

# Le ressuage du béton

Autor(en): **Hermann, Kurt / Egmond, Bram van**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin du ciment**

Band (Jahr): **67 (1999)**

Heft 2

PDF erstellt am: **10.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-146487>

## **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.

# Le ressuage du béton

Le meilleur moyen d'éviter que les bétons ressuent est d'appliquer comme il se doit les connaissances en technologie du béton acquises en ce qui concerne la fabrication de bétons durables.

Le ressuage peut être divisé sommairement en

- *ressuage visible* dû à la restitution d'eau à la surface de l'élément de construction après le compactage de mortiers ou de bétons
- *ressuage interne* dû à la restitution d'eau sous l'armature ou sous les gros granulats après le compactage de mortiers ou de bétons

Le ressuage ne doit pas forcément être négatif: la perte d'eau diminue le rapport e/c et le béton devient plus dense – du moins dans les parties inférieures. Sur les surfaces de béton inclinées ou verticales, l'élimination de l'eau de ressuage au

moyen de lés de coffrage dissipant l'eau fait partie des méthodes ayant fait leurs preuves pour améliorer la qualité du béton superficiel [1].

## Les raisons du ressuage des bétons

Pratiquement, tout béton fraîchement mis en place ressué. Les bétons avec une teneur en eau élevée (rapport e/c) sont davantage sujets au ressuage que les bétons dont le rapport e/c est bas. Et plus le pourcentage de fines dans le béton est élevé, plus la tendance au ressuage diminue. Le ressuage provient de ce que le béton est composé de matériaux

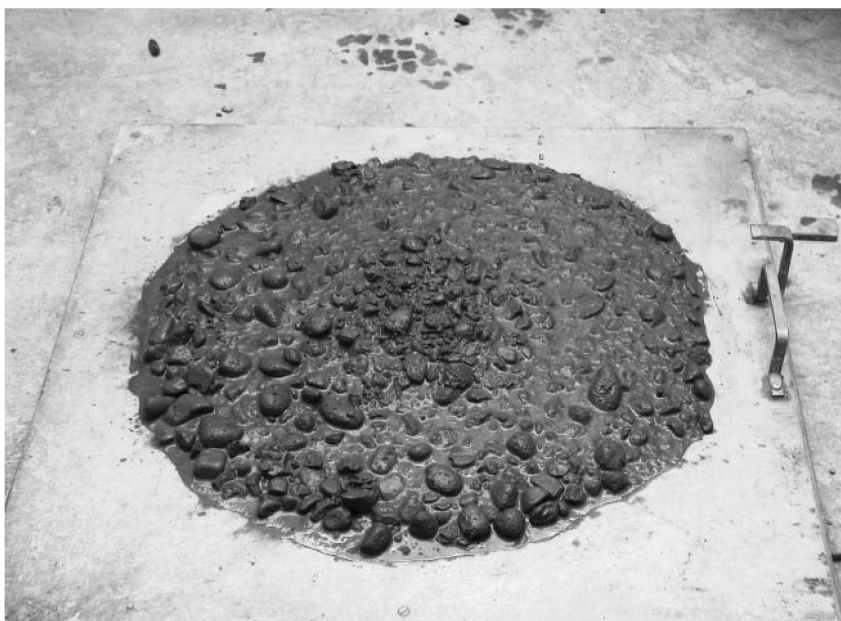
dont la densité  $\rho$  diffère fortement:

- granulats avec  $\rho$  du domaine de 2,6 à 2,7 kg/dm<sup>3</sup>
- ciment ( $\rho = 3,0\text{--}3,2$  kg/dm<sup>3</sup>)
- eau ( $\rho = 1,0$  kg/dm<sup>3</sup>)

Pour que le béton puisse être aussi dense que possible, les particules fines du mélange doivent migrer dans les vides se trouvant entre les particules plus grosses, jusqu'à ce que ces vides soient remplis. Ce processus est déclenché par le malaxage, la vibration ou une autre méthode de compactage.

Les particules sèches se déplaçant difficilement, elles ont besoin d'un «lubrifiant». Dans le béton frais, ce sont l'eau et la pâte de ciment qui jouent – quoique mal – le rôle de lubrifiant; après le malaxage des composants du béton, les grosses particules sont enrobées d'une couche de ce lubrifiant d'environ 0,1 mm d'épaisseur. Après la mise en place et le compactage, les particules ne devraient plus bouger. Mais le film lubrifiant qui les enrobe n'étant pas assez fort pour maintenir en place les granulats les plus lourds, ceux-ci descendent. Simultanément, l'eau refoulée par la couche lubrifiante monte.

Ces déplacements peuvent être stoppés par vibration ou revibration. Ils prennent fin lorsque l'on a obtenu le tassement le plus dense possible, ou lorsque le béton a atteint une ré-



Béton ressuant sur la table à secousses.

Photo: Andreas Queisser, TFB

sistance de  $0,1 \text{ N/mm}^2$ . Le processus qui vient d'être décrit démontre clairement que le problème du ressuage est étroitement lié à celui de la ségrégation. Plus il y a de particules lourdes qui peuvent descendre, plus la partie supérieure s'enrichit de particules légères (eau, fines) (voir figure 1).

### Conséquences du ressuage

Le ressuage, avec la ségrégation qui l'accompagne, crée dans la partie supérieure d'un élément de construc-

Un béton ressué généralement sur toute sa surface. Dans certains cas (le plus souvent lors de fort ressuage), l'eau s'échappe également en formant des canaux, par lesquels elle entraîne des particules de sable et de ciment. Des canaux vermiculaires restent à l'intérieur, et de petits cratères se forment à la surface. Lorsque l'eau sort latéralement, ou sous des éléments de coffrage inclinés non absorbants, des traînées de sable peuvent enlaidir la surface. L'eau de ressuage n'arrive pas à la

propriétés telles que la résistance à la compression, l'étanchéité et l'adhérence entre l'armature et le béton peuvent s'en trouver affaiblies.

Les éléments de construction de forte épaisseur doivent être talochés soit avant l'apparition du ressuage, soit après qu'il est terminé (eau de ressuage entièrement évaporée).

Un talochage exécuté durant la période intermédiaire peut provoquer le poudrage, des microfissures, des éclatements ou une diminution de la résistance à l'abrasion. Et l'eau de ressuage introduite peut augmenter la perméabilité de la partie supérieure du béton. Si l'on taloché trop tôt, il peut aussi arriver que la surface devienne étanche avant la fin du ressuage.

L'eau de ressuage s'accumule alors dans les parties basses de l'élément de construction. Il peut en résulter des boursouflures ou des éclatements sur toute la surface, dus à la couche de béton tendre et poreuse située au-dessous.

Un compactage excessif peut également provoquer un ressuage interne, même dans des bétons à hautes performances avec rapport e/c in-

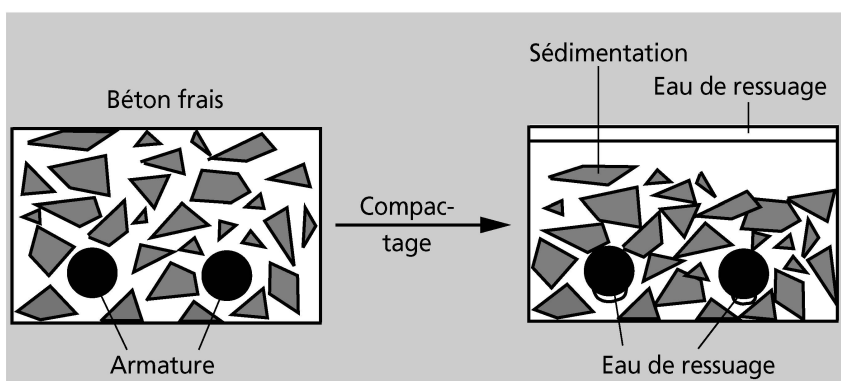


Fig. 1 L'eau de ressuage n'arrive pas à la surface en totalité.

Graphique: TFB/Schück AG selon [2]

tion une zone où le rapport e/c et la porosité sont plus élevés, et la résistance plus faible. La partie inférieure de cet élément est de densité plus élevée que la partie supérieure. Le volume se réduit en outre, en raison de l'eau de ressuage cédée.

surface en totalité. Une partie de cette eau peut s'accumuler sous de gros granulats aplatis ou sous des barres d'armature horizontales. Il se forme des zones où la pâte de ciment adhère moins bien à une partie des gros granulats ou de l'armature; des

férieur à 0,30 et faible étalement. Une des conséquences les plus redoutables peut en être la formation d'un réseau de capillaires reliés entre eux, qui vont jusqu'à la surface et facilitent la pénétration de composés agressifs [3].

#### Retrait capillaire

Une autre conséquence du ressuage peut être l'apparition de fissures de retrait capillaire [4]: aussi longtemps que les particules solides peuvent se déplacer, la compacité augmente en fonction de la quantité d'eau per-



**Restitution d'eau dans la zone d'un joint de bétonnage.**

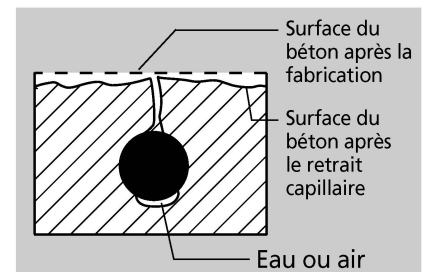
Photo: archives TFB

due; la perte de volume du béton correspond à peu près à la quantité d'eau perdue.

Dès que le durcissement croissant empêche toute sédimentation, c'est-à-dire dès que les particules sont maintenues en place, des contraintes dues à la traction capillaire se produisent si le ressuage continue. Lorsque la contrainte de traction capillaire dépasse la contrainte d'adhérence entre les particules mouillées, des fissures se forment perpendiculairement à la surface du béton ou du mortier.

Lorsque les conditions climatiques sont défavorables, le retrait précoce (retrait capillaire) des bétons peut aller jusqu'à 4 mm/m. La largeur des fissures se situe entre 0,5 et 2,0 mm, et dans les éléments en béton de forte épaisseur, les fissures atteignent une profondeur d'environ 100 mm.

Dans les éléments de construction genre dalles, le ressuage et le retrait capillaire peuvent provoquer une rupture du béton au-dessus des barres d'armature (figure 2). Cela est dû à ce que la déformation du béton en sens vertical est empêchée par les barres d'armature situées au-dessus [4]. Il peut même arriver que l'armature se profile à la surface du béton.



**Fig. 2 Fissuration au-dessus d'une barre d'armature due au ressuage et au retrait capillaire.**

Graphique: TFB/Schück AG selon [4]

#### Moyens d'empêcher le ressuage

Le meilleur moyen d'éviter que les bétons ressuient est d'appliquer comme il se doit les connaissances en technologie du béton acquises en ce qui concerne la fabrication de bétons durables.

Quelques-uns des moyens judicieux à utiliser ont déjà été mentionnés, et d'autres sont résumés ci-après.

##### Granulats

Une bonne composition granulométrique du mélange permet d'obtenir un béton frais de stabilité élevée et exigeant peu d'eau.

##### Ciment

Lorsque l'on remplace un ciment par un autre plus fin avec développement de la résistance plus rapide, l'eau de gâchage est plus rapide-

ment fixée par l'hydratation, le béton raidit plus vite, et les particules lourdes ne peuvent plus descendre. Davantage de ciment pour une même teneur en eau signifie diminution du ressuage.

#### Teneur en fines

Augmenter la quantité de matières fines (fillers inertes, sable très fin, ajouts tels que chaux hydraulique ou cendres volantes) permet d'obtenir des bétons frais plus stables. La règle empirique suivante vient de Hollande [5]:

- Granulats d'un diamètre maximum de 16 mm → minimum 125 l de matières fines  $\varnothing \leq 0,25 \text{ mm/m}^3$  (correspond environ à  $375 \text{ kg/m}^3$ )
- Granulats d'un diamètre maximum de 32 mm → minimum 115 l de



**Restitution d'eau provenant d'un nid de gravier.**

Photo: archives TFB

matières fines  $\varnothing \leq 0,25 \text{ mm/m}^3$  (correspond environ à  $375 \text{ kg/m}^3$ ). Des teneurs minimales en fines (tous les composants dont le diamètre est inférieur à 0,125 mm, y compris le ciment) similaires sont prescrites dans la norme SIA 162/1:

- $\geq 425 \text{ kg/m}^3$  pour granulats de 0–16 mm de diamètre
- $\geq 350 \text{ kg/m}^3$  pour granulats de 0–32 mm de diamètre
- $\geq 300 \text{ kg/m}^3$  pour granulats de 0–64 mm de diamètre.

#### Réduction de la teneur en eau

Les plastifiants et les superfluidifiants (BV et HBV) permettent de réduire la quantité d'eau de gâchage, sans modifier l'étalement, c'est-à-dire sans nuire à l'ouvrabilité.

#### Air entraîné artificiellement

L'adjonction d'entraîneurs d'air (LP) permet aussi de diminuer la quantité d'eau de gâchage. Les petites bulles d'air, qui servent également de lubrifiant, améliorent en même temps la cohésion du béton frais.

#### Stabilisateurs

Les stabilisateurs réduisent la ségrégation du béton frais, et en particulier l'extraction d'eau [7].

#### Recompactage

Le recompactage ne sert pas à empêcher le ressuage. Il permet plutôt d'éviter les conséquences négatives sur la qualité du béton superficiel, lorsqu'il est exécuté après le décroissement du ressuage, mais avant la fin de la prise [8].

## BIBLIOGRAPHIE

- [1] Hermann, K., « Béton superficiel », Bulletin du ciment **62** [4], 3–7 (1994).
- [2] Loedolff, G.F., « A new approach to testing of concrete bleeding » in Dhir, R.K., et Jones, M.R., « Concrete 2000 », Chapman & Hall, Londres (1993), vol. 2, pages 1664–1675.
- [3] Aitcin, P.-C., « High-performance concrete », E & FN Spon, Londres (1998), pages 462–463.
- [4] Grube, H., « Ursachen des Schwindens von Beton und Auswirkungen auf Betonbauteile », série de publications de l'industrie du ciment **52**, 1–80 (1991).
- [5] « Onderhuids », Betoniek **10** [2], 1–8 (1995).
- [6] Norme SIA 162/1: « Ouvrages en béton – Essais des matériaux » (édition 1990).
- [7] Beton-Kalender **96**, partie 1, page 37 (1997).
- [8] Weigler, H., et Karl, S., « Beton – Arten, Herstellung, Eigenschaften », Verlag Ernst & Sohn, Berlin, 558 pages (1989).
- [9] ASTM C 232–92: Standard test methods for bleeding of concrete.



### Mesure du ressuage

Les procédés à disposition pour déterminer le ressuage ont le plus souvent l'inconvénient de n'être utilisables que pour les pâtes de ciment et les mortiers. Et les résultats de ces tests ne peuvent être reportés que sous réserve sur des bétons avec granulats de diamètre maximum de 32 mm.

Il y a toutefois des exceptions, par exemple deux tests selon ASTM 232-92 [9], qui sont admis pour des granulats de diamètre maximum de 50 mm. Le fait que dans ces tests, des échantillons provenant du même lot ne doivent pas forcément fournir les mêmes résultats, démontre la valeur de ces méthodes de mesure: elles fournissent des indications sommaires sur les changements de composition du béton dont on peut prévoir qu'ils auront une action positive sur le comportement au ressuage d'un béton.

*Bram van Egmond  
et Kurt Hermann, TFB*

**Restitution d'eau par des bulles d'air montantes.**

Photo: archives TFB