

## Attaque du béton par action chimique

### 1 Introduction

L'attaque par action chimique sur le béton est un thème multiple et complexe. Le présent bulletin donne un aperçu des différents types d'attaque. Lors d'une sollicitation de courte durée ( $\ll 1$  jour), survenant rarement, un béton bien compacté et exempt de fissures, de sorte C selon SN EN 206, est suffisamment résistant aux produits chimiques, pour autant que l'on accepte quelques légers dégâts superficiels. La norme SN EN 206:2013 [1] et autres cahiers techniques (tab. 1) contiennent des indications pour prévenir les désordres dus à des actions prolongées de différentes substances agressives vis-à-vis du béton, resp. pour les réduire à un niveau acceptable. Ce bulletin ne traite pas de l'impact des substances agressives envers le béton sur l'environnement.

### 2 Types d'attaque

Les effets de produits chimiques ou de substances naturelles agressives vis-à-vis du béton sont très différents. Le tableau 1 en donne une vue d'ensemble. Une attaque par action chimique peut entraîner une transformation ou un lessivage du liant (pâte de ciment) et porter atteinte aux performances du béton durci. Une formation de cristaux dans la pâte de ciment peut conduire à une expansion du béton et à un réseau de fissures. D'autres substances comme les alcools par ex. remplacent l'eau dans la pâte de ciment et peuvent la dessécher rapidement après leur évaporation et provoquer des fissurations. Du mazout, pénètre dans le béton et le ramollit quelque peu. Après évaporation du mazout, le béton retrouve pour le moins ses propriétés initiales. Outre la dégradation des performances du béton durci et/ou la formation de fissures, l'abaissement de la valeur pH du béton peut devenir problématique. Si l'armature ne se trouve plus dans un milieu alcalin, elle n'est plus à l'abri de la corrosion. Ceci peut également être généré par la carbonatation, par ex. lorsque le  $\text{CO}_2$  de l'air pénètre dans le béton. Dans le cas d'un lessivage de longue durée par l'eau ou les acides, le pH de bétons moins résistants peut s'abaisser à un niveau critique. Des actions de courte durée dues à des substances chimiques, par ex. en cas d'avaries, n'affectent que très peu la durabilité du béton. Par contre, les taches peuvent poser des problèmes esthétiques. La réaction alcali-granulat (RAG) est un genre d'attaque chimique interne qui peut être évitée si l'on observe les recommandations du cahier technique SIA 2042.

### 3 Attaque par l'eau ou les sulfates

De nombreuses constructions en béton sont en contact direct avec l'eau et subissent un lessivage. Cela signifie que certains composants dans le liant (pâte de ciment) peuvent être transportés hors du béton. Ceci entraîne une augmentation de la porosité et un abaissement du pH. L'effritement constitue également un problème fréquent pour le béton en contact permanent avec l'eau (fig.1), par ex. dans les stations d'épuration (STEP) et les piscines. Dans le domaine des bâtiments, la pluie peut également causer des détériorations de la surface du béton et augmenter sa sensibilité au gel. Le potentiel d'attaque de l'eau dépend de sa chimie, de la vitesse d'écoulement, de la durée de contact, de la température et de la qualité du béton (cure).



Fig. 1 : effritement d'une paroi de piscine sous l'action de l'eau : deux étapes de bétonnage avec sensibilité différente aux attaques. (Largeur de la photo 20 cm)

La norme SN EN 206 contient des données pour différentes classes d'exposition (XC, XA1c à XA3c). Il convient d'observer que la classification concernant XA1 – XA3 entre autres, n'est valable que pour l'eau quasi stationnaire, par des températures de 5 à 25° C. CEM-SUISSE CT01 [2] fournit des recommandations relatives aux attaques par action chimique dans les STEP (bassins de la biologie).

Une agression de sulfates dans le béton est traitée dans la norme SN EN 206:2013. La concentration en sulfates dans l'eau ou dans le sol détermine le potentiel d'attaque et la qualité requise du béton (classes d'exposition XA1s à XA3s). Les sulfates dans le béton provoquent une cristallisation dans la pâte de ciment (ettringite et gypse), qui peut conduire à une expansion et à un réseau de fissures. En présence de basses températures ( $< 10^\circ\text{C}$ ), le sulfate peut générer de la thaumasite et décomposer la pâte de ciment, ce qui entraîne notamment une réduction sensible de la résistance.

Dans les installations de biogaz et les réservoirs à fermentation, il se produit une attaque biogène par l'action de l'acide sulfurique (fig.2). Celle-ci peut également avoir lieu dans des canalisations insuffisamment aérées. Le béton doit en être protégé par un revêtement ou une couche sacrificielle.



Fig. 2 : lors d'une attaque biogène par l'acide sulfurique, la pâte de ciment (carbonatée) est presque totalement transformée en gypse. La durée de service du béton est déterminée par la vitesse de pénétration du front d'attaque.

Type	Substance pénétrante	Effet	Classe d'exposition / environnement	Norme / cahier technique
Agression de sulfates et d'acide sulfurique	SO <sub>4</sub> (dans eau, sol)	Expansion, fissures	XA1s – XA3s/ Génie civil, STEP	SN EN 206:2013 [1]
	Acide sulfurique biogène	Transformation de la pâte de ciment, effritement	XA/ Installations de biogaz, installations de fermentation	Cahiers techniques OFEV/OFAG [3] & Zement-Merkblatt LB4 [4]
Lessivage	Eau, acides	Augmentation de la porosité, effritement	XA1c – XA3c; XAA/ Ouvrages hydrauliques, STEP, piscines	SN EN 206:2013 [1] CEMSUISSE CT 01 STEP [2]
Substances chimiques et organiques	Acides	Lessivage	XA/ Sols industriels, bacs collecteurs d'avaries, réservoirs, etc.	Non réglé
	Alcools	Dessèchement, fissures		
	Mazout	Ramollissement du béton, taches		
	Autres	Expansion, fissures, taches		
RAG	Eau	Expansion, fissures	XC1, XC2, génie civil	SIA CT 2042

Tableau 1 : aperçu des types d'attaque par action chimique sur le béton. Expansion, fissuration, augmentation de la porosité pouvant entraîner une réduction de la qualité du béton.

#### 4 Attaque par produits chimiques industriels

En milieu industriel, le béton peut entrer en contact avec de nombreux produits chimiques. Des détergents acides dans les stations de lavage par ex. (fig. 3a) ou des accidents dus à des fuites de produits chimiques (fig. 3b), peuvent endommager le béton. Dans certaines installations industrielles, il convient de construire des bacs collecteurs qui, en cas d'avarie, protégeront l'environnement pour un temps défini contre les fuites de produits chimiques. Dans le bulletin du ciment [5], le potentiel d'attaque de 300 substances est représenté dans un tableau synoptique. Les impacts possibles de ces substances sont très différents et dépendent fortement de leur concentration, de la durée d'action et la qualité du béton.



Fig. 3 : exemples de sols industriels détériorés : (a) attaque dissolvante par détergents dans station de lavage pour camions ; (b) taches dues à une fuite d'acide de batterie.

Sur la base de ces considérations et autres réflexions concernant la durée de vie par ex., il faut décider s'il convient d'opter pour un revêtement, un béton normal ou un béton particulier.

#### 5 Remise en état

Le cas échéant, les dégâts peuvent être identifiés au moyen d'analyses chimiques ou d'investigations microscopiques sur le béton. Les mesures à prendre pour une remise en état dépendent (i) du mécanisme des désordres, (ii) de la profondeur d'attaque et de l'enrobage d'armature ; (iii) des performances encore existantes du béton (par ex. résistance), (iv) de la cessation de la sollicitation du béton à des effets nuisibles, (v) de la durée d'utilisation prévue.

#### Littérature

- [1] SN EN 206:2013 « Béton – Partie 1 : Spécifications, performances, production et conformité » ;
- [2] Cahier technique CT 01 CEMSUISSE « Érosion du béton dans les bassins biologiques des stations d'épuration », juin 2010 ;
- [3] Constructions rurales de protection contre l'environnement OFEV / OFAG 2012 ; installations de biogaz dans l'agriculture OFEV / OFAG 2016 ;
- [4] Beton für Behälter in Biogasanlagen, Zement-Merkblatt LB 14, www.beton.org (décembre 2010) ;
- [5] K. Hermann, substances qui agissent sur le béton par action chimique, bulletin du ciment no 11, novembre 1995

Dr Pascal Kronenberg

Dr Théodore Chappex

#### NOS PROCHAINES JOURNÉES TECHNIQUES



#### November 2019

- 04.11. Bau-Projektmanagement
- 07.11. Öffentliches Raumplanungs- und Baurecht
- 12.11. Reklamationen professionell abgewickelt
- 14.11. Burgdorfer Abwassertag 2019
- 15.11. ZU und Schadensbewertung von Verkehrswegen
- 15./16.11. Sicher in Verhandlungen
- 22.11. Lean Construction

- 26.11. Führen ohne Vorgesetztenfunktion
- 28.11. Terminplanung in Planungs- und Bauprojekten
- 29.11. Pauschalaufträge

#### Dezember 2019

- 03.12. Bauwerkvertrag - Die SIA 118 in der Praxis
- 05.12. Bodenschutz im Bauablauf - in der Praxis
- 06.12. Sitzungen effizient leiten
- 09.12. Energieeffizienter Betrieb von Gebäuden
- 10.12. Brennen ohne auszubrennen Leben
- 12.12. Präventive Vorkehrungen für erfolg. Bauprozess

INSCRIPTION: Bau und Wissen, TFB AG, 062 887 72 77, sekretariat@bauundwissen, <http://www.bauundwissen.ch>

#### Impressum

Le bulletin TFB paraît plusieurs fois par année en version digitale. Éditeur : TFB AG, Lindenstrasse 10, 5103 Wildegg, pour la Suisse romande : TFB Romandie SA, 1070 Puidoux, T 021 635 14 44 ; e-mail bulletin@tfb.ch. Rédaction : Dr Veronika Klemm