

Techno-béton

TB N° 9

Erratum

**Le paragraphe de la page 9 intitulé :
3-4) Insuffisance de joints.**

«Il faut prévoir un joint dans le mur de fondation lorsque sa longueur est supérieure à 25 m linéaire. Par la suite, les joints doivent être localisés à tous les 15 m.»

Est remplacé par:

«Il faut prévoir un joint dans le mur de fondation lorsque sa longueur est supérieure à 5 m linéaire. On localise les joints à la demi-longueur du mur ou dans l'axe latéral d'une ouverture (porte ou fenêtre).»

Pour toutes informations supplémentaires, visitez notre site au www.betonabq.org ou contactez notre directeur technique.

Techno-béton

BULLETIN TECHNIQUE

publié par l'Association béton Québec

nº 9

LE BÉTON POUR USAGE RÉSIDENTIEL

1) INTRODUCTION

Les constructions résidentielles sont composées de nombreux éléments en béton : semelles et murs de fondations ou murs hors sol, dalles de sous-sol et de garage et terrasses en sont quelques exemples. La performance de tous ces éléments en béton dépend de facteurs diversifiés allant des conditions d'exposition à la qualité des matériaux et l'expertise de la main-d'œuvre.

2) DESCRIPTION DES ÉLÉMENTS

2-1) Fondations et murs

Les fondations comprennent des semelles filantes et isolées (*footing*) et les murs. Les semelles servent à répartir les charges sur le sol et sont requises sous les murs, les piliers ou les poteaux, les foyers et les cheminées. Elles doivent reposer sur un sol naturel, exempt de racines, de souches et de matières organiques et le sol doit être non remanié par l'excavation ou la circulation d'équipement¹ (figure 1). Pour assurer la liaison entre les semelles et les murs de fondations, un joint mécanique (ou une clé) est recommandé entre les deux éléments (figure 2).

Il est nécessaire d'imperméabiliser la face extérieure des murs de fondation au-dessous

du niveau du sol² représentant la partie remblayée. Le plus souvent, l'imperméabilisant utilisé est constitué d'une émulsion de bitume appliquée à chaud ou à froid. Il faut porter une attention particulière à l'application continue et à l'adhérence de cet imperméabilisant avec le béton. Il est également possible d'utiliser de nouveaux types d'imperméabilisants comme des membranes autocollantes et celles composées de matières plastiques.

Depuis quelques années, les murs de fondation peuvent être réalisés dans des coffrages permanents en matériaux isolants³. Ces murs de fondation nécessitent une membrane autocollante ou préfabriquée en matière plastique pour la partie remblayée (figures 3 et 4).

Figure 1 - Semelles reposant sur un sol non remanié



¹ Article 9.12.2.1. du CNB (référence 7-4).

² Article 9.13.1.1. du CNB (référence 7-4).

³ Pour obtenir de plus amples renseignements sur les coffrages isolants, se référer au site Internet de l'Association Canadienne du Ciment, www.ciment.ca.

Figure 2 - Clé et drain

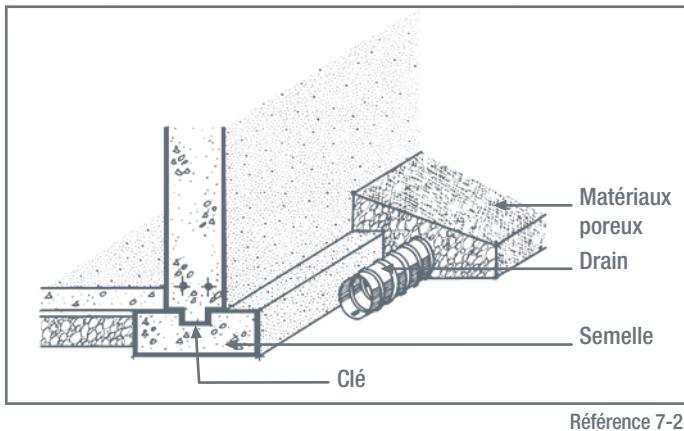


Figure 3 - Mise en place du béton dans des coffrages isolants



Figure 4 - Fondation résidentielle en coffrage isolant



2-2) Dalles

La dalle du sous-sol est protégée des intempéries tandis que la dalle de garage est soumise à l'effet des sels déglaçants provenant de la fonte de la neige agglomérée aux voitures. Quant à la dalle extérieure (telle une entrée), elle est en plus sujette aux cycles de mouillage/séchage et de gel/dégel. Il est donc nécessaire d'utiliser un béton de meilleure durabilité pour les dalles intérieures et extérieures du garage que pour celles du sous-sol.

2-3) Balcons, escaliers et terrasses

Les éléments tels que les balcons, les escaliers et les terrasses fabriqués en béton sont exposés aux intempéries et sont également sujets à l'application de sels déglaçants⁴. Le béton destiné à ces éléments doit aussi avoir une meilleure durabilité.

2-4) Recommandations

Le tableau 1 décrit les caractéristiques du béton frais et durci selon la norme CSA A23.1 et selon les pratiques courantes de l'industrie pour les différents éléments de béton résidentiel. Il est à noter que les valeurs de l'affaissement sont omises du tableau. Ces valeurs doivent être spécifiées lors de la commande du béton selon la méthode de mise en place utilisée.

2-5) Certification des usines de béton

La majorité des producteurs de béton du Québec détiennent une certification du Bureau de Normalisation du Québec (BNQ) attestant que le béton fabriqué et livré par les usines est conforme aux normes de qualité en vigueur (référence 7-3). L'ABQ recommande que tous les bétons destinés aux différents éléments résidentiels énumérés au tableau 1 soient certifiés NQ 2621-905. Une copie du certificat de conformité de la centrale de production du béton peut être jointe à la soumission.

⁴ Il est recommandé d'utiliser des abrasifs (par exemple sable et gravillons) en remplacement des sels déglaçants sur le béton.

Tableau 1 - Caractéristiques du béton frais et durci

Éléments en béton	Résistance à la compression à 28 jours (MPa)	Rapport eau/liant	Grosseur nominale maximale du gros granulat ^(d) (mm)	Présence ou non d'air entraîné
Semelles des fondations	20 ^(a)	N/A ^(c)	20	Sans air entraîné
Murs de fondations	20 ^(a)	N/A	20	Avec air entraîné ^(e) (4 à 7 %)
Dalles de sous-sol (intérieures)	25 ^(a)	N/A	20	Sans air entraîné
Dalles de garage (intérieures et extérieures)	32 ^(b)	0,45	20	Avec air entraîné (5 à 8 %)
Balcons, escaliers et galeries	32 ^(b)	0,45	20	Avec air entraîné (5 à 8 %)
Terrasses extérieures et bords de piscine	30 ^(b)	0,50	20	Avec air entraîné (5 à 8 %)
Murs dans les coffrages isolants	25 (a)	N/A	14	Avec ou sans air entraîné

(a) Valeurs provenant de la pratique courante.

(b) Valeurs provenant de la norme CSA A23.1 (référence 7-5).

(c) N/A pour non applicable

(d) La grosseur nominale maximale du granulat est généralement de 20 mm, mais la dimension peut être diminuée pour permettre l'usage de pompes de petit diamètre et pour la mise en place dans des éléments minces.

(e) Contrairement aux semelles situées sous la ligne de gel, le béton destiné aux murs de fondation doit contenir un certain volume d'air entraîné pour assurer sa résistance aux cycles de gel/dégel.

3) FACTEURS AFFECTANT LA QUALITÉ DES ÉLÉMENTS EN BÉTON

3-1) Faible capacité portante du sol

Une étude des sols doit être effectuée pour s'assurer que la dimension des semelles de fondations est appropriée à la capacité portante du sol. L'excavation doit être nivelée jusqu'au dessous de la semelle sous laquelle le sol doit demeurer non remanié.

3-2) Mauvaise pierre dans les remblais

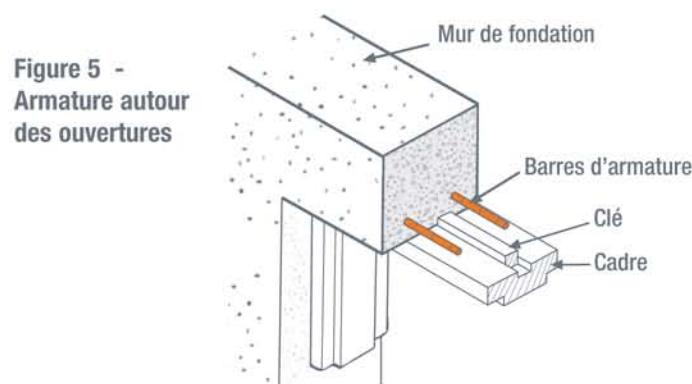
Au Québec, les granulats destinés aux fondations doivent être certifiés « db » (pour dalle de béton). La pierre de remblai doit être certifiée selon la norme NQ 2560-500 et le protocole NQ 2560-510. Le bordereau de livraison des granulats provenant de la carrière atteste cette certification par un numéro. Sur demande, l'entrepreneur peut obtenir une attestation de conformité du fournisseur de granulats.

Il est à noter que le problème de pyrite rencontré dans certaines régions du Québec au niveau des fondations est généralement relié à la pierre utilisée comme remblai granulaire sous la dalle de béton et non à la pierre utilisée

dans la fabrication du béton lui-même. Les granulats utilisés par les producteurs de béton certifiés selon le protocole NQ 2621-905 rencontrent toutes les exigences de contrôle de qualité des matériaux utilisés.

3-3) Insuffisance d'armature

Des barres d'armature doivent être utilisées autour des ouvertures (portes et fenêtres) dans les murs de fondation (figure 5).



3-4) Insuffisance de joints

Il faut prévoir un joint dans le mur de fondation lorsque sa longueur est supérieure à 5 m linéaire. On localise les joints à la demi-longueur du mur ou dans l'axe latéral de l'ouverture (porte ou fenêtre).

3-5) Utilisation inappropriée des coffrages

Tous les coffrages doivent être construits solidement de façon à supporter la pression exercée par le béton frais lors de la mise en place. Les coffrages doivent demeurer en place au minimum 24 heures (idéalement 3 jours) après la fin du bétonnage (figure 6).

Figure 6 - Durcissement du béton frais dans les coffrages



3-6) Mise en place inadéquate

La mise en place du béton devrait être faite de façon continue afin d'éviter les joints froids et la cure devrait suivre sans délai. L'ajout excessif d'eau au chantier provoque du ressouage, de la ségrégation et une baisse des propriétés mécaniques et de durabilité du béton. Pour faciliter la mise en place, il est plutôt recommandé d'ajouter du superplastifiant afin d'augmenter l'affaissement. Il est à noter que le ressouage excessif peut aussi être causé par l'application du béton frais directement sur une membrane imperméable⁵.

3-7) Mauvaises protections du béton

Lorsque le béton est mis en place par temps froid, il est plus vulnérable au gel. Il faut donc appliquer des protections supplémentaires lors de la mise en place et de la cure du béton. Il est recommandé

d'utiliser un béton avec air entraîné afin d'améliorer la maniabilité pour la mise en œuvre du béton, mais aussi pour prévenir les effets des cycles de gel/dégel à jeune âge⁶. L'utilisation d'un accélérateur de prise peut également être requise. Il est à noter que l'utilisation de coffrages isolants facilite la mise en place du béton par temps froid.

4) BONNES PRATIQUES RECOMMANDÉES

4-1) Cure du béton et remblayage des fondations

Les bonnes pratiques recommandées par l'Association provinciale des constructeurs d'habitations du Québec (APCHQ⁷) pour la cure du béton et le remblayage des fondations sont les suivantes :

- Le remblai des fondations ne doit être effectué qu'après une cure du béton d'au minimum 5 jours en été et de 7 jours durant la saison froide. Avant ce laps de temps, le béton n'a pas la résistance minimale voulue pour retenir les poussées latérales exercées par le sol de remblai. Un délai plus court est permis si la structure du plancher est complétée, cette dernière offrant un support supplémentaire aux murs de fondation.
- Il faut s'assurer que les béliers ou pelles mécaniques et la méthode de remblai n'exercent pas de trop grande pression sur le mur de fondation. Par exemple, il faut éviter de pousser la terre directement à angle droit contre le mur de fondation. De même, les équipements ne doivent pas trop s'approcher du mur, car leur poids et les vibrations produites y exercent une pression qui peut s'avérer dommageable pour le mur de fondation⁸.
- La pression des pierres peut parfois endommager l'enroulage bitumineux et même causer la fissuration

⁵ Lorsqu'une membrane imperméable est utilisée, il est recommandé d'y placer une couche de sable humide de 25 à 50 mm afin de minimiser la fissuration de la dalle de béton. Pour obtenir de plus amples renseignements sur l'utilisation de cette membrane, se référer à la section 3.2.3. de la publication de l'ACI 302.

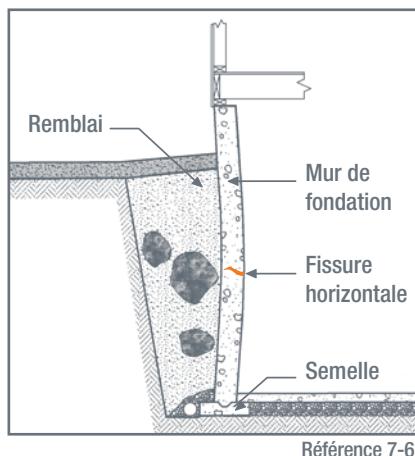
⁶ Pour obtenir de plus amples renseignements sur les conditions de mise en place hivernale, se référer au Techno-béton N°12.

⁷ Pour obtenir de plus amples renseignements sur les recommandations de l'APCHQ, se référer au site Internet www.apchq.com.

⁸ Ces spécifications proviennent de l'article 9.12.3.1.1 du Code National du Bâtiment (référence 7-4).

de la fondation. Les remblais effectués à moins de 600 mm (24 pouces) des fondations ne doivent pas contenir de pierres ou de débris plus gros que 250 mm (10 pouces) (figure 7).

Figure 7 -
Pression des
pierres sur
le mur de
fondation



Référence 7-6

4-2) Drainage des sols

Selon l'APCHQ, il est possible de favoriser le drainage du sol en planifiant judicieusement le remblayage en périphérie des fondations :

- la partie profonde doit être remblayée avec un matériau poreux (pierre nette) pour un écoulement efficace vers le drain périphérique (drain français) (figure 2);
- le remblai de finition et la couche supérieure du remblai doivent être plus compacts et en pente. Ainsi, l'eau est retenue dans la partie plus étanche avant d'être éloignée des fondations en suivant la pente du sol.

5) FISSURATION

Des pratiques inadéquates de mise en place et de cure, plus spécifiquement des ajouts excessifs d'eau au chantier, favorisent l'apparition de fissures aléatoires⁹. Les fissures peuvent aussi être causées par une absence, un manque ou une mauvaise localisation des joints¹⁰. Selon le type d'ouvrage et les conditions d'exposition, il peut être nécessaire de

colmater ces fissures afin d'éviter l'infiltration d'eau à l'intérieur du sous-sol.

Voici les différents types de fissures qui peuvent se produire dans les éléments résidentiels en béton :

5-1) Fissures de retrait au séchage

Le séchage du béton provoque un retrait qui amène souvent l'apparition de fissures. Il est recommandé d'effectuer des joints de retrait pour mieux contrôler le développement de ce type de fissures.

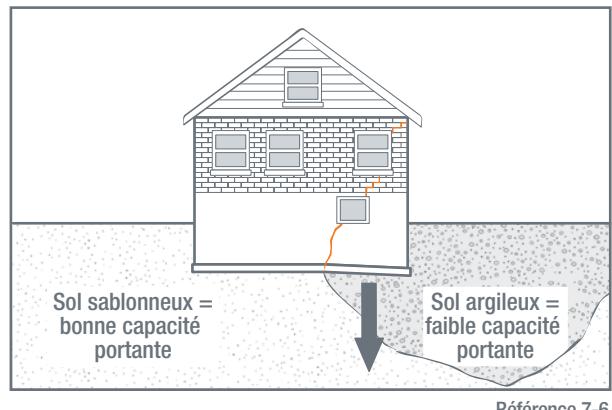
5-2) Fissures thermiques

Les fissures thermiques résultent d'un écart de température important entre le béton à jeune âge et la température ambiante. Elles apparaissent principalement lors de travaux hivernaux, lorsque le béton est décoffré trop tôt ou lors de l'absence ou de l'insuffisance de cure¹¹.

5-3) Fissures de tassement

Les fissures de tassement peuvent résulter d'une semelle sous-dimensionnée selon la capacité portante du sol, d'une capacité portante non-uniforme, d'un sol remanié, d'une compacité déficiente du remblai granulaire ou de la présence de sol organique (figure 8).

Figure 8 - Capacité portante variable



Référence 7-6

⁹ Pour obtenir de plus amples renseignements sur la fissuration non-structurale du béton, se référer au Techno-béton N°4.

¹⁰ Pour obtenir de plus amples renseignements sur les joints dans les dalles de béton, se référer au Techno-béton N°6.

¹¹ Pour obtenir de plus amples renseignements sur le bétonnage par temps froid et la cure du béton, se référer aux Techno-bétons N°12 et N°8.

5-4) Fissures structurales (non reliées au sol)

Les fissures structurales sont associées à un béton fragilisé par :

- les opérations de remblayage lorsque les équipements de terrassement circulent trop près des murs et que le temps de durcissement du béton est incomplet;
- un manque de protection lorsqu'il est soumis à des conditions climatiques défavorables.

6) RECOMMANDATIONS

- Connaître les conditions de sol du site.
- Éviter de remanier le sol sous les fondations.
- Spécifier un béton adapté à l'élément à construire.
- Prévoir des joints lorsque nécessaire.
- Utiliser des coffrages et de l'armature adéquats.
- Consolider suffisamment le béton lors de la mise en place.

- Respecter la période de cure du béton avant de procéder au décoffrage et au remblayage.
- Imperméabiliser les fondations de manière appropriée.
- S'assurer d'un drainage suffisant autour des murs de fondation.
- Utiliser des abrasifs en remplacement des sels de déglaçage sur le béton à jeune âge.

7) RÉFÉRENCES

- 7-1) ACI. *Guide to Residential Cast-in-Place Concrete Construction*. États-Unis. American Concrete Institute, 1984, 37 p. (ACI 332R-84).
- 7-2) APCHQ. *Normes techniques: fondations, semelles, murs de fondation, le béton*. Québec, 2005. Site Internet www.apchq.com.
- 7-3) BNQ. *Bétons de masse volumique normale et constituants - Protocole de certification*. Bureau de normalisation du Québec, Québec, 36p. (NQ 2621-905/2002, M2005).
- 7-4) CNB. *Code de construction du Québec-Chapitre 1, Bâtiment, et Code national du bâtiment - Canada 1995 (modifié)*. CNRC-NRC, Institut de recherche en construction.
- 7-5) CSA. *Béton : constituants et exécution des travaux / Essais concernant le béton*. Canada. Association canadienne de normalisation, décembre 2004. 453 p. (CSA A23.1/2).
- 7-6) Carson, Dunlop & Associates, *Structure, roofing and the exterior. The Illustrated home series*. Canada 2000.

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
Téléc.: (514) 731-5067
www.betonabq.org