

## Carbonatation du béton

La **carbonatation** atmosphérique dégrade les bétons armés et est notamment responsable de la mise à nu de ses armatures en acier. La carbonatation du béton entraîne des problèmes de résistance sur les structures en béton armé. Les barres d'acier, censées garantir cette résistance, gonflent sous effet de la corrosion et font éclater le béton d'enrobage, les aciers sont alors mis à nu.

### ***Mécanisme de la carbonatation***

Lors de la fabrication du béton, la quantité d'eau introduite pour l'hydratation de son ciment est toujours supérieure à la quantité stœchiométrique nécessaire. De ce fait, le ciment hydraté est toujours un milieu poreux dont les pores sont d'abord remplis d'eau qui se charge en ions pour respecter l'équilibre chimique avec les hydrates du ciment (portlandite, CSH, Aft, AFm...). Lorsque le matériau cimentaire sèche à l'air libre, il se désature en eau et les pores se remplissent partiellement d'air.

Le CO<sub>2</sub> naturellement présent dans l'atmosphère est alors susceptible de diffuser à travers la phase gazeuse du ciment (la diffusion dans la phase liquide est négligeable. On constate que les ciments totalement saturés en eau ne se carbonatent que sur leur couche limite du fait d'un colmatage immédiat des pores par formation de calcite).

Le CO<sub>2</sub> présent dans la phase gazeuse des pores se dissout dans la solution interstitielle pour former des ions carbonates qui réagissent principalement avec les ions calcium Ca<sup>2+</sup>. La portlandite Ca(OH)<sub>2</sub> formée durant le durcissement du béton par l'hydratation des silicates de calcium bi et tricalciques (SiO<sub>2</sub>, 3CaO) et (SiO<sub>2</sub>, 3CaO) et le dioxyde de carbone créent du carbonate de calcium (CaCO<sub>3</sub>).

La modification de l'équilibre chimique entre les hydrates de la matrice cimentaire et la solution interstitielle entraîne une dissolution des hydrates. Le nouvel équilibre chimique correspond alors à une solution bien plus acide qu'initialement. Le pH passe d'une valeur de 13 dans la zone non carbonatée à une valeur inférieure à 9 dans la zone dégradée. Lorsque la zone de carbonatation atteint les armatures en acier, la corrosion du métal peut commencer en produisant notamment des espèces plus volumineuses que les matériaux initialement présents. Ceci explique l'éclatement du béton autour des armatures corrodées. Toutefois, la carbonatation augmente l'imperméabilité du béton grâce au colmatage de certains pores par le carbonate : l'absorption capillaire est réduite et la résistance mécanique est meilleure.

L'humidité relative de l'air joue un rôle important sur la vitesse de carbonatation. Pour les bétons courants, elle est maximale pour une humidité relative de l'ordre de 60 % et presque nulle en atmosphère sèche ou saturée en eau. La carbonatation est par conséquent plus importante sur les surfaces protégées que sur



celles exposées à la pluie. Une importante concentration en  $\text{CO}_2$  est également un facteur augmentant la vitesse de carbonatation. On considère en général que pour des variations de température raisonnables, les effets ne sont pas significatifs.

La détermination de cette profondeur de carbonatation s'effectue sur une coupe fraîche de béton. Après dépoussiérage, on pulvérise un colorant sensible au pH, la phénolphthaléine. Celle-ci vire au rouge violacé au contact de matériaux dont le pH est supérieur à 9,2 et demeure incolore pour les faibles valeurs de pH, c'est-à-dire pour les zones carbonatées.