

Techno-béton

BULLETIN TECHNIQUE
publié par l'Association béton Québec

n° **16**

**LES CLASSES
D'EXPOSITION ET
CARACTÉRISTIQUES
DES BÉTONS**

1) INTRODUCTION

Il est important de bien connaître les classes de béton et les caractéristiques de chacune lors de la commande ou de la spécification du béton. La détermination de la performance minimale du béton est basée sur les propriétés identifiées à chacune des classes.

2) EXIGENCES DE DURABILITÉS

Le béton qui, en service, sera exposé aux intempéries, à un environnement corrosif, aux attaques de sulfates ou à tout autre processus de détérioration, doit être conforme aux articles et tableaux en vigueur dans la norme CSA A23.1. Un béton destiné à plusieurs types de conditions doit être conçu de façon à respecter la résistance à la compression minimale spécifiée à 28 jours la plus élevée, le rapport eau/liants maximal le plus bas, la plage de teneurs en air et l'exigence la plus rigoureuse relativement au type de ciment s'appliquant à toutes les conditions envisagées (article 4.1.1.1.3. de la référence 5-1).

Il est à noter que malgré les exigences de durabilité minimales spécifiées, la durabilité du béton dépend également de la qualité des constituants utilisés, d'un programme de

contrôle de la qualité efficace¹ et d'une bonne exécution aux chapitres de la fabrication, de la mise en place, de la finition et de la cure du béton.

3) CLASSES D'EXPOSITION ET CARACTÉRISTIQUES

Le tableau 1 définit les classes d'exposition du béton et donne quelques exemples d'ouvrages correspondant à chaque classe.

Voici l'explication des lettres qui catégorisent chaque classe :

- Les classes « C » se rapportent aux bétons exposés aux chlorures².
- Les classes « A » se rapportent aux ouvrages exposés à des agressions telles que les matières résiduelles agricoles, les eaux d'égoûts et les effluents industriels.
- Les classes « F » se rapportent aux bétons soumis au gel/dégel mais non exposés aux chlorures.
- La classe « N » se rapporte aux bétons qui ne sont exposés ni aux chlorures, ni au gel/dégel.
- Toutes les classes de béton peuvent être assujetties aux exigences minimales de la classe « S » indiquées au tableau 3.

¹ Au Québec, la majorité des usines de béton prêt à l'emploi appliquent un contrôle de qualité selon le protocole de certification NQ 2621-905. Pour obtenir de plus amples renseignements sur la certification des usines, se référer au Techno-béton N°13.

² Il est à noter que le béton de classe C-1 et A-1 se conformant aux exigences relatives de perméabilité aux ions chlorures est confectionné à l'aide de liants contenant des ajouts cimentaires et possède donc une valeur ajoutée.

Le tableau 2 donne les exigences de rapport eau/liants, de résistance minimale à la compression, de catégorie de teneur en air, de régimes de cure admissibles et de perméabilité aux ions chlorures selon la classe

d'exposition du béton sélectionné. Le tableau 3 présente les exigences additionnelles applicables au béton exposé aux attaques par les sulfates. Le tableau 4 décrit les exigences de chaque régime de cure.

Tableau 1 - Définitions des classes d'expositions du béton prêt à l'emploi

Classes	Définitions	Exemples
C-XL	Béton armé exposé aux chlorures ou à d'autres milieux agressifs, soumis ou non au gel/dégel, pour lequel les attentes en matière de durabilité sont plus élevées que celles des classes C-1, A-1 ou S-1.	(Pont de la Confédération).
C-1	Béton armé exposé aux chlorures, soumis ou non au gel/dégel.	Tabliers de pont, planchers et rampes d'ouvrages de stationnement, parties d'ouvrages maritimes situées à l'intérieur des zones de marnage et d'éclaboussement, ouvrages en béton exposés aux éclaboussesments d'eau de mer et piscines d'eau salée.
C-2	Béton non armé (c.-à-d. ordinaire) exposé aux chlorures et soumis au gel/dégel.	Planchers de garage, porches, marches, chaussées, trottoirs, bordures et caniveaux.
C-3	Béton constamment submergé, exposé aux chlorures mais non soumis au gel/dégel.	Parties submergées d'ouvrages maritimes.
C-4	Béton non armé exposé aux chlorures mais non soumis au gel/dégel.	Dalles sur le sol dans les ouvrages de stationnements intérieurs.
F-1	Béton soumis au gel/dégel, en condition saturée, mais non exposé aux chlorures.	Bords de piscine, patios, courts de tennis, piscines d'eau douce et installations de régulation des eaux douces.
F-2	Béton soumis au gel/dégel, en condition non saturée, mais non exposé aux chlorures.	Murs et poteaux extérieurs.
N	Béton non exposé aux chlorures ni au gel/dégel.	Semelles et dalles, murs et poteaux intérieurs.
A-1	Béton armé exposé à des gaz des fumiers ou d'ensilage fortement agressifs, soumis ou non au gel/dégel. Béton exposé aux vapeurs s'échappant des eaux d'égout municipales ou des eaux industrielles résiduaires, où de l'hydrogène sulfuré peut se former.	Poutres armées, dalles, ouvertures d'accès et poteaux au dessus des fosses à lisier fermées et de silos, logements clos et conduits partiellement remplis d'eaux résiduaires.
A-2	Béton armé exposé à des gaz et liquides des fumiers et/ou d'ensilage moyennement à fortement agressifs, soumis ou non au gel/dégel.	Murs des structures à lisier, des silos et des réservoirs d'alimentation extérieurs et dalles extérieures pour le fumier égoutté.
A-3	Béton armé constamment submergé, exposé à des gaz et liquides des fumiers et/ou d'ensilage soumis ou non au gel/dégel. Béton constamment submergé dans des eaux municipales ou industrielles résiduaires.	Murs gouttereaux, poutres, dalles et poteaux intérieurs; tuyaux d'eaux usées constamment pleins (p. ex., égouts sous pression) et partie submergées d'installations de traitement des eaux usées.
A-4	Béton non armé modérément exposé à des gaz et liquides des fumiers et/ou d'ensilage modérés, non soumis au gel/dégel.	Dalles intérieures.
S-1	Béton exposé à des sulfates très fortement agressifs (tableau 3).	
S-2	Béton soumis à des sulfates fortement agressifs (tableau 3).	
S-3	Béton exposé à des sulfates moyennement agressifs (tableau 3).	

Tableau 1 de la référence 5-1

Tableau 2 - Exigences relatives aux classes d'exposition C, A, F, N et S

Classe d'exposition	Rapport eau/liants ⁽¹⁾ maximal	Résistance minimale spécifiée à la compression ⁽¹⁾ (MPa)	Catégorie de teneur en air				Type de cure selon les régimes de cure admissibles ⁽⁸⁾			Exigences relatives à l'essai de perméabilité aux ions chlorures et âge au moment de l'essai ⁽⁴⁾
			Plage des teneurs en air ⁽²⁾ des bétons selon la dimension nominale maximale du gros granulats (%)				Béton ordinaire	BFDAC-1 ⁽³⁾	BFDAC-2 ⁽³⁾	
			10 mm	14-20 mm	28-40 mm	28-40 mm				
C-XL	0,37	50 à 56 jours	Soumis au gel/dégel	de 6 à 9	de 5 à 8	de 4 à 7	3	3	3	< 1000 coulombs dans l'espace de 56 jours
			Non soumis au gel/dégel	de 5 à 8	de 4 à 7	de 3 à 6				
C-1 ou A-1	0,40	35 à 28 jours	Soumis au gel/dégel	de 6 à 9	de 5 à 8	de 4 à 7	2	3	2	< 1500 coulombs dans l'espace de 56 jours
			Non soumis au gel/dégel	de 5 à 8	de 4 à 7	de 3 à 6				
C-2 ou A-2	0,45	32 à 28 jours		de 6 à 9	de 5 à 8	de 4 à 7	2	2		
C-3 ou A-3	0,50	30 à 28 jours		de 5 à 8	de 4 à 7	de 3 à 6	1	2	2	
C-4 ⁽⁵⁾ ou A-4	0,55	25 à 28 jours		de 5 à 8	de 4 à 7	de 3 à 6	1	2	2	
F-1	0,50	30 à 28 jours		de 6 à 9	de 5 à 8	de 4 à 7	2	3	2	
F-2	0,55	25 à 28 jours	⁽⁷⁾	de 5 à 8	de 4 à 7	de 3 à 6	1	2	2	
N ⁽⁶⁾	Aux fins du calcul structural	Aux fins du calcul structural	Aucune	-	-	-	1	2	2	
S-1	0,40	35 à 56 jours		de 5 à 8	de 4 à 7	de 3 à 6	2	3	2	
S-2	0,45	32 à 56 jours		de 5 à 8	de 4 à 7	de 3 à 6	2	3	2	
S-3	0,50	30 à 56 jours		de 5 à 8	de 4 à 7	de 3 à 6	1	2	2	

NOTES

- (1) Il est possible d'ajuster la résistance minimale spécifiée à la compression pour tenir compte de la relation éprouvée entre la résistance et le rapport eau/liants. Il faut éviter de dépasser le rapport eau/liants recommandé pour une classe d'exposition donnée.
- (2) Au point de déchargement du matériel de livraison, à moins d'indication contraire. Les écarts entre les teneurs en air sont fondés sur la différence en volume requis de mortier pour des dimensions particulières de gros granulats. Les teneurs en air mesurées après le pompage ou mis en place par coffrage glissant peuvent être considérablement inférieures à celles mesurées à l'extrémité de la goulotte.
- (3) Bétons à fort dosage en ajouts cimentaires. Pour la différenciation des classes 1 et 2 d'ajouts cimentaires, voir l'article 8.8.1. de la référence 5-1.
- (4) Selon ASTM C1202. Le maître d'ouvrage peut spécifier un âge différent de l'âge indiqué. Lors de l'utilisation d'inhibiteurs de corrosion comme le nitrate de calcium, il faut évaluer au préalable le mélange de béton exempt de nitrure de calcium afin de s'assurer qu'il satisfait aux exigences relatives à la perméabilité aux ions chlorures exigés dans ce tableau.
- (5) Dans le cas d'une classe d'exposition C-4, l'exigence relative à l'enlèvement d'air devrait être supprimée lorsqu'un lissage à la truelle est demandé. S'il y a lieu, utiliser des ajouts cimentaires pour réduire la perméabilité à long terme.
- (6) Afin d'assurer un lissage et une résistance à l'usure appropriés, le béton de type N destiné à être utilisé pour un plancher de béton industriel fini à la truelle et exposé à l'usure doit avoir une teneur en liant d'au moins 265 kg/m³.
- (7) Il a été constaté que les dalles des patinoires intérieures et des chambres froides, lissées à la truelle mécanique donnaient une performance satisfaisante sans air entraîné.
- (8) Le tableau 4 présente les différents régimes de cure admissibles.

Tableau 3 - Exigences additionnelles applicables au béton exposé aux attaques par les sulfates⁽¹⁾

Classes d'exposition	Classe d'agressivité	Sulfate hydrosoluble (SO ₄) ⁽²⁾ dans un échantillon de sol (%)	Sulfate (SO ₄) dans des échantillons d'eau souterraine, mg/L ⁽³⁾	Sulfate hydrosoluble (SO ₄) dans un échantillon de granulats recyclés (%)	Liants à utiliser ⁽⁴⁾
S-1	Très fortement agressif	> 2,0	> 10 000	> 2,0	HS ou HSb
S-2	Fortement agressif	0,20 à 2,0	1 500 à 10 000	0,60 à 2,0	HS ou HSb
S-3	Moyennement agressif	0,10 à 0,20	150 à 1 500	0,20 à 0,60	MS, MSb, LH, HS, ou HSb

Tableau 3 de la référence 5-1

(1) Pour une exposition à l'eau de mer, voir l'article 4.1.1.5. de la référence 5-1.

(2) Selon CSA A23.2-3B.

(3) Selon CSA A23.2-2B.

(4) Il est possible d'utiliser des combinaisons de liants ayant une performance équivalente (articles 4.2.1.2., 4.2.1.3. et 4.2.1.4. de la référence 5-1). Il faut éviter l'utilisation de ciment de type HS dans un béton armé exposé à la fois aux chlorures et aux sulfates (article 4.1.1.6.3. de la référence 5-1).

Tableau 4 - Régimes de cures admissibles

Type de cure	Nom	Description
1	Cure de base	3 jours à une température $\geq 10^{\circ}\text{C}$ OU pendant le temps nécessaire pour atteindre 40 % de la résistance spécifiée.
2	Cure supplémentaire	7 jours à une température $\geq 10^{\circ}\text{C}$ ET pendant le temps nécessaire pour atteindre 70 % de la résistance spécifiée. Avec l'utilisation de fumée de silice dans le béton, une période additionnelle de cure est requise (article I.3.13 de l'annexe I de la référence 5-1).
3	Cure prolongée	Période de cure par voie humide de 7 jours. Les types de cure acceptables sont les suivantes : nappe d'eau, arrosage continu, matériau absorbant ou toile maintenue continuellement mouillée.

Tableau 20 de la référence 5-1

4) RECOMMANDATIONS

- Sélectionner correctement la classe de béton selon l'exposition la plus sévère de l'ouvrage.
- Mentionner les exigences relatives à chaque classe d'exposition du béton.
- Spécifier le régime de cure correspondant à la classe de béton.
- Sélectionner des usines qui détiennent un certificat de conformité délivré par le Bureau de normalisation du Québec, NQ 2621-905 pour les bétons prêts à l'emploi produits et livrés au Québec.
- Utiliser les versions les plus récentes des normes.

5) RÉFÉRENCES

5-1) CSA. *Béton : constituants et exécution des travaux / Essais concernant le béton*, Association canadienne de normalisation. Canada, décembre 2004. 453 p. (CSA A23.1/2)

5-2) BNQ. *Bétons de masse volumique normale et constituants - Protocole de certification*, Bureau de normalisation du Québec. Québec, 36p. (NQ 2621-905/2002).

MISE EN GARDE : L'Association béton Québec émet ce document à titre consultatif seulement et ne peut être tenue responsable d'erreurs ou d'omissions reliées à l'information et à la consultation de ce document



Association béton Québec
8000 Décarie, bureau 420
Montréal (Québec) H4P 2S4

Sans frais : (888) 338-4765

Tél.: (514) 731-0021

Télééc.: (514) 731-5067

www.betonabq.org