Objekttyp: **AssociationNews**

Zeitschrift: **Tracés : bulletin technique de la Suisse romande**

Band (Jahr): **131 (2005)**

Heft 17: **Béton**

PDF erstellt am: **27.04.2024**

**Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

**Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

**http://www.e-periodica.ch**

Pascal Kronenberg et Fritz Hunkeler

# Résistance aux chlorures, nouvel essai SIA



**La cause principale des dégâts dans les constructions de génie civil exposées au trafic routier est la corrosion de l'armature induite par les chlorures. Lors d'une attaque du béton par les chlorures, ce sont le type d'exposition des éléments structuraux ou des ouvrages et la résistance du béton à la pénétration des chlorures, appelée résistance aux chlorures, qui jouent un rôle primordial. La nouvelle norme béton SN EN 206-1 en tient compte en exigeant la détermination de la résistance du béton aux chlorures selon l'annexe B de la norme SIA 262/1 pour des éléments structuraux avec un risque élevé de corrosion induite par les chlorures (classes d'exposition XD2 et XD3).**

De nombreux ouvrages en béton armé présentent aujourd'hui des dégâts dus à la corrosion d'armature (fig. 1) et nécessitent une remise en état souvent coûteuse. Les activités de recherche menées dans le monde entier ont montré que la durabilité des constructions en béton armé peut être améliorée par différentes mesures [1, 2, 3][1]. Parmi les plus économiques, on citera l'augmentation de l'enrobage de l'armature et le recours aux bétons plus denses, ces derniers pouvant être obtenus grâce à l'utilisation d'adjuvants et d'additions. Ces deux mesures vont dans le sens d'une augmentation de la résistance à la pénétration des chlorures.

## Détermination de la résistance aux chlorures des bétons

Le nouvel essai SIA « Résistance aux chlorures » a été évalué dans le cadre d'un projet de recherche financé par l'OFROU [4], dont les résultats sont brièvement présentés ici. Ce projet a étudié la résistance aux chlorures de bétons avec ou sans additions (cendres volantes, fumées de silice, sable de laitier), ainsi que celle de bétons prélevés directement sur des ouvrages plus anciens en Suisse. Cette résistance a été caractérisée à partir des méthodes suivantes :

- test ASTM selon AASTHO T259-80 (quantité de charge électrique)[2],
- test ibac ou CTH (coefficient de migration des chlorures),
- test Streicher (conductivité électrique),
- perméabilité aux gaz (constante de perméabilité),
- essai de perméabilité à l'eau selon norme SIA 162/1, essai n° 5 modifié ALP, resp. selon norme SIA 262/1, annexe A (perméabilité à l'eau),
- essai d'absorption d'eau (teneur ou enrichissement en chlorures).

Une vaste série d'expériences a permis de comparer les différentes méthodes d'essai selon leur pertinence, leur facilité d'exécution, leur durée de mesure, leur coût, leur fiabilité, leur précision, etc. Cette comparaison a montré que c'est la détermination du coefficient de migration des chlorures qui atteint le mieux l'objectif fixé, soit la caractérisation de la résistance du béton contre la pénétration des chlorures. D'autre part, elle est la seule des méthodes comparées à fournir une grandeur utilisable pour des simulations et des modèles prévisionnels de l'évolution de l'état ou pour des calculs de durée de vie [5]. Finalement, il est probable que ce soit elle qui sera normalisée au niveau européen.

Concernant la technologie des matériaux, les conclusions suivantes ont pu être tirées du projet :

- La composition du béton - tout particulièrement le rapport eau sur ciment (e/c), respectivement eau sur liant (e/l), ainsi que le type et la teneur des additions - influence substantiellement la résistance aux chlorures : celle-ci croît généralement avec l'augmentation du dosage en additions et la réduction du rapport e/c, resp. e/l (fig. 2).
- Les influences de la teneur en liant, du grain maximal et des adjuvants n'ont pas été analysées de manière systématique. Cependant, les quelques observations qui ont pu être faites concernant ces paramètres montrent que leur influence semble plutôt faible.

[1] Les chiffres entre crochets renvoient à la bibliographie en fin d'article

[2] Entre parenthèses : paramètre mesuré par la méthode

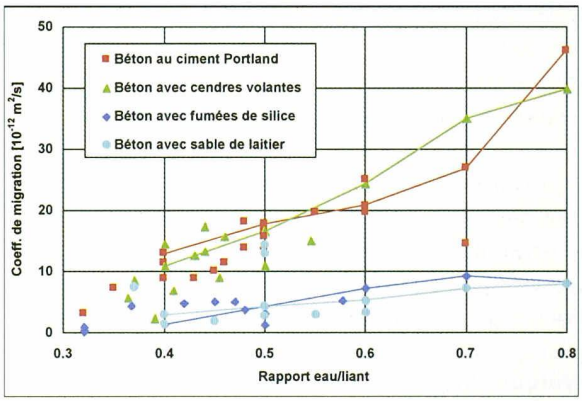
*Fig. 1 : Corrosion de l'armature induite par des chlorures au pied d'une colonne*

*Fig. 2 : Influence du rapport eau sur liant et du type de liant sur le coefficient de migration des chlorures [4]*

*Fig. 3 : Influence des additions sur la relation entre le coefficient de migration des chlorures et la résistance à la compression en comparaison avec des bétons au ciment Portland pur [4]*

*1*

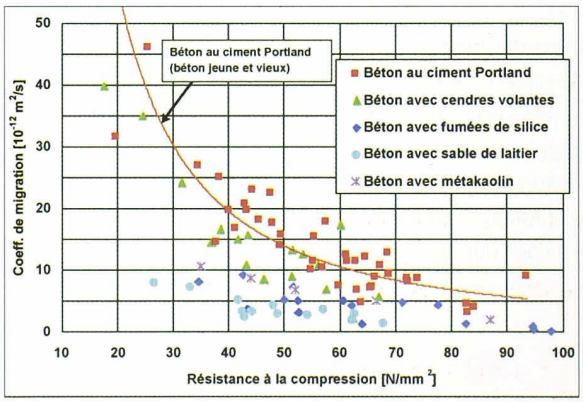
- Il n'a pas été possible d'établir une relation unique entre la résistance aux chlorures et les paramètres liés à la technologie des matériaux (rapports e/c ou e/l, porosité, résistance à la compression) qui soit applicable à tous les bétons analysés. Cette relation dépend entre autres du type de liant et de l'âge du béton (fig. 3). Les paramètres liés à la technologie des matériaux ne fournissent qu'une indication grossière quant au comportement d'un béton vis-à-vis de la pénétration des chlorures.
- La résistance aux chlorures tend à augmenter avec le vieillissement du béton. Par rapport à leur âge, les bétons prélevés sur des structures existantes ont montré une résistance moyenne à élevée. Cependant, si on extrapole ces valeurs à 28 jours, celles-ci se trouvent nettement au-dessous des valeurs mesurées sur des bétons de laboratoire.




*2*

## Résistance aux chlorures selon la norme SIA 262/1

En appliquant une tension électrique, les ions de chlore d'une solution saline sont introduits dans une éprouvette de béton saturé en eau. On détermine la profondeur de pénétration des chlorures libres qui permet, en combinaison avec la tension appliquée et d'autres paramètres, de calculer le coefficient de migration des chlorures. L'essai démarre 28 jours après la confection des éprouvettes et dure environ 10 jours. Il peut aussi être appliqué sur un vieux béton, à condition que celui-ci ne soit pas déjà contaminé par des chlorures.




*3*

*Tabl. A : Recommandation pour des valeurs individuelles admissibles du coefficient de migration des chlorures à 28 jours pour les classes d'exposition XD (corrosion induite par des chlorures), selon [4]*

*(Tous les documents illustrant cet article ont été fournis par les auteurs)*

| Classe d'exposition selon SN EN 206-1:2000 | | Enrobage | |
|---|---|---|---|
| | | 40 à 50 mm | 70 à 80 mm |
| | **Type d'exposition :** | **Valeurs individuelles admissibles du coefficient de migration des $Cl^-$, $m^2/s$** | |
| **XD1** | chlorures transportés par voie aérienne | $\leq 20 \times 10^{-12}$ | aucune exigence ($\leq 40$ à $60 \times 10^{-12}$) |
| **XD2** | contact permanent avec eau contaminée en chlorures | pas d'indication par manque d'expérience (recommandation : comme XD3) | |
| **XD3** | projections ou eau de contact contenant des chlorures (alternant) | $\leq 10 \times 10^{-12}$ | $\leq 20$ à $30 \times 10^{-12}$ |

A

Les éprouvettes (des cylindres d'un diamètre de 50 ± 1 mm ou 100 ± 1 mm pour une longueur de 50 ± 5 mm) sont conservées conformément à la norme SN EN 12390-2. Elles peuvent être prélevées soit sur des cubes ou des prismes, soit directement sur un élément de structure. Si le diamètre maximal du granulat est supérieur au tiers de la plus petite dimension de l'éprouvette, il faut cinq éprouvettes pour constituer une série d'essai. Si le diamètre maximal est égal ou inférieur au tiers de la plus petite dimension, trois éprouvettes suffisent pour une série d'essai.

## Valeurs limites

Des valeurs limites pour des éléments structuraux exposés à une eau chargée en chlorures ont été proposées dans le cadre du projet de recherche mentionné (tabl. A). Elles dépendent fortement de l'enrobage. Par manque d'expérience, il n'est actuellement pas possible de fournir des indications plus précises pour la classe d'exposition XD2 et il est pour le moment recommandé d'utiliser les mêmes valeurs que pour la classe d'exposition XD3.

Les valeurs limites du tableau A doivent encore être confirmées, ce qui est l'objectif du projet en cours « Propriétés du béton selon SN EN 206-1 », un projet réalisé par le TFB et l'EMPA et co-financé par l'EMPA, l'OFROU et diverses associations (*cemsuisse*, ASGB, SSE, SIA).

Pascal Kronenberg, dr sc. tech., ing. civil dipl. EPFL/SIA
Fritz Hunkeler, dr sc. tech., ing. mat. dipl. ETHZ/SIA
TFB - Service de recherches et conseils techniques en matière de ciment et béton, CH - 1023 Crissier

Bibliographie

[1] F. Hunkeler : Einsatz von nichtrostenden Bewehrungsstählen im Betonbau, Eidg. Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK), Bundesamt für Strassen, FA 89/00, Bericht VSS Nr. 543, Mai 2000.

[2] F. Hunkeler : Utilisation d'aciers d'armature inoxydables dans les ouvrages en béton, Dép. Fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication, Office fédéral des routes, MR 95/00, Rapport VSS no. 558, Sept. 2001.

[3] P. Richner und J. Kürsteiner : Einsatz von epoxidharzbeschichteten Bewehrungsstählen im Betonbau, Eidg. Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK), Bundesamt für Strassen, FA 87/99, Bericht VSS Nr. 557, Sept. 2001.

[4] F. Hunkeler, Ch. Merz und H. Ungricht : Vergleichende Untersuchungen zum Chloridwiderstand von Betonen, Eidg. Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK), Bundesamt für Strassen, FA 1998/097, Bericht VSS Nr. 568. Nov. 2002.

[5] H. Ungricht : Wasserhaushalt und Chlorideintrag in Beton - Einfluss der Exposition und der Betonzusammensetzung, der Bauingenieur, Heft 5, 2000, S. 48-52.