'entrepreneur rencontre du matériau inférieur à la qualité requise, il doit construire ces remblais conformément à la présente spécification.
- 2.3.4 Excavation dans des bancs d'emprunt

- 2.3.4.1 Lorsqu'il ne peut pas obtenir des quantités suffisantes de matériau convenant pour le remblai de la plate-forme à partir de diverses excavations, l'entrepreneur doit fournir des emprunts adéquats.
- 2.3.4.2 L'entrepreneur doit, avant de pénétrer à des fins opérationnelles sur le site du banc d'emprunt ou utiliser la route y menant, fournir au maître de l'ouvrage une preuve documentaire satisfaisante de son droit d'occupation. En outre, l'entrepreneur doit dégager le maître de l'ouvrage de toute responsabilité à l'égard de toute réclamation découlant de son utilisation du banc d'emprunt et de la route y menant, le cas échéant.
- 2.3.4.3 Lorsque les excavations sont situées sur un terrain privé et sont cachées à la vue en permanence par rapport à la route, les débris de déboisement et d'essouchement, les déchets et les autres débris doivent être éliminés, et l'aire creusée doit être laissée dans un état à la satisfaction du maître de l'ouvrage du terrain. Lorsque les excavations sur des terrains privés sont visibles de la route, l'élimination des débris et des déchets doit être approuvée conjointement par le propriétaire du terrain et par le maître de l'ouvrage.
- 2.3.4.4 L'entrepreneur doit échantillonner avec soin le banc d'emprunt afin de déterminer l'adéquation des matériaux par coupe ou forage. La totalité ou une partie des portions du banc doivent être rejetées si les analyses montrent que les matériaux ne sont pas adaptés à l'usage prévu.
- 2.3.4.5 Avant que du matériau soit extrait de tout banc d'emprunt, l'aire doit être déboisée et essouchée, et les déchets doivent être éliminés de la façon exigée dans la spécification.
- 2.3.4.6 La pierre, la roche brisée, les blocs rocheux et les autres matériaux qui ne satisfont pas aux exigences de la présente spécification relatives au remblai doivent être éliminés par l'entrepreneur à la satisfaction du maître de l'ouvrage.
- 2.3.5 Déblaiement de roc
- 2.3.5.1 Le déblaiement de roc doit être effectué conformément à la présente spécification.
- 2.3.5.2 Toute la roche provenant de l'excavation de la route doit être placée dans les remblais de la route. Toute la roche provenant du creusage des canaux de drainage, des fossés, des ponceaux et des modifications aux canaux doit être placée dans les remblais de la route au besoin et si la chose est faisable. Le dynamitage en vue de l'obtention de matériau de remblai ne sera pas permis.
- 2.3.5.3 Lorsque les coupes dans la route révèlent la présence de roche, l'entrepreneur doit fragmenter cette dernière uniformément afin d'éliminer les poches d'eau. L'entrepreneur doit effectuer le déblaiement de roc de façon que la surface du substrat rocheux creusé soit drainée vers les fossés latéraux et qu'il ne demeure pas de poches d'eau dans les fondations de la plate-forme.
- 2.3.6 Dynamitage
- 2.3.6.1 Le dynamitage doit être effectué conformément à la présente spécification.

- 2.3.6.2 Avant tout dynamitage, l'entrepreneur doit effectuer un levé détaillant les structures adjacentes et évaluant le risque d'endommagement. Des exemplaires de ces rapports doivent être soumis au maître de l'ouvrage.
- 2.3.6.3 L'entrepreneur sera responsable de tous les dommages causés aux lignes sur poteaux et aux services publics au-dessus du sol ou sous terre, ainsi qu'aux propriétés adjacentes par le dynamitage ou toute cause résultant des opérations liées à ses travaux. Avant tout dynamitage, l'entrepreneur doit faire déplacer à un endroit sûr ou protéger autrement les lignes et conduites de service public qui pourraient être endommagées par ce dynamitage. Une fois les opérations terminées, il doit remettre les services publics à leur emplacement original ou à un autre emplacement jugé satisfaisant par la compagnie de service public. L'entrepreneur doit assumer les frais imposés au maître de l'ouvrage pour la protection ou le déplacement de ces lignes.
- 2.3.7 Remblai – granulaire ou courant
- 2.3.7.1 Les matériaux de remblai sont définis dans la présente spécification.
- 2.3.7.2 L'entrepreneur doit construire le remblai de terre en déposant et étendant des couches uniformes d'au plus 8 pouces (matériau meuble) de profondeur sur la pleine largeur du remblai. Il doit maintenir les couches planes au moyen de niveleuses, de bulldozers ou d'autres engins approuvés. Dans le cas de remblai latéral ou de sections en pente, la portion inférieure doit être construite de la façon précisée ci-dessus jusqu'à l'obtention de la section transversale requise. Tous les blocs rocheux de plus de 6 pouces de diamètre doivent être enlevés.
- 2.3.7.3 Chaque couche doit être compactée avec soin au moyen de l'équipement approprié avant la mise en place de la couche suivante. L'équipement utilisé doit permettre un compactage satisfaisant du matériau utilisé dans les remblais. Si le matériau placé dans le remblai est trop sec pour permettre un compactage satisfaisant, de l'eau doit être ajoutée de façon uniforme.
- 2.3.7.4 L'entrepreneur doit compacter le remblai de terre conformément à la présente spécification.
- 2.3.7.5 Les matériaux mous ou instables, en raison d'une teneur en humidité excessive ou pour toute autre raison, qui sont utilisés dans des remblais de terre doivent être enlevés et être remplacés par un matériau approprié. Lorsque du matériau instable, comme une fondrière, est présent dans l'assiette de l'ouvrage, l'entrepreneur doit creuser jusqu'à ce qu'il atteigne un matériau de fondation stable et enlever le matériau instable. Ces aires doivent ensuite être remplies d'un matériau approprié et le matériel dégagé doit être éliminé de la façon approuvée par le maître de l'ouvrage.
- 2.3.7.6 Toute méthode proposée de construction de remblai dans un marais ou une fondrière, outre l'excavation et le remblayage comme il est précisé dans la présente spécification, doit être approuvée au préalable par le maître de l'ouvrage.

2.3.8 Remblai - enrochement

2.3.8.1 Lorsque les remblais sont construits au moyen de matériaux de remblai constitués de blocs rocheux, de roche ou de béton brisé, ces matériaux doivent être déposés par déchargement à l'extrémité du remblai. Aucun déchargement sur les côtés des remblais ne sera permis.

2.3.8.2 Le matériau de remblai doit être le mieux distribué possible, de manière à remplir les vides et à former un remblai solide. Le remblai doit être construit sur la pleine largeur, et de manière à se conformer aux niveaux de profil et aux coupes transversales à mesure que les travaux progressent. La dimension verticale de la roche placée dans des remblais ne doit pas dépasser un tiers de la profondeur de la section de remblai dans laquelle la roche est placée.

2.3.8.3 Le dessus de l'enrochement doit être à au moins six pouces sous la plate-forme. Le remblai doit être fait de matériaux permettant aux opérations de nivellement de finissage d'amener la surface à la coupe transversale appropriée.

2.3.9 Nivellement de la surface de la plate-forme

2.3.9.1 Avant que l'entrepreneur commence à mettre en place la couche de roulement, il doit aligner la plate-forme sur le profil et la coupe transversale de calcul de la façon montrée sur les dessins. La surface doit être exempte d'ornières, et toute perte de compactage de la surface attribuable à la circulation sur la chaussée ou à d'autres causes doit être corrigée.

2.3.10 Couche de roulement

2.3.10.1 Ce travail consiste à fournir, transporter, mettre en place, mélanger, niveler et compacter le matériau de la couche de roulement conformément aux exigences de la présente spécification.

2.3.10.2 La plate-forme, les accotements et les fossés doivent se conformer à l'alignement et aux niveaux montrés sur les dessins pertinents ou aux exigences de l'expert-conseil, et le compactage doit avoir été effectué de façon satisfaisante avant que la mise en place du matériau de la couche de roulement commence.

2.3.11 Exigences relatives aux matériaux

2.3.11.1 Les matériaux destinés à la couche de roulement doivent être choisis ou transformés de manière qu'ils soient conformes aux exigences de la présente spécification. Le matériau utilisé pour toutes les routes d'accès doit être du gros granulat lorsque les sources de ce matériau sont raisonnablement disponibles. Là où un tel matériau ne peut pas être obtenu sans des coûts de transport ou de transformation excessifs, des méthodes de traitement superficiel de remplacement doivent être considérées. Le cas échéant, l'entrepreneur doit soumettre une proposition pour approbation par l'expert-conseil. Ces propositions doivent s'inspirer des meilleures pratiques locales acceptées.

2.3.11.2 Tous les matériaux de la couche de roulement doivent être approuvés pour utilisation par le maître de l'ouvrage.

2.3.12 Couche de roulement en gros granulat

2.3.12.1 Le gros granulat utilisé pour la couche de roulement doit être transformé ou choisi à partir de gisements de gravier tout-venant, de roche d'éboulis, de résidus miniers ou d'autres matériaux granulaires qui peuvent être approuvés par l'expert-conseil. Les matériaux comme le schiste ne sont pas acceptables.

2.3.12.2 L'analyse granulométrique de la couche de roulement en gros granulat doit être étroitement conforme à la granulométrie montrée dans le tableau suivant :

Granulométrie requise pour le matériau granulaire de la couche de roulement	
Taille de tamis standard	Pourcentage de passant, en poids
1 ½ po	100
N° 4	25 à 40
N° 200	0 à 5

2.3.12.3 Le matériau tout-venant acceptable satisfaisant à cette exigence de nivellement peut être utilisé, mais un concassage et un criblage seront habituellement requis. Le matériau trop gros présent dans les gisements à partir desquels le gravier est produit doit être enlevé par criblage et être concassé à la taille requise.

2.3.12.4 L'entrepreneur peut avoir recours à d'autres sources pour produire la granulométrie requise lorsque les matériaux proviennent de gisements d'une qualité acceptable, mais sont d'une grosseur inadéquate.

2.3.12.5 L'entrepreneur doit soumettre un échantillon représentatif du matériau de couche de roulement à utiliser à l'expert-conseil pour approbation. L'échantillon doit contenir au moins 22 kilos de matériau. Tous les coûts relatifs à l'obtention, au conditionnement et à l'expédition des échantillons doivent être assumés par l'entrepreneur. Le coût de l'examen en laboratoire requis par l'expert-conseil sera assumé par le maître de l'ouvrage.

2.3.12.6 Seul le matériau approuvé par l'expert-conseil peut être utilisé pour les travaux. Tout matériau d'une qualité ou d'une nature inappropriée à l'usage prévu sera rejeté.

2.3.12.7 Les matériaux seront jugés inappropriés si la forme des particules ou d'autres caractéristiques empêchent un compactage satisfaisant ou la production d'une chaussée appropriée à la circulation prévue.

2.3.12.8 Tout le matériau de couche de roulement doit être mis en place sur la plate-forme préparée et être compacté en couches des largeurs requises, chacune d'une épaisseur ne dépassant pas deux pouces, à moins d'indication contraire de l'expert-conseil. Après la mise en place, le gros granulat doit être bien nivelé.

2.3.12.9 Immédiatement après le nivellement de chaque couche, tout le matériau mis en place doit être cylindré sur sa pleine largeur au moyen d'équipement approprié. Le cylindrage doit

se faire des côtés vers le centre, parallèlement à la ligne médiane de la route, et doit se poursuivre jusqu'à l'obtention d'un compactage satisfaisant. Les irrégularités ou les dépressions qui se développent pendant le roulage doivent être corrigées. Des dispositifs de damage vibrants seront permis lorsqu'ils sont appropriés. Il faut asperger l'eau le matériau de couche de roulement au besoin pour aider le compactage pendant le cylindrage.

- 2.3.12.10 Le nombre de couches sera déterminé en fonction de l'épaisseur requise de la plate-forme, comme il est indiqué sur les dessins. Chaque couche doit être construite de la façon spécifiée ci-dessus.
- 2.3.12.11 Une fois l'épaisseur requise obtenue, l'entrepreneur doit façonner et compacter la surface par cylindrage et nivellement de manière à produire le contour spécifié.
- 2.3.13 Ponceaux
- 2.3.13.1 Tous les ponceaux doivent être des tuyaux en tôle d'acier galvanisé ondulée et être produites par un fabricant réputé, comme ARMCO ou l'équivalent.
- 2.3.13.2 Aucun ponceau ne doit être fait de métal plus mince que le calibre 16. Les calibres de tôle pour les grands diamètres doivent être conformes aux recommandations des fabricants.
- 2.3.13.3 Le diamètre minimal de tout ponceau est de dix-huit pouces.
- 2.3.13.4 Dans la mesure du possible, les ponceaux doivent être installés après l'achèvement du remblai.
- 2.3.13.5 L'excavation doit être faite de façon à permettre un bon damage du remblai sous les renforts et autour de la canalisation.
- 2.3.13.6 Dans les excavations autres que dans la roche solide, la largeur de la tranchée au lit de pose doit être égale à celle du diamètre externe de la canalisation à mettre en place, mais ne doit en aucun cas être inférieure à 24 pouces. Dans les excavations pratiquées dans la roche, la largeur de la tranchée doit dépasser de deux pieds la largeur du diamètre externe de la canalisation.
- 2.3.13.7 Lorsque des canalisations multiples sont mises en place, elles doivent être espacées d'au moins un diamètre.
- 2.3.13.8 Tous les ponceaux doivent être mis en place avec soin dans leur lit de pose préparé aux longueurs et aux diamètres requis, conformément au tracé et au niveau requis. Les ponceaux doivent être mis en place de façon que les rivets, le cas échéant, ne reposent pas au fond de la tranchée.
- 2.3.13.9 Les sections de canalisation en métal doivent être raccordées ensemble au moyen des raccords fournis par le fabricant et aucune attache ne doit être omise. L'extrémité mâle des sections doit toujours être placée du côté aval.

- 2.3.13.10 Lorsque des canalisations en tôle ondulée de 36 pouces ou plus de diamètre, sous un remblai de 15 pieds ou plus d'épaisseur au-dessus de la face supérieure de la canalisation, le diamètre vertical de la canalisation doit être allongé d'environ 5 % au moyen d'étais en bois d'œuvre. Les étais doivent être laissés en place jusqu'à ce que les remblais aient été bien consolidés.
- 2.3.13.11 Toutes les canalisations de ponceau doivent être installées de façon qu'elles se prolongent d'une longueur suffisante au-delà du pied du talus. Les ponceaux qui ne permettent pas la construction de talus ayant la pente spécifiée ne seront pas acceptés.
- 2.3.13.12 Lorsqu'il est nécessaire de protéger le pied du talus contre l'érosion, les ponceaux doivent être dotés de murs amont. Du perré injecté de coulis, du bois d'œuvre traité sous pression ou du béton peuvent être utilisés.
- 2.3.13.13 Le remblai autour et au-dessus de la canalisation, jusqu'à une profondeur d'un pied au-dessus du dessus de la canalisation, doit être fait de terre exempte de mottes de gazon, de pâtons gelés, de pierres ou de fragments de roche. Le matériau de remblai doit être placé en couches d'au plus 6 pouces d'épaisseur et doit être bien compacté.
- 2.3.14 Fossés
- 2.3.14.1 En l'absence de problèmes d'érosion spéciaux, les fossés de la route d'accès doivent généralement être construits de la façon montrée dans les dessins de la présente spécification.
- 2.3.14.2 Lorsque des possibilités d'érosion grave existent en raison de dénivelés importants, d'un fort ruissellement et d'une interception du drainage naturel ou d'interférences avec ce drainage, l'expert-conseil exigera des mesures additionnelles de réduction de l'érosion. Ces mesures incluront un pavé en empierrement du radier des fossés, un élargissement et un approfondissement des fossés, la construction de barrages de retenue, etc. Ces travaux de construction doivent être exécutés de la façon indiquée sur les dessins ou les détails des dessins.
- 2.3.15 Glissières de sécurité
- 2.3.15.1 Des glissières de sécurité doivent être fournies aux endroits indiqués sur les dessins pertinents. Le matériau et la construction doivent être conformes aux indications des dessins, le cas échéant.
- 2.3.16 Aires de stationnement du site de la tour
- 2.3.16.1 Aux endroits indiqués sur les dessins ou requis par l'expert-conseil, l'entrepreneur doit effectuer dans le cadre des travaux tout le déboisement, l'essouchement et le nivellement des sites associés aux routes d'accès.
- 2.3.16.2 Le déboisement et l'essouchement doivent être effectués conformément à la présente spécification.

- 2.3.16.3 L'installation des canalisations de ponceau requises pour le drainage au site de la tour doit être effectuée de la façon précisée dans la présente spécification.
- 2.3.17 Configuration des routes d'accès et des aires de stationnement
- 2.3.17.1 La largeur déboisée de l'emprise pour les routes d'accès aux sites des structures de communication ne doit pas dépasser 28 pieds sauf lorsque le déboisement existant a été effectué par d'autres. Lorsque des largeurs plus grandes sont requises pour des lignes de poteaux ou des installations de câbles, elles doivent être conformes aux dessins.
- 2.3.17.2 La surface de roulement doit avoir une largeur de 12 pieds et être flanquée d'accotements de 2 pieds de largeur de chaque côté. La largeur totale entre les bordures des talus doit être de 16 pieds.
- 2.3.17.3 De manière générale, les dénivellations doivent être limitées à un maximum de 12 %. Lorsque les conditions sont telles que cette pente n'est pas réalisable, le profil proposé exige l'approbation de l'expert-conseil.
- 2.3.17.4 La pente maximale sur les courbes horizontales ne doit pas dépasser 6 % lorsque le degré de courbure dépasse 25 degrés.
- 2.4 Ancrages**
- 2.4.1 Conception
- 2.4.1.1 Le nombre minimal de boulons d'ancrage à installer à un ancrage ne doit pas être inférieur à deux.
- 2.4.1.2 Les boulons d'ancrage Williams à super haute résistance (pour surfaces solides) avec coquille d'expansion ne doivent pas être utilisés dans la conception de la résistance au cisaillement à moins que l'ingénieur qui a apposé son sceau puisse fournir à l'expert-conseil les calculs et les données de conception détaillés corroborant la conception.
- 2.4.2 Boulons d'ancrage
- 2.4.2.1 Les boulons d'ancrage doivent être des boulons Williams haute résistance avec coquille d'expansion ou un équivalent approuvé. La coquille doit être conçue de façon à fournir un appui égal autour du trou et à développer la pleine résistance à la traction ultime du boulon. Deux écrous doivent être fournis et installés pour fixer l'assemblage soudé de l'ancrage. Le second écrou doit servir d'écrou de serrage et être d'une qualité adéquate à cette fin.
- 2.4.3 Coulis
- 2.4.3.1 Le coulis doit être de type expansible à résistance initiale élevée, avec une expansion de 3 % à 4 % avant sa gélification. Le coulis doit avoir une résistance à la compression minimale de 27,5 MPa.

2.4.4 Trous

- 2.4.4.1 Forer des trous du diamètre recommandé par le fabricant des boulons d'ancrage pour le diamètre des boulons à utiliser. Il faut s'assurer que le diamètre est exact et que le trou est droit. Prolonger le trou sur une longueur de 250 mm au-delà de l'extrémité du boulon. Nettoyer le trou avant d'insérer le boulon.
- 2.4.4.2 Le diamètre des trous doit tenir compte des coupleurs ou des autres configurations de boulon de façon à offrir un espace adéquat pour l'installation des tubes de coulis.
- 2.4.4.3 S'assurer que les trous ne sont pas alésés pendant le forage.
- 2.4.4.4 L'entrepreneur doit tenir un registre des types de roche et de toute autre donnée pertinente qui peut être obtenue par l'appareil de forage pendant le forage des trous, et le soumettre à l'expert-conseil pour examen.

2.4.5 Mise en place des boulons

- 2.4.5.1 Taper doucement sur le boulon pour le mettre en place en prenant soin de ne pas endommager l'extrémité fileté.
- 2.4.5.2 Régler la coquille d'expansion en serrant le boulon au couple recommandé par le fabricant au moyen d'une clé de serrage manuelle ou pneumatique.

2.4.6 Essais

- 2.4.6.1 Mettre en tension tous les boulons à 5 % au-dessus de la charge de calcul (charge de soulèvement pondérée requise) pour une période d'au moins cinq (5) minutes, conformément aux instructions du fabricant.
- 2.4.6.2 Les essais doivent être effectués conformément aux instructions du fabricant et en présence de l'expert-conseil. L'entrepreneur doit utiliser un vérin hydraulique récemment étalonné, approuvé par Williams pour l'ancrage et la pré-tension de la tour. Une preuve d'étalonnage récent par du personnel qualifié et un tableau de conversion doivent être fournis à l'expert-conseil avant l'arrivée de ce dernier sur place.
- 2.4.6.3 L'entrepreneur doit consigner avec exactitude le couple de serrage et la tension pour chaque boulon, ainsi que les temps de maintien. Ces valeurs doivent être soumises à l'expert-conseil pour examen et doivent être clairement indiquées sur les dessins D'APRÈS EXÉCUTION.
- 2.4.6.4 Toute migration vers l'extérieur du boulon d'ancrage pendant les essais doit être notée et signalée à l'expert-conseil. L'entrepreneur doit soumettre un plan correctif approuvé par l'ingénieur ayant apposé son sceau, en consultation avec le fabricant des boulons.

2.4.7 Scellement

2.4.7.1 Insérer le tube de coulis flexible au fond du trou de forage. Pomper le coulis (dosé conformément aux instructions du fabricant) en retirant lentement le tube et en maintenant la pression sur la pompe jusqu'à ce que le coulis soit visible à la surface.

2.4.7.2 Le coulis doit être pompé dans le trou de forage. La mise en place par gravité n'est pas permise.

2.4.7.3 Le coulis ne doit pas être injecté avant que le boulon d'ancrage ait été mis en tension conformément aux recommandations du fabricant et aux exigences de la présente spécification.

2.4.8 Protection

2.4.8.1 Bien protéger les boulons d'ancrage au-dessus du sol et sous le niveau du sol (300 mm) en les galvanisant à chaud conformément à la norme CSA S37. De plus, lorsque le boulon doit être remblayé et sera situé sous le niveau du sol, il faut appliquer un composé bitumineux épais comme du Sehydratine, fabriqué par Sternson, ou un équivalent approuvé.

2.4.8.2 Suivre les instructions écrites du fabricant en ce qui a trait au durcissement et à la protection du coulis avant tout remblayage de l'ancrage.

2.5 **Clôture du complexe**

2.5.1 Produits et matériaux

2.5.1.1 Mélanges de béton et matériaux : conformes à la présente spécification – Béton coulé sur place : tous les travaux doivent être exécutés conformément à la norme CAN/CSA-A23.1.

2.5.1.2 Le matériau de clôture à mailles losangées doit être conforme à la norme CAN2-138.1-M80. Le grillage en acier doit être un treillis de fil d'acier galvanisé n° 9 à mailles de 50 mm (2 po). La résistance à la traction des poteaux doit être d'au moins 552 Mpa (80 000 lb/po²).

2.5.1.3 Le fil de tension doit être un fil à brin unique n° 6 électrogalvanisé contenant 600 grammes (2,0 oz) de zinc par mètre carré.

2.5.1.4 La bordure supérieure doit être spiralée. La bordure inférieure doit être repliée.

2.5.1.5 Le fil barbelé doit être à trois brins, 4 pointes, de calibre 12,5, avec un espacement de 150 mm. Le fil barbelé doit être soutenu par de l'acier ou de l'aluminium embouti galvanisé. Le bras doit pouvoir recevoir trois brins de fil barbelé et présenter un porte-à-faux vers l'extérieur à 45°.

2.5.1.6 Les poteaux, les renforts, et les traverses supérieures et médianes doivent être conformes à la norme CAN2-138.2, et être faits de tuyau d'acier galvanisé de calibre 80 à soudure

continue standard. Les poteaux d'extrémité, les poteaux de coin et les poteaux de barrière doivent avoir un diamètre extérieur de 89 mm (3½ po).

- 2.5.1.7 Les poteaux intermédiaires doivent avoir un diamètre extérieur de 60,3 mm (2 3/8 po), et être faits de tuyaux d'acier galvanisé de calibre 40.
- 2.5.1.8 Les poteaux d'extrémité, de coin et de grille doivent mesurer 609 mm (2 po) de plus que la hauteur de la clôture. Aucun tubage ni matériau à couture ouverte ne sera permis.
- 2.5.1.9 La traverse supérieure et la traverse médiane (lorsqu'elle est requise) doivent être faites de tuyaux en acier galvanisés de série 40 et d'un diamètre extérieur de 42,9 mm (1 11/16 po).
- 2.5.1.10 Barre de tension : acier galvanisé 5x20 mm min. Bandes de barre de tension : acier galvanisé 3x20 mm.
- 2.5.1.11 Attaches : fil d'acier galvanisé à brin unique de calibre 9 IWG conforme aux exigences relatives au grillage.
- 2.5.1.12 Les bâtis de barrière doivent être conformes à la norme ASTM A120-82, et être faits de tuyau d'acier galvanisé pour contreventement intérieur d'une masse surfacique normalisée de 3,4 kg/m² et d'un diamètre extérieur de 42,1 mm.
- 2.5.1.13 Les barrières doivent être fabriquées de la façon indiquée au moyen de joints soudés électriquement et galvanisés à chaud après soudage. Le matériau de la clôture doit être fixé à la barrière au moyen d'une bordure supérieure spiralée. Les barrières doivent être pourvues de charnières, d'un loquet et d'un mentonnet en fer malléable galvanisé pouvant recevoir un cadenas qui peut être attaché et actionné d'un côté ou de l'autre de la barrière installée.
- 2.5.1.14 Fournir des barrières doubles de 3,0 m avec verrou de pied pour les maintenir en position fermée. Tous les accessoires et la quincaillerie doivent être en acier galvanisé à chaud. Les capuchons de poteau doivent se fixer solidement aux poteaux de façon étanche à l'eau et doivent soutenir la traverse supérieure.
- 2.5.1.15 Une barrière double de 3,0 m doit incorporer un portillon de 1,0 m.
- 2.5.1.16 La peinture pigmentée au zinc doit être conforme à la norme CGSB 1-GP-178-Ma. La masse surfacique moyenne du revêtement de zinc ne doit pas être inférieure à 732 grammes par mètre carré (2,4 oz par pied carré) de surface non revêtue.
- 2.5.1.17 La mise à la terre doit être conforme à la présente spécification.
- 2.5.1.18 Le fil de tension inférieur doit être du fil d'acier galvanisé à brin unique de 5 mm de diamètre.
- 2.5.1.19 Le bois utilisé pour la protection des ancrages de hauban doit être traité sous pression.

- 2.5.2 Installation de la clôture
- 2.5.1.20 Voir l'annexe B.
- 2.5.1.21 Enlever les débris et corriger les ondulations du sol le long de la ligne de la clôture de manière à obtenir une pente uniforme entre les poteaux. Assurer un dégagement de 40 à 75 mm entre le bas de la clôture et la surface du sol.
- 2.5.1.22 Ériger la clôture le long des lignes conformément aux indications de la norme CAN/CGSB-138.3.
- 2.5.1.23 Les semelles en béton doivent être mises en place sous la ligne de gel ou à une profondeur minimale de 1370 mm (4 pi 6 po) pour les poteaux intermédiaires, de 1675 mm (5 pi 6 po) pour les poteaux principaux, les poteaux d'extrémité et les poteaux de coin dans un sol normal, et de 1065 mm (3 pi 6 po) pour tous les poteaux ancrés dans la roche à moins d'indication contraire de l'expert-conseil ou d'approbation écrite de ce dernier.
- 2.5.1.24 Utiliser des tubes Sonoco d'un diamètre minimal de 203 mm (8 po) pour les poteaux intermédiaires, et d'un diamètre minimal de 304,8 mm (12 po) pour les poteaux de coin, d'extrémité et de portillon sur la pleine épaisseur des semelles. Les travées ne doivent pas dépasser 3 mètres.
- 2.5.1.25 Installer des poteaux d'extrémité à l'extrémité de la clôture et aux bâtiments.
- 2.5.1.26 Installer des poteaux de barrière des deux côtés des barrières.
- 2.5.1.27 Installer la traverse supérieure entre les poteaux, la fixer solidement aux poteaux d'extrémité et fixer en place les capuchons étanches à l'eau.
- 2.5.1.28 Installer le fil de tension inférieur, bien tendre et fixer solidement aux poteaux d'extrémité, de coin, de barrière et de renfort au moyen de tendeurs et de bandes de barre de tension.
- 2.5.1.29 Installer la clôture de façon que la hauteur au-dessus du sol atteigne 2,5 mètres et que l'espacement maximal entre les poteaux soit de 3,048 mètres.
- 2.5.1.30 Disposer le matériau de clôture. Bien tendre à la tension recommandée par le fabricant, et fixer aux poteaux d'extrémité, de coin, de grille et de renfort au moyen d'une barre de tension fixée aux poteaux à l'aide de bandes espacées à intervalles de 300 mm.
- 2.5.1.31 Fixer le grillage aux traverses supérieures, aux poteaux intermédiaires et aux fils de tension inférieurs au moyen d'attaches espacées à intervalles de 450 mm. Tourner les fils d'attache au moins deux fois.
- 2.5.1.32 Il faut remblayer l'intérieur de toutes les enceintes au moyen d'une couche d'au moins 75 mm de roche concassée pour prévenir la croissance de la végétation.

- 2.5.1.33 L'enceinte des ancrages de hauban doit avoir des dimensions minimales de 3,048 m x une hauteur égale à l'altitude du premier niveau de hauban.
- 2.5.1.34 Les poteaux en bois utilisés pour les enceintes des ancrages de hauban doivent avoir un minimum de 100 mm sur 100 mm et être espacés d'au plus 3,048 m. Ces poteaux doivent être enfouis à un minimum de 1,0 m sous le niveau du sol et présenter une hauteur d'au moins 1,5 m au-dessus du niveau du sol.
- 2.5.1.35 Un marqueur de hauban jaune doit être installé sur le niveau de hauban inférieur de chaque ancrage. Le marqueur doit être installé à au moins 6,1 m au-dessus du sol afin de protéger contre les véhicules d'une hauteur de 6,1 m.
- 2.5.1.36 Un portillon doit être aménagé dans les clôtures des enceintes des ancrages de hauban pour permettre l'accès du personnel.

2.5.2 Installation des barrières

- 2.5.2.1 Installer les barrières aux emplacements indiqués dans les dessins joints.
- 2.5.2.2 Nivelier le sol entre les poteaux de barrière et placer le bas de la barrière à environ 40 mm au-dessus de la surface du sol.
- 2.5.2.3 Les poteaux de barrière doivent être centrés dans le béton et doivent être d'aplomb et alignés à 6 mm (1/4 po) près. Les poteaux de barrière doivent être à la même altitude quel que soit la configuration du sol.
- 2.5.2.4 Déterminer la position de l'appui central pour les barrières doubles. Noyer l'appui de barrière dans le béton conformément aux directives. Arrondir le béton au-dessus du niveau du sol afin d'évacuer l'eau.
- 2.5.2.5 Installer des butées de barrière comme requis.

2.5.3 Retouches

- 2.5.3.1 Nettoyer les surfaces endommagées au moyen d'une brosse métallique en enlevant les revêtements fissurés et non adhérents . Appliquer deux couches de peinture organique riche en zinc sur les surfaces endommagées. Prétraiter celles-ci conformément aux instructions du fabricant applicables à la peinture riche en zinc.
- 2.5.3.2 Nettoyer et tailler les aires perturbées par les opérations. Disposer des surplus hors site.

Fin de la section

3.0 BÉTON COULÉ EN PLACE

3.1 Généralités

- 3.1.1 À moins d'indication contraire, concevoir et installer les fondations et les ancrages conformément aux normes CSA A23.3-96 et CSA A23.1-94, respectivement
- 3.1.2 Construire les coffrages et couler le béton en place conformément à la norme CSA A23.1-94, à moins d'indication contraire.
- 3.1.3 Exécuter les travaux d'armature conformément à la norme CAN/CSA G30.18-M92, et le soudage de l'armature conformément à la norme CSA W186-M1990, à moins d'indication contraire.
- 3.1.4 Assurer la cure et la protection du béton conformément à la norme CSA A23.1-94, à moins d'indication contraire.

3.2 Rapports d'essai

- 3.2.1 Un minimum de trois cylindres seront prélevés sur chaque chargement de béton livré au chantier. Les cylindres doivent être expédiés à une firme d'essai indépendante et les résultats, transmis à l'expert-conseil aux frais de l'entrepreneur.
- 3.2.2 La confirmation de la résistance, de la teneur en air et de l'affaissement doit être obtenue pour chaque chargement de béton livré au projet. Les résultats doivent être transmis à l'expert-conseil.
- 3.2.3 Si l'inspection ou les résultats d'essai indiquent que les matériaux de béton ne satisfont pas aux exigences de la présente spécification, ces matériaux seront rejetés et devront être retirés du site aux frais de l'entrepreneur.
- 3.2.4 L'entrepreneur doit assumer tous les coûts associés au remplacement du béton qui ne satisfait pas aux exigences précisées dans la présente spécification tel qu'il est déterminé par l'expert-conseil. Ces coûts incluent, sans y être limités, tous les coûts de mise en place du béton, tous les coûts d'enlèvement et d'élimination, tous les coûts d'excavation additionnels, tous les coûts des essais additionnels, tous les coûts additionnels de l'expert-conseil, tous les coûts de conception additionnels et tous les autres coûts qui peuvent être reliés directement ou indirectement au béton rejeté.
- 3.2.5 L'entrepreneur doit aviser l'expert-conseil au moins trois (3) jours ouvrables avant le coulage du béton. L'avis doit être donné par écrit et une copie doit être remise au maître de l'ouvrage.

3.3 Produits et matériaux

- 3.3.1 Bois de construction : contreplaqué et matériaux de coffrage en bois conformes à la norme CSA A23.1-94.
- 3.3.2 Acier d'armature : barres à haute adhérence de nuance 400 conformes à la norme CSA G30.18-M92, à moins d'indication contraire.
- 3.3.3 Ciment : conforme à la norme CSA A23.1-94, normal (type 10), résistant aux sulfates (type 50).
- 3.3.4 Eau, granulats fins, gros granulats de poids normal : conformes à la norme CSA A23.1-94.
- 3.3.5 Adjuvants chimiques : conformes à la norme CAN3-A266.2-M78.
- 3.3.6 Coulis anti-retrait : composé pré-mélangé constitué de granulats non métalliques, de ciment, de réducteurs d'eau et de plastifiants, capable de développer une résistance à la compression minimale de 50 MPa à 28 jours.

3.4 Mélanges de béton

- 3.4.1 À moins d'indication contraire, utiliser un mélange de béton conçu pour produire une résistance à la compression minimale du cylindre de 30 MPa à 28 jours pour les fondations de la tour et de 25 MPa pour les ancrages. Ces valeurs seront clairement indiquées sur les dessins de conception.
- 3.4.2 L'affaissement, à moins d'indication contraire, doit être de 75 mm \pm 25 mm.
- 3.4.3 La teneur en air doit se situer entre 4 % et 7 %, à moins d'indication contraire.
- 3.4.4 Tout le béton doit renfermer un réducteur d'eau, comme du Possolith de Master Builders, utilisé en conformité stricte avec les instructions du fabricant.
- 3.4.5 La dimension maximale du gros granulats doit être de 19 mm.
- 3.4.6 Si la température de l'air est de 5 °C ou moins, la température du béton, au moment du coulage, doit se situer entre 15 °C et 30 °C.
- 3.4.7 Tout le béton destiné à être exposé aux températures extérieures et aux conditions climatiques doit renfermer un entraîneur d'air. La teneur en air totale doit être celle qui est spécifiée dans la norme CSA A23 pour la grosseur de granulats utilisés. L'entraîneur d'air doit être compatible avec le réducteur d'eau.

3.5 Exécution et qualité d'exécution

- 3.5.1 Placer tous les ancrages contre une face avant non remaniée.
- 3.5.2 S'assurer que l'armature et les montants ne sont pas dérangés pendant le coulage du béton.
- 3.5.3 Ne pas placer le béton contre une surface dont la température est inférieure à 5 °C. Enlever toute la neige et la glace avant la mise en place.

3.6 Coffrages

- 3.6.1 Concevoir tous les coffrages conformément à la norme CSA A23.
- 3.6.2 Seules des chaises en plastique ou en bloc de béton plein seront acceptés pour respecter les exigences d'enrobage minimal des barres d'armature.
- 3.6.3 Enlever tous les clous, et nettoyer à fond et réparer tous les matériaux de coffrage avant leur réutilisation.
- 3.6.4 Fournir un chanfrein de 20 mm sur tous les coins exposés.
- 3.6.5 Prendre les précautions nécessaires pour maintenir la structure avant et après l'enlèvement des coffrages.
- 3.6.6 Prendre soin de ne pas écailler ni fissurer le béton pendant l'enlèvement des coffrages. Les coffrages de socle doivent demeurer en place pendant un minimum de 48 heures. Enlever tous les coffrages au-dessus du niveau du sol.
- 3.6.7 Tous les matériaux de coffrage doivent être retirés des excavations avant le remblayage. Ceci inclut la base de la tour et les ancrages par gravité.

3.7 Armature

- 3.7.1 Nettoyer toute l'armature des scories, de la saleté ou des autres impuretés qui détruiraient ou réduiraient l'adhérence. Rejeter les barres qui présentent des torsions ou des plis non montrés sur les dessins. Nettoyer à fond tous les coffrages avant l'installation de l'armature.
- 3.7.2 Aucun découpage, cintrage ni déplacement d'armature ne sera permis pour la mise en place des assemblages soudés, des axes d'ancrage ou des boulons d'ancrage avant ou après la mise en place du béton, à moins d'une approbation accordée par l'expert-conseil.
- 3.7.3 Toute l'armature doit présenter un enrobage de béton minimal de 75 mm.
- 3.7.4 Toute l'armature doit être mise en place de façon à être à un minimum de 75 mm au-dessus du fond de l'excavation. Les supports d'armature ne doivent pas

transférer l'humidité à l'armature ni en causer la corrosion. Il est interdit d'utiliser des cailloux ou des briques d'argile comme supports d'armature.

- 3.7.5 Toutes les fondations de semelle dotées d'une couche supérieure d'acier d'armature doivent soutenir les couches supérieures au moyen de barres d'écartement courbées espacées de 1,2 m entre axes dans chaque direction. La taille et les dimensions des barres d'écartement doivent être suffisantes pour soutenir adéquatement la couche d'armature supérieure.

3.8 Scellement des plaques de base

- 3.8.1 Utiliser du coulis prémélangé anti-retrait de marque In-Pact fabriqué par C.C. Chemicals Ltd. ou un équivalent approuvé. Tout le coulis doit être mis en place conformément aux instructions écrites du fabricant.
- 3.8.2 Les bords du coulis doivent être évasés à 45°, pour une transition nette entre les plaques de base et les socles en béton.

3.9 Durcissement et protection du béton

- 3.9.1 Fournir des moyens efficaces de maintenir la température du béton coulé en place à un minimum de 10 °C et à un maximum de 30 °C pendant trois jours après la mise en place. Lorsque la température quotidienne moyenne est inférieure à 5 °C, fournir une protection pour le béton nouvellement coulé au moyen d'enceintes, d'abris et d'isolation.
- 3.9.2 Il faut protéger l'isolation pour en prévenir la perte d'efficacité en raison de l'humidité.
- 3.9.3 L'utilisation de chlorure de calcium pour accélérer le durcissement est interdite.
- 3.9.4 Aucune charge ne doit être placée sur le béton nouvellement coulé pendant un minimum de sept jours après le coulage. Avant l'érection de l'acier, l'expert-conseil doit étudier les résultats des essais de résistance à la compression après sept jours.

3.10 Coulage du béton

- 3.10.1 La consolidation du béton doit être effectuée au moyen de vibrateurs internes (immergés). La consolidation du béton au moyen de barres d'armature ou de pelles n'est pas permise.
- 3.10.2 Couler le béton conformément à la norme CSA A23.1-94. Tout le béton doit être vibré au moyen de vibrateurs internes (immergés) à haute fréquence.

3.10.3 L'entrepreneur doit s'assurer que l'armature et les éléments noyés ne sont pas dérangés ou déplacés pendant le coulage du béton.

Fin de la section

4.0 TOUR ET STRUCTURES CONNEXES

4.1 Généralités

4.1.1 La conception, la fourniture et l'érection des tours doivent être conformes à la version la plus récente des normes et des codes suivants, à l'exception des modifications apportées selon les exigences de la présente spécification :

- CSA S37-13 Antenna Towers and Antenna Supporting Structures
- CSA B33.4-1973 Galvanized Steel Tower Bolts and Nuts
- ASTM A325M-00 High Strength Bolts for Structural Steel Joints
- CSA A23.1-94 Béton : Constituants et exécution des travaux
- CSA A23.2 Béton : Méthodes d'essai et pratiques normalisées pour le béton

- CSA CAN3- A23.3-00 Calcul des ouvrages en béton
- CSA S269.3-M92 (R2003) Coffrages
- CSA G30.18-M92 (R2002) Soudage des barres d'armature dans les constructions en béton armé

- ACI-306 Cold Weather Concreting
- ASTM A325 High Strength Bolts for Structural Steel Joints
- CSA W59-M1984 Construction soudée en acier
- CSA-G40.20-G40.21 Exigences générales relatives à l'acier de construction laminé ou soudé/Aciers de construction

- CSA-G40.21-M92 Aciers de construction
- CSA-G164-M92 Hot Dip Galvanizing of Irregularly Shaped Articles
- CSA-S16.1-01 Règles de calcul des charpentes en acier
- CSA-B72-M1987 Code d'installation des paratonnerres
- CSA-C22.1-SB02 Code canadien de l'électricité, Première partie
- CSA-G4-00 (R2006) Câbles en acier pour usage général, pour l'extraction minière et pour le roulage minier

- CSA-CAN3-G12-M92 Zinc Coated Steel Wire Strand
- W47.1-1992 Certification des compagnies de soudage par fusion de l'acier

- W47.1S1-M1989 Supplément n° 1-M1989 à la norme W47.1-1983
- W59-1989 Construction soudée en acier (soudage à l'arc)
- Z259.2-M1990 Dispositifs à cordon autorétractable pour dispositifs antichutes

- Z259.1-1976 Ceintures de travail et selles pour le maintien en position de travail et pour la limitation du déplacement

- *Code canadien du travail*
- Santé Canada
- Code de sécurité 6, Limites d'exposition humaine à l'énergie électromagnétique radioélectrique dans la gamme de fréquences de 3 kHz à 300 GHz,
- Lois et règlements provinciaux sur la santé et la sécurité au travail
- Code national du bâtiment – Canada 2005
- Règlement de l'aviation canadien (RAC), section 621.19, Normes d'identification des obstacles
- Règlements de sécurité de la GRC

4.2 Calcul des tours

- 4.2.1 Surcharge théorique due à la glace: À moins d'indication contraire dans l'EDT, les tours doivent être conçues pour une surcharge minimale due à la glace de 50 mm de glace radiale (givre accumulé) sur toutes les surfaces exposées, y compris les éléments de charpente, les haubans, les fixations et les éléments des antennes. Une valeur de 900 kg/m^3 doit être utilisée pour la masse volumique de la glace.
- 4.2.2 Surcharge théorique due au vent: La conception doit être basée sur le profil spécifique au site Q_h fourni par Environnement Canada.
- 4.2.3 La charge imposée à la tour par les lignes de transmission et les lignes auxiliaires (secondaires) qui y sont fixées doit être basée sur les dimensions réelles des lignes telles qu'elles sont déterminées à partir des spécifications du fabricant.
- 4.2.4 Toutes les tours doivent être conçues pour une torsion/inclinaison maximale ne dépassant pas $1,5^\circ$. La torsion/inclinaison maximale au niveau de chaque antenne doit être indiquée dans toutes les conceptions préliminaires et définitives des tours.
- 4.2.5 La valeur de C_d sera de 1,5 pour les lignes d'alimentation plates et de 1,0 pour les lignes d'alimentation rondes.
- 4.2.6 Le masquage des lignes de transmission par les éléments de charpente de la tour, par les autres lignes d'alimentation ou par des accessoires peut être considéré. Lorsque les lignes d'alimentation sont montées du côté intérieur d'une face de la tour, le masquage des lignes contre le vent peut être considéré conformément à la méthode décrite dans le « Commentaire sur la Partie 4 du CNB 1990 », figure B-22. Les hypothèses relatives à l'effet de masque faites par l'ingénieur concepteur doivent être transmises par écrit à l'expert-conseil.
- 4.2.7 Les charges dues aux installations auxiliaires et aux accessoires, comme les échelles, les montants de sécurité, les plates-formes de repos et de transfert, les montures d'antenne, les garde-glace, les supports de ligne d'alimentation, l'éclairage, etc. doivent être considérées de la façon indiquée ci-dessus pour les lignes de transmission et d'alimentation.
- 4.2.8 L'entrepreneur doit soumettre des calculs détaillés au soutien de la conception de la tour et des fondations.
- 4.2.9 L'entrepreneur doit concevoir l'ensemble des fondations et des ancrages sur la base du rapport géotechnique joint. En l'absence d'un rapport géotechnique, l'entrepreneur doit supposer les paramètres de conception suivants pour les conditions du sol et de la roche :
- Sol : a. Coefficients de poussée des terres pour le till intact :
 $K_a = 0,31$; $K_p = 3,26$
 - b. Coefficients de poussée des terres pour le till compacté :
 $K_a = 0,33$; $K_p = 3,00$

- c. Poids unitaire du till sec intact = 1800 kg/m^3
- d. Poids unitaire du till sec compacté = 1800 kg/m^3
- e. Pression admissible sur le till intact = 200 kPa
- f. Pression admissible sur le remblai structurel = 150 kPa
- g. Niveau de la nappe = à la surface
- h. Pénétration du gel = 1,2 m
- i. Angle de frottement interne drainé (till intact) = 38°
- j. Angle de frottement interne drainé (till compacté) = 34°

- Roche :
 - a. Densité = 2,5
 - b. Résistance à la compression libre de la roche intacte = 65 MPa
 - c. Résistance au cisaillement = 5,4 MPa
 - d. RQD estimé = 70 %
 - e. Niveau de l'eau = à la surface
 - f. Pression admissible = 1000 kPa
 - g. Profondeur de la roche saine = 0,5 m

- 4.2.10 Si l'entrepreneur ignore si le site est fait de sol ou de roche, il doit présumer des conditions de sol.
- 4.2.11 L'entrepreneur doit concevoir des dispositifs anti-givrage pour toutes les antennes, les luminaires et les cellules photoélectriques sous l'antenne supérieure. La conception de la structure doit tenir compte de toutes les charges imposées par tous les dispositifs anti-givrage (initiaux et futurs).
- 4.2.12 L'ingénieur concepteur qui appose son sceau doit avoir un minimum de cinq années d'expérience en conception de tours et doit être prêt à justifier pleinement toutes les hypothèses faites en ce qui a trait à la conception de la tour. Ces hypothèses doivent être clairement énoncées dans la correspondance jointe aux dessins de conception et accompagnée de documents d'information, de calculs, etc. Le nom de l'ingénieur concepteur qui appose son sceau doit être clairement indiqué sur tous les dessins.
- 4.2.13 À la demande de l'expert-conseil, l'ingénieur concepteur doit fournir de l'information additionnelle servant à vérifier l'adéquation de la conception ou répondre aux demandes de renseignement de l'expert-conseil. Cette information doit être fournie aux frais de l'entrepreneur, sous forme écrite et sous le sceau professionnel de l'ingénieur qui appose son sceau.
- 4.2.14 L'entrepreneur peut utiliser des éléments secondaires pour réduire la longueur non contreventée d'un montant ou d'un élément de contreventement. On ne considère pas que ces éléments résistent directement aux charges appliquées.
- 4.2.15 Dans la détermination de la longueur non contreventée, un élément qui est considéré fournir un soutien latéral à un élément en compression doit pouvoir résister à une force, en traction ou en compression, agissant perpendiculairement à l'axe du rayon de giration correspondant et égale au pourcentage de la capacité maximale dans l'élément en compression. Une valeur différente peut être utilisée lorsqu'une analyse appropriée le

justifie. Il n'est pas nécessaire que cette force soit appliquée en même temps que les forces de calcul primaires, pour les tours à treillis classiques.

Pourcentage de la capacité de compression axiale pour support latéral :

L/r de l'élément en compression	% de capacité axiale
0 à 60	1,5
61 à 100	2,0
101 à 200	2,5

Si l'angle entre le montant et la diagonale principale d'un élément de renfort en K est inférieur à 25°, les forces indiquées dans le tableau ci-dessus peuvent ne pas être adéquates. Dans ces cas, une analyse tenant compte des contraintes excentriques et secondaires, et de la déformation des éléments doit être effectuée.

- 4.2.16 Ces forces nodales ne s'ajoutent pas aux forces de calcul primaires dans la structure, mais lorsque les forces de calcul dans les éléments primaires qui soutiennent le contreventement secondaire sont inférieures aux forces dues aux charges nodales, la plus grande valeur doit être utilisée.
- 4.2.17 La longueur libre, L, pour tout axe transversal d'un élément doit être supposée être la distance le long de l'axe de l'élément entre les points auxquels cet axe coupe les axes des éléments le soutenant. La longueur non contreventée peut varier pour différents axes transversaux. Les éléments secondaires qui ne résistent pas directement aux charges appliquées peuvent servir à réduire la longueur non contreventée d'un élément.
- 4.2.18 L/r est le rapport d'élançement d'un élément, où r est le rayon de giration de l'élément sur l'axe perpendiculaire à la longueur non contreventée considérée.
- 4.2.19 Le coefficient de longueur efficace, K, modifie la longueur non contreventée, L, pour tenir compte de la configuration structurale, y compris les contraintes à la rotation et les articulations d'extrémité.
- 4.2.20 Le rapport d'élançement efficace, KL/r, est le rapport entre la longueur efficace, KL, et le rayon de giration correspondant, r.
Le rapport d'élançement efficace maximal pour les éléments de compression est de :
- 120 pour les montants;
 - 200 pour les membrures principales supportant des forces de compression de calcul, autres que les montants;
 - 240 pour les membrures secondaires de treillis.
- 4.2.21 Le rapport d'élançement efficace maximal pour les éléments en traction seulement et les composants des éléments composés non en traction dans des conditions de charge initiales doit être de 300 à moins que d'autres moyens soient prévus pour limiter la flexibilité, l'affaissement, la vibration, le mou et d'autres effets similaires.

- 4.2.22 Le rapport l/e d'une cornière en compression ne doit pas dépasser 25, où l est la largeur efficace de l'aile et e est l'épaisseur nominale de l'aile.
- 4.2.23 L'ingénieur responsable de la conception de la tour doit s'assurer que les critères de conception en matière de torsion et d'inclinaison de la tour permettent de limiter le mouvement des antennes sur la base des exigences du fabricant et des conditions qui prévalent sur place.
- 4.2.24 Les caractéristiques de conception de la tour doivent être clairement indiquées sur une plaque fixée en permanence à la base de la tour, et incluant, sans toutefois s'y limiter, le nom du fabricant, le numéro de projet de l'entrepreneur, l'année d'installation, le code de conception, la hauteur de la tour et les paramètres de résistance au vent et à la glace.
- 4.2.25 Une plaque doit être fixée à chaque hauban pour indiquer, sans y être limité, les dimensions du hauban, son type (BS, GS ou EHS) et les tensions initiales de calcul.

4.3 Antennes et lignes de transmission

- 4.3.1 Les spécifications d'antenne sont contenues dans l'EDT. Avant la conception définitive, l'entrepreneur doit vérifier tous les renseignements relatifs aux antennes, y compris le fabricant, le type, la hauteur, l'azimut, les lignes, etc. Avant de mettre en œuvre la conception définitive, l'entrepreneur doit obtenir une confirmation écrite de la GRC.
- 4.3.2 Tous les azimuts d'antenne sont mesurés à partir du nord vrai.
- 4.3.3 Les tours doivent être conçues de manière à permettre toutes les orientations azimutales des antennes. L'azimut définitif sera déterminé par le maître de l'ouvrage.
- 4.3.4 Seules les montures initiales doivent être fournies et installées en vertu du présent marché.
- 4.3.5 L'ensemble des futurs dispositifs anti-givrage, antennes, lignes et montures doit être incorporé à la conception de la tour. Seules les lignes et les antennes « initiales » doivent être fournies et installées en vertu du présent marché.
- 4.3.6 L'entrepreneur est responsable de l'installation de tous les systèmes conformément aux recommandations du fabricant. Toute la quincaillerie d'interface antenne-tour qui n'est pas normalement fournie par les fabricants d'antenne relève de la responsabilité de l'entrepreneur retenu pour la construction de la tour. Il incombe à l'entrepreneur de déterminer le matériel additionnel requis en vue du montage des antennes sur la tour. Ce matériel doit inclure la totalité des entretoises d'antenne, des montures, des accessoires spéciaux, des boulons, etc. L'entrepreneur doit faire la liaison avec les fabricants ou les fournisseurs d'antennes afin d'obtenir l'information nécessaire à une conception appropriée des composants de l'interface de montage.
- 4.3.7 L'entrepreneur est responsable de l'achat et de l'installation de l'ensemble des lignes et des systèmes d'antenne, y compris les supports de ligne, les trusses de mise à la terre, les connecteurs, les poignées de levage, les tiges filetées et les autres articles de

- quincaillerie nécessaires. L'installation doit être conforme aux recommandations du fabricant.
- 4.3.8 Tous les supports de ligne de transmission doivent être en acier inoxydable robuste et être placés à la plus petite des distances suivantes, soit la distance recommandée par le fabricant ou une distance maximale de 1200 mm entre axes. Les supports boulonnés sont préférés à moins que la tour soit conçue pour des supports encliquetables.
- 4.3.9 Les supports à assemblage ne doivent pas être utilisés.
- 4.3.10 L'entrepreneur doit concevoir, fournir et installer les nouvelles montures pour toutes les antennes initiales de la GRC. Les montures d'antenne, la quincaillerie des montures et les supports de ligne doivent être en acier galvanisé à chaud ou inoxydable robuste. Les matériaux qui ont tendance à rouiller ou à se corroder ne sont pas acceptables.
- 4.3.11 L'entrepreneur doit fournir les dessins de conception pour toutes les montures initiales et futures prévues dans le cadre de la conception de la tour.
- 4.3.12 L'entrepreneur doit fournir la main-d'oeuvre nécessaire en vue de l'installation, de l'essai et de l'optimisation des antennes. L'entrepreneur doit coordonner tous les travaux de concert avec la GRC.
- 4.3.13 L'entrepreneur doit remplacer la totalité des lignes de transmission, des antennes, des supports et des autres composants qui se sont révélés être défectueux ou non conformes à la présente spécification à la suite de leur installation par l'entrepreneur ou en raison de l'absence d'une protection adéquate. Toutes les lignes présentant des infiltrations d'humidité doivent être remplacées par l'entrepreneur à ses frais.
- 4.3.14 Il incombe à l'entrepreneur de vérifier tout le matériel par rapport à la nomenclature, et de protéger le matériel jusqu'à son installation et son acceptation par le maître de l'ouvrage.
- 4.3.15 Les niveaux d'antenne sont mesurés du niveau du sol à l'axe de l'antenne. Les écarts supérieurs à $\pm 0,5$ m par rapport à ces axes de rayonnement doivent être signalés à l'ingénieur.
- 4.3.16 Toutes les antennes doivent être installées à l'axe de rayonnement spécifié, à moins que le maître de l'ouvrage en décide autrement.
- 4.3.17 L'entrepreneur doit assembler les nouveaux systèmes d'antennes fournis en emballages par le fabricant. L'entrepreneur doit fournir tous les outils, les plates-formes ou les surfaces de travail, les cales et les autres pièces d'équipement nécessaires pour assembler et installer les antennes, les lignes de transmission, les supports, les câbles et les canalisations. Tout entreposage sur place sera la responsabilité de l'entrepreneur.
- 4.3.18 L'assemblage et l'installation des antennes doivent être effectués conformément aux instructions du fabricant et aux normes acceptables de l'industrie. Les antennes et les composants d'antenne endommagés accidentellement avant leur pleine acceptation par le

maître de l'ouvrage doivent être remplacés aux frais de l'entrepreneur. Le remplacement doit être effectué de façon à ne pas retarder l'achèvement du projet.

- 4.3.19 L'entrepreneur doit installer les antennes de façon que le bas de l'antenne soit plus élevé que la flèche inférieure d'une monture à flèche double. Les antennes ne doivent pas être montées avant d'être levées en place.
- 4.3.20 Une poignée de levage doit être installée et utilisée pour faciliter l'installation des lignes de transmission, conformément aux recommandations du fabricant. La poignée de levage doit être raccordée à la tour une fois la mise en place de la ligne terminée. Le raccordement doit être fait au moyen d'un raccord galvanisé approprié. Les raccordements peuvent être faits au moyen d'éléments secondaires, comme des supports de ligne de transmission, des éléments horizontaux redondants, des composants de monture d'antenne ou des éléments primaires, lorsque la conception prévoit un tel raccordement.
- 4.3.21 L'installation des lignes de transmission doit être conforme aux recommandations du fabricant et aux meilleures normes de l'industrie.
- 4.3.22 Les lignes de transmission ne doivent pas être installées du côté supérieur des flèches horizontales, où elles peuvent être endommagées par les travailleurs qui travaillent aux antennes.
- 4.3.23 Les supports de lignes de transmission doivent être installés conformément aux recommandations du fabricant.
- 4.3.24 L'exigence de diversité minimale est de trois mètres pour les antennes du même secteur et de deux mètres pour les antennes dans des secteurs différents, plus une séparation verticale d'un mètre.
- 4.3.25 Les lignes de transmission doivent être équipées de plaques signalétiques permanentes placées à la base de la tour. Ces plaques doivent indiquer clairement le type de ligne, les antennes, l'azimut des antennes, etc.
- 4.3.26 L'entrepreneur doit aider les techniciens de la GRC à effectuer les balayages d'antenne.
- 4.4 Mise à la terre des lignes de transmission**
- 4.4.1 Toutes les lignes de transmission doivent être mises à la terre conformément aux recommandations de la CSA et du fabricant.
- 4.4.2 Les trousse de mise à la terre doivent être constituées de conducteurs en cuivre massif non torsadés et doivent respecter ou dépasser les exigences du fabricant des lignes de transmission.
- 4.4.3 L'entrepreneur doit fournir une barre de mise à la terre en cuivre au haut et à la base de la tour, à environ 500 mm au-dessus du pont de guide d'ondes. Le conducteur principal de mise à la terre doit être raccordé à cette barre de mise à la terre en cuivre.

- 4.4.4 Tous les ensembles de mise à la terre requis doivent être raccordés aux barres du haut, du bas et du pont de guide d'ondes. Les ensembles de mise à la terre peuvent à la place être raccordés au conducteur principal de mise à la terre lorsqu'une connexion avec les barres fournies ne peut pas être réalisée.
- 4.4.5 Le conducteur principal de mise à la terre de la tour doit être raccordé aux barres placées à la base et au haut de la tour.
- 4.4.6 L'espacement maximal des trusses de mise à la terre est de 60,0 m ou comme il est spécifié par le fabricant de lignes de transmission.
- 4.4.7 Le point de connexion sur le conducteur principal de mise à la terre ou la tour doit être plus bas que le point de connexion sur la ligne de transmission. L'ensemble de mise à la terre doit être placé à un maximum de 3,0 m au-dessus de la première connexion à la tour ou de 3,0 m sous le point de fixation de l'antenne à la tour à moins que la conception de la tour l'interdise. Dans ce cas, l'expert-conseil doit être avisé et une solution doit être suggérée.

4.5 Matériaux

- 4.5.1 La préférence doit être accordée à l'utilisation d'aciers de charpente présentant une résistance améliorée à la rupture brutale. L'acier modifié A36 n'est pas acceptable. Tous les matériaux à utiliser dans la tour doivent être des matériaux neufs conformes aux exigences de la norme CSA S37 13.
- 4.5.2 L'utilisation de sections de matériau de moins de 5 mm d'épaisseur pour les éléments de charpente primaires et secondaires n'est pas permise. Des sections servant à la fixation ou au support d'installations auxiliaires peuvent être permises sous réserve d'une évaluation par l'expert-conseil et de la soumission des calculs détaillés par l'ingénieur concepteur.
- 4.5.3 Les sections creuses ne sont pas permises pour les éléments de charpente primaires et secondaires, lesquels incluent les montants de tour, les éléments horizontaux et les éléments diagonaux.
- 4.5.4 Deux copies des certificats d'essais en usine pour chaque lot d'acier reçu de l'usine par l'entrepreneur doivent être transmises à l'expert-conseil. Ces certificats doivent consigner les résultats des essais indiquant la limite pratique d'élasticité, la résistance à la traction ultime, le pourcentage d'allongement et la composition chimique.
- 4.5.5 Les essais mécaniques doivent être effectués conformément aux méthodes décrites dans la norme ASTM A370, intitulée « Methods and Definitions for Mechanical Testing Steel Products ». L'entrepreneur doit faire parvenir les certificats des résultats d'essai au maître de l'ouvrage au moins deux (2) semaines avant le début de la fabrication des structures incorporant le matériau en cause.
- 4.5.6 Tous les haubans doivent être des câbles toronnés 1x7 pour pont de longueur continue, de nuance 180 ou EHS, à moins d'indication contraire sur les dessins. Toutes les caractéristiques des haubans doivent être clairement indiquées sur les dessins de

conception et les câbles doivent être fabriqués en Amérique du Nord. Chaque extrémité de câble doit être équipée d'une bride à oreilles, d'une bride de serrage en acier inoxydable ou d'autres mécanismes ou procédés approuvés afin qu'elle ne s'ouvre pas en éventail ni ne devienne un danger ou un problème d'entretien.

4.6 Assemblages

- 4.6.1 Les assemblages effectués en atelier peuvent être boulonnés ou soudés. Tous les assemblages effectués sur place doivent être boulonnés.
- 4.6.2 Tous les assemblages soudés doivent être effectués conformément à la norme CSA W59.1. Utiliser seulement des électrodes à faible teneur en hydrogène ou des procédés de type équivalent. La conception de toutes les soudures doit être clairement indiquée sur les dessins de conception.
- 4.6.3 Exécuter tous les assemblages boulonnés au moyen de boulons haute résistance conformes à la norme ASTM A325. Placer une rondelle durcie sous l'élément de boulon (tête ou écrou) qui est tourné pour serrer le boulon.
- 4.6.4 Bien serrer tous les boulons au moyen de la méthode des tours d'écrou, de la façon indiquée dans la norme CSA S16.1-94. Lorsque tous les boulons d'un assemblage sont bien serrés, la tension des boulons ne doit pas être inférieure à la valeur montrée dans le tableau suivant.

Diamètre des boulons		Tension min.*
Pouces	mm	kN [kip]
2	--	53 [12]
5/8	--	85 [19]
--	16	91
¾	--	125 [28]
--	20	142
7/8	--	174
--	22	176
--	24	205

**Égale à 70 % de la résistance à la traction minimale indiquée dans la norme ASTM appropriée, convertie arithmétiquement s'il y a lieu et arrondie au kilonewton le plus proche.*

- 4.6.5 Des clés mécaniques peuvent être utilisées pour aider à la pose des boulons, à condition qu'elles soient du type réglable s'arrêtant lorsque les boulons sont bien serrés.
- 4.6.6 Une fois la tour terminée, vérifier tous les assemblages boulonnés, y compris ceux sur des ouvrages en métal divers, et resserrer tous les boulons lâches. Prendre soin de ne pas

effectuer des rotations additionnelles de l'élément tourné sur les boulons serrés adéquatement. Tous les écrous ou les boulons endommagés doivent être remplacés.

- 4.6.7 Les assemblages à boulon unique, à la fin d'un élément de charpente ou à un support intermédiaire, ne doivent pas être considérés comme offrant une restriction à la rotation.
- 4.6.8 Un assemblage à boulons multiples doit être considéré comme offrant une restriction à la rotation lorsque l'assemblage est un élément capable restreindre la rotation dans le plan requis.
- 4.6.9 Lorsqu'un élément de renforcement est raccordé à un élément de montant par l'entremise d'un gousset et d'un assemblage à boulons multiples, l'élément de renforcement peut être considéré comme étant limité dans le plan de la plaque au milieu de l'assemblage. Un gousset ne doit être considéré comme offrant une restriction transversalement au plan de la plaque.
- 4.6.10 Lorsqu'une analyse ou des essais montrent qu'un détail spécifique fournit une restriction différente des exigences susmentionnées, le rapport d'élançement efficace peut être ajusté en conséquence.
- 4.6.11 La résistance pondérée de l'élément et de son assemblage en traction ne doit pas être inférieure à un tiers de la résistance à la compression pondérée calculée, à moins que la force d'érection et toutes les autres forces aient été considérées.
- 4.6.12 Lorsque la section filetée d'un boulon coupe un plan de cisaillement, la résistance au cisaillement pondérée du boulon doit être réduite d'un facteur de 0,7.
- 4.6.13 La résistance minimale d'une épissure ne doit pas être inférieure à la force de calcul maximale dans l'élément et doit, dans la mesure du possible, être égale à la résistance de calcul de l'élément. L'épissure doit fournir une rigidité suffisante pour assurer la continuité de l'élément.
- 4.6.14 Pour les épissures qui transfèrent la compression par appui, les surfaces de contact doivent être finies de façon à servir d'appui. L'épissure doit présenter une résistance à la traction minimale égale à la force de traction maximale, mais non inférieure à 33 % de la résistance à la compression de l'élément, sauf lorsque la force de calcul dans l'épissure est en compression seulement et qu'une valeur de tension inférieure peut être justifiée par une étude technique tenant compte des forces dynamiques et d'érection dans l'élément.
- 4.6.15 Pour les épissures en about, l'excentricité entre le milieu de l'élément et le milieu des plaques d'épissure doit être prise en compte dans la conception des plaques d'épissure et des groupes de boulons. Lorsque les forces de compression dominent, l'épissure doit être conçue de façon à développer la résistance à la compression de l'élément.
- 4.6.16 Pour les joints de semelle en traction, les effets de l'action d'arrachement doivent être considérés dans la conception des boulons et des parties jointives.

4.7 Qualité d'exécution

4.7.1 La qualité d'exécution et la finition de l'ensemble doivent être égales aux meilleures pratiques modernes pour cette catégorie de constructions. Tous les éléments doivent être conformes aux dessins, et être droits et bien alignés. Toutes les pièces semblables doivent être interchangeables.

4.7.2 Tous les trous percés doivent être placés avec précision afin que la structure puisse être érigée avec un minimum de « dérive ».

4.7.3 Les extrémités des éléments doivent être ébarbées au besoin pour faciliter l'assemblage.

4.7.4 Dans tout pliage ou tout refaçonnage de tout matériau, les méthodes utilisées doivent garantir que les propriétés physiques du matériau ne sont pas compromises.

4.8 Marquage

4.8.1 Un numéro doit identifier distinctement chaque élément. Chaque élément doit porter clairement son numéro afin de faciliter l'érection.

4.8.2 Toutes les pièces semblables doivent porter le même numéro.

4.9 Perçage

4.9.1 Le perçage doit être effectué au moyen de méthodes conçues pour assurer l'exactitude. Le centre de tout trou ne doit en aucun cas être déplacé de plus de 1,5 mm par rapport à la position montrée sur les dessins.

4.9.2 Il n'est pas permis de boucher ou souder des trous mal percés.

4.9.3 Les poinçons et les matrices doivent être bien aiguisés et droits, et tous les trous percés doivent être ronds, de la bonne grosseur, et exempts de bords rabattus et de bavures.

4.9.4 Le cas échéant, le perçage effectué sur des éléments pliés doit être effectué après le pliage pour éviter toute distortion des trous.

4.10 Soudage

4.10.1 Tout le soudage doit être effectué conformément à la plus récente révision de la norme CSA W59 et doit être exécuté par une compagnie de soudage pleinement approuvée par le Bureau canadien du soudage conformément aux exigences de la dernière révision de la norme CSA W47.

4.10.2 Le soudage sur le terrain n'est pas permis.

4.11 Manutention des matériaux

- 4.11.1 Les matériaux doivent être manutentionnés et entreposés dans l'usine et sur les lieux des travaux de telle manière qu'aucun dommage ne leur soit causé ni ne soit causé aux structures ou aux bâtiments existants.
- 4.11.2 L'entrepreneur doit prendre des précautions spéciales pour s'assurer que le revêtement galvanisé, l'apprêt ou la peinture ne sont pas endommagés pendant la manutention et l'érection des matériaux.
- 4.11.3 Il incombe à l'entrepreneur d'assurer l'entreposage des matériaux sur place.

4.12 Galvanisation

- 4.12.1 Tous les matériaux et les ferrures, y compris les boulons, les écrous et les rondelles, doivent être galvanisés à chaud conformément aux exigences de la norme CSA S37 13 et des normes qui sont spécifiées dans cette dernière. Le revêtement galvanisé appliqué aux éléments de charpente doit avoir une masse minimale de zinc de 610 g/m² (2,0 oz/pi²) équivalent à une épaisseur de 87 µm (3,40 mils). Le revêtement galvanisé appliqué aux boulons, aux écrous et aux attaches filetées doit avoir une masse minimale de zinc de 460 g/m² (1,5 oz/pi²) équivalant à une épaisseur de 65 µm (2,54 mils).
- 4.12.2 Tous les matériaux doivent avoir été complètement fabriqués avant la galvanisation. Aucune galvanisation n'est permise sur les assemblages après leur boulonnage. Aucun travail mécanique ou en atelier n'est permis après la galvanisation (à l'exception du taraudage des écrous).
- 4.12.3 Avant la galvanisation, l'acier doit être nettoyé à fond de la peinture, de la graisse, de la rouille, des écailles et des autres matières pouvant nuire à une adhérence appropriée du zinc sur l'acier.
- 4.12.4 Des essais d'uniformité des revêtements galvanisés et peints doivent être effectués de temps à autre sur un aussi grand nombre d'échantillons que le juge nécessaire le maître de l'ouvrage. Ces essais doivent être menés en entière conformité avec les exigences de la norme CSA S37 13, et l'entrepreneur doit en transmettre les résultats au maître de l'ouvrage. L'entrepreneur doit assumer tous les coûts associés à ces essais.
- 4.12.5 L'entrepreneur doit peindre sur le terrain tous les éléments de charpente de la tour dont le fini galvanisé a été égratigné ou éraflé pendant l'érection. Pour ce faire, il doit utiliser du Loctite Extend ou un équivalent approuvé. Trois couches doivent être appliquées aux éléments en acier dont le fini est légèrement endommagé conformément aux instructions imprimées du fabricant.

4.13 Peinture

- 4.13.1 Si le maître de l'ouvrage en fait la demande, les tours doivent être peintes. À moins d'indication contraire, toutes les tours doivent être laissées telles quelles, et être pourvues d'un système d'éclairage blanc diurne et de lumières de signalement d'obstacle de couleur rouge pour la nuit afin de satisfaire aux exigences de la section n° 621.19 du Règlement de l'aviation canadien (RAC).

- 4.13.2 L'entrepreneur doit utiliser des solutions phosphatées chaudes ou froides formulées de façon appropriée pour enlever l'huile, la graisse et les autres salissures sur les surfaces galvanisées avant de les peindre.
- 4.13.3 L'apprêt au fer galvanisé DEVGUARD 4120 ou un équivalent approuvé constituent des apprêts appropriés. La couche d'apprêt doit présenter une épaisseur du feuil sec d'au moins 1,5 mil.
- 4.13.4 La couche de finition doit être une couche unique d'émail à base de résines alkydes pouvant être appliquée à une épaisseur du feuil sec d'au moins 2,25 mils. Les couleurs de l'émail doivent être Orange international et Blanc. La peinture DEVGUARD 4308 est une peinture alkyde appropriée. Toutes les peintures doivent satisfaire aux exigences de tenue de l'ASTM en ce qui a trait à la résistance à l'abrasion, à la dureté au crayon, à la flexibilité et à la résistance aux chlorures.
- 4.13.5 Toute la peinture doit être appliquée dans des conditions de travail en atelier contrôlées conformément aux recommandations du fabricant. La peinture doit être appliquée uniformément, et être exempte de marques de pinceau, de taches et de défauts.
- 4.13.6 Aucun peinturage ne doit être effectué lorsque la température est inférieure à 10 °C et/ou que l'humidité est supérieure à 50 %. Aucun peinturage ne doit être effectué lorsque le métal de la tour est suffisamment chaud pour causer des boursoufflures dans la peinture et produire un revêtement poreux. Aucune couche de peinture ne doit être appliquée avant que la couche précédente soit bien sèche conformément aux recommandations du fabricant. Toute zone endommagée pendant le transport ou l'érection doit être nettoyée et retouchée à l'aide d'un nouvel apprêt et/ou d'une nouvelle peinture, selon le cas, conformément aux recommandations du fabricant.
- 4.13.7 L'entrepreneur sera responsable des dommages causés aux biens du maître de l'ouvrage ou d'autres personnes par la peinture au pistolet ou les dégoulinures de peinture.
- 4.13.8 L'entrepreneur doit garantir tous les travaux de peinture pendant une période d'au moins trois ans. Tout endommagement de la peinture causé par les conditions environnementales existant sur le site doit être réparé par l'entrepreneur sans frais pour le maître de l'ouvrage et d'une manière approuvée par ce dernier.

4.14 Érection

- 4.14.1 Seul du personnel qualifié et expérimenté doit être utilisé pour l'érection des tours de la GRC. L'entrepreneur doit être prêt à fournir les c.v. du personnel du projet.
- 4.14.2 La tour doit être érigée d'une manière qui ne causera pas le pliage, l'éraflure, la distorsion ou un autre endommagement des composants galvanisés.
- 4.14.3 L'entrepreneur ne doit pas utiliser de masses en fer pour clouer ou enfoncer les éléments. Tout le clouage doit être effectué au moyen de maillets en bois, ou de marteaux faits de plastique, de plomb ou d'un autre matériau mou.

- 4.14.4 Tous les problèmes d'assemblage présentés par les matériaux doivent être signalés au maître de l'ouvrage.
- 4.14.5 Une fois l'érection terminée, la tour doit être inspectée par l'entrepreneur à la recherche de signes d'endommagement des éléments. Tout article endommagé ou manquant, y compris les écrous, les boulons, etc., doit être remplacé.
- 4.14.6 L'entrepreneur doit s'assurer qu'aucun élément de la tour n'est soumis à un effort excessif pendant l'érection. Tous les éléments endommagés pendant l'érection doivent être remplacés. L'entrepreneur sera responsable de tous les dommages causés aux ouvrages d'autres entrepreneurs, ainsi qu'aux structures ou aux biens adjacents pendant l'érection.
- 4.14.7 Une fois l'érection de la tour terminée, les haubans doivent être réglés à +15 % et -5 % de leur tension initiale spécifiée, de sorte qu'à une vitesse du vent de 15 km/h, l'écart de verticalité entre deux niveaux sur la structure ne dépasse pas 1 sur 500.
- 4.14.8 La tension des haubans doit être réglée à moins de +15 % et -5 % de la valeur de calcul stipulée indiquée dans les dessins de conception. Les calculs de tension doivent tenir compte de la température ambiante au moment du réglage. L'emplacement des ancrages par rapport à la base de la tour doit être pleinement pris en considération dans le calcul de la tension des haubans. Il incombe à l'entrepreneur d'obtenir les mesures exactes des différences de niveau entre la base de la tour et les ancrages des haubans.
- 4.14.9 La tour, après son érection, doit être exempte de torsions et de déviations visibles. L'entrepreneur doit utiliser un processus à trois itérations pour effectuer le réglage final de l'alignement vertical et de la torsion.

4.15 Acier d'armature

- 4.15.1 Ne pas couper sur place, plier ni déplacer les éléments d'armature pour permettre la mise en place des assemblages soudés ou des boulons d'ancrage avant ou après la mise en place du béton, à moins qu'une approbation en ce sens ait été accordée par l'ingénieur.
- 4.15.2 Débarrasser l'armature des écailles, de la saleté ou des autres revêtements qui détruiraient ou réduiraient l'adhérence. Rejeter les barres qui présentent des torsions ou des coudes non montrés sur les dessins. Nettoyer à fond tous les coffrages avant l'installation de l'armature.

4.16 Scellement des plaques de base

- 4.16.1 Pour les plaques de base, utiliser du coulis, de type mélange sec, anti-retrait et prémélangé In-Pact fabriqué par C.C. Chemicals Ltd. ou un équivalent approuvé. Tout le coulis doit être mis en place conformément aux instructions du fabricant. Les bords du coulis doivent être réduits progressivement à 45°, pour une transition nette entre les plaques de base et les socles en béton.

4.17 Installations auxiliaires

4.17.1 Généralités

Les installations ci-dessous doivent être considérées comme faisant partie intégrante du marché de la tour, et doivent être conçues, fournies et érigées en conséquence. L'entrepreneur doit prendre soin, dans le montage de ces installations auxiliaires, que les éléments de charpente de la tour ne sont pas affaiblis par le perçage de trous ou de toute autre façon.

4.17.2 Échelle

La tour doit être équipée d'une échelle avec garde-corps de sécurité approuvé par la CSA. Les échelles doivent être boulonnées à la tour et être conformes à la version la plus récente de la norme CSA S37 13. Les échelles intégrées sont acceptables pour toutes les tours soudées. L'échelle doit être placée de façon que l'on obtienne un cercle de montée sécuritaire d'au moins 660 mm.

Les crochets d'ascension ne sont pas acceptables.

4.18 Plates-formes d'aire de travail

4.18.1 Il ne sera pas nécessaire de fournir des plates-formes d'aire de travail au niveau des feux de signallement d'obstacle et des antennes à moins que ces plates-formes soient justifiées par la norme CSA S37 13.

4.19 Accès aux feux de signallement d'obstacle

4.19.1 La conception de la tour doit permettre un accès sûr en vue de l'entretien et de la réparation des feux de signallement d'obstacle. Lorsque les feux de la tour sont placés à plus de 100 cm d'une échelle, un moyen d'accès et un support appropriés doivent être fournis pour les tours tant haubanées qu'autoportantes. Le moyen d'accès aux lumières de signallement d'obstacle doit inclure un système anti-chute approprié approuvé par le maître de l'ouvrage.

4.20 Montures d'antenne

4.20.1 Des montures appropriées doivent être fournies en vue du montage des antennes initiales sur la tour. L'entrepreneur doit s'assurer que ces montures présentent une résistance et une rigidité adéquates, et qu'elles satisfont aux exigences du fabricant. Les montures pour les antennes futures ne sont pas incluses dans les travaux à exécuter. Toutes les montures doivent être conçues de manière à faciliter les conditions de charge sur place.

4.20.2 Les montures multi-points et les flèches doivent être conçues de manière à soutenir toutes les antennes et les lignes prévues en vertu des conditions de charge de calcul.

4.20.3 Les montures multi-points et les flèches doivent également être conçues de façon à soutenir le poids du personnel d'entretien qui peut se trouver à leur extrémité. Aux fins de

la conception, l'on doit supposer que la monture multi-points et son assemblage peuvent supporter une charge minimale de 500 lb appliquée à l'extrémité de la monture, en plus de l'antenne et des lignes de transmission, dans des conditions de charge de calcul.

4.21 Supports de lignes de transmission

- 4.21.1 Des supports doivent être fournis pour soutenir les lignes de transmission au niveau de toutes les antennes.
- 4.21.2 Les lignes doivent être supportées et retenues en leur centre conformément aux exigences du fabricant, et les montures doivent être installées sur la face extérieure de la tour. L'espace maximal entre les supports doit être conforme aux recommandations du fabricant basées sur les surcharges environnementales spécifiques au site, mais les supports doivent être installés de façon à ne pas gêner l'ascension de la tour. L'espace maximal entre les supports doit être approuvé par le maître de l'ouvrage ou son représentant.
- 4.21.3 Tous les parcours horizontaux des lignes de transmission doivent être protégés contre les chutes de glace d'une manière approuvée par l'ingénieur.

4.22 Protection contre la glace

- 4.22.1 Trois étriers filetés doivent être espacés de 300 mm, directement au-dessus de la connexion de mise à la terre, et des marqueurs doivent être placés sur chaque hauban.
- 4.22.2 Des dispositifs anti-givrage doivent protéger tous les feux de signalisation d'obstacle.
- 4.22.3 Toutes les antennes sous l'antenne supérieure doivent être protégées par des dispositifs anti-givre. La conception des garde-glace pour les antennes doit incorporer les caractéristiques suivantes.
- i. L'installation et l'enlèvement de l'antenne ne doivent pas être gênés ou, si ce n'est pas possible, l'auvent doit pouvoir supporter le poids de l'antenne et de tout matériel nécessaire à son hissage en place.
 - ii. La réorientation future de l'antenne ne doit pas être entravée.
 - iii. La totalité de la surface supérieure exposée de l'antenne doit être protégée.
 - iv. Le garde-glace doit être conçu pour supporter une surcharge de 1,95 kPa et des charges dues au vent spécifiques au site.
 - v. Un contreventement par entretoises doit être utilisé pour la construction des garde-glace. Des supports de câbles ne sont pas acceptables.
 - vi. Les garde-glace doivent présenter une face supérieure en pente permettant d'éloigner de la tour la glace qui tombe.

4.23 Tendeurs et manilles

- 4.23.1 Les tendeurs et les manilles doivent être de marque Crosby et faits d'acier conforme à la norme AISI 1035 traité thermiquement et galvanisé à chaud conformément aux exigences de la version la plus récente de la norme CSA S37-13. La longueur minimale des

tendeurs doit être de 457 mm. La conception de la tour doit assurer une parfaite articulation aux extrémités ancrage et tour de chaque hauban.

- 4.23.2 Installer tous les tendeurs de façon à fournir une reprise minimale de 250 mm en vue d'un réglage futur. Fournir un dispositif de verrouillage pour chaque tendeur. Ce dispositif doit être constitué d'un câble recouvert de vinyle ou un équivalent approuvé.

4.24 Attache-câbles

- 4.24.1 Les attache-câbles doivent être dimensionnés de manière à fournir un réglage minimal de 1220 mm. Ils doivent être installés de façon à fournir une reprise minimale de 760 mm en vue du réglage futur et doivent être faits d'acier traité thermiquement.

4.25 Pont de guide d'ondes

- 4.25.1 Le pont de guide d'ondes doit être fourni et installé conformément aux dessins de conception approuvés. Le pont de guide d'ondes doit protéger les lignes de transmission en tout temps.

- 4.25.2 Le pont de guide d'ondes doit être indépendant de la structure de la tour ou du bâtiment, et ne pas être relié directement à ceux-ci. Le pont doit être soutenu par un minimum de deux poteaux.

- 4.25.3 Le pont de guide d'ondes doit être conçu de manière à recevoir tous les guides d'ondes, les câbles et les canalisations initiaux et futurs. Le guide d'ondes doit reposer sur des porte-câbles raccordés à un système de soutien de style trapézoïdal fait d'une tige filetée en acier inoxydable ou de supports galvanisés, et de deux niveaux de cornières trapézoïdales horizontales, et élevé de façon à rentrer directement dans la fenêtre du guide d'ondes.

- 4.25.4 L'entrepreneur doit fournir une rallonge de plaque réglable appropriée pour le pont afin de protéger les lignes entre le pont et le bâtiment, ainsi qu'entre le pont et la tour. Cette plaque doit diminuer à la pleine largeur de la fenêtre ou de l'échelle du guide d'ondes, sur la tour.

- 4.25.5 Les poteaux de guide d'ondes doivent présenter des oreilles de 100 cm sur 100 cm à leur base, pour faciliter le raccordement du système de mise à la terre. Les oreilles doivent permettre le raccordement exothermique du système.

- 4.25.6 L'utilisation de sections Unistrut ou Cantruss pour le pont de guide d'ondes n'est pas acceptable.

4.26 Dispositif empêchant l'escalade

- 4.26.1 Au besoin, les tours autoportantes et les tours haubanées doivent être équipées d'un dispositif empêchant l'escalade qui prévient un accès non autorisé à la structure. Les dessins détaillés doivent être approuvés par l'expert-conseil.

- 4.26.2 Le dispositif de type panneaux doit être constitué de deux panneaux en acier galvanisé continu de calibre 11 ou 12 (3,13mm<X<4,67mm) boulonnés au ras de la structure au moyen de ferrures à tête arrondie ne pouvant pas servir de marches ou de prises. Les panneaux doivent avoir une hauteur minimale de 10 pi et leur bord inférieur doit être placé aussi près que possible de la base de la tour, ne laissant pas plus de 10 po d'espace entre la base de la tour et le bas des panneaux. Ce dispositif doit être utilisé lorsque l'accès doit être empêché de l'intérieur et de l'extérieur de la tour.
- 4.26.3 Les bords exposés du dispositif doivent être ourlés.
- 4.26.4 L'utilisation de fils barbelés et de treillis métallique n'est pas permise dans ce dispositif.
- 4.26.5 Pour les tours autoportantes, le dispositif empêchant l'escalade doit au moins prévenir l'accès à l'échelle. La conception du dispositif, tant pour les tours autoportantes que pour les tours haubanées, doit également inclure le type de support suspendu utilisé de chaque côté de l'échelle ou de la face de la tour.
- 4.26.6 Le dispositif empêchant l'escalade de type plate-forme doit inclure la charpente métallique nécessaire pour fournir une plate-forme de travail tout en soutenant un caillebotis à claire-voie. La plate-forme doit être pourvue d'une trappe ou d'une porte facile à ouvrir permettant l'accès à la structure à partir de l'échelle.

4.27 Dispositif de sécurité anti-chute

- 4.27.1 L'entrepreneur doit concevoir, fournir et installer un parapet de sécurité anti-chute approuvé par la CSA, et satisfaisant aux exigences de la plus récente version des normes CSA Z259.1-1990 et CSA Z259.10-M1990. Les systèmes à câble ne sont pas acceptables.
- 4.27.2 La tour doit être équipée d'un garde-corps de sécurité anti-chute continu allant de la base à la pointe la plus élevée de la structure.
- 4.27.3 Le garde-corps anti-chute doit utiliser deux moufles approuvés par la CSA. Les moufles doivent être équipés de mousquetons de sécurité s'attachant à l'anneau en D d'un baudrier complet approuvé par la CSA.
- 4.27.4 Les systèmes anti-chute doivent inclure des roues entraîneuses et permettre l'accès aux antennes montées sur les flèches de la monture multi-points.
- 4.27.5 Les garde-corps anti-chute ne doivent pas se prolonger au-delà du sommet de la tour et doivent être équipés d'un boulon d'arrêt amovible à leur sommet.
- 4.27.6 Toute discontinuité d'un système anti-chute doit être clairement indiquée au moyen de panneaux approuvés par le maître de l'ouvrage et placés avant et après le point de discontinuité.

4.28 Panneaux de mise en garde

- 4.28.1 L'entrepreneur doit fournir et installer des panneaux de mise en garde à la base de chaque tour pour indiquer que seules des personnes qualifiées peuvent accéder à la tour. En outre, des panneaux d'avertissement doivent être installés au-dessus et en-dessous de chaque obstacle ou changement d'échelle.
- 4.28.2 Les panneaux à la base de la tour doivent mesurer 400 mm sur 400 mm et utiliser du lettrage noir sur un fond orange.
- 4.28.3 Les panneaux d'avertissement doivent mesurer 75 mm sur 200 mm et utiliser du lettrage noir sur un fond orange.
- 4.28.4 Les panneaux doivent être à l'épreuve des intempéries et ne pas se dégrader à la suite d'une exposition prolongée aux éléments.
- 4.28.5 Les panneaux doivent être montés à la base de la tour de manière à être bien vus des grimpeurs. Les panneaux ne doivent pas empêcher les personnes autorisées de grimper dans la tour :
- i. Le panneau en anglais doit se lire comme suit : « **Warning: Do Not Climb Tower Unless Equipped and Trained in Accordance with Labour Canada Regulations. PWGSC** ».
 - ii. Le panneau en français doit se lire comme suit : « **Attention : Ne montez pas dans la tour à moins de porter l'équipement et d'avoir reçu la formation prévus dans la réglementation canadienne du travail** ».
- 4.28.6 On trouvera des exemples de panneau à l'annexe A à titre indicatif seulement.

4.29 Démolition et enlèvement de la tour

- 4.29.1 Les travaux doivent inclure la démolition et l'enlèvement de la base de la tour, des ancrages de hauban, des fondations et du pont de guide d'ondes jusqu'à une distance de 300 mm sous le niveau du sol, à moins d'une approbation écrite contraire du maître de l'ouvrage.
- 4.29.2 Les travaux d'enlèvement incluent l'enlèvement de toutes les montures d'antenne, lignes de transmission, échelles, etc. Ces composants doivent être récupérés si le maître de l'ouvrage en fait la demande. Le cas échéant, la récupération doit être effectuée sans frais additionnels et les biens récupérés doivent être entreposés soigneusement sur le site.
- 4.29.3 Une flèche de levage doit être utilisée pour la démolition des tours, de façon à enlever une section à la fois et à éviter d'endommager les structures adjacentes et les bâtiments existants. D'autres méthodes doivent seulement être utilisées si elles sont approuvées par l'expert-conseil.
- 4.29.4 L'entrepreneur doit démanteler la tour existante et les composants connexes, et s'en débarrasser. Ces composants doivent inclure, sans toutefois y être nécessairement limités,

l'acier de la tour, les haubans, les montures d'antenne, les ancrages au-dessus du niveau du sol, le pont de guide d'ondes, les canalisations, les lumières, les échelles, etc.

- 4.29.5 La tour doit être démantelée d'une façon qui ne menace pas la nouvelle tour et ses antennes ni le bâtiment de l'émetteur. L'entrepreneur sera seul responsable de tous les dommages matériels résultant du démantèlement et de l'élimination de la tour existante. La protection du public est d'une importance primordiale.
- 4.29.6 L'entrepreneur doit fournir des détails suffisants au maître de l'ouvrage et à l'expert-conseil sur la méthode proposée de démantèlement des tours. Ces détails doivent inclure les mesures de protection des structures existantes sur les terrains adjacents et la protection du public. La méthode proposée sera étudiée par l'expert-conseil en ingénierie embauché par le maître de l'ouvrage avant le début des travaux, et doit inclure les croquis et les calculs demandés. Cet examen ne décharge pas l'entrepreneur de ses responsabilités relativement au processus de démantèlement.
- 4.29.7 L'entrepreneur doit fournir au maître de l'ouvrage un avis minimal de cinq (5) jours ouvrables l'informant du début du démantèlement de la tour.
- 4.29.8 L'entrepreneur doit éliminer le matériel d'une manière approuvée par écrit par le maître de l'ouvrage, et doit fournir de la documentation écrite sur l'endroit et la façon dont le matériel sera éliminé. Il n'est pas permis de se débarrasser du matériel sur le site. Les matériaux recyclables doivent être entreposés sur le site.
- 4.29.9 Les fondations doivent être démolies jusqu'à une profondeur minimale de 300 mm sous le niveau du sol, le cas échéant, et le site doit être laissé dans un état soigné. Les fondations posées sur de la roche doivent être enlevées jusqu'au niveau du sol. Un certain remblayage peut être requis pour restaurer le site lorsque les fondations sont enlevées à une profondeur sous le niveau du sol. Les coûts connexes doivent être inclus dans le prix de la soumission dans le cadre des travaux de démolition.
- 4.29.10 Aucun enlèvement ne peut commencer tant que les systèmes d'antennes ne sont pas installés sur la nouvelle tour. Une fois les antennes installées et rendues opérationnelles à la satisfaction du maître de l'ouvrage, les travaux d'enlèvement peuvent aller de l'avant.
- 4.29.11 Vérifier auprès du représentant du maître de l'ouvrage afin de confirmer quels composants doivent être récupérés.

Fin de la section

5.0 ÉLECTRICITÉ

5.1 Mise à la terre

- 5.1.1 Toutes les normes de mise à la masse et de mise à la terre seront conformes à la norme CSA S37-13.
- 5.1.2 L'entrepreneur est responsable de la fourniture, de l'installation et de l'essai d'un système de mise à la terre continu, permanent et complet pour le site, lequel système doit inclure la tour (mise à la terre continue dans la tour), la base de la tour, les haubans, le pont de guide d'ondes, les poteaux du pont de guide d'ondes, la clôture et l'abri pour l'équipement.
- 5.1.3 Pendant la construction et avant la pré-inspection, l'entrepreneur doit installer du ruban de mise en garde approprié sur tous les fils de mise à la terre à enfouir.
- 5.1.4 La conception de la mise à la terre doit être conforme à la norme de mise à la terre CSA S37-13, à moins que la topographie du site et les conditions du sol ou de la roche justifient une conception spéciale recommandée et élaborée par le maître de l'ouvrage.
- 5.1.5 Lorsqu'une nouvelle tour est construite sur un site existant, tous les nouveaux systèmes de mise à la terre doivent être mis à la masse avec le système de mise à la terre existant de la façon indiquée par la GRC.
- 5.1.6 L'entrepreneur doit fournir des anodes sacrificielles à chaque ancrage par gravité pour tenir compte des conditions du sol
- 5.1.7 Les piquets et les conducteurs de terre doivent être placés à une distance minimale de 1,5 m de la base de la tour et des fondations d'ancrage, et doivent être raccordés aux systèmes existants le cas échéant et conformément aux directives du maître de l'ouvrage.
- 5.1.8 Les piquets de terre qui ne peuvent pas être enfoncés verticalement doivent être placés dans un trou foré de 76 mm de diamètre, rempli d'un mélange de bentonite et d'eau. La méthode de mise en place du piquet de terre dans la bentonite est la suivante :
1. Forer un trou de 76 mm de diamètre dans la roche à 3 m de profondeur.
 2. Verser de l'eau dans le trou jusqu'au tiers de la hauteur.
 3. Insérer le piquet de terre.
 4. Ajouter en alternance de la poudre de bentonite et de l'eau dans le trou.
- 5.1.9 Tous les fils de terre doivent être des fils torsadés en cuivre n° 2/0. Le fil de cuivre exposé placé au-dessus du niveau du sol doit être du fil de cuivre revêtu de vinyle. Le conducteur de terre souterrain doit être nu et être enfoui dans la terre intacte au moins jusqu'à la profondeur de gel.
- 5.1.10 Le conducteur de raccordement au réseau de mise à la terre (conducteur principal de mise à la terre) doit être revêtu de vinyle non étamé et être raccordé à la tour au moyen de connecteurs approuvés.

- 5.1.11 Pour toutes les tours autoportantes, un conducteur en cuivre relié à chacun des montants doit être connecté à un piquet de terre. Un total de six piquets de terre doit être connecté à la couronne de mise à la terre de la base de la tour. La conception de la tour doit inclure des pattes de mise à la terre de 100 mm sur 100 mm sur tous les montants de la tour et tous les poteaux de guide d'ondes. Ces pattes de mise à la terre doivent convenir au raccordement des conducteurs de mise à la terre par soudage exothermique.
- 5.1.12 Toutes les tours haubanées doivent être mises à la terre au moyen de connexions aux montants et d'un fil de cuivre multibrin n° 2/0 allant de chacun des montants à un piquet de terre à la base de la tour. Les piquets de terre doivent être connectés à la couronne de mise à la terre de la base de la tour et un fil de terre en cuivre n° 2/0 doit aller de cette couronne aux couronnes de chacun des ancrages. La conception de la tour doit inclure des pattes de mise à la terre de 100 mm sur 100 mm sur tous les montants de la tour et tous les poteaux de guide d'ondes. Ces pattes doivent convenir au raccordement des conducteurs de mise à la terre par soudage exothermique.
- 5.1.13 L'entrepreneur retenu pour la construction de la tour doit raccorder la tour, les haubans et les poteaux de pont de guide d'ondes au système de terre comme suit :
- 1) à la tour par soudage exothermique sur les plaques ou les pattes de mise à la terre;
 - 2) aux haubans – au moyen de connecteurs Burndy KVSU, de façon que les réactions négatives de différents matériaux ne se produisent pas;
 - 3) par connexions de fil à fil sous terre – par soudage exothermique;
 - 4) du conducteur au piquet de terre par soudage exothermique;
 - 5) du conducteur au paratonnerre au moyen de connecteurs Burndy KSU;
 - 6) du fil au poteau de guide d'ondes par soudage exothermique;
 - 7) toutes les connexions doivent être faites conformément aux instructions du fabricant;
 - 8) tous les conducteurs exposés au-dessus du niveau du sol doivent être revêtus de vinyle.
- 5.1.13.1 Avant de faire un raccordement au système de terre, enlever la totalité de la peinture, des corps étrangers et des saletés.
- 5.1.14 Ligne de transmission et mise à la terre des antennes
- 5.1.14.1 Fournir et installer une longueur continue de conducteur en cuivre multibrin n° 2/0 sur la pleine longueur de la tour. Le conducteur de raccordement au réseau de mise à la terre doit être revêtu de néoprène et ne venir en contact avec aucun matériau créant une réaction entre des matériaux différents.
- 5.1.14.2 Attacher le conducteur de raccordement au réseau de mise à la terre à la tour au moyen de trous préperçés et de connecteurs approuvés.
- 5.1.14.3 Le conducteur de raccordement au réseau de mise à la terre doit être connecté au paratonnerre au sommet de la tour, au moyen de connecteurs Burndy approuvés ou l'équivalent.

- 5.1.14.4 Toutes les lignes de transmission doivent être mises à la terre au moyen d'ensembles de mise à la terre conformément aux instructions du fabricant. Tous les conducteurs de mise à la terre doivent comporter un minimum de deux trous.
- 5.1.14.5 Les lignes doivent être connectées à quatre endroits (au sommet, au milieu et à la base de la tour, et à proximité de l'entrée du bâtiment). Toutes les connexions doivent être réalisées conformément aux instructions du fabricant.
- 5.1.14.6 L'entrepreneur doit fournir des barres de cuivre approuvées au sommet et à la base de la tour, ainsi qu'en des points intermédiaires de façon qu'aucun intervalle ne mesure plus de 61,0 m. Cette barre doit être fixée solidement au conducteur de raccordement au réseau de mise à la terre.
- 5.1.14.7 L'entrepreneur doit au besoin fournir et installer une barre directement sous le port du guide d'ondes avec fixation appropriée à la couronne de mise à la terre.
- 5.1.16 Mise à la terre du bâtiment et de la clôture de l'enceinte
- 5.1.16.1 Au moins un poteau de clôture sur deux et les deux poteaux de grille doivent être connectés à la couronne de mise à la terre par soudage exothermique.
- 5.1.16.2 Un conducteur de mise à la terre flexible doit connecter la grille de l'enceinte de 2,0 m au portillon de 1,0 m.
- 5.1.16.3 L'entrepreneur doit s'assurer qu'aucune portion de la couronne de mise à la terre n'est endommagée par le raccordement des poteaux de clôture de l'enceinte.
- 5.1.17 Paratonnerre
- 5.1.17.1 Fournir et installer un système de paratonnerre au sommet de la tour afin d'assurer une protection adéquate contre la foudre à l'antenne supérieure (le paratonnerre doit se prolonger au-delà de toutes les antennes). Le conducteur de raccordement au réseau de mise à la terre doit être connecté au paratonnerre au moyen de connecteurs approuvés. Le système de paratonnerre doit être approuvé par le maître de l'ouvrage.
- 5.1.18 Mesure de la résistance de terre
- 5.1.18.1 L'entrepreneur doit soumettre au maître de l'ouvrage et à l'expert-conseil les mesures de résistivité du sol pour chaque site. Une méthode de mesure de la résistivité du sol au moyen de quatre piquets doit être appliquée, les quatre piquets étant espacés de 3,0 mètres entre axes dans du sol intact.
- 5.1.18.2 L'entrepreneur doit mesurer la résistance au sol pour tous les conducteurs de terre susmentionnés. Les lectures doivent être soumises à l'expert-conseil et au maître de l'ouvrage pour au moins les ancrages de la tour, les conducteurs de la base de la tour, les conducteurs de mise à la terre du bâtiment et de la clôture, ainsi que les conducteurs du pont de guide d'ondes, de la mise à la terre c.a. et de toutes les barres.

- 5.1.18.3 Des mesures de mise à la terre DOIVENT être prises au moyen de la méthode de la chute de potentiel, à l'aide d'un mégohmmètre approprié. Les résultats obtenus au moyen d'appareils portatifs ne seront pas acceptés.
- 5.1.18.4 Les mesures de résistance doivent être prises **AVANT** que l'alimentation c.a. soit connectée au système de terre, afin de ne pas tenir compte du potentiel de mise à la terre des lignes de transport d'électricité. Pour les sites existants de la GRC, les mesures de résistance de terre pour les nouvelles installations doivent être vérifiées avant la connexion au système de terre existant.
- 5.1.18.5 Ne pas procéder au remblayage avant que le maître de l'ouvrage/l'expert-conseil ait inspecté et approuvé tout le travail de mise à la terre en place. Donner un préavis de 48 heures au maître de l'ouvrage/à l'expert-conseil afin de faciliter la visite du site.

5.2 Éclairage et alimentation électrique

- 5.2.1 Il incombe à l'entrepreneur d'installer la boîte de commande de l'éclairage de la tour, aux sites existants de la GRC. Pour les nouveaux sites de la GRC, la boîte de commande doit être expédiée au gestionnaire de projet de la GRC en vue de son installation dans le nouvel abri de la GRC. Il incombe à l'entrepreneur d'installer la boîte de commande si celle-ci n'est pas installée par d'autres.
- 5.2.2 L'ensemble du système de câblage ainsi que les appareils d'éclairage doivent être du type étanche à l'eau, et utiliser des câbles COREFLEX (ou un équivalent approuvé) et de l'appareillage rigide avec des boîtes de jonction en fonte ou en aluminium.
- 5.2.3 L'ensemble du câblage doit être conforme aux exigences de la CSA, et du fil de type RA-90-40C doit être utilisé à la grandeur de l'installation. Le câblage doit être fourni et installé conformément au tableau suivant :

Hauteur (m)	Calibre	
	Câble principal	Câble de dérivation
0 à 91	12	14
91 à 137	10	14
137 à 183	8	14

- 5.2.4 Les fils doivent être acheminés à une boîte de jonction ou à un appareil d'éclairage de façon qu'à mesure que l'on monte dans la tour, les fils sortent de la boîte par le fond de celle-ci et entrent dans la boîte suivante à partir du dessus de la boîte ou de l'appareil d'éclairage.
- 5.2.5 L'éclairage de signalisation d'obstacle de la tour doit être câblé de façon que les lampes dans chaque appareil double soient d'un côté et de l'autre d'un circuit trifilaire.
- 5.2.6 Les feux de signalisation d'obstacle doivent être de type à DEL.
- 5.2.7 Des prises c.a. ne sont pas requises sur les tours.

5.2.8 Permis et éclairage temporaire

5.2.8.1 L'entrepreneur doit obtenir un permis d'installation électrique auprès de l'organisme approprié, et fournir au maître de l'ouvrage une preuve que l'installation d'éclairage a été inspectée et approuvée par ledit organisme.

5.2.8.2 L'entrepreneur doit prendre des arrangements en vue de la fourniture d'un éclairage temporaire de la tour en attendant l'acceptation officielle de la tour par le maître de l'ouvrage.

5.2.9 Protection contre la glace

5.2.9.1 L'entrepreneur doit installer une protection contre la glace pour l'ensemble des guides d'ondes, des luminaires et des composants du système d'éclairage qui sont exposés.

5.2.10 Fixation des câbles

5.2.10.1 L'entrepreneur doit bien fixer en place les câbles à des intervalles ne dépassant pas les recommandations du fabricant, pour un maximum de 1200 mm. Les câbles doivent être fixés à la tour au moyen d'attache-fils appropriés fabriqués à cette fin. L'utilisation d'attaches en métal ou en plastique, de fils ou de colliers de serrage Wraplock pour fixer les câbles est inacceptable.

5.2.10.2 Le câble ne doit pas être relié en parallèle avec des lignes de transmission RF et doit être physiquement séparé de telles lignes.

5.2.11 Dessins d'atelier

5.2.11.1 L'entrepreneur doit soumettre des dessins d'atelier montrant clairement tous les éléments du système d'éclairage.

5.2.12 Raccordement du câblage

5.2.12.1 L'entrepreneur doit assurer le raccordement du câblage à l'intérieur du bâtiment, dans un panneau fourni par lui. L'emplacement de ce panneau doit être conforme à la pratique pour les nouveaux bâtiments ou aux exigences de l'expert-conseil pour les bâtiments existants.

5.2.12.2 L'entrepreneur doit attacher les canalisations aux plafonds et aux murs afin d'éviter les conflits avec l'équipement existant. Toutes les canalisations doivent être installées de façon soignée.

5.2.13 Cellule photoélectrique et commandes

5.2.13.1 L'entrepreneur doit fournir le système d'éclairage, y compris la cellule photoélectrique et les commandes connexes (pour le système d'éclairage double ou rouge seulement).

- 5.2.13.2 Les détails de la cellule photoélectrique et des commandes doivent être soumis au maître de l'ouvrage et à l'expert-conseil pour approbation, avant l'installation. Tous les appareils doivent être conformes aux normes de la CSA.
- 5.2.13.3 Toutes les connexions à la source d'alimentation électrique sont la responsabilité de l'entrepreneur et doivent être réalisées par des électriciens qualifiés.
- 5.2.14 Système d'éclairage
- 5.2.14.1 Tous les systèmes d'éclairage de tour doivent utiliser des lampes à DEL et doivent satisfaire aux exigences de la section 621.19 du RAC.
- 5.2.14.2 Lorsque des balises sont exigées (en vertu de la section 621.19 du RAC ou d'une directive de Transports Canada ou de Nav Canada), les balises utilisées doivent être à intensité moyenne et à deux couleurs d'éclairage (blanc/rouge), et utiliser des lampes à DEL. Les systèmes doivent être complets et être conformes aux exigences de la section 621.19 du RAC.
- 5.2.14.3 Le système d'éclairage doit faire clignoter des lumières blanches le jour et passer au rouge la nuit.
- 5.2.14.4 Le système d'éclairage doit être accompagné d'une boîte de commande appropriée fournie par le fabricant en vue de permettre l'inclusion future d'un système à lumières rouges pour la nuit. On peut se procurer de telles boîtes auprès des fabricants sur demande spéciale.
- 5.2.14.5 Le système d'éclairage doit inclure un système auxiliaire lui permettant de fonctionner avec des lumières blanches le jour et rouges la nuit.
- 5.2.14.6 Les systèmes d'éclairage des tours ne doivent pas produire de bruit susceptible de perturber le fonctionnement de l'équipement radio installé sur le site.
- 5.2.14.7 Tous les appareils d'éclairage doivent convenir à une utilisation résidentielle.
- 5.2.14.8 Toutes les soumissions doivent contenir de l'information adéquate en vue de l'évaluation du système d'éclairage. Cette information doit inclure toutes les données techniques, les renseignements sur le système de commande, l'information sur une firme d'entretien locale, le tarif demandé pour le personnel d'entretien, les délais d'intervention, etc.
- 5.2.14.9 L'armoire de commande doit être placée à l'intérieur du bâtiment du maître de l'ouvrage. Tous les composants (cartes électroniques, condensateurs, transformateurs, etc.) doivent être placés dans l'armoire de commande. NE PAS installer l'armoire de commande de l'éclairage sur le même mur que le port de guide d'ondes.
- 5.2.14.10 Le système d'éclairage blanc au haut de la tour doit contenir seulement les tubes clignotants. Les transformateurs ou les condensateurs ne doivent pas être situés à cet endroit.

- 5.2.14.11 Les commandes d'éclairage doivent permettre un suivi constant du fonctionnement en modes diurne et nocturne, indiquer les défaillances de l'éclairage et déterminer l'emplacement des pannes.
- 5.2.14.12 Les alarmes doivent pouvoir être facilement intégrées au système de télémétrie de la GRC en vue de la surveillance à distance.
- 5.2.14.13 Le système d'alarme doit inclure un mode à sûreté intégrée permettant le fonctionnement du système en cas de défaillance le jour ou la nuit.

Fin de la section

APPENDICE A : Panneaux de mise en garde

