

DOCUMENTS D'APPEL D'OFFRES

SOUS-SECTION 6.44 STRUCTURES DE SIGNALISATION

TABLE DES MATIÈRES

	PAGE
SOUS-SECTION 6.44 STRUCTURES DE SIGNALISATION	1
6.44.1 GÉNÉRALITÉS.....	1
6.44.2 UNITÉS DE MESURE	1
6.44.3 NORMES DE RÉFÉRENCE.....	2
6.44.4 MATÉRIAUX	3
6.44.5 EXÉCUTION DES TRAVAUX.....	5
6.44.6 CONTRÔLE DE LA QUALITÉ	11
 ANNEXE 6.44-I : EXIGENCES POUR LE SERRAGE DES BOULONS	

SOUS-SECTION 6.44 STRUCTURES DE SIGNALISATION

6.44.1 GÉNÉRALITÉS

- 6.44.1.1 La présente sous-section décrit les exigences relatives aux travaux de structures de signalisation prévus au présent Contrat.
- 6.44.1.2 Les exigences particulières le cas échéant, concernant les travaux de structures de signalisation prévus au présent Contrat sont indiquées aux dessins et à la Section 4 *Conditions techniques particulières*.
- 6.44.1.3 Les exigences relatives aux aciers d'armature sont décrites à la sous-section 6.31 *Armatures pour le béton*.
- 6.44.1.4 Les exigences relatives aux coffrages sont décrites à la sous-section 6.32 *Coffrages*.
- 6.44.1.5 Les exigences relatives au béton coulé en place sont décrites à la sous-section 6.33 *Béton coulé en place*.
- 6.44.1.6 Les exigences relatives à l'acier sont décrites à la sous-section 6.41 *Travaux d'acier*.
- 6.44.1.7 Les exigences relatives à l'aluminium sont décrites à la sous-section 6.43 *Travaux d'aluminium*.
- 6.44.1.8 Les exigences relatives à la fabrication des bases de béton préfabriquées sont décrites à la sous-section 6.39 *Éléments de béton préfabriqués*.

6.44.2 UNITÉS DE MESURE

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

Unité de	Désignation	Symbole
aire	mètre carré	m ²
contrainte, pression	kilopascal	kPa
contrainte, pression	mégapascal	MPa
longueur	mètre	m
longueur	millimètre	mm
masse	kilogramme	kg
température	degré celsius	°C
volume	litre	L

6.44.3 NORMES DE RÉFÉRENCE

6.44.3.1 L'**Entrepreneur** doit exécuter tous les travaux de structures de signalisation conformément aux exigences des normes et documents suivants, auxquels s'ajoutent les prescriptions du présent Contrat :

6.44.3.2 (ACNOR(CSA)) Association canadienne de normalisation :

- CAN/CSA S6 *Code canadien sur le calcul des ponts routiers.*

6.44.3.3 (ASME) American Society of Mechanical Engineers :

- ASME B1.1-2003 *Unified Inch Screw Threads, (UN and UNR Thread Form).*

6.44.3.4 (ASTM) ASTM International :

- ASTM F593 *Standard Specification for Stainless Steel Bolts, Hex Cap Screws and Studs.*

6.44.3.5 (MTQ) Ministère des Transports du Québec :

- MTQ – *Cahier des charges et devis généraux (CCDG) – Construction et réparation ;*
- MTQ – *Normes – Ouvrages routiers – Tome III – Ouvrages d'art, chapitre 6 Structures de signalisation, d'éclairage et de signaux lumineux;*
- MTQ – *Normes – Ouvrages routiers – Tome V – Signalisation routière;*
- MTQ – *Normes – Ouvrages routiers – Tome VII – Matériaux, Chapitre 4 Liants et enrobés bitumineux :*
 - Norme 4301 *Traitements de surface;*
- MTQ – *Normes – Ouvrages routiers – Tome VII – Matériaux :*
 - Norme 5101 *Armature pour les ouvrages en béton;*
 - Norme 6201 *Boulons, tiges d'ancrages, écrous et rondelles en acier.*

6.44.4 MATÉRIAUX

6.44.4.1 BÉTON

6.44.4.1.1 Le béton doit être conforme aux exigences de la sous-section 6.33 *Béton coulé en place*.

6.44.4.1.2 Sauf indication contraire aux dessins, le béton du massif de fondation doit être du béton standard de 35 MPa. Le béton du massif d'ancrage doit être du même type que celui des éléments en béton armé de l'ouvrage d'art dans lequel il est intégré. Le béton pour coussin de support doit être du béton standard de 15 MPa.

6.44.4.2 ACIER D'ARMATURE

6.44.4.2.1 Les aciers d'armature, la galvanisation des armatures et les jonctions mécaniques des barres doivent être conformes à la sous-section 6.31 *Armature pour le béton*.

6.44.4.3 ACIER

6.44.4.3.1 L'acier de construction doit être conforme à la sous-section 6.41 *Travaux d'acier*.

6.44.4.3.2 La protection contre la corrosion des ouvrages métalliques doit être conforme aux exigences concernant la galvanisation à chaud et la peinture des sous-sections 6.41 *Travaux d'acier* et 6.42 *Travaux de peinture*.

6.44.4.3.3 Les structures doivent avoir une couleur uniforme sur toute leur surface. À défaut de se conformer à cette exigence, ces éléments doivent être recouverts d'une nouvelle couche de protection contre la corrosion.

6.44.4.4 ALUMINIUM

6.44.4.4.1 L'aluminium doit être conforme à la sous-section 6.43 *Travaux d'aluminium*.

6.44.4.4.2 À l'exception des structures de signalisation aérienne à section caisson en aluminium, les structures en aluminium doivent être composées d'éléments sans soudures longitudinales.

6.44.4.4.3 Lorsqu'une pièce est munie d'un manchon de renfort, la fabrication doit être telle que le manchon et la pièce renforcée sont bien solidaires.

6.44.4.4.4 Le fini des surfaces doit être uniforme et d'un poli brillant de type « 80 grit ». Les arêtes aiguës doivent être arrondies et les surfaces enduites de cire de silicone.

6.44.4.4.5 Les structures en aluminium doivent être débarrassées de toute poussière ou graisse.

6.44.4.5 ÉLÉMENTS D'ANCRAGE

6.44.4.5.1 Tiges d'ancrage, écrous et rondelles en acier

- 6.44.4.5.1.1 Les tiges d'ancrage, les écrous et les rondelles en acier inoxydable doivent être conformes à la norme 6201 du MTQ et à la norme ASTM F593. Lorsqu'un dispositif de rupture requiert l'utilisation d'une tige d'ancrage spéciale, celle-ci doit répondre aux exigences concernant ce dispositif.
- 6.44.4.5.1.2 Le filetage des tiges d'ancrage et des écrous doit être conforme à la norme ASME B1.1 et être de classe 1A ou 1B, selon le cas.
- 6.44.4.5.2 Boulons
- 6.44.4.5.2.1 Les boulons en U et les boulons de charpente utilisés pour les assemblages des structures de signalisation en aluminium doivent répondre aux exigences suivantes :
- 6.44.4.5.2.1.1 les boulons en U doivent avoir un diamètre métrique de 19 mm et être en acier inoxydable de type 304 ou 316;
- 6.44.4.5.2.1.2 les boulons de charpente doivent avoir un diamètre métrique de 19 mm et être en acier inoxydable de type 304 ou 316;
- 6.44.4.5.2.1.3 les boulons doivent être serrés conformément aux couples de serrage indiqués à l'Annexe 6.44-I *Exigences pour le serrage des boulons* de la présente sous-section.
- 6.44.4.5.3 Gaine d'insertion
- 6.44.4.5.3.1 La gaine d'insertion doit être conforme aux exigences indiquées aux dessins pour le dispositif de rupture qui la requiert.
- 6.44.4.5.4 Fiche
- 6.44.4.5.4.1 La fiche doit être conforme aux exigences indiquées aux dessins pour le dispositif de rupture qui la requiert.
- 6.44.4.5.5 Dispositif de rupture
- 6.44.4.5.5.1 Le dispositif de rupture inclut la base cédant sous l'impact, et, selon le type de structure indiqué aux dessins, le joint à articulation et l'attache friable.
- 6.44.4.5.5.2 L'**Entrepreneur** doit utiliser un support cédant sous l'impact inclus sur la liste des produits homologués du MTQ, s'il s'agit d'un support d'un des types suivants :
- 6.44.4.5.5.2.1 poteau monolithique planté directement dans le sol (structures L6X-1);
- 6.44.4.5.5.2.2 poteau assemblé à une fiche par emboîtement (structures L6X-2);
- 6.44.4.5.5.2.3 poteau assemblé à une fiche à l'aide d'un manchon (structures L6X-3);

- 6.44.4.5.5.2.4 poteau assemblé à une fiche à l'aide d'une base à plan de glissement (structures L6X-4);
- 6.44.4.5.5.2.5 caisson de sécurité;
- 6.44.4.5.5.2.6 caisson de service électrique;
- 6.44.4.5.5.2.7 système de coupleurs fragilisés pour structures de supersignalisation latérale (structures L2X);
- 6.44.4.5.5.2.8 système de coupleurs fragilisés pour structures d'éclairage.
- 6.44.4.5.5.3 Pour les supports cédant sous l'impact homologués, l'**Entrepreneur** doit satisfaire aux exigences de la présente sous-section ainsi qu'aux indications aux dessins.
- 6.44.4.5.6 Plaque d'identification
- 6.44.4.5.6.1 La plaque d'identification doit être fabriquée en alliage d'aluminium 3003-H14 de 0,8 mm d'épaisseur. Elle doit être traitée au chromate et recevoir ensuite une application d'émail thermodurcissant DURACRON, série 630, de couleur noire, avec lustre de 15% pour toutes les structures, sauf pour les massifs de tirage pour lesquels elle doit être de couleur rouge. La cuisson de l'émail doit s'effectuer à 232°C.

6.44.5 EXÉCUTION DES TRAVAUX

6.44.5.1 GÉNÉRALITÉS

- 6.44.5.1.1 Pour chacun des ouvrages, l'**Entrepreneur** doit respecter la localisation et les élévations indiquées aux dessins. L'**Entrepreneur** doit effectuer les relevés au chantier et obtenir l'autorisation de l'Ingénieur pour la localisation et les élévations des ouvrages avant l'exécution des travaux.
- 6.44.5.1.1.1 L'**Entrepreneur** doit s'assurer que les dimensions des nouveaux supports verticaux permettent le dégagement vertical minimal du panneau indiqué aux dessins, et ce, pour chacune des structures de signalisation à installer. Le dégagement vertical minimal est la distance comprise entre le dessous du panneau et le point le plus élevé de la chaussée sous-jacente.
- 6.44.5.1.2 La conception, la fabrication et l'installation des structures de signalisation doivent être conformes à la norme CAN/CSA S6.
- 6.44.5.1.3 L'**Entrepreneur** doit vérifier sur les lieux les installations existantes qu'il a à modifier ou qui peuvent contraindre l'exécution des travaux. Il doit, en outre, vérifier sur le chantier toutes les dimensions relatives aux portées et hauteurs exactes des structures aériennes et des autres supports. L'**Entrepreneur** ne peut réclamer aucun dommage découlant d'omissions ou d'erreurs dans les dimensions indiquées aux dessins.

- 6.44.5.1.4 Les informations apparaissant aux dessins servent de guide à l'**Entrepreneur**. Ce dernier a la responsabilité de soumettre des dessins d'atelier conformes aux ouvrages définitifs.
- 6.44.5.1.5 La présente sous-section ne contient pas nécessairement une description complète et détaillée de tous les accessoires nécessaires à l'exécution de ses travaux. En conséquence, l'**Entrepreneur** doit fournir et installer, conformément aux règles de l'art, tous les accessoires requis pour exécuter un travail complet répondant aux exigences de la présente sous-section.
- 6.44.5.1.6 La construction du massif de fondation ou du massif d'ancrage doit être exécutée conformément aux dessins et aux sous-sections 6.31 *Armatures pour le béton*, 6.32 *Coffrages*, 6.33 *Béton coulé en place* et 6.39 *Éléments de béton préfabriqués*.
- 6.44.5.1.7 La structure comprend l'ensemble de la charpente métallique, les éléments d'ancrage, les dispositifs de rupture et tous les accessoires.
- 6.44.5.1.8 L'**Entrepreneur** doit fournir à l'Ingénieur une note de calcul mentionnant les détails de conception ainsi que les détails relatifs au montage de la structure de support. La conception indiquée aux dessins est fournie à l'**Entrepreneur** à titre indicatif et la conception doit être validée et complétée par l'**Entrepreneur**. La note de calcul doit inclure les calculs de résistance mécanique et de résistance à la fatigue de la structure de support. La note de calcul et les documents montrant les détails de montage doivent être signés et scellés par un ingénieur, membre de l'Ordre des ingénieurs du Québec (OIQ). Les structures de signalisation fournies par l'**Entrepreneur** ne doivent pas avoir de réserve de capacité, sauf indication contraire aux dessins.
- 6.44.5.1.8.1 Une réserve de capacité structurale équivalente à la plus grande surface entre 10 m² ou 25% de la superficie totale des panneaux projetés doit être considérée lors de la conception des structures de supersignalisation aérienne ou latérale, afin de permettre l'ajout ou la modification future de panneaux sur lesdites structures.
- 6.44.5.1.9 Lorsque des dispositifs de rupture sont incorporés dans une structure fragilisée, les dessins d'atelier doivent également mentionner les informations pertinentes indiquées aux dessins.
- 6.44.5.1.10 La projection hors massif des éléments d'ancrage doit respecter les critères de projection hors sol du résidu d'un support cédant sous l'impact.
- 6.44.5.1.11 La conception et l'installation des structures doivent être conformes aux sous-sections 6.41 *Travaux d'acier* ou 6.43 *Travaux d'aluminium*, selon le cas.
- 6.44.5.1.12 Les conditions d'entreposage des matériaux doivent être conformes aux recommandations du fabricant.

6.44.5.2 ATTESTATION DE CONFORMITÉ

6.44.5.2.1 Pour chaque livraison de supports cédant sous l'impact, l'**Entrepreneur** doit fournir au **Propriétaire** une attestation de conformité contenant les informations suivantes :

6.44.5.2.1.1 le nom du fournisseur;

6.44.5.2.1.2 le nom du fabricant;

6.44.5.2.1.3 la date de fabrication;

6.44.5.2.1.4 le lieu de production;

6.44.5.2.1.5 l'identification des éléments homologués utilisés dans les structures à construire;

6.44.5.2.1.6 l'identification du marquage;

6.44.5.2.1.7 une attestation de la composition des matériaux servant à la fabrication des pièces;

6.44.5.2.1.8 les caractéristiques des pièces incluant, sans s'y limiter, les dimensions nominales, la nuance d'acier et l'alliage d'aluminium;

6.44.5.2.1.9 le numéro de coulée et les résultats des analyses et essais;

6.44.5.2.1.10 le numéro du lot de production.

6.44.5.3 ÉLÉMENTS DE FONDATION

6.44.5.3.1 Massif de fondation coulé en place

6.44.5.3.1.1 L'excavation et le remblayage doivent être exécutés conformément aux dessins et devis concernant l'excavation et la préparation de la fondation.

6.44.5.3.1.2 Le cas échéant, l'**Entrepreneur** doit mettre en place un coussin de support conformément aux dessins et à la sous-section 6.81 *Fondation et sous-fondation*.

6.44.5.3.1.3 La capacité portante du sol au fond de l'excavation doit être au minimum de 170 kPa. Dans le cas où cette condition n'est pas rencontrée, l'**Entrepreneur** doit mettre en place un coussin de support, conformément aux recommandations du laboratoire. La capacité portante du sol en place doit être déterminée par un laboratoire retenu et payé par l'**Entrepreneur**.

6.44.5.3.1.4 L'**Entrepreneur** doit réaliser l'assise du massif de fondation avec la précision requise pour assurer l'assemblage parfait des brides de raccord entre tous les éléments de la structure à installer.

- 6.44.5.3.1.5 Les éléments d'ancrage de la structure doivent être placés dans les coffrages à l'aide d'un gabarit avant que le béton ne soit mis en place. L'**Entrepreneur** doit s'assurer de la position des axes des supports verticaux à ancrer au massif de fondation ou au massif d'ancrage. Les gabarits utilisés pour l'installation des éléments d'ancrage doivent comporter des repères d'alignement pour assurer le parallélisme et la verticalité des poteaux, fûts et supports triangulés.
- 6.44.5.3.1.6 Dans le cas des portiques, les supports verticaux doivent être alignés et l'axe du support horizontal doit être perpendiculaire à l'axe de chacune des membrures verticales.
- 6.44.5.3.1.7 Le nivellement du dessus du massif de fondation et la projection hors massif des éléments d'ancrage doivent respecter les critères de projection hors sol du résidu du support cédant sous l'impact.
- 6.44.5.3.1.8 Pour les portiques de signalisation aérienne à simple portée, l'**Entrepreneur** doit s'assurer du nivellement du massif de fondation ou du massif d'ancrage de façon à ce que l'assise de la poutre triangulée ou de la poutre caisson soit au même niveau. Pour les poutres à double portée ou comptant un (1) ou deux (2) porte-à-faux, l'**Entrepreneur** doit prendre en compte les cambrures de la poutre et l'appui sur le support central pouvant se situer à un niveau différent des appuis sur les supports de rive.
- 6.44.5.3.2 Massif de fondation préfabriqué
- 6.44.5.3.2.1 L'**Entrepreneur** doit prendre toutes les mesures nécessaires afin de bien positionner les ancrages des structures de supersignalisation requis dans les massifs de supersignalisation préfabriqués. Avant l'installation, l'**Entrepreneur** doit, sans toutefois s'y limiter :
- 6.44.5.3.2.1.1 soumettre à l'Ingénieur pour examen sa méthode de fabrication du massif de fondation, le lieu de fabrication et démontrer qu'il est en mesure de contrôler tous les aspects pour atteindre la qualité exigée par le **Propriétaire**;
- 6.44.5.3.2.1.2 prévoir un mécanisme de levage et de transport n'utilisant pas les boulons permanents destinés à l'ancrage des structures. Aucun massif ne doit être déplacé si la résistance en compression du béton est inférieure à 20 MPa;
- 6.44.5.3.2.1.3 retirer tout système de levage installé sur le massif de fondation préfabriqué servant pour le transport. Ces systèmes doivent être retirés jusqu'à 25 mm sous la surface du béton et les trous résultants doivent être scellés à l'aide d'un mortier cimentaire après la mise en place des massifs au chantier conformément à la sous-section 6.33 *Béton coulé en place*.

- 6.44.5.3.3 Tumulus
- 6.44.5.3.3.1 Lorsqu'un tumulus est requis, il doit être réalisé conformément à la sous-section 6.87 *Terrassement* et aux indications aux dessins.
- 6.44.5.3.3.2 L'engazonnement sur les talus d'un tumulus et sur le terrain avoisinant doit être exécuté au moyen de plaques (P-1) conformément à la sous-section 6.88 *Aménagement paysager*.
- 6.44.5.3.4 Traitement de surface autour d'un massif de fondation
- 6.44.5.3.4.1 Lorsqu'un traitement de surface autour du massif de fondation est indiqué aux dessins, ce dernier doit être conforme à la norme 4301 du MTQ.
- 6.44.5.3.4.2 L'épandage et le compactage d'un granulat TS2 doivent être réalisés sur une épaisseur de 150 mm. Une émulsion de bitume compatible avec le granulat doit être épandue au taux de 1,40 L/m². Le granulat TS4 doit être épandu en surface au taux de 15 kg/m² et légèrement densifié.
- 6.44.5.4 STRUCTURE DE SIGNALISATION
- 6.44.5.4.1 Mise en œuvre
- 6.44.5.4.1.1 Les modules ou segments de la structure doivent être manipulés et placés à l'aide d'une grue, d'élingues et d'anneaux de levage. Le fabricant de la structure doit indiquer les points de levage permis. La manutention, le stockage et le transport de tous les éléments doivent être effectués de façon à éliminer les risques d'endommagement.
- 6.44.5.4.1.2 Sauf indication contraire aux dessins, les poteaux, les fûts et les supports verticaux triangulés doivent être placés à la verticale.
- 6.44.5.4.1.3 La structure doit être installée selon les exigences concernant la charpente métallique, et conformément aux dessins, aux dessins d'atelier et aux recommandations du fabricant.
- 6.44.5.4.1.4 L'**Entrepreneur** doit obtenir l'autorisation de l'Ingénieur avant de modifier ou de couper la structure au chantier. L'alésage des trous en chantier est interdit.
- 6.44.5.4.1.5 L'usage d'un outil électrique ou à percussion est interdit pour le serrage des boulons. Pour le serrage des boulons requérant un couple de serrage spécifique, l'**Entrepreneur** doit utiliser une clé dynamométrique calibrée adéquatement.
- 6.44.5.4.1.6 La plaque d'identification doit être fixée au moyen de rivets ou de vis à métal en acier inoxydable. L'identification doit se faire sur chaque support vertical et sur chaque segment d'une poutre triangulée, d'une poutre caisson, d'une potence ou autre support horizontal de la structure.
- 6.44.5.4.1.7 Le dispositif anti-vibrations doit être installé en permanence.

6.44.5.4.2 Soudure

6.44.5.4.2.1 Les soudures bout à bout et les soudures longitudinales sur une pièce en aluminium sont interdites.

6.44.5.4.2.2 Les assemblages soudés entre un poteau et une semelle d'ancrage doivent être réalisés en emboîtant le poteau dans la semelle d'ancrage et en effectuant deux (2) soudures d'angle périphériques. Dans le cas des assemblages en aluminium, un repoussage des parois du poteau doit être effectué contre le bord de la semelle d'ancrage. L'écart permis entre le poteau et le bord intérieur de la semelle d'ancrage est de 0,5 mm sur tout le pourtour. Ces assemblages peuvent également être réalisés par des soudures périphériques à pénétration complète avec une soudure d'angle comme surépaisseur de soudure sur préparation.

6.44.5.4.3 Prémontage en usine des joints boulonnés

6.44.5.4.3.1 Les poutres triangulées et les poutres monotubulaires comportant des joints de chantier à brides de raccord doivent être prémontées en usine; des numéros d'identification doivent être gravés sur les brides de raccord avant le désassemblage et l'application d'un revêtement de protection contre la corrosion.

6.44.5.5 OUVRAGES EXISTANTS

6.44.5.5.1 L'enlèvement et la démolition d'ouvrages existants doivent être conformes à la sous-section 6.21 *Démolition et enlèvement*, ainsi qu'aux exigences suivantes :

6.44.5.5.1.1 Les structures doivent être démontées avec précaution de façon à ne pas endommager les éléments à conserver, le cas échéant. Sauf indication contraire aux dessins, l'**Entrepreneur** doit rapporter les structures au centre d'entretien du pont Jacques-Cartier du **Propriétaire**.

6.44.5.5.1.2 Lorsque indiqué aux dessins, l'**Entrepreneur** doit effectuer le régalage du terrain avec de la terre arable et procéder à un ensemencement mécanique (M-1) conformément à la sous-section 6.88 *Aménagement paysager*, concernant l'ensemencement mécanique ou hydraulique.

6.44.5.5.1.3 Lorsque les massifs de fondation à démolir ne nuisent pas à la construction des ouvrages prévus au présent Contrat, l'**Entrepreneur** doit démolir les massifs de fondation jusqu'à 1 m sous le niveau du sol fini (terrain naturel). Lorsque les massifs à démolir nuisent ou empêchent la construction d'un ouvrage prévu au présent Contrat, l'ensemble du massif doit être démoli.

6.44.5.5.1.4 L'**Entrepreneur** doit démanteler tous les éléments de la structure existante, incluant les panneaux de supersignalisation, les supports verticaux et la quincaillerie.

6.44.5.5.1.5 L'**Entrepreneur** doit disposer et transporter hors du site, tous les éléments démantelés qui ne sont pas récupérés.

- 6.44.5.5.1.6 Sauf indication contraire aux dessins, les panneaux de supersignalisation doivent être réinstallés temporairement pour toute la durée des travaux.
- 6.44.5.5.1.7 L'**Entrepreneur** doit soumettre un dessin signé et scellé par un ingénieur membre de l'OIQ montrant les détails du panneau, le type d'installation, la quincaillerie requise et la localisation de l'installation temporaire du panneau de supersignalisation qu'il prévoit installer.
- 6.44.5.5.1.8 Cette installation doit être exécutée conformément à la sous-section 6.14 *Contrôle de la circulation et signalisation temporaire* et particulièrement à l'article 6.14.8 *Signalisation d'information* et aux directives de l'Ingénieur.
- 6.44.5.5.1.9 Suite à l'autorisation de l'Ingénieur, l'**Entrepreneur** procède au démantèlement et à la réinstallation immédiate du panneau de supersignalisation.
- 6.44.5.5.1.9.1 Une structure de signalisation doit en tout temps être munie d'un panneau, à l'exception de la durée nécessaire pour effectuer le remplacement immédiat d'un panneau.
- 6.44.5.5.1.10 L'**Entrepreneur** doit, à la fin des travaux, démanteler complètement le panneau et son installation temporaire, le transporter et en disposer hors du site des travaux ou le réinstaller conformément aux dessins et à la sous-section 6.71 *Supersignalisation*.
- 6.44.5.5.1.11 Les structures doivent être démontées avec précaution, de façon à ne pas endommager les éléments à conserver, le cas échéant.
- 6.44.5.5.2 Les travaux de démantèlement de chaque structure et des panneaux existants ainsi que l'installation de chaque nouvelle structure et de ses panneaux doivent être exécutés en une seule étape et au cours d'une même nuit.

6.44.6 CONTRÔLE DE LA QUALITÉ

6.44.6.1 Contrôle des soudures

- 6.44.6.1.1 Les soudures sur les structures de signalisation doivent subir les examens suivants, en plus des autres essais exigés aux autres sous-sections du devis :
- 6.44.6.1.1.1 une soudure bout à bout dans une pièce doit être vérifiée par ultrasons ou radiographiée à 100%;
- 6.44.6.1.1.2 une soudure à pénétration complète doit être vérifiée par ultrasons ou radiographiée à 100%;
- 6.44.6.1.1.3 une soudure longitudinale à pénétration partielle doit être vérifiée par magnétoscopie sur une distance égale à 25% de la longueur des cordons de soudure;

- 6.44.6.1.1.4 une soudure d'angle sur une structure de support en acier doit être vérifiée par magnétoscopie sur une distance égale à 25% de la longueur des cordons de soudure.
- 6.44.6.1.2 Lorsque l'assemblage de pièces de structures de signalisation est réalisé en tout ou en partie dans une usine autre que celle du fabricant, les examens non destructifs des soudures doivent être effectués à l'usine du fabricant des structures de signalisation. Les radiographies, ainsi que le rapport des examens non destructifs des soudures, doivent être remis à l'Ingénieur.

FIN DE LA SOUS-SECTION

ANNEXE 6.44-I
EXIGENCES POUR LE SERRAGE DES BOULONS
(5 PAGES)

EXIGENCES POUR LE SERRAGE DES BOULONS

ACTIVITÉS PRÉPARATOIRES

- 1) Au moins quatorze (14) jours avant le début des travaux au chantier, l'**Entrepreneur** doit présenter à l'Ingénieur pour examen sa procédure de boulonnage, signée par un ingénieur membre de l'Ordre des ingénieurs du Québec (OIQ).
- 2) Pendant les travaux, l'ingénieur de l'**Entrepreneur** peut demander à un ingénieur, membre de l'OIQ, sous sa responsabilité de faire les vérifications sur le chantier et d'émettre les avis de conformité du serrage des boulons. Dans la procédure de boulonnage, cet ingénieur doit être désigné comme «représentant» de l'**Entrepreneur**. L'**Entrepreneur** doit informer l'Ingénieur, avant le début des travaux, qui sera le représentant de l'**Entrepreneur**, par écrit.
- 3) L'ingénieur de l'**Entrepreneur**, ou son représentant, tous deux chargés de faire les vérifications de serrage des boulons et le contremaître responsable des travaux d'acier de l'**Entrepreneur** doivent assister à une réunion avec l'Ingénieur avant le début des travaux de boulonnage. La réunion doit se tenir au moins sept (7) jours avant le début de la mise en place des boulons, mais pas avant la réception de la procédure de boulonnage jugée complète par l'Ingénieur. L'ordre du jour de la réunion doit prévoir notamment :
 - la revue de la procédure de boulonnage;
 - l'appareil d'étalonnage que l'**Entrepreneur** entend utiliser;
 - les méthodes de travail de l'**Entrepreneur** et la procédure qu'il entend suivre pour faire la vérification de la tension dans les boulons au moyen de l'appareil d'étalonnage;
 - l'entreposage des boulons au chantier;
 - les points d'arrêt et les points de contrôle prévus par l'Ingénieur;
 - Le nom et les qualifications de l'ingénieur de l'**Entrepreneur** ou son représentant désigné pour valider les étapes de serrage.

ACTIVITÉS SUR LES LIEUX

- 1) Les boulons, incluant les écrous et les rondelles, doivent être protégés de la poussière et de l'humidité. Seul le nombre de boulons prévus être installés lors d'un quart de travail doit être retiré du lieu d'entreposage. Les boulons ne doivent pas être nettoyés de leur lubrifiant. Ceux ayant accumulé de la rouille ou du sable doivent être nettoyés et lubrifiés à nouveau avant leur utilisation.

- 2) Un appareil d'étalonnage doit être en place en tout temps sur les lieux des travaux de boulonnage. Cet appareil doit avoir été calibré par une entreprise certifiée, dans les douze (12) mois précédant la date prévue pour son utilisation. L'appareil d'étalonnage doit être utilisé entre autres pour :
- confirmer l'adéquation de l'assemblage complet, incluant le type et le niveau de lubrification des boulons;
 - valider que les matériaux utilisés pour la fabrication des boulons rencontrent les normes et que les boulons ne sont pas contrefaits ou n'ont pas été fragilisés;
 - assurer une bonne compréhension des procédures de boulonnage par les équipes de travail de l'**Entrepreneur**;
 - valider les procédures proposées par l'**Entrepreneur** pour effectuer le serrage à bloc;
 - noter et fournir à l'Ingénieur, à l'aide d'une clé dynamométrique, les valeurs moyennes de couples correspondants à la rotation de l'écrou au serrage final conformément au tableau 10.18 de la norme CAN/CSA-S6, en ajoutant 5° supplémentaires de rotation de l'écrou. Les valeurs pour un minimum de trois (3) boulons pour chaque lot de boulons doivent être fournies.
- 3) Le seul serrage acceptée aux fins du présent Contrat est le serrage par rotation de l'écrou.
- 4) Dans un premier temps, l'**Entrepreneur** doit procéder au serrage à bloc des boulons, lequel a pour but de mettre les surfaces des plaques en contact parfait. Pour les fins du présent Contrat, le serrage à bloc sera considéré comme une tension initiale dans les boulons d'environ 15% de la valeur minimale indiquée à l'article 10.24.6.3 de la norme CAN/CSA-S6 (voir Tableau I ci-après). L'**Entrepreneur** doit noter que dans certains cas, le serrage à bloc peut exiger plus d'un cycle de serrage. Le serrage à bloc doit progresser de la partie la plus rigide de l'assemblage vers le bord libre des plaques d'assemblage. Sauf indication contraire de l'Ingénieur, il est interdit d'utiliser une clé à percussion à air pour l'opération de serrage à bloc.
- 5) Une fois le serrage à bloc complété, l'**Entrepreneur** doit en aviser l'Ingénieur par écrit. Les assemblages visés par le serrage à bloc faisant l'objet de l'avis doivent être clairement identifiés dans celui-ci.
- 6) Les essais réalisés au moyen de l'appareil d'étalonnage doivent pouvoir confirmer que la méthode de serrage utilisée par l'**Entrepreneur** est en mesure de produire une tension dans les boulons d'au moins 5% supérieure à la valeur minimale indiquée à l'article 10.24.6.3 de la norme CAN/CSA-S6 (voir Tableau I – ci-après).

- 7) Le serrage à bloc d'environ 10% des boulons de chaque assemblage, avec un minimum de trois (3) boulons pour les assemblages comptant moins de dix (10) boulons et un minimum de six (6) boulons pour les autres assemblages, doit être vérifié par l'ingénieur de l'**Entrepreneur** ou son représentant désigné, en présence de l'Ingénieur. Le serrage à bloc d'un boulon est jugé conforme lorsque le boulon peut être desserré au moyen d'une clef à mâchoires d'une longueur d'au plus 400 mm. Le serrage à bloc d'un assemblage est également jugé conforme lorsque tous les boulons testés sont conformes. Lorsque le serrage à bloc d'un boulon n'est pas conforme, ce boulon doit être remplacé. Le serrage à bloc de tous les autres boulons du joint doit alors être vérifié et chacun des boulons non conformes doit aussi être remplacé. Les boulons conformes de ce joint peuvent être desserrés. L'opération de serrage à bloc doit ensuite être reprise et la procédure de vérification doit être suivie à nouveau.
- 8) Tous les boulons et écrous doivent être marqués à la position midi, demi-diamètre du boulon et côté écrou attenant, par l'ingénieur de l'**Entrepreneur** ou son représentant désigné. Lorsque cette étape de la procédure de serrage des boulons est jugée conforme par l'Ingénieur, ce dernier remet à l'**Entrepreneur** un avis écrit l'autorisant à procéder au serrage final des assemblages.
- 9) À la suite du serrage à bloc des boulons et suivant l'autorisation émise conformément au paragraphe 8 qui précède, l'**Entrepreneur** doit procéder au serrage final des boulons, par tournage de l'écrou ou de la tête du boulon lorsque celui-ci est muni de rondelles conformément au Tableau 10.18 de la norme CAN/CSA-S6, soit un tiers (1/3) de tour pour les boulons d'une longueur égale ou inférieure à quatre (4) diamètres et un demi-tour (1/2) tour pour les boulons d'une longueur supérieure à quatre (4) diamètres, mais inférieure à 200 mm). Le serrage final doit être effectué progressivement de la partie la plus rigide de l'assemblage vers le bord libre des plaques.
- 10) Une fois le serrage final d'un assemblage complété et à la fin de chaque quart de travail, l'**Entrepreneur** doit, en présence de l'Ingénieur, vérifier 10% des boulons de chaque assemblage, mais pas moins de deux (2) boulons par assemblage, à l'aide d'une clé dynamométrique. Si aucun écrou ni aucune tête de boulon ne tournent lorsque le couple est appliqué, le serrage est conforme. Si, par contre, le couple fait tourner l'écrou ou la tête de boulon d'un seul boulon faisant l'objet de la vérification, le serrage n'est pas conforme. Dans un tel cas, tous les boulons de l'assemblage doivent être vérifiés, resserrés et vérifiés de nouveau.
- 11) Lorsque le serrage final est terminé pour un assemblage, l'ingénieur de l'**Entrepreneur** ou son représentant désigné doit remettre à l'Ingénieur un avis écrit signé indiquant que le serrage des boulons a été réalisé conformément à chacune des étapes de la procédure de boulonnage soumise par l'**Entrepreneur**. L'avis doit identifier l'assemblage visé et mentionner les dates et les heures des inspections faites par l'ingénieur signataire de l'avis.

- 12) La vérification du serrage à bloc, la vérification du marquage des boulons et des écrous, la vérification du serrage final ainsi que la préparation et la signature de l'avis doivent être effectuées par l'ingénieur de l'**Entrepreneur** ou son représentant désigné. De plus, à la fin de tous les travaux, un avis écrit et signé par l'ingénieur, signataire la procédure de boulonnage, attestant que tous les travaux de serrage des boulons sont conformes aux procédures émises par l'**Entrepreneur** doit être remis à l'Ingénieur.

Tableau I - Serrage à bloc et serrage final

Boulon (type et dia.)		Dia. nominal	Aire	Serrage final minimum (kN) *				Serrage à bloc (kN) = 15% du serrage final minimum	
Métrique	Impérial	mm (po.)	(mm ²)	A325	A325M	A490	A490M	A325 ou A325M	A490 ou A490M
M16	1/2"	12.70 mm (0.5")	127	53	---	67	---	8	10
	5/8 "	15.88 mm (0.625")	198	85	---	107	---	13	16
	---	16 mm	201	---	91	--	114	14	17
M20	3/4"	19.05 mm (0.75")	285	125	---	157	---	19	24
	---	20 mm	314	---	142	--	178	21	27
M22	7/8"	22.23 mm (0.875")	388	174	---	218	---	26	33
	---	22 mm	380	---	176	---	220	26	33
M24	---	24 mm	452	---	205	--	257	31	39
	1"	25.40 mm (1")	507	227	---	285	---	34	43
M27	---	27mm	573	---	267	---	334	40	50
	1-1/8"	28.6 mm (1.125")	641	249	---	356	---	37	53
	---	30 mm	707	---	326	---	408	49	61
M30	1-1/4"	31.75 mm (1.25")	792	316	---	454	---	47	68
	1-3/8"	34.93mm (1.375")	958	378	---	538	---	57	81
	---	36 mm	1018	---	475	---	595	71	89
M36	1-1/2"	38.1 mm (1.5")	1140	458	---	658	---	69	99

* 70% de la résistance en traction minimale prescrite par la norme ASTM (voir S6-06 article 10.24.6.3)