

**Zeitschrift:** Bulletin du ciment  
**Herausgeber:** Service de Recherches et Conseils Techniques de l'Industrie Suisse du Ciment (TFB AG)  
**Band:** 50-51 (1982-1983)  
**Heft:** 22

**Artikel:** Perméabilité à l'eau de la pâte de ciment durcie  
**Autor:** [s.n.]  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-146072>

### **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:** 15.03.2025

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

# BULLETIN DU CIMENT

OCTOBRE 1983

51<sup>e</sup> ANNÉE

NUMÉRO 22

---

## Perméabilité à l'eau de la pâte de ciment durcie

Les conditions de la perméabilité à l'eau, les pores dans la structure de la pâte de ciment, mesure de l'étanchéité à l'eau, influences dominantes, résultats d'essais concluants, produits d'étanchéité, conclusions.

En ce qui concerne l'étanchéité du béton de ciment à l'eau, il faut premièrement en distinguer deux aspects :

- L'étanchéité du béton en tant que matériau
- L'étanchéité du béton en tant que partie de construction

Le second de ces cas concerne les joints non étanches, fissures, construction défectueuse, etc., problèmes qui ne seront pas traités ici. L'étanchéité du béton lui-même dépend de la porosité de la pâte de ciment et de la fabrication (malaxage, compactage). On laissera de côté la seconde de ces causes pour se limiter à l'étude de la perméabilité fondamentale de la pâte de ciment, en considérant donc comme acquises une construction bien conçue, l'absence de fissures et une mise en place correcte du béton. Voici les points qui seront examinés :

1. Les pores dans la structure de la pâte de ciment
2. Mesure de l'étanchéité à l'eau
3. Les facteurs influençant l'étanchéité à l'eau
4. Utilisation de produits d'étanchéité
5. Conclusions

2 *Conc. 1.* La pâte de ciment contient deux sortes de pores fondamentalement différents, à savoir les «pores du gel»  $\varnothing 10^{-6}$  à  $10^{-5}$  mm et les «pores capillaires»  $\varnothing 10^{-4}$  à  $10^{-3}$  mm. Les premiers sont si fins qu'ils ne peuvent se remplir d'eau que très lentement. Les molécules d'eau y sont fixées et ne peuvent pas s'y mouvoir librement. Les véritables canaux pour la circulation de l'eau sont constitués par les pores capillaires, sensiblement plus gros. Leur proportion en volume est une mesure de la perméabilité.

Tableau 1

Facteur eau/ciment e/c:	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8
Proportion des pores capillaires:	9.1	7.9	20	29	36	41 %

(calculé, % vol)  
(voir bibl. [1] et [2])

A partir d'une proportion de 30 %, soit pour une pâte de ciment correspondant à un facteur eau/ciment très peu supérieur à 0.6, les pores capillaires commencent à former un réseau continu de canaux. Pour les valeurs plus élevées du facteur e/c, la perméabilité augmente fortement (fig. 1).

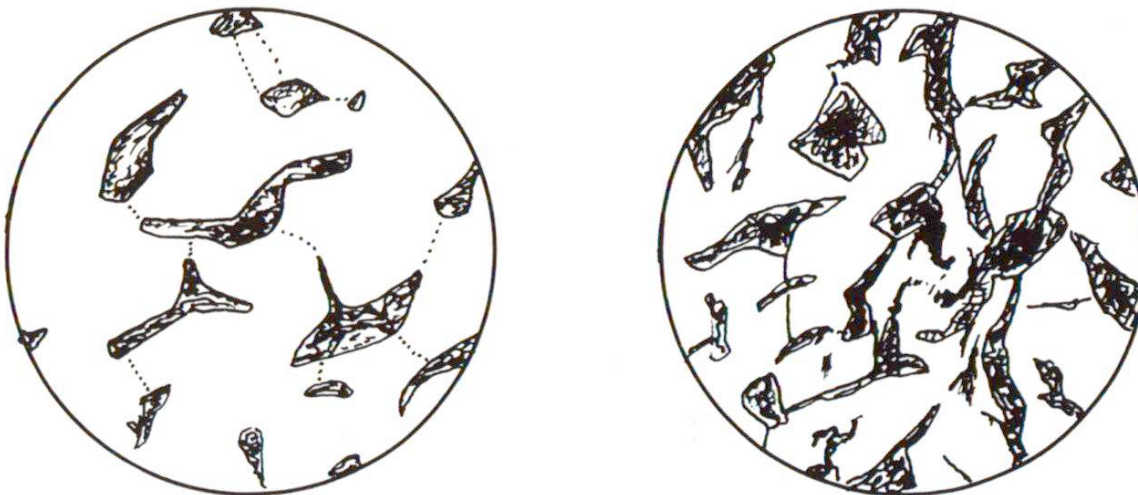


Fig. 1 Représentation schématique des pores de la pâte de ciment (diamètre du dessin env. 0.005 mm).  
A gauche: e/c 0.45, teneur en pores capillaires env. 10 %. Les vides ne sont reliés entre eux que par les pores du gel (en pointillé).  
A droite: e/c 0.8, teneur en pores capillaires env. 40 %. Les vides forment un réseau continu.

*Conc. 2.* La perméabilité du béton à l'eau se mesure par des essais normalisés. La méthode préconisée par les normes suisses consiste en l'application d'une pression d'eau allant jusqu'à 5000 kPa (50 atm.) sur une face d'un cube de 20 cm de côté, pour constater et mesurer la quantité d'eau qui le traverse. Il s'agit d'un essai qui permet de qualifier



3 des bétons usuels d'«étanches» ou de «très étanches», ce qui manque un peu de précision. L'essai selon DIN 1048 donne davantage d'informations. Il permet de mesurer la profondeur de pénétration de l'eau dans le béton pour un programme déterminé de pression d'eau (48 h à 98 kPa + 24 h à 294 kPa + 24 h à 686 kPa).

*Conc. 3.* Voici des résultats d'essais qui montrent quels sont les facteurs dont dépend la perméabilité. Ces essais furent très complets avec 11 ciments, 6 facteurs eau/ciment (0.45, 0.55, 0.60, 0.65, 0.70 et 0.80), pour des bétons ayant des âges différents au moment de l'essai (3, 7, 28, 90 et 180 jours).

*Tableau 2*

Profondeur de pénétration de l'eau en cm, dans des bétons conservés dans l'eau, selon DIN 1048, moyenne de 3 essais.

(Extrait du tableau des résultats, bibliographie [3])

Ciment	Age	Facteur eau/ciment					
		0.45	0.55	0.60	0.65	0.70	0.80
A	3	2.0	2.7	3.8	3.8	4.6	6.1
	7	2.2	2.0	3.0	2.7	2.6	4.5
	28	1.6	1.6	2.7	2.8	3.6	4.4
	90	1.1	1.4	1.6	1.3	5.0	5.0
	180	1.4	1.4	1.7	2.1	1.9	1.9
D	3	4.6	5.5	7.7	9.3	10.7	12.0
	7	2.2	4.3	6.1	6.6	8.4	10.2
	28	2.0	3.4	3.0	3.9	5.8	4.4
	90	1.6	3.2	1.8	3.1	3.2	3.7
	180	0.8	3.0	2.2	3.0	3.3	2.1

A = ciment HPC, D = ciment PC

Le tableau 2 et la figure 2 permettent de constater que la perméabilité est influencée de la façon suivante:

1. Au début, la perméabilité diminue rapidement avec l'âge du béton. Mais à partir de 28 jours, l'influence de l'âge n'est plus si grande.
2. Pour des facteurs eau/ciment croissants, c.-à-d. quand la teneur en pores augmente, la perméabilité augmente aussi, mais plus l'échantillon est âgé, plus cette influence est faible.

- 4 3. Une autre série d'essais a montré que dans les bétons conservés au sec, la profondeur de pénétration de l'eau est beaucoup plus grande que dans ceux qui sont conservés dans l'eau, surtout pour les plus âgés.

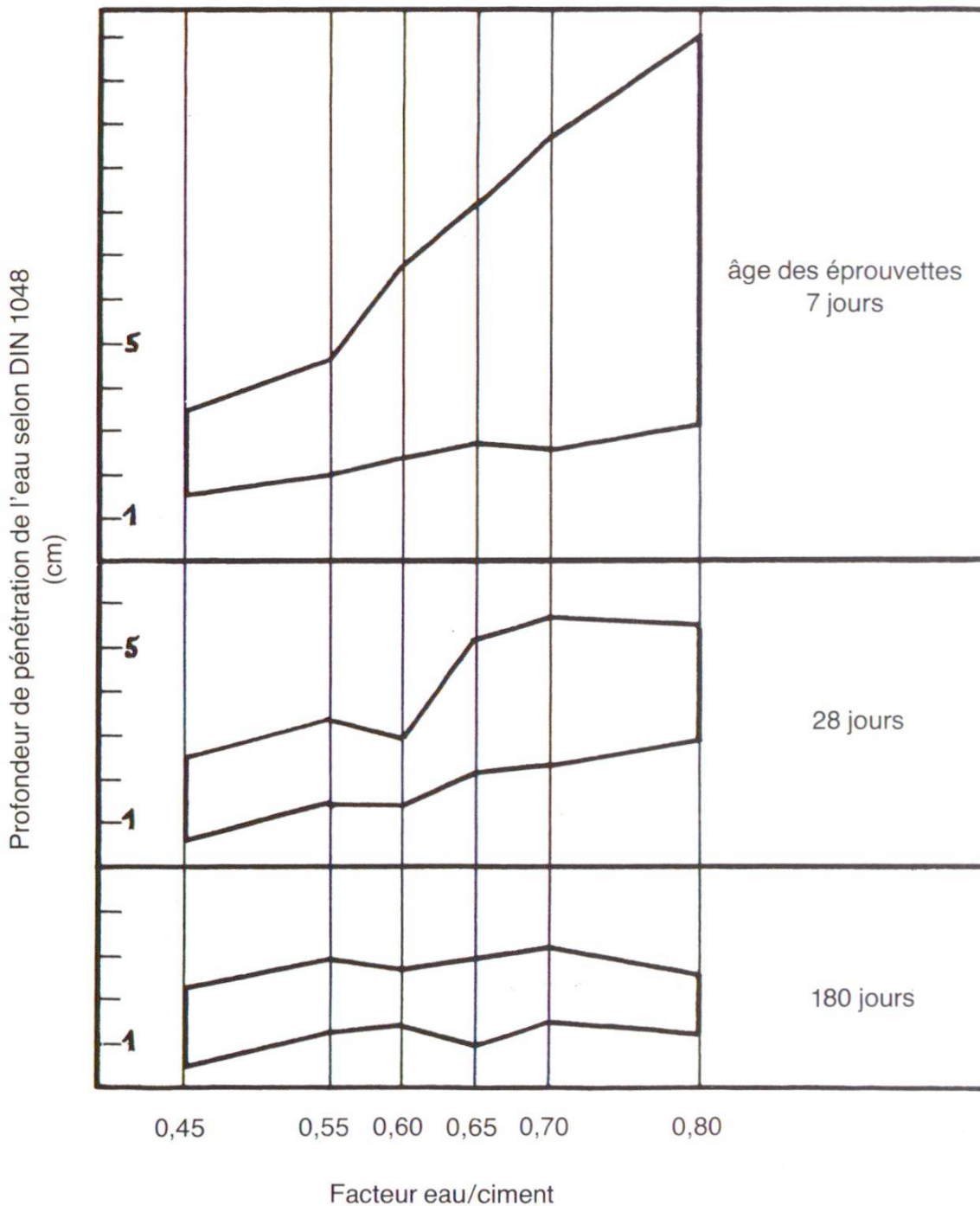


Fig. 2 Récapitulation globale de tous les essais de pénétration d'eau de *Bonzel*, Bibliographie (3).



- 5 Ces observations confirment l'idée admise que pendant le durcissement, les pores capillaires se remplissent progressivement de matière solide, ce qui peut conduire plus tard à des efflorescences de chaux si le système de pores capillaires contient de l'eau.

*Conc. 4.* Les produits d'étanchéité peuvent agir de trois façons:

- Un effet plastifiant sur le béton frais permet une réduction du facteur eau/ciment et par conséquent de la teneur en pores.
- Les pores peuvent être réduits par l'effet expansif de certaines matières.
- L'adjonction de matières hydrophobes permet de diminuer l'absorption capillaire des pores.

Des essais ont montré que parmi ces actions, la première est la plus efficace, l'effet des deux autres pouvant diminuer avec le temps.

De tels produits d'étanchéité n'agissent que contre la pénétration d'eau. Pour protéger le béton contre celle d'autres liquides, il faut imprégner les pores avec des produits adaptés à chaque situation. La difficulté est alors d'obtenir une profondeur de pénétration suffisante du produit d'étanchéité dans le réseau des pores.

#### *Conclusions pour la pratique*

1. Un béton de composition usuelle, correctement fabriqué et mis en place, est étanche en présence d'une pression d'eau faible.
2. L'étanchéité est encore améliorée si le béton peut être conservé plus longtemps à l'humidité (4 semaines et plus).
3. La profondeur de carbonatation dépend de la perméabilité de la pâte de ciment, c.-à-d. qu'un éventuel danger de corrosion serait plus à craindre dans un béton desséché que dans un béton mouillé ou humide (voir «BC» No 17/1979).

Tr.

## 6 Bibliographie:

- (1) *Trüb*, Baustoff Beton, 2<sup>e</sup> édition 1979
- (2) «Bulletin du ciment» No 7/1978
- (3) *Bonzel*, Der Einfluss des Zementes, des W/Z-Wertes, des Alters und der Lagerung auf die Wasserdurchlässigkeit des Betons. «beton», Herstellung, Verwendung, Düsseldorf 1966
- (4) *Wischers, Krumm*, Zur Wirksamkeit von Betondichtungsmitteln. «beton», Herstellung, Verwendung, Düsseldorf 1975
- (5) «Bulletin du ciment» No 10/1980