



Bonnes pratiques pour la fabrication des trottoirs et bordures

Yves Dénomme, ing. M.Sc.A.
Directeur technique
Association béton Québec

Bonnes pratiques pour la fabrication des trottoirs et bordures – webinaire 3 décembre 2024

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. »

Bonnes pratiques pour la fabrication des trottoirs et bordures – webinaire 3 décembre 2024

2

2

1

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



Bonnes pratiques pour la fabrication des trottoirs et bordures – webinaire 3 décembre 2024

3

3

Documentation technique

Site web ABQ



Consultez nos
Technobéton au

betonabq.org

Bonnes pratiques pour la fabrication des trottoirs et bordures – webinaire 3 décembre 2024

4

4

Plan de la présentation

Technologie du béton et sa spécification

- Documents de référence
- Spécification du béton
- Cure
- Bétonnage par temps froid
- Bétonnage par temps chaud
- Critères d'acceptation
- Contrôle de la qualité en chantier

5



Documents de référence

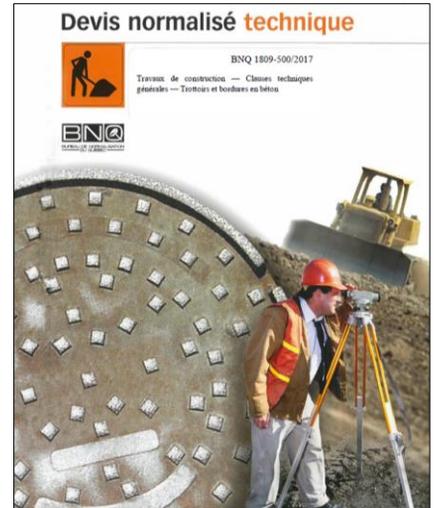
6

BNQ 1809-500/2017

Travaux de construction — Clauses techniques générales — Trottoirs et bordures en béton

Qui siège au sein du comité BNQ?

- Intérêts des fournisseurs
 - Producteurs de bétons, de ciment, de granulats, entrepreneurs, etc.
- Intérêts des utilisateurs
 - AIMQ, AFG, municipalités, etc.
- Intérêt général
 - Universitaires, laboratoires, etc.



Bonnes pratiques pour la fabrication des trottoirs et bordures – webinaire 3 décembre 2024

7

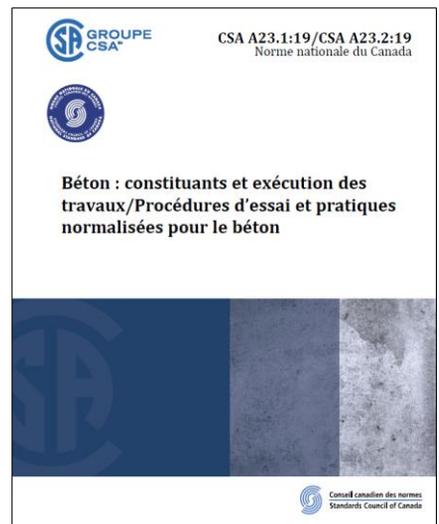
7

CSA A23.1-14/A23.2-19

Béton: constituants et exécution des travaux / Procédures d'essai et pratiques normalisées pour le béton

Qui siège au sein du comité de la CSA?

- Même principe de la représentativité des parties prenantes
- Quelle version de la norme CSA A23.1 est en vigueur?
 - Code de construction du Québec: 2014
 - Code national du bâtiment 2020: 2019
 - BNQ 2621-905 (usine BPE): 2019
 - Édition la plus récente: 2024 (anglais)



Bonnes pratiques pour la fabrication des trottoirs et bordures – webinaire 3 décembre 2024

8

8

Provenance du béton:

BNQ 2621-905

- Le béton doit provenir d'une usine reconnue Qualibéton, laquelle détient un certificat de conformité délivré conformément au protocole BNQ 2621-905.



Spécification du béton

Spécification du béton

Les éléments à tenir compte lors de la spécification du béton



Bonnes pratiques pour la fabrication des trottoirs et bordures – webinaire 3 décembre 2024

11

11

Spécification du béton

Différents aspects à tenir compte (CSA A23.1-19)

- classe d'exposition;
- résistance minimale spécifiée à un âge donné;
- utilisation prévue;
- propriétés des granulats;
- propriétés architecturales [couleur, fini, aspect (voir l'article 8.3)];
- développement durable (c.-à-d., utilisation d'ajouts cimentaires);
- stabilité volumique;
- programme de contrôle de la qualité;
- évaluation préalable;
- exigences relatives à la facilité de finissage et aux finis;
- contrôle thermique du béton de masse; et
- toutes les exigences spéciales du maître d'ouvrage.

Bonnes pratiques pour la fabrication des trottoirs et bordures – webinaire 3 décembre 2024

12

12

Spécification du béton

Variantes pour spécifier le béton: performance (tableau 5, CSA A23.1-19)

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 la mise en place, le lissage et la cure du béton.	<ul style="list-style-type: none"> 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. 	<ul style="list-style-type: none"> 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. 	<ul style="list-style-type: none"> 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.

13

13

Spécification du béton

Variantes pour spécifier le béton: normative (tableau 5, CSA A23.1-19)

Variante	Le maître d'ouvrage doit spécifier	L'entrepreneur doit	Le fournisseur doit
Normative Lorsque le maître d'ouvrage assume la responsabilité du béton.	<ul style="list-style-type: none"> 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. 	<ul style="list-style-type: none"> 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. 	<ul style="list-style-type: none"> 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.

14

14



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	-

15

Spécification du béton



Variante performance

Exemple variante performance

- Le béton doit provenir d'une usine certifiée BNQ 2621-905
- Le béton doit être conforme aux exigences du document CSA A23.1 pour la classe d'exposition C-2
 - Cette façon de spécifier garantit un respect de la norme CSA A23.1 (f'c, lbarre, résistance écaillage, etc.).
 - Variante simple et efficace

16

Spécification du béton

Spécification recommandée par BNQ 1809-500

BNQ 1809-500

- Le béton utilisé pour la construction des trottoirs et bordures couverts par le présent document doit être conforme aux exigences fixées dans le document BNQ 2621-905.
- Le béton doit être conforme aux exigences du document CSA A23.1 pour la classe d'exposition C-2, et ce, tout en respectant les exigences minimales suivantes:
 - Rapport eau/ liant maximal¹: 0,45;
 - f'c min à 28 jours: 32 MPa;
 - Diamètre nominal maximal du gros granulat: 20 mm;
 - Affaissement: 80 ± 30 mm pour coffrage fixe;
30 ± 20 mm pour coffrage glissant;
 - Température de livraison: de 10 à 32°C.

¹Rapport E/L max: 0,40 pour béton à fort dosage en ajouts cimentaires (attention écaillage)

Texte surligné: exigences de la CSA A23.1

Spécification du béton

Spécification recommandée par BNQ 1809-500

BNQ 1809-500

- Lorsqu'il y a présence d'acier d'armature, un béton de la classe d'exposition C-1 devrait être utilisé.
- Le treillis métallique n'est pas considéré comme un acier d'armature.

Spécification du béton

Irritants de la variante normative dans certains devis

Exemple variante normative avec irritants

- Résistance à la compression minimale de 35 MPa, voir 40 MPa;
- Ciment Gub-8SF;
- Teneur en ciment minimale de «x» kg;
- Rapport eau / ciment maximal de «x»;
- Granulat: 20 mm granitique;
- Affaissement: 80 ± 20 mm;

Spécification du béton

Les irritants de la spécification normative pour le producteur de béton

- Résistance à la compression parfois incompatible avec la teneur minimale en ciment ou le rapport eau/liant imposé;
- Non-conformités à la norme CSA A23.1:
 - Plage d'affaissement (encore trop souvent des 80 ± 20 mm);
 - Plages de teneur en air ;
- Cure non respectée quand béton avec fumée de silice (rarement cure humide!!!)
- Frein à la compétitivité et l'innovation.

Spécification du béton

Les irritants de la spécification normative pour le producteur de béton

Spécification des bétons du MTQ dans les trottoirs (type V) et bordures (type VII)

- Mélange avec fumée de silice dans des ouvrages non armés!!!
- Attention: disponibilité de la fumée de silice;
- Mise en place et finition plus difficile;
- Plus sensible à la fissuration plastique (réduction ou absence de ressuage);
- Selon la norme CSA A23.1, des méthodes de cures additionnelles doivent être utilisées (voie humide et +).
- La réalité: cure chimique!!! **Conséquence: risque de perte de durabilité!!!**

21

Spécification du béton

Attention à la surspécification

Optimisation de la conception:

- Éviter de surdimensionner les éléments structurels.
- Éviter de surspécifier la résistance à la compression du béton.

Trottoir classe C-2

	Référence
32 MPa	362,80 kg éq. CO ₂
35 MPa	393,24 kg éq. CO ₂

Plus de 8% de plus de CO₂ avec le 35 MPa!



22



Confection des joints

23

23

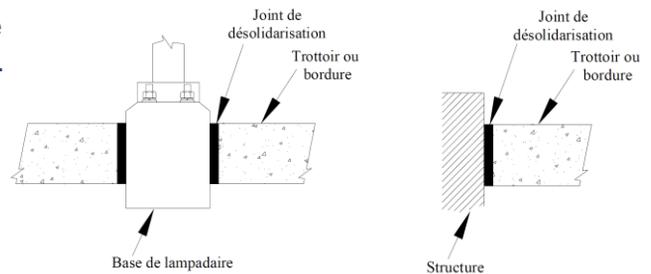
Confection des joints



Joints de désolidarisation

Joints de désolidarisation: — joint qui permet un mouvement relatif entre deux éléments adjacents d'un ouvrage afin d'empêcher l'éclatement du béton.

- Les joints de désolidarisation doivent traverser la totalité de la profondeur des dalles sur sol aux endroits où elles sont contigües à des murs ou des poteaux et aux endroits où des mouvements horizontaux ou verticaux sont prévus.
- Les joints de désolidarisation ne sont pas requis dans les dalles sur sol qui sont liées à des murs ou des poteaux contigus par une armature d'acier.



Source images: BNQ 1809-500/207 Travaux de construction – Clauses techniques – Trottoirs et bordures en béton

Bonnes pratiques pour la fabrication des trottoirs et bordures – webinaire 3 décembre 2024

24

24

Confection des joints

Joints de retrait (de contrôle)

Joints de retrait (de contrôle): — joint destiné à favoriser la fissuration de retrait à des endroits spécifiques.

- Le plus tôt possible dans les dalles sur sol et les chaussées afin d'éviter le développement de fissures de retrait non contrôlées dans le béton.
- Exécutés par sciage à l'aide d'une lame au diamant (entre 8h et 24h), par façonnage à la main ou par insertion dans la surface du béton de bague.
- Généralement espacés à un maximum de 25 fois l'épaisseur de la dalle, selon un quadrillage d'au plus 4,5 m entre axe.

Article 7.3.2, CSA A23.1-19

Bonnes pratiques pour la fabrication des trottoirs et bordures – webinaire 3 décembre 2024

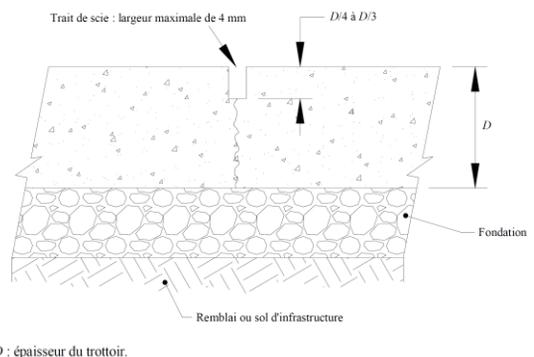
25

25

Confection des joints

Joints de retrait (de contrôle) longitudinaux (BNQ 1809-500/207)

- Doivent être faits à l'emplacement stipulé dans le plan fourni par l'ingénieur.
 - Indépendamment de la largeur de la structure, la distance entre deux joints doit être inférieure ou égale à 2,5 m.
- À moins d'avis contraire, ces joints doivent être faits par sciage le plus tôt possible pour résister à l'effritement et maximum 24h après le bétonnage.
- Profondeur de coupe $\frac{1}{4}$ à $\frac{1}{3}$ de l'épaisseur.
- Largeur maximale du trait de scie de 4 mm.



Source image: BNQ 1809-500/207 Travaux de construction – Clauses techniques – Trottoirs et bordures en béton

Bonnes pratiques pour la fabrication des trottoirs et bordures – webinaire 3 décembre 2024

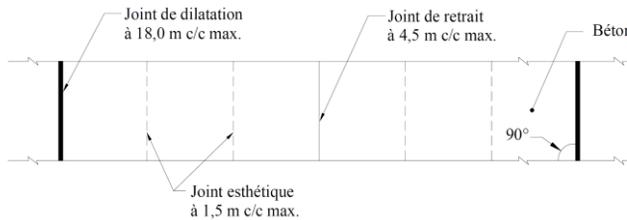
26

26

Confection des joints

Joints de retrait (de contrôle) transversaux

- Doivent être faits selon l'image ci-dessous, aux endroits suivants:
 - Au moins à tous les 4,5 m de trottoir;
 - De chaque côté de la partie basse des bateaux de porte et des bateaux pavés;
 - Vis-à-vis de chaque base de lampadaire
 - Vis-à-vis de chaque puisard
 - Parallèlement aux limites des éléments créant obstacles, ex.: boîte aux lettres, poteau électrique, etc.



Source image: BNQ 1809-500/207 Travaux de construction – Clauses techniques – Trottoirs et bordures en béton

Bonnes pratiques pour la fabrication des trottoirs et bordures – webinaire 3 décembre 2024

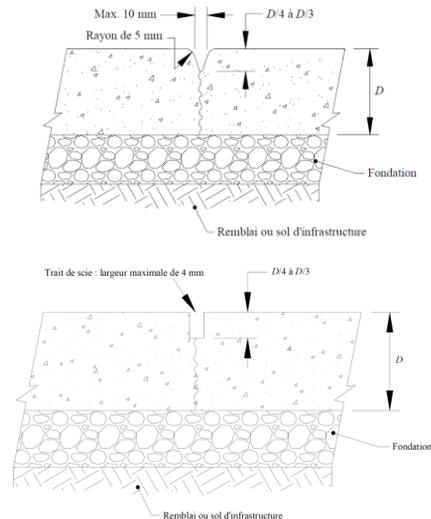
27

27

Confection des joints

Joints de retrait (de contrôle) transversaux

- Doivent être perpendiculaires à l'axe longitudinal du trottoir à l'aide de:
 - Outil à rainure creusant un sillon dont les bords de la rainure doivent être arrondis selon un arc de cercle d'un rayon de 5 mm et une largeur maximale de 10 mm.
 - Sciage aussitôt que le béton a durci suffisamment et au maximum 24h après le bétonnage. Largeur maximale de 4 mm
- Profondeur de coupe $\frac{1}{4}$ à $\frac{1}{3}$ de l'épaisseur.



D : épaisseur du trottoir.

Source image: BNQ 1809-500/207 Travaux de construction – Clauses techniques – Trottoirs et bordures en béton

Bonnes pratiques pour la fabrication des trottoirs et bordures – webinaire 3 décembre 2024

28

28

Confection des joints

Éviter les joints en «T»



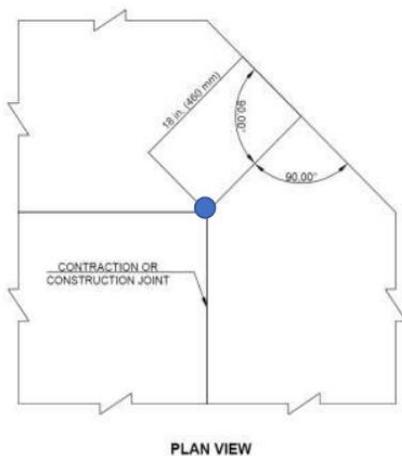
Bonnes pratiques pour la fabrication des trottoirs et bordures – webinaire 3 décembre 2024

29

29

Confection des joints

Percer un trou pour stopper la fissure d'un joint en «T»



Source: PNS Construction Technologies



Bonnes pratiques pour la fabrication des trottoirs et bordures – webinaire 3 décembre 2024

30

30



Cure du béton

31

31



Cure du béton

Régimes de cure admissibles (Tableau 19, CSA A23.1-19)

- **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
Trottoirs et bordures	1	Base	3 jours avec $T \geq 10^{\circ}\text{C}$, <u>ou</u> temps pour obtenir 40 % du f'c
	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

Bonnes pratiques pour la fabrication des trottoirs et bordures – webinaire 3 décembre 2024

32

32

Cure du béton

Méthodes de cure additionnelles: bétons avec fumée de silice

Recommandations

- 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.

Est-ce vraiment le cas avec les trottoirs???

Source: CSA A23.1-19, I.3.13 Article 7.8 - Cure

Bonnes pratiques pour la fabrication des trottoirs et bordures – webinaire 3 décembre 2024

33

33

Cure 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.

Bonnes pratiques pour la fabrication des trottoirs et bordures – webinaire 3 décembre 2024

34

34

Cure du béton

Généralités sur la cure

- Le matériel et les matériaux nécessaires pour assurer la protection du béton et sa cure doivent être disponibles et prêts à être utilisés avant le début du bétonnage.
- Doit débuter dès que le béton a suffisamment durci afin de ne pas abîmer sa surface.
- 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 déglçage.

Source: CSA A23.1-19

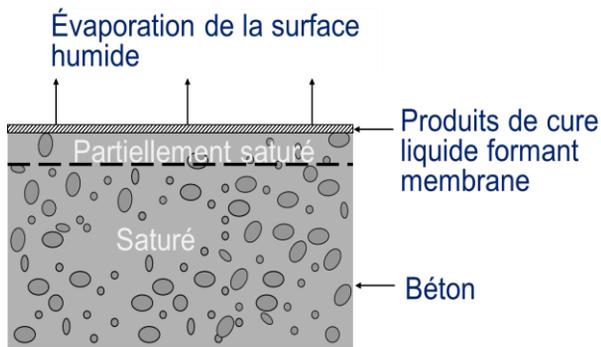
Bonnes pratiques pour la fabrication des trottoirs et bordures – webinaire 3 décembre 2024

35

35

Cure du béton

Produits de cure



Bonnes pratiques pour la fabrication des trottoirs et bordures – webinaire 3 décembre 2024

36

36

Cure du béton

Produits de cure à privilégier

Produits de cure formant une membrane selon ASTM C309

- Produits blancs pigmentés (type 2);
- Produits translucides avec colorant fugace (type 1-D);
- Produits translucides sans colorant (type 1), lorsque spécifiés dans les documents contractuels.

À partir du 15 octobre, ou avant cette date si la période de protection du béton à une température d'au moins 10°C est moins de 7 jours:

- Utiliser un produit de cure et de scellement à base de solvant et résine (minimum 20%), de type 1, de classe B, respectant les exigences ASTM C309.

Source: BNQ 1809-500/2017 Travaux de construction – Clauses techniques – Trottoirs et bordures en béton

Respecter le taux d'application recommandé par le manufacturier

Bonnes pratiques pour la fabrication des trottoirs et bordures – webinaire 3 décembre 2024

37

37

Cure du béton

Points à surveiller avec les produits de cure



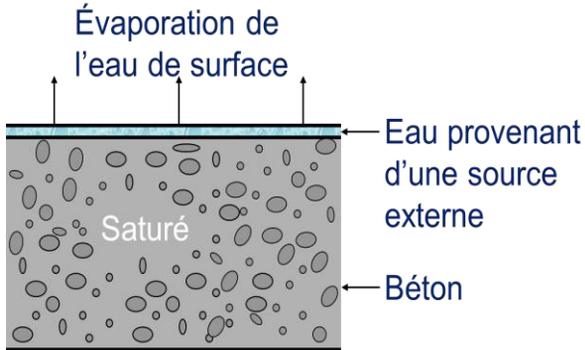
Bonnes pratiques pour la fabrication des trottoirs et bordures – webinaire 3 décembre 2024

38

38

Cure du béton

Cure à l'eau



Bonnes pratiques pour la fabrication des trottoirs et bordures – webinaire 3 décembre 2024

39

39

Cure du béton

Finition selon les règles de l'art?



Risques:

Écaillage, fissures, surface poussiéreuse,
etc.!!!

Bonnes pratiques pour la fabrication des trottoirs et bordures – webinaire 3 décembre 2024

40

40



Bétonnage par temps froid

41

41

Bétonnage par temps froid

Recommandations du BNQ 1809-500/2017

En absence d'abri:

- Le béton ne doit être mis en place si la température ambiante est inférieure à -5°C .

Si la température ambiante est inférieure à 5°C ou qu'il y a une probabilité que cette température soit atteinte pendant les 24h suivant la mise en place du béton, l'entrepreneur doit:

- Ne jamais coulé sur une fondation gelée;
- Les armatures et treillis doivent être à une température supérieure à 0°C .

Source: BNQ 1809-500/2017 Travaux de construction – Clauses techniques – Trottoirs et bordures en béton

42

42

Bétonnage par temps froid

Recommandations du BNQ 1809-500/2017

Il est recommandé d'utiliser un ciment type HE, un mélange de haute résistance initiale ou un béton de résistance supérieure.

- S'assurer de la protection du béton pendant l'équivalent de 7 jours à une température ambiante d'au moins 10°C ou pendant le temps nécessaire pour atteindre 70% du f'c.

NOTE: Selon CSA A23.1, la cure de type 2 est de 7 jours à une température ambiante d'au moins 10°C et pendant le temps nécessaire pour atteindre 70% du f'c.

La réduction de la période de cure par des moyens visant l'obtention de la résistance du béton sur une courte période de temps ne doit se faire qu'avec l'autorisation du propriétaire (article 7.8.3.2.1)

¹Autre option: béton avec accélérateur de prise



Bétonnage par temps chaud

Bétonnage par temps chaud

Définition et quoi faire?

Qu'est-ce que le bétonnage par temps chaud?

- 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).

Quoi faire par temps chaud?

- Les mesures appropriées doivent être prises pour assurer la protection du béton mis en place contre les effets du temps chaud et (ou) sec.

Source: CSA A23.1-19

Bonnes pratiques pour la fabrication des trottoirs et bordures – webinaire 3 décembre 2024

45

45

Bétonnage par temps chaud

Cure par temps chaud (CSA A23.1-19)

- Lorsque la température ambiante est de 27 °C ou plus, la cure pendant la période de cure de base doit se faire par arrosage ou par utilisation d'un tissu absorbant saturé d'eau, sauf indication contraire.

Notes: Sinon, les produits de cure peuvent être utilisés dans certaines conditions d'application par temps chaud avec l'autorisation du maître d'ouvrage et, si utilisés, ces produits devraient être appliqués suivant les recommandations du fabricant.



Source: CSA A23.1-19

Bonnes pratiques pour la fabrication des trottoirs et bordures – webinaire 3 décembre 2024

46

46

Bétonnage par temps chaud

BNQ 1809-500/2017

Si les travaux ne peuvent pas être reportés ou retardés par temps chaud

- Recommander d'utiliser un retardateur de prise, réducteur d'eau ou de la glace;
- Humidifier la fondation immédiatement avant la mise en place du béton;
- Appliquer un produit de cure formant une membrane de couleur blanche immédiatement après la finition.
- Dans des conditions d'évaporation sévères, il est recommandé de procéder à la brumisation et faire une cure à l'eau pour une durée de 24h en débutant le plus tôt possible après la finition
- Autre méthode approuvée par l'ingénieur



Source: BNQ 1809-500/2017 Travaux de construction – Clauses techniques – Trottoirs et bordures en béton

Bonnes pratiques pour la fabrication des trottoirs et bordures – webinaire 3 décembre 2024

47

47



Critères d'acceptation du béton

48

48

Critères d'acceptation du béton

Niveau de résistance à la compression satisfaisant

- Le niveau de résistance à la compression du béton doit être jugé satisfaisant si, pour une classe de résistance donnée, les deux critères suivants sont respectés pour le béton produit avec un même dosage :
 - a) chaque essai de résistance à la compression doit donner un résultat égal ou supérieur au résultat d'essai acceptable (REA), où REA = résistance à la compression spécifiée – 3,5 MPa quand la résistance à la compression spécifiée est de 35 MPa ou moins; ou où $ATR = 0,90 \times$ résistance spécifiée quand la résistance à la compression spécifiée est supérieure à 35 MPa ; et
 - b) la moyenne mobile de trois essais consécutifs de résistance à la compression du même béton est égale ou supérieure à la résistance à la compression spécifiée.
- Ces exigences ne doivent pas s'appliquer aux éprouvettes soumises à une cure sur chantier.

Article 4.4.2.2.1.1 , CSA A23.1-19

Bonnes pratiques pour la fabrication des trottoirs et bordures – webinaire 3 décembre 2024

49

49

Critères d'acceptation du béton

Niveau de résistance à la compression satisfaisant

- La résistance à la compression du béton à l'emplacement dans l'ouvrage représenté par les essais sur carottes est considérée acceptable :
- si la moyenne de groupe de trois carottes prélevées de la partie concernée de l'ouvrage est égale à au moins 85 % de la résistance spécifiée ; et
- si aucune des carottes n'a une résistance inférieure à 75 % de la résistance spécifiée.

Article 4.4.2.2.2 , CSA A23.1-19

Bonnes pratiques pour la fabrication des trottoirs et bordures – webinaire 3 décembre 2024

50

50

Critères d'acceptation du béton

D'où proviennent les 75 et 85% de la résistance

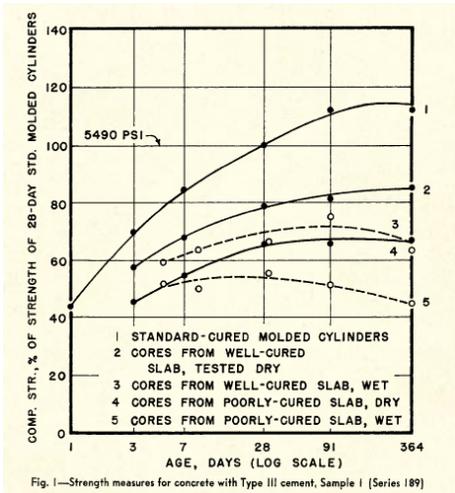


Fig. 1—Strength measures for concrete with Type III cement, Sample I (Series 189)

Source: Bloem, 1965 à l'exception .4

1. Les échantillons extraits par carottage d'une dalle expérimentale ont une résistance inférieure au cylindre de référence ayant reçu une cure normalisée.
2. Une cure de mauvaise qualité donnera une résistance encore plus défavorable qu'une cure idéale de la dalle.
3. Dans plusieurs cas, les carottes n'atteindront jamais la résistance la référence.
4. Les éprouvettes de béton pour la résistance à la compression sont confectionnées selon une procédure bien établie (bonne consolidation) alors que la mise en place en chantier est moins contrôlée.

51

Critères d'acceptation du béton

D'où proviennent les 75 et 85% de la résistance



- En se mettant dans le contexte d'un chantier de trottoirs, il est clair que les conditions de cure, tant au niveau des températures que le recours à une cure chimique qui est moins performante qu'une cure humide, sont des facteurs aggravants sur le gain de résistance.

52



Contrôle de la qualité

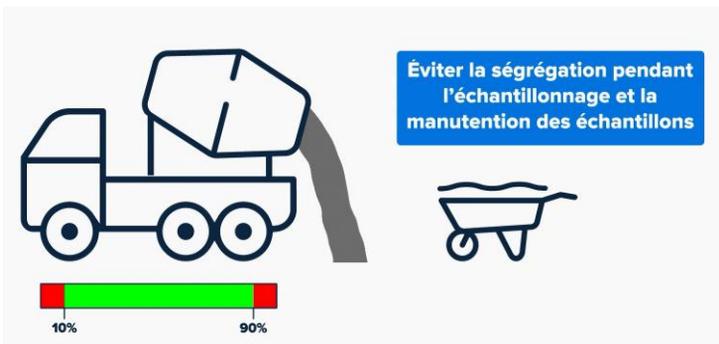
53

53

Contrôle de la qualité en chantier



Échantillonnage du béton plastique, CSA A23.2-1C



Source: Vidéo formation sur aciquebec.com

- Procédure pour obtenir un échantillon de béton frais représentatif à partir d'une bétonnière pour effectuer les essais et évaluer sa traçabilité par rapport à l'ouvrage.
- Critères importants
 - L'échantillonnage doit être prélevé entre 10 et 90 % du déchargement.
 - Échantillon d'au moins 20 L.
 - Pas plus de 10 minutes entre le prélèvement de l'échantillon et son remalaxage pour uniformité

54

54

Contrôle de la qualité en chantier

Affaissement du béton, CSA A23.2-5C



- Un échantillon de béton fraîchement malaxé est placé et compacté au moyen d'un bourroir dans un moule ayant la forme d'un cône tronqué.
- Le moule est soulevé pour laisser le béton s'affaisser.
- La distance verticale entre la position originale et la distance déplacée du centre du sommet de béton est mesurée et notée comme étant l'affaissement du béton (au 5 mm près).



Source: Vidéo formation sur aci Quebec.com (archives)

Bonnes pratiques pour la fabrication des trottoirs et bordures – webinaire 3 décembre 2024

55

55

Contrôle de la qualité en chantier

Affaissement du béton, CSA A23.2-5C

- Les affaissements sont mesurés au 5 mm près;
- La CSA A23.1 ne spécifie pas les affaissements hormis pour le béton de dallage.



Inférieur à 80 mm : ± 20 mm



Entre 80 et 180 mm: ± 30 mm



Plus de 180 mm: ± 40 mm

Bonnes pratiques pour la fabrication des trottoirs et bordures – webinaire 3 décembre 2024

56

56

Contrôle de la qualité en chantier

Détermination de la teneur en air du béton plastique
Méthode de pression d'air, CSA A23.2-4C



- Une pression d'air est appliquée à un volume connu de béton pour comprimer l'air entraîné dans le béton.
- Ne conviens pas à la détermination de la teneur en air de bétons contenant des granulats légers ou poreux.

Source: Vidéo formation sur aciquebec.com

Bonnes pratiques pour la fabrication des trottoirs et bordures – webinaire 3 décembre 2024

57

57

Contrôle de la qualité en chantier

Détermination de la teneur en air du béton plastique
Méthode volumétrique, CSA A23.2-7C



- Méthode d'essai pour déterminer la teneur en air d'un b béton plastique par déplacement d'eau.
- Cette méthode d'essai peut être utilisée pour tous les bétons, mais généralement utilisée pour les bétons de granulat léger.

Source: Vidéo formation sur aciquebec.com

Bonnes pratiques pour la fabrication des trottoirs et bordures – webinaire 3 décembre 2024

58

58

Contrôle de la qualité béton durci (qualification)

Détermination du facteur d'espacement



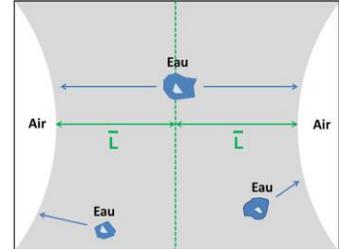
Microscope utilisé pour l'essai



Plaque de béton poli pour essai



Vue au microscope



Béton standard:

- moyenne: $\leq 230 \mu\text{m}$
- aucun résultat individuel $>260 \mu\text{m}$
- Teneur en air béton durci $\geq 3,0\%$

Béton E/L $\leq 0,36$

- moyenne: $\leq 250 \mu\text{m}$
- aucun résultat individuel $>300 \mu\text{m}$

Photos: SNC Lavalin

Bonnes pratiques pour la fabrication des trottoirs et bordures – webinaire 3 décembre 2024

59

59

Contrôle de la qualité en chantier

Détermination de la température du béton de ciment hydraulique frais, CSA 23.2-17C



Source: Vidéo formation sur aciquebec.com (archives)

- Immerger le dispositif de mesure de la température dans le béton, en veillant à insérer la sonde proprement dite dans au moins 75 mm de béton.
- Laisser le dispositif de mesure de la température dans le béton pendant au moins 2 minutes, ou jusqu'à ce que la lecture se soit stabilisée.
- Effectuer la mesure de la température du béton frais dans les 5 minutes qui suivent l'obtention de l'échantillon.

Bonnes pratiques pour la fabrication des trottoirs et bordures – webinaire 3 décembre 2024

60

60

Contrôle de la qualité en chantier

Confection et cure des éprouvettes de béton destinées aux essais de compression et de flexion, CSA A23.2-3C



- Le moulage des échantillons doit être terminé dans les 20 minutes suivant l'échantillonnage.

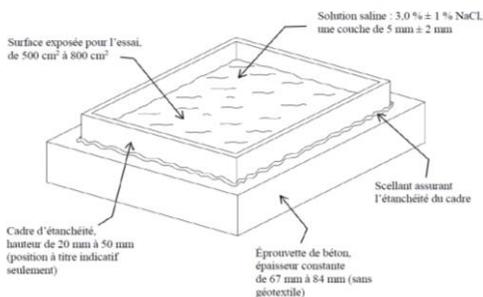
Bonnes pratiques pour la fabrication des trottoirs et bordures – webinaire 3 décembre 2024

61

61

Contrôle de la qualité sur béton durci (qualification)

Essai d'écaillage BNQ 2621-905



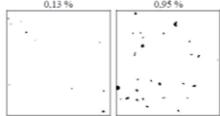
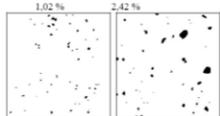
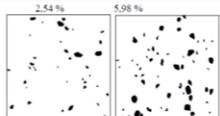
- Essai déterminant la résistance d'un béton et du gros granulat, exposée aux cycles de gel-dégel et en contact avec des sels de déglacage, à la dégradation par écaillage
- Mesures de perte de matériel à 7, 21, 35 et 56 cycles
- À 56 cycles : moyenne de la valeur cumulée des deux plaques (0,01 kg/m²)
- Limite max: de 0,5 kg/m² à 56 cycles
- Photo des plaques avant et après l'essai

Bonnes pratiques pour la fabrication des trottoirs et bordures – webinaire 3 décembre 2024

62

Contrôle de la qualité béton durci (qualification)

Essai d'écaillage BNQ 2621-905

Cote	Charte visuelle	Portion de la surface écaillée — cônes d'éclatement	État de la surface
A	0,13 % 0,95 % 	≤ 1 %	Aucun ou peu de cônes d'éclatement en surface
B	1,02 % 2,42 % 	> 1 % et ≤ 2,5 %	Présence faible à modérée de cônes d'éclatement en surface
C	2,54 % 5,98 % 	> 2,5 %	Présence importante et sévère de cônes d'éclatement en surface

Cote	Portion de la surface écaillée — mortier de surface	État de la surface
0	≤ 1 %	Aucun écaillage du mortier de surface
1	> 1 % et ≤ 5 %	Écaillage très léger du mortier de surface
2	> 5 % et ≤ 10 %	Écaillage modéré du mortier de surface
3	> 10 % et ≤ 30 %	Écaillage important du mortier de surface
4	> 30 % et ≤ 50 %	Écaillage sévère du mortier de surface
5	> 50 %	Écaillage très sévère du mortier de surface

NOTE — Le pourcentage de surface écaillée associée au mortier de surface est à titre indicatif seulement.

Bonnes pratiques pour la fabrication des trottoirs et bordures – webinaire 3 décembre 2024

63

Contrôle de la qualité béton durci (qualification)

Essai d'écaillage BNQ 2621-905: sans pop-out

Avant l'essai



Après 56 cycles (0,27 kg/m² de perte)

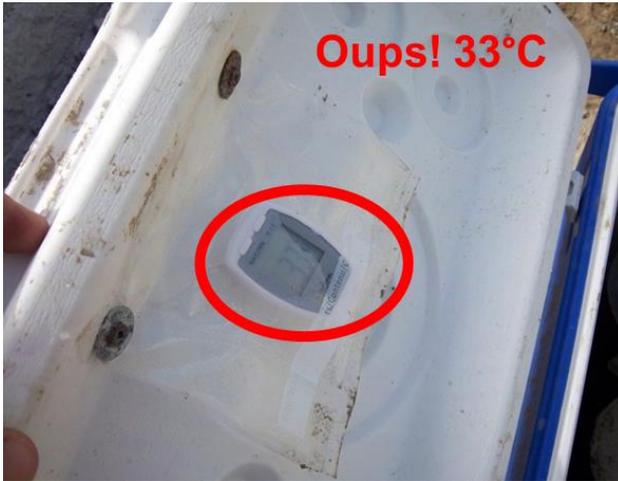


Bonnes pratiques pour la fabrication des trottoirs et bordures – webinaire 3 décembre 2024

64

Contrôle de la qualité en chantier

Confection et cure des éprouvettes de béton destinées aux essais de compression et de flexion, CSA A23.2-3C



- Température pendant la période de cure initiale
- Conserver les éprouvettes dans un environnement contrôlé où la température est maintenue entre 15 °C et 25 °C;
- Prendre les mesures indiquées pour empêcher la perte d'humidité des éprouvettes;
- Noter les températures maximale et minimale à l'intérieur de l'enceinte de cure, au cours de la période de cure initiale.

Bonnes pratiques pour la fabrication des trottoirs et bordures – webinaire 3 décembre 2024

65

65

Contrôle de la qualité en chantier

Éprouvettes non conformes



- «Si l'un ou l'autre des cylindres démontre de façon évidente que l'échantillonnage, le moulage, la manutention, la cure ou l'essai ont été effectués incorrectement, ce cylindre doit être rejeté. La résistance des cylindres d'essai restants doit être considérée comme le résultat de l'essai.»

Article 4.4.2.2.1.2, CSA A23.1-19

Contrôle de la température?!?

Bonnes pratiques pour la fabrication des trottoirs et bordures – webinaire 3 décembre 2024

66

66

Contrôle de la qualité en chantier

Exemples de non-conformités



QUESTIONS

CODE POUR ATTESTATION

C-2





520, D'Avaugour, bureau 2200
Boucherville (Québec) J4B 0G6
Tél. : (450) 650-0930
Sans frais: (855) 650-0930
Télec. : (450) 650-0935
Courriel: info@betonabq.org
Web: betonabq.org