La carbonatation, un phénomène naturel bénéfique pour le béton

Juin 2019

La carbonatation du béton par le gaz carbonique de l'air (CO_2) est un phénomène naturel qui se traduit selon une réaction produisant du carbonate de calcium $CaCO_3$:

$$Ca(OH)_2 + CO_2 + H_2O \rightarrow CaCO_3 + 2H_2O$$

La carbonatation : un phénomène naturel bénéfique pour le béton

Le CO_2 est à l'origine de la carbonatation des matrices cimentaires. En effet la carbonatation consiste en l'action du CO_2 de l'atmosphère qui diffuse sous forme gazeuse dans les pores du béton et se dissout en formant un acide au contact de la solution interstitielle de la pâte de ciment. Ce phénomène modifie progressivement la composition chimique et la microstructure interne du béton en agissant sur les produits résultants de l'hydratation du ciment.

Au cours du processus de carbonatation, l'élément principal de transformation est le carbonate de calcium ($CaCO_3$) qui correspond à la forme du calcaire qui a servi à obtenir le clinker lors de la cuisson du cru dans le four de la cimenterie.

La progression de la carbonatation se fait de l'extérieur de l'ouvrage, en contact avec l'air ambiant, vers l'intérieur à travers la zone d'enrobage des armatures. La vitesse de propagation est ralentie par la formation des carbonates qui colmatent partiellement la porosité. Sa cinétique diminue donc avec la profondeur atteinte. La carbonatation a pour conséquence une neutralisation (chute du pH de la solution interstitielle) du milieu de protection des armatures, qui peuvent alors s'oxyder (quand le front de carbonatation les a atteintes) puis se corroder.

La cinétique du processus de carbonatation dépend de la teneur en dioxyde de carbone de l'air et de la facilité avec laquelle le gaz carbonique pénètre dans les pores du béton et de paramètres liés aux caractéristiques du béton (nature et dosage du ciment, teneur en hydrates carbonatables, dosage en eau, porosité totale et distribution de la taille des pores et perméabilité) et au milieu environnant (teneur en dioxyde de carbone ,humidité relative dans laquelle la structure est située) et sa structure poreuse. Plus le béton est compact, le dosage en ciment élevé, le rapport eau/ciment faible et la résistance du béton élevée, plus la progression du front de carbonatation est lente.

L'humidité relative du milieu environnant joue, un rôle important : la vitesse de carbonatation est maximale pour une humidité relative comprise entre 50 et 70 %, pratiquement nulle en atmosphère sèche ou pour des bétons complètement saturés en eau. En effet la diffusion du CO_2 en phase gazeuse est quasiment impossible si la porosité du béton est saturée et dans une atmosphère trop sèche.

La « carbonatation » du béton, qu'est ce que c'est ?

Les bienfaits de la carbonatation pour le béton

La carbonatation a un phénomène bénéfique du seul point de vue du matériau béton lui-même. Il est en effet reconnu que la carbonatation des matrices cimentaires à base de ciment de type CEM I se fait avec un gain de masse correspondant à la fixation du CO_2dans les hydrates. Le fait que le volume molaire du carbonate de calcium formé soit supérieur à celui des hydrates conduit à un colmatage de la microstructure et une densification de la zone carbonatée qui rend le béton moins perméable aux agents agressifs (en l'occurrence les gaz CO_2et O_2, mais aussi les ions sulfates, les chlorures, et plus généralement, les eaux agressives de type eau de mer, eaux séléniteuses ou magnésiennes, etc.).

La carbonatation permet donc d'accroître la résistance mécanique des bétons (compression, chocs, usure, etc.) et de rendre le matériau plus stable chimiquement vis-à-vis des réactions de gonflement (réaction sulfatique interne ou externe, réaction alcali-granulats, etc.).

Nota : Les aspects positifs de la carbonatation sont essentiellement caractéristiques des systèmes cimentaires contenant un fort dosage en ciment de type CEM I.

Auteur

Patrick Guiraud

Retrouvez toutes nos publications sur les ciments et bétons sur infociments.fr

Consultez les derniers projets publiés
Accédez à toutes nos archives
Abonnez-vous et gérez vos préférences
Soumettez votre projet

Article imprimé le 25/11/2026 © infociments.fr