

DOCUMENTS D'APPEL D'OFFRES

SOUS-SECTION 6.33 BÉTON COULÉ EN PLACE

TABLE DES MATIÈRES

| | PAGE |
|--|-------------|
| SOUS-SECTION 6.33 BÉTON COULÉ EN PLACE..... | 1 |
| 6.33.1 GÉNÉRALITÉS..... | 1 |
| 6.33.2 UNITÉS DE MESURE | 2 |
| 6.33.3 NORMES DE RÉFÉRENCE..... | 2 |
| 6.33.4 MATÉRIAUX | 5 |
| 6.33.5 ÉQUIPEMENT ET OUTILLAGE | 18 |
| 6.33.6 EXÉCUTION DES TRAVAUX..... | 22 |
| 6.33.7 CONTRÔLE DE LA QUALITÉ | 53 |

SOUS-SECTION 6.33 BÉTON COULÉ EN PLACE

6.33.1 GÉNÉRALITÉS

- 6.33.1.1 La présente sous-section décrit les exigences relatives aux travaux de réalisation d'ouvrages en béton prévus au présent Contrat.
- 6.33.1.2 Les exigences particulières, le cas échéant, concernant les travaux de béton coulé en place prévus au présent Contrat sont indiquées aux dessins et à la Section 4 *Conditions techniques particulières*.
- 6.33.1.3 Les exigences relatives aux installations temporaires sont décrites à la sous-section 6.15 *Installations temporaires*.
- 6.33.1.4 Les exigences relatives aux travaux de démolition de béton sont décrites à la sous-section 6.21 *Démolition et enlèvement*.
- 6.33.1.5 Les exigences relatives aux armatures et ancrages sont décrites à la sous-section 6.31 *Armatures pour le béton*.
- 6.33.1.6 Les exigences relatives aux travaux de coffrages sont décrites à la sous-section 6.32 *Coffrages*.
- 6.33.1.7 Les exigences relatives aux travaux de précontrainte sont décrites à la sous-section 6.36 *Précontrainte*.
- 6.33.1.8 Les exigences relatives aux produits divers pour travaux de béton sont décrites à la sous-section 6.37 *Produits divers pour travaux de béton*.
- 6.33.1.9 Les exigences relatives aux travaux de préfabrication d'éléments en béton sont décrites à la sous-section 6.39 *Éléments en béton préfabriqués*.
- 6.33.1.10 Les exigences relatives aux membranes d'étanchéité pour tablier sont décrites à la sous-section 6.64 *Membranes d'étanchéité pour tablier*.
- 6.33.1.11 Les exigences relatives aux travaux de chaussée de béton sont décrites à la sous-section 6.83 *Revêtement de chaussée en béton de ciment*.

6.33.2 UNITÉS DE MESURE

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

| Unité de mesure | Désignation | Symbole |
|---------------------|--------------------|----------------|
| longueur | mètre | m |
| longueur | millimètre | mm |
| longueur | micromètre | µm |
| aire | mètre carré | m ² |
| volume | mètre cube | m ³ |
| volume | litre | L |
| volume | millilitre | mL |
| masse | gramme | g |
| masse | kilogramme | kg |
| masse | milligramme | mg |
| contrainte pression | mégapascal | MPa |
| température | degré Celsius | °C |
| angle plan | degré | ° |
| temps | heure | h |
| vitesse | millimètre/seconde | mm/s |

6.33.3 NORMES DE RÉFÉRENCE

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

6.33.3.1.1 (AASHTO) American Association of State Highway and Transportation Officials :

- AASHTO M182-05-UL *Standard Specification for Burlap Cloth Made from Jute or Kenaf and Cotton Mats;*
- AASHTO T026-79-UL *Standard Method of Test for Quality of Water to be used in Concrete.*

6.33.3.1.2 (ACI) American Concrete Institute :

- ACI 223R-10 *Guide for the Use of Shrinkage-Compensating Concrete;*
- ACI 304.2R *Placing Concrete by Pumping Methods (Reapproved 2008);*
- ACI 306R *Guide to Cold Weather Concreting;*
- ACI 309R *Guide for Consolidation of Concrete;*
- ACI 546.2R *Guide to Underwater Repair of Concrete.*

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

- CAN/CSA-A23.1/A23.2 *Béton: Constituants et exécution des travaux Méthodes d'essai et pratiques normalisées pour le béton;*
- CAN/CSA-A23.3 *Calcul des ouvrages en béton;*
- CAN/CSA-A3000 *Compendium des matériaux liants (contient A3001, A3002, A3003, A3004 and A3005);*
- CAN/CSA S6 *Code canadien sur le calcul des ponts routiers;*
- CAN/CSA S269.1 *Falsework for Construction Purposes.*

6.33.3.1.4 (ASTM) ASTM International :

- ASTM C109/C109M *Standard Test Method for Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars (Using 2-in. or [50-mm] Cube Specimens);*
- ASTM C157/C157M *Standard Test Method for Length Change of Hardened Hydraulic-Cement Mortar and Concrete;*
- ASTM C171 *Standard Specification for Sheet Materials for Curing Concrete;*
- ASTM C260/C260M *Standard Specification for Air-Entraining Admixtures for Concrete;*
- ASTM C295/C295M *Standard Guide for Petrographic Examination of Aggregates for Concrete;*
- ASTM C309 *Standard Specification for Liquid Membrane-Forming Compounds for Curing Concrete;*
- ASTM C348 *Standard Test Method for Flexural Strength of Hydraulic-Cement Mortars;*
- ASTM C387/C387M *Standard Specification for Packaged, Dry, Combined Materials for Concrete and High Strength Mortar;*
- ASTM C457 *Standard Test Method for Microscopical Determination of Parameters of the Air-Void System in Hardened Concrete;*
- ASTM C494/C494M *Standard Specification for Chemical Admixtures for Concrete;*
- ASTM C642 *Standard Test Method for Density, Absorption, and Voids in Hardened Concrete;*
- ASTM C666/C666M *Standard Test Method for Resistance of Concrete to Rapid Freezing and Thawing;*
- ASTM C672/C672M *Standard Test Method for Scaling Resistance of Concrete Surfaces Exposed to Deicing Chemicals;*
- ASTM C685/C685M *Standard Specification for Concrete Made By Volumetric Batching and Continuous Mixing;*
- ASTM C881/C881M *Standard Specification for Epoxy-Resin-Base Bonding Systems for Concrete;*

- ASTM C882/C882M *Standard Test Method for Bond Strength of Epoxy-Resin Systems Used With Concrete by Slant Shear*;
- ASTM C1017/C1017M *Standard Specification for Chemical Admixtures for Use in Producing Flowing Concrete*;
- ASTM C1064/C1064M *Standard Test Method for Temperature of Freshly Mixed Hydraulic-Cement Concrete*;
- ASTM C1152/C1152M *Standard Test Method for Acid-Soluble Chloride in Mortar and Concrete*;
- ASTM C1202 *Standard Test Method for Electrical Indication of Concrete's Ability to Resist Chloride Ion Penetration*;
- ASTM C1611/C1611M *Standard Test Method for Slump Flow of Self-Consolidating Concrete*;
- ASTM D512 *Standard Test Methods for Chloride Ion In Water*;
- ASTM D516 *Standard Test Method for Sulfate Ion in Water*;
- ASTM D4191 *Standard Test Method for Sodium in Water by Atomic Absorption Spectrophotometry*;
- ASTM D4192 *Standard Test Method for Potassium in Water by Atomic Absorption Spectrophotometry*;
- ASTM D5095 *Standard Test Method for Determination of the Nonvolatile Content in Silanes, Siloxanes and Silane-Siloxane Blends Used in Masonry Water Repellent Treatments*;
- ASTM D5167 *Standard Practice for Melting of Hot-Applied Joint and Crack Sealant and Filler for Evaluation*;
- ASTM D5329 *Standard Test Methods for Sealants and Fillers, Hot-Applied, for Joints and Cracks in Asphaltic and Portland Cement Concrete Pavements*.

6.33.3.1.5 Bureau de normalisation du Québec :

- BNQ 2560-114 *Travaux de génie civil – Granulats – Partie IV : Béton de masse volumique normale*;
- BNQ 2621-905 *Béton prêt à l'emploi – Programme de certification*.

6.33.3.1.6 (ICRI) International Concrete Repair Institute :

- ICRI *Guide No 03732 (F) Choisir et spécifier la bonne préparation des surfaces de béton pour l'application d'agents de scellement, d'enduits et de recouvrements polymères*.

6.33.3.1.7 (MTQ) Ministère des Transports du Québec :

- MTQ – *Cahier des charges et devis généraux (CCDG) – Construction et réparation*;

- MTQ – Normes – Ouvrages routiers – Tome VII Matériaux, Chapitre 3 Béton de ciment et produits connexes;
- MTQ – Normes – Ouvrages routiers – Tome VII Matériaux, Chapitre 4 Liants et enrobés bitumineux :
 - Norme 4401 Produits de colmatage de fissures et de joints.

6.33.3.1.8 United States Army Corps of Engineers :

- CRD-C61-89A *Handbook for Concrete and Cement Test Method for Determining the Resistance of Freshly Mixed Concrete to Washing Out in Water* (12-01-1989).

6.33.3.1.9 US Department of Transportation, Federal Highway Administration :

- FHWA RD 78-35 *Styrene Butadiene Latex Modifiers for Bridge Deck Overlay Concrete*.

6.33.4 MATÉRIAUX

6.33.4.1 CEMENTS ET AJOUTS CIMENTAIRES

6.33.4.1.1 Les ciments hydrauliques doivent être conformes aux normes CAN/CSA-A23.1 et CAN/CSA A3000.

6.33.4.1.2 Le liant cimentaire utilisé doit être un ciment hydraulique Portland d'usage général du type GU ou un ciment hydraulique composé du type GUb-SF, GUb-S/SF, GUb-F/SF, HEb-SF ou HEb-N.

6.33.4.1.3 La masse totale des ajouts cimentaires (cendre volante, laitier de haut-fourneau granulé finement broyé et fumée de silice) ne doit pas être supérieure à 30% de la masse totale du liant.

6.33.4.1.4 La fumée de silice doit être conforme à la norme CAN/CSA-A3000, de type U, suivant un rapport de 6 à 8% en masse de ciment.

6.33.4.1.5 La cendre volante, lorsque requise, doit être conforme au type F de la norme CAN/CSA-A3000 et plus précisément la section A3001 *Liants utilisés dans le béton*.

6.33.4.1.6 Sauf indication contraire aux dessins, l'usage des ciments ternaires est interdit durant la période comprise entre le 15 octobre et le 31 mars.

6.33.4.2 EAU

6.33.4.2.1 L'eau utilisée pour le malaxage et la cure du béton doit être fraîche, propre, potable et exempte d'huile et d'impuretés chimiques ou organiques conformément à la section 4 de la norme CAN/CSA-A23.1.

6.33.4.2.2 L'eau brute utilisée comme eau de gâchage doit posséder les caractéristiques suivantes (issues de la norme CAN/CSA-A23.1, article 4.2.2) :

| Paramètres | Concentration maximale dans l'eau de gâchage (mg/L) | Norme |
|---|--|-------------|
| Chlorures | 500 (pour le béton précontraint) 1 000 (pour les autres bétons armés) | ASTM D512 |
| Sulfates (SO ₄) | 3000 | ASTM D516 |
| Alcalis (Na ₂ O + 0,658 K ₂ O) | 600 | ASTM D4192 |
| Total des solides | 50 000 | AASHTO T026 |

6.33.4.3 GRANULATS

6.33.4.3.1 Tous les granulats doivent être propres, résistants et exempts de matières nuisibles, et doivent être conformes à la norme CAN/CSA-A23.1 applicables à la classe d'exposition appropriée.

6.33.4.3.1.1 L'**Entrepreneur** doit soumettre à l'Ingénieur, pour examen, une déclaration signée par la personne qualifiée qui a exécuté l'examen pétrographique des granulats fins et grossiers, conformément à la norme ASTM C295/C295M, attestant que le granulat utilisé dans le béton ne provoquera pas de dilatation excessive et de fissures dans le béton causées par la réaction alcali-granulat ou par toute autre réaction nuisible conformément à la norme CAN/CSA-A23.1.

6.33.4.3.1.2 Les granulats doivent être constitués de sable naturel, gravier ou pierre concassée conformément à la norme CAN/CSA-A23.1 quant à la granulométrie, la résistance et la durabilité.

6.33.4.3.2 Granulats fins de densité normale

6.33.4.3.2.1 Les granulats fins de densité normale doivent être constitués de sable naturel, de sable manufacturé ou d'un mélange des deux.

6.33.4.3.2.2 Les limites granulométriques du granulat fin (GF) doivent être les suivantes :

| Dimension du tamis | % de la masse totale passant le tamis |
|--------------------|---------------------------------------|
| 10 mm | 100 |
| 5 mm | 95 à 100 |
| 2,5 mm | 80 à 100 |
| 1,25 mm | 50 à 90 |
| 630 µm | 25 à 65 |
| 315 µm | 10 à 35 |
| 160 µm | 2 à 10 |
| 80 µm | 0 à 3 |

6.33.4.3.3 Gros granulats de densité normale

6.33.4.3.3.1 Les gros granulats de densité normale doivent se composer de pierre concassée, de gravier naturel, de laitier de haut-fourneau refroidi à l'air ou d'un mélange de ceux-ci conformément à la norme CAN/CSA-A23.1.

6.33.4.3.3.2 Les exigences granulométriques du gros granulat sont les suivantes :

| Dimension nominale du granulat, mm | Pourcentage de la masse totale passant chaque tamis | | | | | | |
|------------------------------------|---|----------|----------|----------|---------|--------|---------|
| | 28 mm | 20 mm | 14 mm | 10 mm | 5 mm | 2,5 mm | 1,25 mm |
| 20 à 5 | 100 | 85 à 100 | 50 à 90 | 25 à 60 | 0 à 10 | 0 à 5 | - |
| 14 à 5 | | 100 | 90 à 100 | 45 à 75 | 0 à 15 | 0 à 5 | - |
| 10 à 2,5 | | | 100 | 85 à 100 | 10 à 30 | 0 à 10 | 0 à 5 |

6.33.4.3.4 Réactivité alcali-granulat

6.33.4.3.4.1 Le granulat utilisé dans le béton ne doit pas réagir au contact des alcalis du béton au point d'occasionner une expansion excessive du béton, une fissuration ou les deux.

6.33.4.3.4.2 L'essai d'évaluation du potentiel de réactivité d'un granulat doit être effectué conformément à la norme CAN/CSA-A23.2-14A *Détermination du gonflement des granulats*.

6.33.4.3.4.3 La classification du degré de réactivité du granulat est basée sur le Tableau 2 de la norme CAN/CSA-A23.2-27A *Pratique normalisée de détermination du degré de réactivité alcaline des granulats et des mesures pour éviter l'expansion nuisible du béton* en utilisant les résultats de l'essai du prisme de béton. Les résultats obtenus au moyen de l'essai accéléré ne doivent pas être considérés.

6.33.4.3.4.4 Les granulats classifiés « fortement réactifs » ne doivent pas être utilisés. Les granulats classifiés « modérément réactifs » peuvent être utilisés en combinaison avec l'une des mesures préventives suivantes :

6.33.4.3.4.4.1 limiter l'apport en alcalis du ciment Portland au béton à un maximum de 2,4 kg/m³ de Na₂O équivalent tel qu'indiqué au Tableau 6 *Mesures préventives* de la norme CAN/CSA-A23.2-27A;

6.33.4.3.4.4.2 utiliser un ciment ternaire GUb-S/SF ou GUb-F/SF conformément à la norme CAN/CSA-A3000 (plus précisément A3001), tel qu'indiqué au Tableau 7 de la norme CAN/CSA-A23.2-27A.

6.33.4.3.4.5 Les granulats montrant une réactivité du type alcali-carbonate ne doivent pas être utilisés.

6.33.4.4 ADJUVANTS

6.33.4.4.1 Adjuvants entraîneurs d'air

6.33.4.4.1.1 Les adjuvants entraîneurs d'air doivent être conformes à la norme ASTM C260/C260M.

6.33.4.4.1.2 Les adjuvants entraîneurs d'air doivent être à base de détergents synthétiques.

6.33.4.4.1.3 Tous les bétons utilisés par l'**Entrepreneur** doivent contenir un agent entraîneur d'air. Les agents entraîneurs d'air doivent être compatibles avec les autres adjuvants et le type de ciment utilisé.

6.33.4.4.2 Adjuvants chimiques

6.33.4.4.2.1 Les adjuvants chimiques doivent être conformes à la norme ASTM C494/C494M ou ASTM C1017/C1017M.

6.33.4.4.2.2 Les adjuvants chimiques utilisés ne doivent contenir aucun chlorure; de plus, les adjuvants du type C ou E (accélérateurs de prise) sont interdits.

6.33.4.4.2.3 Sauf indication contraire, seuls les réducteurs d'eau de type A doivent être utilisés. Ceux-ci doivent produire une réduction d'eau supérieure à 5% comparativement au mélange témoin contenant également de l'air entraîné.

6.33.4.4.2.4 Pour le béton autoplaçant, un agent colloïdal du type polysaccharide ou provenant d'un dérivé de cellulose doit être utilisé pour prévenir la ségrégation du béton. Les dosages minimaux sont les suivants :

6.33.4.4.2.4.1 agent colloïdal du type polysaccharide : 1100 mL / 100 L d'eau;

6.33.4.4.2.4.2 agent colloïdal provenant d'un dérivé de cellulose : 130 mL / 100 kg de ciment ou 260 mL / 100 kg de ciment pour le béton autoplaçant de type XIV-RE.

6.33.4.4.2.5 Il est interdit d'utiliser du chlorure de calcium comme accélérateur de prise lors du bétonnage par temps froid.

6.33.4.4.2.6 L'Ingénieur peut également prescrire l'utilisation d'un adjuvant retardateur de prise conformément à la norme ASTM C494/C494M et d'un adjuvant anti-retrait. Les méthodes et les proportions recommandées par le fabricant doivent être respectées.

6.33.4.4.2.6.1 Il est interdit d'utiliser un réducteur d'eau en guise de retardateur de prise.

- 6.33.4.4.2.7 Selon la nature des travaux et les exigences qui y sont reliées, l'Ingénieur peut prescrire l'utilisation d'un superplastifiant réducteur d'eau. En raison de certaines des caractéristiques de ce type d'adjuvant, les mesures spéciales suivantes doivent alors être prises par l'**Entrepreneur** lors de sa mise en œuvre :
- 6.33.4.4.2.7.1 seuls les superplastifiants de type F ou G conformément à la norme ASTM C494/C494M ou de type I ou II conformément à la norme ASTM C1017/C1017M sont autorisés;
- 6.33.4.4.2.7.2 avant d'ajouter le superplastifiant, le béton doit avoir un affaissement se trouvant dans les limites prescrites à l'article 6.33.4.8 *Béton standard*;
- 6.33.4.4.2.7.3 au moment d'être incorporé à l'ouvrage, le béton doit avoir une teneur en air se trouvant dans les limites prescrites à l'article 6.33.4.8 *Béton standard*.
- 6.33.4.4.2.8 Pour le béton autoplaçant, les superplastifiants utilisés doivent être à base de sulfonate de naphthalène.
- 6.33.4.4.2.9 Lorsqu'un superplastifiant est utilisé, l'affaissement mesuré après le gâchage au chantier doit être maintenu à une valeur maximale de 150 mm sauf indication contraire de l'Ingénieur.
- 6.33.4.4.3 Adjuvants réducteurs et compensateurs de retrait
- 6.33.4.4.3.1 Les adjuvants réducteurs et compensateurs de retrait doivent être conformes au type G de la norme ACI 223R-10.
- 6.33.4.4.3.2 Les adjuvants réducteurs et compensateurs de retrait ne doivent pas être inclus dans le calcul du rapport eau/liant.
- 6.33.4.4.3.3 Les adjuvants réducteurs et compensateurs de retrait doivent remplacer un volume équivalent de sable.
- 6.33.4.4.3.4 Les adjuvants réducteurs et compensateurs de retrait doivent être ajoutés à l'usine conformément aux recommandations du fabricant.
- 6.33.4.4.3.5 Les adjuvants réducteurs et compensateurs de retrait doivent être le produit *Conex*, fabriqué par The Euclid Chemical Company ou équivalent autorisé par l'Ingénieur.
- 6.33.4.4.4 Adjuvants pulvérulents
- 6.33.4.4.4.1 Les adjuvants pulvérulents doivent être mis en solution avant utilisation et conformément aux recommandations du fabricant.
- 6.33.4.4.4.2 Les adjuvants en solution ou en suspension doivent être agités pour conserver leur homogénéité.

6.33.4.5 LATEX

6.33.4.5.1 Le latex utilisé doit être de type *styrène butadiène* et répondre aux exigences énumérées dans le document FHWA RD 78-35 *Styrene Butadiene Latex Modifiers for Bridge Deck Overlay Concrete*.

6.33.4.5.2 Le latex doit posséder les principales caractéristiques suivantes, sans toutefois s'y limiter :

6.33.4.5.2.1 avoir un contenu en matière solide compris entre 46% et 49%;

6.33.4.5.2.2 avoir un contenu en butadiène de $34\% \pm 1,5\%$;

6.33.4.5.2.3 avoir un contenu en styrène de $66\% \pm 1,5\%$;

6.33.4.5.2.4 avoir un pH compris entre 9 et 11;

6.33.4.5.2.5 être de couleur blanche.

6.33.4.6 MATÉRIAUX DE CURE

6.33.4.6.1 Les matériaux utilisés lors de la cure du béton doivent être conformes aux normes suivantes : ASTM C171, ASTM C309 et AASHTO M182.

6.33.4.6.2 Produits de cure formant membrane

6.33.4.6.2.1 L'utilisation d'un produit de cure chimique n'est autorisée que lorsqu'il est spécifiquement indiqué aux dessins ou autorisé par l'Ingénieur lorsque de l'avis de ce dernier, la réalisation d'une cure humide est difficilement réalisable.

6.33.4.6.2.2 Le produit de cure formant membrane utilisé doit être conforme à la norme ASTM C309 et translucide avec un colorant fugace (type 1-D).

6.33.4.6.3 Toiles absorbantes

6.33.4.6.3.1 La toile absorbante, composée de fibres synthétiques de polyester ou de polypropylène non tissées et aiguilletées, doit avoir une masse surfacique minimale de 300 g/m^2 et être de couleur blanche.

6.33.4.6.3.2 La toile absorbante doit avoir une largeur d'au moins 1 m et ne doit pas contenir de substances qui pourraient être nocives pour le béton. La toile neuve doit être rincée à grande eau, de façon à la rendre plus absorbante et à la débarrasser de toute substance soluble.

6.33.4.6.4 Feuilles imperméables

6.33.4.6.4.1 La feuille imperméable doit être conforme à la norme ASTM C171.

6.33.4.6.4.2 La feuille imperméable doit être :

6.33.4.6.4.2.1 une pellicule de polyéthylène transparente ou opaque de couleur blanche d'une épaisseur minimale de 0,1 mm, ou

6.33.4.6.4.2.2 une toile ayant une masse surfacique minimale de 305 g/m², recouverte d'un côté d'une pellicule de polyéthylène opaque de couleur blanche d'une épaisseur minimale de 0,1 mm.

6.33.4.6.4.3 La feuille imperméable doit avoir une largeur d'au moins 1 m, être exempte de déchirures et ne pas contenir de substances qui pourraient être nocives pour le béton.

6.33.4.7 COULIS D'ADHÉSION

6.33.4.7.1 Le coulis d'adhésion doit être le produit *Ambexgrout VM* avec latex *Ambexcrete SB-23* fabriqué par Ambex, ou équivalent autorisé par l'Ingénieur. Le mélange et le taux de pose doivent être conformes aux recommandations du fabricant.

6.33.4.8 BÉTON STANDARD

6.33.4.8.1 Le béton standard en sac est interdit.

6.33.4.8.2 Le béton standard doit posséder les caractéristiques suivantes :

| Type | Résistance à 28 jours (MPa) | Masse min. de liant (kg/m ³) | Type de liant ⁽¹⁾ | Rapport eau/liant max. ou dans l'intervalle | Affaissement (mm) ⁽²⁾ | Gros granulats (mm) | Teneur en air ⁽³⁾ (%) | L max (µm) | Perméabilité aux ions chlorure max. (Coulombs) |
|------|-----------------------------|--|--|---|----------------------------------|---------------------|----------------------------------|------------|--|
| I | 30 | 340 390 | GU, GUL, MS, MH, HE ⁽⁴⁾ GUb-S ⁽⁵⁾ | 0,45 | 80±30 ⁽⁶⁾ | 5-20 | 5-8 | 230 | - |
| II | 30 | 330 | GUb-SF, GUb-F/SF, GUb-S/SF | 0,45 | 80±30 ⁽⁶⁾ | 5-20 | 5-8 | 230 | - |
| IIIA | 35 ⁽⁸⁾ | 340 | GU, GUL, MS, MH, HE ⁽⁴⁾ GUb-SF, GUb-F/SF, GUb-S/SF | 0,45 | 40±20 | 5-20 | 5-8 | 230 | - |
| IIIB | 35 ⁽⁸⁾ | 335 | GU, GUL, MS, MH, HE ⁽⁴⁾ GUb-SF, GUb-F/SF, GUb-S/SF | 0,45 | 40±20 | 5-28 | 5-8 | 230 | - |

| Type | Résistance à 28 jours (MPa) | Masse min. de liant (kg/m ³) | Type de liant ⁽¹⁾ | Rapport eau/liant max. ou dans l'intervalle | Affaissement (mm) ⁽²⁾ | Gros granulats (mm) | Teneur en air ⁽³⁾ (%) | L max (µm) | Perméabilité aux ions chlorure max. (Coulombs) |
|------|-----------------------------|--|---|---|----------------------------------|---------------------|----------------------------------|------------|--|
| IV | 35 | 410 420 | GU, MS, MH, HE ⁽⁴⁾ GUb-S ⁽⁵⁾ | 0,40 | 80±30 ⁽⁶⁾ | 5-20 | 5-8 | 230 | - |
| V | 35 | 340 365 | GUb-SF GUb-F/SF, GUb-S/SF | 0,45 | 80±30 ⁽⁶⁾ | 5-20 | 5-8 | 230 | 1500 |
| V-DC | 35 | 340 | GUb-SF | 0,35 | .. ⁽⁷⁾ | 5-20 | 5-8 | 230 | 1000 |
| V-E | 35 | 375 | GUb-SF | 0.40 ⁽¹³⁾ | 150±30 | 5-14 | 5-8 | 260 | - |
| V-P | 35 | 390 410 | GUb-SF, HEb-SF ⁽⁶⁾ , HEb-N ⁽⁶⁾ GUb-F/SF, GUb-S/SF | 0,45 | 150±30 | 5-20 5-14 | 5-8 | 230 | 1000 |
| V-S | 35 | 340 365 | GUb-SF GUb-F/SF, GUb-S/SF | 0,38 à 0,42 | 130±30 | 5-20 | 5-8 | 230 | 1000 |
| VI | 35 | 390 | GU, MS, MH, HE ⁽⁴⁾ | 0,40 | 30±20 | 5-20 | 5-8 | 230 | - |
| VII | 35 | 340 350 | GUb-SF GUb-F/SF, GUb-S/SF | 0,45 | 30±20 | 5-20 | 5-8 | 230 | - |
| VIII | 50 | 410 | GUb-SF | 0,37 | 180 ± 40 | 5-14 | 5-8 | 230 | 1000 |
| IX | 60 | 410 | GUb-SF | 0,35 | 180±40 | 5-14 | 5-8 | 230 | 1000 |
| XI | 30 | 340 330 | GU, GUL GUb-F/SF, GUb-S/SF | 0,50 | 150±30 | 5-20 | 4-7 | - | - |
| XII | 15 | 220 | GU, MS, MH, HE ⁽⁴⁾ , GUb-SF, GUb-F/SF, GUb-S/SF | 0,75 | 80±30 | 5-20 | 5-8 | - | - |

| Type | Résistance à 28 jours (MPa) | Masse min. de liant (kg/m ³) | Type de liant ⁽¹⁾ | Rapport eau/liant max. ou dans l'intervalle | Affaissement (mm) ⁽²⁾ | Gros granulats (mm) | Teneur en air ⁽³⁾ (%) | L max (µm) | Perméabilité aux ions chlorure max. (Coulombs) |
|--------|-----------------------------|--|------------------------------|---|----------------------------------|-----------------------|----------------------------------|---------------------|--|
| XIII | 50 | 410 | GUb-SF, GUb-F/SF, GUb-S/SF | 0,34 à 0,38 | 170±30 | 5-14 | 5-8 | 230 ⁽¹¹⁾ | 1000 |
| XV | 35 | 450 | GUb-SF | 0,42 | 200±40 | 2,5-10 ⁽⁹⁾ | 6-9 | 230 | 1500 |
| XVI-5 | 35 | 390 | GUb-SF, GUb-F/SF, GUb-S/SF | 0,40 | 120±30 | 2,5-10 | 4-8 | 230 | 1000 |
| XVI-15 | 35 | 390 | GU | 0,40 | 150±30 | 2,5-10 5-14 | 3-7 ⁽¹⁰⁾ | 300 | 1000 |

- (1) - Le liant de type GUb-SF doit contenir au moins 8 % de fumée de silice.
- Les liants de type GUb-F/SF et GUb-S/SF doivent contenir au moins 5 % de fumée de silice et au moins 15 % de cendre volante ou de laitier. La masse totale des ajouts cimentaires (cendre volante, fumée de silice et laitier) ne doit pas être supérieure à 30 % de la masse totale de liant.
- Le liant de type HEb-N doit contenir au moins 12 % de métakaolin.
- (2) Sauf indication contraire aux dessins, les tolérances sur les valeurs spécifiées ne s'appliquent qu'aux fins de contrôle.
- (3) La teneur en air doit être conforme aux spécifications mentionnées au tableau, qu'il y ait ajout de superplastifiant ou non.
- (4) Le liant de type HE est autorisé seulement si la température extérieure est inférieure à 15 °C.
- (5) Le liant de type GUb- S peut être utilisé comme substitut du ciment de type GU dans la mesure où un taux de remplacement maximal de 10% est respecté.
- (6) Après ajout de superplastifiant, l'affaissement doit être de 120 mm ± 30 mm.
- (7) Béton à affaissement nul.
- (8) La résistance à la flexion à vingt-huit (28) jours, déterminée au moyen d'une poutre simple chargée au tiers de la portée, doit être d'au moins 4,5 MPa.
- (9) La proportion de granulats fins doit être entre 45 et 55%, pourcentage calculé par rapport au granulats total.
- (10) L'exigence de 3 à 7% s'applique pour la bétonnière mobile. Pour la centrale de dosage, la teneur en air doit être de 5 à 8%.
- (11) À la sortie de la pompe, le facteur d'espacement doit être inférieur ou égal à 323 µm
- (12) À l'exception des vingt-quatre (24) premières heures de cure en condition humide, la cure des éprouvettes doit être réalisée à une température de 23°C ±2°C et à humidité ambiante du laboratoire.
- (13) Le béton standard 35 MPa avec agent d'expansion doit contenir un adjuvant réducteur et compensateur de retrait à raison de 6% de la masse du liant.

6.33.4.9 Béton autoplaçant

6.33.4.9.1 Le béton autoplaçant doit posséder les caractéristiques suivantes :

| Type | Résistance à 28 jours (MPa) | Masse min. de liant (kg/m ³) | Type de liant ⁽¹⁾ | Rapport eau/liant max. ou dans l'intervalle | Étalement (mm) ⁽²⁾ | Gros granulats (mm) | Teneur en air ⁽³⁾ (%) | L max (µm) | Perméabilité aux ions chlorure max. (Coulombs) |
|--------|-----------------------------|--|---------------------------------|---|-------------------------------|-----------------------|----------------------------------|--------------------|--|
| XIV-C | 35 ⁽⁴⁾ | 400 420 | GUb-SF GUb-F/SF, GUb-S/SF | 0,45 | 625 ± 50 | 5-14 | 6-9 | 230 ⁽⁷⁾ | 1000 |
| XIV-R | 35 ⁽⁴⁾ | 460 | GUb-F/SF, GUb-S/SF | 0,35 à 0,40 ⁽⁵⁾ | 675 ± 50 | 2,5-10 ⁽⁶⁾ | 6-9 | 230 ⁽⁷⁾ | 1000 |
| XIV-RE | 35 | 450 | 50% GU et 50% GUb-SF | 0.42 ⁽⁵⁾ | 660±50 ⁽⁸⁾ | 2,5-10 ⁽⁶⁾ | 6-9 | 230 ⁽⁷⁾ | 1000 |
| XIV-S | 35 | - | GUb-SF, GUb-F/SF GUb-S/SF | - | 650 ± 50 | 2,5-10 | 5-9 | 300 | 1500 |
| XVII | 35 | 400 420 | GUb-SF GUb-F/SF, GUb-S/SF | 0,41 | 500 ± 50 | 5-14 5-20 | 6-9 | 230 | 1000 |

- (1) Le liant de type GUb-SF doit contenir au moins 8 % de fumée de silice.
Les liants de type GUb-F/SF et GUb-S/SF doivent contenir au moins 5 % de fumée de silice et au moins 15 % de cendre volante ou de laitier. La masse totale des ajouts cimentaires (cendre volante, fumée de silice et laitier) ne doit pas être supérieure à 30 % de la masse totale de liant.
Le liant de type HEb-N doit contenir au moins 12% de métakaolin.
- (2) Sauf indication contraire aux dessins, les tolérances sur les valeurs spécifiées ne s'appliquent qu'aux fins de contrôle.
- (3) La teneur en air doit être conforme aux spécifications mentionnées au tableau, qu'il y ait ajout de superplastifiant ou non.
- (4) La résistance à la compression minimale à quarante-huit (48) heures doit être de 10 MPa.
- (5) Le rapport volumique sable/(liant+eau+air) doit être compris entre 0,6 et 0,8.
- (6) Le volume maximal de gros granulats doit être de 330 L du volume total du mélange.
- (7) À la sortie de la pompe, le facteur d'espacement doit être inférieur à 260 µm.
- (8) Le délai (T_{50} conformément à la norme ASTM C1611/C1611M) requis pour atteindre un étalement de 500 mm doit être situé entre deux (2) et sept (7) secondes.

6.33.4.9.2 Sauf indication contraire aux dessins, le béton autoplaçant de réparation en sac est interdit.

6.33.4.9.3 Dans le cas où l'utilisation du béton autoplaçant de réparation en sac est permise, ce dernier doit être conforme aux exigences suivantes, sans toutefois s'y limiter :

- 6.33.4.9.3.1 les caractéristiques du mélange doivent être celles du type XIV-S indiquées au tableau du paragraphe 6.33.4.9.1;
- 6.33.4.9.3.2 les sacs utilisés pour l'ensachage doivent être constitués d'un matériau résistant à l'humidité;
- 6.33.4.9.3.3 le béton autoplaçant en sac doit être accompagné d'une fiche technique qui doit comprendre les informations suivantes, sans toutefois s'y limiter :
 - 6.33.4.9.3.3.1 l'usage recommandé;
 - 6.33.4.9.3.3.2 les recommandations de malaxage du fabricant (quantité d'eau et équipement de malaxage);
 - 6.33.4.9.3.3.3 les caractéristiques du béton de type XIV-S conformément au tableau du paragraphe 6.33.4.9.1;
 - 6.33.4.9.3.3.4 les précautions et limitations;
- 6.33.4.9.3.4 les sacs de béton de type XIV-S doivent porter les informations suivantes, sans toutefois s'y limiter :
 - 6.33.4.9.3.4.1 le nom du fabricant;
 - 6.33.4.9.3.4.2 le nom du matériau;
 - 6.33.4.9.3.4.3 la masse sèche du béton autoplaçant;
 - 6.33.4.9.3.4.4 le rendement;
 - 6.33.4.9.3.4.5 le numéro de lot.
- 6.33.4.9.4 Béton autoplaçant à prise rapide
 - 6.33.4.9.4.1 Le béton autoplaçant à prise rapide doit être le produit *RS-SCC-35* fabriqué par Ambrex, ou équivalent autorisé par l'Ingénieur.
 - 6.33.4.9.4.2 L'usage du béton autoplaçant en sac est autorisé pour le béton autoplaçant à prise rapide.
 - 6.33.4.9.4.3 À trois (3) heures d'âge, le béton à prise rapide doit avoir une résistance minimale en compression de 20 MPa. À vingt-huit (28) jours d'âge, le béton à prise rapide doit avoir une résistance minimale en compression de 35 MPa. Le béton autoplaçant à prise rapide doit contenir un retardateur, de façon à maintenir son étalement à 675 mm ± 50 mm durant trente (30) minutes.

6.33.4.10 Béton antilessivage

6.33.4.10.1 Le béton antilessivage pour travaux sous-marins doit posséder les caractéristiques suivantes :

| Résistance à 28 jours (MPa) | Masse min. de ciment GUb-SF (kg/m ³) | Rapport eau/liant maximal | Gros granulats (mm) | Granulat fin (%) ⁽¹⁾ | Teneur en air (%) | Affaissement (mm) |
|-----------------------------|--|---------------------------|---------------------|---------------------------------|-------------------|-------------------|
| 35 | 450 | 0,42 | 2,5-10 | 45 à 55 | 6 à 9 | 200 ± 40 |

(1) Pourcentage calculé par rapport à la masse totale des granulats.

6.33.4.10.2 L'**Entrepreneur** doit utiliser un agent anti-retrait dans le béton antilessivage utilisé pour les fûts. L'**Entrepreneur** doit soumettre à l'Ingénieur pour examen le produit et le dosage proposés. Le dosage doit permettre de réduire le retrait du béton de 50% par rapport au retrait normal anticipé.

6.33.4.11 MORTIER CIMENTAIRE

6.33.4.11.1 Le mortier doit être préparé, manipulé et appliqué conformément aux recommandations du fabricant et aux conditions de mise en place à l'endroit de la réparation. Le mortier cimentaire utilisé dans le cadre du présent Contrat doit être le produit *Sika Top 123 plus* fabriqué par Sika Canada inc. ou équivalent autorisé par l'Ingénieur.

6.33.4.11.2 Les mortiers cimentaires doivent contenir moins de 5% de gros granulats retenus sur le tamis 10 mm.

6.33.4.11.3 Les polymères utilisés comme constituant du mortier cimentaire doivent être employés avec ou en remplacement de l'eau de gâchage.

6.33.4.11.4 Les fibres utilisées comme constituant du mortier cimentaire doivent être constituées d'un matériau qui ne corrode pas.

6.33.4.11.5 Le mortier cimentaire de catégorie TR à prise très rapide peut être accepté par l'Ingénieur pour les réparations superficielles d'une dalle de tablier lorsque la réouverture des voies à la circulation constitue un enjeu majeur.

6.33.4.11.6 Caractéristiques et méthodes d'essais des mortiers cimentaires

| Caractéristiques | Méthodes d'essais | Critère | Catégorie de mortier | | |
|---|----------------------|----------------|----------------------|------------------|-------------------|
| | | | N ⁽¹⁾ | R ⁽¹⁾ | TR ⁽¹⁾ |
| Résistance à la compression (MPa) | ASTM C109/C109M | 3 heures | - | - | 17 |
| | | 1 jour | 12 | 22 | - |
| | | 7 jours | 30 | 35 | 45 |
| | | 28 jours | 30 | 35 | 45 |
| Résistance à la flexion (MPa) | ASTM C348 | 7 jours | 6,0 | | |
| Adhérence au béton (MPa) | ASTM C882 | 1 jour | 7,0 | | |
| | | 7 jours | 10,0 | | |
| Absorption d'eau (%) | ASTM C642 | 28 jours max. | 5,5 | | |
| Variation de longueur (%) | ASTM C157/C157M | 28 jours (eau) | +0,15 | | |
| | | 28 jours (air) | -0,15 | | |
| Écaillage de surface Perte max. (kg/m ²) | BNQ-2621-905 | (56 cycles) | 0,50 | | |
| Gel – dégel Module d'élasticité min. (%) | ASTM C666/C666M | (300 cycles) | 80 | | |
| Teneur en ions chlorures (kg/m ³) | ASTM C1152/C1152M | s/o | 0,60 | | |

(1) N: Mortier à prise normale, R : Mortier à prise rapide, TR : Mortier à prise très rapide.

6.33.4.12 BÉTON À PRISE RAPIDE DE TROIS (3) HEURES

6.33.4.12.1 L'utilisation du béton à prise rapide de trois (3) heures peut être autorisée par l'Ingénieur pour une réparation du béton d'une dalle et lors du remplacement de joints de dilatation lorsque la réouverture des voies à la circulation constitue un enjeu majeur.

6.33.4.12.2 Le béton à prise rapide de trois (3) heures doit être conforme à la présente sous-section ainsi qu'aux exigences suivantes :

6.33.4.12.2.1 résistance à la flexion spécifiée à trois (3) heures conformément à la norme CAN/CSA-A23.2-8C *Détermination de la résistance à la flexion du béton (au moyen d'une poutre simple chargée au tiers)* : 3,1 MPa minimum;

6.33.4.12.2.2 résistance à la compression spécifiée à trois (3) heures conformément à la norme CAN/CSA-A23.2-9C *Détermination de la résistance à la compression d'éprouvettes de béton cylindriques* : 20 MPa minimum;

6.33.4.12.2.3 résistance à la compression spécifiée à vingt-huit (28) jours conformément à la norme CAN/CSA-A23.2-9C *Détermination de la résistance à la compression d'éprouvettes de béton cylindriques* : 35 MPa minimum.

6.33.4.12.3 Le facteur de durabilité relatif après trois cents (300) cycles de gel et dégel conformément à la norme ASTM C666/C666M doit être égal ou supérieur à 80%. La préparation et le mûrissement des spécimens doivent se faire conformément aux recommandations du fabricant.

- 6.33.4.12.4 La perte de résidus après cinquante-six (56) cycles d'écaillage conformément à la norme BNQ 2621-905 doit être égale ou inférieure à 0,50 kg/m². La préparation et le mûrissement des spécimens doivent se faire conformément aux recommandations du fabricant.
- 6.33.4.12.5 Les accélérateurs à base de chlorures sont interdits et la teneur en ions de chlore doit être inférieure à 0,15% de la masse du béton.
- 6.33.4.12.6 L'**Entrepreneur** doit démontrer, à l'aide de résultats antérieurs d'autres projets, que les résistances indiquées au paragraphe 6.33.4.11.6 sont atteintes dans le délai prescrit de trois (3) heures.

6.33.5 ÉQUIPEMENT ET OUTILLAGE

6.33.5.1 BÉTONNIÈRE MOBILE

- 6.33.5.1.1 Pour les coulées de béton de moins de 2 m³/h, pour les coulées inférieures à 5 m³ de béton ou pour les coulées de béton à prise rapide, le béton peut être dosé et mélangé au chantier dans une bétonnière mobile conformément à la norme ASTM C685/C685M.
- 6.33.5.1.2 La bétonnière mobile doit avoir une capacité d'au moins 6 m³ et doit être munie d'un réservoir d'entreposage pour modificateur au latex.
- 6.33.5.1.3 Le malaxeur de la bétonnière mobile doit être pourvu de deux (2) compteurs pour mesurer la décharge d'émulsion polymérique :
- 6.33.5.1.3.1 un compteur doit enregistrer le débit avec précision $\pm 0,5$ L à la minute;
- 6.33.5.1.3.2 un compteur doit enregistrer le volume total déchargé avec une précision de $\pm 1,5\%$.
- 6.33.5.1.4 La bétonnière mobile doit avoir l'équipement requis pour mesurer la quantité réelle de ciment incorporé au mélange avec compteur-enregistreur visible en tout temps et être munie d'une imprimante de billets qui indique cette quantité.
- 6.33.5.1.5 L'Ingénieur peut exiger le recalibrage du compteur d'alimentation de ciment lorsqu'il le juge nécessaire.
- 6.33.5.1.6 Le malaxeur doit contrôler le débit d'eau introduit dans le mélange. Le débit d'eau doit être assujéti aux mécanismes d'alimentation du ciment et du granulat et doit être facilement réglable pour apporter des changements en fonction de la teneur en humidité des granulats. Le malaxeur doit être muni d'un compteur-enregistreur du débit d'eau capable d'enregistrer avec une précision de $\pm 1,5\%$ la quantité de litres d'eau introduite dans le mélange.

6.33.5.1.7 Si l'**Entrepreneur** choisit de fournir le béton à partir d'installations flottantes, une usine mobile sur une barge est permise si cette dernière est conforme à la norme ASTM C685/C685M. Des essais de gâchage doivent être effectués par l'**Entrepreneur**, ainsi que des essais de répétabilité pour définir les séquences et temps de malaxage pour chaque ingrédient du mélange. Les résultats de ces essais doivent être consignés par écrit et une copie de ceux-ci doit être remise à l'Ingénieur avant le début des travaux de bétonnage.

6.33.5.1.7.1 L'opérateur de l'usine mobile doit être identifié par l'Ingénieur et seul ce dernier est autorisé à mélanger et fournir le béton durant les travaux.

6.33.5.1.7.2 Les aires d'entreposage des matériaux doivent être conformes à la norme CAN/CSA-A23.1 et doivent être aménagées afin de protéger les matériaux contre l'humidité et les conditions climatiques.

6.33.5.1.8 Le premier 0,25 m³ de chaque coulée de béton fourni par la bétonnière mobile doit être utilisé exclusivement pour la préparation et le calibrage des équipements et ne peut être utilisé pour une autre fin.

6.33.5.2 VIBRATEURS

6.33.5.2.1 Les vibrateurs doivent être conformes à la norme CAN/CSA-A23.1 et posséder les caractéristiques suivantes :

| Fréquence minimale pendant l'immersion dans le béton (Hz) | Diamètre de la tête du vibreur (mm) | Taux de mise en place par vibreur (m ³ /h) |
|---|-------------------------------------|---|
| 170 à 250 | 20 à 40 | 1 à 4 |
| 150 à 225 | 30 à 60 | 2 à 8 |
| 130 à 200 | 50 à 90 | 5 à 15 |

6.33.5.3 POMPE À BÉTON

6.33.5.3.1 L'équipement de pompage doit être conforme à la norme CAN/CSA-A23.1 et la conduite de la pompe doit être munie de sections réductrices en « S ».

6.33.5.3.1.1 La section réductrice doit réduire le diamètre de la conduite d'au moins 33% et être localisée à l'extrémité de celle-ci.

6.33.5.3.1.2 La section en « S » doit être formée de deux (2) coudes à 45° d'au moins 275 mm de longueur chacun et être installée sur la conduite de la pompe tout juste avant que cette dernière entre à l'intérieur des coffrages.

6.33.5.3.1.3 Lorsque la dernière portion de la conduite de la pompe est en position verticale sur plus de 1200 mm, un dispositif de fermeture doit être installé à l'extrémité de la conduite de la pompe. Ce dispositif doit être actionné lors de chaque arrêt de la pompe afin de maintenir la conduite de la pompe pleine en tout temps.

- 6.33.5.3.1.4 Après la section en « S », la pompe à béton doit inclure une section réductrice afin de conserver une pression positive à l'intérieur des conduits et éviter d'endommager le réseau d'air.
- 6.33.5.3.2 La pompe à béton utilisée doit pouvoir pomper le béton spécifié sans modification du dosage du mélange, dans les longueurs de conduites spécifiées et aux débits requis.
- 6.33.5.3.3 Aucun ajustement sur les mélanges pour obtenir un mélange à plus forte teneur en ciment, à rapport de sable/pierre élevé ou à un affaissement plus élevé que les indications aux dessins et devis n'est permis pour rencontrer les exigences de certains modèles et marques de pompes.
- 6.33.5.4 TRÉMIE
- 6.33.5.4.1 La trémie doit être étanche à l'eau et de section suffisante pour assurer l'écoulement libre du béton.
- 6.33.5.4.2 La hauteur de chute libre du béton ne doit pas dépasser 1,2 m et, le cas échéant, une trémie allongée de tubes de descente ou de « trompe d'éléphant » doit être utilisée.
- 6.33.5.4.3 Le tube de descente ou « trompe d'éléphant » de la trémie doit avoir un diamètre intérieur d'au moins huit (8) fois la dimension maximale du granulats et un minimum de 150 mm pour assurer que le béton puisse s'écouler librement sans qu'il soit nécessaire de le vibrer.
- 6.33.5.4.4 La longueur maximale pour la chute du béton dans une « trompe d'éléphant » est de 9 m. Lorsque cette longueur doit être dépassée, des trémies de réception dont la capacité dépasse le volume d'amenée du béton doivent être utilisées.
- 6.33.5.5 FINISSEUSE AUTOMOTRICE
- 6.33.5.5.1 La finition du béton de la dalle doit être réalisée au moyen de la finisseuse à béton automotrice commercialisée *Gomaco* modèle C-450 ou équivalent autorisé par l'Ingénieur.
- 6.33.5.5.2 L'utilisation d'une règle vibrante est interdite.

- 6.33.5.5.3 La finisseuse automotrice doit être équipée d'un module mobile comprenant deux (2) vis sans fin, deux (2) rouleaux lisses, une boîte vibrante et un dispositif de bombement permettant d'ajuster la pente des rails du module. Ce module mobile doit également être conçu pour compenser la perte de cambrure du pont de la finisseuse lorsque la largeur à bétonner excède 6 m et que le profil transversal est en dévers. Lorsque la distance entre les rails de roulement excède 18 m, un treillis de stabilisation doit être mis en place sur le dessus de la finisseuse, ou une finisseuse avec une hauteur de pont-roulant augmentée conformément aux recommandations du fabricant de la finisseuse doit être utilisée. Les ajustements de la finisseuse automotrice et son opération pendant le passage à vide et le bétonnage doivent être confiés à un opérateur qualifié relevant du propriétaire de la finisseuse.
- 6.33.5.5.4 Deux (2) plates-formes de travail doivent être utilisées :
- 6.33.5.5.4.1 une plate-forme pour effectuer la finition manuelle du béton; et
- 6.33.5.5.4.2 une plate-forme pour procéder à la cure du béton et à la mise en place de la protection par temps froid le cas échéant;
- 6.33.5.5.4.3 ces plates-formes doivent être équipées de roues métalliques et doivent se déplacer sur les rails de roulement utilisés par la finisseuse automotrice. La rigidité des plates-formes doit être suffisante pour résister à une charge de 200 kg tout en maintenant un dégagement variant de 100 à 150 mm entre la plate-forme et le profil prévu du dessus de la dalle.
- 6.33.5.5.5 Rails de roulement
- 6.33.5.5.5.1 La finisseuse automotrice doit se déplacer sur des rails de roulement. Ces rails doivent être parallèles entre eux, sauf lorsque la zone à bétonner est de largeur variable. Chaque section de rail doit être fabriquée à partir d'un tube d'acier d'un diamètre d'au moins 50 mm et d'une épaisseur de paroi suffisante pour éviter le fléchissement du rail sous le poids de la finisseuse automotrice. La continuité des rails doit être assurée par un assemblage mâle-femelle entre les sections de rails. Les rails de roulement doivent être déposés sur des supports en acier ajustables en hauteur, espacés d'une distance maximale de 900 mm. Dans le cas d'une dalle sur poutres, les supports mis en place sur une poutre doivent être soudés à la tête des goujons d'une poutre en acier ou aux étriers d'une poutre en béton.
- 6.33.5.5.5.2 Les rails de roulement doivent suffisamment excéder les extrémités de la zone à bétonner pour permettre à la finisseuse automotrice de couvrir toute la zone. Les coffrages à l'extrémité de la dalle ne doivent pas empêcher le libre passage de la finisseuse automotrice.

- 6.33.5.5.5.3 Le rail situé du côté extérieur de la dalle doit être localisé à l'arrière de l'emplacement prévu pour la glissière de béton. Le rail situé du côté de la dalle attenante à une autre zone de travail doit être localisé tout juste à l'extérieur de la superficie de la dalle à bétonner. Dans ce dernier cas, il est interdit de localiser le rail sur une dalle existante sans lien structural avec la section de dalle à bétonner.
- 6.33.5.5.5.4 Les rails de roulement doivent se prolonger sur une distance d'au moins 3 m sur les approches de la dalle de façon à ce que l'équipement de finition de béton soit localisé, avant et après le bétonnage, en dehors de la zone à bétonner. Les coffrages à l'extrémité de la dalle ainsi que les armatures du garde-grève ne doivent pas empêcher le libre passage de la finisseuse automotrice.

6.33.6 EXÉCUTION DES TRAVAUX

6.33.6.1 RÉUNION PRÉ-BÉTONNAGE

- 6.33.6.1.1 L'**Entrepreneur** doit tenir une réunion pré-bétonnage pour chaque type de béton au moins quatorze (14) jours avant le début des travaux de bétonnage. L'**Entrepreneur** doit alors faire valider les éléments suivants par l'Ingénieur :
- 6.33.6.1.1.1 la méthode proposée de mise en place du béton pour chaque type d'élément à couler ou à réparer tel qu'indiqué aux dessins et devis;
- 6.33.6.1.1.2 les mélanges de béton proposés conformément au présent devis, incluant les réajustements réalisés dans le cadre des essais de convenance, le cas échéant;
- 6.33.6.1.1.3 les mesures mises en place par l'**Entrepreneur** pour le contrôle de la qualité afin d'assurer la bonne exécution des travaux.
- 6.33.6.1.2 L'**Entrepreneur** doit s'assurer que tous les ouvriers et sous-traitants impliqués dans la fabrication, le transport et la mise en place du béton soient présents à la réunion pré-bétonnage.

6.33.6.2 MÉLANGE DE BÉTON

- 6.33.6.2.1 L'**Entrepreneur** est responsable du dosage du mélange de béton proposé et doit fournir à l'Ingénieur, au moins quatorze (14) jours avant les opérations de bétonnage, les formules de mélange et les méthodes de mise en place proposées.
- 6.33.6.2.2 L'**Entrepreneur** doit fournir à l'Ingénieur une fiche technique du mélange de béton de ciment datée et signée par le responsable du contrôle de la qualité du fabricant. Cette fiche est valide pour une année civile.
- 6.33.6.2.3 La fiche technique du mélange doit comprendre les informations suivantes :

- 6.33.6.2.3.1 une désignation, un numéro ou un code de mélange;
- 6.33.6.2.3.2 la masse volumique du béton frais en kg/m^3 pour la teneur en air et l'affaissement spécifiés;
- 6.33.6.2.3.3 la masse de ciment en kg/m^3 ;
- 6.33.6.2.3.4 la quantité d'eau en L/m^3 ;
- 6.33.6.2.3.5 la masse des granulats fins et des gros granulats en kg/m^3 (état saturé à surface sèche);
- 6.33.6.2.3.6 le rapport massique eau/liant, en considérant que les granulats sont dans un état saturé à surface sèche;
- 6.33.6.2.3.7 la résistance à la compression;
- 6.33.6.2.3.8 les limites de teneur en air et d'affaissement;
- 6.33.6.2.3.9 les types d'adjuvants, le nom des produits, leur fabricant et les quantités recommandées;
- 6.33.6.2.3.10 le type de ciment, sa provenance et l'identification de la cimenterie;
- 6.33.6.2.3.11 un rapport d'un laboratoire membre de l'Association des firmes de génie-conseil (AFG) datant de moins de trois (3) ans et établissant pour le mélange fourni les caractéristiques du réseau de bulles d'air entraîné : la teneur en air, le facteur d'espacement des bulles d'air et la surface spécifique;
- 6.33.6.2.3.12 les caractéristiques intrinsèques de fabrication et complémentaires des granulats fins et grossiers ainsi que leur provenance pour chaque année civile;
- 6.33.6.2.3.13 la granulométrie, la masse volumique pilonnée à sec, la densité relative brute (état saturé à surface sèche), le pourcentage d'absorption des granulats fins et des gros granulats ainsi que le module de finesse et l'indice colorimétrique du granulat fin;
- 6.33.6.2.3.14 un rapport d'un laboratoire membre de l'AFG datant de moins de trois (3) ans et établissant le potentiel de la réactivité alcali-granulat;
- 6.33.6.2.3.15 le nom du latex et celui de son fabricant;
- 6.33.6.2.3.16 un rapport d'un laboratoire membre de l'AFG datant de moins de trois (3) ans et établissant la teneur en ions chlorures;
- 6.33.6.2.3.17 un rapport d'un laboratoire membre de l'AFG datant de moins de trois (3) ans et établissant la perméabilité aux ions chlorures du mélange;

- 6.33.6.2.3.18 un certificat d'analyse chimique et physique du liant utilisé indiquant les pourcentages des ajouts cimentaires utilisés dans sa fabrication émis par le fabricant;
- 6.33.6.2.3.19 un certificat d'analyse chimique et physique datant de moins de trois (3) mois pour chacun des ajouts cimentaires utilisés dans la fabrication du liant émis par le fabricant.
- 6.33.6.2.4 Les formules de mélange sont sujettes à l'examen et l'acceptation par le Laboratoire du Propriétaire. Le **Propriétaire** se réserve le droit d'exiger des changements à la formule afin que celle-ci réponde aux indications aux dessins et devis.
- 6.33.6.2.5 À la demande de l'Ingénieur, l'**Entrepreneur** doit soumettre des échantillons des adjuvants qu'il compte utiliser.
- 6.33.6.2.6 Un certificat du fabricant doit accompagner tous les échantillons d'adjuvants garantissant qu'ils sont de même composition que ceux qui seront fournis pour être mis en œuvre.
- 6.33.6.3 DOSAGE ET FABRICATION DU BÉTON
- 6.33.6.3.1 L'**Entrepreneur** doit s'approvisionner auprès d'un fabricant en mesure de garantir que les installations, le matériel, les matériaux utilisés dans la fabrication du béton ainsi que toutes les opérations relatives à la fabrication du béton sont conformes à la norme CAN/CSA-A23.1.
- 6.33.6.3.2 L'usine du fabricant de béton doit détenir un certificat de conformité délivré par le BNQ conformément au protocole de certification BNQ-2621-905.
- 6.33.6.4 BORDEREAU DE LIVRAISON
- 6.33.6.4.1 Avant de décharger le béton, l'**Entrepreneur** doit présenter à l'Ingénieur un bordereau de livraison sur lequel doivent être indiquées les informations suivantes :
- 6.33.6.4.1.1 la raison sociale du fabricant de béton avec l'identification de la centrale de dosage;
- 6.33.6.4.1.2 la date et le numéro d'identification du bordereau;
- 6.33.6.4.1.3 le numéro de code du fabricant identifiant le mélange livré;
- 6.33.6.4.1.4 le nom de l'**Entrepreneur** à qui le béton doit être livré;
- 6.33.6.4.1.5 la désignation de l'ouvrage ou de la partie d'ouvrage;
- 6.33.6.4.1.6 la classe du béton;

- 6.33.6.4.1.7 le numéro de la formule de dosage comprenant les quantités de ciment, d'eau, de gros granulats, de granulats fins et d'adjuvants réellement incorporés au mélange;
 - 6.33.6.4.1.8 les adjuvants utilisés;
 - 6.33.6.4.1.9 les limites de température spécifiées pour le béton frais;
 - 6.33.6.4.1.10 les limites de teneur en air;
 - 6.33.6.4.1.11 les limites d'affaissement;
 - 6.33.6.4.1.12 la quantité de béton en mètres cubes;
 - 6.33.6.4.1.13 le numéro de camion, le total cumulé pour la coulée et le numéro de chargement;
 - 6.33.6.4.1.14 l'heure du chargement;
 - 6.33.6.4.1.15 l'heure d'arrivée au chantier;
 - 6.33.6.4.1.16 l'heure du début du déchargement;
 - 6.33.6.4.1.17 la quantité d'eau ajoutée après le dosage et la signature de l'ingénieur ayant autorisé cet ajout.
- 6.33.6.5 PRÉPARATION DES SURFACES EXISTANTES AVANT LE BÉTONNAGE
- 6.33.6.5.1 Tous les travaux de préparation des surfaces doivent faire l'objet d'un examen par l'ingénieur avant la mise en place du béton.
 - 6.33.6.5.2 Surfaces existantes (béton, acier ou roc)
 - 6.33.6.5.2.1 Toutes les surfaces doivent être propres, fermes et exemptes de fragments détachés ou peu solides, de brin de scie, de glace, de neige ou de toute autre substance étrangère et de débris.
 - 6.33.6.5.2.2 Dans le cas de surfaces de béton durci, la laitance doit être enlevée et les granulats partiellement exposés.
 - 6.33.6.5.2.3 Les surfaces rocheuses peuvent être nettoyées au jet d'air, au jet d'eau, au jet d'abrasif ou par un brossage vigoureux.
 - 6.33.6.5.2.4 Les surfaces doivent être suffisamment rugueuses pour assurer l'obtention d'une adhérence complète avec le nouveau béton. La rugosité de la surface traitée doit avoir une amplitude d'au moins 5 mm conformément au profil CSP 8 du guide n° 03732 de l'ICRI.

- 6.33.6.5.2.5 L'**Entrepreneur** doit débarrasser ensuite les surfaces du surplus d'eau en utilisant uniquement le jet d'air.
- 6.33.6.5.2.6 L'**Entrepreneur** doit contrôler et éliminer toute infiltration d'eau de même que toutes les flaques qui se sont formées dans les creux, à la satisfaction de l'Ingénieur.
- 6.33.6.5.2.7 Dans le cas où la présence du coffrage empêcherait la saturation des surfaces, l'**Entrepreneur** doit injecter de la vapeur d'eau dans le coffrage pendant au moins vingt (20) minutes et ce, moins de trente (30) minutes avant le bétonnage.
- 6.33.6.5.2.8 L'injection de vapeur d'eau dans les coffrages doit être effectuée de façon à créer une circulation libre de vapeur en l'injectant d'un point et l'évacuant d'un autre sans créer d'augmentation de pression dans le coffrage. L'**Entrepreneur** doit soumettre à l'Ingénieur, pour information, le type d'équipement utilisé et la procédure d'injection de vapeur d'eau à l'intérieur des coffrages.
- 6.33.6.5.3 Surfaces de béton démolies
- 6.33.6.5.3.1 L'**Entrepreneur** doit démolir le béton détérioré et effectuer la préparation des surfaces conformément à la sous-section 6.21 *Démolition et enlèvement*.
- 6.33.6.5.3.2 Après nettoyage au jet d'eau, les surfaces doivent être débarrassées du surplus d'eau en utilisant uniquement le jet d'air.
- 6.33.6.5.3.3 Avant la mise en place du béton ou du produit de réparation, toute eau d'infiltration dans la zone de travail doit être contrôlée et toute accumulation d'eau dans les dépressions doit être enlevée à la satisfaction de l'Ingénieur.
- 6.33.6.5.3.4 Au moins trois (3) heures avant de placer le nouveau béton, l'**Entrepreneur** doit bien humidifier les surfaces à réparer afin qu'elles soient dans un état saturé à surface sèche. Le surplus d'eau doit être enlevé au jet d'air quinze (15) minutes avant la mise en place du béton de façon à ce que le béton soit dans un état saturé à surface sèche au moment de la mise en place.
- 6.33.6.5.3.5 Dans le cas de la réparation de la dalle en surface, l'**Entrepreneur** doit, avant la mise en place du béton, appliquer sur les surfaces de béton et les armatures un agent de liaisonnement avec inhibiteur de corrosion, lequel doit être le produit *SikaTop Armatec 110 Epocem* fabriqué par Sika Canada inc. ou équivalent autorisé par l'Ingénieur. L'**Entrepreneur** doit respecter le délai maximal d'attente recommandé par le fabricant.
- 6.33.6.6 TRANSPORT DU BÉTON
- 6.33.6.6.1 Tout le béton doit être livré au chantier par camion malaxeur ou agitateur, ou par bétonnière mobile conformément au paragraphe 6.33.5.1 *Bétonnière mobile*.
- 6.33.6.6.2 Le transport du béton doit être fait de façon à éviter la séparation des constituants du béton ou une altération de sa consistance.

6.33.6.7 DÉLAI PRESCRIT ENTRE LE DOSAGE ET LA MISE EN PLACE

- 6.33.6.7.1 Le délai entre le moment du dosage initial et le déchargement complet doit être conforme à la norme CAN/CSA-A23.1.
- 6.33.6.7.2 En aucun moment, le temps écoulé entre le dosage et le déchargement ne doit excéder cent vingt (120) minutes. Toute dérogation à cette exigence doit être autorisée par l'Ingénieur avant la mise en place du béton.
- 6.33.6.7.3 Si le délai depuis le dosage dépasse quatre-vingt-dix (90) minutes, la teneur en air et la température du béton doit être revérifiée par l'**Entrepreneur**.
- 6.33.6.7.4 Le béton qui n'a pas été mis en place dans le délai prescrit ne doit pas être utilisé.

6.33.6.8 CONTRÔLE DE LA TEMPÉRATURE

- 6.33.6.8.1 La température du béton livré sur le chantier doit être conforme à la norme CAN/CSA-A23.1 et être mesurée à la sortie du camion malaxeur conformément à la norme ASTM C1064/C1064M.
- 6.33.6.8.2 La température doit être aussi basse que possible afin de limiter la hausse de la température engendrée par la chaleur d'hydratation et ne doit en aucun cas être supérieure à celle prescrite au tableau suivant :

| Épaisseur de la plus petite dimension de la portion à couler (mm) | Température du béton, °C | |
|---|--------------------------|-------------------|
| | Minimale | Maximale |
| < 1000 | 10 | 30 ⁽¹⁾ |
| 1000 à 2000 | 5 | 25 ⁽¹⁾ |
| > 2000 | 5 | 20 ⁽¹⁾ |

(1) La température du béton de type XIII ne doit jamais être supérieure à 22°C. Entre le 15 mai et le 15 octobre, cette exigence maximale de 22°C s'applique également au béton des éléments d'ouvrages d'art suivants :

- Les dalles épaisses;
- Les portiques (béquille, goussets et dalle);
- Les glissières;
- Les chasse-roues;
- Les trottoirs;
- Les pistes cyclables;
- Les bandes médianes.

Durant cette même période, la température du béton des dalles sur poutres ne doit pas dépasser 25°C. Cette exigence ne s'applique pas au béton de types XIV-S et XVI-15.

6.33.6.8.3 Bétonnage par temps chaud

- 6.33.6.8.3.1 Lorsque la température ambiante est de 27°C ou plus, ou lorsqu'il y a probabilité qu'elle atteigne 27°C pendant le bétonnage (selon les prévisions de la station météorologique d'Environnement Canada la plus proche des travaux), les moyens appropriés doivent être pris pour assurer la protection du béton mis en place contre les effets du temps chaud ou sec.

- 6.33.6.8.3.2 Pour obtenir la température requise, l'**Entrepreneur** doit utiliser des méthodes appropriées telles que le refroidissement de l'eau de gâchage avec de la glace ou l'humidification des granulats.
- 6.33.6.8.3.3 Dans les conditions intenses d'assèchement, les coffrages, l'armature et le matériel de bétonnage doivent être protégés des rayons directs du soleil ou refroidis par brumisation et évaporation.
- 6.33.6.8.3.4 Lorsque la température du béton se maintient au-dessus de 25°C, l'utilisation d'un adjuvant retardateur de prise peut être envisagée mais doit faire l'objet d'une autorisation de l'Ingénieur.
- 6.33.6.8.3.5 L'**Entrepreneur** doit mettre en œuvre tous les moyens nécessaires afin que le taux d'évaporation soit inférieur à 0,5 kg/m²/h. Une ou plusieurs des mesures suivantes peuvent être prises par l'**Entrepreneur** si le taux d'évaporation dépasse, ou risque de dépasser cette limite :
- 6.33.6.8.3.5.1 ériger des paravents autour des surfaces de béton;
 - 6.33.6.8.3.5.2 mouiller le support avant la mise en place du béton;
 - 6.33.6.8.3.5.3 monter des pare-soleil au-dessus du béton pendant la finition;
 - 6.33.6.8.3.5.4 abaisser la température du béton;
 - 6.33.6.8.3.5.5 recouvrir la surface du béton d'une pellicule de polyéthylène entre les phases de finition;
 - 6.33.6.8.3.5.6 entreprendre la cure du béton immédiatement après la finition à la truelle;
 - 6.33.6.8.3.5.7 faire la mise en place et la finition du béton pendant la nuit.
- 6.33.6.8.4 Bétonnage par temps froid
- 6.33.6.8.4.1 Lorsque les températures minimales du béton plastique indiquées au paragraphe 6.33.6.8.2 ne peuvent être atteintes, les constituants du béton doivent être chauffés conformément aux exigences suivantes :
- 6.33.6.8.4.1.1 l'eau entrant en contact avec le ciment doit avoir une température inférieure à 40°C. Si la température est supérieure, l'eau doit d'abord être mélangée aux granulats. La température de l'eau de gâchage ne doit jamais être supérieure à 80°C;
 - 6.33.6.8.4.1.2 les granulats doivent être chauffés de façon à éliminer toutes les mottes gelées, la neige et la glace. La température moyenne des granulats ne doit pas dépasser 40°C lors de l'ajout de ciment;

- 6.33.6.8.4.1.3 l'usage d'eau chaude de gâchage pour faire disparaître les mottes gelées et la neige dans les granulats est interdit.
- 6.33.6.8.4.2 Lorsque la température ambiante est de 5°C ou moins, ou lorsqu'il y a probabilité qu'elle chute sous 5°C dans les vingt-quatre (24) heures de la mise en place (selon les prévisions de la station météorologique d'Environnement Canada la plus proche des travaux), tout le matériel et les matériaux nécessaires pour assurer la protection du béton et sa cure doivent être disponibles et prêts à être utilisés avant le début du bétonnage.
- 6.33.6.8.4.3 La neige et la glace doivent être enlevées avant que le béton ne soit placé sur quelque surface que ce soit. Le béton ne doit pas être mis en place contre ou sur une surface dont la température contribuerait à abaisser celle du béton.
- 6.33.6.8.4.4 Le béton doit être maintenu à une température minimale de 10°C pendant la période de cure. Le béton de type XVI-15 doit être maintenu à cette température pour une période de sept (7) jours consécutifs suivant le bétonnage. Ces périodes de protection du béton doivent être prolongées jusqu'à ce que le béton aie atteint 70% de la résistance spécifiée à vingt-huit (28) jours, vérifiée par des essais sur des éprouvettes témoins mûries dans les mêmes conditions que l'ouvrage.
- 6.33.6.8.4.5 Dans le cas du béton précontraint en place, la période de protection du béton doit se poursuivre dix (10) jours après l'injection du coulis.
- 6.33.6.8.4.6 Après la période de protection, la température du béton doit être abaissée graduellement pendant les vingt-quatre (24) premières heures. Le taux de diminution ne doit pas être supérieur à 10°C/h. Le béton ne doit pas être mis en contact avec l'air extérieur si la différence entre la température du béton et celle de l'air extérieur est supérieure à 20°C.
- 6.33.6.8.4.7 L'emploi de chlorure de sodium ou de calcium comme agent de déglacage est interdit.
- 6.33.6.8.4.8 Dans le cas d'un bétonnage à l'air libre, toutes les surfaces (béton existant, coffrages, armatures, etc.) avec lesquelles le béton plastique vient en contact doivent être préalablement chauffées à une température minimale de 5°C jusqu'au bétonnage.
- 6.33.6.8.4.9 Par temps froid, l'**Entrepreneur** doit assurer au béton la protection appropriée pendant toute la période de mise en place et de cure. Cette protection doit être assurée au moyen d'abris chauffés, de couvertures, d'isolation, ou par une combinaison de ces mesures, selon les types de protection suivants :

- 6.33.6.8.4.9.1 La protection de type 1 consiste à recouvrir complètement toutes les surfaces de béton plastique à l'aide d'un matériau isolant. Chaque couche de matériau isolant doit être du type couverture imperméable fabriquée à partir de plaques de mousse à cellules fermées et avoir une résistance thermique RSI de 0,40. Le jour précédant le bétonnage, l'**Entrepreneur** doit faire autoriser par l'Ingénieur le nombre de couches de matériau isolant à poser. Selon l'évolution de la température du béton durant la période de protection de type 1, l'Ingénieur peut exiger de réduire ou d'augmenter le nombre de couches. L'enlèvement ou l'ajout d'une couche doit être effectué à l'intérieur d'un délai de trois (3) heures suivant la demande de l'Ingénieur. L'isolant doit être posé de façon à prévenir toute exposition des surfaces de béton à l'air extérieur durant toute la durée de la protection. Les joints des couvertures isolantes doivent avoir un chevauchement d'au moins 75 mm.
- 6.33.6.8.4.9.2 La protection de type 2 consiste à construire un abri enveloppant l'ouvrage. L'abri doit être construit de façon à recouvrir de toiles ou de bâches les surfaces de l'ouvrage à bétonner. Ces toiles ou bâches doivent être étanches, résistantes et assujetties entre elles de façon à ne pas être déplacées pendant la durée de la protection. L'abri doit avoir une hauteur et une grandeur suffisantes pour permettre de faire, à l'intérieur de celui-ci, la mise en place du béton, la finition du béton et la cure. Dans le cas d'un ouvrage supporté par des étalements appuyés sur le sol, l'abri et la méthode de chauffage doivent être conçus de façon à éviter le dégel du sol. Les appareils de chauffage tels que bouilloires et chaufferettes doivent être de capacité et de nombre suffisants pour maintenir le béton à la température exigée. Un courant d'air chaud doit circuler à l'intérieur de l'abri. La chaleur doit atteindre toutes les surfaces, qu'elles soient coffrées ou non. Si des appareils dégagent des gaz carboniques, ces gaz doivent être évacués en dehors de l'abri. Le gaz carbonique ne doit en aucun cas entrer en contact avec le béton.
- 6.33.6.8.4.9.3 La protection de type 3 consiste à construire un abri enveloppant le dessous d'un tablier à l'aide de toiles ou de bâches et à recouvrir le dessus de la dalle d'un matériau isolant. Dans le cas d'une dalle sur poutres, l'abri doit recouvrir les poutres. Ces toiles ou bâches doivent être étanches, résistantes et assujetties entre elles de façon à ne pas être déplacées pendant la durée de la protection. La protection doit se prolonger verticalement sur les côtés extérieurs du tablier jusqu'à une hauteur minimale de 1 200 mm au-dessus de la dalle. Cette prolongation doit être localisée à une distance inférieure à 1 000 mm de chaque côté de la dalle à bétonner. Un dégagement suffisant doit être prévu entre le dessous du tablier et les toiles ou bâches pour permettre la circulation d'un courant d'air chaud qui doit atteindre toutes les surfaces à protéger. Les appareils de chauffage tels que bouilloires et chaufferettes doivent être de capacité et de nombre suffisants pour maintenir le béton à la température exigée. Si des appareils dégagent des gaz carboniques, ces gaz doivent être évacués en dehors de l'abri. Le gaz carbonique ne doit en aucun cas entrer en contact avec le béton.

- 6.33.6.8.4.10 Dans le cas d'un bétonnage effectué sous abri selon une protection de type 2 et 3, les surfaces de contact doivent être préalablement chauffées et maintenues à une température comprise entre 5°C et 20°C pendant une période d'au moins vingt-quatre (24) heures précédant le bétonnage. Les coffrages doivent être maintenus en place pendant toute la durée de la protection et les surfaces des coffrages doivent être maintenues à une température comprise entre 10°C et 20°C.
- 6.33.6.8.4.11 Les appareils de chauffage doivent être situés à l'extérieur de la protection, et un système de distribution de la chaleur doit être prévu à l'intérieur de la protection. L'**Entrepreneur** doit soumettre à l'Ingénieur pour examen, au moins quatorze (14) jours avant le bétonnage nécessitant une protection de type 3, le dessin du dispositif de chauffage qu'il a l'intention d'utiliser. Durant la période de vingt-quatre (24) heures de chauffage préalable au bétonnage, l'**Entrepreneur** doit recouvrir les surfaces à bétonner à l'aide d'un matériau isolant. Chaque couche de matériau isolant doit être du type couverture imperméable fabriquée à partir de plaques de mousse à cellules fermées et avoir une résistance thermique RSI de 0,40. L'**Entrepreneur** doit faire autoriser par l'Ingénieur le nombre de couches de matériau isolant à poser.
- 6.33.6.8.4.12 Après le bétonnage, les surfaces de béton plastique doivent être recouvertes du même matériau isolant dès qu'il est possible de le faire sans endommager ces surfaces. L'isolant doit être posé de façon à prévenir toute exposition des surfaces de béton à l'air extérieur durant toute la durée de la protection. Les joints des couvertures isolantes doivent avoir un chevauchement de 75 mm. Selon l'évolution de la température du béton durant la période de protection, l'Ingénieur peut exiger de réduire ou d'augmenter le nombre de couches. L'enlèvement ou l'ajout d'une couche doit être effectué à l'intérieur d'un délai de trois (3) heures suivant la demande de l'Ingénieur.
- 6.33.6.8.4.13 Par temps froid, l'**Entrepreneur** doit remplacer l'humidification des surfaces et la cure humide par un matériau de cure formant une membrane sur les surfaces horizontales. Ces surfaces comprennent notamment les dalles sur poutres et le dessus des glissières, ainsi que le dessus des épaulements des joints de tablier. Le matériau de cure doit être appliqué immédiatement après la finition du béton.
- 6.33.6.8.4.14 Il est interdit d'utiliser un ciment ternaire du 15 octobre au 31 mars. Le ciment ternaire doit être remplacé par un ciment binaire.
- 6.33.6.8.4.15 L'**Entrepreneur** doit éviter tout épandage de fondants sur une surface de béton fraîchement bétonnée, quel que soit le type de béton utilisé, et ce, durant une période de vingt-huit (28) jours suivant le bétonnage.
- 6.33.6.8.4.16 Tout abri doit être construit de façon à être en mesure de résister aux charges de vent et de neige et être étanche à l'air.
- 6.33.6.8.4.17 L'abri peut être chauffé à la vapeur vive, à l'air chaud pulsé, ou au moyen d'appareils de chauffage fixes ou autres.

- 6.33.6.8.4.18 Les exigences de l'article 6.33.6.18 *Cure du béton* s'appliquent quel que soit le type de protection mis en place.
- 6.33.6.8.4.19 Tout béton qui a gelé sera rejeté et ne sera pas payable. La partie de l'ouvrage construite avec ce béton sera considérée comme défectueuse et doit être refaite aux frais de l'**Entrepreneur** conformément aux directives de l'Ingénieur.
- 6.33.6.8.4.20 Pour les travaux sous l'eau, aucune réparation ne peut être exécutée lorsque la température de l'eau est inférieure à 5°C.
- 6.33.6.9 CONTRÔLE DE L'AFFAISSEMENT ET DE LA TENEUR EN AIR
- 6.33.6.9.1 Tout ajustement de l'affaissement et de la teneur en air doit être autorisé par l'Ingénieur et être effectué conformément à l'article 5.2.5.3 *Contrôle de l'affaissement ou de l'étalement et de la teneur en air* de la norme CAN/CSA-A23.1.
- 6.33.6.9.2 Sauf indication contraire de l'Ingénieur, il est interdit d'ajouter de l'eau à celle contenue dans le mélange de béton, que ce soit lors du transport ou après l'arrivée sur le chantier.
- 6.33.6.9.3 Sur autorisation de l'Ingénieur, l'affaissement du béton peut être ajusté s'il est inférieur à la valeur prescrite et s'il ne s'est pas écoulé plus de soixante (60) minutes depuis le dosage.
- 6.33.6.9.4 La quantité d'eau ajoutée ne doit pas dépasser 12 L/m³ ou 8% de l'eau de gâchage prescrite et cet ajout doit être accepté et effectué sous surveillance de l'Ingénieur.
- 6.33.6.9.5 L'utilisation de retardateurs de prise pour prolonger le temps de déchargement doit être autorisée par l'Ingénieur.
- 6.33.6.9.6 Lorsque le béton superplastifié ne répond pas aux exigences d'affaissement à cause d'un retard, il doit être ajusté par le fournisseur au moyen d'adjuvants superplastifiants seulement. L'ajout d'eau est interdit. La quantité d'adjuvant ajoutée, sous la supervision de l'Ingénieur, doit être consignée sur le bordereau de livraison.
- 6.33.6.9.7 L'échantillonnage en vue des essais d'uniformité du béton malaxé doit se faire conformément à l'article 7.4 *Échantillonnage pour déterminer l'homogénéité du béton mélangé* de la norme CAN/CSA-A23.2-1C.
- 6.33.6.10 MISE EN PLACE DU BÉTON
- 6.33.6.10.1 Le béton doit être mis en place conformément à l'article 7.4.3 *Déversement du béton* de la norme CAN/CSA-A23.1, et aux exigences qui suivent.
- 6.33.6.10.2 Aucun bétonnage ne doit débuter avant que l'**Entrepreneur** n'ait obtenu l'autorisation écrite de l'Ingénieur.

- 6.33.6.10.3 L'affaissement et la teneur en air doivent être conformes aux articles 6.33.4.8 *Béton standard*, 6.33.4.9 *Béton autoplaçant* ou 6.33.4.10 *Béton antilessivage*, selon le type de béton à mettre en place.
- 6.33.6.10.4 Tout le matériel utilisé pour transporter et couler le béton doit permettre de déverser le béton frais en continu dans les coffrages et doit être nettoyé de béton durci avant son utilisation.
- 6.33.6.10.5 Le béton doit être placé à moins de 1,5 m de sa position définitive, à l'exception du béton autoplaçant qui peut être placé à moins de 10 m de sa position définitive.
- 6.33.6.10.6 La mise en place du béton autoplaçant doit être continue, sans aucun arrêt, afin de conserver les propriétés thixotropiques et d'éviter un raidissement du béton.
- 6.33.6.10.7 Le béton doit être coulé en couches horizontales et le taux de mise en place doit être tel que chaque couche successive puisse être vibrée de façon à assurer son liaisonnement avec la couche précédente.
- 6.33.6.10.8 Le béton doit être coulé en couches horizontales d'une épaisseur maximale de 500 mm.
- 6.33.6.10.9 Afin de réduire au minimum les mouvements latéraux du béton dans les coffrages pouvant provoquer la ségrégation, la distance entre les points de déversement ne doit pas dépasser 5 m.
- 6.33.6.10.10 Au besoin, des trémies collectrices et des goulottes ou des conduits verticaux ou inclinés doivent être utilisées de façon à maintenir à moins de 1,2 m la hauteur de chute libre du béton.
- 6.33.6.10.11 Lorsque le béton transite dans des camions à bennes, l'**Entrepreneur** doit utiliser des bennes qui ont de larges volets s'ouvrant vers le bas, et qui permettent de décharger le béton de façon à éviter la ségrégation du béton et à obtenir un affaissement de l'ordre de 20 à 80 mm.
- 6.33.6.10.12 En cas d'interruption du bétonnage de façon imprévue, la surface exposée de béton plastique doit être maintenue humide en tout temps. Le bétonnage peut être repris si le temps écoulé depuis le gâchage de ce béton est inférieur à cent vingt (120) minutes. Passé ce délai, un vibreur doit être enfoncé dans le béton chaque quinze (15) minutes et devrait s'enfoncer sous son propre poids. Au moindre signe de durcissement, un joint de construction doit être immédiatement réalisé conformément aux directives de l'Ingénieur et le bétonnage doit être interrompu pendant au moins vingt-quatre (24) heures.
- 6.33.6.10.13 L'**Entrepreneur** doit s'assurer que les armatures et les pièces noyées ne se déplacent pas durant la mise en place du béton.
- 6.33.6.11 BÉTON POMPÉ
- 6.33.6.11.1 Le béton pompé doit être mis en place conformément à la norme ACI 304.2R.

- 6.33.6.11.2 L'**Entrepreneur** doit tailler les surfaces qui peuvent emprisonner de l'air ou mettre en place des tuyaux d'évent dans le coffrage au besoin.
- 6.33.6.11.3 Pour éviter la ségrégation du béton, la ligne de pompage doit toujours être pleine durant le pompage et elle doit se terminer par une section réductrice de 75 mm de diamètre.
- 6.33.6.11.4 Le premier 0,5 m³ de béton ou de mortier pompé au début de l'utilisation d'une pompe à béton doit être rejeté.
- 6.33.6.11.5 Lorsqu'une pompe est utilisée pour la mise en place du béton haute performance (de type XIII), la teneur en air, l'affaissement et la température du béton doivent être mesurés à la sortie de la pompe.
- 6.33.6.12 BÉTONNAGE DES DALLES DE TABLIER
- 6.33.6.12.1 Ajustement des coffrages, des rails et de la finisseuse
- 6.33.6.12.1.1 Les coffrages doivent être ajustés de façon à obtenir l'épaisseur de la dalle et le profil longitudinal final indiqués aux dessins. L'**Entrepreneur** doit prévoir des goussets de hauteurs variables au-dessus des poutres. Cette hauteur doit être évaluée à chaque dixième de travée par l'**Entrepreneur** en tenant compte du niveau du dessus des poutres en place, de la perte de cambrure des poutres sous la charge morte incluant, sans s'y limiter, la dalle, les glissières et enrobé, du profil longitudinal final, du profil transversal et des devers, ainsi que toutes autres caractéristiques géométriques du tablier indiquées aux dessins. La perte de cambrure des poutres à utiliser pour l'évaluation des goussets est indiquée aux dessins.
- 6.33.6.12.1.2 L'**Entrepreneur** doit ajouter des barres d'armature pour relier la dalle aux poutres lorsque la distance entre le dessus de la barre transversale de la nappe inférieure d'armature de la dalle et le dessous de la tête des goujons ou des étriers des poutres est inférieure à 25 mm et ce, une fois la mise en place des coffrages terminée. Ces barres doivent être positionnées à moins de 30° par rapport à la verticale. La partie supérieure des barres doit se situer entre les deux (2) rangs d'armature longitudinale de la dalle et la partie inférieure des barres doit être à au moins 25 mm au-dessus des poutres. La quantité d'armatures ajoutée doit correspondre à la section des goujons ou des étriers des poutres. Les barres ajoutées doivent être galvanisées lorsque les barres d'armature de la dalle sont galvanisées.
- 6.33.6.12.1.3 Pour permettre le déplacement vertical des coffrages de la dalle à l'aide des selles ajustables en hauteur, les coffrages des diaphragmes ne doivent pas être fixés aux coffrages de la dalle. De plus, les barres d'armature de la dalle ne doivent pas être attachées aux goujons ou aux étriers des poutres ni aux barres d'armature verticales et horizontales des diaphragmes.

- 6.33.6.12.1.4 Les rails de roulement doivent être ajustés à l'aide d'un niveau d'arpentage, à chaque dixième de travée de façon à obtenir le profil longitudinal final du dessus de la dalle. Le profil longitudinal des rails de roulement doit être calculé par l'**Entrepreneur** à partir du profil longitudinal final prévu et de la perte de cambrure des poutres ou du tablier sous la charge morte. Toutefois, dans le cas de travaux de remplacement de dalle réalisés en phases, le profil du rail s'appuyant sur le béton d'une phase déjà terminée doit être le même que celui de ce béton.
- 6.33.6.12.1.5 L'**Entrepreneur** doit soumettre à l'Ingénieur pour examen le profil calculé des rails de roulement au moins sept (7) jours avant le bétonnage de la dalle. L'**Entrepreneur** doit par la suite procéder à l'ajustement des supports intermédiaires au moyen d'une corde. Avant de procéder au bétonnage d'une dalle, l'**Entrepreneur** doit, en présence de l'Ingénieur, ajuster la finisseuse automotrice pour que le niveau du béton fini épouse parfaitement le profil transversal prévu. Cet ajustement doit être effectué à partir d'une corde installée à l'aide d'un niveau d'arpentage. La pente de la corde doit être celle indiquée aux dessins, au chaînage où la corde est mise en place. Dans le cas de travaux de remplacement de dalle réalisés en phases, la pente de la corde doit être égale à celle indiquée aux dessins, corrigée en fonction de la différence de perte de cambrure des poutres supportant les rails de roulement.
- 6.33.6.12.1.6 L'**Entrepreneur** doit ensuite effectuer, en présence de l'Ingénieur, un passage à vide lorsque toute l'armature de la dalle est mise en place. Le dessus de l'armature doit être situé, par rapport au coffrage, à une hauteur correspondant à l'épaisseur de la dalle moins 60 mm. L'enrobage de la nappe supérieure d'armature de la dalle doit être de 60 mm en tout point, avec une tolérance de 5 mm.
- 6.33.6.12.1.7 L'épaisseur de la dalle et l'enrobage de la nappe supérieure d'armature doivent être vérifiés lors du passage à vide en installant un gabarit de 55 mm de hauteur sous l'équipement de finition. L'épaisseur de la dalle doit être mesurée entre le dessus du gabarit et le dessus du coffrage, avec une tolérance de moins de 5 mm et de plus de 10 mm. L'enrobage de la nappe supérieure d'armature est quant à lui jugé conforme lorsque le gabarit peut demeurer en place lors du passage à vide.
- 6.33.6.12.1.8 Dans le cas d'un pont comportant plusieurs travées, le passage à vide doit être réalisé sur les travées à bétonner et sur au moins les deux (2) travées suivantes, qu'il y ait ou non des joints de tablier indiqués aux dessins. Le passage à vide doit être effectué près des côtés extérieurs de la dalle à bétonner et de part et d'autre des poutres; dans le cas d'un ouvrage construit sur étalement, la distance entre les deux (2) lignes longitudinales de vérification est de 2 m. Le passage à vide d'un pont en courbe ayant une transition sur le pont du profil transversal, d'un bombement vers un dévers, doit être effectué transversalement à la dalle à tous les mètres de longueur de dalle en ajustant la hauteur du point haut transversal de la finisseuse pour obtenir le profil transversal indiqué aux dessins.

- 6.33.6.12.1.9 Des corrections doivent être apportées au besoin à l'armature, aux coffrages et à la finisseuse automotrice. Après ces corrections, un nouveau passage à vide de la finisseuse automotrice doit être effectué. Une fois le passage à vide sur la dalle terminé, l'**Entrepreneur** doit ajuster le niveau du dessus des coffrages d'extrémité, pour permettre le passage de l'équipement de finition. L'**Entrepreneur** doit également ajuster le niveau du dessus des drains au moyen de l'équipement de finition en utilisant le gabarit comme guide.
- 6.33.6.12.1.10 L'ajustement de la finisseuse automotrice, y compris le passage à vide, doit être terminé au moins vingt-quatre (24) heures avant le début du bétonnage de la dalle.
- 6.33.6.12.1.11 Dans le cas d'une dalle sur poutres et lorsque les rails de roulement sont localisés sur les coffrages en porte-à-faux, l'**Entrepreneur** doit mesurer la déflexion du coffrage sous le poids du béton et lever le niveau de la finisseuse automotrice d'une valeur équivalente à cette déflexion.
- 6.33.6.12.2 Bétonnage
- 6.33.6.12.2.1 L'**Entrepreneur** doit soumettre à l'Ingénieur pour examen, au moins quatorze (14) jours avant le bétonnage, la séquence de bétonnage qu'il propose utiliser. La séquence de bétonnage doit préciser le taux de pose minimal de béton que l'**Entrepreneur** propose utiliser, lequel doit être suffisant pour permettre la mise en place d'au moins 75% du volume de béton de la travée la plus longue du pont pendant une période maximale de deux (2) heures et ne doit pas être inférieur à 20 m³/h. L'**Entrepreneur** doit prendre les dispositions nécessaires pour que l'approvisionnement du béton et le matériel requis à la mise en place permettent de respecter en tout temps le taux de pose minimal. Ces dispositions doivent inclure, sans toutefois s'y limiter :
- 6.33.6.12.2.1.1 prévoir les trajets principaux pour le transport du béton de même que les trajets alternatifs envisagés en cas de congestion routière;
- 6.33.6.12.2.1.2 prévoir une seconde usine de fabrication conformément au paragraphe 6.33.6.3.2 en cas de problèmes d'approvisionnement;
- 6.33.6.12.2.1.3 procéder à une inspection complète de la finisseuse automotrice avant le début du bétonnage, afin de s'assurer qu'aucun bris mécanique ne survienne pendant le bétonnage.
- 6.33.6.12.2.2 La séquence de bétonnage indiquée aux dessins ne doit pas être modifiée. Le bétonnage doit s'effectuer à partir du point le plus bas de la zone à bétonner. Dans le cas d'un pont ayant un profil longitudinal convexe avec une pente longitudinale en tout point inférieure à 2 %, le bétonnage peut s'effectuer à partir de l'une ou l'autre des deux (2) extrémités du pont; par contre, si la pente longitudinale en un point quelconque de la dalle est supérieure à 2 %, le bétonnage doit s'effectuer à partir du point bas correspondant à chacune des extrémités du pont.

- 6.33.6.12.2.3 Le bétonnage d'une dalle d'un pont en courbe ayant une transition sur le pont du profil transversal, d'un bombement vers un devers, doit être effectué en ajustant, à tous les mètres de longueur de dalle, la hauteur du point haut transversal de la finisseuse automotrice ou de la règle vibrante pour obtenir le profil transversal indiqué aux dessins.
- 6.33.6.12.2.4 L'avant de la finisseuse automotrice doit être abaissé afin d'établir l'angle d'attaque des rouleaux lisses avant de commencer le bétonnage.
- 6.33.6.12.2.5 Le béton plastique ne doit pas être déposé à une distance de plus de 3 m de l'avant de la finisseuse automotrice. À l'arrière de la finisseuse automotrice, il est interdit de circuler sur le béton frais et sur les armatures partiellement enrobées dans le béton frais. L'**Entrepreneur** doit s'assurer que les trous des drains situés au droit du dessus de la dalle demeurent libres de tout béton avant le durcissement du béton.
- 6.33.6.12.2.6 L'**Entrepreneur** doit mettre en place le béton entre la poutre qui supporte un coffrage en porte-à-faux et la poutre suivante avant de déposer du béton sur ce coffrage.
- 6.33.6.12.2.7 Si l'**Entrepreneur** doit interrompre le bétonnage pour une cause imprévue, l'**Entrepreneur** doit réaliser un joint de construction. Ce joint doit être réalisé de façon rectiligne au moyen des tiges de support en mousse de polyéthylène installées sous le rang inférieur d'armature et entre les deux (2) rangs d'armature. Une pièce de bois doit aussi être posée sur le rang supérieur d'armature. Les matériaux requis pour réaliser un joint de construction imprévu doivent être sur le chantier avant le début de bétonnage.
- 6.33.6.12.2.8 Dans le cas d'une dalle sur poutres et lorsque les rails de roulement sont localisés sur une poutre, les sections de rails et la partie supérieure des supports doivent être enlevées après le durcissement du béton. Les trous laissés par l'enlèvement des supports doivent être comblés de béton lors du bétonnage des glissières.
- 6.33.6.12.2.9 La finisseuse automotrice ne doit pas être déplacée sur les coffrages en porte-à-faux supportant un béton ayant entre une (1) et quarante-huit (48) heures d'âge, notamment en fin de bétonnage d'une dalle ou d'une étape de bétonnage prévue à la séquence de bétonnage de la dalle. Dans le cas du bétonnage par étapes d'une dalle avec porte-à-faux, la finisseuse automotrice ne doit pas s'approcher à moins de 5 m du béton ayant moins de quarante-huit (48) heures d'âge de l'étape du bétonnage précédente.
- 6.33.6.12.3 Pontage de protection
- 6.33.6.12.3.1 L'**Entrepreneur** doit exécuter les travaux de pontage de protection conformément à la sous-section 6.15 *Installations temporaires* et aux paragraphes suivants :

- 6.33.6.12.3.1.1 durant toute la période des travaux, lorsque les voies de circulation de la chaussée sous l'ouvrage sont ouvertes, l'**Entrepreneur** doit s'assurer qu'il n'y ait aucun déversement ou chute potentielle de matériaux, matériel, eau, débris, équipements ou autres sur la chaussée sous l'ouvrage, incluant les glissières et les accotements;
- 6.33.6.12.3.1.2 une fois la mise en place des poutres terminée et avant d'entreprendre toute autre opération relative à la mise en place des coffrages de la dalle, l'**Entrepreneur** doit installer un pontage entre les poutres vis-à-vis des voies de circulation devant être maintenues ouvertes à la circulation sous l'ouvrage, y compris leurs accotements, pendant la mise en place des coffrages ou du bétonnage de la dalle;
- 6.33.6.12.3.1.3 pour tous les travaux de construction de la dalle du tablier, quelle que soit la méthode utilisée, un pontage doit être installé sous la dalle et les glissières, ainsi qu'à tous les autres endroits requis pour respecter l'exigence du paragraphe 6.33.6.12.3.1.2. Le pontage de protection doit permettre de conserver une hauteur libre minimale de 5 m entre le point haut de la chaussée et le soffite du viaduc ou le pontage, si ce dernier est à une élévation inférieure de celle du soffite. Le pontage de protection ne doit en aucun cas restreindre la circulation sur les voies;
- 6.33.6.12.3.1.4 au moins quatorze (14) jours avant de débiter les travaux relatifs au pontage, l'**Entrepreneur** doit soumettre à l'Ingénieur pour examen les dessins du pontage signés et scellés par un ingénieur membre de l'Ordre des ingénieurs du Québec (OIQ);
- 6.33.6.12.3.1.5 après la construction du pontage, l'**Entrepreneur** doit fournir à l'Ingénieur un avis écrit, signé par l'ingénieur concepteur des pontages, indiquant que les pontages construits sont conformes aux dessins soumis. De plus, l'ingénieur concepteur de l'**Entrepreneur** responsable du pontage de protection doit vérifier que l'installation est conforme et sans danger;
- 6.33.6.12.3.1.6 les modes de fixation de pontage ne doivent en aucun cas altérer la résistance structurale ou la durabilité des éléments du viaduc ou du pont;
- 6.33.6.12.3.1.7 une barricade étanche d'au moins 1 200 mm de hauteur doit être mise en place à la rive extérieure des coffrages. Cette barricade doit demeurer en place jusqu'à la fin des travaux de décoffrage des glissières extérieures;
- 6.33.6.12.3.1.8 pour le pontage et la barricade, les efforts à considérer sont tous ceux qui surviennent aux différentes étapes de leur construction, conformément à la norme CAN/CSA S269.1, incluant les efforts dus aux vents établis en fonction d'une période de retour de dix (10) ans, d'un coefficient de rafale C_g de 2 et d'un coefficient de pression extérieure horizontale C_p de 2. Pour tenir compte des surcharges locales dues à la circulation sous le viaduc, les pressions de calcul du vent doivent être augmentées de 0,24 kPa perpendiculairement à l'ouvrage;

6.33.6.12.3.1.9 le pontage doit rester en place tant et aussi longtemps que l'Ingénieur l'exige et ne pourra être enlevé que sur l'autorisation de l'Ingénieur.

6.33.6.13 BÉTONNAGE SOUS L'EAU

6.33.6.13.1 Les exigences de l'article 7.4.5 *Bétonnage sous l'eau* de la norme CAN/CSA-A23.1 s'appliquent, auxquelles s'ajoutent les exigences suivantes :

6.33.6.13.1.1 la perte de masse au lessivage établie conformément à la norme CRD-C 61-89A doit être inférieure à 5% mesurée conformément à ladite norme;

6.33.6.13.1.2 la trémie ou le tuyau de la pompe à béton doit être munie d'un clapet ou d'un accessoire équivalent empêchant l'eau de pénétrer dans le tuyau de la trémie ou de la pompe;

6.33.6.13.1.3 une éponge ou l'équivalent doit être installée dans le tuyau de la pompe à béton afin d'éviter son lessivage lors de son arrivée dans l'eau;

6.33.6.13.1.4 le béton ne doit pas être mis en place lorsque la température de l'eau est inférieure à 5°C;

6.33.6.13.1.5 la trémie ou le tuyau de la pompe à béton doit être étanche à l'eau et de section suffisante pour assurer l'écoulement libre du béton;

6.33.6.13.1.6 le béton doit être déchargé et étalé en déplaçant la trémie ou le tuyau de la pompe à béton de façon à assurer un débit aussi uniforme que possible. Si la trémie ou le tuyau de la pompe à béton perd sa charge pendant le bétonnage, l'**Entrepreneur** doit la retirer et la recharger;

6.33.6.13.1.7 l'étanchéité de la trémie ou du tuyau de la pompe à béton doit être maintenue en noyant l'extrémité d'au moins 0,3 m dans le béton mis en place et en relevant le tube de la trémie ou du tuyau de la pompe à béton au fur et à mesure que le niveau du béton s'élève;

6.33.6.13.1.8 la surface de béton qui émerge de l'eau doit être débarrassée de toute laitance qui se serait formée par délavage et l'**Entrepreneur** doit poursuivre la mise en place à l'extrémité mise à sec des coffrages de façon à repousser l'eau et le béton frais vers la surface de l'autre extrémité;

6.33.6.13.1.9 pour toute partie d'ouvrage dont le niveau final du béton se situe sous l'eau, le coffrage doit se prolonger suffisamment au-dessus de l'eau pour empêcher en tout temps l'eau de passer par-dessus le coffrage;

6.33.6.13.1.10 afin de prévenir le lessivage et la ségrégation, le béton doit être déposé en une masse compacte à sa place définitive. Il ne doit pas être manipulé après avoir été mis en place.

6.33.6.14 CHAPE DE BÉTON AU LATEX

6.33.6.14.1 Préparation des surfaces existantes avant le bétonnage

6.33.6.14.1.1 Dans un délai maximal de trois (3) jours avant le bétonnage, une fois les corrections apportées, l'**Entrepreneur** doit nettoyer les surfaces à l'aide d'un jet d'eau sous une pression de 15 MPa.

6.33.6.14.1.2 Le nettoyage au jet d'abrasif humide est interdit pour le béton coffré avec doublure de coffrage. Le nettoyage doit alors être fait à l'aide d'un jet d'eau sous pression.

6.33.6.14.1.3 Au moins douze (12) heures avant de déplacer le nouveau béton de la chape de béton au latex, l'**Entrepreneur** doit bien humidifier les surfaces à réparer, afin qu'elles soient dans un état saturé à surface sèche. Le surplus d'eau doit être enlevé au jet d'air quinze (15) minutes avant la mise en place du béton de façon à ce qu'il soit dans un état saturé à surface sèche au moment de sa mise en place.

6.33.6.14.2 Contrôle de la température

6.33.6.14.2.1 Il est interdit de couler le béton de la chape lorsque la température de l'air ambiant ou du tablier est inférieure à 10°C, et exceptionnellement 5°C si les mesures de protection appropriées sont mises en place conformément aux articles 6.33.6.8.3 *Bétonnage par temps chaud* et 6.33.6.8.4 *Bétonnage par temps froid* de la présente sous-section, selon le cas, ou supérieure à 25°C.

6.33.6.14.3 Contrôle du débit de l'émulsion du latex

6.33.6.14.3.1 Le régime du débit de l'émulsion du latex doit être déterminé comme suit :

6.33.6.14.3.1.1 le compteur de débit du latex doit être réglé pour produire un régime de débit de latex de 15% de masse solide par masse de ciment;

6.33.6.14.3.1.2 le latex doit être déchargé sur une période de deux (2) minutes dans un récipient cylindrique, libre d'agents contaminants et fourni par l'**Entrepreneur** uniquement à cette fin;

6.33.6.14.3.1.3 le récipient doit être pesé sur une balance d'une précision de 1 kg pour une charge de 200 kg;

6.33.6.14.3.1.4 le poids du récipient doit ensuite être soustrait du poids indiqué;

6.33.6.14.3.1.5 l'opération doit être répétée et le régime de débit du latex est calculé comme étant la moyenne des deux (2) essais.

- 6.33.6.14.3.2 L'opération de calibrage doit être répétée au besoin jusqu'à ce que le régime du débit soit réglé pour produire la quantité prescrite de latex. L'essai du régime du débit du latex doit être effectué immédiatement avant chaque coulée de la chape de béton et à tout autre moment jugé nécessaire par l'Ingénieur.
- 6.33.6.14.3.3 Le contrôle du débit de l'émulsion du latex doit être effectué après que le malaxeur ait été chargé de la quantité requise de granulats, de ciment, d'eau, d'adjuvant et de latex. Une fois le compteur de ciment réglé à zéro, l'élément de malaxage réglé à une inclinaison de 20° et toutes les commandes réglées au dosage requis, le béton ayant l'air occlus et la plasticité conforme aux prescriptions du mélange indiqué aux dessins doit être déchargé dans un récipient de 0,20 m³ fourni par l'**Entrepreneur**. Quand le récipient est plein, le compteur de ciment doit indiquer un déchargement de ciment égal à 78 kg ± 2 kg.
- 6.33.6.14.3.4 Quand le rendement prescrit au paragraphe 6.33.6.14.3.1.1 n'est pas atteint, des réglages doivent être faits dans les proportions de granulats et l'essai repris jusqu'à ce que le rendement ait atteint la quantité voulue à 1% près.
- 6.33.6.14.4 Bétonnage de la chape de béton
- 6.33.6.14.4.1 Les opérations de mise en place de la finisseuse automotrice pour le bétonnage de la chape doivent être réalisées conformément à l'article 6.33.6.12 *Bétonnage des dalles de tablier* de la présente sous-section.
- 6.33.6.14.4.2 Immédiatement avant la mise en place du béton de la chape, le coulis d'adhésion doit être appliqué sur la dalle et brossé énergiquement avec un balai à poils raides. Le coulis d'adhésion ne doit pas être appliqué plus de cinq (5) minutes avant la mise en place du béton latex et ne doit pas être séché, à défaut de quoi il doit être enlevé et remplacé aux frais de l'**Entrepreneur**. Les surfaces de dalles recouvertes de coulis ne doivent pas être situées à plus de 3 m des surfaces où le béton de la chape est déjà mis en place.
- 6.33.6.14.4.3 Les profils transversaux et longitudinaux du béton et la finition du béton de la chape doivent être réalisés au moyen de l'équipement de finition à béton automoteur *Gomaco Bid-Well* ou équivalent autorisé par l'Ingénieur. La largeur maximale entre l'extrémité de l'équipement de finition et la glissière, c'est-à-dire la largeur de finition manuelle du béton, est fixée à 300 mm. Il est interdit de circuler sur le béton frais à l'arrière de l'équipement de finition.
- 6.33.6.14.4.4 Le profil de la surface ne doit pas varier de plus de 6 mm par rapport au profil indiqué aux dessins. Aucune irrégularité ou dénivellation de la surface ne doit excéder 5 mm sur 3 m. Toute irrégularité relevée doit être corrigée aux frais de l'**Entrepreneur** et à la satisfaction de l'Ingénieur.

- 6.33.6.14.4.5 Si les travaux de bétonnage sont réalisés en séquence, soit sur une voie à la fois, le profil du rail de roulement de l'équipement de finition attenant à une voie sur laquelle les travaux de bétonnage ont été réalisés doit être le même que celui du dessus du béton déjà en place, sauf indication contraire de l'Ingénieur. Le profil doit également s'arrimer aux épaulements de béton des joints.
- 6.33.6.14.4.6 Le bétonnage doit être réalisé au godet ou à la bétonnière mobile. Seul le passage des bétonnières mobiles est permis dans les voies adjacentes de part et d'autre lesquelles doivent être fermées à la circulation. Les voies adjacentes à la coulée doivent demeurer fermées à la circulation pendant la coulée de la chape de béton au latex et pendant au moins douze (12) heures après la fin de sa mise en place ou jusqu'à ce que le béton ait atteint une résistance à la compression de 10 MPa. Seule la bétonnière est autorisée à circuler sur ces voies tampons.
- 6.33.6.14.4.7 L'**Entrepreneur** doit soumettre à l'Ingénieur pour examen, au moins quatorze (14) jours avant le bétonnage de la chape, la séquence de bétonnage qu'il propose d'utiliser incluant le taux de pose si celle-ci est différente de celle indiquée aux dessins. Ce taux de pose doit être suffisant pour permettre la mise en place d'au moins 8 m³/h de béton et couvrir tout le hourdis supérieur d'une sous-structure, soit entre deux (2) joints de tablier.
- 6.33.6.14.4.8 Le bétonnage peut s'effectuer du point bas vers le point haut ou du point haut vers le point bas. Le sens du bétonnage doit être planifié en fonction de contraintes d'accès et de maintien de la circulation.
- 6.33.6.14.4.9 Toute circulation est interdite sur la surface finie de la chape de béton tant que le béton n'a pas atteint une résistance à la compression de 25 MPa.
- 6.33.6.14.4.10 Toutes les réparations en profondeur doivent être exécutées avant que la chape de béton ne soit mise en place. Les ouvertures dans le hourdis supérieur doivent également être bétonnées avant la mise en place de la chape de béton. À moins d'indication contraire aux dessins, les réparations en surface doivent être coulées à même la chape de béton.
- 6.33.6.14.5 Joints de construction
- 6.33.6.14.5.1 Si l'**Entrepreneur** doit interrompre le bétonnage de la chape pour une raison imprévue, l'**Entrepreneur** doit réaliser un joint de construction conformément aux directives de l'Ingénieur.
- 6.33.6.14.5.2 Le joint de construction doit être réalisé de façon rectiligne au moyen de tiges de support en mousse polyéthylène appuyées sur une pièce de bois. Les matériaux requis pour réaliser un joint de construction imprévu doivent être sur le chantier avant le début du bétonnage.

6.33.6.14.6 Finition de surface

6.33.6.14.6.1 La finition pour la chape de béton doit être rugueuse et des rainures d'une profondeur minimale de 3 mm doivent être faites perpendiculairement à la circulation de façon à rendre la surface antidérapante. L'espacement entre les rainures centre à centre doit être de 19 mm et la largeur des dents des rainures doit être de 3 mm. Une distance longitudinale de 200 mm doit être conservée sans rainures le long des glissières afin de permettre l'écoulement de l'eau. Préalablement au bétonnage de la chape, l'**Entrepreneur** doit procéder à un essai afin de déterminer la méthode adéquate pour effectuer les rainures.

6.33.6.14.6.2 Il est interdit d'utiliser de l'eau ou tout autre produit pour faciliter la finition de la chape de béton.

6.33.6.14.7 Réparation des défauts de bétonnage

6.33.6.14.7.1 Pour les travaux de la chape de béton au latex, toutes les fissures doivent être réparées aux frais de l'**Entrepreneur** avec le produit scellant utilisé pour les joints entre les coulées et ce, au moins trois (3) mois après la dernière coulée de béton de la chape, conformément à la sous-section 6.37 *Produits divers pour travaux de béton*.

6.33.6.14.8 Scellement des joints

6.33.6.14.8.1 Les joints longitudinaux entre les coulées et les joints entre la chape et les épaulements, drains ou glissières doivent être scellés conformément à la sous-section 6.37 *Produits divers pour travaux de béton*.

6.33.6.15 CONSOLIDATION DU BÉTON

6.33.6.15.1 Les exigences de l'article 7.4.4 *Consolidation* de la norme CAN/CSA-A23.1, s'appliquent, auxquelles s'ajoutent les exigences suivantes :

6.33.6.15.1.1 des vibrateurs internes doivent être utilisés pour la consolidation du béton en tenant compte de la dimension et de l'espacement des barres d'armature à l'intérieur des coffrages. L'**Entrepreneur** peut en outre utiliser des vibrateurs externes ou des règles vibrantes;

6.33.6.15.1.2 les vibrateurs doivent être conformes à la norme CAN/CSA-A23.1 et répondre aux caractéristiques du tableau présenté à l'article 6.33.5.2 *Vibrateurs*;

6.33.6.15.1.3 il doit toujours y avoir sur les lieux de bétonnage au moins un vibrateur de plus que le nombre prévu à la norme CAN/CSA-A23.1;

6.33.6.15.1.4 en général, la distance entre les points d'insertion des vibrateurs doit être d'environ 1,5 fois leur rayon d'action observé, ce qui correspond environ à six (6) fois le diamètre de l'aiguille vibrante;

- 6.33.6.15.1.5 le vibreur doit pénétrer toute l'épaisseur de la couche de béton et au moins 150 mm de la couche de béton précédente;
- 6.33.6.15.1.6 le vibreur doit ensuite être retiré selon un plan vertical et lentement, à une vitesse de moins de 100 mm/s (environ quatre (4) secondes pour une couche de 400 mm);
- 6.33.6.15.1.7 le vibreur ne doit jamais toucher les pièces encastrées, les aciers d'armature et les coffrages;
- 6.33.6.15.1.8 le vibreur doit être introduit, en quelque point que ce soit, jusqu'à la consolidation complète du béton, mais pas jusqu'à provoquer la ségrégation du béton;
- 6.33.6.15.1.9 le vibreur ne doit pas être utilisé pour déplacer le béton;
- 6.33.6.15.1.10 pour éliminer les bulles d'air emprisonnées à la surface des coffrages où il y a écoulement à haute vitesse ou encore avec traitement architectural, l'épaisseur des couches doit être réduite et une plus grande attention doit être apportée à la procédure de vibration. L'**Entrepreneur** devra alors réduire la distance d'insertion, augmenter le temps de vibration et réduire la vitesse de retrait du vibreur;
- 6.33.6.15.1.11 la fréquence de vibration des vibreurs doit être vérifiée et ajustée périodiquement aux intervalles déterminés par l'Ingénieur;
- 6.33.6.15.1.12 le nombre de vibreurs requis dépend du diamètre de la tête du vibreur et du taux de mise en place du béton. Toutefois, dans le cas précis des réparations, un seul vibreur de petit diamètre doit être utilisé s'il y a peu d'espace dans les coffrages. Il est interdit de faire une vibration externe.
- 6.33.6.16 JOINTS DE CONSTRUCTION
- 6.33.6.16.1 Les joints de construction représentent des points d'arrêt dans les travaux de construction ou dans une coulée de béton et ne sont permis qu'aux endroits indiqués aux dessins.
- 6.33.6.16.2 Les joints de construction non indiqués aux dessins doivent être autorisés par l'Ingénieur et doivent être situés et conçus de façon à nuire le moins possible à la résistance du béton et à l'esthétique de l'ouvrage.
- 6.33.6.16.3 Lorsqu'un joint de construction doit être effectué, la surface de béton qui a fait prise doit être rendue suffisamment rugueuse, totalement débarrassée des corps étrangers et de la laitance, saturée d'eau et conservée humide, sans excès d'eau en surface, jusqu'au moment de la reprise du bétonnage, le tout conformément à l'article 6.33.6.5.2 *Surfaces existantes (béton, acier ou roc)*.

- 6.33.6.16.4 Au moment de la pose des coffrages, des bandes de chanfrein doivent être placées aux joints de façon à ce que leur arête apparente ait un fini impeccable à la satisfaction de l'Ingénieur.
- 6.33.6.16.5 La première couche de béton coulée sur la coulée précédente durcie doit avoir environ 150 mm d'épaisseur. Le béton frais doit être vibré uniformément au moyen de vibrateurs internes introduit dans sa masse à environ tous les 500 mm.
- 6.33.6.16.6 Étanchéité des joints de construction
- 6.33.6.16.6.1 Tous les joints de construction dont l'étanchéité est indiquée aux dessins doivent être munis d'une lame d'étanchéité.
- 6.33.6.16.6.2 Les lames d'étanchéité doivent être conformes à l'article 6.37.8 *Lame d'étanchéité* de la sous-section 6.37 *Produits divers pour travaux de béton*.
- 6.33.6.16.6.3 Le bétonnage doit être exécuté de façon à empêcher toute perte de laitance au contact garniture/coffrage (étoupe ou joint élastomère) et empêcher le gauchissement de la lame d'étanchéité. La moitié de la garniture qui sort à travers un coffrage doit être protégée s'il y a lieu par un support ou une planche de bois de chaque côté de façon à éviter qu'elle soit pliée ou endommagée.
- 6.33.6.16.7 Joint de contrôle de retrait
- 6.33.6.16.7.1 Les exigences de l'article 7.2.2 *Joints de rupture* de la norme CSA-A23.1, s'appliquent auxquelles s'ajoutent les exigences suivantes :
- 6.33.6.16.7.1.1 les joints de contrôle de retrait, également désignés «joints de rupture», peuvent être exécutés par sciage, façonnage à la main ou par insertion dans la surface du béton de baguettes préformées favorisant la fissuration;
- 6.33.6.16.7.1.2 les joints de contrôle de retrait sont indiqués aux dessins;
- 6.33.6.16.7.1.3 sauf indication contraire aux dessins, les joints doivent être espacés selon un quadrillage maximal de 4,5 m entre axes;
- 6.33.6.16.7.1.4 les joints façonnés et les baguettes préformées doivent s'enfoncer dans le béton à une profondeur d'au moins 25 mm.
- 6.33.6.16.8 Rustication des joints
- 6.33.6.16.8.1 Sauf indication contraire aux dessins, tous les joints de construction et les joints de retrait horizontaux et verticaux doivent être rustiqués au moyen de bandes de chanfrein de 20 mm placées dans les coffrages.
- 6.33.6.16.8.2 Les bandes de chanfrein doivent être faites du même matériau que les coffrages.

- 6.33.6.16.8.3 Les bandes de chanfrein doivent être placées de façon à laisser dans le béton une rainure nette et régulière, à tous les joints de construction, le long des arêtes verticales apparentes des joints de retrait, et à tous les coins et arêtes exposés du béton.
- 6.33.6.16.8.4 Les bandes de chanfrein doivent toutes être de section égale, placées de niveau et bien alignées.
- 6.33.6.17 FINITION DE SURFACE
- 6.33.6.17.1 La finition du béton doit être effectuée pendant que celui-ci est encore suffisamment plastique pour produire la texture, les pentes et les niveaux requis.
- 6.33.6.17.2 Un ressuage excessif d'eau et de particules fines ne doit pas apparaître à la surface du béton.
- 6.33.6.17.3 Les surfaces ne doivent pas dévier des limites prescrites de plus de 5 mm lorsque mesurées avec une règle droite de 3 m.
- 6.33.6.17.4 Pour toutes les surfaces non coffrées, à l'exception des dalles dont la finition est réalisée au moyen d'une finisseuse à béton automotrice commerciale, la surface doit être arasée au moyen d'une règle droite, puis finie à l'aide d'un outil à aplanir de façon à éliminer les saillies et les crêtes, et à remplir les vides et les creux laissés à la surface de béton par l'arasement. L'outil utilisé pour aplanir le béton doit être fabriqué d'un alliage de magnésium. La texture de la finition doit être celle du béton adjacent ou conformément aux directives de l'Ingénieur.
- 6.33.6.17.5 La finition des surfaces non coffrées doit être effectuée à la truelle de magnésium pour obtenir une texture semblable à celle du béton adjacent.
- 6.33.6.17.6 Pour les surfaces de béton coffrées, les tirants de coffrages et autres pièces métalliques doivent être enlevés ou coupés en retrait jusqu'à au moins 40 mm par rapport à la surface du béton.
- 6.33.6.17.7 Les trous laissés par les tirants, les parties creusées et les cavités doivent être suffisamment profonds et leurs bords assez perpendiculaires pour retenir le mortier de ragréage.
- 6.33.6.17.8 Les parties creusées et les cavités doivent être saturées d'eau et réparées après broyage de la surface à ragréer avec une pâte de ciment pure et par remplissage au moyen d'un mortier contenant le même sable et le même ciment que ceux qui ont été utilisés pour le béton.
- 6.33.6.17.9 Les surfaces doivent être maintenues humides durant une période de trois (3) heures successives précédant l'opération de remplissage avec du béton ou du mortier.
- 6.33.6.17.10 Le mortier doit être pressé ou tassé fortement dans la cavité de façon à la combler complètement, puis fini de façon à lui donner la même texture que celle de la surface adjacente ou conformément aux directives de l'Ingénieur.

- 6.33.6.17.11 Pour les finitions soumises aux cycles de gel-dégel ou à l'action des sels de déglacage ou aux deux à la fois, l'**Entrepreneur** doit utiliser un matériau pré-ensaché contenant un latex qui est résistant aux cycles de gel-dégel et à l'action des sels de déglacage.
- 6.33.6.17.12 Toutes les aspérités, les arêtes rugueuses, les dénivellations des surfaces attribuables à un mauvais alignement des coffrages et les bavures de béton sur le pourtour des surfaces doivent être soigneusement meulées.
- 6.33.6.17.13 Dans le cas de dalles, la finition du béton doit être faite à partir d'une plate-forme de travail. La plate-forme doit être équipée de roues métalliques et doit se déplacer sur les rails de roulement utilisés par la finisseuse automotrice ou la règle vibrante. À partir de la plate-forme de travail, un polissage final au moyen d'un aplanisseur doit être effectué transversalement à la dalle sur toute la superficie bétonnée; l'aplanisseur doit être fabriqué d'un alliage d'aluminium ou de magnésium. Ce polissage doit être réalisé au fur et à mesure de l'avancement des travaux et à moins de 6 m de l'arrière du finisseur automoteur ou de la règle vibrante. En cas d'arrêt des travaux, le polissage doit être réalisé moins de quarante-cinq (45) minutes après la mise en place du béton.
- 6.33.6.17.14 La finition du béton situé près des côtés extérieurs de la dalle doit être faite manuellement au fur et à mesure de l'avancement de la finisseuse automotrice ou de la règle vibrante et de façon à prolonger la pente transversale établie. L'**Entrepreneur** doit s'assurer que la hauteur entre le dessus des rails de roulement et le dessus de la dalle adjacente est constante en tout point. La qualité de la finition du béton de la dalle doit rencontrer les exigences relatives à la pose d'une membrane d'étanchéité conformément à la sous-section 6.64 *Membrane d'étanchéité pour tablier*.
- 6.33.6.17.15 Dans les quarante-huit (48) heures précédant la pose du liant d'accrochage, toutes les surfaces de béton d'une dalle neuve doivent être nettoyées à fond au moyen d'un jet de billes d'acier monté sur un équipement sur roues. L'équipement doit être ajusté pour avoir un jet d'intensité maximale. Les surfaces de dalle doivent être sèches au moment du nettoyage. Le nettoyage de la surface ne doit pas créer de dénivellation entre deux (2) passages consécutifs de l'équipement. Les surfaces situées le long des et sur les premiers 65 mm au bas de la bordure, des glissières et des joints de tablier, le cas échéant, doivent être nettoyées à l'aide d'un jet d'abrasif sec. L'utilisation d'un jet d'eau ou d'abrasif humide est interdite. La qualité de ce nettoyage doit être au moins équivalente à celle obtenue par le jet de billes d'acier.
- 6.33.6.17.16 La surface du dessus des blocs d'assise des appareils d'appui doit être parfaitement plane et horizontale.
- 6.33.6.17.17 Il est interdit d'utiliser de l'eau ou tout autre produit pour faciliter la finition du béton.

6.33.6.17.18 Dans le cas où les poutres à réparer sont renforcées avec de la fibre de carbone, la finition du mortier de réparation ou de reprofilage des surfaces des poutres doit répondre aux exigences relatives aux travaux de renforcement avec fibre de carbone conformément à la sous-section 6.38 *Renforcement d'éléments structuraux par ajout de polymère renforcé à la fibre de carbone (PRFC)*.

6.33.6.18 CURE DU BÉTON

6.33.6.18.1 L'**Entrepreneur** doit prendre les précautions nécessaires pour éliminer les causes de détérioration du béton découlant de chocs ou de vibrations, conformément aux exigences suivantes :

6.33.6.18.1.1 la démolition d'éléments continus en béton à l'aide de marteaux est interdite à moins de 30 m du béton frais à partir de sa mise en place et jusqu'à ce qu'il atteigne une résistance à la compression d'au moins 70% de la résistance à la compression indiquée aux dessins (f_c) vérifiée par des essais sur des éprouvettes témoins mûries dans les mêmes conditions que le béton de l'ouvrage;

6.33.6.18.1.2 le battage ou le vibrofonçage de pieux, la vibrocompaction et le vibroremplacement des sols sont interdits à moins de 30 m du béton frais à partir de sa mise en place et jusqu'à ce qu'il atteigne une résistance à la compression d'au moins 70% de f_c vérifiée par des essais sur des éprouvettes témoins mûries dans les mêmes conditions que le béton de l'ouvrage;

6.33.6.18.1.3 le compactage des matériaux, sol, matériau granulaire et enrobé, est interdit à moins de 30 m du béton frais à partir de sa mise en place et jusqu'à ce qu'il atteigne une résistance à la compression d'au moins 70% de f_c vérifiée par des essais sur des éprouvettes témoins mûries dans les mêmes conditions que le béton de l'ouvrage;

6.33.6.18.1.4 la circulation sur les surfaces récemment bétonnées, y compris celle sur le chantier, est interdite tant que le béton n'a pas atteint une résistance à la compression d'au moins 70% de f_c vérifiée par des essais sur des éprouvettes témoins mûries dans les mêmes conditions que le béton de l'ouvrage.

6.33.6.18.2 La cure doit être maintenue pendant une période minimale de sept (7) jours suivant le bétonnage, à l'exception du béton de type XVI-15 dont la cure doit être maintenue pour une période minimale de vingt-quatre (24) heures.

6.33.6.18.3 Dans le cas de ponts, tabliers, murs de soutènement, dalles et ponceaux neufs, à l'exception des semelles, dalles de transition et joints de tablier à une garniture, la cure doit se poursuivre, pour tous les types de béton, après la période minimale de sept (7) jours et jusqu'à ce que le béton atteigne une résistance à la compression d'au moins 70% de f_c vérifiée par des essais sur éprouvettes témoins mûries dans les mêmes conditions que l'ouvrage.

6.33.6.18.4 Méthode de cure

6.33.6.18.4.1 Toiles absorbantes imbibées d'eau

6.33.6.18.4.1.1 Cette méthode de cure consiste à mettre des toiles de fibres synthétiques saturées d'eau une place et les recouvrir de feuilles imperméables pour maintenir l'humidité à la surface du béton.

6.33.6.18.4.1.2 Les surfaces doivent être complètement couvertes par les toiles imbibées d'eau. Les toiles doivent être maintenues continuellement humides de sorte qu'il y ait, à la surface du béton, une mince couche d'eau durant toute la durée de la cure.

6.33.6.18.4.1.3 L'eau utilisée pour la cure du béton doit être conforme à l'article 6.33.4.2 *Eau* de la présente sous-section relatif à l'eau de gâchage. La température de l'eau ne doit pas être inférieure à 10°C.

6.33.6.18.4.2 Matériau de cure formant membrane

6.33.6.18.4.2.1 Cette méthode de cure consiste à appliquer un matériau de cure translucide avec un colorant fugace sur les surfaces de béton.

6.33.6.18.4.2.2 Le matériau de cure doit être appliqué de façon à former une pellicule suffisamment épaisse et continue sur toute la surface exposée à l'air ambiant, conformément aux recommandations du fabricant, sans toutefois être inférieur à 0,2 L/m².

6.33.6.18.4.3 Dessus de dalles, de trottoirs et de pistes cyclables

6.33.6.18.4.3.1 La méthode de cure au moyen de toiles absorbantes imbibées d'eau doit être utilisée pour le dessus de dalles, de trottoirs et de pistes cyclables. Préalablement à cette cure, les surfaces en béton plastique de la dalle et des trottoirs et des pistes cyclables doivent être maintenues continuellement humides. À cette fin, l'**Entrepreneur** doit utiliser un équipement qui pulvérise de l'eau en fines gouttelettes sur les surfaces de béton de façon à former un brouillard fin qui n'endommage pas le béton plastique. Tout apport d'eau trop important ayant pour conséquence que l'eau s'égoutte, coule ou s'accumule sur les surfaces du béton avant la prise initiale du béton est interdit. Une humidification continue des surfaces doit être effectuée au fur et à mesure de la finition du béton et, dans le cas d'une dalle, à l'intérieur d'une distance maximale de 6 m à l'arrière de l'équipement servant à la mise en place du béton. L'humidification doit se poursuivre jusqu'à ce qu'une cure à l'aide de toiles absorbantes imbibées d'eau soit réalisée, et ce, sans endommager les surfaces de béton. L'humidification continue des surfaces préalables à la cure doit être effectuée même en présence d'une protection par temps froid.

6.33.6.18.4.3.2 La cure au moyen de toiles absorbantes imbibées d'eau doit être effectuée immédiatement après l'humidification continue des surfaces.

- 6.33.6.18.4.3.3 Dans le cas d'une dalle, les toiles absorbantes et les feuilles imperméables doivent être installées à partir d'une plate-forme de travail autre que celle utilisée pour la finition du béton.
- 6.33.6.18.4.4 Autres éléments
- 6.33.6.18.4.4.1 La cure des surfaces de béton non coffrées doit être effectuée au moyen de toiles absorbantes imbibées d'eau, dès que le béton a suffisamment durci pour qu'il ne soit pas endommagé en surface par les toiles absorbantes.
- 6.33.6.18.4.4.2 Dès le décoffrage, des toiles absorbantes imbibées d'eau ou un matériau de cure formant membrane doivent être appliqués sur les surfaces décoffrées avant la fin de la durée exigée pour la cure du béton.
- 6.33.6.18.4.5 Le maintien des coffrages en bois en place durant sept (7) jours constitue une méthode acceptable de mûrissement, dans la mesure où les coffrages sont arrosés pour les maintenir humides.
- 6.33.6.18.4.6 Les coffrages d'acier laissés en place pour procurer la cure du béton doivent être légèrement relâchés après la prise initiale du béton sur autorisation de l'Ingénieur, pour permettre un arrosage laissant l'eau s'écouler entre le coffrage et la surface du béton.
- 6.33.6.18.4.7 Dans le cas de béton de masse, la cure doit être spécifiquement effectuée par arrosage continu ou assurée par l'utilisation de nattes absorbantes, de toiles de jute et de toiles de polyéthylène maintenues continuellement humides. La température de l'eau doit être égale ou ne pas être inférieure de moins de 10°C à celle du béton.
- 6.33.6.18.4.8 Les travaux de béton dont le mûrissement n'est pas effectué conformément au devis ou aux directives de l'Ingénieur ne seront pas payables. De plus, le **Propriétaire** se réserve le droit de faire reprendre les travaux de béton aux frais de l'**Entrepreneur** si, de l'avis de l'Ingénieur, les travaux de béton ont subi une perte de qualité résultant du manque de mûrissement.
- 6.33.6.18.5 Cure par temps froid
- 6.33.6.18.5.1 Le béton doit être maintenu à une température minimale de 10°C pendant la période minimale de cure de sept (7) jours.
- 6.33.6.18.5.2 Cette période minimale de protection du béton doit être prolongée tant que le béton n'a pas atteint 70% de la résistance exigée à vingt-huit (28) jours, ou conformément à la résistance indiquée aux dessins.
- 6.33.6.18.5.3 Les appareils de chauffage doivent être de capacité et en nombre suffisant pour maintenir le béton à la température exigée.

- 6.33.6.18.5.4 Si des appareils dégageant du gaz carbonique sont utilisés, l'**Entrepreneur** doit prendre soin d'évacuer ce gaz hors de l'abri. Le gaz carbonique ne doit en aucun cas entrer en contact avec le béton.
- 6.33.6.18.5.5 Après la période de protection, la température du béton doit être abaissée graduellement pendant les vingt-quatre (24) premières heures. Le taux de diminution ne doit pas être supérieur à 10°C/h. Le béton ne doit pas être mis en contact avec l'air extérieur si la différence entre la température du béton et celle de l'air extérieur est supérieure à 20°C.
- 6.33.6.18.5.6 Pendant toute la durée de la protection, l'**Entrepreneur** doit fournir et installer en nombre suffisant des thermomètres qui enregistrent les températures minimale et maximale pour vérifier la température du béton en place et un thermomètre pour vérifier la température de l'air extérieur.
- 6.33.6.18.5.7 Tout béton endommagé à cause du gel ou de l'insuffisance des moyens de protection ou d'une cure insuffisante doit être enlevé et remplacé par l'**Entrepreneur** sans frais additionnels pour le **Propriétaire**.

6.33.6.19 RÉPARATION DES DÉFAUTS DE BÉTONNAGE

- 6.33.6.19.1 La réparation des défauts de bétonnage identifiés par l'Ingénieur doit être effectuée conformément aux méthodes autorisées par l'Ingénieur.
- 6.33.6.19.2 Toutes les fissures de 0,3 mm et plus dans le nouveau béton doivent être réparées aux frais de l'**Entrepreneur** conformément à la sous-section 6.35 *Injection*.
- 6.33.6.19.3 Les nids d'abeille décelés après le décoffrage ne doivent pas être réparés avant d'avoir été inspectés et délimités par l'Ingénieur.
- 6.33.6.19.4 Lorsque des nids d'abeilles se sont formés dans des éléments non structuraux, le pourtour de la surface à réparer doit être délimité par des traits de scie de 20 mm de profondeur perpendiculaires à la surface conformément à la sous-section 6.21 *Démolition et enlèvement*.
- 6.33.6.19.5 Après le sciage et le bouchardage, mais avant le remplissage, chaque cavité doit être nettoyée à la brosse et à l'air comprimé, lavée et gardée constamment mouillée durant une période minimale de trois (3) heures conformément à la sous-section 6.21 *Démolition et enlèvement*.
- 6.33.6.19.6 La surface des parties à réparer doit être brossée, puis remplie au moyen d'un mortier contenant le même sable et le même ciment que ceux qui ont été utilisés pour le béton.
- 6.33.6.19.7 Pour les réparations soumises aux cycles de gel-dégel ou à l'action des sels de déglacage ou aux deux à la fois, l'**Entrepreneur** doit utiliser un matériau pré-ensaché contenant un latex de type styrène-butadiène qui est résistant aux cycles de gel-dégel et à l'action des sels de déglacage.

- 6.33.6.19.8 Lorsque des nids d'abeilles se sont formés dans des éléments structuraux, les mesures correctives doivent être prises conformément aux directives de l'Ingénieur.
- 6.33.6.19.9 Les endroits ayant été réparés doivent subir un traitement de cure conformément à l'article 6.33.6.18 *Cure du béton* de la présente sous-section.
- 6.33.6.19.10 Toutes les aspérités, les arrêtes rugueuses, les dénivellations de surface attribuables à un mauvais alignement des coffrages entre eux ou par rapport au béton existant, pour une réparation avec coffrage sans surépaisseur, ainsi que les bavures de béton et de laitance entre deux (2) panneaux doivent être soigneusement meulées.
- 6.33.6.19.11 Si des ouvertures temporaires ont été prévues à la partie supérieure des coffrages, ces ouvertures doivent être démontées le lendemain du bétonnage et le surplus de béton doit être enlevé à l'aide d'un marteau et d'un ciseau manuels jusqu'à une distance de 5 mm du profil final de la surface de béton.
- 6.33.6.20 RÉPARATION SUPERFICIELLE DU BÉTON EXISTANT
- 6.33.6.20.1 Les réparations superficielles du béton existant identifiées doivent être effectuées conformément aux méthodes autorisées par l'Ingénieur.
- 6.33.6.20.2 Lorsque des nids d'abeilles sont identifiés dans des éléments non structuraux, le pourtour de la surface à réparer doit être délimité par des traits de scie de 20 mm de profondeur perpendiculaires à la surface conformément à la sous-section 6.21 *Démolition et enlèvement*.
- 6.33.6.20.3 Après le sciage et le bouchardage, mais avant le remplissage, chaque cavité doit être nettoyée à la brosse et à l'air comprimé, lavée et gardée constamment mouillée durant une période minimale de trois (3) heures conformément à la sous-section 6.21 *Démolition et enlèvement*.
- 6.33.6.20.4 La surface des parties à réparer doit être brossée, puis remplie au moyen d'un mortier cimentaire.
- 6.33.6.20.5 Pour les réparations soumises aux cycles de gel-dégel ou à l'action des sels de déglacage ou aux deux à la fois, l'**Entrepreneur** doit utiliser un matériau pré-ensaché contenant un latex de type styrène-butadiène qui est résistant aux cycles de gel-dégel et à l'action des sels de déglacage.
- 6.33.6.20.6 Lorsque des nids d'abeilles sont identifiés dans des éléments structuraux, les mesures correctives doivent être prises conformément aux directives de l'Ingénieur.
- 6.33.6.20.7 Les endroits ayant été réparés doivent subir un traitement de cure conformément à l'article 6.33.6.18 *Cure du béton* de la présente sous-section.

6.33.6.21 SCCELLEMENT DES JOINTS

6.33.6.21.1 Les joints de contrôle, de construction et de retrait indiqués aux dessins ou réalisés à la demande de l'Ingénieur, ainsi que les fissures apparues dans la chape de béton au latex doivent être scellés conformément à la sous-section 6.37 *Produits divers pour travaux de béton*.

6.33.6.22 NETTOYAGE DES SURFACES

6.33.6.22.1 Les surfaces doivent être nettoyées au jet d'eau à haute pression ou au jet d'abrasif humide. Le nettoyage doit faire disparaître toute trace de laitance, d'enduit, de peinture, de rouille, d'huile, de matériau de cure ou toute autre saleté et donner une apparence uniforme au béton. Les surfaces traitées doivent ensuite être nettoyées à l'aide d'un jet d'eau sous pression de 15 MPa et d'un débit de 20 L/min d'une buse à jet circulaire concentré et d'une distance buse-surface de béton de 150 mm à 200 mm, de façon à obtenir une surface exempte de tout débris. Le matériel utilisé pour le jet d'abrasif humide doit être muni d'un filtre qui capte l'huile. L'efficacité du filtre doit être démontrée à l'Ingénieur avant l'utilisation du matériel.

6.33.7 CONTRÔLE DE LA QUALITÉ

6.33.7.1 INSPECTIONS ET ESSAIS

6.33.7.1.1 Des inspections et des essais du béton et de ses constituants seront effectués par le Laboratoire du Propriétaire. En aucun cas, ces inspections et essais n'ont pour effet de réduire ou modifier les obligations de l'**Entrepreneur** en vertu du présent Contrat.

6.33.7.1.2 L'**Entrepreneur** doit fournir les installations et accès nécessaires pour le prélèvement des cylindres d'essai.

6.33.7.1.3 Au moins vingt-quatre (24) heures avant chaque coulée de béton, l'**Entrepreneur** doit transmettre par écrit un avis de bétonnage à l'Ingénieur afin que ce dernier puisse avertir le Laboratoire du Propriétaire. L'**Entrepreneur** doit s'assurer de la présence du représentant de ce laboratoire lors de ces coulées, à défaut de quoi l'Ingénieur interdira les travaux de bétonnage. L'avis de bétonnage doit préciser la date et l'heure du bétonnage.

6.33.7.1.4 L'Ingénieur n'autorisera le bétonnage d'une partie quelconque d'un ouvrage quelorsque la fiche technique du mélange, telle que décrite au paragraphe 6.33.6.2.3 est acceptée, que tous les coffrages et toute l'armature pour cette partie de l'ouvrage sont en place, que le nettoyage des coffrages et la saturation des surfaces de béton démolies est effectué, que le matériel et les matériaux nécessaires à la mise en place, à la cure et à la protection du béton par temps froid sont sur les lieux, et que les surfaces de béton à conserver et les barres d'armature devenues apparentes à la suite de la démolition sont nettoyées.

- 6.33.7.1.5 La température du béton, l'affaissement et l'étalement doivent être mesurés à la sortie du camion malaxeur. Lorsqu'une pompe est utilisée, la teneur en air, les caractéristiques du réseau d'air et la résistance à la compression doivent être mesurées à la sortie de la conduite de la pompe. L'échantillonnage pour effectuer ces essais doit être effectué sans interrompre l'opération de pompage du béton. Pour déterminer la perte en air lors du pompage, la teneur en air doit être mesurée à la sortie du camion malaxeur et à la sortie de la pompe.
- 6.33.7.1.6 Sauf indication contraire aux dessins, le Laboratoire du Propriétaire prélèvera six (6) cylindres d'essai par coulée de 50 m³ et moins. Quatre (4) cylindres supplémentaires seront prélevés pour chaque 50 m³ additionnel mis en place.
- 6.33.7.1.7 Le Laboratoire du Propriétaire ne prélèvera jamais moins de six (6) cylindres par jour pour chacune des classes de béton mis en place et ce, pour chaque type d'élément structural.
- 6.33.7.1.8 Trois (3) cylindres d'essai additionnels seront prélevés par le Laboratoire du Propriétaire lors des travaux de bétonnage par temps froid. L'**Entrepreneur** doit assurer la cure de ces cylindres au chantier.
- 6.33.7.1.9 Les cylindres conservés au chantier doivent être disposés de telle façon à ce qu'ils soient soumis aux mêmes conditions de cure que le béton mis en œuvre dans l'ouvrage. L'**Entrepreneur** doit s'assurer que son personnel ne déplace pas les cylindres d'essai pendant la cure.
- 6.33.7.1.10 À chaque prélèvement de cylindres d'essai, le Laboratoire du Propriétaire procédera au contrôle du pourcentage d'air, de la température et de la plasticité du béton. Ces travaux sont exécutés au chantier.
- 6.33.7.1.11 Si la qualité du béton n'est pas conforme au présent devis, l'**Entrepreneur** doit reprendre à ses frais les ouvrages défectueux et assumer le coût des essais supplémentaires.
- 6.33.7.1.12 Les méthodes d'essai non-destructif du béton doivent se faire conformément à la norme CAN/CSA-A23.2.
- 6.33.7.2 ESSAI DE CONVENANCE
- 6.33.7.2.1 L'**Entrepreneur** doit effectuer un essai de convenance pour les bétons dont un essai de convenance est indiqué aux dessins.
- 6.33.7.2.2 L'essai de convenance n'est pas requis pour les éléments en béton préfabriqués.
- 6.33.7.2.3 L'**Entrepreneur** doit remettre à l'Ingénieur les résultats des essais réalisés sur des éprouvettes coulées avec le mélange indiqué aux dessins de résistance à la compression à sept (7), quatorze (14) et vingt-huit (28) jours après la confection des éprouvettes, au moins deux (2) semaines avant de procéder à l'essai de convenance.

- 6.33.7.2.4 Une réunion préalable regroupant les représentants de l'**Entrepreneur**, du fabricant de béton et du **Propriétaire** doit être tenue au moins quatorze (14) jours avant la réalisation de l'essai de convenance. L'**Entrepreneur** doit donner un avis écrit à l'Ingénieur d'au moins vingt-quatre (24) heures, précisant la date et l'heure de l'essai de convenance.
- 6.33.7.2.5 L'**Entrepreneur** doit effectuer l'essai de convenance d'un béton au moins quatorze (14) jours avant la date prévue pour la première coulée avec ce béton.
- 6.33.7.2.6 L'**Entrepreneur** doit vérifier la conformité des caractéristiques du béton incluant, sans s'y limiter, la teneur en air, l'affaissement, l'étalement, la température, la résistance à la compression et les caractéristiques du réseau d'air en réalisant l'essai de convenance. Cet essai permet également à l'**Entrepreneur** de faire les ajustements qu'il juge nécessaires pour obtenir les propriétés rhéologiques convenant au mode de mise en place et au maintien des caractéristiques physiques du béton.
- 6.33.7.2.7 L'essai de convenance doit être réalisé en utilisant le même mode de mise en place (pompe, godet ou autre équipement) que celui prévu pour le bétonnage de l'ouvrage. Si la pompe et un autre équipement sont utilisés pour la mise en place du béton, un seul essai de convenance pour le mode de mise en place avec pompe est requis. Lorsqu'une pompe est utilisée, la teneur en air, les caractéristiques du réseau d'air et la résistance à la compression doivent être mesurées à la sortie de la conduite de la pompe. L'échantillonnage pour effectuer cet essai doit être effectué sans interrompre l'opération de pompage du béton. La température du béton, l'affaissement et l'étalement doivent être mesurés à la sortie du camion malaxeur. Pour déterminer la perte en air lors du pompage, la teneur en air doit être mesurée à la sortie du camion malaxeur et à la sortie de la pompe.
- 6.33.7.2.8 L'essai de convenance consiste à effectuer une coulée en utilisant une quantité d'environ 5 m³ de béton. La pompe à béton utilisée lors de l'essai de convenance doit être équipée du même modèle de système de pompage que celui prévu lors du bétonnage de l'ouvrage. La pompe à béton utilisée pour l'essai de convenance doit avoir un mât de distribution d'une hauteur au moins égale à celle de la pompe employée pour le bétonnage de l'ouvrage, lequel doit être déployé de façon à ce que la dernière portion du mât soit en position verticale. Cette portion doit représenter au moins la moitié de la hauteur maximale du mât. La hauteur maximale du mât doit correspondre à la hauteur atteinte lorsque celui-ci est entièrement déployé en position verticale. À la fin de la conduite de la pompe, une section réductrice d'au moins 33% suivie d'une section en « S » formée de deux (2) coudes à 45° d'au moins 275 mm de longueur chacun et d'un dispositif de fermeture doivent être installés.
- 6.33.7.2.9 Sauf indication contraire aux dessins, l'**Entrepreneur** peut utiliser une semelle ou une dalle de transition de l'ouvrage pour réaliser l'essai de convenance. En l'absence de ces éléments, l'**Entrepreneur** doit faire l'essai de convenance à l'écart de l'ouvrage à construire.

- 6.33.7.2.10 À la suite de l'essai de convenance, l'**Entrepreneur** peut procéder à une première coulée avec ce béton une fois que les résultats des essais par le Laboratoire du Propriétaire sur les éprouvettes à quatorze (14) jours sont connus, transmis à l'Ingénieur et acceptés par écrit par ce dernier sur la base de résultats satisfaisants. Par contre, l'Ingénieur se réserve la possibilité d'attendre les résultats des essais à vingt-huit (28) jours. Le fait que l'Ingénieur ait autorisé le bétonnage ne dégage pas l'**Entrepreneur** de sa responsabilité de fournir des bétons conformes aux dessins et devis.
- 6.33.7.2.11 L'**Entrepreneur** doit réaliser un nouvel essai de convenance à ses frais si les résultats de l'essai ne sont pas conformes aux dessins et devis.
- 6.33.7.3 ADHÉRENCE ENTRE LE BÉTON DE RÉPARATION ET LE BÉTON EXISTANT
- 6.33.7.3.1 L'**Entrepreneur** doit prévoir et localiser des indicateurs à l'intérieur des coffrages afin de s'assurer que les tests d'adhérence qui seront effectués ultérieurement par carottage n'entreront pas en conflit avec les armatures.
- 6.33.7.3.2 Pour les tests d'adhérence, l'**Entrepreneur** doit réaliser, en présence d'un représentant du Laboratoire du Propriétaire, le nombre minimal de carottes par coulée de béton tel qu'indiqué aux dessins.
- 6.33.7.3.3 Les exigences minimales en termes d'adhérence entre le béton de réparation et le béton existant sont les suivantes :
- 6.33.7.3.3.1 la valeur minimale est de 0,4 MPa à sept (7) jours ou de 1,0 MPa à vingt-huit (28) jours;
- 6.33.7.3.3.2 la valeur d'adhérence d'une coulée (phase de bétonnage) est déterminée par la moyenne des résultats des tests d'adhérence;
- 6.33.7.3.3.3 la méthode pour réaliser l'essai est la traction directe conformément à la norme CAN/CSA-A23.2-6B *Détermination de l'adhérence des chapes et autres revêtements liaisonnés et de la résistance à la traction directe du béton, du mortier et du coulis*.
- 6.33.7.3.4 Si un ou plusieurs des critères énumérés au paragraphe 6.33.7.3.3 ne sont pas respectés, le **Propriétaire** se réserve le droit de demander la reprise de l'ouvrage aux frais de l'**Entrepreneur**.
- 6.33.7.3.5 Aussitôt que la cure est terminée, toutes les surfaces de béton doivent être inspectées et réparées. L'**Entrepreneur** doit fournir à l'Ingénieur l'accès aux surfaces réparées aux fins de vérification. Après la cure et en présence de l'**Entrepreneur**, l'Ingénieur vérifiera à l'aide d'un marteau les surfaces réparées. Les surfaces qui produisent un son creux, signe d'une mauvaise adhérence, y compris une zone de 150 mm située sur le pourtour, doivent être démolies et reconstruites aux frais de l'**Entrepreneur**.

6.33.7.3.6 Toute réparation doit faire l'objet d'un sondage acoustique en présence de l'**Entrepreneur** et de l'Ingénieur. Pour la réparation et le reprofilage des surfaces des poutres devant recevoir le renforcement en polymère renforcé à la fibre de carbone (PRFC), les tests d'adhérence doivent rencontrer les recommandations de l'ingénieur spécialisé en PRFC de l'**Entrepreneur** chargé du contrôle des travaux en PRFC.

6.33.7.4 PÉNALITÉ APPLICABLE

6.33.7.4.1 Dans l'éventualité où la résistance réelle du béton à vingt-huit (28) jours est inférieure à la résistance prescrite, les pénalités suivantes seront appliquées :

| Résistance prescrite 30 MPa | | Résistance prescrite 35 MPa | | Résistance prescrite 50 MPa | |
|-----------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| Résistance À 28 jours (MPa) | Pénalité (%) ⁽¹⁾ | Résistance À 28 jours (MPa) | Pénalité (%) ⁽¹⁾ | Résistance à 28 jours (MPa) | Pénalité (%) ⁽¹⁾ |
| 29,0 à 29,9 | 4 % | 34,0 à 34,9 | 2 % | 49,0 à 49,9 | 2 % |
| 28,0 à 28,9 | 6 % | 33,0 à 33,9 | 4 % | 48,0 à 48,9 | 4 % |
| 27,0 à 27,9 | 8 % | 32,0 à 32,9 | 6 % | 47,0 à 47,9 | 6 % |
| 26,0 à 26,9 | 10 % | 31,0 à 31,9 | 8 % | 46,0 à 46,9 | 8 % |
| 25,0 à 25,9 | 25 % | 30,0 à 30,9 | 10 % | 45,0 à 45,9 | 10 % |
| 24,0 à 24,9 | 40 % | 29,0 à 29,9 | 25 % | 44,0 à 44,9 | 20 % |
| 23,0 à 23,9 | 55 % | 28,0 à 28,9 | 40 % | 43,0 à 43,9 | 40 % |
| 22,0 à 22,9 | 70 % | 27,0 à 27,9 | 55 % | 42,0 à 42,9 | 80 % |
| < 22,8 | Voir article 6.33.7.4.3 | 26,0 à 26,9 | 70 % | < 42,0 | Voir article 6.33.7.4.3 |
| | | 25,0 à 25,9 | 85 % | | |
| | | < 25,0 | Voir article 6.33.7.4.2 | | |

(1) % du prix unitaire soumissionné au poste pertinent du Tableau des prix pour les quantités déficientes.

6.33.7.4.2 Nonobstant le paragraphe 6.33.7.4.1, la limite inférieure pour la résistance en compression du béton coulé en place pour les blocs d'ancrage doit être de 40 MPa à vingt-huit (28) jours. Tout béton dont la résistance en compression se situe au-dessous de cette limite sera considéré non conforme et devra être repris aux frais de l'**Entrepreneur**.

6.33.7.4.3 Si la résistance à vingt-huit (28) jours du béton est inférieure à la résistance minimale prescrite et indiquée au tableau du paragraphe 6.33.7.4.1, le **Propriétaire** se réserve le droit de faire reprendre les ouvrages non conformes aux frais de l'**Entrepreneur** pour tous les types d'ancrage ou, le droit d'appliquer les pénalités faisant l'objet du même tableau sans la reprise des travaux par l'**Entrepreneur**.

6.33.7.4.4 Aucune pénalité n'est applicable pour une résistance plus élevée que la résistance prescrite. Toutefois, le **Propriétaire** se réserve le droit de demander à l'**Entrepreneur** de modifier son mélange ou de modifier ses mesures de contrôle qualité, notamment au niveau du dosage en ciment et de la teneur en eau des granulats si les résistances sont de 15% supérieures aux résistances spécifiées et que ces valeurs de résistance sont jugées préjudiciables de l'opinion de l'Ingénieur à la qualité des travaux, particulièrement en termes de fissuration excessive.

FIN DE LA SOUS-SECTION