



Corporation de Gestion  
de la Voie Maritime  
du Saint-Laurent

The St. Lawrence  
Seaway Management  
Corporation

---

## **A-3 DEVIS OUVRAGES EN BÉTON ARMÉ**

TABLE DES MATIÈRES

A3-1	OBJET .....	1
A3-2	GÉNÉRALITÉS.....	1
A3-3	CIMENT .....	1
A3-4	GRANULATS DU BÉTON.....	2
A3-5	ESSAIS DES GRANULATS .....	2
A3-6	GROS GRANULATS .....	2
A3-7	EAU .....	3
A3-8	ADJUVANTS .....	3
A3-9	DOSAGE DU BÉTON .....	4
A3-10	FABRICATION DU BÉTON.....	4
A3-11	DÉLAI PRESCRIT ENTRE LE MALAXAGE ET LA MISE EN PLACE .....	5
A3-12	TRANSPORT ET MISE EN PLACE DU BÉTON .....	5
A3-13	SERRAGE .....	8
A3-14	ESSAIS SUR LE CHANTIER .....	8
A3-15	CURE, GÉNÉRALITÉS.....	9
A3-16	BÉTONNAGE PAR TEMPS FROID.....	9
A3-17	BÉTONNAGE PAR TEMPS CHAUD.....	17
A3-18	JOINTS DE CONSTRUCTION HORIZONTAUX.....	17
A3-19	RUSTICATION DES JOINTS .....	18
A3-20	PRÉPARATION DES SURFACES EXISTANTES AVANT LE BÉTONNAGE.....	19
A3-21	SCELLEMENT DES ANCRAGES EN ACIER D'ARMATURE .....	20
A3-22	TOLÉRANCES RELATIVES À LA CONSTRUCTION .....	22
A3-23	COFFRAGES .....	22
A3-24	INSPECTION DES COFFRAGES.....	23
A3-25	DÉCOFFRAGE (AUTRE QUE BÉTONNAGE PAR TEMPS FROID).....	23
A3-26	RÉPARATION DES SURFACES DE BÉTON NEUF .....	23
A3-27	FINITION DES SURFACES, GÉNÉRALITÉS.....	24
A3-28	RÉPARATION DES SURFACES DE BÉTON ÉCAILLÉES .....	27
A3-29	INJECTION DES CREUX AU COULIS.....	27
A3-30	ACIER D'ARMATURE .....	28
A3-31	CIMENT BITUMINEUX.....	30
A3-32	FOND DE JOINT PRÉMOULÉ.....	31
A3-33	PRODUITS DE SCELLEMENT DES JOINTS.....	31
A3-34	LAMES D'ÉTANCHÉITÉ.....	31

---

---

## A-3 DEVIS, OUVRAGES EN BÉTON ARMÉ

---

---

### A3-1 OBJET

- 1.1 Le présent devis A-3 précise les exigences générales concernant la réalisation d'ouvrages en béton dans le cadre de projets visant la construction d'ouvrages neufs ou la remise en état d'ouvrages existants.
- 1.2 D'autres exigences concernant la construction d'ouvrages en béton liées plus particulièrement au présent projet sont données dans les devis A-1 et A-2
- 1.3 Les travaux nécessaires à la réalisation du présent projet doivent être exécutés conformément aux exigences des devis A-1, A-2 et A-3 ainsi que des dessins.
  - 1.3.1 En cas de divergence apparente sur un point donné entre les exigences du présent devis A-3 et celles du devis A-1 pour un projet particulier, ce sont les exigences du devis A-1 qui prévaudront.
  - 1.3.2 En cas de divergence apparente sur un point donné entre les exigences du présent devis A-3 et celles du devis A-2 pour un projet particulier, ce sont les exigences du devis A-2 qui prévaudront.

### A3-2 GÉNÉRALITÉS

- 2.1 On doit exécuter tous les travaux de bétonnage conformément à la norme CSA A23.1-00, *Béton - Constituants et exécution des travaux*, à laquelle s'ajoutent les exigences prescrites des présents devis A-1, A-2 et A-3.
- 2.2 L'Ingénieur contrôlera la qualité du béton selon les prescriptions de la norme CSA -A23.2-00, *Essais concernant le béton*.

### A3-3 CIMENT

- 3.1 Le ciment doit être conforme aux exigences de la norme CSA A5, *Ciments portlands*.
- 3.2 Il se peut que l'Ingénieur prélève des échantillons de ciment au lieu de livraison.
- 3.3 L'Entrepreneur doit laisser libre accès aux entrepôts et aux véhicules de transport pour les besoins de l'échantillonnage.
- 3.4 On peut demander à l'Entrepreneur d'obtenir du fournisseur et de transmettre à l'Ingénieur les certificats montrant les résultats de tous les essais et analyses effectués sur le ciment qui sera utilisé au cours des travaux.
- 3.5 Le fait de recevoir ces certificats n'empêchera aucunement l'Ingénieur de rejeter tout ciment qui ne serait pas conforme à toutes les exigences de la norme CSA A5, *Ciments portlands*.
- 3.6 L'Entrepreneur doit fournir les installations nécessaires pour entreposer le ciment aux centrales de bétonnage comme suit:
  - 3.6.1 Le ciment en vrac doit être entreposé dans des installations à l'épreuve des intempéries bien aérées, dotées d'au moins 2 compartiments.
  - 3.6.2 Elles devront être facilement accessibles aux fins d'inspection et d'échantillonnage par l'Ingénieur.
  - 3.6.3 Ces installations doivent avoir une capacité suffisante pour assurer la continuité des travaux de bétonnage.
  - 3.6.4 Elles doivent être bien identifiées et ne contenir qu'un type de ciment.
  - 3.6.5 Il faut fournir d'autres installations similaires pour entreposer le ciment en sacs.

---

---

## A-3 DEVIS, OUVRAGES EN BÉTON ARMÉ

---

---

- 3.6.6 La conception et le fonctionnement de ces installations d'entreposage doivent être soumis à l'examen de l'Ingénieur.

### A3-4 GRANULATS DU BÉTON

- 4.1 Tous les granulats du béton doivent être propres, durs, résistants et exempts de matières nuisibles, et satisfaire aux exigences de la Clause 5 de la norme CSA A23.1-10, *Béton - Constituants et exécution des travaux*, à laquelle s'ajoutent les exigences prescrites.
- 4.2 Sur demande, l'Entrepreneur doit soumettre à l'Ingénieur, pour examen, une déclaration, signée par la personne qualifiée qui a exécuté l'analyse pétrographique, attestant que le granulat utilisé dans le béton ne provoquera pas de dilatation excessive et de fissures dans le béton par réaction ciment granulat tel que prescrit dans la Norme CSA A23.1-00, *Béton - Constituants et exécution des travaux*, Annexe B.
- 4.3 Les granulats doivent consister en sable naturel, gravier ou pierre concassée examinés par l'Ingénieur et conformes aux exigences CSA quant à la granulométrie, la résistance et la durabilité.
- 4.4 Le granulat fin et le gros granulat doivent être stockés séparément.
- 4.5 Le matériau tout-venant de carrière, de rive, de plage ou de concassage ne sera pas accepté à moins qu'avant d'être utilisé, ce matériau ait été traité en vue d'en éliminer toute caractéristique ou tout constituant indésirable.
- 4.6 Avant de commencer à couler le béton, l'Entrepreneur doit disposer de suffisamment de granulats de la qualité et de la granulométrie examinées par l'Ingénieur pour terminer chaque coulée.
- 4.7 L'Ingénieur fera la vérification des granulats que l'Entrepreneur se propose d'utiliser dans la fabrication du béton.
- 4.8 Un examen préliminaire ne constitue pas une acceptation globale de tous les matériaux d'un dépôt ou d'une source d'approvisionnement.
- 4.9 Les granulats qui ne répondent pas aux exigences des présentes prescriptions seront rejetés.

### A3-5 ESSAIS DES GRANULATS

- 5.1 L'Entrepreneur doit indiquer à l'Ingénieur, au moins 15 jours avant la mise en place du béton, la source prévue pour l'approvisionnement tant en granulats fins qu'en gros granulats et doit aider l'Ingénieur à se procurer des échantillons des divers stocks de granulats de chaque dimension en vue d'effectuer des essais.
- 5.2 À tout moment au cours des opérations de production, l'Ingénieur pourra prélever des échantillons des granulats et les soumettre à des essais, et tout granulat ne répondant pas aux exigences de granulométrie ou de qualité des normes CSA sera refusé.

### A3-6 GROS GRANULATS

- 6.1 De façon générale, les particules du gros granulat doivent être de forme cubique; la proportion de plaquettes et d'aiguilles dans un échantillon représentatif du gros granulat ne doit pas dépasser 30%.
- 6.2 Une plaquette est une particule dont le rapport largeur / épaisseur est supérieur à 3.
- 6.3 Une aiguille est une particule dont le rapport longueur / largeur est supérieur à 3.

### **A3-7 EAU**

- 7.1 L'eau utilisée pour le malaxage et la cure du béton doit être fraîche, propre, potable et exempte de quantités excessives d'huile, d'acide, d'alcali, de matières organiques ou autres substances délétères, et doit contenir moins de 2000 ppm (parties par million) de solides dissous.
- 7.2 L'Entrepreneur doit fournir les installations nécessaires pour garder en réserve une quantité adéquate d'eau de manière que les travaux de mise en place et de cure du béton ne soient pas interrompus en cas de défectuosité du système d'alimentation en eau.
- 7.3 Il est interdit d'ajouter au béton toute quantité d'eau autre que celle requise pour le gâchage.

### **A3-8 ADJUVANTS**

- 8.1 Les adjuvants incorporés au béton doivent satisfaire aux exigences de la norme ASTM C494/C494M-99ae1 *Standard Specification for Chemical Admixtures for Concrete* ou ASTM C1017/C1017M-98 *Standard Specification for Chemical Admixtures for Use in Producing Flowing Concrete*.
- 8.2 Tout le béton fourni par l'Entrepreneur doit contenir les adjuvants requis par le présent devis.
- 8.3 On doit ajouter au béton un entraîneur d'air examiné par l'Ingénieur, dans une proportion telle que la quantité d'air entraîné soit conforme aux prescriptions formulées et aux directives de l'Ingénieur.
- 8.4 L'entraîneur d'air utilisé doit répondre aux exigences de la norme ASTM C260-01 *Standard Specification for Air-Entraining Admixtures for Concrete*.
- 8.5 On doit également ajouter au béton un réducteur d'eau ou un plastifiant suivant les méthodes et proportions recommandées par le fabricant.
- 8.6 L'Ingénieur peut également prescrire un retardateur de prise et un adjuvant anti-retrait autorisés.
- 8.7 Selon la nature des travaux et les exigences qui y sont liées, l'Ingénieur peut prescrire l'utilisation d'un super plastifiant autorisé (réducteur d'eau à haut pouvoir de réduction). En raison de certaines des caractéristiques de ce type d'adjuvant, des mesures spéciales devront être prises lors de sa mise en œuvre:
- 8.7.1 Avant d'ajouter le super plastifiant, il faut que le béton ait un affaissement se trouvant dans les limites prescrites.
- 8.7.2 Au moment d'être incorporé à l'ouvrage, le béton doit avoir une teneur en air se trouvant dans les limites prescrites.
- 8.7.3 S'il fallait ajouter plus d'une dose de super plastifiant au béton pour maintenir l'affaissement le plus élevé, la teneur en air du béton doit rester dans les limites prescrites.
- 8.7.4 Un représentant du fournisseur de béton doit incorporer le super plastifiant dans le béton tel qu'examiné par l'Ingénieur.
- 8.8 On peut demander à l'Entrepreneur de soumettre des échantillons des adjuvants qu'il se propose d'utiliser, au moins 28 jours avant leur mise en œuvre.
- 8.9 Un certificat du fabricant doit accompagner tous les échantillons, garantissant qu'ils sont de même composition que les adjuvants qui seront fournis pour être mis en œuvre.

---

---

## A-3 DEVIS, OUVRAGES EN BÉTON ARMÉ

---

---

- 8.10 Au besoin en vue de leur acceptation, les adjuvants seront soumis à des essais conformément à la norme ASTM C494/C494M-99ae1 *Standard Specification for Chemical Admixtures for Concrete* ou ASTM C1017/C1017M-98 *Standard Specification for Chemical Admixtures for Use in Producing Flowing Concrete*.

### A3-9 DOSAGE DU BÉTON

- 9.1 L'Ingénieur vérifiera le dosage de tous les éléments utilisés dans la fabrication du béton, conformément à la norme CSA A23.1-00, *Béton - Constituants et exécution des travaux*, Clause 14, *Dosage*.
- 9.2 Tous les éléments utilisés dans la fabrication du béton doivent être mesurés au poids, sauf les adjuvants liquides au besoin qui doivent être mesurés au volume.
- 9.3 Tout mélange ne doit contenir que le minimum d'eau nécessaire pour assurer une bonne mise en place du béton, complétée par une vibration interne systématique et uniforme.

### A3-10 FABRICATION DU BÉTON

- 10.1 Les travaux relatifs à la centrale à béton doivent être comme suit:
- 10.1.1 L'Entrepreneur doit utiliser une centrale à béton qui puisse produire du béton en continu à un rythme permettant d'exécuter les travaux dans les délais prévus.
  - 10.1.2 L'eau, le ciment, les granulats fins et gros doivent passer dans des bennes doseuses pondérales distinctes.
  - 10.1.3 La centrale doit avoir une capacité minimale de 250 m<sup>3</sup>/10h (250 mètres cubes de béton par 10 heures).
  - 10.1.4 Tous les appareils utilisés dans la fabrication du béton doivent être maintenus propres et exempts de ciment ou de béton durcis.
  - 10.1.5 Les bennes doseuses pondérales doivent être construites de manière que l'on puisse contrôler l'ouverture des volets de vidage selon l'ordre et le minutage voulus pour assurer le malaxage des granulats et du ciment au fur et à mesure que le malaxeur s'emplit.
  - 10.1.6 L'installation doit être conçue de manière à faciliter, en tout temps, la surveillance de toutes les opérations.
  - 10.1.7 Les quantités déchargées par les bennes doivent accuser une marge d'erreur inférieure aux valeurs indiquées ci-dessous:
    - 10.1.7.1 Ciment: 1% en poids.
    - 10.1.7.2 Eau: 1% en poids.
    - 10.1.7.3 Granulat: 2% en poids.
    - 10.1.7.4 Adjuvants: 3% en volume.
  - 10.1.8 La température de l'air, dans la centrale à béton, doit être maintenue au-dessus de 10°C.
- 10.2 Le pesage à l'aide de balances doit être comme suit:
- 10.2.1 L'Entrepreneur doit fournir des balances permettant la pesée et le contrôle précis des divers constituants incorporés à chaque gâchée de béton.
  - 10.2.2 On doit vérifier périodiquement, au moins une fois tous les 6 mois, la précision de toutes les balances, selon les directives de l'Ingénieur.

---

---

## A-3 DEVIS, OUVRAGES EN BÉTON ARMÉ

---

---

- 10.2.3 Après chaque vérification, l'Entrepreneur sera tenu d'effectuer les réglages, les réparations ou les remplacements qui s'imposent.
- 10.2.4 Sur demande, l'Entrepreneur devra fournir à l'Ingénieur un certificat d'étalonnage des bascules.
- 10.2.5 Chacune des bascules doit être placée de manière à se trouver sous la surveillance constante de l'opérateur de la centrale à béton.
- 10.3 Les adjuvants doivent être dosés conformément à ce qui suit:
  - 10.3.1 Les adjuvants doivent être dosés en volume par des distributeurs automatiques faciles à régler de sorte qu'on puisse changer à volonté la dose incorporée aux gâchées.
  - 10.3.2 Les adjuvants doivent être acheminés vers la trémie doseuse d'eau en passant par un tube de verre gradué permettant à l'opérateur de vérifier visuellement la quantité d'adjuvant mesurée par le distributeur automatique.
- 10.4 Les travaux de malaxage doivent être comme suit:
  - 10.4.1 Les gâchées doivent être chargées dans le malaxeur de façon à ce qu'une certaine quantité d'eau entre avant le ciment et les granulats.
  - 10.4.2 Le reste des matériaux doit ensuite être chargé aussitôt que possible.
  - 10.4.3 Les malaxeurs doivent pouvoir malaxer les matériaux de manière à donner un mélange uniforme et décharger ce mélange sans risque de ségrégation.
  - 10.4.4 La durée et le taux de malaxage doivent satisfaire aux exigences de la norme CAN3-A23.1-10, *Béton - Constituants et exécution des travaux*, Clause 18.3.4.
- 10.5 L'échantillonnage et le dosage des matériaux doivent comprendre ce qui suit:
  - 10.5.1 On doit mettre en œuvre les moyens nécessaires pour faciliter le prélèvement d'échantillons représentatifs de granulats de chaque benne doseuse pondérale.
  - 10.5.2 Le gâchage doit être interrompu, à la demande de l'Ingénieur, pour permettre le prélèvement des échantillons de granulats et le réglage des bascules des bennes doseuses pondérales pour obtenir le dosage voulu.

### **A3-11 DÉLAI PRESCRIT ENTRE LE MALAXAGE ET LA MISE EN PLACE**

- 11.1 Le délai entre le malaxage et la mise en place du béton doit répondre aux exigences de la norme CSA CAN3-A23.1-10, *Béton - Constituants et exécution des travaux*, Clause 18.4.
- 11.2 Le béton qui n'a pas été mis en place dans le délai spécifié ne doit plus être utilisé, sauf avec l'acceptation de l'Ingénieur.

### **A3-12 TRANSPORT ET MISE EN PLACE DU BÉTON**

- 12.1 On ne doit mettre en place le béton qu'en présence de l'Ingénieur.
- 12.2 Tout le béton courant doit être transporté et mis en place suivant les indications ci-dessous:
  - 12.2.1 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 tout béton durci.

---

---

## A-3 DEVIS, OUVRAGES EN BÉTON ARMÉ

---

---

- 12.2.2 Le béton doit être coulé en couches horizontales d'une épaisseur maximale de 450 mm.
- 12.2.3 De manière à réduire au minimum les mouvements latéraux du béton dans les coffrages, la distance entre les points de déversement ne doit pas dépasser 2 m.
- 12.2.4 Au besoin, on doit utiliser des trémies collectrices et des goulottes ou conduits verticaux ou inclinés pour maintenir à moins de 1.5 m la hauteur de chute du béton. Pour le bétonnage des murs des écluses où chaque monolithe est divisé en plusieurs panneaux par de faux joints, l'Entrepreneur doit utiliser une trémie et une chute pour chaque panneau.
- 12.2.5 Lorsque la hauteur totale de chute par des conduits ou des tuyaux appropriés dépasse 8 m, la première coulée de béton doit être immédiatement précédée par la mise en place d'un coussin de coulis de 0,5 m<sup>3</sup> à chaque point de décharge. Le coulis ne doit pas être vibré et doit être conforme à ce qui suit:
- 12.2.5.1 Le dosage du coussin de coulis doit correspondre aux directives approximatives suivantes. Les masses indiquées sont données par mètre cube de coulis et sont fondées sur des matériaux saturés et secs en surface.
- |                     | kg/m <sup>3</sup> |
|---------------------|-------------------|
| .1 Ciment, type 10  | 565               |
| .2 Eau              | 265               |
| .3 Sable pour béton | 1335              |
- 12.2.5.2 Aucun adjuvant ne doit être incorporé au coussin de coulis.
- 12.2.5.3 La température du coulis doit être comprise entre 5°C et 15°C.
- 12.2.5.4 Le coulis utilisé pour le coussin doit être payé au m<sup>3</sup>, comme le type de béton utilisé pour le reste de la coulée. Le ciment incorporé au coulis sera payé au sac de 40 kg, sous le lot de paiement du ciment.
- 12.2.6 À moins d'autorisation contraire de l'Ingénieur, chaque fois et partout où du béton est mis en place et lorsque le béton transite dans des bennes, l'Entrepreneur doit utiliser des bennes qui ont de larges volets s'ouvrant vers le bas, et qui permettent de décharger convenablement du béton dont la consistance donne lieu à un affaissement de l'ordre de 20 mm à 80 mm.
- 12.2.7 Le béton doit normalement être mis en place au moment où il a la consistance voulue pour donner lieu au plus faible affaissement prescrit.
- 12.2.8 Le respect des procédures décrites ci-dessus empêchera également que les joints de construction horizontaux ne soient affaiblis par l'accumulation d'eau de ressuage.
- 12.3 Le béton pompé doit être mis en place par pompage conformément aux recommandations de la norme ACI 304.2R, *Placing Concrete by Pumping Methods*.
- 12.4 Tout le béton sous l'eau doit être du béton coulé à la trémie, mis en place suivant la méthode de coulage à la trémie.

---

---

## A-3 DEVIS, OUVRAGES EN BÉTON ARMÉ

---

---

- 12.4.1 L'équipement requis pour la mise en place suivant la méthode de coulage à la trémie doit être comme suit:
- 12.4.1.1 Le tube de coulée à la trémie doit être un tube droit et sans couture, assez long pour que, placé verticalement, il s'étende du haut au bas des coffrages.
  - 12.4.1.2 Le tube doit avoir un diamètre intérieur d'au moins 150 mm et sa partie supérieure doit être munie d'une trémie pour recevoir le béton.
  - 12.4.1.3 On doit suspendre le tube et la trémie de manière qu'on puisse les relever au fur et à mesure que les travaux avancent.
  - 12.4.1.4 Il faut poser un tampon ou un bouchon en matière plastique pour obturer le bas du tube au début de chaque coulée, avant de commencer à y déverser le béton.
  - 12.4.1.5 Il faut aussi utiliser un plomb de sondage pour vérifier, tout au long des travaux, le niveau de béton dans les coffrages.
- 12.4.2 Le mode de mise en place du béton coulé à la trémie doit être comme suit:
- 12.4.2.1 Les moyens mis en œuvre pour le malaxage et le transport du béton doivent permettre d'effectuer la mise en place en continu.
  - 12.4.2.2 Le tube de coulée à la trémie, muni de son obturateur, doit être placé à une extrémité des coffrages.
  - 12.4.2.3 On doit remplir le tube de béton et, par la suite, relever le tube et la trémie avec soin pour que le béton repousse l'obturateur et sorte du tube.
  - 12.4.2.4 Le bas du tube doit être constamment sous la surface du béton pendant la mise en place.
  - 12.4.2.5 On doit poursuivre la mise en place à l'endroit même où l'on a commencé à déposer le béton, en relevant graduellement le tube et la trémie jusqu'à ce que la masse de béton émerge à l'extrémité des coffrages où se trouve le tube.
  - 12.4.2.6 La surface de béton qui émerge doit être débarrassée de toute laitance qui se serait formée par délavage et l'on doit poursuivre la mise en place à l'extrémité mise à sec des coffrages de manière à repousser l'eau et le béton frais vers la surface, à l'autre extrémité.
  - 12.4.2.7 Dès que la masse de béton émerge du dessus du niveau de l'eau à une extrémité des coffrages, il faut déposer à sec du béton régulier selon les prescriptions du devis, après avoir enlevé toute la laitance de la surface du béton.
  - 12.4.2.8 On ne doit pas entreprendre la vibration interne du béton avant que la masse n'ait dépassé le niveau de l'eau.
  - 12.4.2.9 À ce moment, on doit vibrer le béton, soigneusement et systématiquement, selon les directives de l'Ingénieur.
  - 12.4.2.10 On doit serrer le béton par vibration assez loin en deçà de sa pente de progression, de sorte que l'eau et la laitance soient repoussées hors des coffrages et que le béton durcisse sans être délayé par le surplus d'eau.

---

---

## A-3 DEVIS, OUVRAGES EN BÉTON ARMÉ

---

---

12.4.2.11 Les exigences formulées dans les articles du présent devis relatifs notamment aux matériaux, à la fabrication du béton et aux coffrages s'appliquent également au béton coulé à la trémie.

12.4.2.12 Si l'Ingénieur requiert l'utilisation de plus d'un tube, l'espacement entre les tubes doit être tel qu'examiné par l'Ingénieur.

### **A3-13 SERRAGE**

- 13.1 Le béton doit être uniformément serré par vibration mécanique interne dans toute sa masse, au moyen de vibrateurs internes. Afin de serrer du béton ayant une grosseur maximale de granulat de 40 mm, les vibrations doivent avoir un diamètre minimal de tête de 50 mm et une fréquence de 130 à 200 Hz lorsque immergés dans le béton. Pour tout autre béton, les vibrateurs doivent être conformes aux exigences de la Norme CSA A23.1-00.
- 13.2 Les vibrateurs doivent être utilisés systématiquement, en des endroits suffisamment rapprochés pour que leurs zones d'influence chevauchent.
- 13.3 En vue de prévenir la ségrégation et la perte de l'air entraîné, on ne doit, en aucun endroit, utiliser les vibrateurs plus que le temps nécessaire à un bon serrage.
- 13.4 Les vibrateurs à immersion doivent être plongés verticalement de manière à pénétrer jusque dans la partie supérieure de la couche sous-jacente.
- 13.5 Après chaque plongée, on doit retirer les vibrateurs lentement pour faciliter l'échappement des bulles d'air captives.
- 13.6 On ne doit pas enfoncer les vibrateurs dans les couches de béton sous-jacentes qui ont déjà fait prise.
- 13.7 Pour le bétonnage des murs des écluses où chaque monolithe est divisé en plusieurs panneaux par de faux joints, l'Entrepreneur doit utiliser un vibrateur par panneau et doit avoir deux vibrateurs en réserve pour chaque opération de bétonnage.

### **A3-14 ESSAIS SUR LE CHANTIER**

- 14.1 L'Ingénieur fournira des éprouvettes cylindriques et les utilisera pour prélever des échantillons.
- 14.2 Les échantillons cylindriques normalisés auront 150 mm de diamètre sur 300 mm longueur et seront constitués de béton représentatif prélevé au moment de sa mise en œuvre dans les coffrages.
- 14.3 L'Entrepreneur doit fournir les installations nécessaires pour le prélèvement des échantillons.
- 14.4 Dans les cas spéciaux, des échantillons d'essai cylindriques soumis à la cure in situ peuvent être utilisés pour évaluer la résistance du béton mis en œuvre. Les résultats de ces essais ne doivent pas être utilisés comme base d'acceptation ou de rejet du béton.
- 14.5 Les cylindres mûris au chantier seront disposés au site de l'ouvrage de telle manière qu'ils soient soumis aux mêmes conditions de cure que le béton en œuvre dans l'ouvrage.
- 14.6 L'Entrepreneur doit s'assurer que son personnel ne déplace pas les échantillons pendant la période de cure.

### **A3-15 CURE, GÉNÉRALITÉS**

- 15.1 Le béton fraîchement mis en place doit être protégé contre la dessiccation et les températures extrêmes. Une fois qu'il a durci suffisamment pour ne pas risquer d'être endommagé, on doit prévoir une protection convenable pendant la période de cure contre les dommages dus aux chocs et impacts, l'exposition à des conditions climatiques indésirables, notamment les températures extrêmes, et la perte d'humidité.
- 15.2 Les surfaces à découvert du béton fraîchement mis en œuvre doivent être maintenues en atmosphère humide constante pendant au moins 7 jours au moyen de nattes absorbantes ou de toiles de jute qui doivent être arrosées autant qu'il est nécessaire pour les garder humides pendant toute la durée de la période de cure. On doit utiliser des feuilles imperméables adéquates tel que film plastique ou autre équivalent, afin d'aider à maintenir une atmosphère humide.
- 15.3 Dès que les coffrages latéraux sont enlevés, les nattes absorbantes ou les toiles de jute doivent être rabattues assez bas pour bien couvrir toutes les surfaces découvertes et elles doivent être gardées humides également, pendant toute la durée de la période de cure requise.
- 15.4 Dans les cas spéciaux, l'Ingénieur peut autoriser l'utilisation d'un produit liquide formant membrane de cure conformément à ce qui suit:
- 15.4.1 Le produit de cure doit contenir un pigment fugitif le rendant visible aux fins de la mise en œuvre et de l'inspection.
- 15.4.2 On ne doit pas utiliser le produit de cure sur les surfaces qui doivent être subséquemment recouvertes de béton, de coulis, de peinture ou de carreaux de revêtement.
- 15.4.3 Le produit de cure doit être appliqué au taux recommandé par le fabricant.
- 15.5 Les exigences concernant la cure assurée par temps froid sont formulées à l'article intitulé *Bétonnage par temps froid* du présent Devis A-3.

### **A3-16 BÉTONNAGE PAR TEMPS FROID**

- 16.1 L'Entrepreneur doit prendre des mesures spéciales pour le bétonnage par temps froid, par exemple, chauffer les matériaux qui composent le béton pour la mise en place et, par la suite, protéger le béton des effets néfastes du vent, des intempéries et des basses températures.
- 16.2 On parle de temps froid, aux fins du présent devis, lorsque la température de l'air est de 5°C ou moins, ou lorsqu'il est probable, de l'avis de l'Ingénieur, qu'elle tombe au-dessous de cette limite dans les 24 heures. Ces prévisions seront fondées sur les données de la station météorologique d'Environnement Canada la plus proche.
- 16.3 Ces mesures spéciales doivent comprendre ce qui suit:
- 16.3.1 Les mesures spéciales quant au chauffage des matériaux qui composent le béton doivent être telles que décrites ci-dessous:
- 16.3.1.1 On doit chauffer les matériaux qui composent le béton de façon à produire du béton qui soit à la température voulue au moment de sa mise en œuvre.
- 16.3.1.2 La température de chacun de ces matériaux ne doit, à aucun moment, dépasser 60°C, pas plus que celle du béton gâché ne doit dépasser 20°C avant la mise en place.

---

---

## A-3 DEVIS, OUVRAGES EN BÉTON ARMÉ

---

---

- 16.3.1.3 Quand la température de l'air est de 5°C ou moins, on doit chauffer l'eau de gâchage jusqu'à la température requise pour produire du béton dont la température soit celle prescrite pour la mise en place, toutefois, on ne doit pas chauffer l'eau à plus de 60°C.
- 16.3.1.4 Lorsque les granulats fins ou gros contiennent de la neige ou de la glace, ou lorsque l'eau chauffée à 60°C ne suffit pas à elle seule à donner au béton produit la température prescrite pour la mise en place, il faudra également chauffer les granulats.
- 16.3.1.5 On doit chauffer les granulats jusqu'à une température comprise entre 10°C et 60°C qui, combinée à celle de l'eau de gâchage chauffée, permette de produire du béton dont la température soit celle prescrite pour la mise en place.
- 16.3.1.6 La méthode de chauffage des granulats doit permettre de répartir la chaleur uniformément dans la masse, sans points chauds, tel que décrit ci-dessous:
- 16.3.1.6.1 Avant d'en approvisionner le malaxeur, on doit chauffer indirectement les granulats pendant qu'ils sont encore stockés en tas ou dans des trémies, en utilisant la vapeur vive, les serpentins à vapeur ou la chaleur sèche.
- 16.3.1.6.2 Il ne doit pas y avoir de vapeur vive, d'eau ou de flammes en contact direct avec les granulats.
- 16.3.1.6.3 Avant le gâchage, on doit éliminer tout conglomérat de granulats dû au gel.
- 16.3.1.7 S'ils ne sont pas autrement recouverts, les tas et les trémies de stockage auxquels on s'approvisionne doivent être protégés contre l'accumulation de glace ou de neige au moyen de couvertures de toile forte ou autre matériau autorisé.
- 16.3.1.8 L'équipement requis pour le chauffage des matériaux doit avoir la puissance voulue, il doit être disponible, installé et, d'après les essais, prêt à fonctionner au moins une semaine avant la date prévue pour la mise en place du béton, le tout tel qu'examiné par l'Ingénieur.
- 16.3.1.9 Si l'équipement requis pour le chauffage n'est pas prêt à fonctionner dans les délais prescrits, l'Ingénieur est en droit d'interdire le gâchage du béton, même si la température de l'air monte au-dessus de 5°C.
- 16.3.1.10 Lorsque le matériel de chauffage est appelé à chauffer les abris et les matériaux, l'expression "puissance voulue" signifie qu'il doit pouvoir fournir la puissance voulue pour chauffer les matériaux et les abris à la fois.
- 16.3.1.11 Les chaudières utilisées pour le chauffage des matériaux et des abris doivent répondre aux exigences relatives à l'inspection et aux conditions de fonctionnement établies par les lois et règlements provinciaux.

---

---

## A-3 DEVIS, OUVRAGES EN BÉTON ARMÉ

---

---

- 16.3.2 Les mesures spéciales quant au malaxage des matériaux sont les suivantes:
- 16.3.2.1 L'eau chauffée à plus de 40°C ne doit pas entrer en contact direct avec le ciment, mais être admise au malaxeur avant les granulats, en même temps ou après, et le tambour du malaxeur doit faire quelques tours pour bien répartir la chaleur avant que le ciment y soit introduit.
  - 16.3.2.2 La durée prescrite pour le malaxage commencera au moment de l'introduction du ciment.
  - 16.3.2.3 Si l'eau chaude réduit l'efficacité des entraîneurs d'air, on doit introduire ces derniers dans la gâchée après que la température de l'eau a été réduite par le malaxage avec le gros granulat.
  - 16.3.2.4 L'Entrepreneur est averti qu'il se peut que les conditions imposent l'incorporation de glace à l'eau de mélange pour maintenir la température du béton dans les limites prescrites. Aucun paiement additionnel ne sera fait pour cet ajout de glace.
- 16.3.3 Les mesures spéciales quant à la mise en place du béton sont les suivantes:
- 16.3.3.1 Au moment de la décharge dans l'ouvrage, la température du béton doit se situer dans les limites prescrites dans le devis A-1. Si le devis A-1 ne donne pas de précision à cet égard, la température du béton doit être comprise entre 10°C et 20°C, ou être conforme aux exigences de l'Ingénieur.
  - 16.3.3.2 Lorsqu'une température précise (plutôt qu'une plage de températures) est imposée pour le béton au moment de la décharge dans les coffrages, la température du béton doit correspondre à cette température,  $\pm 3^\circ\text{C}$ .
  - 16.3.3.3 Le béton doit être coulé rapidement et uniformément, aussi près que possible de son emplacement définitif, pour réduire le risque de ségrégation et pour éviter un mauvais étalement ou des joints faibles, et il doit être immédiatement protégé conformément aux prescriptions du devis.
- 16.3.4 Les mesures spéciales concernant les coffrages et les autres surfaces en contact avec le béton sont les suivantes:
- 16.3.4.1 Avant qu'on entreprenne les travaux de mise en place et, si nécessaire, pendant qu'on les exécute, les coffrages en attente, le béton existant à un joint de construction et l'acier d'armature doivent être débarrassés de la glace et de la neige qui pourraient les encombrer, et être préchauffés à une température d'au moins 10°C et maintenus à cette température, à la satisfaction de l'Ingénieur.
  - 16.3.4.2 On doit utiliser la vapeur vive ou l'air chaud afin d'obtenir la température de préchauffage.
  - 16.3.4.3 Dans le cas où l'on a recours à l'air chaud pour obtenir la température de préchauffage, on doit prendre toutes les précautions voulues pour maintenir un degré d'humidité suffisant, à l'entière satisfaction de l'Ingénieur, afin que les coffrages et le béton existant ne se dessèchent pas trop.

---

---

## A-3 DEVIS, OUVRAGES EN BÉTON ARMÉ

---

---

- 16.3.4.4 Pendant la mise en place du béton, il faut prendre les mesures nécessaires pour maintenir toutes les surfaces et l'acier d'armature à la température la plus proche possible de la température de réchauffement requise.
- 16.3.4.5 On ne doit pas couler de béton sur une surface dont la température est inférieure à 5°C.
- 16.3.5 Les mesures spéciales de protection par temps froid et les différentes classes sont les suivantes:
  - 16.3.5.1 La méthode de protection que l'Entrepreneur choisit pour assurer les conditions de cure prescrites est sujette à l'approbation préalable de l'Ingénieur.
  - 16.3.5.2 La protection doit être conforme aux prescriptions détaillées du devis et, en particulier, aux exigences du Tableau 1, *Classes de protection par temps froid*, selon les conditions ambiantes et la nature de l'ouvrage.
  - 16.3.5.3 L'Entrepreneur doit soumettre par écrit ses propositions pour la protection par temps froid en y joignant tous les dessins et échantillons de matériaux isolants nécessaires.
  - 16.3.5.4 Ces propositions doivent être présentées bien avant que ne se fasse sentir le besoin de mesures de protection, afin de permettre leur évaluation.
  - 16.3.5.5 Le fait que l'Ingénieur accepte la méthode de protection proposée ne dégagera nullement l'Entrepreneur de sa responsabilité quant à l'efficacité de protection assurée.
  - 16.3.5.6 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.
  - 16.3.5.7 L'Ingénieur attribuera la Classe A ou B à la méthode de protection proposée.
  - 16.3.5.8 La température servant à déterminer la classe de protection par temps froid doit être fondée sur la température minimale quotidienne enregistrée à la station météorologique d'Environnement Canada la plus proche.
  - 16.3.5.9 La protection de Classe A doit permettre de faire face aux conditions moins rigoureuses et peut être réglementée par l'Ingénieur pour permettre de faire face à des températures inférieures à celles spécifiées, lorsque l'ouvrage n'est pas soumis à des conditions d'exposition rigoureuses ou qu'il est de nature massive, et elle doit comprendre ce qui suit:
    - 16.3.5.9.1 Toutes les mesures de protection requises pour protéger le béton lorsque la température de l'air se situe entre -1°C et +5°C.
    - 16.3.5.9.2 Elle doit comprendre une enveloppe imperméable et un isolant approprié.
    - 16.3.5.9.3 Elle doit comprendre toutes les autres mesures de protection que l'Ingénieur ne considère pas comme étant de Classe B.

## A-3 DEVIS, OUVRAGES EN BÉTON ARMÉ

16.3.5.10 La protection de Classe B comprend la protection au moyen d'abris chauffés ou la protection au moyen de coffrages calorifugés, selon les indications détaillées du Tableau 1, *Classes de protection par temps froid*.

16.3.5.11 Le Tableau 1, *Classes de protection par temps froid*, énumère de façon détaillée les mesures de protection minimales requises selon les conditions atmosphériques existantes.

16.3.5.11.1 Ce Tableau est établi en fonction de conditions d'exposition moyennes; dans des conditions particulières, les mesures de protection doivent être modifiées en conséquence.

16.3.5.12 Pour la mise en place du béton sur les bajoyers, il faut prendre des mesures particulières afin de réduire au minimum l'élévation de la température du béton et de ce fait réduire au minimum le laps de temps durant lequel il faut attendre avant d'enlever les coffrages.

16.3.5.12.1 Ainsi, suivant les conditions de la température ambiante, l'Entrepreneur devra modifier les mesures de protection du béton pendant la période de cure en installant ou en enlevant de l'isolant thermique selon les directives de l'Ingénieur.

16.3.5.12.2 Ces modifications peuvent s'avérer nécessaires plusieurs fois pour chaque coulée de béton.

Tableau 1, CLASSES DE PROTECTION PAR TEMPS FROID			
.1	Lorsque la température de l'air ambiant extérieur est comme suit:	La température de mise en place du béton sera comme suit:	Les mesures minimales requises pour la cure et la protection du béton doivent être les suivantes:
.2	<u>Exigences pour la protection de classe A</u>		
.1	5°C ou plus	Tel que prescrit dans le Devis A-1	Les <u>surfaces coffrées</u> et les <u>surfaces non coffrées</u> doivent être maintenues dans des conditions de cure en atmosphère humide, selon les indications du paragraphe 16.3.5 du présent devis.
.2	5°C à -1°C inclusivement	Tel que prescrit dans le Devis A-1	Les <u>surfaces coffrées</u> , à l'aide de coffrages métalliques non isolés doivent être recouvertes de bâches solidement fixées qui maintiendront l'air captif autour de ceux-ci. On doit recouvrir les <u>surfaces non coffrées</u> et les <u>surfaces planes</u> d'une enveloppe imperméable et d'un isolant approprié selon les exigences de la norme CSA A23.1-00.
.3	<u>Exigences pour la protection de classe B</u>		
.1	Inférieure à -1°C	Tel que prescrit dans le Devis A-1	On doit isoler toutes les <u>surfaces coffrées et non coffrées</u> au moyen d'un matériau dont l'épaisseur soit conforme aux données du Tableau 7.3.1 de la norme ACI 306R, ou les recouvrir d'un abri chauffé à l'épreuve des intempéries pour maintenir les conditions de cure au voisinage des surfaces de béton à 95% d'humidité relative et à une température de 10 à 20°C
.4	On doit maintenir les mesures de protection des diverses classes jusqu'à ce que le béton en œuvre offre le minimum recherché de résistance à la compression.		
.5	Les températures du béton en œuvre peuvent être utilisées comme base de calcul pour déterminer la résistance du béton de construction.		

**A-3 DEVIS, OUVRAGES EN BÉTON ARMÉ**

16.3.5.13 Le Tableau 4.3.1 - Isolation thermique fournie pour murs et dalles de béton au-dessus du niveau du sol, et le tableau 4.3.5 - Valeurs isolantes de divers matériaux, tirés de la Norme 306R de l'ACI (American Concrete Institute), tels que reproduits ci-dessous par commodité, doivent être utilisés conformément au devis.

<b>TABLEAU 4.3.1. — ISOLATION THERMIQUE FOURNIE POUR MURS ET DALLES DE BÉTON AU-DESSUS DU NIVEAU DU SOL</b>				
<b>Béton mis en place et température de surface maintenue à 50° F (10° C) pendant 7 jours</b>				
Épaisseur du mur ou de la dalle Po. (m)	Température minimale de l'air ambiant deg F (C) permissible lorsqu'on utilise de l'isolant ayant ces valeurs de résistance thermique R, heure x pi <sup>2</sup> x deg F/Btu (m <sup>2</sup> x deg K/W)			
	R = 2 (0.35)	R = 4 (0.70)	R = 6 (1.06)	R = 8 (1.41)
Teneur en ciment = 300 livres/verge <sup>3</sup> (178 kg/m <sup>3</sup> )				
6 (0.15)	48 (9)	46 (8)	43 (6)	40 (4)
12 (0.30)	45 (7)	39 (4)	32 (0)	25 (—4)
18 (0.46)	41 (5)	31 (—1)	21 (—6)	11 (—12)
24 (0.61)	38 (3)	24 (—4)	10 (—12)	—2 (—19)
36 (0.91)	32 (0)	12 (—11)	—8 (—22)	—28 (—33)
48 (1.2)	26 (—3)	3 (—16)	—17 (—27)	—37 (—38)
60 (1.5)	26 (—3)	3 (—16)	—17 (—7)	—37 (—38)
Teneur en ciment = 400 livres/verge <sup>3</sup> (237 kg/m <sup>3</sup> )				
6 (0.15)	47 (8)	44 (7)	40 (4)	36 (2)
12 (0.30)	43 (6)	35 (2)	26 (—3)	17 (—8)
18 (0.46)	39 (4)	25 (—4)	11 (—12)	—2 (—19)
24 (0.61)	34 (1)	16 (—8)	—2 (—19)	—20 (—29)
36 (0.91)	25 (—4)	—1 (—18)	—27 (—31)	—53 (—47)
48 (1.2)	18 (—8)	—10 (—23)	—38 (—39)	* *
60 (1.5)	18 (—8)	—10 (—23)	—38 (—39)	* *
Teneur en ciment = 500 livres/verge <sup>3</sup> (296 kg/m <sup>3</sup> )				
6 (0.15)	47 (8)	43 (8)	38 (3)	33 (1)
12 (0.30)	42 (6)	31 (4)	20 (—7)	9 (—13)
18 (0.46)	36 (2)	19 (—1)	2 (—17)	—15 (—26)
24 (0.61)	30 (—1)	7 (—4)	—16 (—27)	—39 (—39)
36 (0.91)	18 (—8)	—15 (—11)	—46 (—43)	—79 (—62)
48 (1.2)	10 (—12)	—25 (—16)	—60 (—51)	* *
60 (1.5)	10 (—12)	—25 (—16)	* *	* *
Teneur en ciment = 600 livres/verge <sup>3</sup> (356 kg/m <sup>3</sup> )				
6 (0.15)	46 (8)	41 (5)	35 (2)	29 (—2)
12 (0.30)	40 (4)	28 (—2)	15 (—10)	0 (—18)
18 (0.46)	33 (1)	13 (—11)	—7 (—22)	—29 (—34)
24 (0.61)	26 (—3)	—1 (—18)	—28 (—33)	—55 (—48)
36 (0.91)	12 (—11)	—27 (—31)	—66 (—54)	* *
48 (1.2)	4 (—16)	—40 (—40)	* *	* *
60 (1.5)	4 (—16)	—40 (—40)	* *	* *

\* << —60 F (—51 C).

**TABLE 4.3.5 — VALEURS ISOLANTES DE DIVERS MATÉRIAUX**

Matériau isolant	Résistance thermique $R$ pour ces épaisseurs de matériau*	
	1 po., deg F/Btu/hre $ft^2$	10 mm, $m^2$ K/W
Panneaux et dalles		
Polyuréthane expansé ( $R$ -11 exp.)	6.25	0.438
Polystyrène extrudé expansé ( $R$ -12 exp.)	5.00	0.347
Polystyrène extrudé expansé, uni	4.00	0.277
Fibre de verre, liant organique	4.00	0.277
Polystyrène expansé, grains moulés	3.57	0.247
Fibre minérale avec liant de résine	3.45	0.239
Panneau de fibre minérale, à feutre humide	2.94	0.204
Revêtement, densité normale	2.63	0.182
Verre cellulaire	2.63	0.182
Panneau de papier laminé	2.00	0.139
Panneau de particules (basse densité)	1.85	0.128
Contreplaqué	1.25	0.087
Couverture		
Fibre minérale, forme fibreuse préparée à partir de roche, scories, ou verre	3.23	0.224
Remblai lâche		
Fibre de bois, bois tendres	3.33	0.231
Fibre minérale (roche, scories, ou verre)	2.50	0.173
Perlite (expansée)	2.70	0.187
Vermiculite (exfoliée)	2.20	0.152
Sciure de bois ou copeaux	2.22	0.154
*Valeurs tirées de <i>ASHRAE Handbook of Fundamentals</i> , 1977, American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers, New York		

16.3.6 Les mesures spéciales quant aux conditions de cure sont les suivantes:

- 16.3.6.1 On doit protéger le béton fraîchement mis en place contre l'évaporation de l'eau en assurant une cure continue en atmosphère humide, laquelle doit être maintenue pendant une période d'au moins 7 jours après la mise en place du béton.
- 16.3.6.2 L'expression "en atmosphère humide" signifie que l'humidité relative minimale de l'atmosphère ambiante du béton doit être maintenue à un minimum de 95%, ou que le béton doit maintenir suffisamment de son humidité initiale pour permettre l'hydratation du ciment et durcir convenablement pendant qu'il est dans des coffrages isolés ou sous une enveloppe protectrice.
- 16.3.6.3 S'il faut appliquer de la chaleur pour protéger le béton par temps froid, on doit prendre toutes les mesures nécessaires pour prévenir son assèchement.
- 16.3.6.4 La méthode de cure utilisée par l'Entrepreneur doit être examinée par l'Ingénieur.

---

---

## A-3 DEVIS, OUVRAGES EN BÉTON ARMÉ

---

---

- 16.3.7 Les mesures spéciales, quant au retrait des dispositifs de protection du béton et de chauffage, et à l'enlèvement des coffrages, sont les suivantes:
- 16.3.7.1 Lorsqu'on les utilise, on doit retirer les dispositifs de protection et de chauffage de manière progressive, pour éviter qu'un choc thermique ne provoque des contraintes dans le béton.
  - 16.3.7.2 Pendant la période de cure prescrite après la hausse de température initiale dans le béton due à la chaleur d'hydratation, la température du béton contigu ou touchant aux coffrages doit être réduite graduellement à un taux ne dépassant pas 5°C par jour jusqu'à ce qu'elle se situe en dedans de 4°C de la température ambiante (air extérieur).
  - 16.3.7.3 Dans le cas d'un abri chauffé, on doit réduire lentement la chaleur et la régulariser au besoin, pour ensuite la couper totalement, et laisser l'abri entier se refroidir jusqu'à la température extérieure avant de retirer l'abri lui-même ou les coffrages.
  - 16.3.7.4 Lorsqu'une autre coulée de béton doit être effectuée sous le même abri, les coffrages peuvent être retirés dès la fin de la période de cure prescrite.
  - 16.3.7.5 Dans le cas de coffrages calorifugés, on doit desserrer les coffrages et retirer une partie du matériau isolant, si cela est nécessaire.
  - 16.3.7.6 Les coffrages doivent rester en place pendant au moins 7 jours pour assurer une cure satisfaisante du béton. En plus, pour éviter un choc thermique et la fissuration qui l'accompagne, les coffrages ne doivent pas être enlevés tant et aussi longtemps que la température n'est pas tombée en dedans de 4°C de la température ambiante au moment du décoffrage et en dedans de 8°C de la température ambiante la plus basse telle qu'annoncée par la station météorologique d'Environnement Canada la plus proche pour les 24 heures suivant le décoffrage.
  - 16.3.7.7 Les coffrages doivent être enlevés avec soin pour éviter tout dommage au béton et toutes les précautions doivent être prises pour éviter l'écaillage des arêtes et des coins mis à nu du béton.
- 16.3.8 Les mesures spéciales quant à l'enregistrement des températures et d'autres renseignements et les mesures à prendre si les exigences prescrites pour la cure ne sont pas respectées sont les suivantes:
- 16.3.8.1 On doit placer des thermomètres en différents endroits sous l'abri pour connaître les conditions de température les plus favorables et les plus défavorables auxquelles le béton est soumis.
  - 16.3.8.2 À la demande de l'Ingénieur, l'Entrepreneur doit introduire des tubes dans le béton pour y loger les thermomètres.
  - 16.3.8.3 Les lectures de ces thermomètres et les autres renseignements doivent être pris et enregistrés au moins 3 fois par jour, dont une fois au début des travaux le matin et une fois à la fin de la journée de travail.

---

---

## A-3 DEVIS, OUVRAGES EN BÉTON ARMÉ

---

---

- 16.3.8.4 Si la méthode de cure utilisée est celle en atmosphère humide sous abri, l'humidité relative doit être mesurée au moyen d'un psychromètre et enregistrée.
- 16.3.8.5 La température de l'air, à l'extérieur, ainsi que la vitesse et la direction approximative des vents doivent également être prises et enregistrées, aux mêmes heures.
- 16.3.8.6 Les températures maximale et minimale de l'air doivent être notées et enregistrées chaque jour.
- 16.3.8.7 Le registre ainsi établi doit servir à déterminer si les conditions de protection et de cure prescrites sont respectées et déterminera si la Classe de protection B a été fournie.
- 16.3.8.8 Si les conditions de cure requises ne sont pas convenablement remplies pendant la période de protection prévue, l'Ingénieur avisera l'Entrepreneur de prendre les mesures qui paraîtront nécessaires, immédiatement ou plus tard, pour s'assurer que la qualité globale du béton, une fois les travaux terminés, ne s'en trouve pas diminuée.
- 16.3.8.9 Si un massif de béton gèle, ou est apparemment endommagé par de basses températures, il doit d'abord être dégelé avec précaution, puis traité à la vapeur humide pendant plusieurs jours, les coffrages étant toujours en œuvre si possible, après quoi le béton ainsi traité sera examiné par l'Ingénieur qui indiquera à l'Entrepreneur les mesures réparatrices à prendre.

### **A3-17 BÉTONNAGE PAR TEMPS CHAUD**

- 17.1 Le béton doit être gâché et déposé dans les coffrages à une température comprise entre 15 et 27°C lorsque la température de l'air est supérieure à 20°C.
- 17.2 Pour obtenir la température requise, l'Entrepreneur doit utiliser des méthodes appropriées telles que l'addition de glace neige au mélange à la place de l'eau de gâchage, le refroidissement de l'eau de gâchage avec de la glace, l'aspersion des granulats ou toute autre méthode appropriée.
- 17.3 Le matériel utilisé devra permettre de couler le béton en continu et être examiné préalablement par l'Ingénieur.
- 17.4 Lorsque la température ambiante dépasse 25°C, l'Entrepreneur doit prendre des mesures particulières pour s'assurer que le béton sera transporté, mis en place, consolidé et fini de manière aussi rapide que le permettent les règles de l'art, et il doit prendre des moyens spéciaux pour transporter le béton jusqu'aux coffrages de façon à ne pas exposer de grandes surfaces de béton frais au soleil et aux vents chauds.
- 17.5 Lorsque la température ambiante persiste à excéder 25°C et que la température du béton au moment de décharge dans les coffrages dépasse les limites prescrites après que l'Entrepreneur ait pris des précautions comme ajouter de la glace à l'eau du mélange, ombrager ou refroidir les réserves de granulats et protéger les dispositifs de transport contre le soleil et les vents chauds, on doit utiliser, avec l'autorisation de l'Ingénieur, un retardateur de prise dont le coût sera inclus dans le prix du béton indiqué dans la soumission.

### **A3-18 JOINTS DE CONSTRUCTION HORIZONTAUX**

- 18.1 La confection de joints de construction ailleurs qu'aux endroits indiqués dans les dessins doit être examinée par l'Ingénieur.

---

---

## A-3 DEVIS, OUVRAGES EN BÉTON ARMÉ

---

---

- 18.2 Les joints de construction horizontaux doivent être ininterrompus d'un bout à l'autre de l'ouvrage, et le béton doit y être vibré de nouveau dans un délai de 1 à 3 heures après la mise en place initiale du béton pour présenter une surface bien plane et unie.
- 18.3 C'est l'Ingénieur qui déterminera à quel moment précis il faut procéder à cette deuxième vibration.
- 18.4 Au moment du coffrage, on doit placer des bandes de chanfrein aux joints de construction de manière que leur arête apparente ait un fini impeccable.
- 18.5 La préparation de surface des joints horizontaux doit se faire en deux étapes, tel que décrit ci-dessous:
- 18.5.1 La première étape, qui doit intervenir avant le coffrage de la coulée suivante, consiste à utiliser un jet de sable pour mettre à nu et nettoyer le gros granulat, sans toutefois fractionner les particules.
- 18.5.1.1 En vue du décapage au jet de sable, on doit prévoir par 100 m<sup>2</sup> de surface au moins 2m<sup>3</sup> de sable sec, tamisé, passant au tamis standard canadien no. 10 (2.00 mm) et retenu à au moins 98% sur le tamis no. 20 (840 micromètres).
- 18.5.1.2 Après le jet de sable, on doit diriger un jet d'eau ou un jet d'air contre la surface du joint pour la débarrasser des particules non adhérentes.
- 18.5.2 La deuxième étape, qui doit intervenir immédiatement avant la coulée suivante, consiste à nettoyer la surface au moyen d'un jet d'eau propulsé par de l'air comprimé.
- 18.5.2.1 Cette deuxième étape du nettoyage doit être menée avec soin afin de débarrasser le joint de toutes substances nuisibles et des matériaux non adhérents qui s'y trouvent encore, et doit être terminée à la satisfaction de l'Ingénieur avant qu'on procède à la coulée suivante.
- 18.6 On ne doit pas déposer de béton sur une surface de joint préparée sans en avoir fait disparaître toute l'eau qui y restait.
- 18.7 La première couche de béton coulée sur le joint doit avoir environ 150 mm d'épaisseur; le béton frais doit être vibré uniformément au moyen de vibrateurs internes introduits dans sa masse environ tous les 500 mm.
- 18.8 On ne devra pas utiliser de retardateurs de prise pour préparer les joints de construction.

### **A3-19 RUSTICATION DES JOINTS**

- 19.1 Sauf autorisation spéciale ou directive contraire de l'Ingénieur, 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.
- 19.2 Les bandes de chanfrein doivent être faites du même matériau que les coffrages.
- 19.3 Les bandes de chanfrein doivent être placées de manière 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.
- 19.4 Lorsque les bandes de chanfrein sont préparées, il faut veiller à ce qu'elles soient toutes de section égale, de sorte que leurs extrémités puissent être aboutées avec précision au moment de la mise en place.

---

---

## A-3 DEVIS, OUVRAGES EN BÉTON ARMÉ

---

---

- 19.5 Si les bandes de chanfrein sont en bois, il faudra en enduire la face moulante d'une huile spéciale et s'assurer qu'elles ne présentent pas de gauchissements, de nœuds ou d'éclats qui pourraient déparer la surface du béton.
- 19.6 Les bandes de chanfrein doivent être placées de niveau et bien alignées.
- 19.7 Lorsqu'elles sont utilisées pour le moulage de l'arête apparente des joints de construction, ou du rebord supérieur des coulées, il faut déposer du béton jusqu'au niveau de la rive supérieure de la bande afin que la rainure façonnée ait les mêmes dimensions que la bande de chanfrein.
- 19.8 Afin de prévenir l'emprisonnement de poussière ou de débris sous les bandes de chanfrein placées aux joints de construction, on ne doit pas poser les bandes, au bas des coffrages, tant que la surface de reprise n'a pas été nettoyée au jet d'eau ou au jet d'air et acceptée par l'Ingénieur.

### **A3-20 PRÉPARATION DES SURFACES EXISTANTES AVANT LE BÉTONNAGE**

- 20.1 Les surfaces existantes en béton et dans le roc doivent être préparées conformément à ce qui suit:
- 20.1.1 Toutes les surfaces sur lesquelles on se prépare à couler du béton doivent être propres, fermes et exemptes de fragments détachés ou peu solides, de revêtements douteux, de glace, de neige et de toute autre substance étrangère ou de débris et elles doivent être suffisamment rugueuses pour assurer l'obtention d'une adhérence complète avec le nouveau béton.
- 20.1.2 Avant de couler le béton frais, on doit piquer les surfaces ou les rendre rugueuses si c'est nécessaire, les passer au jet de sable selon les indications de l'Article A3-18 (pour exposer le gros granulat et le nettoyer sans dégager les particules dans le cas de béton existant) et les débarrasser de tout débris et de toute substance étrangère à l'aide d'un jet d'eau propulsé par de l'air sous une pression de plus de 600 kPa pour les rendre parfaitement propres.
- 20.1.3 On doit débarrasser ensuite les dites surfaces du surplus d'eau en utilisant uniquement le jet d'air.
- 20.1.4 Avant de couler le béton, on doit éliminer toute infiltration d'eau de même que toutes les flaques qui se sont formées dans les creux, à la satisfaction de l'Ingénieur.
- 20.2 Les surfaces de béton démolies doivent être préparées conformément à ce qui suit:
- 20.2.1 Une fois que le béton existant a été initialement démoli, l'Entrepreneur doit examiner les surfaces de béton pour déterminer s'il y a des zones qui n'ont pas été complètement enlevées conformément aux dessins et complétera la démolition du béton jusqu'aux limites indiquées dans les dessins.
- 20.2.2 Les surfaces de démolition du béton existant doivent être complètement écaillées.
- 20.2.3 Si, au cours des travaux, du béton non sain ou poreux est mis à découvert, la démolition doit se poursuivre jusqu'à ce qu'on atteigne du béton solide, suivant les directives de l'Ingénieur.

---

---

## A-3 DEVIS, OUVRAGES EN BÉTON ARMÉ

---

---

- 20.2.4 Après que l'écaillage des surfaces du béton ait été accepté par l'Ingénieur et avant la mise en place du nouveau béton, la surface complète du béton existant doit être nettoyée au jet de sable suivi d'un jet à l'eau et à l'air propulsé sous une pression de 600 kPa pour éliminer tous les matériaux de contamination détachés ou adhérents (incluant poussières de forage, huile, boue, revêtements douteux, glace, neige), et pour assurer une adhérence complète du nouveau béton.
- 20.2.5 Après l'usage du jet à l'eau et à l'air, les surfaces du béton doivent être débarrassées du surplus d'eau en utilisant uniquement le jet d'air.
- 20.2.6 Avant la mise en place du béton, 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.

### **A3-21 SCCELLEMENT DES ANCRAGES EN ACIER D'ARMATURE**

21.1 Les exigences générales à cet égard sont les suivantes:

- 21.1.1 On doit poser tous les ancrages en acier d'armature qui doivent être scellés dans le roc et le béton existant aux endroits indiqués dans les dessins ou déterminés par l'Ingénieur selon les prescriptions du devis et les indications des dessins.
- 21.1.2 Les trous où les ancrages en acier d'armature seront logés doivent être forés conformément aux indications des dessins et aux directives de l'Ingénieur concernant leurs dimensions et leur emplacement.
- 21.1.3 Juste avant l'injection du coulis, on doit utiliser un jet d'air comprimé pour débarrasser les trous des fragments résultant du forage et de l'eau qui peuvent s'y trouver.
- 21.1.4 Les ancrages peuvent être scellés au coulis de type hydraulique ou de type résine.

21.2 La mise en place des ancrages au coulis de résine doit se faire conformément à ce qui suit:

- 21.2.1 On doit utiliser du coulis d'ancrage aux résines polyester du type fabriqué par Celtite Inc., ou Ground Control Ltd., ou l'équivalent examiné par l'Ingénieur.
- 21.2.2 Les barres d'ancrage, les trous forés et les cartouches de résine doivent avoir des diamètres compatibles entre eux, selon les recommandations du fabricant de la résine d'ancrage.
- 21.2.3 Une fois l'ancrage en place, la résine doit remplir complètement le trou.
- 21.2.4 Lorsque la température ambiante est inférieure à 5°C ou conformes aux exigences du fabricant de la résine, les cartouches de résine doivent être entreposées dans un endroit chaud pour pouvoir être mises en place à une température comprise entre 10°C et 25°C et les barres d'ancrage doivent être entièrement préchauffées juste avant d'être installées.
- 21.2.5 On doit utiliser la méthode d'installation des ancrages préconisée par le fabricant.

---

---

## A-3 DEVIS, OUVRAGES EN BÉTON ARMÉ

---

---

21.3 La mise en place des ancrages au coulis hydraulique doit être conforme à ce qui suit:

21.3.1 Pour le scellement des ancrages, on doit utiliser un mortier de consistance plastique, à base de ciment et de sable, dont le temps d'écoulement selon la méthode du cône est compris entre 30 et 40 secondes, contenant une fine poudre d'aluminium à raison de 0,005% du poids de ciment utilisé et environ 18 sacs de ciment par m<sup>3</sup>.

21.3.2 Pour le dosage du mortier sur place, l'Ingénieur indiquera le poids exact de ciment, de sable et d'eau à incorporer aux gâchées, après que l'Entrepreneur ait remis des échantillons des matériaux en vue de les mettre à l'essai.

21.3.3 Le rapport eau / ciment ne doit pas être supérieur à 0,50.

21.3.4 Pour le coulis, utiliser des matériaux conformes à ce qui suit:

21.3.4.1 Le ciment doit être du ciment Portland normal de type 10.

21.3.4.2 Le sable doit être propre, bien calibré, de composition granulométrique respectant les limites suivantes:

Tamis	% passant en poids
.1 5.00 mm	100%
.2 2.50 mm	85-100%
.3 1.25 mm	55-90%
.4 630 micromètres	27-63%
.5 315 micromètres	10-32%
.6 160 micromètres	2-10%

21.3.4.3 Les paillettes d'aluminium doivent être non pelliculantes, du type CANBRO no. 806 NL.

21.3.4.4 L'eau doit être potable et propre.

21.3.4.5 Malaxage du coulis et pose des ancrages:

21.3.4.5.1 Le coulis doit être malaxé pendant au moins 10 minutes dans un malaxeur mécanique examiné par l'Ingénieur et doit pouvoir être introduit dans un tuyau souple, au moyen d'une pompe à mortier examinée par l'Ingénieur, jusqu'au fond des trous forés.

21.3.4.5.2 Le coulis doit être injecté dans les trous, au moyen d'une pompe, par un tuyau souple ou rigide dont l'extrémité touche le fond du trou.

21.3.4.5.3 Au fur et à mesure que le trou se remplit de coulis, le tuyau doit être retiré lentement sans que son extrémité ne soit jamais dégagée de la masse de coulis injecté.

21.3.4.5.4 Une fois que le trou est complètement rempli de coulis, on doit y enfoncer la barre d'ancrage à la profondeur voulue.

---

---

## A-3 DEVIS, OUVRAGES EN BÉTON ARMÉ

---

---

21.3.4.5.5 Si la température de l'air est inférieure à 5°C, on doit faire circuler dans les trous pendant au moins 30 minutes pour en préchauffer les parois, de l'eau chauffée à 93°C et ce, juste avant d'introduire le coulis et les barres d'ancrage en acier d'armature.

21.3.4.5.6 Les barres d'ancrage en acier d'armature doivent être préchauffées également.

21.3.4.5.7 L'ouvrage doit être protégé contre le gel pendant les 24 heures qui suivent le scellement des ancrages en acier d'armature.

### A3-22 TOLÉRANCES RELATIVES À LA CONSTRUCTION

22.1 L'écart maximal admissible dans les alignements et niveaux du béton est de +5 mm par longueur de 5 m.

### A3-23 COFFRAGES

23.1 Les coffrages doivent être faits d'acier ou d'épais contreplaqué hydrofuge.

23.2 Les coffrages doivent répondre aux profils, alignements et dimensions de l'ouvrage qui sont indiqués dans les dessins.

23.3 Les coffrages doivent être solides, rigides et indéformables.

23.4 Les coffrages doivent être disposés, attachés et étayés par l'Entrepreneur de manière à ne pas bouger ni plier au cours de la mise en place et du serrage du béton.

23.5 Les coffrages doivent être suffisamment étanches pour ne pas laisser fuir de mortier.

23.6 Les coffrages utilisés pour effectuer des coulées superposées, dans des parties contiguës de l'ouvrage, doivent être ajustés de manière à donner des surfaces de béton dont le fini soit régulier, uniforme et harmonieux.

23.7 Pour coffrer un massif de faible importance, on peut utiliser des panneaux de dimensions réduites mais jamais inférieures à 1200 mm sur 2400 mm.

23.8 Avant la mise en place du béton, les coffrages doivent être débarrassés des poussières ou des débris qui s'y seraient accumulés et leurs parois intérieures enduites d'une huile spéciale examinée par l'Ingénieur.

23.9 La conception des coffrages doit être faite par un ingénieur professionnel reconnu, expérimenté dans ce genre de conception.

23.10 Les coffrages doivent être conformes à la norme CSA CAN3-A23.1-00, *Béton - Constituants et exécution des travaux*, Clause 11.

23.11 Les boulons et tiges utilisés en guise de tirants internes doivent être disposés de manière qu'à l'enlèvement des coffrages, il n'y ait pas de métal à moins de 80 mm de la surface du béton.

23.12 On ne doit pas utiliser de fils métalliques en guise de tirants.

23.13 Après le coffrage, si des tirants métalliques à découplage rapide sont utilisés, l'Entrepreneur doit bien boucher les vides autour des tirants et finir les surfaces comme s'il s'agissait de trous laissés par des boulons.

23.14 On doit ménager des regards d'inspection si l'Ingénieur en fait la demande.

23.15 Les couvercles de ces regards doivent être ajustés de manière à laisser une surface lisse.

---

---

## A-3 DEVIS, OUVRAGES EN BÉTON ARMÉ

---

---

- 23.16 De façon générale, à moins d'indications contraires dans les dessins et sauf pour la rustication des joints avec l'examen de l'Ingénieur, on doit poser des bandes de chanfrein de 40 mm à tous les coins et arêtes à découvert.
- 23.17 Si la température l'exige, on doit suivre les dispositions de l'Article A3-16, *Bétonnage par temps froid*.

### **A3-24 INSPECTION DES COFFRAGES**

- 24.1 L'Entrepreneur doit donner à l'Ingénieur un préavis écrit laissant à ce dernier un délai suffisant pour inspecter soigneusement les coffrages, les étais, l'acier d'armature et les pièces encastrées.
- 24.2 On ne doit pas malaxer ni couler de béton avant que cette inspection ait été faite et que l'Ingénieur ait signé et remis à l'Entrepreneur un bordereau de contrôle du béton et d'autorisation de sa mise en œuvre.

### **A3-25 DÉCOFFRAGE (AUTRE QUE BÉTONNAGE PAR TEMPS FROID)**

- 25.1 Pour les restrictions concernant le décoffrage pour le bétonnage par temps froid, voir la Section A3-16.3.7.
- 25.2 On ne doit pas enlever les coffrages ni leurs appuis tels que les étais avant d'avoir obtenu l'autorisation de l'Ingénieur.
- 25.3 On ne doit pas enlever les coffrages ni leurs appuis avant que n'ait pris fin le délai minimal indiqué ci-dessous, et uniquement sur autorisation expresse de l'Ingénieur.
- 25.3.1 On ne doit pas enlever les coffrages de fond ni leurs appuis avant 7 jours.
- 25.3.2 On ne doit pas enlever les coffrages latéraux ni leurs appuis avant 48 heures.
- 25.3.3 Les périodes de temps indiquées ci-dessus représentent le total des journées ou parties de journée consécutives pendant lesquelles la température du béton est supérieure à 10°C.
- 25.3.4 Sur examen de l'Ingénieur, on peut réduire ces délais si la température est supérieure à 27°C.
- 25.4 Étant encore frais, le béton doit être décoffré avec soin pour ne pas être endommagé et il faut veiller particulièrement à ne pas écailler les arêtes ni les coins mis à nu.

### **A3-26 RÉPARATION DES SURFACES DE BÉTON NEUF**

- 26.1 Les surfaces de béton présentant des imperfections au moment du décoffrage ne doivent pas être réparées avant d'avoir été examinées par l'Ingénieur et marquées par lui aux endroits où des réparations lui semblent nécessaires.
- 26.2 Dans les 48 heures suivant le décoffrage du béton qui présente des imperfections, mais après l'inspection susmentionnée, l'Entrepreneur doit effectuer toutes les réparations nécessaires au béton, selon les directives de l'Ingénieur et à son entière satisfaction.
- 26.3 Les surfaces réparées ou le béton de remplacement doivent être gardés en atmosphère humide constante pendant au moins 7 jours après la mise en place aux endroits indiqués.

### **A3-27 FINITION DES SURFACES, GÉNÉRALITÉS**

- 27.1 Le béton qui a été coffré doit présenter des surfaces de niveau, solides, unies et sans défauts, à moins d'indications contraires.
- 27.2 Au moment du décoffrage, on doit inspecter, réparer et finir immédiatement les surfaces suivant les prescriptions formulées.
- 27.3 La surface du béton à finir doit être complètement saturée d'eau et maintenue humide pendant au moins une heure avant que ne débutent les travaux de finition, lesquels doivent se dérouler de la façon suivante:
- 27.3.1 Juste avant l'application du mortier plastique, on doit passer des jets d'air sur la surface de béton pour enlever le surplus d'eau.
- 27.3.2 On doit utiliser ensuite des tampons en toile de jute bien propres, ou faire appel à tout autre moyen examiné par l'Ingénieur, pour appliquer le mortier sur la surface de béton en la frottant aux endroits appropriés, de manière à remplir tous les creux.
- 27.3.3 Pendant que le mortier appliqué dans les creux est encore plastique, on doit frotter la surface de béton à la toile de jute pour l'enduire d'un mélange ayant la même composition et le même dosage mais auquel on ne doit pas ajouter d'eau.
- 27.3.4 Le dernier enduit doit être appliqué avec le soin requis pour bien remplir les creux jusqu'au niveau de la surface de béton voisine.
- 27.4 Les surfaces qui laisseront voir des creux mal remplis, qui n'auront pas reçu une cure satisfaisante ou qui s'avéreront endommagées de quelque autre façon parce que l'Entrepreneur n'a pas bien suivi les indications susmentionnées, devront être réparées par ce dernier sans frais additionnels.
- 27.5 Aucun matériau ne doit rester sur la surface de béton, sauf dans les creux.
- 27.6 On doit maintenir la surface humide au moyen de toiles de jute ou d'un autre matériau absorbant pendant une période de 72 heures après la finition.
- 27.7 Le mortier utilisé pour les travaux de finition doit être fait d'une partie (en volume) de ciment et de 2 parties (en volume) de sable propre passant au tamis de 630 µm (micromètres) et de la quantité d'eau nécessaire pour lui donner la consistance d'une crème épaisse.
- 27.8 Le mortier doit être malaxé au moins une heure avant l'emploi, de sorte qu'il fasse retrait avant sa mise en œuvre, et il doit être malaxé de nouveau et appliqué, sans addition d'eau, sur la surface à finir.
- 27.9 Le sable et le ciment utilisés doivent être identiques à ceux qui sont incorporés au béton.
- 27.10 Il peut s'avérer nécessaire de mélanger du ciment blanc au ciment mis en œuvre afin de donner au mortier une teinte qui s'harmonise avec celle de la surface de béton voisine.
- 27.11 Pour déterminer le bon dosage, on doit préparer des gâchées d'essai en faisant varier le pourcentage du ciment blanc substitué à l'autre ciment, laisser le mortier faire prise et le comparer à la surface de béton qui doit être traitée.
- 27.12 On doit araser à la règle et talocher le béton non coffré qui doit rester à découvert, pour qu'il présente une surface bien plane et exempte de saillies, de bosses et de creux.
- 27.13 À défaut d'indications à ce sujet dans le présent devis ou dans les dessins, on doit finir les surfaces suivant les prescriptions données pour des surfaces voisines du même genre, selon les directives de l'Ingénieur.

---

---

## A-3 DEVIS, OUVRAGES EN BÉTON ARMÉ

---

---

27.14 La finition à donner aux différentes surfaces de béton doit être conforme aux prescriptions formulées ci-dessous:

27.14.1 On doit finir les surfaces coffrées de la façon décrite ci-dessous, à moins d'indications contraires dans le devis ou les dessins:

27.14.1.1 La finition de type A doit être comme suit:

27.14.1.1.1 Cette catégorie désigne la finition prescrite pour les surfaces coffrées non exposées à la vue dont la rugosité est sans conséquences, telles que les surfaces touchant à un remblai ou celles qui sont enfouies sous le niveau du sol.

27.14.1.1.2 Après le décoffrage, de telles surfaces ne nécessiteront, en général, aucun autre traitement que l'obturation des trous laissés par les boulons des coffrages, la réparation des défauts et la cure prescrite.

27.14.1.1.3 Les saillies et les creux ne dépassant pas 10 mm seront tolérés.

27.14.1.2 La finition de type B doit être comme suit:

27.14.1.2.1 Cette catégorie désigne la finition prescrite pour toutes les surfaces coffrées vues en permanence.

27.14.1.2.2 Le revêtement ou la doublure des coffrages doit être placée de manière que, dans l'ensemble, les marques des joints, à la surface du béton, soient bien alignées horizontalement et verticalement, et qu'elles forment un motif régulier.

27.14.1.2.3 Dans cette catégorie, les finis doivent être réalisés à l'aide d'un mortier, selon les prescriptions formulées ci-dessus, et doivent donner des surfaces unies, denses et de texture uniforme, exemptes de trous, de creux et autres imperfections.

27.14.1.2.4 Les saillies ne doivent pas excéder 5 mm.

27.14.1.3 La finition de type C doit être comme suit:

27.14.1.3.1 Cette catégorie désigne la finition prescrite pour toutes les surfaces coffrées qui sont particulièrement en évidence ou qui sont soumises à l'action d'un courant d'eau rapide, et pour les surfaces auxquelles l'Ingénieur attache une grande importance, comme les surfaces extérieures et apparentes des murs, les parois des aqueducs, des galeries, des larrons, des conduites et de leur accès, ainsi que les surfaces intérieures et extérieures de tous les bâtiments.

27.14.1.3.2 Il faudra veiller particulièrement à ce que les coffrages soient bien de niveau et qu'ils soient montés avec précision, de manière à obtenir une surface finie qui soit unie, dense, de texture uniforme et sans imperfections.

---

## A-3 DEVIS, OUVRAGES EN BÉTON ARMÉ

---

27.14.1.3.3 Il doit y avoir le moins de joints possibles dans la doublure des coffrages et ils doivent être agencés suivant un motif régulier.

27.14.1.3.4 Après avoir effectué les retouches nécessaires, les travaux de nettoyage et la réparation des principales imperfections, on doit procéder à la finition des surfaces de béton à l'aide d'un mortier, selon les prescriptions formulées ci-dessus.

27.14.2 On doit finir les surfaces non coffrées de la façon décrite ci-dessous, à moins d'indications contraires dans le devis ou les dessins:

27.14.2.1 La finition de type D doit être comme suit:

27.14.2.1.1 Cette catégorie, qui est une finition à la règle, désigne la finition prescrite pour les surfaces non coffrées qui doivent être recouvertes d'un matériau de remblai.

27.14.2.1.2 La finition de type D sert aussi de première étape aux finitions de type E et de type F.

27.14.2.1.3 Les travaux de finition de cette catégorie consistent à niveler le béton et à l'araser à la règle jusqu'à ce qu'on obtienne une surface bien plane et unie.

27.14.2.2 La finition de type E doit être comme suit:

27.14.2.2.1 Cette catégorie, qui est une finition à la taloche, désigne la finition prescrite pour les surfaces non coffrées qui ne sont pas dissimulées en permanence par un matériau de remblai ou un autre massif de béton, ou qui n'exigent pas la finition de type D ni celle de type F.

27.14.2.2.2 La finition de type E sert aussi de deuxième étape à la finition de type F.

27.14.2.2.3 Le talochage peut être fait à main ou mécaniquement.

27.14.2.2.4 L'opération doit commencer dès que la surface arasée a suffisamment durci pour qu'on puisse y passer la taloche sans en dégager de particules fines.

27.14.2.2.5 On doit talocher le béton juste le temps nécessaire pour faire disparaître les traces de règle et pour obtenir une surface de texture uniforme.

27.14.2.3 La finition de type F doit être comme suit:

27.14.2.3.1 Cette catégorie, qui est une finition à la truelle, désigne la finition prescrite pour les surfaces non coffrées qui font l'objet d'une indication à cet effet dans les dessins et pour celles qui doivent être alignées et nivelées avec une grande précision.

27.14.2.3.2 Dans le cas où la finition de type F est requise, la finition à la truelle doit commencer dès que la surface a suffisamment durci pour retenir les particules fines.

27.14.2.3.3 On doit passer la truelle en acier de main ferme pour obtenir une surface dense et uniforme, sans y laisser d'imperfections ni de traces de truelle.

27.14.2.3.4 Dans la finition des surfaces de béton, on doit prévoir une pente d'écoulement si les dessins l'indiquent ou si l'Ingénieur le demande.

27.15 Une fois finis, tous les ouvrages de béton doivent être exempts de tout défaut susceptible d'altérer leur apparence, leur résistance, leur imperméabilité et leur durabilité, et toute masse de béton qui, de l'avis de l'Ingénieur, est défectueuse ou de qualité inférieure, devra être enlevée et remplacée, ou encore réparée, à l'entière satisfaction de l'Ingénieur.

### **A3-28 RÉPARATION DES SURFACES DE BÉTON ÉCAILLÉES**

28.1 Toutes les surfaces présentant des cavités ainsi que les surfaces qui resteront à découvert après l'enlèvement du béton existant doivent être soit coffrées et remblayées au béton, soit remplies d'un mortier projeté.

28.2 Si l'Entrepreneur utilise un mortier à projeter, il faut que la méthode et les moyens de mise en œuvre qu'il entend adopter soient examinés par l'Ingénieur avant l'exécution d'un tel travail.

28.3 Si, conformément aux dessins ou suivant les directives de l'Ingénieur, il faut crépir les surfaces de béton apparentes pour qu'elles s'harmonisent avec la surface voisine, le crépissage doit être exécuté selon les directives de l'Ingénieur.

### **A3-29 INJECTION DES CREUX AU COULIS**

29.1 Une fois que le béton possède la résistance voulue pour supporter les pressions d'injection, on doit remplir de coulis tous les creux existants entre le béton fraîchement mis en place et le béton ancien.

29.2 L'Ingénieur déterminera les pressions à employer et contrôlera les travaux d'injection du coulis.

29.3 Tous les travaux d'injection du coulis doivent se faire en présence de l'Ingénieur.

29.4 Il n'est pas permis d'injecter du coulis moins de 21 jours après la mise en place du béton.

29.5 Les coffrages et leurs supports utilisés lors de la mise en œuvre du coulis ou du béton doivent être laissés en place pendant au moins 48 heures après l'injection des creux.

29.6 Le type et la capacité de tout l'équipement utilisé pour la préparation et l'injection du coulis doivent être examinés par l'Ingénieur.

29.7 L'équipement doit pouvoir mélanger et agiter le coulis, et le pousser dans les trous en continu et sans interruption, à n'importe quelle pression jusqu'à un maximum de 350 kPa.

29.8 Les matériaux utilisés pour la fabrication du coulis doivent satisfaire aux exigences générales applicables des Articles A3-3, A3-7 et A3-8 du présent devis, et la composition et le dosage du mélange doivent être conformes aux prescriptions du devis A-1.

---

---

## A-3 DEVIS, OUVRAGES EN BÉTON ARMÉ

---

---

- 29.9 Pour observer le déplacement du coulis, on doit insérer de faux tuyaux d'injection dans les coffrages.
- 29.10 Pour chaque trou d'injection, on doit fournir des garnitures de caoutchouc munies de soupapes d'arrêt à fermeture instantanée.
- 29.11 L'injection du coulis n'est pas considérée terminée tant que, de l'avis de l'Ingénieur, tous les trous n'ont pas été remplis au maximum.
- 29.12 Lorsque l'injection d'un trou est terminée, on doit fermer la soupape de la garniture pour y maintenir la pression.
- 29.13 On doit laisser les garnitures en place jusqu'à ce que le coulis ait suffisamment durci pour rester dans les trous.
- 29.14 L'Entrepreneur doit poser des tuyaux d'environ 20 mm de diamètre le long du rebord supérieur des coffrages pour observer le garnissage du couronnement.
- 29.15 Après les travaux de bétonnage, on doit débarrasser tous les tuyaux des dépôts de béton en y passant une mèche et les utiliser tant comme raccords pour l'injection que pour observer le déplacement du coulis.
- 29.16 L'Entrepreneur doit enlever des trous tous les raccords d'alimentation en coulis et nettoyer ces trous sur une profondeur de 150 mm depuis la surface du béton.
- 29.17 Les trous doivent être remplis au moyen d'un mortier sec formé d'une partie de ciment Portland normal et de 2 parties de sable à béton.
- 29.18 L'obturation doit se faire de manière à donner un fini au moins aussi lisse que celui des zones non touchées du revêtement de béton.
- 29.19 Au cours des travaux, l'Entrepreneur doit nettoyer avec de l'eau les surfaces existantes pour les débarrasser du coulis qui peut s'y accumuler durant l'injection.
- 29.20 Avant la réception définitive de l'ouvrage, la surface du revêtement de béton doit être nettoyée et remise dans son état d'origine, à l'entière satisfaction de l'Ingénieur.
- 29.21 L'Entrepreneur doit fournir des cônes d'implantation pour former les trous d'injection, les installer dans les coffrages et les enlever après la mise en place du béton, maintenir les trous libres de toute obstruction jusqu'à ce qu'ils soient injectés et les remplir selon les prescriptions formulées.

### **A3-30 ACIER D'ARMATURE**

- 30.1 Les exigences générales qui s'appliquent aux travaux d'acier d'armature sont les suivantes:
  - 30.1.1 L'acier d'armature doit comprendre toutes les barres et les fils d'acier ainsi que les accessoires nécessaires pour armer le béton.
  - 30.1.2 Les travaux d'acier d'armature doivent comprendre ce qui suit:
    - 30.1.2.1 Fourniture.
    - 30.1.2.2 Coupage.
    - 30.1.2.3 Pliage.
    - 30.1.2.4 Soudage.
    - 30.1.2.5 Entreposage.
    - 30.1.2.6 Nettoyage.
    - 30.1.2.7 Mise en place.

---

---

## A-3 DEVIS, OUVRAGES EN BÉTON ARMÉ

---

---

- 30.1.3 Tout l'acier d'armature doit être de l'acier neuf, à billette ou à rail, de nuance dure ou mi-dure.
- 30.1.4 Toutes les barres d'armature en acier doivent être du type à haute adhérence et conformes à la norme CAN/CSA G30.18-FM92 (C1998), *Barres d'acier en billettes pour l'armature du béton*, sauf les barres dont le diamètre est inférieur à 10M, lesquelles peuvent être lisses.
- 30.1.5 Le treillis soudé doit satisfaire aux exigences des normes CSA G30.3-FM1983 (C1998), Fil d'acier étiré à froid pour l'armature du béton, et G30.5-FM1983 (C1991) (C1998), Treillis d'acier à mailles soudées pour l'armature du béton.
- 30.1.6 L'acier d'armature œuvré doit être exempt de veines, pailles, fissures et autres défauts pouvant en altérer la qualité.
- 30.1.7 L'acier d'armature ne doit pas être peinturé et, avant de le recouvrir de béton, il faut le nettoyer à fond pour le débarrasser de toute trace d'écaillés, de graisse, d'huile ou de rouille.
- 30.2 On doit plier l'acier d'armature conformément aux exigences suivantes:
  - 30.2.1 S'il y a lieu, on doit plier les barres d'armature en acier avant de les mettre en place, suivant les formes exactes indiquées dans les dessins.
  - 30.2.2 L'Entrepreneur doit prendre soin de bien vérifier les mesures de pliage et s'assurer que les dégagements par rapport au coffrage sont respectés.
- 30.3 On doit mettre l'acier d'armature en place conformément aux exigences suivantes:
  - 30.3.1 Le fil métallique recuit et galvanisé destiné à l'assujettissement des barres d'armature en acier doit avoir au moins 1.5 mm de diamètre (grosneur 16).
  - 30.3.2 On doit poser les cales d'épaisseur à 1 m d'entraxe au plus, ou selon les indications des dessins.
  - 30.3.3 Pendant la mise en place du béton, toutes les barres d'armature en acier posées à la verticale doivent être maintenues en place au sommet.
  - 30.3.4 Tout acier d'armature doit être assujetti de manière à ce qu'il ne bouge pas pendant les différentes étapes du bétonnage.
  - 30.3.5 Il est interdit d'utiliser des blocs de bois, des briques ou des pierres en guise de cales d'épaisseur ou de supports pour l'acier d'armature.
  - 30.3.6 On peut utiliser, pour supporter l'acier d'armature, des blocs de béton de même composition et de même résistance que le béton à mettre en œuvre en vertu du présent Contrat, et dont la cure est telle que prescrite, qui ont été fabriqués spécialement à cette fin et qui ont été examinés par l'Ingénieur.
  - 30.3.7 Les cales en plastique pour supporter l'acier d'armature ne doivent être utilisées qu'après avoir fait l'objet d'une acceptation écrite de l'Ingénieur.
  - 30.3.8 Le type, la qualité et la résistance des supports en plastique doivent leur permettre de supporter le poids de l'acier d'armature et du béton frais qui les recouvre, aussi bien que le choc dû aux travaux de mise en place et de serrage du béton, sans se déplacer, plier, fléchir, se fissurer ou se briser.

---

---

## A-3 DEVIS, OUVRAGES EN BÉTON ARMÉ

---

---

- 30.3.9 Si les supports en plastique ne résistaient pas aux travaux de bétonnage, l'Entrepreneur serait tenu d'enlever tous les supports de ce type déjà mis en place et de les remplacer par d'autres à la satisfaction de l'Ingénieur.
- 30.3.10 Le soudage des barres d'armature ou aux barres d'armature, anciennes ou nouvelles, est interdit à moins d'autorisation expresse signée par l'Ingénieur.
- 30.4 Les exigences relatives aux commandes et relevés d'analyse en usine de l'acier d'armature sont les suivantes:
- 30.4.1 Lorsqu'il commande de l'acier d'armature, l'Entrepreneur doit fournir à l'Ingénieur 4 copies de ses bordereaux de commande.
- 30.4.2 L'Entrepreneur doit fournir 4 copies authentiques des relevés d'analyse en usine pour chaque coulée dont fait partie l'acier qui lui est livré.
- 30.5 Les exigences relatives à l'inspection de l'acier d'armature sont les suivantes:
- 30.5.1 L'Ingénieur fera l'inspection de l'acier d'armature et pourra le soumettre à des essais.
- 30.5.2 Cette inspection doit se faire soit à l'usine où l'acier est laminé, soit à l'endroit où il est façonné et plié, soit au chantier, ou encore à tous ces endroits.
- 30.5.3 L'acier d'armature qui n'est pas conforme aux exigences du présent devis peut être rejeté à n'importe quel moment avant le bétonnage, même s'il a été inspecté et accepté antérieurement.
- 30.6 Les exigences relatives aux ancrages en acier d'armature sont les suivantes:
- 30.6.1 L'Entrepreneur doit fournir et installer tous les ancrages nécessaires pour fixer le béton neuf au béton ancien selon les indications des dessins.
- 30.6.2 Les ancrages requis doivent être constitués de barres d'acier à haute adhérence, conformes aux exigences du présent devis, lesquelles doivent être enfoncées dans les trous forés à cette fin et scellées au coulis suivant les prescriptions formulées.

### **A3-31 CIMENT BITUMINEUX**

- 31.1 Le ciment bitumineux destiné aux joints, selon les dessins, doit être appliqué sur une face à une épaisseur d'au moins 3 mm à sec.
- 31.2 Le ciment bitumineux doit avoir les propriétés suivantes:
- 31.2.1 Applicable par vaporisation à des températures variant de -15°C à 30°C.
- 31.2.2 A une bonne adhérence au béton non mûri.
- 31.2.3 Ne coule pas ou ne s'affaisse pas à des températures allant jusqu'à 50°C.
- 31.2.4 Ne casse pas sous l'action abrasive des opérations de mise en œuvre du béton après un temps de séchage de 48 heures à une humidité moyenne par beau temps.
- 31.3 Dans des conditions de temps froid ou humide, on ne doit enlever les coffrages qu'immédiatement avant l'application du revêtement de façon à garder la surface de béton le plus sec possible.

### **A3-32 FOND DE JOINT PRÉMOULÉ**

- 32.1 On doit fournir le fond de joint conformément aux dessins.
- 32.2 Le fond de joint doit être un matériau imprégné d'asphalte tel que Flexcell fabriqué par Sternson Limitée.
- 32.3 Où c'est possible, on doit clouer le fond de joint aux coffrages en laissant les têtes de clous faire saillie hors de la surface afin d'assurer le liaisonnement avec le béton.

### **A3-33 PRODUITS DE SCELLEMENT DES JOINTS**

- 33.1 On doit sceller les joints conformément aux dessins.
- 33.2 Le produit de scellement doit être un matériau pour scellement élastomère à un composant à base de polyuréthane, à flexibilité permanente, de couleur grise comme Sikaflex 1-a tel que fabriqué par Sika Canada Incorporée.
- 33.3 Le produit de scellement doit garder son élasticité et sa durabilité sur une plage de températures comprises entre -40°C et +65°C.
- 33.4 On ne doit pas appliquer le produit de scellement tant que:
  - 33.4.1 La cure du béton n'est pas terminée.
  - 33.4.2 La surface du béton sur laquelle le produit de scellement doit être appliqué n'a pas été décapée au jet de sable pour éliminer les matériaux friables et nettoyée à l'air comprimé.
- 33.5 Le produit de scellement doit être appliqué en stricte conformité avec les instructions du fabricant.
- 33.6 La température au moment de l'application du produit de scellement ne doit pas être inférieure à 5°C ou à la température conforme aux instructions du fabricant.

### **A3-34 LAMES D'ÉTANCHÉITÉ**

- 34.1 L'Entrepreneur doit fournir et mettre en place des lames d'étanchéité conformément aux dessins.
- 34.2 Les lames d'étanchéité en plastique PVC (chlorure de polyvinyle) doivent être moulées ou profilées de façon à ce que toutes les coupes en travers soient denses, homogènes et exemptes de porosité et d'autres imperfections.
- 34.3 La section doit être partout uniforme et symétrique.
- 34.4 Les lames d'étanchéité en PVC doivent avoir un poids minimal de 2.16 kg/m pour une largeur de 150 mm.
- 34.5 Les lames d'étanchéité doivent être installées à leur emplacement avant la mise en place du béton.
- 34.6 Toutes les intersections de lames d'étanchéité de tous types doivent être soudées au chantier avant la mise en place du béton dans les coffrages.
- 34.7 L'Entrepreneur doit avoir un équipement électrique autorisé de raccordement et de soudage de lames d'étanchéité disponible pour effectuer les soudures requises.
- 34.8 Lorsqu'on doit joindre plusieurs pièces courtes de lame d'étanchéité, elles doivent être soudées en atelier avant de placer la section complétée dans les coffrages.
- 34.9 Les lames d'étanchéité ne doivent pas être endommagées et doivent être capables de répondre aux exigences suivantes:

---

---

## A-3 DEVIS, OUVRAGES EN BÉTON ARMÉ

---

---

- 34.9.1 Résister indéfiniment à des charges hydrauliques pouvant atteindre 20 m lorsque étirées par un espacement de 20 mm entre les monolithes.
- 34.9.2 Conserver essentiellement leur plasticité et leur élasticité sous des températures allant jusqu'à -32°C.
- 34.9.3 Avoir une durabilité élevée sous les conditions d'humidité, de température et d'environnement physique auxquelles elles seront exposées.
- 34.10 Sur demande de l'Ingénieur, l'Entrepreneur doit fournir, à des fins de mise à l'essai, une longueur de 3 mètres du type de lame d'étanchéité moulée pour lequel on demande un examen.
- 34.11 L'Échantillon doit être accompagné d'un certificat qui identifie le matériau et certifie qu'il est le même sous tous les aspects que celui utilisé dans la fabrication des lames d'étanchéité proposées.
- 34.12 L'échantillon doit être fourni au moins 10 jours avant la livraison des lames d'étanchéité au site et sans frais pour le Propriétaire.
- 34.13 L'Entrepreneur doit fournir au Propriétaire l'information sur la façon dont on propose d'effectuer les raccordements au chantier.
- 34.14 Il est essentiel que les raccordements soient effectués de manière à assurer ce qui suit:
  - 34.14.1 Le matériau ne doit pas être endommagé par scellement à la chaleur ou par l'application de matériaux de cimentation.
  - 34.14.2 Les raccordements doivent avoir une résistance à la traction d'au moins 50% de matériau non raccordé.
  - 34.14.3 Sauf dans le cas des lames d'étanchéité de sections différentes, les nervures des pièces de raccordement doivent s'aligner parfaitement, ce qui exigera des coupures en biseau dans les coins.
- 34.15 Au cours du bétonnage, on doit prendre un soin particulier à maintenir les lames d'étanchéité dans la position prévue, et à mettre en place le béton de façon à remplir également la zone autour des lames d'étanchéité.