



Selon CONREPNET (un réseau thématique dédié à la réhabilitation performancielle des structures en béton armé), les dégâts dus au gel (voir figure) constituent, après la corrosion de l'armature, la principale forme de dégradation du béton en Europe. Chez nous, où la température durant l'hiver avoisine souvent zéro degré, la résistance du béton au gel est une caractéristique importante.

Géivité des revêtements extérieurs en béton : rôle du type de ciment

Dégâts dus au gel en surface du béton

En gelant, l'eau subit une augmentation de volume de l'ordre de 9 %. Si ce phénomène se répète sur une surface en béton saturée d'eau, celle-ci peut s'écailler. De telles dégradations apparaissent surtout sur les surfaces horizontales exposées aux intempéries. Les dégâts sont plus importants encore en cas d'utilisation de sels de déneigement.

Directives existantes

La norme NBN B 15-001, annexe nationale belge à la norme NBN EN 206-1, comporte des exigences de durabilité pour le béton exposé au gel : l'utilisation de granulats résistant au gel, un rapport eau-ciment maximal, une teneur minimale en ciment, une teneur maximale en cendres volantes et – dans certains cas – une teneur minimale en air. En ce qui concerne le type de ciment, il n'existe pour l'instant aucune exigence (contrairement à certains autres pays européens).

La norme prNBN B 15-400 présente quant à elle une série de directives relatives à la cure du béton (voir également [Les Dossiers du CSTC 2011/2.4](#)). Les sols en béton qui ont été pourvus d'une finition de surface lissée (polissage mécanique) sont généralement plus sensibles au gel. Ce type de finition est d'ailleurs fortement déconseillé pour les surfaces extérieures.

Recherche

Dans le cadre d'un projet de recherche pré-normatif actuellement mené en collaboration avec le CRR et le CRIC-OCCN, l'influence du type de ciment sur la résistance au gel est étudiée selon la spécification technique européenne CEN/TS 12390-9.

Pour ce faire, 16 types de ciments BENOR ont été sélectionnés afin de réaliser des mélanges de béton conformément à la

classe d'environnement EE4 (exposition au gel et aux sels de déneigement), avec un rapport eau-ciment de 0,45, une teneur en ciment de 340 kg/m³ et des granulats calcaires résistant au gel (D_{max} de 20 mm).

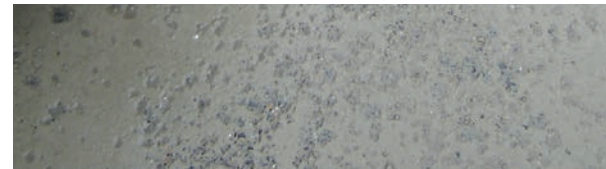
Les dalles de béton ainsi créées ont été décoffrées après deux jours et immergées durant sept jours dans une eau à 20 ± 2 °C. Les échantillons ont ensuite été extraits (113 mm de diamètre), sciés à la longueur voulue (50 mm) et conservés durant 56 jours selon deux conditionnements différents :

- sous eau, à une température de 20 ± 2 °C
- au sec, à une température de 20 ± 2 °C et une humidité relative de 60 ± 5 %.

Enfin, les échantillons ont été exposés (surface sciée) à des sels de déneigement (NaCl) ainsi qu'à 56 cycles de gel-dégel tandis que la masse écaillée était mesurée.

Les premiers résultats de la recherche nous ont permis d'effectuer les constatations suivantes en ce qui concerne la résistance au gel de la surface du béton :

- l'utilisation d'un ciment du même type avec une classe de résistance plus élevée permet généralement d'obtenir une meilleure résistance au gel
- la cure joue un rôle important quant à la résistance au gel. Son impact est toutefois moins évident dans le cas de bétons produits avec du ciment Portland (CEM I)
- dans le cas d'une conservation sous eau, ce sont les ciments avec laitier de haut fourneau (CEM III, CEM II/B-S et CEM V) qui obtiennent les meilleurs résultats. Plus la teneur en laitier est élevée, meilleur sera le résultat (bien que la classe de résistance reste déterminante). Les types de ciments avec calcaire livrent les moins bons résultats, tandis que le ciment Portland (CEM I) et le ciment avec cendres volantes (CEM V) donnent des résultats intermédiaires
- dans le cas d'une conservation au sec, les ciments composés (CEM II, CEM V) avec du calcaire ou des cendres volantes fournissent en général les moins bons ré-



sultats, tandis que le ciment de haut fourneau (CEM III) – surtout avec une classe de résistance élevée (42,5 et 52,5) – donne les meilleurs résultats.

Conclusion

Alors que le ciment avec laitier de haut fourneau a obtenu les meilleurs résultats durant l'étude, c'est, dans la pratique, le béton réalisé à partir de ce type de ciment qui subit le plus souvent des dégradations dues au gel. Cette anomalie s'explique par une différence de cure. En effet, le béton utilisé durant l'étude a bénéficié, durant les sept premiers jours qui ont suivi le coulage, d'une cure humide 'idéale', tandis que, dans la pratique, il est impossible de rassembler ces conditions pour les sols extérieurs en béton.

Bien que le type de ciment joue un rôle important quant à la résistance au gel du béton, la cure et la finition de surface revêtent une plus grande importance encore. C'est principalement avec les mélanges de béton caractérisés par un développement de la résistance plus lent (avec les types de ciments au laitier de haut fourneau ou avec des cendres volantes, par exemple) que la cure est déterminante. Si l'on souhaite classer les types de ciments en fonction de leur influence sur la résistance au gel, il convient dès lors de toujours tenir compte de la cure. |

B. Dooms, ir., chef adjoint du laboratoire Technologie du béton, CSTC

G. Mosselmans, dr. ir., chef de projet, CRIC-OCCN

A. Beeldens, dr. ir., chercheuse senior, CRR

Article rédigé dans le cadre de l'Antenne Normes 'Béton, mortier, granulat' subsidiée par le SPF Economie

