Maitrise des effets de la carbonatation des bétons

Juin 2019

Au cours des dernières décennies, les ingénieurs et les chercheurs ont appris, suite à de nombreuses recherches validées par des chantiers expérimentaux puis par des réalisations, à maîtriser les conséquences problématiques du phénomène de carbonatation, pour construire des ouvrages pérennes.

Durée d'utilisation de l'ouvrage

En effet il est possible désormais de définir des objectifs de durabilité et de choisir avec précision les caractéristiques dubéton en fonction de l'agressivité du milieu dans lequel se trouve l'ouvrage et d'optimiser ses caractéristiques afin de les adapter à la durée d'utilisation de l'ouvrage.

La durabilité d'un ouvrage caractérise sa capacité à conserver les fonctions d'usage pour lequel il a été conçu (fonctionnement structurel, sécurité, confort des usagers) et à maintenir son niveau de fiabilité et son aspect esthétique dans son environnement (gel, eaux agressives, …), avec des frais de maintenance et d'entretien aussi réduits que possible. La durabilité d'un ouvrage est assortie d'une durée, temps minimal pour lequel l'ouvrage est conçu, appelée : **durée d'utilisation de l'ouvrage**.

Optimiser la compacité du béton : diminuer l'E/C ou prolonger la cure

Le phénomène de carbonatation peut être maitrisé en optimisant la compacité du béton. L'augmentation de la compacité est obtenue en particulier en réduisant le rapport E/C. Ce rapport conditionne la perméabilité du béton, donc l'interconnexion du réseau poreux et par conséquent, la vitesse ainsi que la possibilité de diffusion des gaz et des ions dans le béton. La diminution du rapport E/C permet ainsi d'accroître la résistance du béton à la carbonatation.

Une cure prolongée permet aussi d'augmenter la résistance du béton à la pénétration, en particulier du dioxyde de carbone, en améliorant les propriétés de surface du béton.

Evolution des textes normatifs sur les bétons

Les évolutions des connaissances sur les ciments et les bétons, fruits de très nombreuses recherches ont permis une évolution des textes normatifs sur les bétons.

L'application des principes de prévention déclinés dans le dispositif normatif sur les bétons et les structures en béton permet ainsi désormais de maitriser les conséquences du risque potentiel de carbonatation vis-à-vis de la corrosion des armatures pendant la durée d'utilisation de l'ouvrage.

Norme béton : la notion de classes d'exposition

La norme sur les bétons (NF EN 206/CN) introduit la notion de classes d'exposition qui traduit les diverses agressions et attaques que chaque partie d'ouvrage peut rencontrer au cours de sa durée d'utilisation.

Vis-à-vis de la carbonatation, la norme définit 4 classes d'exposition d'intensité croissante (corrosion induite par carbonatation, de XC1 à XC4), qui prennent en compte l'exposition du béton à l'air et à l'humidité, en distinguant le degré d'humidité de l'environnement et l'alternance d'humidité et de séchage.

CLASSES D'EXPOSITION	DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT
XC1	Sec ou Humide en permanence
XC2	Humide, rarement sec
XC3	Humidité modérée
XC4	Alternance d'humidité et de séchage

La prise en compte de la classe d'exposition permet de maitriser le risque de carbonatation par uneformulation adaptée du béton en optimisant le dosage en ciment (ou en liant équivalent), le rapport maximal E/C , la nature et la teneur enaddition (voir en particulier le tableau NA.F.1 de la norme NF EN 206/CN).

Corrosion induite par carbonatation : optimiser l'enrobage

Le béton possède une résistance qui lui permet de se comporter durablement vis-à-vis du risque potentiel decorrosion des armatures initiée par la carbonatation du béton d'enrobage.

Les normes Eurocode Béton (NF EN 1992) permettent la détermination de l'épaisseur d'enrobage optimale en fonction de la classe de résistance du béton, de l'agressivité de l'environnement vis-à-vis de l'attaque du CO_2 et de la durée d'utilisation de l'ouvrage.

Les spécifications établies dans les normes sont basées sur le principe suivant : la durée d'utilisation de l'ouvrage est atteinte lorsque le front de carbonatation arrive au nu des armatures les plus proches du parement.

NOTA BENE : il est possible de s'affranchir définitivement du risque potentiel de corrosion des armatures en acier en leur substituant des armatures inox.

Il est donc possible, en suivant les prescriptions des normes, de maitriser les effets de la carbonatation des bétons sur les armatures pendant la durée d'utilisation de l'ouvrage, en ajustant la formulation des bétons et en optimisant la valeur de l'enrobage des armatures, en fonction des diverses attaques et agressions (traduites par la notion de classe d'exposition) que va subir le béton.

Réparer à la fin de la durée d'utilisation de l'ouvrage

A la fin de la durée d'utilisation, le front de carbonatation a potentiellement atteint le nu des armatures. Il est possible alors par des traitements électrochimiques (protection cathodique, déchloruration, réalcalinisation ou protection galvanique) ou à l'aide d'inhibiteurs de corrosion, de réparer durablement le parement en béton et d'éviter ainsi l'initiation du phénomène de corrosion des armatures

Outils performantiels et modèles prédictifs : optimiser la formulation du béton armé

Les ingénieurs ont aussi actuellement à disposition des outils performantiels basés sur l'évaluation d'indicateurs de durabilité (porosité, perméabilité, teneur en portlandite, etc.) et des modèles prédictifs qui permettent dedimensionner au mieux les formules de béton et l'épaisseur d'enrobage en fonction de la durée d'utilisation attendue et de l'agressivité du milieu.

Auteur

Patrick Guiraud



Article imprimé le 26/11/2026 © infociments.fr