



1

Introduction

Mission de l'ABQ

- Promouvoir l'excellence au sein de l'industrie du béton en s'engageant à rassembler l'ensemble des parties prenantes de l'industrie, et ce, en visant l'amélioration constante de la qualité, la réduction de l'impact environnemental et la formation continue.

Spécification du béton – Webinaire 29 octobre 2024

2

Introduction

L'Association béton Québec en quelques lignes...

- Fondée en 1975
- Regroupe près de 100 entreprises associées à l'industrie du béton
- 2022, plus de 5 millions de m³ de béton produit et livré au Québec
 - Soit plus de 95% de la production québécoise.
- Développement de système qualité depuis 1985



3

Documentation technique

Site web ABQ



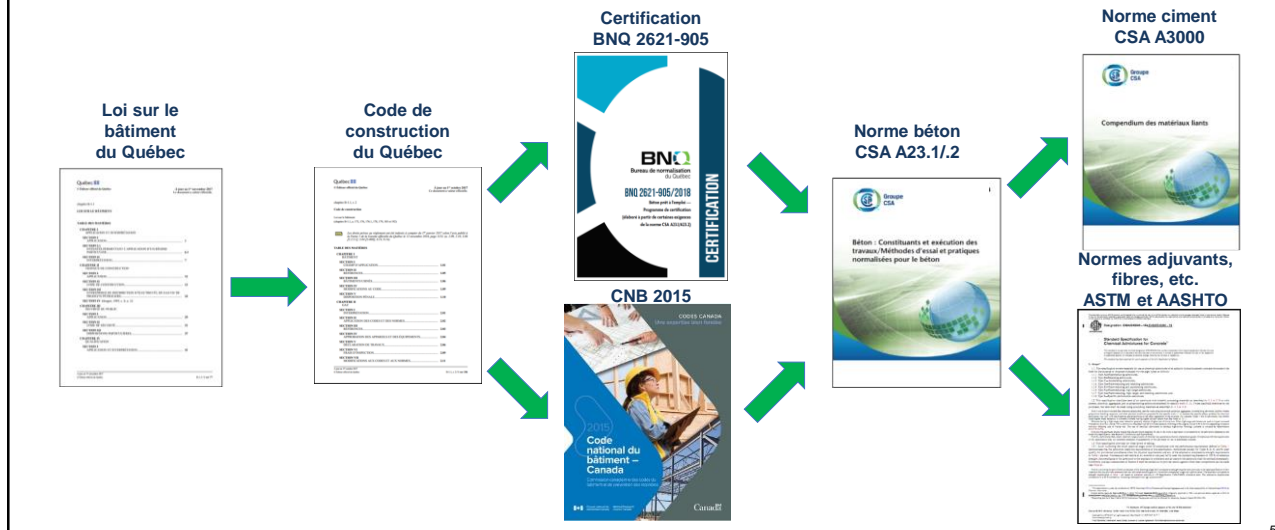
Consultez nos
Technobéton au

betonabq.org

4

Spécification du béton

Le jeu des poupées russes normatives



5

Spécification du béton

Différents aspects à tenir compte

- classe d'exposition (rapport eau/liant, réseau de bulles d'air, perméabilité aux ions chlorure, cure)
- résistance minimale spécifiée à un âge donné;
- utilisation prévue;
- propriétés des granulats (c.-à-d., dimension, granulométrie spéciale, réaction alcalis-granulats ;
- propriétés architecturales (couleur, fini, aspect);
- développement durable (c.-à-d., utilisation d'ajout cimentaire);
- stabilité volumique;
- programme de contrôle de la qualité;
- évaluation préalable (c.-à-d., gâchée d'essai, données historiques, conformité des matériaux);
- exigences relatives à la facilité de finissage et aux finis;
- contrôle thermique du béton de masse

6

Classes d'exposition

Spécification du béton – Tournée des professionnels 2023

7

7

Spécification du béton

Variantes pour spécifier le béton: performance

Variante	Le maître d'ouvrage doit spécifier	L'entrepreneur doit	Le fournisseur doit
Performance Lorsque le maître d'ouvrage exige que le fournisseur de béton soit responsable de la performance du béton livré et que l'entrepreneur assume la responsabilité pour <i>la mise en place, le lissage et la cure</i> du béton.	a) les critères de conception structurale exigés, y compris la résistance à un âge donné; b) les critères de durabilité exigés, y compris la classe d'exposition; c) les critères additionnels de durabilité, de stabilité volumique, de qualité architecturale et de développement durable ainsi que tout autre critère de performance, de préqualification ou de vérification; d) les exigences de gestion de la qualité (voir l'annexe J); e) si le fournisseur de béton doit satisfaire aux exigences des programmes de certification de l'industrie du béton; et f) toute autre propriété exigée pour satisfaire aux critères de performance du maître d'ouvrage.	a) travailler en collaboration avec le fournisseur à l'établissement des propriétés du mélange de béton de manière que le mélange réponde aux critères de performance pour le béton plastique et durci, en tenant compte de ses propres critères de construction et de mise en place et des critères de performance du maître d'ouvrage; b) soumettre des documents conformes à CSA A23.2-24C démontrant que les exigences de préqualification du maître d'ouvrage ont été satisfaites; et c) préparer et mettre en œuvre un plan de contrôle de la qualité pour s'assurer que les critères de performance du maître d'ouvrage seront satisfaits et soumettre des documents conformes à CSA A23.2-24C démontrant que les exigences de performance du maître d'ouvrage ont été satisfaites.	a) garantir que les installations, le matériel et tous les constituants utilisés pour la fabrication du béton sont conformes aux exigences de cette norme; b) garantir que le dosage des mélanges satisfait aux exigences de cette norme; c) garantir que la fabrication et la livraison du béton seront conformes aux exigences de cette norme; d) garantir que le béton répond aux critères de performance spécifiés; e) préparer et mettre en œuvre un plan de contrôle de la qualité afin de s'assurer que les exigences de performance du maître d'ouvrage et de l'entrepreneur seront satisfaites, au besoin; f) fournir des documents démontrant qu'il satisfait aux exigences de certification de l'industrie, le cas échéant; et g) soumettre des documents conformes à CSA A23.2-24C démontrant que la formulation des mélanges proposés sera conforme aux exigences de résistance, de durabilité et de performance.

8

8

Spécification du béton

Variantes pour spécifier le béton: normative

Variante	Le maître d'ouvrage doit spécifier	L'entrepreneur doit	Le fournisseur doit
Normative Lorsque le maître d'ouvrage assume la responsabilité du béton.	a) le dosage des mélanges, y compris les quantités de tous les constituants (c.-à-d., adjuvants, granulats, matériaux cimentaires et eau) en masse par mètre cube de béton; b) la plage de teneurs en air; c) la plage d'affaissements; d) l'utilisation d'un plan de qualité du béton, au besoin; et e) d'autres exigences.	a) prévoir des méthodes de construction en fonction du dosage et des paramètres spécifiés par le maître d'ouvrage; b) obtenir l'approbation du maître d'ouvrage pour tout écart par rapport à la formulation ou aux paramètres spécifiés; et c) signaler au maître d'ouvrage tout problème ou défaut anticipé relativement aux paramètres du mélange devant être utilisé dans l'ouvrage.	a) fournir des documents démontrant que la centrale de dosage, le matériel et tous les constituants devant être utilisés pour la fabrication du béton satisfont aux exigences de cette norme; b) démontrer que le béton répond aux critères normatifs fournis par le maître d'ouvrage; et c) signaler à l'entrepreneur tout problème ou défaut anticipé relativement aux paramètres du mélange devant être utilisé dans l'ouvrage.

Spécification du béton – Webinaire 29 octobre 2024

9

Spécification du béton

Classes d'exposition

- La norme CSA A23.1 répartit les classes d'exposition en 6 classes:
 - Classe C: exposition aux chlorures
 - Classe F: exposition au gel/dégel mais non aux chlorures
 - Classe S: exposition aux sulfates
 - Classe A: application agricole
 - Classe N: non-exposé
 - Classe R: béton résidentiel



Spécification du béton – Webinaire 29 octobre 2024

10

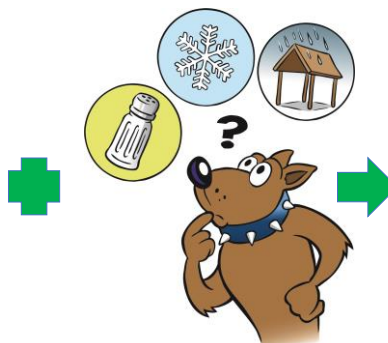
10

Spécification du béton

Éléments à tenir compte lors de la spécification



**Exigences
structurales**



**Exigences de durabilité
(dans quel environnement va se retrouver le béton)**

**Choix final: condition la
plus défavorable
(résistance la plus élevée)**


Spécification du béton – Webinaire 29 octobre 2024

11



Classe exposition	Description / Applications	E/L max	$f'c$ min MPa	Cat air	Type cure	Perm. ions Cl ⁻
C-XL	Béton <u>armé</u> exposé aux <u>chlorures</u> ou à d'autres environnements agressifs, soumis ou non au gel-dégel, pour lequel les attentes en matière de <u>durabilité</u> sont plus élevées que celles des classes C-1.	0,40	50 (56j)	1 ou *	3	<1000 à 91j

12



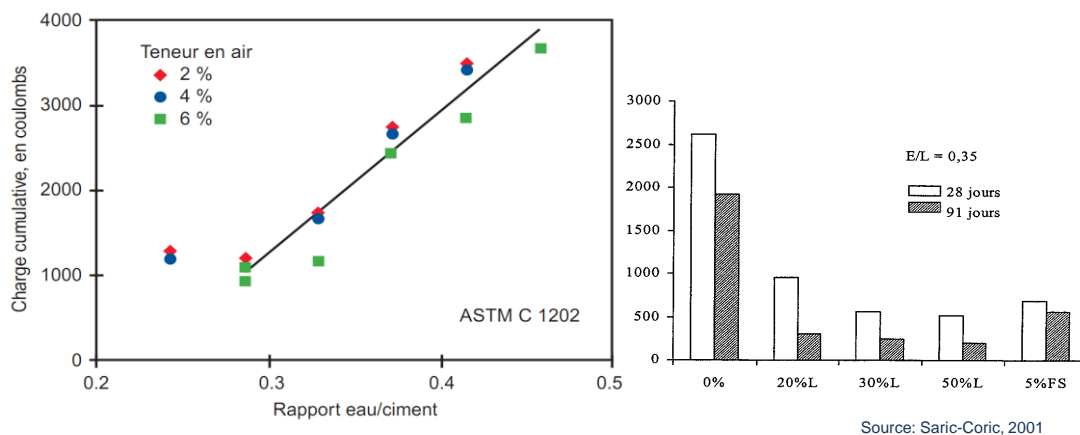
Classe exposition	Description / Applications	E/L max	f'_c min MPa	Cat air	Type cure	Perm. Ions Cl-
C-1	Béton <u>armé</u> exposé aux <u>chlorures</u> , soumis ou non au gel-dégel. Respecter classe S-3 pour les expositions à l'eau salée et aux embruns d'eau salée. Tabliers de pont, rampes de stationnement , bassins d'eau salée	0,40	*35 (56j)	1 ou *	2	*<1500 à 91j

13

Spécification du béton



Effet du E/L et de la nature du liant sur la perméabilité aux ions chlorure



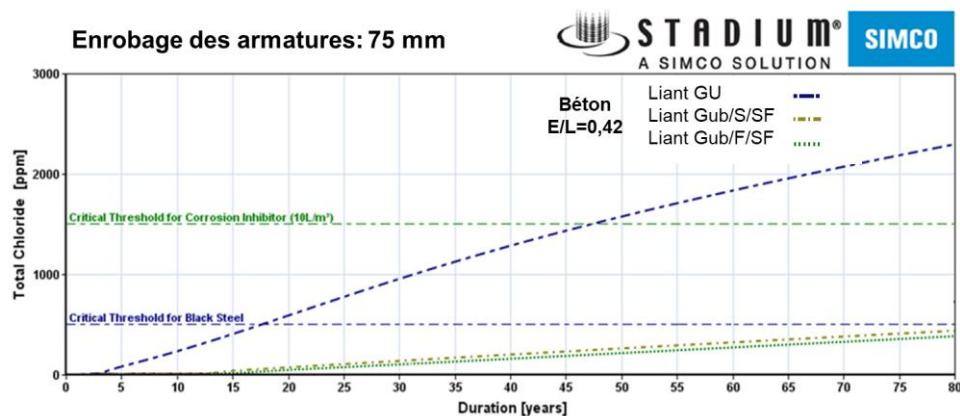
Source: DCMB, Pinto et Hover 2001

Spécification du béton – Webinaire 29 octobre 2024

14

Spécification du béton

Temps pour initiation de la corrosion pour un environnement fortement sollicité en sel de déglçage



Source: adaptation de SIMCO

Spécification du béton – Webinaire 29 octobre 2024

15



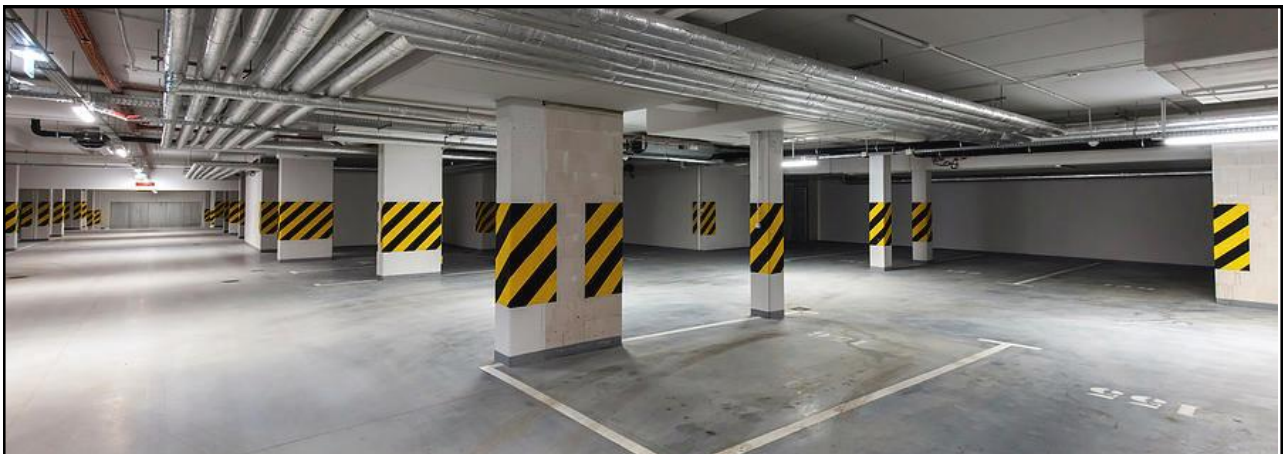
Classe exposition	Description / Applications	E/L max	f' _c min MPa	Cat air	Type cure	Perm. Ions Cl ⁻
C-2	Béton <u>non armé</u> exposé aux <u>chlorures</u> , soumis au <u>gel/dégel</u> . Planchers de garage, marches, chaussées, trottoirs , bordures et caniveaux.	0,45	32 (28j)	1	2	-

16



Classe exposition	Description / Applications	E/L max	$f'c$ min MPa	Cat air	Type cure	Perm. Ions Cl-
C-3	Béton constamment submergé, exposé aux chlorures mais non soumis au gel-dégel. Respecter classe S-3 pour les expositions à l'eau salée et aux embruns d'eau salée. Parties submergées d'ouvrages maritimes.	0,50	30 (28j)	*	1	-

17



Classe exposition/	Description / Applications	E/L max	$f'c$ min MPa	Cat air	Type cure	Perm. Ions Cl-
C-4	Béton <u>non armé</u> exposé <u>aux chlorures</u> , <u>non soumis au gel/dégel</u> . Dalles sur sol dans les stationnements intérieurs.	0,55	25 (28j)	*	1	-

18

Spécification du béton

Tableau 2

Exigences relatives aux classes d'exposition C, N, A et S (2019)


La norme clarifie qu'un béton sans air entraîné peut être utilisé en **absence de cycles de gel/dégel** pour les classes suivantes:

- C-XL
- C-1
- C-3
- C-4
- A-XL
- A-1
- A-2
- A-3
- A-4
- S-1
- S-2
- S-3

Raison?: limiter les cas de délamination dans les bétons finis mécaniquement

Spécification du béton – Webinaire 29 octobre 2024

19



Classe exposition	Description / Applications	E/L max	f'_c min MPa	Cat air	Type cure	Perm. Ions Cl ⁻
F-1	Béton soumis au <u>gel-dégel</u> , en <u>condition saturée</u> , mais non exposé aux chlorures bords de piscine, patios, courts de tennis, piscines d'eau douce et installations de régulation des eaux douces.	0,50	30 (28j)	1	2	-

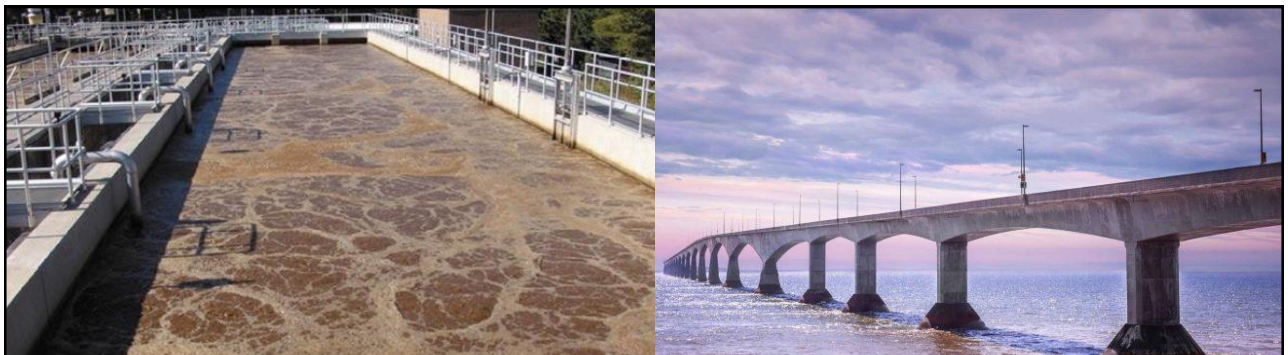
20



Photo: Marc Cramer

Classe exposition	Description / Applications	E/L max	f'c min MPa	Cat air	Type cure	Perm. Ions Cl ⁻
F-2	Béton soumis <u>au gel-dégel</u> , en condition <u>non saturée</u> , mais <u>non exposé aux chlorures</u> . Murs et poteaux extérieurs.	0,55	25 (28j)	2	1	-

21



Classe exposition	Description / Applications	E/L max	f'c min MPa	Cat air	Type cure	Perm. Ions Cl ⁻
S-1	Béton exposé aux sulfates très fortement agressifs	0,40	35 (56j)	1 ou *	2	-
S-2	Béton exposé aux sulfates fortement agressifs	0,45	32 (56j)	1 ou *	2	-
S-3	Béton exposé aux sulfates moyennement agressifs et à l'eau de mer ou aux embruns d'eau de mer	0,50	30 (56j)	1 ou *	1	-

22

Spécification du béton



Classe S: exposition aux sulfates

	Sulfate hydrosoluble (SO ₄) du sol (%)	Sulfate (SO ₄) d'eau souterraine (mg/l)
S-1	> 2,0 %	> 10 000
S-2	0,20 à 2,0 %	1 500 – 10 000
S-3	0,10 à 0,20 % (comprend exposition à l'eau salée)	150 – 1 500

Pour plus de détails : Tableau 3 CSA A23.1

Spécification du béton – Webinaire 29 octobre 2024

23



Classe exposition


A-XL, A-1
A-2, A-3
A-4



Généralités


Des dispositions spéciales doivent être prises pour améliorer la durabilité du béton exposé à des produits industriels corrosifs, à des engrais, à des déchets agricoles, à des acides et à d'autres produits chimiques

24



Classe exposition	Description / Applications	E/L max	$f'c$ min MPa	Cat air	Type cure	Perm. Ions Cl ⁻
N	Béton <u>non exposé</u> aux chlorures ni au gel/dégel. Pour la conception structurale. Assises et dalles, murs et poteaux intérieurs	Selon les besoins structuraux		N/A	1	-

25



Classe exposition	Description / Applications	E/L max	$f'c$ min MPa	Cat air	Type cure	Perm. Ions Cl ⁻
N-CF	Planchers intérieurs en béton finis à la truelle d'acier, non exposé aux chlorures ou aux sulfates, que ce soit dans un environnement mouillé ou sec. planchers intérieurs, surface revêtue (tapis, carreaux de vinyle) et surfaces exposées (avec ou sans durcisseur de surface), patinoires de hockey, planchers d'entrepôt frigorifique.	0,55	25 MPa (28j)	N/A	1	-

26

Cas des dalles pour patinoires intérieures

Classes d'exposition classe N-CF

- Le béton de classe N-CF ne doit pas contenir d'entraîneur d'air
- Il a été démontré que les dalles pour patinoires intérieures refroidies sous le point de congélation avant l'arrivée de l'eau et les dalles de chambres froides sèches ont une performance satisfaisante sans air entraîné lorsqu'elles sont lissées à la truelle en acier.



Crédit: Radio-Canada/ Isabelle Larose

Spécification du béton – Webinaire 29 octobre 2024

27

Spécification du béton

Classe R

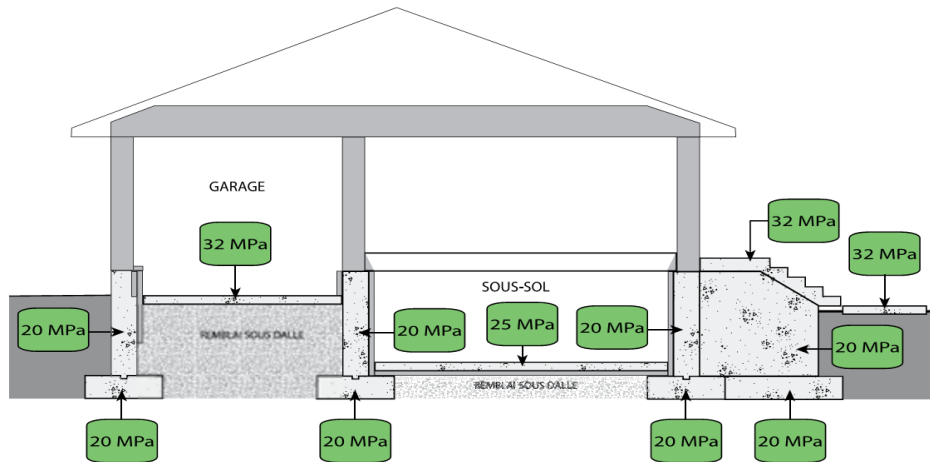
Éléments	Classe de béton CSA A23.1	Résistance à la compression à 28 jours (MPa)			Rapport E/L			Teneur en air (%)			Grosseur nominale maximale du gros granulat ^(a) (mm)
		CSA	GCR	CNB	CSA	GCR	CNB	CSA	GCR	CNB	
Semelles des fondations	R-1	25	20	15	0,55	0,70	0,70	4 à 7	sans air	3 à 6	20
Murs de fondation	R-2	25	20	15	0,55	0,70	0,70	4 à 7	4 à 7	4 à 7	20
Dalles de sous-sol (intérieures)	R-3	25	25	20	0,55	0,65	0,65	sans air	sans air	sans air	20
Dalles de garage (intérieures et extérieures)	C-2	32	32	32	0,45	0,45	0,45	5 à 8	5 à 8	5 à 8	20
Balcons, escaliers et galeries	C-2	32	32	32	0,45	0,45	0,45	5 à 8	5 à 8	5 à 8	20
Terrasses extérieures et bords de piscine	F-1	30	30	^(b)	0,50	0,50	^(b)	5 à 8	5 à 8	^(b)	20
Murs dans les coffrages isolants	N	25 ^(c)			0,60 ^(c)			Avec ou sans air			14

Spécification du béton – Webinaire 29 octobre 2024

28

Spécification du béton

Classe R : Exigences du béton résidentiel avec la GCR



Spécification du béton – Webinaire 29 octobre 2024

29



Spécification du béton – Tournée des professionnels 2023

30

30

Spécification du béton

Est-ce que la norme CSA A23.1 spécifie des affaissements?

Norme
2014
NON

→ L'affaissement ou l'étalement du béton doit être compatible avec les méthodes de mise en place et de consolidation du béton, le matériel utilisé et les conditions du site.

→ Les exigences en matière d'affaissement doivent être établies et examinées par l'entrepreneur et le fournisseur de béton avant la construction.

À l'exception des planchers en béton

Norme
2019
Non, mais

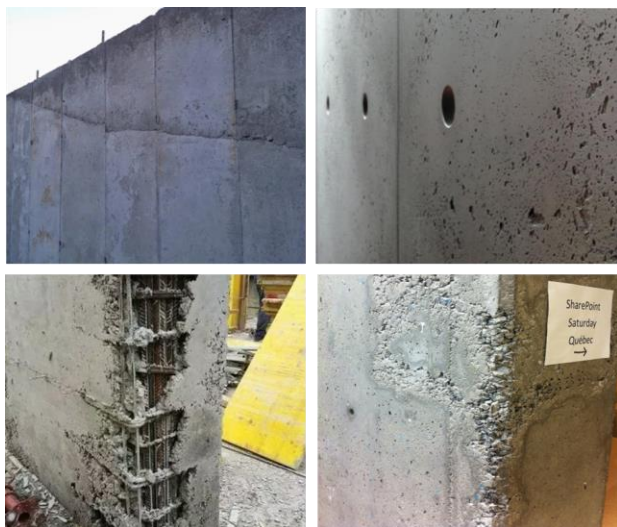
→ 120 ± 30 mm au point de déversement, sauf lorsqu'un affaissement plus faible est requis en raison de planchers ou de rampes à forte pente. Pour diverses raisons, y compris de sécurité et de sûreté. (CSA A23.1-19, article 7.1.2.1)

Spécification du béton – Webinaire 29 octobre 2024

31

Spécification du béton

Attention au 80 ± 30 mm dans les devis !!!



Impact au chantier:
La vraie vie: 110 ± 0 mm !!!



- Une mauvaise consolidation.
- Pourquoi: affaissement non adapté à la géométrie de l'ouvrage et méthode de mise en place.



Corrosion précoce des aciers d'armature, faible résistance à la compression, mauvaise durabilité

Spécification du béton – Webinaire 29 octobre 2024

32

32

Spécification du béton

Demander un affaissement plus élevé



Ex.: 120 ± 30 mm

Au représentant du maître d'ouvrage
lors de la rencontre pré-bétonnage

Spécification du béton – Webinaire 29 octobre 2024

33



Spécification du béton – Tournée des professionnels 2023

34

34

Spécification du béton

Exigences relatives aux catégories de teneur en air

Catégorie de teneur en air	Plage des teneurs en air* des bétons selon la dimension nominale maximale indiquée du gros granulat, %		
	10 mm	14 à 20 mm	28 à 40 mm
1†	6 à 9	5 à 8	4 à 7
2	5 à 8	4 à 7	3 à 6

* Au point de déversement du matériel de livraison, à moins d'indications contraires.

† Voir l'article [4.3.3.2](#) dans le cas du béton durci.

Notes :

- 1) Les écarts ci-dessus entre les teneurs en air sont fondés sur la différence en volume requis de mortier pour des dimensions particulières de gros granulat.
- 2) Les teneurs en air mesurées après pompage ou mise en place par coffrage glissant pourraient être considérablement inférieures à celles mesurées à l'extrémité de la goulotte.

Source: Tableau 4, CSA A23.1-19

Plus les granulats sont fins



plus il faut de pâte



plus il faut d'air dans le béton pour protéger la pâte

Matériaux cimentaires



Spécification du béton

Quels matériaux cimentaires spécifier?

- Le plus simple: spécifier la classe d'exposition et les exigences de performances (spécification par performance)
 - Laisser le producteur certifié BNQ 2621-905 vous proposer un béton répondant à ces critères.
- Sinon, il faut spécifier des matériaux cimentaires conformement à la CSA A3000, en fonction de:
 - Classe d'exposition (présence de sulfates ou non, perméabilité aux ions chlore)
 - Chaleur d'hydratation, si applicable: utilisation d'un liant à moyenne/faible chaleur d'hydratation ou utilisation d'ajouts cimentaires telle la cendre volante
 - Couleur, si applicable
 - Utilisation d'ajouts cimentaires pour réduire empreinte environnementale, si applicable

Spécification du béton – Webinaire 29 octobre 2024

37

Spécification du béton

Quels matériaux cimentaires spécifier?

- À éviter:
 - Éviter de fixer les quantités ou les types de matériaux cimentaires qui peuvent être utilisés sauf si requis pour certains attributs de performance.
 - Ne pas spécifier un rapport E/L dans les bétons de classe N
 - Ne pas spécifier des résistances maximales

Spécification du béton – Webinaire 29 octobre 2024

38



Spécification du béton – Tournée des professionnels 2023

39

39

Spécification du béton



Points à regarder pour les granulats:

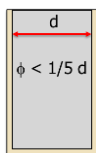
- Conformité à la norme CSA A23.1 (assurée par la certification BNQ 2621-905)
 - Granulométrie, exigences du tableau 12
 - Réactions nuisibles dont RAG
 - Examen pétrographique
- Dimension nominale maximale du granulat (diapositive suivante)
- Exigences de performance spéciale (ex.: béton autoroutier nécessite des granulats résistants à l'abrasion)
- Couleur si applicable (ex.: bétons à granulats exposés)

Spécification du béton – Webinaire 29 octobre 2024

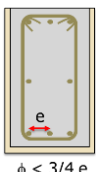
40

Spécification du béton

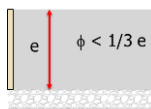
Exigences relatives à la taille maximale des granulats



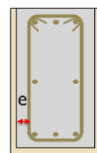
- un cinquième de la dimension la plus étroite entre les parois des coffrages



- trois-quarts de l'espace net minimum entre les barres d'armature



- un tiers de l'épaisseur des dalles



$$\phi < e$$

l'enrobage spécifié pour le béton qui n'est pas exposé au sol ni aux intempéries



ϕ = diamètre max du granulat

$$\phi < 2/3 e$$

deux-tiers de l'enrobage spécifié pour le béton exposé au sol ou aux intempéries

$$\phi < 1/2 e$$

la moitié de l'enrobage spécifié pour le béton exposé aux chlorures

Spécification du béton

Dimension nominale maximale du granulat, ϕ



Diamètres généralement utilisés

Diamètre interne du tuyau	Dimension nominale maximale du granulat, ϕ
2 pouces	10 mm
3 pouces	14 mm
4 pouces	20 mm
5 pouces	28 mm

un tiers du plus petit diamètre interne du tuyau ou du tuyau flexible devant acheminer le béton, ou à 40 mm, selon la dimension la plus petite.

Eau et adjuvants



Spécification du béton – Tournée des professionnels 2023

43

43

Spécification du béton

Spécifications de l'eau et des adjuvants

- Spécifications de l'eau
 - Respect des exigences de la norme CSA A23.1 (assuré par la certification CSA A23.1)
- Spécifications des adjuvants
 - Éviter de limiter le type d'adjuvants qui peut être utilisé à moins qu'il y ait une raison spécifique (par exemple des adjuvants à base chlorure en raison des risques de corrosion des aciers).
 - Conformité des adjuvants chimiques à la norme ASTM C494, ASTM C1017 ou AASHTO M154 et des entraîneurs d'air à l'ASMT C260 ou AASHTO M154
 - Ou autres normes pour produits spéciaux

Spécification du béton – Webinaire 29 octobre 2024

44



Cure et protection du béton

Spécification du béton – Tournée des professionnels 2023

45

45

Spécification du béton



Cure

- **Cure** - Maintien d'une humidité et d'une température adéquates pendant une période suffisante après la mise en place et la finition du béton, de sorte que les propriétés voulues puissent être produites: TEMPS, TEMPÉRATURE et HUMIDITÉ

	Type de cure	Nom	Description
	1	Base	3 jours avec $T \geq 10^{\circ}\text{C}$, <u>ou</u> temps pour obtenir 40 % du f'c
Trottoirs et bordures	2	Supplémentaire*	7 jours avec $T \geq 10^{\circ}\text{C}$ <u>et</u> 70 % du f'c
	3	Prolongée	**Cure humide de 7 jours avec $T \geq 10^{\circ}\text{C}$ <u>et</u> 70% du f'c

*Lorsqu'on utilise du béton à la fumée de silice, on doit recourir à des méthodes de cure additionnelles

**nappe d'eau, arrosage continu, matériau absorbant ou toile maintenue continuellement mouillée

Adaptation: Tableau 19 CSA A23.1-19

Spécification du béton – Tournée des professionnels 2023

46

46

Spécification du béton



Méthodes de cure additionnelles: bétons avec fumée de silice

- **Recommandations de la CSA Annexe I**
 - Une bruite doit être appliquée en continu à partir de l'arasement jusqu'à ce que le béton soit recouvert d'une toile, de manière à maintenir une humidité relative élevée au-dessus du béton et à prévenir l'assèchement de la surface.
 - La cure sous toiles doit être maintenue pendant au moins 7 jours. Il faut garder la toile humide pendant toute la période de cure au moyen d'un boyau perforé.
- **Question:** Est-ce vraiment le cas avec les trottoirs avec fumée de silice???

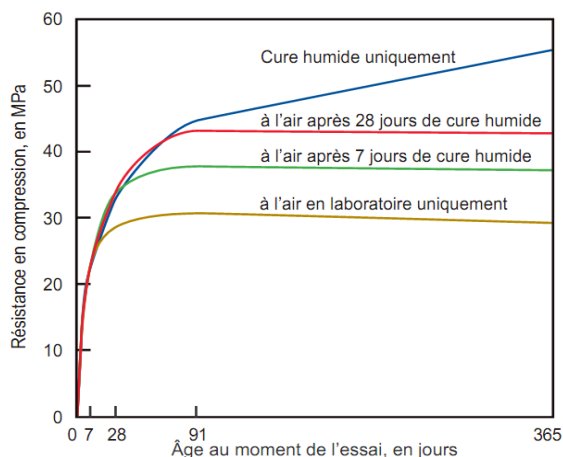
Spécification du béton – Webinaire 29 octobre 2024

47

Spécification du béton



Influence de la cure sur la résistance du béton



Dosage et contrôle des mélanges de béton, 8e édition canadienne, 2011

- La résistance mécanique du béton augmente avec l'âge, tant que la présence d'eau et une température favorable permettent l'hydratation du ciment et qu'il contient du liant non-hydraté
- L'hydratation et les gains en résistance cessent pratiquement lorsque l'humidité relative (HR) du béton est inférieure à 80 %.

Spécification du béton – Webinaire 29 octobre 2024

48

Spécification du béton

Méthodes de cure



L'eau de cure ne devrait pas être de plus de 11°C plus froide que le béton (ACI 308R-01).

- produits de cure ;
- nappe d'eau ou arrosage d'eau continu ;
- application d'eau et recouvrement de feuilles de polyéthylène ;
- application d'eau et recouvrement d'une toile absorbante ;
- coffrages en contact avec la surface du béton ; ou
- autres moyens de rétention de l'humidité approuvés par le maître d'ouvrage.

49

Association
Béton
Québec
LA référence

Mûrissement à l'eau

Évaporation de l'eau de surface

50



Spécification du béton – Webinaire 29 octobre 2024

51

Spécification du béton



Bétonnage par temps chaud selon la norme CSA A23.1-19

- Lorsque la température ambiante est de 27 °C ou plus, ou lorsqu'il y a probabilité qu'elle dépasse 27 °C pendant le bétonnage (selon les prévisions du bureau météorologique de la région). CSA A23.1-19, article 7.2.1
- **Quoi faire par temps chaud?**
 - Prendre les mesures appropriées pour assurer la protection du béton mis en place contre les effets du temps chaud et (ou) sec.

Spécification du béton – Webinaire 29 octobre 2024

52

Spécification du béton

Cure par temps froid selon la norme CSA A23.1-19

- Tous les matériaux et le matériel nécessaires pour assurer la protection du béton et sa cure doivent être disponibles et prêts à être utilisés avant le début du bétonnage s'il est prévu que la température du béton descende à moins de **5 °C** dans les 24 heures suivant la mise en place. Source: CSA A23.1-19, article 7.2.2.1
 - Température du béton à au moins **10 °C** pendant toute la durée de la période de cure. La protection doit être assurée au moyen:
 - d'abris chauffés,
 - de couvertures ou d'isolation, ou
 - par une combinaison de ces moyens.

Source: CSA A23.1-19, article 7.2.2.

Spécification du béton – Webinaire 29 octobre 2024

53

Spécification du béton

Cure par temps froid selon la norme CSA A23.1-19

- Attention, les coins, les arêtes et les sections minces des éléments de béton sont les endroits les plus vulnérables au gel! Source: CSA A23.1-19, article 7.2.2.4
- Si cure humide, elle doit se terminer 12 heures avant la fin de la période de protection. Les surfaces doivent être sèches avant d'être exposées au gel. Source: CSA A23.1-19, article 7.8.3.3.2

Spécification du béton – Webinaire 29 octobre 2024

54

Spécification du béton



Cure par temps froid des trottoirs

- Pour les bétons avec une cure de type 2 ou 3 (ex.: trottoirs), une période d'au moins un mois de séchage à l'air libre devrait s'écouler avant l'application de produits chimiques de déglacage.

Source: CSA A23.1-19, article 7.8.1

Bonne pratique*

- Utiliser un produit de cure et de scellement à base de solvant et résine (minimum 20%) de type 1, classe B respectant les exigences de la norme ASTM C309 :
 - Après le 15 octobre
 - Avant le 15 octobre si la période de protection à 10°C est moins de 7 jours.

*Il est à noter que les dates proposées ne sont qu'à titre indicatif. Celles-ci peuvent varier selon la région et l'arrivée précoce ou tardive de temps froid
Adaptation du BNQ 1809-500/207 Travaux de construction – Clauses techniques – Trottoirs et bordures en béton

Spécification du béton – Webinaire 29 octobre 2024

55

Spécification du béton



Précautions à prendre lors du bétonnage par temps froid

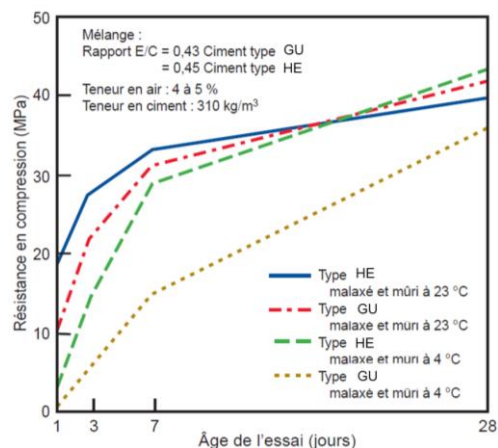
- Des cloques peuvent se former sur la surface pendant le lissage à la truelle s'il y a un écart de température importante entre la base granulaire et le béton. L'emprisonnement d'une quantité suffisante d'eau de ressuage peut également conduire à des délaminations.
 - Préchauffage la base granulaire et l'aire de travail et l'emploi d'accélérateurs sans chlorures peuvent atténuer ou éliminer ce problème. Source: CSA A23.1-19, article 7.2.2.2
- Attention à ce que l'eau de ressuage ne gèle pas en surface

Spécification du béton – Webinaire 29 octobre 2024

56

Spécification du béton

Réduction de la période de cure lors du bétonnage par temps froid



Dosage et contrôle des mélanges de béton
8e édition canadienne – 2011

- La réduction de la période de cure par des moyens visant l'obtention de la résistance requise du béton sur une courte période de temps ne doit se faire qu'avec l'autorisation du maître d'ouvrage.
 - Ciment Portland de type HE ou HEb à haute résistance initiale
 - Dosage plus élevé en ciment Portland
 - Accélérateurs de prise
 - Températures de cure plus élevées

Spécification du béton – Webinaire 29 octobre 2024

57



Spécification du béton prêt à l'emploi faible carbone au Canada

58

58

Guide national sur la spécification du béton bas carbone



- Principe d'un budget carbone pour chacun des projets
- Budget carbone basé sur un pourcentage de réduction des GES fixé par le propriétaire par rapport à la moyenne de l'industrie
- Réduction des GES sur l'ensemble du béton coulé pour le projet et non fixe pour chacun des mélanges
 - Permet de cibler les usages qui auront le plus de potentiel de réduction de GES (ex. : béton maigre, béton de masse, fondation, etc.)



Guide national sur la spécification du béton bas carbone



Concept de budget carbone pour un projet



Exemple fictif: tour à condos

- Réduction de 15% l'empreinte carbone demandée par le propriétaire
 - Réduction pour l'ensemble du projet et non 15% pour chaque élément
 - Certains éléments peuvent avoir une réduction ne rencontrant pas le 15% mais seront compensés par d'autres éléments avec une réduction supérieure

Guide national sur la spécification du béton bas carbone



Déclaration environnementale de produit (DEP)



ENVIRONMENTAL IMPACTS

Declared Product:

Mix xxxx • Béton ABC - Usine de St-Liant
 Description: x MPa 20 mm CSA classe N
 Compressive strength: x MPa at 28 days

Declared Unit: 1 m³ of concrete

Global Warming Potential (kg CO ₂ -eq)	310
Ozone Depletion Potential (kg CFC-11-eq)	1.73E-5
Acidification Potential (kg SO ₂ -eq)	1.58
Eutrophication Potential (kg N-eq)	0.18
Photochemical Ozone Creation Potential (kg O ₃ -eq)	26.9
Abiotic Depletion, non-fossil (kg Sb-eq)	9.50E-6
Abiotic Depletion, fossil (MJ)	1,071
Total Waste Disposed (kg)	0.16
Consumption of Freshwater (m ³)	3.80

61

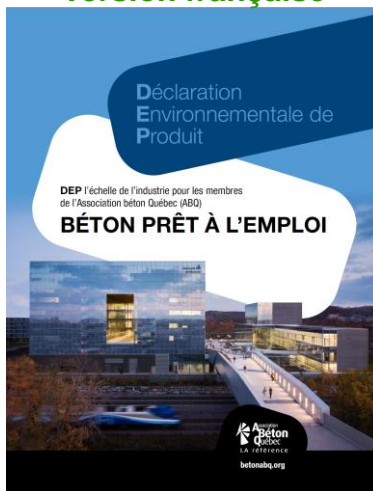
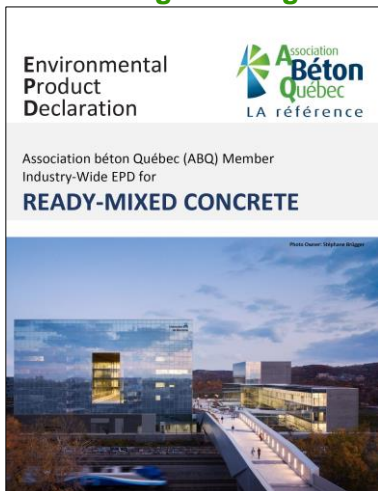
Guide national sur la spécification du béton bas carbone



Présentation de la DEP du Québec

Version originale anglaise

Version française



Couvre les principales classes d'exposition de la norme CSA A23.1

- 22 classes
 - f'c de 20 MPa à 80 MPa
- plus de 350 mélanges en tenant compte des différents liants et dosages

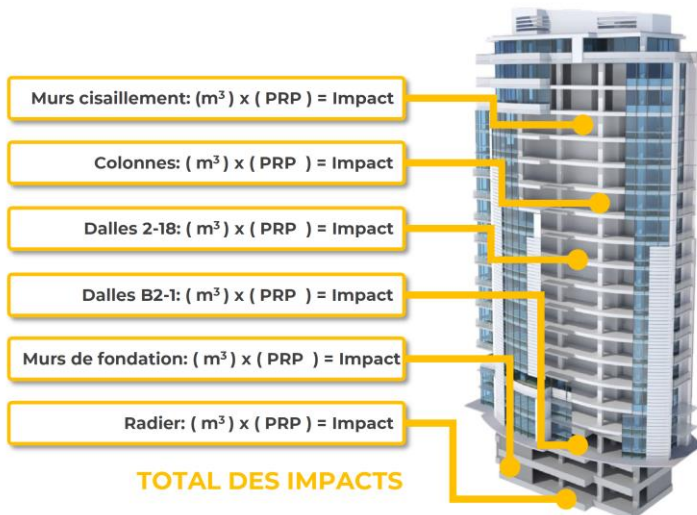
62

Guide national sur la spécification du béton bas carbone



Étape 1: CO₂ anticipé selon la DEP générique (moyenne)

Étape 1:
CO₂ anticipé selon la DEP
générique (moyenne)



Guide national sur la spécification du béton bas carbone



Étape 1: CO₂ _{eq} anticipé selon la DEP générique (moyenne) selon les volumes anticipés

Éléments	Volume (m ³)	f'c (MPa)	Potentiel réchauffement de la planète <i>moyenne industrie</i>	
			CO ₂ eq/m ³	CO ₂ eq total
Dalle de propreté	245	15 MPa	264	64 680
Murs de fondation, semelles filantes	909	25 MPa	287	260 883
Dalles structurales, colonnes, murs de contreventements	4 192	30 MPa	311	1 303 712
Trottoirs extérieurs, balcons structuraux, etc.	397	32 MPa	363	144 111
Ramps d'accès au stationnement, dalles terrasses	555	35 MPa	380	210 900
Colonnes	43	40 MPa	397	17 071
Colonnes et murs de contrevêtements	867	40 MPa	364	315 588
Total:	7 208		Total:	2 316 945

Guide national sur la spécification du béton bas carbone



Étape 2: CO₂ eq selon la DEP générique (moyenne) selon les volumes coulés

Éléments	Volume (m ³)	f'c (MPa)	Potentiel réchauffement de la planète <i>moyenne industrie</i>	
			CO ₂ eq/m ³	CO ₂ eq total
Dalle de propreté	250	15 MPa	264	66 000
Murs de fondation, semelles filantes	921	25 MPa	287	264 327
Dalles structurales, colonnes, murs de contreventements	4 192	30 MPa	311	1 303 712
Trottoirs extérieurs, balcons structuraux, etc.	401	32 MPa	363	145 563
Ramps d'accès au stationnement, dalles terrasses	557	35 MPa	380	211 660
Colonnes	41	40 MPa	397	16 277
Colonnes et murs de contrevêtements	869	40 MPa	364	316 316
Total:	7 231		Total:	2 323 855

Spécification du béton – Webinaire 29 octobre 2024

65

65

Guide national sur la spécification du béton bas carbone



Étape 2B: Majoration 30% au besoin pour les bétons spéciaux ou condition hivernale

Objectifs: réduire de 15% les émissions de CO₂ eq: 2 403 153 à au moins 2 042 680 kg

Éléments	Volume (m ³)	f'c (MPa)	Potentiel réchauffement de la planète <i>moyenne industrie</i>	
			CO ₂ eq/m ³	CO ₂ eq total
Dalle de propreté	250	15 MPa	264	66 000
Murs de fondation, semelles filantes	921	25 MPa	287*1,3= 373	343 625
Dalles structurales, colonnes, murs de contreventements	4 192	30 MPa	311	1 303 712
Trottoirs extérieurs, balcons structuraux, etc.	401	32 MPa	363	145 563
Ramps d'accès au stationnement, dalles terrasses	557	35 MPa	380	211 660
Colonnes	41	40 MPa	397	16 277
Colonnes et murs de contrevêtements	869	40 MPa	364	316 316
Total:	7 231		Total:	2 403 153

Spécification du béton – Webinaire 29 octobre 2024

66

66

Guide national sur la spécification du béton bas carbone



Étape 3: CO₂ equ des mélanges utilisés au projet (DEP générique ou DEP spécifique)

Éléments	Volume	f'c	Potentiel réchauffement de la planète <i>mélanges utilisés selon DEP générique ou spécifique</i>	
	(m ³)	(MPa)	CO ₂ eq/m ³	CO ₂ eq total
Dalle de propreté	250	15 MPa	264	66 000
Murs de fondation, semelles filantes	921	25 MPa	325	299 325
Dalles structurales, colonnes, murs de contreventements	4 192	30 MPa	311	1 303 712
Trottoirs extérieurs, balcons structuraux, etc.	401	32 MPa	363	145 563
Ramps d'accès au stationnement, dalles terrasses	557	35 MPa	380	211 660
Colonnes	41	40 MPa	397	16 277
Colonnes et murs de contreventements	869	40 MPa	364	316 316
Total:	7 231		Total:	2 358 853

Spécification du béton – Webinaire 29 octobre 2024

67

67

Guide national sur la spécification du béton bas carbone



Étape 4: Calcul de la réduction du potentiel réchauffement de la planète

- CO₂ equ total selon la DEP générique (moyenne) : 2 403 153 kg CO₂ equ
 - CO₂ equ total selon les mélanges utilisés en chantier: 2 358 853 kg CO₂ equ
- Réduction : 44 300 kg CO₂ equ

Étape 5: Calcul du % de réduction du potentiel réchauffement de la planète

- $44\,300 / 2\,403\,153 = 18,4\% \text{ CO}_2 \text{ equ}$

Spécification du béton – Webinaire 29 octobre 2024

68

68

Guide national sur la spécification du béton bas carbone



Résumé

- Privilégier la spécification par performance
 - Éviter de spécifier des ajouts cimentaires spécifiques et les dosages associés
- Cibler des objectifs de réduction des gaz à effets de serre (ex.: 10% de réduction) par rapport au mélange moyen de l'industrie (DEP générique)
 - Favoriser la réduction par rapport à l'ensemble du projet (plus flexible) et non par élément
- Tenir compte de bétonnage hivernal ou projet accéléré avec haute résistance initiale (130%)
- Envisager de spécifier la résistance sur une période de 56 jours ou plus au lieu de la spécifier pour la période habituelle de 28 jours
- Attention à la surspécification

QUESTIONS

**CODE POUR
ATTESTATION**
Performance

