



DOCUMENT TECHNIQUE NORMALISÉ
INFRASTRUCTURES
DTNI-10I

**Béton autoplaçant (BAP)
Résistance à la compression spécifiée de
moins de 50 MPa**

Date d'émission : 08 juillet 2021

Modificatif n°	Date	Description	Préparé par
-	-	Aucun modificatif	-

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 du présent document technique normalisé est invité à faire part de ses commentaires en les envoyant à l'adresse courriel comiterevision@ville.montreal.qc.ca.

AVANT-PROPOS

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

Sacha Dumeignil, DI, SIRR	Pierre Lacroix, DI, SIRR
---------------------------	--------------------------

Table des matières

AVIS	2
AVANT-PROPOS	2
1 OBJET	5
2 NORMES ET RÉFÉRENCES	6
3 DÉFINITIONS	7
4 CONSTITUANTS	8
4.1 GÉNÉRALITÉS	8
4.2 LIANTS	8
4.2.1 Liants utilisés dans le béton	8
4.3 GRANULATS	8
4.3.1 Caractéristiques des granulats.....	8
4.3.2 Gros granulats granitiques.....	10
4.3.3 Réactivité alcalis-granulats ou autres réactions.....	10
4.4 ADJUVANTS	10
4.4.1 Adjuvants chimiques	10
4.4.1.1 Inhibiteur de corrosion	10
4.4.1.2 Agents réducteurs de retrait	10
4.4.1.3 Agents compensateurs de retrait.....	10
4.5 AUTRES AJOUTS MINÉRAUX	11
4.6 FIBRES	11
5 CARACTÉRISTIQUES DU BÉTON	12
5.1 GÉNÉRALITÉS	12
5.2 FORMULATION ET CARACTÉRISTIQUES DU BÉTON FRAIS	12
5.2.1 Teneur en liant et rapport eau/liant	12
5.2.2 Dimension nominale maximale du gros granulats	12
5.2.3 Teneur en air	12
5.2.4 Ouvrabilité	12
5.2.5 AGENT MODIFICATEUR DE VISCOSITÉ	13
5.2.6 INHIBITEUR DE CORROSION.....	13
5.2.7 Réducteur de retrait et compensateur de retrait	13
5.2.8 Fibres synthétiques	14
5.2.9 Température	14
5.2.10 Masse volumique	14
5.3 CARACTÉRISTIQUES DU BÉTON DURCI.....	14
5.3.1 Réseau des bulles d'air.....	14
5.3.2 Autres caractéristiques.....	14
5.3.3 Résistance à l'écaillage.....	15
6 FABRICATION, TRANSPORT ET CURE	16
6.1 FABRICATION DU BÉTON	16
6.2 ÉPREUVE DE CONVENANCE DE MISE EN OEUVRE	16
6.3 LIVRAISON ET DÉLAI DE LIVRAISON.....	17
6.3.1 Livraison	17
6.3.2 Délai de livraison	17
6.4 BÉTONNAGE PAR TEMPS CHAUD DES ÉLÉMENTS EXTÉRIEURS.....	17
6.4.1 Éléments banchés.....	17

6.4.2	Protection contre le dessèchement des surfaces exposées.....	17
6.5	CURE DU BÉTON.....	18
7	CONTRÔLE QUALITATIF ET CONFORMITÉ.....	19
7.1	GÉNÉRALITÉS.....	19
7.2	DÉLAIS DE LIVRAISON.....	19
7.3	PRÉLÈVEMENTS, FRÉQUENCE D'ESSAIS ET CONFORMITÉ.....	19
7.3.1	Teneur en air.....	20
7.3.2	Ouvrabilité.....	20
7.3.3	Température.....	20
7.3.4	Masse volumique.....	20
7.3.5	Résistance à la compression.....	20
7.3.6	Réseau des bulles d'air.....	21
7.3.7	Perméabilité aux ions chlorure.....	21
7.3.8	Résistance à l'écaillage.....	21
8	ANNEXES.....	22
8.1	ANNEXE A.....	22
8.1.1	Appareillage.....	22
8.1.2	Instruments et outils.....	22
8.1.3	Mode opératoire.....	22
8.1.4	Aptitude à passer un tamis.....	22
8.1.5	précision de l'essai.....	22
8.2	ANNEXE B.....	23
8.2.1	Formule de béton.....	23
8.2.2	Centrale de dosage.....	24

Liste de tableaux

Tableau 1 - Limites de substances nuisibles et propriétés physiques des granulats.....	9
Tableau 2 – Exigences d'ouvrabilité et de qualification du béton frais.....	13
Tableau 3 – Caractéristiques requises du béton durci.....	15

1 **OBJET**

Le présent document technique normalisé, incluant les annexes A et B, s'applique au béton autoplaçant (BAP) ainsi qu'au béton autoplaçant fabriqué dans une centrale intégrée à une usine de préfabrication et destiné à être employé dans différents ouvrages en béton pour la Ville de Montréal.. 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 incorpore toutes les prescriptions pertinentes applicables de la norme CSA A23.1, 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.

2 NORMES ET RÉFÉRENCES

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/Méthodes d'essai et pratiques normalisées pour le béton).

Lorsque le présent document réfère à une norme ou à une référence, la plus récente édition en vigueur en date de signature de l'Appel d'offres est applicable.

<u>ACI</u>	<u>American Concrete Institute</u>
ACI 223R	Guide for the Use of Shrinkage-Compensating Concrete
<u>ASTM</u>	<u>ASTM International</u>
ASTM C494	Standard Specification for Chemical Admixtures for Concrete
ASTM C1581	Standard Test Method for Determining Age at Cracking and Induced Tensile Stress Characteristics of Mortar and Concrete under Restained ShrinkageLiquid
<u>BNQ</u>	<u>Bureau de normalisation du Québec</u>
BNQ 2621-905	Béton prêt à l'emploi – Programme de certification (élaboré à partir des exigences des chapitres 4, 5 et 8 de la norme CSA A23.1/A23.2)
<u>CSA</u>	<u>Association canadienne de normalisation</u>
CSA A23.4	Béton préfabriqué – Constituants et exécution des travaux
CSA A3001	Liants utilisés dans le béton
<u>MTQ</u>	<u>Ministère des Transports du Québec</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>	
3501	Matériaux de cure

3 DÉFINITIONS

Dans le présent document, les termes utilisés ont la signification suivante:

- **Béton autoplaçant (BAP)** : Béton extrêmement fluide mais stable qui peut facilement être répandu, remplir les coffrages et enrober l'armature sans consolidation mécanique et sans subir de séparation importante des constituants (CSA A23.1).
- **Directeur** : Le directeur du service de la Ville de Montréal concerné par les documents contractuels, ou son représentant.
- **Documents contractuels** : Documents comprenant le cahier des prescriptions spéciales, le cahier des prescriptions normalisées, les dessins spéciaux, les dessins normalisés et les plans.
- **Entrepreneur** : L'adjudicataire, ses représentants, ses successeurs ou ses ayants droit.
- **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.

4 CONSTITUANTS

4.1 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.

4.2 LIANTS

4.2.1 LIANTS UTILISÉS DANS LE BÉTON

Les liants et les ajouts cimentaires utilisés doivent être conformes à la norme CSA A3001.

Un ciment portland type GU ou GUL auquel des ajouts cimentaires seront incorporés à l'usine du fournisseur peut être utilisé. L'utilisation d'un ciment portland GU ou GUL seul n'est pas autorisé.

4.3 GRANULATS

4.3.1 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, 4.2.3.4.3, 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.

Les granulats doivent se conformer aux exigences indiquées au tableau 1 ci-après.

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
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
Exigences alternatives				
A23.2-9A	Perte à l'essai MgSO ₄ ⁽¹⁾	16	12	18

(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.) qualifié 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.

4.3.2 GROS GRANULAT GRANITIQUE

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

4.3.3 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).

4.4 **ADJUVANTS**

4.4.1 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 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.

4.4.1.1 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.

4.4.1.2 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);
- Eclipse 4500 (GCP applied technologies);
- Eclipse Floor 200 (GCP applied technologies);
- Eucon SRA-XT (Adjuvants Euclid Canada).

4.4.1.3 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. Le produit suivant est accepté par le Directeur :

- CONEX (Adjuvants Euclid Canada);
- EXPANCRETE (Mapei)

4.5 AUTRES AJOUTS MINÉRAUX

L'incorporation d'un ajout minéral (filler minéral) lors de la fabrication du béton est permise. Les ajouts minéraux doivent satisfaire les exigences de la norme CSA A23.1 incluant l'article 4.2.3.5.1 et l'annexe L.

4.6 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. La masse, la dimension et le type de fibre doivent être indiqués sur chaque emballage.

Sauf si autrement spécifié, les macrofibres synthétiques doivent répondre aux caractéristiques suivantes :

- Macrofibres synthétiques:
 - longueur : 40 à 51 mm
 - facteur d'élançement : minimum 70
 - résistance à la traction : minimum 540 MPa
 - module d'élasticité : minimum 9,5 GPa

Les produits suivants sont préalablement acceptés par le Directeur :

- Strux 90/40 de GCP Applied technologies
- Tuf-Strand SF de Adjuvants Euclid Canada
- MasterFiber Matrix 470 de BASF

5 CARACTÉRISTIQUES DU BÉTON

5.1 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.

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

5.2 FORMULATION ET CARACTÉRISTIQUES DU BÉTON FRAIS

5.2.1 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 dosage maximal total des liants doit être d'au plus 420 kg/m³.

Le rapport eau/liant doit être conforme au tableau 2 de la norme CSA A23.1.

5.2.2 DIMENSION NOMINALE MAXIMALE DU GROS GRANULAT

Utiliser un gros granulats de dimension nominale maximale de 14 ou 10 mm et satisfaire les exigences de l'article 4.3.2.2.1 de la norme CSA A23.1 concernant la dimension maximale des granulats.

5.2.3 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, pour la classe d'exposition spécifiée.

5.2.4 OUVRABILITÉ

Formuler le béton autoplaçant pour un étalement de 650 ± 50 mm au point de mise en place. La formulation du mélange doit satisfaire les exigences relatives aux trois paramètres d'ouvrabilité du tableau 22 de la norme CSA A23.1, reproduite au tableau 2.

Tableau 2 – Exigences d’ouvrabilité et de qualification du béton frais

Propriété	Méthode d’essai	Exigences
Aptitude à l’écoulement/ Résistance à la ségrégation	Essai d’étalement : - T-50 - Valeur ISV Norme : CSA A23.2-19C	- 2 à 7 secondes - 0 ou 1
Aptitude au passage et capacité de remplissage	Anneau à barreaux (anneau J) : Norme : CSA A23.2 -20C Ou Boîte en L ⁽¹⁾ Voir l’Annexe A.1	Différence entre l’étalement et l’étalement au travers de l’anneau J : ≤ 25 mm h2/h1 : ≥ 0,8 ou ⁽²⁾
Résistance à la ségrégation ⁽³⁾	Ségrégation verticale (statique): Norme : ASTM C1610M	Degré de ségrégation : ≤ 10 %

(1) : Une boîte en L satisfaisant les exigences de la norme LS 440 du ministère des Transports de l’Ontario est aussi acceptée.

(2) L’exigence du rapport pour la boîte en L est h2/h1 : ≥ 0,7 pour béton fibré.

(3) Voir le tableau 22 de la norme CSA A23.1 pour plus d’informations

5.2.5 AGENT MODIFICATEUR DE VISCOSITÉ

Un agent modificateur de viscosité à base de polysaccharide ou provenant d’un dérivé de cellulose doit être incorporé dans les BAP afin d’assurer une résistance convenable à la ségrégation, au ressuage et au tassement, et ce, à moins d’utiliser un superplastifiant prévu à cet effet.

L’utilisation d’un agent modificateur de viscosité est obligatoire pour tous bétons autoplaçant à air entraîné pompés.

5.2.6 INHIBITEUR DE CORROSION

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

5.2.7 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 sauf si une exigence de contrôle du retrait est spécifiée aux documents contractuels.

5.2.8 FIBRES SYNTHÉTIQUES

Pour la réparation d'éléments de béton, des macrofibres synthétiques doivent être utilisées; les ajouter au dosage de 2,3 kg/m³, sauf si autrement spécifié dans les documents contractuels.

5.2.9 TEMPÉRATURE

La température du béton au point de déchargement doit se situer entre 10°C et 25°C ou entre 5 et 20°C si la plus petite dimension de l'élément est supérieure à 750 mm.

La température du béton de réparation au point de déchargement doit être limitée à 22°C.

L'Entrepreneur doit utiliser de la glace en remplacement de l'eau de gâchage ou refroidir un ou des constituants du béton afin de contrôler la température du béton au besoin.

5.2.10 MASSE VOLUMIQUE

Le fournisseur de béton doit indiquer sur sa formule de mélange la masse volumique théorique du béton ainsi que la teneur en air à partir de laquelle elle a été calculée.

5.3 CARACTÉRISTIQUES DU BÉTON DURCI

5.3.1 RÉSEAU DES BULLES D'AIR

Compte tenu de la perméabilité des bétons autoplaçants, le facteur d'espacement moyen ne doit pas dépasser 250 µm sans qu'aucune valeur ne soit supérieure à 300 µm pour les classes d'exposition C-1, C-2, F-1, F-2, R-1 et R-2.

5.3.2 AUTRES CARACTÉRISTIQUES

Les autres caractéristiques requises du béton durci doivent satisfaire les exigences du tableau 2 de la norme CSA A23.1 et du tableau 3 suivant.

Tableau 3 – Caractéristiques requises du béton durci

Propriétés	Exigences
Résistance à la compression à 24 heures :	≤ 10 MPa
Résistance à la compression à 48 heures Normes CSA A23.2-3C et 9C	≥ 10 MPa
Résistance à la compression à 28 jours : Normes CSA A23.2-3C et 9C	< 60 MPa
Résistance au retrait empêché : Norme ASTM C1581	Fissuration à ≥ 14 jours

5.3.3 RÉSISTANCE À L'ÉCAILLAGE

La masse des débris détachés de la surface exposée à la solution saline après 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.

6 FABRICATION, TRANSPORT ET CURE

6.1 FABRICATION DU BÉTON

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.

6.2 ÉPREUVE DE CONVENANCE DE MISE EN OEUVRE

L'Entrepreneur doit réaliser une épreuve de convenance pour tout béton pompé. Elle est requise, pour l'éventualité où l'échantillonnage du béton autoplaçant à un autre endroit que l'extrémité de la pompe soit permis lors du contrôle qualitatif.

L'épreuve consiste à bétonner un élément de l'ouvrage dont les exigences de conception sont moindres mais cependant, dans les mêmes conditions de bétonnage que celles prévues lors de l'exécution des travaux, c'est-à-dire :

- mélange de béton (proportions et caractéristiques du liant, des granulats, des adjuvants et des additifs);
- bétonnage après le coucher du soleil (si prévu);
- matériel de livraison et de mise en place;
- méthode de bétonnage;
- type, marque et caractéristiques de la pompe;
- longueur et configuration de la ligne de pompage;
- étalement, teneur en air;
- finissage et cure.

Elle permet d'évaluer la perte d'étalement et de teneur en air du béton au cours de son transport dans la conduite de la pompe. Lors de la réalisation de l'ouvrage, le Directeur pourra, en tenant compte de ces pertes, effectuer la vérification de la conformité de l'affaissement et de la teneur en air au point de déversement du béton. Il se réserve toutefois le droit de vérifier leur conformité à nouveau à l'endroit où le béton est déposé à son emplacement final dans l'ouvrage.

Les mesures de température et les prélèvements des échantillons de béton pour la confection des éprouvettes servant à la vérification de la résistance à la compression, à l'analyse du réseau des bulles d'air, à la détermination de la durabilité, à la détermination de la perméabilité aux ions chlorure et à la résistance à l'écaillage, seront effectués à la discrétion du Directeur, à l'endroit

où le béton est déposé à son emplacement final dans l'ouvrage.

L'agrément de l'épreuve de convenance est conditionnel à l'obtention de résultats satisfaisants lors de sa réalisation, ainsi que lors de l'exécution des essais de vérification des caractéristiques du béton frais et du béton durci.

Au cas où la mise en œuvre du béton ou les résultats obtenus lors des essais de vérification des caractéristiques du béton frais et du béton durci s'avéreraient non conformes aux prescriptions du présent devis, le Directeur pourra exiger la réalisation d'une nouvelle épreuve de convenance.

Au cas où la provenance, les caractéristiques ou le dosage des constituants, ou l'une ou l'autre des conditions de bétonnage citées ci-dessus seraient modifiées lors de la réalisation de l'ouvrage, le Directeur pourra exiger la réalisation d'une nouvelle épreuve de convenance.

6.3 LIVRAISON ET DÉLAI DE LIVRAISON

6.3.1 LIVRAISON

Livrer le béton au site des travaux par camions-malaxeurs seulement.

6.3.2 DÉLAI DE LIVRAISON

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

Si la mise en place se fait par pompage, rebuter tout béton ayant séjourné plus de 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.

6.4 BÉTONNAGE PAR TEMPS CHAUD DES ÉLÉMENTS EXTÉRIEURS

6.4.1 ÉLÉMENTS BANCHÉS

S'il est prévu que la température ambiante à l'emplacement du bétonnage durant le jour excédera 20°C, ne bétonner que durant la période comprise entre une heure avant le coucher du soleil et 11h00 le lendemain.

6.4.2 PROTECTION CONTRE LE DESSÈCHEMENT DES SURFACES EXPOSÉES

Au fur et à mesure que la finition du béton progresse, prévenir son dessèchement par vaporisation d'eau en bruine ou par vaporisation d'un réducteur d'évaporation.

L'eau ou le réducteur d'évaporation doit être appliqué de telle façon que la surface soit maintenue continuellement humide jusqu'au début de la cure du béton. La quantité d'eau ou de retardateur d'évaporation vaporisée ne doit pas excéder la quantité d'eau qui s'évapore de la surface. Assigner un nombre suffisant d'ouvriers à cette tâche selon l'envergure du bétonnage.

Tout le personnel, tout le matériel et tous les matériaux nécessaires à l'application de la protection contre le dessèchement doivent être préalablement acceptés par le Directeur et être disponibles au site des travaux, en bon état de fonctionnement et en quantité suffisante, avant le début du bétonnage.

6.5 CURE DU BÉTON

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.

Aussitôt que le remplissage du coffrage est terminé, le recouvrir entièrement de toiles de fibres synthétiques absorbantes et humidifiées, conformes aux spécifications de la norme MTQ 3501. Maintenir les toiles en place jusqu'au moment où le béton aura suffisamment durci pour qu'un système de mouillage continu des toiles puisse être mis en place sans risque d'endommager la surface du béton par lessivage.

Enlever les panneaux latéraux des coffrages aussitôt que possible après le bétonnage. Pour les réparations et dans le cas de murets de dénivellement, murs de soutènement, murs séparateurs de circulation, mails centraux ou autres éléments dont le rapport entre la longueur et la hauteur est supérieur à 2, enlever les panneaux latéraux dès que le béton atteint une résistance à la compression de 7 MPa. Des essais de maturité peuvent être réalisés selon la norme ASTM C1074 afin de valider le délai de décoffrage. Prendre les précautions nécessaires afin d'éviter d'endommager le béton lors du décoffrage.

Lors du décoffrage, prendre toutes les dispositions nécessaires afin d'empêcher l'assèchement des surfaces de béton.

Dès que les coffrages sont relâchés, un personnel doit être dédié en permanence au maintien de la cure. Maintenir les surfaces du béton à une température d'au moins 10°C et continuellement humidifiées, 24 heures par jour, pour une durée ininterrompue de 7 jours.

Dans le cas de surfaces de petites dimensions (de moins de 1 m²) ou des éléments particuliers, le Directeur peut autoriser que la cure soit réalisée au moyen d'un produit de cure seulement. L'autorisation du Directeur n'est officialisée que si elle est exprimée par lui, par écrit. Le produit de cure utilisé doit être préalablement préapprouvé par le Directeur.

Pour les éléments préfabriqués, autres que ceux réalisés selon la norme 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 7 jours à une température minimale de 10°C.

7 CONTRÔLE QUALITATIF ET CONFORMITÉ

7.1 GÉNÉRALITÉS

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

7.2 DÉLAIS DE LIVRAISON

Si le délai de livraison de 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 du présent document.

7.3 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, 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.

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) Le contrôle au chantier se limite généralement à l'étalement, au T-50 et à l'indice de stabilité visuelle (ISV). Des essais supplémentaires peuvent être demandés, par le Directeur, lors de la coulée de convenance.
- 3) L'étalement, la détermination du temps T-50 et de l'indice de stabilité visuel (ISV) sont vérifiés à tous les 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. La masse volumique est vérifiée à tous les trois essais de teneur en air et à chaque échantillon prélevé pour les essais de résistance à la compression.
- 4) Si des échantillons sont prélevés à titre de cylindres témoins, ils doivent être de 150 mm x 300 mm.

7.3.1 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 au 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 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.

7.3.2 OUVRABILITÉ

Si l'étalement d'un chargement de béton au point de mise en place est supérieur à 720 mm ou à celui spécifié aux documents contractuels, le chargement de béton est jugé non conforme et refusé, à moins que le mélange ne puisse être ajusté au chantier par un représentant qualifié du Fournisseur. Si l'étalement est inférieur à 620 mm, le Fournisseur peut le corriger sur le site par un ajout de superplastifiant. L'ajout d'eau au chantier est proscrit.

Si les résultats obtenus pour le T-50 et l'ISV d'un chargement de béton au point de mise en place ne se conforment pas aux valeurs prescrites au tableau 2 du présent devis, le chargement est refusé à moins que le mélange ne puisse être ajusté sur place par un représentant qualifié du Fournisseur.

7.3.3 TEMPÉRATURE

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

7.3.4 MASSE VOLUMIQUE

Si la masse volumique du béton, au point de déchargement, établie à la teneur en air à laquelle elle a été soumise, est inférieure de 50 kg/m³, le chargement de béton est jugé non conforme et refusé.

7.3.5 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 4.4.6.6.1 de la norme CSA A23.1, 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, et exiger, si nécessaire, des corrections appropriées aux frais de l'Entrepreneur.

Un échantillon destiné à l'essai de résistance à la compression est prélevé au hasard pour chaque 50 m³ de béton mis en place. Au moins un échantillon de béton est prélevé par journée de bétonnage.

7.3.6 RÉSEAU DES BULLES D'AIR

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

7.3.7 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, le Directeur peut à sa discrétion, soit refuser le béton, soit exiger des corrections appropriées aux frais de l'Entrepreneur.

7.3.8 RÉSISTANCE À L'ÉCAILLAGE

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

8 ANNEXES

8.1 ANNEXE A

L'essai de la boîte en L sert à évaluer l'aptitude du béton autoplaçant (BAP) à s'écouler au travers d'ouvertures étroites ou d'un grillage d'armatures.

8.1.1 APPAREILLAGE

L'appareillage illustré à la figure A.1 consiste en une boîte aux parois intérieures lisses, en forme de L, composée d'un compartiment vertical et d'un compartiment horizontal de sections rectangulaires, séparées par un volet coulissant devant lequel sont placées trois barres d'armature verticales de 10M ou #4 espacées de 35 mm.

8.1.2 INSTRUMENTS ET OUTILS

Petite pelle à main, règle graduée, ruban à mesurer, chronomètre.

8.1.3 MODE OPÉRATOIRE

Environ 14 litres de BAP sont requis pour l'essai. Humecter les parois intérieures de la boîte et éliminer le surplus d'eau. Placer la boîte de niveau sur une surface horizontale stable. Remplir le compartiment vertical de béton, sans chocs ni vibrations. Laisser reposer durant une minute. Soulever le volet pour permettre au béton de s'écouler au travers des trois barres vers le compartiment horizontal. Dès que l'écoulement s'arrête, mesurer la hauteur du béton à l'extrémité du compartiment horizontal et la hauteur du béton retenu dans le compartiment vertical. Mesurer aussi le temps nécessaire à l'écoulement du béton dès l'ouverture du volet jusqu'à l'arrêt de l'écoulement.

8.1.4 APTITUDE À PASSER UN TAMIS

L'aptitude à passer un tamis est définie par le rapport de la hauteur h_1 du béton à l'extrémité du compartiment horizontal, à la hauteur h_2 du béton retenu dans le compartiment vertical.

Le temps nécessaire à l'écoulement du béton est généralement compris entre 3 et 7 minutes.

8.1.5 PRÉCISION DE L'ESSAI

Étalement	Précision de la mesure	Erreur relative	
		Un seul opérateur	Plusieurs opérateurs
630 ± 10 mm	± 0,1 %	12,1 %	10,5 %
700 ± 10 mm	± 0,1 %	12,6 %	16,0 %

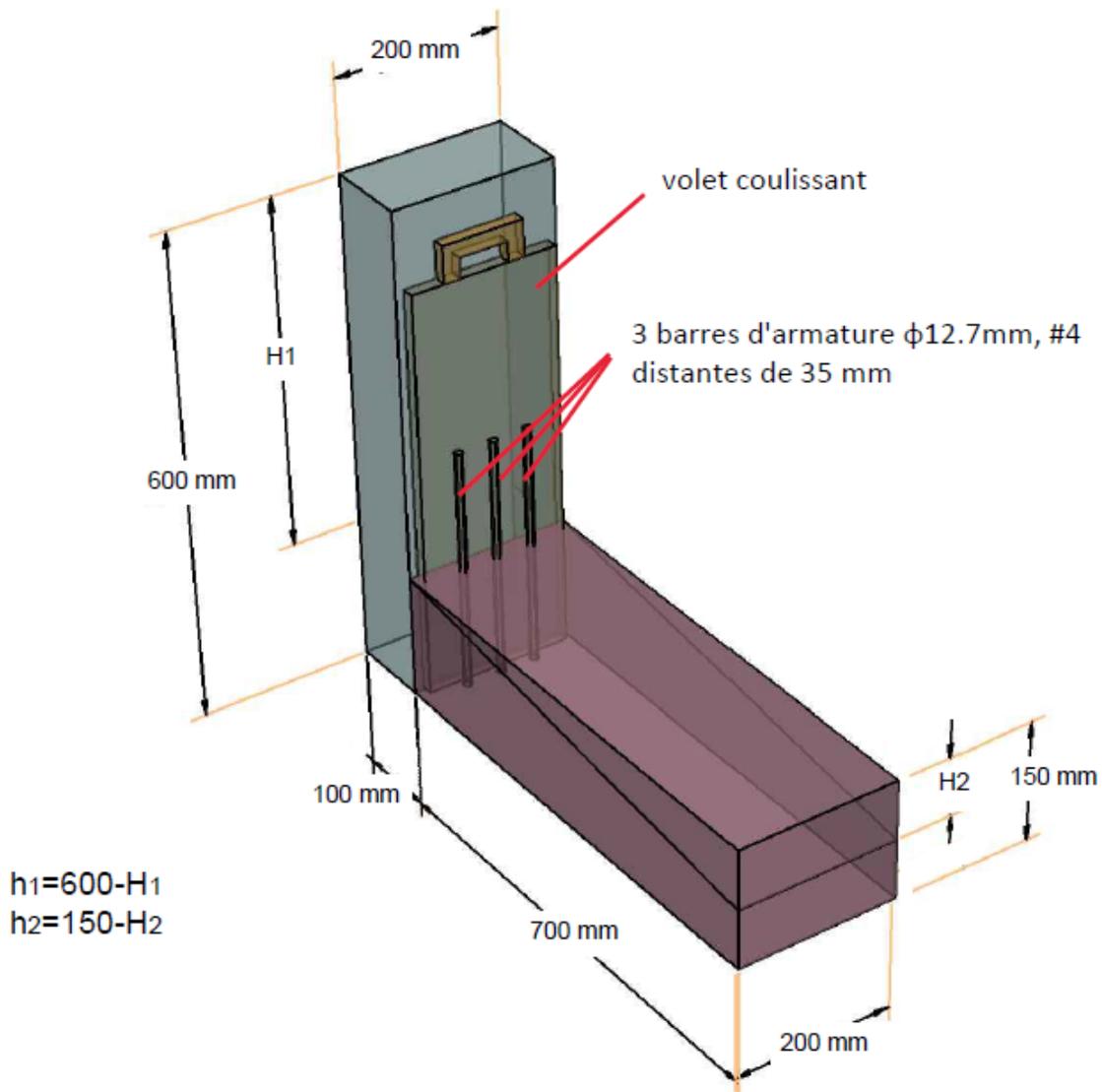


Figure A.1 – Boite en L

8.2 ANNEXE B

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

8.2.1 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 et la masse volumique du béton à une teneur en air donnée. 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 90 jours.
 - Pour les granulats : les valeurs des caractéristiques énumérées à l'article 4.3 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 que la performance de ceux-ci (ex. : facteur d'espacement des bulles d'air, résistance à l'écaillage, fiches techniques, etc.).
 - Pour le béton : les résultats des essais de qualification (aptitude à l'écoulement/ résistance à la ségrégation, aptitude au passage et capacité de remplissage,)
 - indiquant les propriétés du béton frais ainsi que les caractéristiques du béton durcis spécifiées au présent devis. Tous ces résultats ne doivent pas dater de plus de 365 jours.

8.2.2 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.