

PROBLÉMATIQUE

Le ministère des Transports du Québec (MTQ) utilise le béton à hautes performances (BHP) depuis 10 ans pour la construction et la réfection de ses ouvrages. Des bonnes performances et des difficultés ont été rencontrées (Infos DLC, vol. 1, n° 3, novembre 1995 et vol. 3, n° 8, août 1998), notamment au moment de la mise en œuvre et en ce qui concerne la susceptibilité du béton à se fissurer à court terme. Des modifications ont été apportées en 2001 sur le rapport eau/liant et sur la procédure de cure par vaporisation d'eau sur la surface bétonnée. Enfin, le ciment ternaire a été employé en 2001. Le présent bulletin traite du bilan des résultats obtenus.

TRAVAUX RÉALISÉS

Six structures ont été reconstruites à l'été 2001 en BHP avec du ciment ternaire (BHP-ternaire), soit du TerC³ (n°s de projet 157 et 188) ou du Tercem 3000 (n°s 143, 148, 159, 190). Une autre structure (n° 70) a été reconstruite en BHP avec ciment binaire 10 SF (BHP-binaire), utilisé depuis 10 ans, aux fins de comparaison. Ces projets sont suivis de très près et les caractéristiques du béton frais et durci ont été analysées.

PRINCIPAUX RÉSULTATS

La figure 1 illustre l'incidence du pompage sur la teneur en air entraîné. La perte moyenne de pourcentage d'air mesurée sur le béton frais avec ciment ternaire, entre la sortie du camion et la sortie de la pompe, est de 0,4 %. La perte d'air moyenne engendrée par le pompage et mesurée sur le béton durci est de 1,4 %. Ces valeurs sont comparables à ce qui est obtenu avec un ciment binaire. La figure 2 reproduit l'influence sur le facteur d'espacement. Les valeurs sont conformes aux exigences de 230 µm au maximum pour le béton livré et de 325 µm au maximum après pompage (sauf pour un projet). Notons que la durabilité du béton peut diminuer lorsque la valeur dépasse 325 µm. La diminution moyenne du facteur d'espacement occasionnée par le pompage est de 51 µm. Il s'agit de la plus faible diminution observée depuis que les BHP sont pompés. Le pompage, procédé largement utilisé pour la mise en œuvre du BHP depuis 1998, influe sur d'autres caractéristiques du réseau d'air. La compilation des valeurs moyennes est donnée au tableau 1.

Les résistances en compression (figure 3) satisfont l'exigence de 50 MPa. La résistance moyenne à 28 jours est de 65,8 MPa pour le BHP-binaire et de 57,8 MPa pour le BHP-ternaire. Le gain de résistance après 28 jours est important pour le BHP

ternaire et plus faible pour le BHP-binaire. Dans tous les projets, la perméabilité aux ions chlorures est inférieure au maximum recommandé de 1000 coulombs. Elle diminue fortement dans le temps pour le BHP-ternaire; elle est même inférieure à 500 coulombs à 91 jours. La durabilité de tous les BHP est très bonne : leur résistance à 500 cycles de gel-dégel est assurée. Tous les essais d'écaillage de surface démontrent également une excellente performance, même pour le BHP-ternaire.

CONCLUSION

L'utilisation du ciment ternaire dans le BHP en 2001 a permis d'améliorer la rhéologie des bétons, ce qui a facilité la mise en œuvre. Les caractéristiques physiques sont conformes aux spécifications du MTQ, même celles concernant le réseau d'air. Le nombre de fissures de retrait a diminué grâce à une procédure de cure appropriée. La résistance en compression est un peu plus faible à 28 jours pour un BHP-ternaire que pour un BHP-binaire, mais elle est plus forte à long terme. Par ailleurs, leur durabilité est équivalente. La protection des aciers d'armature contre les sels de déglacage dure plus longtemps du fait de la pénétration plus lente des ions chlorures. Enfin, l'utilisation du ciment ternaire est une mesure préventive efficace contre les dommages engendrés par la réaction alcali-granulat. Toutes ces performances obtenues en 2001 encouragent le MTQ à privilégier l'utilisation du nouveau BHP avec ciment ternaire.

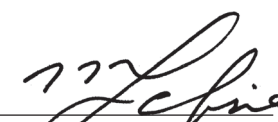
RÉFÉRENCES

Bonneau, O. et Aïtcin, P.C., 2001, « Importance of a Water Curing to Control the Initial Shrinkage Cracking and Durability of High Performance Concrete Structures », 3rd International Conference on Concrete under Severe Conditions, Vancouver, Canada, June 18-20, 2001.

Bonneau, O. et Aïtcin P.C., 2000, « Importance du choc thermique lors du démoulage d'éléments en béton », 7^e Colloque sur la progression de la recherche québécoise sur les ouvrages d'art, Québec, Canada, 8-9 mai 2000.

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

DIRECTEUR :


Michel Labrie.ing.

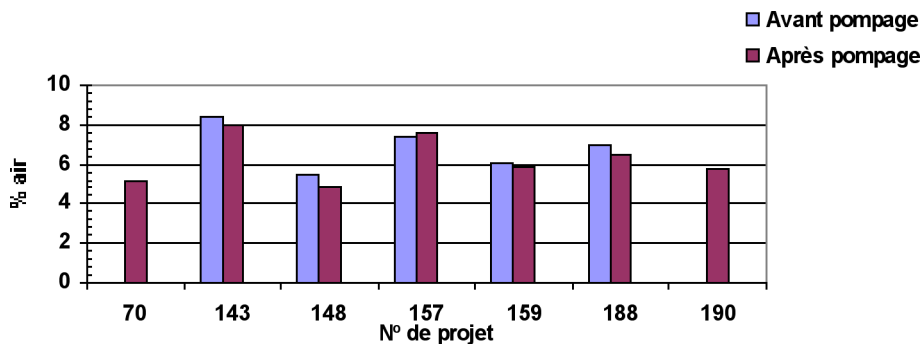


Figure 1 : Teneur en air entraîné

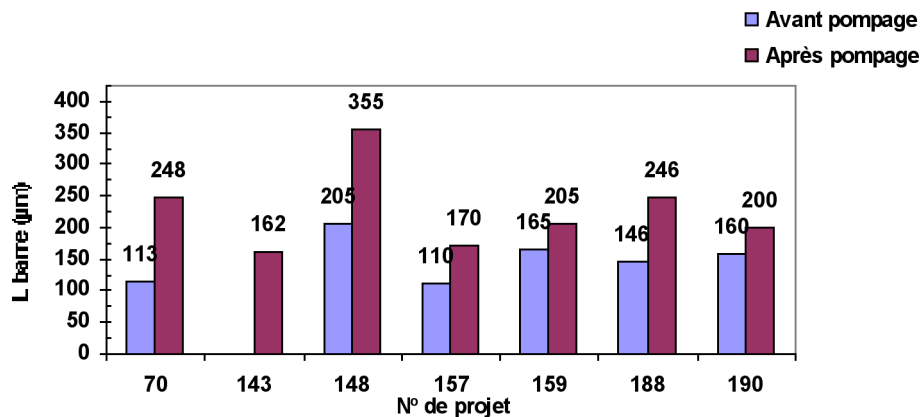


Figure 2 : Facteur d'espacement

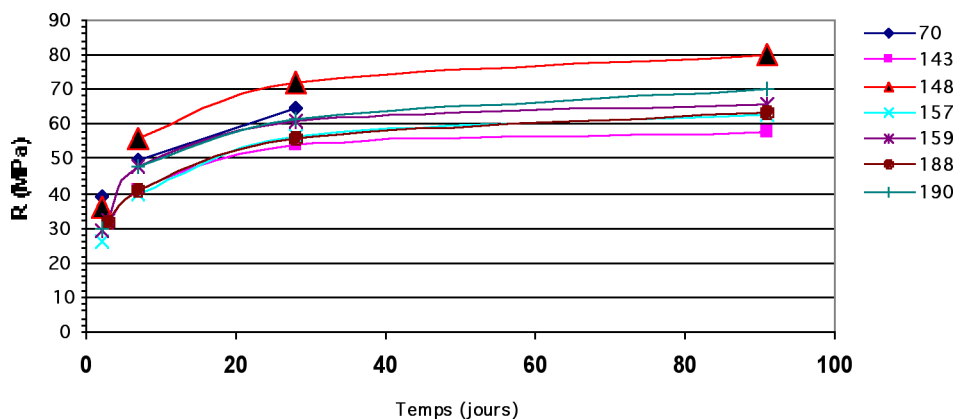


Figure 3 : Résistance en compression

	1998(9)		1999(18)		2000(10)		2001(5)	
	Avant	Après	Avant	Après	Avant	Après	Avant	Après
Teneur en air (%)	6,8	4,7	5,7	4,2	6,8	6,4	7,6	6,2
Surface spéc. (mm ⁻¹)	19,7	15,0	22,5	19,0	25,8	19,2	23,9	20,8
L barre (µm)	200	364	171	235	157	214	165	216

Note : le chiffre qui accompagne l'année indique le nombre de contrats suivis

Tableau 1 : Caractéristiques du réseau d'air avant et après pompage