

PROBLÉMATIQUE

Les documents contractuels utilisés par le ministère des Transports du Québec (MTQ) fixent les exigences pour les divers types de béton de ciment, qu'ils soient usuels ou à hautes performances (BHP). Par exemple, on spécifie pour chaque type de mélange une quantité minimale de ciment à utiliser. De plus, la quantité des superplastifiants que l'on peut ajouter au mélange est limitée par l'exigence d'affaissement maximal du béton. Ces deux exigences ont à certaines occasions fait l'objet de critiques à savoir qu'elles étaient la cause d'une fissuration exagérée du béton observée sur quelques ouvrages. Une étude en laboratoire a été réalisée par une société privée afin d'examiner la susceptibilité à la fissuration des mélanges spécifiés par le MTQ.

TRAVAUX RÉALISÉS

Dix mélanges types utilisés au MTQ ont été caractérisés au regard du retrait libre et du retrait restreint en fonction du liant utilisé, du rapport eau/liant, du dosage en superplastifiant (SP) et du type de mûrissement. Neuf mélanges ont été fabriqués en laboratoire et un mélange (M10) a été échantillonné à l'occasion de l'exécution d'un contrat passé par le MTQ. La grille de composition des mélanges est donnée au tableau 1. Les quantités de ciment (eau/liant) ont été choisies de façon à refléter la pratique sur les chantiers du MTQ.

Pour chacun des mélanges (tableau 2), l'affaissement, la teneur en air, la température et la masse volumique ont été mesurés 20 minutes après le contact entre l'eau et le liant, c'est-à-dire sur du béton frais. Ces essais ont été réalisés conformément à la norme CSA A23.2-9C. La résistance en compression a été déterminée à 28 jours (R28), conformément à la norme CSA. Des spécimens ont été confectionnés afin de déterminer le retrait libre (tableau 2) et le retrait restreint (tableau 3), aux échéances de 1, 3, 7, 28, 56, 91 et 182 jours. Pour ces essais de retrait sur béton durci, trois conditions de mûrissement ont été évaluées, soit : aucune protection après le démoulage des spécimens (A), application d'une membrane de mûrissement après le démoulage (B) et mûrissement à l'eau pendant sept jours (C). Les essais de retrait libre sont réalisés au moyen de prismes selon la norme ASTM C-157. Les essais de retrait restreint sont effectués au moyen d'une éprouvette annulaire illustrée à la figure 1. Le tableau 3 indique la largeur moyenne des fissures qui ont été observées sur les anneaux pour chacun des mélanges au 91^e jour. Il est à noter enfin que l'efficacité d'un adjuvant réducteur de retrait (ARR) a été évaluée en l'incorporant à l'échantillon M4 (trois éprouvettes).

PRINCIPAUX RÉSULTATS

Les résultats de cette étude permettent de tirer les conclusions suivantes :

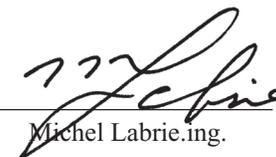
- Les valeurs de retrait libre et restreint obtenues sur des mélanges conformes aux exigences du MTQ sont similaires aux valeurs d'autres mélanges obtenues dans l'industrie.
- L'analyse globale des résultats ne permet pas de mettre en évidence de façon significative l'influence d'un paramètre en particulier (eau/liant, teneur en ciment, type de ciment, dosage en superplastifiant) sur les valeurs de retrait.
- Les résultats de retrait restreint et, encore plus, ceux de retrait libre montrent que le mûrissement à l'eau durant 7 jours procure les meilleurs résultats.
- L'utilisation d'un superplastifiant pour augmenter l'affaissement du béton et en faciliter la mise en place ne semble augmenter ni le retrait (libre ou restreint) ni la fissuration de façon significative pour les mélanges évalués. Cette utilisation est d'ailleurs contrôlée.
- L'agent réducteur de retrait permet une réduction du retrait libre mais n'a que peu d'incidence sur la fissurabilité du béton évaluée par le retrait restreint. Les éprouvettes de béton soumises à l'essai de retrait restreint se sont fissurées dès le 56^e jour. La largeur des fissures est cependant moindre que dans le cas des essais de retrait libre.
- Les BHP (mélanges M7, M8, M9) ne semblent pas plus susceptibles à la fissuration que les bétons usuels.

RÉFÉRENCE

Gendreau, M., Marchand, J. 1998, *Étude comparative de l'influence du dosage en superplastifiant sur la fissuration au jeune âge des bétons usuels et des bétons à hautes performances*, Rapport d'étude réalisé par le Service d'expertise en matériaux (SEM), décembre 1998.

RESPONSABLE : Daniel Vézina, ing.
Service des matériaux d'infrastructures

DIRECTEUR :


Michel Labrie, ing.

| Eau/liant | Type de ciment | Masse du liant (kg) | Affaissement (mm) | Adjuvant | Identification |
|-----------|----------------|---------------------|-------------------|----------|----------------|
| 0,40 | 10 | 425 | 150 | SP | M1 |
| 0,40 | 20 | 425 | 150 | SP | M2 |
| 0,40 | 10SF | 425 | 150 | SP | M3 |
| 0,45 | 10SF | 370 | 200 | SP+ARR | M4* |
| 0,45 | 10SF | 370 | 100 | — | M5 |
| 0,45 | 10SF | 370 | 200 | SP | M6 |
| 0,30 | 10SF | 450 | 140 | SP | M7 |
| 0,30 | 10SF | 450 | 225 | SP | M8 |
| 0,36 | 10SF | 425 | 150 | SP | M9 |
| 0,41 | 10SF | 390 | 80 | — | M10** |

Tableau 1 : Grille de composition des mélanges

* Mélange contenant un adjuvant réducteur de retrait (ARR)

** Mélange de chantier, valeurs après le pompage.

| Identifi- cation | Affaissement (mm) | % air | T(°C) | Masse volumique (kg/m ³) | R28 (MPa) | Retrait libre à 182 jours (µm/m) | | |
|---------------------|----------------------|-------|-------|--------------------------------------------|--------------|-------------------------------------|-----|-----|
| | | | | | | A | B | C |
| M1 | 150 | 6,3 | 22 | 2249 | 41,0 | 590 | 610 | 470 |
| M2 | 190 | 6,6 | 22 | 2294 | 43,5 | 570 | 510 | 530 |
| M3 | 170 | 6,0 | 22 | 2303 | 48,4 | 670 | 650 | 600 |
| M4* | 220 | 4,3 | 21 | 2355 | 44,8 | 420 | 390 | 270 |
| M5 | 80 | 6,0 | 21 | 2330 | 45,5 | 590 | 590 | 520 |
| M6 | 190 | 6,0 | 21 | 2352 | 47,9 | 620 | 570 | 510 |
| M7 | 150 | 8,0 | 22 | 2343 | 64,7 | 630 | 610 | 490 |
| M8 | 220 | 7,2 | 23 | 2341 | 74,6 | 670 | 630 | 460 |
| M9 | 110 | 6,1 | 23 | 2351 | 58,2 | 560 | 550 | 450 |
| M10** | 110 | 4,7 | 20 | | 47,9 | 610 | 610 | 420 |

Tableau 2 : Sommaire des résultats sur le béton frais et durci.

| Identification | Largeur moyenne (mm) au 91 ^e jour | | |
|----------------|----------------------------------------------|------------|------------|
| | A | B | C |
| M1 | 0,45 | 0,43 | 0,69 |
| M2 | 0,90 | 0,67 | 0,39 |
| M3 | 0,61 | 0,54 | 0,74 |
| M4* | 0,29 | 0,36 | 0,33 |
| M5 | 0,57 | 0,60 | 0,66 |
| M6 | 0,67 | 0,21 | 0,71 |
| M7 | 0,81 | 0,78 | 0,16 |
| M8 | 0,66 | 0,15 | 0,15 |
| M9 | 0,58 | 0,65 | 0,40 |
| M10** | 0,23 | 0,65 | 0,40 |
| Moyenne | 0,6 | 0,6 | 0,5 |

Tableau 3 : Sommaire des résultats de retrait restreint

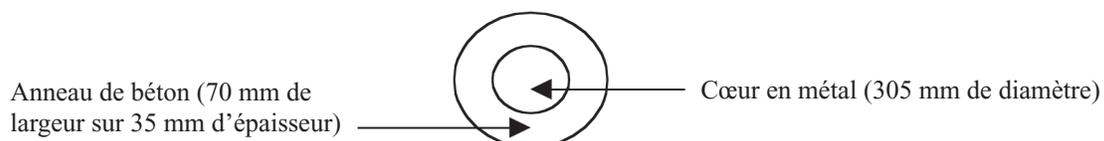


Figure 1 : Schéma de l'éprouvette pour l'essai de retrait restreint