

**Zeitschrift:** Bulletin du ciment  
**Herausgeber:** Service de Recherches et Conseils Techniques de l'Industrie Suisse du Ciment (TFB AG)  
**Band:** 52-53 (1984-1985)  
**Heft:** 13

**Artikel:** Attaques chimiques du béton  
**Autor:** Trüb, U.A.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-146109>

#### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 15.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# BULLETIN DU CIMENT

JANVIER 1985

53<sup>e</sup> ANNÉE

NUMÉRO 13

## Attaques chimiques du béton

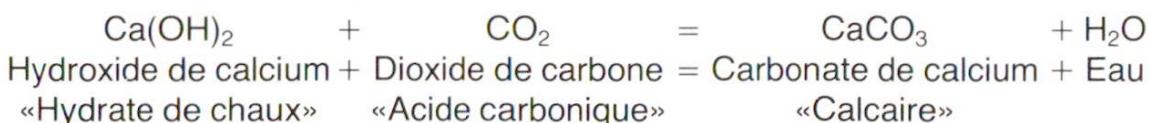
Brèves descriptions des trois sortes d'agressions chimiques pouvant affecter la pâte de ciment ou le béton armé. Nécessité d'une claire distinction entre elles. Aperçu des mesures préventives.

Dans les discussions concernant le comportement du béton à l'égard des intempéries et des agressions chimiques, on entend souvent les mots de «carbonatation», de «pluies acides» et de «fondants chimiques». Ce sont des notions complètement différentes qu'il ne faut en aucun cas confondre, notamment s'il s'agit de décrire leurs actions et d'ordonner les mesures préventives. Remises en état et protections ne peuvent être efficaces que si la nature de l'agression à combattre est connue exactement.

Voici une brève description des trois sortes actuelles de phénomènes chimiques pouvant affecter le béton, ce qui permettra de bien les différencier.

### 1. Carbonatation

L'air atmosphérique contient 0,05% de dioxyde de carbone, CO<sub>2</sub>, un gaz qu'on appelle acide carbonique dans le langage courant. Il a une très forte propension à se combiner avec l'hydroxyde de calcium, Ca(OH)<sub>2</sub>, qui entre pour 30% environ dans la composition de la pâte de ciment. C'est cette réaction, exprimée par la formule suivante, qu'on appelle carbonatation:



**2** Pour que cette réaction ait lieu, il faut que l'air puisse pénétrer dans la pâte de ciment par son système capillaire comportant des ouvertures plus petites que 0,001 mm. Cela se produit à condition que les capillaires ne soient pas remplis d'eau. De l'autre côté, la réaction chimique est entretenue par l'hydroxyde de calcium légèrement soluble (1,3 g/l) amené par l'eau des pores du béton. La surface limite entre le système de pores en majorité secs contenant le CO<sub>2</sub> et le réseau de pores en majorité humides contenant le Ca(OH)<sub>2</sub> forme le «front de carbonatation», suivant le schéma de la figure 1. Quand l'alimentation moléculaire est égale des deux côtés, le front de carbonatation reste fixe et la «profondeur de carbonatation» est à son maximum. Le carbonate de calcium qui se forme est 100 fois moins soluble dans l'eau que l'hydroxyde. Il se dépose et forme alors barrage, interdisant à l'acide carbonique de pénétrer plus profondément.

Dans un béton de bonne qualité, le front de carbonatation ne se trouve en général qu'à quelques millimètres sous la surface, même après des dizaines d'années. Mais si la pâte de ciment est poreuse ou le béton perméable pour d'autres raisons, le front de carbonatation peut atteindre la région de l'armature. En pareil cas, les fers commencent à rouiller, ce qui provoque une expansion qui entraîne progressivement des dégâts toujours plus graves.

L'expérience montre que de tels dégâts ne se produisent pas quand les conditions suivantes sont remplies: Béton avec 300 kg par m<sup>3</sup> de ciment portland, ou plus; béton complètement compacté; épaisseur de béton suffisante sur l'armature, selon les normes. La position du front de carbonatation peut être déterminée par un essai simple au moyen d'un appareil appelé «Phenolphthalein».

## 2. Pluies acides

Les gaz de combustion contiennent des oxides de souffre et d'azote, notamment SO<sub>2</sub> et NO<sub>2</sub>. Leur quantité dépend de la teneur en souffre des combustibles et du déroulement du processus de combustion dans les moteurs à explosion. Avec l'eau, les oxides forment des acides, avant tout l'acide sulfurique et l'acide nitrique. C'est de là que proviennent les pluies acides.

Les acides peuvent dissoudre des parcelles de la pâte de ciment et des granulats. De la matière est donc enlevée des surfaces de béton exposées à la pluie, à raison d'environ 0,1 mm par année, au début. Mais cette action, elle aussi, ralentit avec le temps car il y a toujours plus de matériaux insensibles aux acides qui restent à la surface et y forment une couche protectrice. Les pluies acides ne provoquent aucun affaiblissement du béton en profondeur, ni aucune atteinte à l'armature. Avec les années, la surface du béton prend une teinte uni-

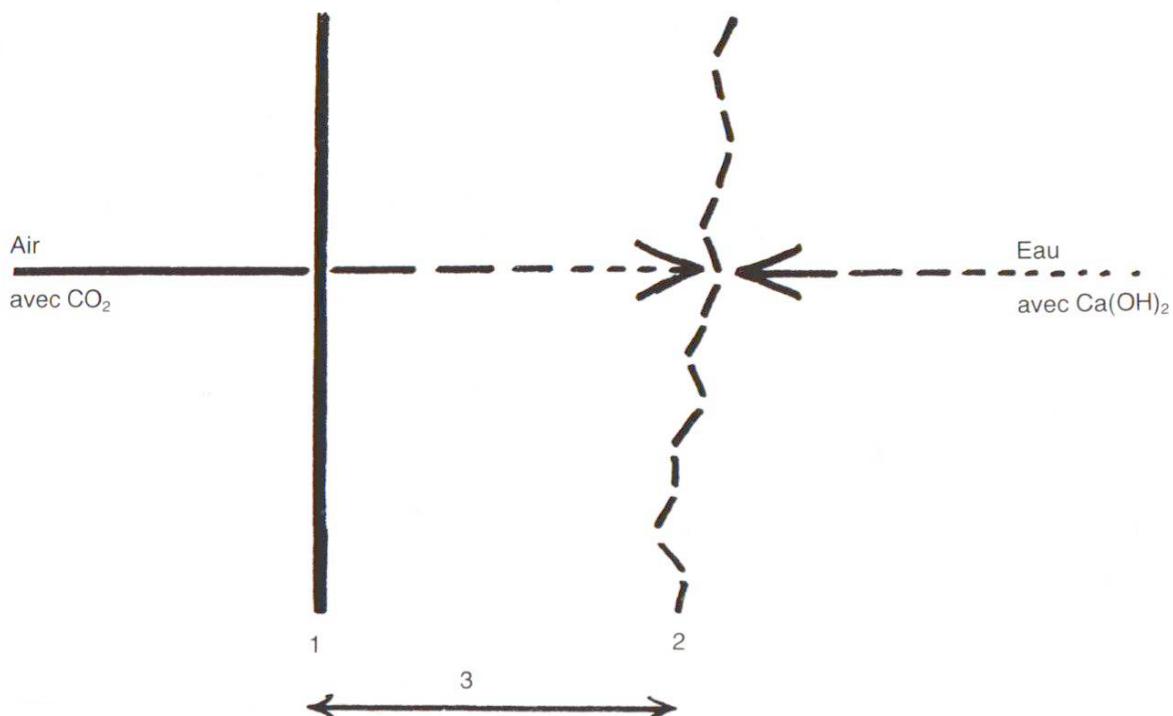


Fig. 1

Schéma du développement de la carbonatation dans la pâte de ciment

1 = Surface du béton du côté de l'air

2 = Front de carbonatation = Surface limite entre la zone devenue neutre par carbonatation et celle qui reste alcaline

3 = Profondeur de carbonatation

La position du front de carbonatation ou la profondeur de carbonatation dépend de l'alimentation en  $\text{CO}_2$  de l'extérieur et en  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  de l'intérieur.

forme, en général plus foncée et sa structure devient comme celle du papier de verre.

Il n'y a donc pas lieu en général de prendre des mesures contre les pluies acides. Mais il va de soi que, dans ce cas également, le meilleur béton offre la meilleure résistance.

### 3. Fondants chimiques

Pour faire fondre la neige et la glace, on y répand des sels, le plus souvent du sel de cuisine,  $\text{NaCl}$ . Leur effet est basé sur un abaissement de la température de fusion ou de congélation dans le mélange eau-glace-sel. Or la fusion exige beaucoup d'énergie qui est enlevée sous forme de chaleur au support, p.ex. une dalle de béton, qui se refroidit fortement. Si l'épandage de sel est trop abondant le refroidissement est si rapide qu'il se produit un véritable choc qui provoque des tensions excessives et des fissures à la surface du revêtement. Il s'agit là de dégâts mécaniques qui ne sont pas l'objet de notre propos ici.

Les dégâts chimiques par les fondants sont dus au fait que les eaux ayant dissous du sel deviennent conductrices de l'électricité, ce qui accélère la corrosion des métaux. Quand l'eau salée peut pénétrer jusqu'à l'armature par les fissures et autres parties perméables du

**4** béton, cela augmente la tendance à la rouille. Les dégâts s'accélèrent vite car la rouille gonfle, ce qui disloque le béton et augmente sa perméabilité. Les charges alternées des ouvrages provoquent dans les fissures un effet de pompage qui augmente, lui aussi, la pénétration de la saumure et les dégâts. Remarquons que la pâte de ciment et les granulats du béton ne subissent pas de dégâts par les sels.

Comme mesure de protection, il faut veiller à ce que l'eau salée n'entre jamais en contact avec l'armature. Dans les ouvrages exposés aux fondants chimiques et aux efforts alternés, on prendra toutes les mesures constructives propres à éviter les fissures et à protéger l'armature contre la pénétration d'eau.

## Compléments et résumé

Le béton armé avec ciment portland comme liant est un matériau ayant fait ses preuves depuis longtemps. Depuis 80 ans, il existe en Allemagne et aux Etats-Unis p.ex. des associations qui contrôlent la qualité du béton. De telles institutions sont à l'œuvre aujourd'hui dans presque tous les pays.

Elles connaissent depuis longtemps les problèmes de la carbonatation qui ne sont toutefois devenus vraiment d'actualité qu'au cours des dernières années. C'est qu'aujourd'hui de nombreuses constructions ont atteint un âge élevé, mais aussi parce que, ici ou là, en dépit des conseils prodigués, on se contente p.ex. d'une trop faible couverture de béton sur l'armature, ou bien on travaille avec trop d'eau ou trop peu de ciment. L'expérience de nombreuses années montre que pour éviter des dégâts par carbonatation il faut simplement préparer un bon béton en s'efforçant en priorité d'obtenir un faible facteur eau/ciment et une bonne maniabilité. Il s'agit aussi de dimensionner correctement chaque partie des ouvrages.

La connaissance de l'action des pluies acides n'est pas non plus nouvelle. Les eaux douces produisent les mêmes effets, mais plus lentement. Même les eaux pures peuvent agir comme les pluies acides. L'ampleur de la réaction dépend de la concentration des «particules acides» dans l'eau, c.-à-d. du pH.

Mais ce qu'il est utile de savoir, c'est que l'action se limite à la surface parce que les éléments résistants aux acides y restent et y forment une couche protectrice.

Ce sont les dégâts imputables aux fondants chimiques qui posent un problème nouveau. On sait que les écaillements superficiels sont dus aux tensions provoquées par les épandages trop abondants de sels, mais que ces sels n'ont pas d'action chimique nuisible sur la pâte

**5** de ciment et les granulats. En revanche, il y a un très grand danger de corrosion des armatures, le même que celui que produit l'eau de mer, le même aussi que nous déplorons tous sur nos voitures.

Pour lutter contre la corrosion par les sels, il y a trois sortes de mesures:

- Eviter la pénétration de l'eau salée par des dispositions constructives et par une mise en œuvre correcte des matériaux
- Protection contre l'électro-corrosion
- Eviter l'épandage de sels sur les ouvrages trop vulnérables en utilisant d'autres sortes de fondants

Dr. U. A. Trüb, TFB

Bulletins du ciment ayant traité des mêmes sujets:

17/1979, Danger de corrosion des armatures du béton

7/1980, Phénomènes affectant les surfaces de béton

9/1982, Le bon comportement du béton dans le temps

**TFB**

Pour tous autres renseignements s'adresser au  
SERVICE DE RECHERCHES ET CONSEILS TECHNIQUES  
DE L'INDUSTRIE SUISSE DU CIMENT WILDEGG/SUISSE  
5103 Wildegg      Case postale      Téléphone 064 53 17 71