

LES FACTEURS AFFECTANT LA RÉSISTANCE À LA COMPRESSION DES ÉPROUVETTES DE BÉTON

15

TECHNOBÉTON

BULLETIN TECHNIQUE

1. INTRODUCTION

Le résultat des résistances à la compression du béton est le critère conditionnel à l'homologation du béton selon les spécifications du devis. Les conditions initiales de cure des éprouvettes de béton doivent être effectuées selon les spécifications normatives. Il est important de connaître et d'enrayer les facteurs qui affectent la qualité des éprouvettes fabriquées à partir du béton frais

2. ESSAIS ET RÉSULTATS

Au Canada, le béton doit respecter les spécifications de la norme CSA A23.1/A23.2. La section A23.1 couvre la production, la livraison et le prélèvement des échantillons en chantier. La section A23.2 décrit les méthodes d'échantillonnage et d'essais requis pour l'évaluation de la qualité du béton. Selon les saisons et les conditions de cure au chantier, le résultat d'un échantillon de béton peut varier et influencer négativement l'évaluation de la qualité du béton. Il appert que les conditions permettant cette évaluation sont souvent contraires aux spécifications normatives.

2.1 FRÉQUENCE ET NOMBRE D'ESSAIS; ARTICLE 4.4.6.3 DE LA NORME CSA A23.1

Voici la citation intégrale :
SOUS-SECTION 4.4.6.3.1

« Au moins un essai de résistance doit être effectué sur chaque 100 m³ de béton mis en place (ou partie de ce béton). On doit effectuer au moins un résultat d'essai de résistance chaque jour pour le béton produit selon un même dosage. Lorsque le béton utilisé est un béton à haute performance ou à haute résistance, ou lorsque les exigences structurales sont critiques, le maître d'ouvrage peut exiger une fréquence d'essai plus élevée qui doit être indiquée dans les documents contractuels. »

SOUS-SECTION 4.4.6.3.2

« Lorsque la fréquence des essais prescrite à l'article 4.4.6.3.1 prévoit moins de trois résultats d'essais de résistance pour une classe de béton donnée, les résultats d'essais de résistance doivent être effectués à partir d'au moins trois gâchées choisies au hasard dans un même projet.

Note : Lorsque le volume total de béton ayant un même dosage est inférieur à 50 m³, le maître d'ouvrage peut déroger aux essais de résistance si d'après lui tout semble indiquer que le béton a la résistance prescrite. »

2.2 CYLINDRES À CURE NORMALISÉE; ARTICLE 4.4.6.6.1 DE LA NORME CSA A23.1

Voici l'article intégral de la norme :

« 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.

NOTES :

1) L'écart type étant indiqué par la lettre «s», on peut prévoir que ces critères seront atteints avec une probabilité élevée

lorsque le béton est dosé de façon à produire une résistance moyenne au-delà de la résistance moyenne comme suit :

a) 1,4 fois l'écart type (1,4 s) au-delà de la résistance spécifiée lorsque l'écart type (s) n'est pas supérieur à 3,5 MPa ; et

b) 2,4 fois l'écart type diminué de 3,5 MPa (2,4 s – 3,5 MPa) au-delà de la résistance spécifiée lorsque l'écart type (s) est supérieur à 3,5 MPa.

2. L'écart type utilisé à la note 1) devrait être basé sur au moins 30 essais de résistance consécutifs, représentant un béton produit selon un même dosage.

3. On peut prévoir que pris séparément, les résultats des essais d'un béton satisfaisant à ces exigences sont une fois sur 10 inférieurs à la résistance spécifiée.

4. Pour plus de renseignements sur l'analyse statistique de la résistance à la compression du béton, voir la ACI 318 et la ACI 214.».

Il est à noter que l'évaluation de moins de trois résultats est considérée insuffisante pour représenter convenablement le résultat final de la résistance à la compression du béton mis en place. Il est fortement suggéré, lors de faibles résultats de résistance à la compression, de se référer aux résultats du producteur de béton avant de refuser systématiquement le béton. L'article 4.4.6.1.3 de la norme CSA A23.1 prévoit des méthodes de vérifications pour les résultats d'essais controversés (voir la section 4 du présent document).

3. VARIABLES INFLUENÇANT LES RÉSULTATS

La température et la cure ont un impact direct sur la valeur de la résistance à la compression des éprouvettes de béton. Les deux premières heures de cure sont d'une importance majeure pour obtenir des échantillons de béton représentatifs. Le tableau 1 présente les pertes de résistance à la compression des éprouvettes de béton suite à des procédures non-conformes en chantier ou au laboratoire. Certaines variables démontrent des pertes de résistance à la compression des éprouvettes de béton pouvant atteindre 75 % de la valeur spécifiée.

Les deux raisons majeures provoquant de faibles résistances à la compression sont :

1. Non respect des normes touchant la confection et le traitement des éprouvettes en chantier (majorité des cas) ;

2. La réduction de la qualité du béton lors d'une erreur de production ou d'un ajout excessif d'eau en chantier (retards de mise en place et demande de béton plus fluide).

4. NON-CONFORMITÉ DES RÉSULTATS

Plusieurs solutions sont envisageables lorsque des résultats non-conformes sont obtenus. Voici les citations intégrales des deux sous-sections de l'article 4.4.6.7 Non-conformité aux exigences des résultats des essais sur éprouvettes soumises à une cure normalisées de la norme CSA A23.1 :

4.4.6.1.3

« Si les résultats des essais indiquent que le béton n'a pas la résistance spécifiée, le maître d'ouvrage a le droit d'exiger que soient prises une ou plusieurs des mesures suivantes :

a) modifications de la formule du mélange pour le reste du projet ;

b) cure supplémentaire des parties de l'ouvrage représentées par les éprouvettes non conformes aux exigences ;

c) essais non destructifs (voir l'article 4.4.6.6.5 et l'annexe A de la CSA A23.2) ;

d) mise à l'essai de carottes prélevées dans les parties concernées de l'ouvrage conformément à l'article 4.4.6.6.2. L'interprétation des résultats des essais sur carottes doit tenir compte des conditions de mise en place et de cure du béton ;

e) essai de chargement de l'ouvrage ou de ses éléments structuraux selon les exigences de la CAN/CSA-A23.3 ; et

f) tout autre essai que le maître d'ouvrage peut exiger.

NOTES :

1) Les carottes ne devraient pas être prélevées dans la zone en tension d'un élément structural, car la présence de fissures peut nuire à la résistance à la compression mesurée.

2) Pour de plus amples renseignements, voir la ACI 214.4R. »

TABEAU 1 Pertes de résistance à la compression des éprouvettes de béton à la suite de procédures non conformes.

VARIABLES	PERTE DE RÉSISTANCE (%)	LABORATOIRE OU CHANTIER
Extrémités convexes ²	≤ 75	Laboratoire
Consolidation insuffisante	≤ 61	Chantier
Gel prématuré (24 heures)	≤ 56	Chantier
Coiffe en caoutchouc non-retenue	≤ 53	Laboratoire
Matériau de coiffe mou ou faible	≤ 43	Laboratoire
Extrémités concaves ²	≤ 30	Laboratoire
Extrémités mal finies (rugueuses)	≤ 27	Chantier
Température ambiante élevée	≤ 26	Chantier
Utilisation répétée de moules de plastiques	≤ 22	Laboratoire
Moules en carton	≤ 21	Chantier
Sept jours au chantier sans cure (23°C)	≤ 18	Chantier
Moules à parois minces	≤ 14	Chantier
Air sous la coiffe	≤ 12	Laboratoire
Coiffe convexe	≤ 12	Laboratoire
Éprouvette décentrée sous la presse	≤ 12	Laboratoire
Extrémités non-parallèles à l'axe	≤ 8	Chantier
Éprouvettes déplacées en bas âge	≤ 7	Chantier
Coiffe trop épaisse	≤ 6	Laboratoire
Extrémité inclinée corrigée par la coiffe	≤ 5	Laboratoire
Mélange fluide soumis à des vibrations	≤ 5	Chantier
Coiffe endommagée	≤ 4	Laboratoire
Pilonnage avec barres d'armatures	≤ 2	Chantier
Taux de chargement trop lent	≤ 2	Laboratoire
Durcissement insuffisant de la coiffe	≤ 2	Laboratoire

4.4.6.6.1.4

« Si, après avoir pris les mesures appropriées des articles 4.4.6.6.1 et 4.4.6.6.2, on constate que les éléments ne sont pas conformes aux exigences de la norme, le maître d'ouvrage doit exiger le renforcement ou le remplacement des parties jugées insatisfaisantes. »

2 Les extrémités convexes ou concaves signifient que la coiffe de souffre est inégale et crée une zone de faiblesse.

5. RECOMMANDATIONS

- > Compiler tous les rapports d'essais.
- > S'assurer d'avoir au moins trois résultats de résistance à la compression.
- > Comparer le résultat obtenu avec celui du producteur de béton.
- > Analyser les résultats en tenant compte de la séquence des résultats pour une même classe de béton.
- > Vérifier l'affaissement, le contenu en air, la température du béton en relation avec la température ambiante, le nombre de jours que les éprouvettes sont demeurées au chantier et toute autre mention de défectuosité.
- > Comparer le résultat obtenu avec la spécification structurale.
- > Considérer l'utilité d'une autre mesure d'évaluation de la qualité du béton lors de non-conformité des éprouvettes.

6. RÉFÉRENCES

- 6.1 BNQ. *BNQ 2621-905/ 2018 Béton prêt à l'emploi - Programme de certification (élaboré à partir de certaines exigences de la norme CSA A23.1/23.2)*, Bureau de normalisation du Québec, Québec, 77 p. (BNQ 2621-905/2018)
- 6.2 CSA. *Béton : Constituants et exécution des travaux/Méthodes d'essai et pratiques normalisées pour le béton*. Canada. Association canadienne de normalisation, 2014, 720 p. (CSA A23.1-F14/A23.2-F14).
- 6.3 Plante M., Cameron G., Tagnit-Hamou A., *Influence of Curing Conditions on Concrete Specimens at Construction Site*. ACI Materials Journal. No 97-M16, American Concrete Institute, États-Unis, mars-avril 2000, 7 p.

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.



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

Pour plus d'information : betonabq.org