

Vers une évolution du protocole de qualification des bétons exposés au gel-dégel en présence des sels de déverglaçage : apports de la modélisation multi-échelles conjointe à une analyse de la variabilité climatique

Résumé

Les ouvrages en béton situés dans des régions froides souffrent de l'effet de l'action du gel en hiver où de plus, les sels sont régulièrement utilisés pour dégivrer les surfaces exposées. Dans ces conditions, un écaillage superficiel du béton peut résulter du gel de la solution saline en surface ainsi qu'une dégradation interne, pénalisant les conditions de service de l'ouvrage. La dégradation du béton exposé est principalement liée aux dilatations thermiques de ses différents composants ainsi qu'au changement de phase de l'eau dans l'espace poreux au cours des cycles de gel-dégel. Afin d'assurer la longévité du matériau et de protéger l'utilisateur, des méthodes d'essai normatives ont été mises en place. Elles consistent à exposer le béton à une série de cycles de gel-dégel allant de +20 à -20 °C suivant des taux de refroidissement et de réchauffement qui varient d'un essai à l'autre. Cependant, un manque de fiabilité de ces essais a été remarqué dans plusieurs études antérieures. En effet, la pertinence du cycle de gel-dégel appliqué dans les méthodes normatives de caractérisation de la résistance du béton à l'écaillage peut être raisonnablement remise en question.

Dans ce travail, ceci est mis en évidence à partir des mesures de température in situ (sur corps d'épreuve instrumentés), doublées des relevés de température sous abri et complétées par une modélisation numérique en se basant sur une approche multi-échelles. Cette approche prend en compte explicitement les mécanismes de pressions induites par l'action du gel ainsi que les dilatations thermiques des différentes phases, partant des hydrates, jusqu'à l'échelle du béton.

Par ailleurs, une étude des évolutions de la température de la masse d'air de plusieurs pays à climat sévère confirme le manque de représentativité du cycle imposé dans les méthodes actuelles vis-à-vis des conditions météorologiques réelles. Une proposition d'un nouveau cycle thermique plus pertinent est donc avancée dans le cadre de cette thèse. Les premiers résultats montrent une diminution de la dispersion des résultats d'essai. Leur confirmation devrait permettre de faire évoluer la méthode d'évaluation des performances du béton exposé au gel-dégel, en présence des sels de déverglaçage.

Mots-clés : matériaux cimentaires, gel-dégel, écaillage, durabilité, essais normatifs, modélisation numérique.