



DOCUMENT TECHNIQUE NORMALISÉ
INFRASTRUCTURES (DTNI)
DTNI-10A

Béton normal
Résistance à la compression
de moins de 50 MPa

Date d'émission : 31 mars 2026

Modificatif n°	Date	Description	Préparé par
-	-	-	-

AVIS

Le présent document doit être utilisé dans son intégralité. L'Entrepreneur doit tenir compte du fait que certaines clauses du présent document peuvent être complétées, modifiées ou annulées par d'autres documents du Cahier des charges. Une lecture diligente de tous les documents du Cahier des charges est nécessaire. Tout changement apporté au contenu du présent document est précisé dans un document distinct, soit dans les instructions aux Soumissionnaires, soit dans le cahier des clauses administratives spéciales, soit dans le devis technique spécial.

L'utilisateur ou l'utilisatrice externe de ce document technique normalisé est invité(e) à envoyer ses commentaires au représentant de la Ville responsable du projet concerné. De plus, l'utilisateur ou l'utilisatrice de la Ville est encouragé(e) à soumettre ses commentaires ou suggestions de modification via l'annexe A disponible sur le site internet de la Ville. Tous les formulaires reçus seront étudiés afin que le comité technique de révision puisse apporter annuellement les modifications nécessaires au présent document, le cas échéant.

AVANT-PROPOS

Le présent document a été préparé et approuvé par le comité formé des membres suivants :

Sacha Dumeignil, ing., DRPIU, SIRR	Paul-Francis Jacques, ing., DRPIU, SIRR
------------------------------------	---

Le texte comportant une ligne verticale en marge est un nouveau texte ou un texte modifié par rapport au document de la précédente émission.

TABLE DES MATIÈRES

AVIS	2
AVANT-PROPOS	2
1 OBJET	6
2 DOMAINE D'APPLICATION	7
3 LOIS, RÈGLEMENTS, NORMES ET RÉFÉRENCES	8
4 DÉFINITIONS	10
5 EXIGENCES GÉNÉRALES	11
6 MATÉRIAUX.....	12
6.1 CONSTITUANTS.....	12
6.1.1 Généralités	12
6.1.2 Liants	12
6.1.3 Granulats	12
6.1.4 Adjuvants	15
6.1.5 Autres ajouts minéraux.....	16
6.1.6 Fibres.....	16
6.1.7 Béton bas carbone	16
6.2 CARACTÉRISTIQUES DU BÉTON	17
6.2.1 Généralités	17
6.2.2 Formulation et caractéristiques du béton frais	17
6.2.3 Caractéristiques du béton durci.....	19
7 EXÉCUTION DES TRAVAUX	20
7.1 FABRICATION, TRANSPORT ET CURE	20
7.1.1 Fabrication du béton normal.....	20
7.1.2 Fabrication du béton compacté au rouleau	20
7.1.3 Livraison et délai de livraison	21
7.1.4 Cure du béton.....	22
8 PRÉLÈVEMENT DE MATÉRIAUX ET ESSAIS	23
8.1 GÉNÉRALITÉS	23
8.2 DÉLAIS DE LIVRAISON	23
8.3 PRÉLÈVEMENTS, FRÉQUENCE D'ESSAIS ET CONFORMITÉ	23
8.3.1 Teneur en air	24
8.3.2 Affaissement.....	24
8.3.3 Température	24
8.3.4 Résistance à la compression	25
8.3.5 Réseau des bulles d'air	25
8.3.6 Perméabilité aux ions chlorure.....	25
8.3.7 Résistance à l'écaillage.....	25
9 CRITÈRES D'ACCEPTATION ET ESSAIS	26
10 DESCRIPTION DES ITEMS DU BORDEREAU	27

11 ANNEXES.....	28
11.1 ANNEXE A	28
11.1.1 Formule de béton	28
11.1.2 Centrale de dosage	28
11.2 ANNEXE B	29
11.2.1 Formule de béton	29
11.2.2 Centrale de dosage	29
11.3 ANNEXE C	30
11.3.1 Domaine d'application	30
11.3.2 Appareillage.....	30
11.3.3 Échantillonnage du béton.....	30
11.3.4 Masse volumique et teneur en eau	31
11.3.5 Confection des éprouvettes pour les essais en flexion	31
11.3.6 Essais des éprouvettes	31

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 - Limites de substances nuisibles et propriétés physiques des granulats 14

1 **OBJET**

Le présent document technique normalisé spécifie les exigences techniques générales pour le béton de masse volumique normale, dont la résistance à la compression à vingt-huit (28) jours est de moins de 50 MPa et destiné à être employé dans différents ouvrages en béton pour la Ville de Montréal. Il concerne le béton prêt à l'emploi, le béton fabriqué dans une centrale de dosage intégrée à une usine de préfabrication, le béton fabriqué dans une bétonnière mobile et le béton compacté au rouleau (BCR) destiné à la construction de chaussée qui seront revêtues, ou pas, d'une couche de roulement en enrobé bitumineux à chaud, et à la construction d'aires de circulation de dépôt à neige. Il traite des constituants, de la formulation du mélange, des caractéristiques du béton frais et durci, de la fabrication, de la livraison et du contrôle qualitatif. Il couvre les normes et références, les exigences générales, les matériaux et l'exécution des travaux. L'application des clauses techniques générales décrites dans le présent document a pour but de réaliser des ouvrages durables et de qualité.

Il incorpore toutes les prescriptions pertinentes applicables de la norme CSA A23.1/A23.2, Béton – Constituants et exécution des travaux, incluant les notes et les annexes, sauf si elles sont modifiées par des exigences particulières prescrites dans ce document. Étant donné que ce document renvoie souvent à cette norme, il doit être utilisé conjointement avec cette dernière.

Les prescriptions applicables aux éléments de béton préfabriqués doivent suivre la norme CSA A23.4, Béton préfabriqué – Constituants et exécution des travaux. Les usines produisant ces éléments doivent détenir la certification selon le protocole BNQ 2624-940 ou selon le protocole CPCQA – Produits de béton préfabriqué architecturaux et structuraux.

Note : Le présent document ne s'applique pas au béton sec, d'affaissement nul et au béton normal utilisé pour la fabrication de tuyaux, regards d'égout, puisards et autres structures lorsque ces éléments doivent satisfaire, selon les documents d'appel d'offres, les exigences des normes BNQ 2622-126 et BNQ 2622-420 et du protocole de certification BNQ 2622-951.

2 **DOMAINE D'APPLICATION**

Ce document technique normalisé, incluant l'annexe A, s'applique au béton de masse volumique normale, dont la résistance à la compression à vingt-huit (28) jours est de moins de 50 MPa et destiné à être employé dans différents ouvrages en béton pour la Ville de Montréal.

3 **LOIS, RÈGLEMENTS, NORMES ET RÉFÉRENCES**

Lorsque le présent document réfère à une norme ou à une référence, la plus récente édition en vigueur en date de la publication de l'Appel d'offres est applicable. Les normes et références suivantes s'appliquent, ainsi que les ouvrages de référence auxquels se réfèrent les normes CSA A23.1/A23.2 (Béton : constituants et exécution des travaux/Procédures d'essai et pratiques normalisées pour le béton). De plus, lorsque le présent document réfère à une loi ou à un règlement, la plus récente édition en vigueur est applicable.

<u>ACI</u>	<u>American Concrete Institute</u>
ACI 223.R	Guide for the Use of Shrinkage-Compensating Concrete
ACI PRC-327A	Guide to Roller-Compacted Concrete Pavements
<u>ASTM</u>	<u>ASTM International</u>
ASTM C309	Standard Specification for Liquid Membrane-Forming Compounds for Curing Concrete
ASTM C494	Standard Specification for Chemical Admixtures for Concrete
ASTM C1040	Standard Test Methods for in-place Density of Unhardened and Hardened Concrete, Including Roller Compacted Concrete, by Nuclear Methods
ASTM C1170	Standard Test Method for Determining Consistency and Density of Roller-Compacted Concrete Using a Vibrating Table
ASTM C1315	Standard Specification for Liquid Membrane-Forming Compounds Having Special Properties for Curing and Sealing Concrete
<u>BNQ</u>	<u>Bureau de normalisation du Québec</u>
BNQ 2501-255	Sols – Détermination de la relation teneur en eau-masse volumique sèche - Essai avec énergie de compactage modifiée (2700 kN.m/m ³)
BNQ 2621-905	Béton prêt à l'emploi – Programme de certification (élaboré à partir de certaines exigences des normes CSA A23.1/A23.2)
BNQ 2622-126	Tuyaux, branchements latéraux monolithiques et pièces connexes en béton destinés à l'évacuation des eaux d'égout sanitaire et pluvial
BNQ 2622-420	Regards d'égout, puisards, chambres des vannes et postes de pompage préfabriqués en béton armé
BNQ 2622-951	Produits préfabriqués en béton selon les normes BNQ 2622-126 et BNQ 2622-420 – Protocole de certification

BNQ 2624-940	Béton préfabriqué – Constituants et exécution des travaux – Fascicule de certification
<u>CSA</u>	<u>Association canadienne de normalisation</u>
CSA A23.1/A23.2	Béton : constituants et exécution des travaux/Procédures d’essai et pratiques normalisées pour le béton
CSA A23.4	Béton préfabriqué – Constituants et exécution des travaux
CSA A3000	Compendium des matériaux liants
CSA A3001	Liants utilisés dans le béton
<u>MTMD</u>	<u>Ministère des Transports et de la Mobilité durable</u>
<u>LC</u>	<u>Laboratoire des chaussées - Méthodes d’essai</u>
LC 21-100	Détermination du pourcentage de particules fracturées du gros granulat
<u>NORMES</u>	
Tome VII 3501	Matériaux de cure

4 DÉFINITIONS

Dans le présent document, on entend par :

- **béton normal** : béton décrit au tableau 1 de la norme CSA A23.1 et ne faisant pas l'objet d'exigences spéciales en matière de performance ou de constituants;
- **béton compacté au rouleau (BCR)** : béton à affaissement nul et de faible teneur en eau, compacté en place en utilisant un rouleau compresseur vibrant ou un équipement de compaction à plaque vibrante;
- **fournisseur** : l'entreprise, la société, la personne physique, ou la personne morale responsable de la fabrication et de l'approvisionnement en béton;
- **laboratoire** : la Division de l'expertise et du soutien technique du Service des infrastructures, du réseau routier de la Ville de Montréal, ou toute firme, corporation ou personne, désignée par elle pour la représenter;
- **retour de béton durci (RBD)** : matériau de béton fait à partir d'un béton plastique inutilisé provenant de sources connues qui a été retourné directement à l'usine de béton ou obtenu à partir de flux de déchets de béton de l'usine; une fois qu'il a durci, ce matériau est traité par concassage.

De plus, chacune des définitions présentes au Cahier des clauses administratives générales (CCAG) est applicable au présent document lorsque le terme utilisé comporte une majuscule.

5 **EXIGENCES GÉNÉRALES**

Section vide.

6 MATÉRIAUX

6.1 CONSTITUANTS

6.1.1 GÉNÉRALITÉS

Aucun produit, autre que l'eau de gâchage et ceux mentionnés dans le présent article, ne peut être incorporé au mélange de béton sans l'autorisation du Directeur.

6.1.2 LIANTS

6.1.2.1 Liants utilisés dans le béton normal

Les liants utilisés doivent être conformes à la norme CSA A3001.

6.1.2.2 Liants utilisés dans le béton compacté au rouleau (BCR)

L'utilisation d'un ciment hydraulique GUb-SF conforme à la norme CSA A3001 doit être prévue.

6.1.2.3 Mélange de béton utilisé par temps froid

Pour la réalisation de tout élément extérieur, tel que trottoirs, bordures, mails centraux, îlots et dalles de chaussée, du 15 octobre à la fin de la période froide, soit lorsqu'il est probable que la température ambiante descende à moins de 5 °C dans les vingt-quatre (24) heures suivant la mise en place du béton, il est exigé d'utiliser un ciment de type HE ou un dosage équivalent en accélérateur de prise.

Lorsque le béton contient une proportion de 10 % de poudre de verre conforme aux exigences de la norme CSA A3000, cette proportion doit être maintenue dans le mélange de béton malgré l'utilisation de ciment de type HE ou d'un dosage en accélérateur de prise en équivalence.

6.1.3 GRANULATS

6.1.3.1 Caractéristiques des granulats

Utiliser des granulats fins et des gros granulats de densité normale conformes aux exigences stipulées à l'article 4.2.3 de la norme CSA A23.1, incluant les adaptations des sous-articles 4.2.3.2.2, 4.2.3.2.3, 4.2.3.3.2.1, 4.2.3.4.1, 4.2.3.4.3, 4.2.3.5.2 et 4.2.3.7 présentées au tableau 1 de la norme BNQ 2621-905.

Les granulats fins peuvent être du sable naturel, du sable manufacturé, ou une combinaison de sable naturel et de sable manufacturé. Le sable manufacturé et le gros granulat doivent provenir de roc de carrière concassé ou du concassage des fractions grossières de produits de sablières ou gravières. La fragmentation du gros granulat doit être d'au moins 90 % lorsqu'évaluée suivant la méthode d'essai LC 21-100.

L'utilisation de matériaux granulaires de recyclage (MR) est interdite.

L'utilisation de retour de béton durci (RBD) de type 1 est acceptée conditionnellement à l'approbation par le Laboratoire. Le RBD de type 1 doit provenir d'une seule source et doit être reconnu comme ayant été produit à partir de granulats non réactifs. La quantité maximale de RBD permise dans un granulat combiné est de 30 %. Lorsque des RBD sont utilisés comme composants du granulat, le producteur de béton doit indiquer le type utilisé et le pourcentage maximal utilisé.

Suivant l'accord du Directeur, l'incorporation de granulats provenant de RBD est acceptée seulement dans la fabrication de mélange de béton pour les classes d'exposition C-4, F-2, N et A-4; tel que spécifié au tableau 1 de la norme CSA A23.1-24

Les granulats et les RBD doivent se conformer aux exigences indiquées au Tableau 1 ci-après.

L'échantillonnage, les essais et l'acceptation des granulats devant être utilisés dans le béton doivent être conformes à la norme CSA A23.2-30A.

Tableau 1 - Limites de substances nuisibles et propriétés physiques des granulats

Méthode d'essai CSA	Propriété	Pourcentage maximal de la masse totale de l'échantillon		
		Granulat fin	Gros granulat	
			Béton soumis au gel-dégel	Autres conditions d'exposition
Exigences fondamentales ⁽¹⁾				
A23.2-3A	Mottes d'argile	1,0	0,3	0,5
A23.2-4A	Constituants granulaires de faible densité	0,5	0,5	1,0
A23.2-5A	Particules fines passant le tamis de 80 µm	3,0	1,0	1,0
A23.2-13A (Procédure B)	Particules plates	–	25	25
	Particules allongées	–	45	45
	Particules allongées pour les chaussées et traverses piétonnières	–	40	40
A23.2-23A A23.2-29A	Perte à l'essai micro-Deval	20	19 ⁽²⁾	21
A23.2-24A	Perte à l'essai de gel-dégel non confiné	–	9 ⁽²⁾	13 ⁽²⁾
A23.2-16A A23.2-17A	Perte à l'impact et à l'abrasion (Los Angeles)	–	50	50
	Pour les chaussées et traverses piétonnières	–	35	35
Exigences alternatives				
A23.2-9A	Perte à l'essai MgSO ₄ ⁽¹⁾	16	12	18
Exigences pour les granulats de retour de béton durci (RBD)⁽¹⁾				
A23.2-15A	Examen pétrographique de l'ensemble des matériaux nuisibles		1,0	1,0
	Tuile céramique, porcelaine de salle de bain, verre, bois et papier		0,0	0,0
	Plâtre, gypse et panneaux de gypse		0,0	0,0
A23.2-3B	Teneur en sulfates (SO ₄)		0,4	0,4
A23.2-4B	Chlorure hydrosoluble		0,05	0,05
A23.2-29A	Usure à l'appareil micro-Deval		21	21

- (1) Voir CSA A23.1 pour informations additionnelles.
- (2) Si la perte à l'essai micro-Deval est supérieure à 17,0 % ou la perte à l'essai de gel-dégel est supérieure à 6,0 %, le producteur doit démontrer que le gros granulat se compose de moins de 2,0 % de matériaux argileux (shale, calcaire argileux, etc.) qualifiés de faible et/ou nuisible selon la norme CSA A23.2-15A. Ce pourcentage doit être associé à un nombre pétrographique d'au plus 125.

La détermination du nombre pétrographique doit être réalisée suivant la méthode B : Analyse pétrographique rapide des gros granulats, de la méthode d'essai CSA A23.2-15A.

6.1.3.2 Gros granulat granitique

Lorsqu'un granulat granitique est spécifié dans les documents contractuels, il doit être produit à partir de roches suivantes : granite, syénite, gneiss, gabbro ou anorthosite.

6.1.3.3 Réactivité alcalis-granulats ou autres réactions

Les granulats utilisés dans la fabrication du béton ne doivent pas être susceptibles de provoquer une expansion excédant les valeurs indiquées au tableau 1 de la pratique normalisée CSA A23.2-27A ou toute autre expansion excessive (voir l'article 4.2.3.6.2 de la norme CSA A23.1/A23.2).

6.1.4 ADJUVANTS

6.1.4.1 Adjuvants chimiques

Utiliser des adjuvants chimiques conformes aux exigences des articles 4.2.4.2 et 4.2.4.3 de la norme CSA A23.1/A23.2 incluant les adaptations présentées au tableau 1 de la norme BNQ 2621-905. Les restrictions suivantes s'appliquent :

- l'utilisation d'un accélérateur de prise est sujette à l'autorisation du Directeur;
- l'utilisation de chlorure de calcium ou d'adjuvants contenant des chlorures est interdite.

6.1.4.1.1 *Inhibiteur de corrosion*

Si les documents contractuels prescrivent l'ajout d'un inhibiteur de corrosion, la solution du produit utilisé doit contenir pas moins de 30 ± 2 % de nitrite de calcium par poids de la solution.

6.1.4.1.2 *Agents réducteurs de retrait*

Si les documents contractuels prescrivent l'ajout d'un agent réducteur de retrait, les produits suivants sont acceptés par le Directeur :

- MasterLIFE SRA 20 (BASF);
- Sika Control-75 (Sika Canada);
- MasterLife SRA 035 (BASF);
- Mapecure SRA 25 (MAPEI)
- Eclipse 4500 (GCP applied technologies);
- Eclipse Floor 200 (GCP applied technologies);
- Eucon SRA-XT (Adjuvants Euclid Canada).

6.1.4.1.3 *Agents compensateurs de retrait*

Si les documents contractuels prescrivent l'ajout d'un agent compensateur de retrait, celui-ci doit être conforme à la norme ASTM C494 et au guide ACI 223R. Les produits suivants sont acceptés par le Directeur :

- CONEX (Adjuvants Euclid Canada);
- CONEX NF (Adjuvant Euclid Canada);
- Expancrete (MAPEI).

6.1.5 AUTRES AJOUTS MINÉRAUX

L'incorporation d'un ajout minéral lors de la fabrication du béton est interdite sans l'autorisation du Directeur.

6.1.6 FIBRES

Si les documents contractuels prescrivent l'incorporation de fibres d'acier ou de fibres synthétiques, celles-ci doivent être conformes aux exigences de l'article 4.2.5 de la norme CSA A23.1/A23.2. La masse, la dimension et le type de fibre doivent être indiqués sur chaque emballage.

6.1.7 BÉTON BAS CARBONE

Le béton considéré bas carbone doit avoir une émission en dioxyde de carbone réduite par rapport au béton de référence conventionnel spécifié dans le document de la Déclaration Environnementale de Produit générique « DEP l'échelle de l'industrie pour les membres de l'Association béton Québec » en date de publication juillet 2022. Le pourcentage de réduction des émissions est spécifié au Devis technique spécial Infrastructures (DTSI).

L'Entrepreneur doit fournir, avec les documents d'approbation de la formule de béton, les déclarations environnementales de produit (DEP) de type III associées à l'usine et au mélange de béton. La nomenclature d'émission carbone doit être en kg CO₂/m³.

Toutes les DEP transmises doivent avoir été produites selon les règles des catégories de produits (RCP) NSF 1112-19 International pour le béton Version 2.3 (Février 2025) ou plus récent. La réduction d'émission carbone peut également être calculée en comparant avec une DEP antérieure valide selon le règlement des catégories de produits (RCP).

À la demande du Directeur, l'Entrepreneur doit également fournir les DEP des adjuvants, fibres et autres constituants faisant partie intégrante de la formule de béton.

S'il est difficile d'obtenir les réductions escomptées, le Directeur peut autoriser que l'âge de la détermination de la résistance à la compression spécifiée passe de vingt-huit (28) à cinquante-six (56) jours.

Afin de comparer l'émission carbone du béton soumis pour approbation, il doit être comparé avec le mélange de référence de la Déclaration Environnementale de Produit générique « DEP l'échelle de l'industrie pour les membres de l'Association béton Québec » en date de publication juillet 2022. La valeur à considérer dans ce document se situe dans les tableaux sous la colonne Référence. Le tableau à considérer doit être pour les mêmes paramètres :

- classe d'exposition;
- rapport eau/liant;
- résistance à la compression.

Note : Pour assurer la durabilité attendue des éléments, le béton utilisé doit répondre aux exigences du présent document et des devis techniques normalisés et spéciaux attribuables au projet. Une réduction de 5 % à 10 % n'a généralement aucune incidence sur la mise en œuvre et la cure. Au-delà de ces pourcentages de réduction, des exigences particulières doivent être considérées dans la formulation du béton, la mise en place et la cure en collaboration avec la Division de l'expertise et du soutien technique.

6.2 CARACTÉRISTIQUES DU BÉTON

6.2.1 GÉNÉRALITÉS

Le Fournisseur est responsable de la formulation du mélange. L'Entrepreneur et le Fournisseur doivent satisfaire aux exigences décrites dans la variante 1 du tableau 5 de la norme CSA A23.1/A23.2.

Le point de livraison est considéré comme étant l'endroit où le béton est déposé à son emplacement final dans l'ouvrage. Toutefois, le Directeur se réserve le droit, selon les circonstances, de désigner un autre endroit.

6.2.2 FORMULATION ET CARACTÉRISTIQUES DU BÉTON FRAIS

6.2.2.1 Teneur en liant et rapport eau/liant

Le Fournisseur doit déterminer lui-même le dosage en liant, en respectant le rapport eau/liant convenant à la classe d'exposition du béton spécifiée. Le rapport eau/liant doit être conforme au tableau 2 de la norme CSA A23.1/A23.2.

6.2.2.2 Dimension nominale maximale du gros granulat

Utiliser un gros granulat de dimension nominale maximale de 20 mm, sauf si autrement spécifié dans les documents contractuels.

6.2.2.3 Teneur en air

La teneur en air du béton au point de mise en place doit se situer à l'intérieur de la plage prescrite au tableau 4 de la norme CSA A23.1/A23.2 pour la classe d'exposition spécifiée.

6.2.2.4 Affaissement

Formuler le béton pour un affaissement de 80 ± 30 mm au point de mise en place, sauf si autrement spécifié. L'autorisation du Directeur est requise si un superplastifiant est ajouté pour faciliter la mise en place du béton. Dans ce cas, l'affaissement après l'ajout de superplastifiant ne doit pas excéder 180 mm.

Note : Si un béton fluide, autoplçant, est proposé, l'étalement et l'indice de stabilité visuelle (ISV) devraient satisfaire les exigences d'ouvrabilité du document technique DTNI-10I.

6.2.2.5 Inhibiteur de corrosion

Lorsqu'un inhibiteur de corrosion est utilisé, l'incorporer au béton à raison de douze (12) litres de solution par mètre cube de béton, sauf si autrement spécifié dans les documents contractuels.

6.2.2.6 Agent entraîneur d'air dans le béton compacté au rouleau

Utiliser des adjuvants chimiques conformes aux exigences des articles 4.2.4.2 et 4.2.4.3 de la norme CSA A23.1/A23.2 incluant les adaptations présentées au tableau 1 de la norme BNQ 2621-905.

Note : L'utilisation d'un entraîneur d'air est facultative si le producteur démontre que le béton dont la formule est proposée possède une durabilité satisfaisante aux cycles de gel-dégel en présence de sels de déglçage lorsqu'évaluée en conformité avec le protocole de certification NQ 2621-905. Elle peut cependant améliorer la maniabilité du béton frais.

6.2.2.7 Maniabilité du béton compacté au rouleau (BCR)

Le Fournisseur a la responsabilité d'établir la teneur en eau requise et la consistance convenable du mélange de béton au moment de la mise en place.

Note : Lorsque mesurée selon la méthode A de la norme ASTM C1170 au moyen de l'appareil Vebe, opérant à une fréquence de 50 à 60 Hz, la consistance Vebe convenable devrait se situer entre trente (30) et soixante (60) secondes.

Le rapport volumique de la pâte sur le mortier du mélange ne doit pas être inférieur à 0,37. Le volume de la pâte comprend le volume du liant, le volume de l'eau et le volume d'air entraîné si introduit. Le volume du mortier comprend le volume de la pâte et le volume du granulat fin.

Note : Un rapport volumique inférieur à 0,37 aura pour conséquence un manque de pâte pour l'enrobage du gros granulat qui résultera en des vides de consolidation (nids de cailloux).

6.2.2.8 Réducteur de retrait et compensateur de retrait

Lorsqu'un agent réducteur de retrait ou un agent compensateur de retrait est utilisé, ajouter l'agent réducteur de retrait à raison de 7 l/m³ de béton, ou l'agent compensateur de retrait à raison de 6 % de la masse du liant.

6.2.2.9 Température

La température du béton au point de déchargement doit se situer entre 10 °C et 30 °C, sauf si autrement spécifié dans les documents contractuels. Pour les éléments de section de plus de 1,0 m, la température du béton doit se situer dans les limites indiquées au tableau 14 de la norme CSA A23.1/A23.2.

L'Entrepreneur doit prévoir d'utiliser les méthodes nécessaires pour obtenir la température du béton à l'intérieur des valeurs prescrites.

6.2.3 CARACTÉRISTIQUES DU BÉTON DURCI

6.2.3.1 Réseau des bulles d'air

Les paramètres des bulles d'air du béton durci doivent être conformes à l'article 4.3.3.3 de la norme CSA A23.1/A23.2.

6.2.3.2 Autres caractéristiques

Les autres caractéristiques requises du béton durci sont indiquées au tableau 2 de la norme CSA A23.1/A23.2.

6.2.3.3 Résistance à l'écaillage

La masse des débris détachés de la surface exposée à la solution saline après cinquante-six (56) cycles de gel-dégel effectués selon la méthode d'essai décrite à l'annexe B de la norme BNQ 2621-905, des bétons de classes C-1 et C-2, ne doit pas excéder 500 g/m².

Note : Le producteur de béton n'est pas tenu d'effectuer la résistance à l'écaillage pour les différentes proportions des ciments utilisées, lorsque ces ciments ont été vérifiés séparément. Dans ce cas, tous les autres constituants doivent être les mêmes.

6.2.3.4 Résistance à la flexion du béton compacté au rouleau (BCR)

La résistance à la flexion doit être déterminée selon la méthode d'essai CSA A23.2-8C sur des poutres prismatiques de 100 x 100 x 400 mm, confectionnées selon la méthode décrite en annexe C.

7 EXÉCUTION DES TRAVAUX

7.1 FABRICATION, TRANSPORT ET CURE

7.1.1 FABRICATION DU BÉTON NORMAL

La centrale de dosage du Fournisseur doit détenir un certificat de conformité délivré par le Bureau de normalisation du Québec (BNQ) conformément au programme de certification BNQ 2621-905. Le béton peut être fabriqué dans une bétonnière mobile avec l'autorisation du Directeur.

Dans le cas où le béton est fabriqué dans une centrale de dosage intégrée à une usine de préfabrication, celle-ci doit détenir un certificat de conformité en vigueur selon la norme CSA A23.4.

Tout le béton requis pour une structure, un élément armé ou un élément architectural doit obligatoirement provenir de la même centrale ou d'une autre centrale du même Fournisseur utilisant les mêmes constituants. Les provenances des constituants ne doivent pas être changées sans l'autorisation du Directeur.

7.1.2 FABRICATION DU BÉTON COMPACTÉ AU ROULEAU

7.1.2.1 Généralités

La centrale de dosage du Fournisseur de béton doit être de type continu (pugmill). Une centrale de type discontinu équipée d'un malaxeur stationnaire est acceptée pour des projets requérant moins de 200 m³ de BCR. Leur capacité de fabrication et leur débit doivent être supérieurs au débit optimal des engins utilisés pour la mise en œuvre.

7.1.2.2 Fabrication en centrale continue

Entreposer les granulats selon leurs calibres en tas distincts de façon convenable pour permettre le drainage de l'eau et éviter la ségrégation.

Protéger les convoyeurs à granulats contre les intempéries. Le silo à ciment et son système d'alimentation doivent comporter des dispositifs capables de prévenir toute agglomération ou toute variation du débit d'alimentation. Les trémies des granulats doivent être équipées d'un système permettant de mesurer la teneur en eau du granulat fin et du gros granulat de façon régulière en cours de production. Si la centrale n'est pas équipée d'un tel système, des mesures doivent être réalisées manuellement à intervalles réguliers.

Entreposer l'eau dans une citerne étanche. Introduire chaque adjuvant séparément dans le malaxeur. L'introduction des adjuvants et de l'eau doit se faire sans variation de pression (prévoir au besoin un système régulateur de pression). Le réglage du débit de chaque silo, trémie, réservoir, etc., doit être aisément réalisable à partir du tableau de contrôle, de façon à permettre les changements rapides dans le dosage de chacun des constituants, ou pour compenser tout changement de la teneur en eau des granulats.

Une trémie de chargement d'une capacité minimale de une (1) tonne et équipée d'un dispositif d'évacuation rapide sans ségrégation doit être disposée à la sortie du malaxeur. Avant le début des travaux, régler la centrale conformément aux procédures recommandées par le fabricant de la centrale. Documenter les résultats des réglages et les soumettre au Directeur. Durant les travaux, contrôler et ajuster quotidiennement les réglages de la centrale et les documenter. Le Directeur se réserve le droit d'exiger en tout temps une reprise complète des réglages de la centrale en sa présence.

7.1.2.3 Fabrication en centrale discontinue

La centrale doit détenir un certificat de conformité en vigueur, délivré par le Bureau de normalisation du Québec conformément au programme de certification BNQ 2621-905, et la certification doit être maintenue durant toute la période de production du béton.

Le volume maximal de chaque gâchée de béton est limité à 50 % de la capacité du malaxeur. La durée de malaxage ne doit pas être inférieure à trois (3) minutes. L'intérieur du malaxeur doit être nettoyé des accumulations de béton à intervalles réguliers n'excédant pas 100 m³ durant la production, et à la fin de chaque journée de production.

7.1.3 LIVRAISON ET DÉLAI DE LIVRAISON

7.1.3.1 Livraison du béton normal

Livrer le béton au site des travaux par camion-malaxeur seulement. À moins d'avis contraire aux documents d'appel d'offres, la livraison par camion-benne est interdite.

7.1.3.2 Livraison du béton compacté au rouleau

Transporter le béton par camion-benne seulement. Le camion-malaxeur n'est pas autorisé.

7.1.3.3 Délai de livraison du béton normal

Terminer le déchargement du béton dans un délai maximum de cent vingt (120) minutes à partir du gâchage du béton.

Si la mise en place se fait par pompage, rebuter tout béton ayant séjourné plus de quinze (15) minutes dans la conduite de la pompe.

Les dérogations au délai maximal doivent, le cas échéant, être autorisées par le Directeur préalablement à la mise en place du béton. Si le Directeur l'autorise, il est possible d'utiliser, dans certains cas, des retardateurs de prise ou des stabilisateurs d'hydratation afin de permettre la prolongation du temps de déchargement.

7.1.4 CURE DU BÉTON

La cure du béton doit être effectuée conformément aux exigences de l'article 7.8 de la norme CSA A23.1/A23.2. Le type de cure s'applique pour tous les travaux de béton, en fonction des classes d'exposition, tel que décrit aux tableaux 2 et 19 de la norme CSA A23.1/A23.2.

Tous les matériaux nécessaires pour assurer la protection du béton et sa cure doivent être disponibles sur place et prêts à être utilisés, avant le début de la mise en place du béton.

Pour les éléments préfabriqués, autres que ceux spécifiés selon les normes BNQ 2622-126, BNQ 2622-420 et CSA A23.4, lorsque la cure accélérée est utilisée, la cure des éléments devant satisfaire les exigences d'une classe d'exposition C-1, C-2, A-1, A-2, S-1, S-2 ou F-1 doit être prolongée sur sept (7) jours à une température minimale de 10 °C.

8 PRÉLÈVEMENT DE MATÉRIAUX ET ESSAIS

8.1 GÉNÉRALITÉS

Soumettre au Directeur pour examen et agrément les renseignements et documents indiqués à l'annexe A. Ceux-ci doivent lui parvenir au plus tard quatorze (14) jours de calendrier avant le début du bétonnage. Les formules de mélange doivent obligatoirement être acceptées par le Laboratoire.

8.2 DÉLAIS DE LIVRAISON

Si le délai de livraison de cent vingt (120) minutes est excédé, le béton non encore déchargé est refusé, sauf si une dérogation au délai maximal a été autorisée par le Directeur conformément aux exigences de l'article 7.1.3.3 du présent document.

8.3 PRÉLÈVEMENTS, FRÉQUENCE D'ESSAIS ET CONFORMITÉ

Le Directeur se réserve le droit de prélever, à sa discrétion, des échantillons des constituants ou du béton à la centrale de dosage du béton ou au chantier afin de vérifier leur conformité avec les données soumises par le Fournisseur. En cas de non-conformité, il peut refuser selon le cas le ou les constituants, ou la formule de béton.

L'Entrepreneur et le Fournisseur de béton doivent assurer au Laboratoire toute l'assistance nécessaire au prélèvement des échantillons. L'Entrepreneur doit aussi, conformément à la norme CSA A23.1/A23.2, fournir et entretenir des installations adéquates servant à assurer la protection des éprouvettes de béton confectionnées pour les différents essais, et ce pour toute la durée de leur conservation au chantier, conformément aux conditions de cure prescrites dans la méthode d'essai CSA A23.2-3C. Ceci est également applicable pour les travaux de béton compacté au rouleau.

Le Directeur se réserve le droit d'effectuer, à la fréquence qu'il choisira, des essais de vérifications des caractéristiques du béton frais ou durci sur des échantillons prélevés à sa discrétion au point de livraison ou à l'endroit qu'il jugera opportun.

Notes :

- 1) La climatisation de l'environnement dans lequel les éprouvettes sont conservées peut être requise pour maintenir les éprouvettes à une température comprise entre 15 °C et 25 °C.
- 2) L'affaissement est vérifié à tous les trois (3) chargements et à chaque échantillon prélevé pour les essais de résistance à la compression. La teneur en air est généralement vérifiée à chaque chargement, si le béton doit contenir de l'air entraîné.
- 3) Si des échantillons sont prélevés à titre de cylindres témoins, ils doivent être de 150 mm x 300 mm.

8.3.1 TENEUR EN AIR

Si la teneur en air d'un chargement de béton au point de mise en place s'écarte de plus de 0,5 % au-delà de la limite de la plage de teneur en air prescrite à l'article 6.2.2.3 du présent document ou dans les documents contractuels, le chargement de béton est jugé non conforme et refusé. Toutefois, le Directeur peut autoriser des tours additionnels de la toupie du camion-malaxeur à la vitesse d'agitation afin de réduire la teneur en air à un niveau conforme. Si après dix (10) minutes d'agitation, le béton présente toujours une teneur en air supérieure à 0,5 % de la limite supérieure prescrite, le béton est jugé non conforme et refusé.

Si la teneur en air est en deçà de la limite inférieure, un ajout d'entraîneur d'air et des tours additionnels de la toupie du camion-malaxeur à la vitesse de malaxage sont autorisés afin d'augmenter la teneur en air à un niveau conforme.

La correction de la teneur en air doit être effectuée par un représentant qualifié du Fournisseur. La teneur en air du béton frais doit être vérifiée à nouveau après un ajout de superplastifiant ou d'entraîneur d'air.

8.3.2 AFFAISSEMENT

Un essai d'affaissement doit être effectué pour chaque essai de résistance à la compression et à tous les deuxièmes ou troisièmes essais de teneur en air.

Si l'affaissement du béton au point de déchargement, avant tout ajout de superplastifiant, excède la limite supérieure prescrite à l'article 6.2.2.4 du présent document ou dans les documents contractuels, le chargement de béton est jugé non conforme et refusé. Cependant, le Directeur peut autoriser des tours additionnels de la toupie du camion-malaxeur à la vitesse d'agitation afin de réduire l'affaissement à un niveau conforme. Si après dix (10) minutes d'agitation, le béton présente toujours un affaissement excédant la limite supérieure prescrite, ce dernier est jugé non conforme et refusé.

Si l'affaissement mesuré est moindre que la limite inférieure prescrite, le Fournisseur peut le corriger en l'augmentant par un ajout de superplastifiant ou, si le Directeur l'autorise, par un ajout d'eau selon les modalités de la norme CSA A23.1/A23.2.

Lorsqu'un superplastifiant est utilisé en chantier, l'affaissement après l'ajout du superplastifiant ne doit pas excéder la limite supérieure prescrite à l'article 6.2.2.4 du présent document ou dans les documents contractuels, sauf si autorisé par le Directeur.

8.3.3 TEMPÉRATURE

Si la température du béton frais au point de déchargement est en dehors des limites prescrites à l'article 6.2.2.9 du présent document ou dans les documents contractuels, le chargement de béton est jugé non conforme et refusé, sauf si autorisé par le Directeur.

8.3.4 RÉSISTANCE À LA COMPRESSION

La résistance à la compression est vérifiée sur des cylindres de béton confectionnés à partir d'échantillons de béton prélevés selon la fréquence établie par le Directeur.

Si les résultats des essais indiquent que le béton n'a pas atteint la résistance spécifiée dans les documents contractuels, selon les critères de l'article 4.4.2.2.1 de la norme CSA A23.1/A23.2, il est considéré non conforme aux prescriptions du présent document. Le Directeur peut à sa discrétion soit le refuser, soit prescrire la réalisation d'essais additionnels prévus par la norme CSA A23.1/A23.2, et exiger, si nécessaire, des corrections appropriées aux frais de l'Entrepreneur.

Pour le bétonnage réalisé dans le cadre de travaux où un système de pénalité pour la résistance à la compression est prévu, les résultats des essais obtenus sur les carottes de béton servent à établir la conformité du béton.

8.3.5 RÉSEAU DES BULLES D'AIR

Si le réseau des bulles d'air ne se conforme pas aux exigences de l'article 6.2.3.1 du présent document, le Directeur peut à sa discrétion soit refuser le béton, soit exiger des corrections appropriées aux frais de l'Entrepreneur.

8.3.6 PERMÉABILITÉ AUX IONS CHLORURE

Si la perméabilité aux ions chlorure ne se conforme pas aux exigences du tableau 2 de la norme CSA A23.1/A23.2, le Directeur peut à sa discrétion soit refuser le béton, soit exiger des corrections appropriées aux frais de l'Entrepreneur.

8.3.7 RÉSISTANCE À L'ÉCAILLAGE

Si la résistance à l'écaillage ne se conforme pas aux exigences de l'article 6.2.3.3 du présent document, le Directeur peut à sa discrétion soit refuser le béton soit exiger des corrections appropriées aux frais de l'Entrepreneur.

9 CRITÈRES D'ACCEPTATION ET ESSAIS

Section vide

10 **DESCRIPTION DES ITEMS DU BORDEREAU**

Section vide

11 ANNEXES

11.1 ANNEXE A

Renseignements et documents devant être soumis au Directeur par l'Entrepreneur et par le Fournisseur pour examen et agrément

11.1.1 FORMULE DE BÉTON

- La composition de la formule de béton, datée et identifiant le responsable à la centrale de dosage du béton, indiquant les dosages des constituants ainsi que leurs provenances. Le nom du projet auquel le béton est destiné doit clairement être indiqué sur la formule de mélange préparée par le Fournisseur.
- L'usage doit être indiqué sur la formule de mélange ou sur les documents afférents.
- Les caractéristiques des constituants attestant leur conformité avec les exigences du présent document, en particulier :
 - pour le liant : l'analyse chimique incluant la teneur en alcalis et les résultats d'essais physiques, ne datant pas de plus de quatre-vingt-dix (90) jours;
 - pour les granulats : les valeurs des caractéristiques énumérées à l'article 6.1.3 du présent document ne doivent pas dater de plus de 365 jours et doivent être en conformité avec le programme de certification BNQ 2621-905 ou avec la norme CSA A23.4, selon le cas;
 - pour les adjuvants chimiques et autres produits incorporés au béton : l'attestation de la performance de ceux-ci (ex. : facteur d'espacement des bulles d'air, résistance à l'écaillage, fiches techniques, etc.).
- Tous les essais de laboratoire sur le béton frais et le béton durci permettant de qualifier les caractéristiques de performance du mélange de béton exigées doivent être soumis afin de démontrer la conformité du mélange, selon le cas.

11.1.2 CENTRALE DE DOSAGE

Le certificat de conformité selon le programme de certification BNQ 2621-905 ou de la norme CSA A23.4, selon le cas.

11.2 ANNEXE B

Renseignements et documents devant être soumis au Directeur par l'Entrepreneur et par le Fournisseur de béton pour examen et agrément (béton compacté au rouleau)

11.2.1 FORMULE DE BÉTON

- La composition du mélange de béton, datée et signée par le responsable de l'usine de béton, indiquant le rapport volumique pâte/mortier, les dosages des constituants, ainsi que leurs sources d'approvisionnement.
- La courbe granulométrique totale des granulats combinés. Les résultats de Laboratoire indiquant la relation entre la teneur en eau, la consistance Vebe et la masse volumique de référence (MVR).
- La preuve de conformité des constituants avec les exigences du présent document technique, en particulier :
 - pour le liant : l'analyse chimique ainsi que la teneur en alcalis et les résultats d'essais physiques ne datant pas de plus de quatre-vingt-dix (90) jours;
 - pour les granulats : les valeurs des caractéristiques énumérées à l'article 6.1.3 du présent document ne doivent pas dater de plus de 365 jours et doivent être en conformité avec le programme de certification BNQ 2621-905;
 - pour les adjuvants chimiques : l'attestation que la performance actuelle de chacun d'eux est conforme aux données indiquées dans la documentation technique de leur fabricant.

11.2.2 CENTRALE DE DOSAGE

- Le type de centrale à béton et l'assurance qu'elle sera capable de fabriquer le béton à la cadence requise pour la mise en place continue. Dans le cas d'une centrale transportable, un plan d'implantation montrant l'emplacement de la centrale et du stockage des granulats.
- Si la centrale est continue, les certificats de vérification des réglages des dispositifs de dosage des constituants. Si la centrale est discontinue, le certificat de conformité au programme de certification BNQ 2621-905.
- Les spécifications des finisseurs et des rouleaux compacteurs qui seront utilisés.

11.3 ANNEXE C

Confection et essais des éprouvettes du béton utilisé dans la construction du béton compacté au rouleau (BCR)

11.3.1 DOMAINE D'APPLICATION

Cette méthode traite de la confection d'éprouvettes destinées aux essais de flexion et de compression, si requis, du béton utilisé dans la construction en BCR.

11.3.2 APPAREILLAGE

11.3.2.1 Moule pour la confection des éprouvettes

Les moules pour la confection des poutres sont en acier de dimensions intérieures de 100 x 100 x 400 mm, capables de résister aux efforts de compactage du béton. Leur construction est telle que décrite dans la méthode d'essai CSA A23.2-3C.

La confection d'éprouvettes cylindriques pour la résistance à la compression du BCR, si requise, est réalisée conformément à la norme CSA A23.2-12C sur des éprouvettes de 150 x 300 mm.

11.3.2.2 Compacteur

Le compacteur est un marteau à percussion manuel opérant à l'air comprimé ou à l'électricité, et ayant une énergie d'impact d'au moins seize (16) joules.

Note : Les marteaux Kango 900 et Hilti TE-804 ont été jugés satisfaisants.

11.3.2.3 Collet

Le collet est un dispositif amovible en acier, placé au haut du moule lors du compactage de la dernière couche de béton afin de le contenir.

11.3.2.4 Plaque d'acier

La plaque d'acier sert à compléter le compactage du béton au haut des moules prismatiques. Son épaisseur ne doit pas être inférieure à 15 mm, et ses dimensions doivent excéder celles du haut des moules.

11.3.3 ÉCHANTILLONNAGE DU BÉTON

Prélever ponctuellement deux échantillons de béton frais, de volume convenable, conformément à la pratique normalisée CSA A23.2-1C. Le premier échantillon sert à déterminer la masse volumique et la teneur en eau du béton et le deuxième échantillon sert à la confection des éprouvettes d'essais.

11.3.4 MASSE VOLUMIQUE ET TENEUR EN EAU

Déterminer la teneur en eau totale du mélange selon la procédure d'essais CSA A23.2-18C. La teneur en eau totale ne doit pas être inférieure à 4,0 % pour la réalisation des éprouvettes.

Déterminer la masse volumique humide du béton frais en utilisant l'appareillage et l'effort de compactage correspondant à ceux de la méthode C de la norme CAN/BNQ 2501-255. La masse volumique ne doit pas s'écarter de plus de 40 kg/m³ de la MRV du mélange.

11.3.5 CONFECTION DES ÉPROUVETTES POUR LES ESSAIS EN FLEXION

Compléter la confection des éprouvettes dans un délai de vingt (20) minutes depuis le prélèvement de l'échantillon de béton.

En se basant sur la MVR, peser une quantité de béton frais correspondant à 110 % du volume de l'éprouvette devant être confectionnée.

Introduire dans le moule la moitié de la quantité de béton requise pour le remplir. Déposer le béton dans le moule à l'aide d'une pelle à main à fond plat en longeant le bord supérieur du moule afin de répartir le béton de façon uniforme et réduire autant que possible la ségrégation. Un bourroir peut être utilisé pour répartir le béton à l'intérieur du moule préalablement au compactage.

Compacter le béton au moyen du compacteur jusqu'à ce que le moule soit à moitié plein. Installer le collet, introduire la quantité restante de béton et le compacter. Enlever le collet, placer la plaque d'acier sur le dessus du moule et compléter le compactage en appuyant le compacteur sur la plaque d'acier.

Vaporiser un produit retardateur d'évaporation sur les surfaces du béton et les recouvrir immédiatement d'une plaque non absorbante et non réactive afin d'en empêcher le dessèchement.

Conserver les spécimens sur une surface horizontale rigide, à l'abri du soleil, des vibrations et d'autres perturbations, et dans un environnement maintenu à 20 ± 5 °C. Démouler les éprouvettes 24 ± 4 heures après leur confection et les conserver en chambre humide à une température de 23 ± 2 °C, de façon à ce que toutes leurs surfaces soient constamment recouvertes d'une mince pellicule d'eau jusqu'au moment de l'essai. Ne pas les exposer à de l'eau courante ou qui dégoutte.

11.3.6 ESSAIS DES ÉPROUVETTES

Réaliser l'essai de résistance à la flexion en conformité avec la méthode d'essai CSA A23.2-8C, et rapporter les résultats.

Réaliser l'essai de résistance à la compression en conformité avec la méthode d'essai CSA A23.2-9C, et rapporter les résultats.