

Zeitschrift: Bulletin du ciment
Herausgeber: Service de Recherches et Conseils Techniques de l'Industrie Suisse du Ciment (TFB AG)
Band: 66 (1998)
Heft: 11

Artikel: Remise en état d'ouvrages en béton armé (4) : remplissage des fissures
Autor: Hermann, Kurt
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-146461>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 22.01.2025

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



Pose d'une manchette fileté.

Photo: Sika SA, Zurich

Remise en état d'ouvrages en béton armé (4): Remplissage des fissures

Les fissures des éléments de construction en béton ou en béton armé peuvent être colmatées avec des injections de ciment ultrafin ou de résines synthétiques.

Les fissures peuvent nuire à la durabilité et à l'aptitude au service des éléments en béton ou en béton armé, et parfois même à leur capacité portante. Il a été traité de l'importance des fissures dans le précédent numéro du «Bulletin du ciment» [1]. Le présent article est consacré à des aspects importants de la remise en état d'ouvrages en béton ou en béton armé fissurés. Les injections avec des résines synthétiques ou des suspensions de ciment ultrafin viennent en l'occurrence en premier lieu. D'autres possibilités, telles que pontages de fissures au moyen d'enduits ou de films (par exemple pour l'étanchement d'ouvrages hydrauliques du côté de la venue d'eau) seront l'objet du prochain numéro du «Bulletin du ciment».

Directives

Les injections en fissures sont traitées en détail dans deux directives allemandes:

- «Zusätzliche technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für das Füllen von Rissen in Betonbauteilen» (ZTV-Riss 93) [3]
- «Richtlinien für Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen» publiées en quatre parties par le «Deutscher Ausschuss für Stahlbeton (DAfStb) [4–7].

Ce qui est exposé ci-après est basé principalement sur ces deux directives, ainsi que sur des documents pour un séminaire du TFB qui avait pour thème «Instandsetzung von Stahlbetonbauten: Verstärken und Abdichten» [2, 8, 9].

Choix du procédé

Le remplissage des fissures peut être fait dans différents buts [3]:

Colmatage. Freiner ou empêcher la pénétration de substances favorisant la corrosion dans les éléments de construction.

Etanchement. Eliminer les points non

étanches, cause de fissures dans un élément de construction.

Liaison souple. Relier les deux lèvres de la fissure avec un matériau à élasticité limitée.

Solidarisation. Réaliser une liaison des deux lèvres de la fissure résistant à la traction pour rétablir la capacité portante.

Les exigences concernant les matériaux d'injection différant en fonction de chacun de ces buts, le choix des produits se trouvant sur le marché est relativement grand. A côté des matières synthétiques telles que résines époxy, polyuréthane ou acryliques, il faut également citer les ciments ultrafins.

En dehors du but recherché, le degré d'humidité des fissures est un facteur important pour le choix du procédé. Il en est tenu compte dans le *tableau 1*, où figurent les matériaux de remplissage permettant d'atteindre un but déterminé. On trouve dans le *tableau 2* les conditions d'utilisation



Pompe d'injection pour produit à un composant.

Photo: Sika SA, Zurich

spécifiques pour les différents matériaux et genres de remplissage des fissures selon les directives du «DAfStb» [5].

En ce qui concerne l'utilisation de suspensions de ciment, les directives du «DAfStb» datent un peu, car les ciments ultrafins avec diamètre max. des grains de 0,006 mm (6 µm) aujourd'hui à disposition permettent de remplir intégralement même des fissures de moins de 0,1 mm de largeur (voir aussi [10]). En général, on peut prendre pour base que les suspensions de ciment ultrafin conviennent pour le colmatage par solidari-

sation de fissures $\geq 0,2$ mm de largeur [8].

Dans «ZTV-Riss 93» [3], il est tenu compte de ce que les suspensions de ciment ultrafin sont admises pour le colmatage et l'étanchement de fissures, ainsi que pour la solidarisation de lèvres de fissures. Par rapport aux injections de résine synthétique, les injections de ciment présentent l'avantage de très bien protéger l'armature contre la corrosion (milieu alcalin!). La liaison souple est le seul procédé que, pour des raisons évidentes, elles ne permettent pas.

Matériaux d'injection

Des informations détaillées sur les injections en fissures de suspensions de ciment ultrafin ont déjà été données dans un précédent numéro du «Bulletin du ciment» [10]. C'est pourquoi nous ne traiterons ici que des principales résines synthétiques.

Les résines époxy

sont des résines d'injection à deux composants témoignant de bonnes propriétés mécaniques. Leurs propriétés physiques et chimiques varient largement. Leur viscosité par exemple peut être de 100 à

But	Degré d'humidité des fissures/lèvres de fissure			
	sec	humide	avec écoulement d'eau sans pression sous pression	
Colmatage par imprégnation avec	EP	EP ¹⁾	–	–
Colmatage par injection avec	EP, PUR, PC, SC	EP ¹⁾ , PUR, PMA, PC, SC	PUR, PC, SC	PUR ²⁾ , PC ³⁾ , SC ³⁾
Etanchement par injection avec	EP, PUR, PC, SC	EP ¹⁾ , PUR, PMA, PC, SC	PUR, PMA, PC, SC	PUR ²⁾ , PMA, PC ³⁾ , SC ³⁾
Liaison souple avec	PUR	PUR, PMA	PUR, PMA	PUR ²⁾ , PMA
Solidarisation avec	EP, PC, SC	EP ¹⁾ , PC, SC	PC, SC	PC ³⁾ , SC ³⁾

¹⁾ utiliser des résines époxy spécialement conçues à cet effet

²⁾ étancher d'abord avec PUR à expansion rapide, puis injecter PUR

³⁾ avec mesures temporaires pour réduire la pression

EP: résine époxy

PUR: polyuréthane

PMA: polyméthacrylate

PC: pâte de ciment

SC: suspension de ciment

Tab. 1 Domaines d'utilisation des matériaux de remplissage en fonction du degré d'humidité [3] (modifié).



Manchette posée dans la zone du sol/radier d'une canalisation en béton.

Photo: Sika SA, Zurich

25 000 mPa s, selon leur teneur en matières de charge. De nombreuses résines époxy ont pour inconvénient de ne pas être utilisables sur les supports mouillés, ou de ne l'être que de façon limitée, car elles adhèrent mal. Les résines époxy sont conseillées, entre autres, lorsqu'une ou plusieurs des propriétés suivantes sont exigées [9]:

- résistance élevée à l'arrachement (10–20 N/mm²)
- résistance élevée à la traction (20–40 N/mm²)
- résistance élevée à la compression (> 100 N/mm²)
- résistance élevée à la traction par flexion (jusqu'à 30 N/mm²)

Leur bonne résistance aux produits chimiques est également utile; ce n'est qu'en présence d'acides forts que leur résistance peut poser un problème.

Les systèmes à base de résines époxy usuels ne sont pas souples, ou le sont peu. C'est pourquoi ils sont particulièrement indiqués pour le colmatage par solidarisation ou pour le collage rigide de fissures. Les résines époxy assouplies témoignent d'une

grande résistance à la traction par flexion. Elles supportent des secousses ou de légers mouvements sans se détacher des flancs des fissures.

Les polyuréthannes

On trouve les polyuréthannes sur le marché sous forme de systèmes à un ou à deux composants. Ils sont utilisées depuis plus de 20 ans. Selon des études faites en laboratoire, leur durabilité dépasse 40 ans, même en milieu fortement basique (pH 13,5) [11]. Les polyuréthannes conviennent pour les injections en fissures principalement en raison des propriétés suivantes [9]:

- force d'adhérence élevée (5 N/mm² et plus), même sur supports humides
- pouvoir de pénétration élevé dû à la faible viscosité (200–500 mPa s)
- bonne déformabilité en cas de mouvements des fissures

L'élasticité de nombreuses résines polyuréthane couramment utilisées pour un étanchement durable est généralement < 10%. Concrètement, cela signifie que leur limite d'élasticité est atteinte lorsque la largeur des

fissures change pour passer de 0,30 mm à 0,33 mm [12].

En présence d'eau sous pression, les mousses de polyuréthane permettent un étanchement temporaire rapide, qui doit ensuite être complété par un étanchement durable [11].

Les polyméthacrylates

Les résines PMA pour injections sont des produits récents. Elles réagissent tout à fait autrement que les résines époxy ou polyuréthane. Pour les injections en fissures, ce sont surtout les propriétés suivantes qui sont intéressantes [9]:

- faible viscosité (5–20 mPa s; comparable à celle de l'eau) et bonne mouillabilité, dont résulte un très haut pouvoir de pénétration;
- viscosité inchangée jusqu'à la fin du temps d'utilisation (de 10 secondes à 1 mois selon la formulation), mais rapide augmentation de la viscosité ensuite;
- pas de dosage précis nécessaire, car seules les molécules d'une substance réagissent ensemble (déclenchement par excitants, chaleur ou rayonnement).



Injection de suspension de ciment ultrafin.

Photo: archives TFB

Les résines PMA peuvent être formulées aussi bien pour le colmatage par solidarisation (résistances à la traction par flexion d'env. 15 N/mm², résistances à la compression jusqu'à 30 N/mm²) que pour l'étanchement de fissures. Les résines PMA sont intéressantes en raison de leur élasticité qui leur permet de ne pas perdre leur effet d'étanchement en cas de déformation des fissures. Et comme elles gonflent en outre au contact de l'eau, cet effet augmente encore. Mais on trouve également sur le marché des systèmes relativement durs, qui ne gonflent pas.

Les injections en pratique

Le matériau est injecté dans les fissures au moyen de manchettes. On distingue entre manchettes collées et manchettes placées dans des trous forés. Les manchettes pour trous forés sont introduites dans des canaux forés préalablement de façon à croiser la zone des fissures. Elles se composent souvent de petits tubes mé-

talliques filetés, sur lesquels on peut glisser un dispositif à expansion. Ce dernier bloque la manchette tout en rendant étanche le canal foré. Le bourrage des fissures

n'est généralement pas nécessaire, mais pour des raisons pratiques, les fissures sont tout de même fréquemment bourrées avec un mastic à base de ciment ou un mortier.

Les manchettes collées se composent

de plaquettes métalliques ou en matière plastique avec une tubulure de remplissage que l'on peut fermer. Elles sont collées directement sur la fissure nettoyée. Les ouvertures de fissure non couvertes par les manchettes collées doivent être bourrées (mastic synthétique ou à base de ciment).

Pour l'injection de résines synthétiques, on utilise de préférence des manchettes pour trous forés. Pour les éléments de construction en béton précontraint, où l'endommagement des aciers de précontrainte n'est pas



Arrêt de venue d'eau par injection PUR.

Photo: Sika SA, Zurich

Matériau		Imprégnation avec EP	Injection avec EP	Injection avec PUR	Injection avec PC
Largeur des fissures w		> 0,10 mm	> 0,10 mm ¹⁾	> 0,10 mm	> 3 mm ⁶⁾
Changement de largeur des fissures Δw avant l'effet de la mesure prise	à court terme	pas admis	< 0,1 w ou < 0,03 mm ²⁾	en général < 0,25 w ⁵⁾	pas admis
	journalier	pas admis	dépend du développement de la résistance de EP ³⁾	en général < 0,25 w ⁵⁾	pas admis
	à long terme	pas admis	illimité	en général < 0,25 w ⁵⁾	pas admis
Humidité des fissures/lèvres de fissure		sec	sec ou humide ⁴⁾	humide ou mouillé	mouillé
Mesures préalablement prises		pas de conditions	remplissage EP pas admis	remplissage répété possible	traitement aux résines synthétiques pas admis
Cause des fissures		connue ne se répétant pas	connue ne se répétant pas	connue	connue ne se répétant pas

¹⁾ dans les zones essentielles du cheminement des fissures

²⁾ plus petite valeur déterminante

³⁾ pas de limitation si résistance $\geq 3,0$ N/mm² dans les 10 h, et moment de l'injection approprié

⁴⁾ exigences particulières en cas de fissures humides

⁵⁾ selon examen de base

⁶⁾ également plus petite avec procédé spécial

EP: résine époxy
PUR: polyuréthane
PC: pâte de ciment

Tab. 2 Conditions d'utilisation spécifiques pour matériaux de remplissage et genres de fissures [5].

exclu, on utilise très fréquemment des manchettes collées [13]. Pour l'injection, on dispose des appareils et installations les plus divers. L'injection se fait le plus souvent à des pressions relativement basses (avec des pressions trop élevées, on risque d'élargir les fissures). En général, on injecte en deux fois. Une fois les travaux d'injection terminés, on enlève habituellement les manchettes. Les trous forés sont obturés dans les règles de l'art avec un mortier synthétique ou à base de ciment. Souvent, on protège encore ensuite l'élément de construction avec un système de protection de surface. Le degré de remplissage des fissures ne peut être constaté qu'au moyen de carottes. Selon la directive du «DAfStb [5], les fissures de largeur > 0,1 mm visibles à la surface doivent être remplies au moins à 80% en cas de liaison par solidarisation.

Kurt Hermann, TFB

Bibliographie

- [1] Hermann, K., «Remise en état d'ouvrages en béton armé (3): Les fissures – influence sur l'étanchéité et la corrosion», Bulletin du ciment 66 [10], 3–7 (1998).
- [2] Pichler, W., «Abdichtungsmöglichkeiten von Rissen und undichten Fugen – Systeme, praktische Beispiele» dans documents pour le séminaire du TFB no 974 840 «Verstärken und Abdichten» du 25 mars 1998.
- [3] ZTV-Riss 93: «Zusätzliche technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für das Füllen von Rissen in Betonbauteilen», herausgegeben vom Deutschen Bundesministerium für Verkehr, Verkehrsblatt-Verlag, Dortmund (1993).
- [4] «Richtlinie für Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen», partie 1: «Allgemeine Regelungen und Planungsgrundsätze», publiée par le Deutscher Ausschuss für Stahlbeton (DAfStb), 15 pages (1990).
- [5] «Richtlinie für Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen», partie 2: «Bauplanung und Bauausführung», publiée par le Deutscher Ausschuss für Stahlbeton (DAfStb), 54 pages (1990).
- [6] «Richtlinie für Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen», partie 3: «Qualitätssicherung der Bauausführung», publiée par le Deutscher Ausschuss für Stahlbeton (DAfStb), 35 pages (1991).
- [7] «Richtlinie für Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen», partie 4: «Qualitätssicherung der Bauprodukte», publiée par le Deutscher Ausschuss für Stahlbeton (DAfStb), 63 pages (1992).
- [8] Huth, W., «Rissverpressung mit Feinstzementen: Grundlagen und Beispiele» dans documents pour le séminaire du TFB no 974 840 «Verstärken und Abdichten» du 25 mars 1998.
- [9] Lichtsteiner, F., «Rissverpressungen mit Kunststoffen: Grundlagen und Beispiele» dans documents pour le séminaire du TFB no 974 840 «Verstärken und Abdichten» du 25 mars 1998.
- [10] Hermann, K., «Injections en fissures de suspensions de ciment ultrafin», Bulletin du ciment 64 [4], 3–7 (1996).
- [11] Graeve, H., et Riecks, B., «Abdichten von Injektionen mit neuen Werkstoffen», Strassen- und Tiefbau 50 [10], 12–18 (1996).
- [12] Ruffert, G., «Abdichtungen von Rissen in Wasserbauwerken aus Beton», Strassen- und Tiefbau 49 [1], 14–16 (1995).
- [13] Voegeli, R., «Einsatzmöglichkeiten der abdichtenden Injektion zur Bausanierung» dans Wittmann, F.H. (éditeur), «Injizieren von Rissen», WTA-Schriftenreihe 5, 21–34 (1996).