

Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 62 (1936)
Heft: 13

Artikel: Étanchéité des ouvrages en béton et en maçonnerie: généralités
Autor: Bolomey, J.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-47586>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 30.06.2025

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

BULLETIN TECHNIQUE DE LA SUISSE ROMANDE

ABONNEMENTS :

Suisse : 1 an, 12 francs
Etranger : 14 francs

Pour sociétaires :

Suisse : 1 an, 10 francs
Etranger : 12 francs

Prix du numéro :

75 centimes.

Pour les abonnements
s'adresser à la librairie
F. Rouge & C^{ie}, à Lausanne.

Paraissant tous les 15 jours

Organe de la Société suisse des ingénieurs et des architectes, des Sociétés vaudoise et genevoise des ingénieurs et des architectes, de l'Association des anciens élèves de l'Ecole d'ingénieurs de l'Université de Lausanne et des Groupes romands des anciens élèves de l'Ecole polytechnique fédérale. — Organe de publication de la Commission centrale pour la navigation du Rhin.

COMITÉ DE RÉDACTION. — Président : R. NEESER, ingénieur, à Genève. — Secrétaire : EDM. EMMANUEL, ingénieur, à Genève. — Membres : *Fribourg* : MM. L. HERTLING, architecte ; A. ROSSIER, ingénieur ; *Vaud* : MM. C. BUTTICAZ, ingénieur ; E. ELSKES, ingénieur ; EPITAUX, architecte ; E. JOST, architecte ; A. PARIS, ingénieur ; CH. THÉVENAZ, architecte ; *Genève* : MM. L. ARCHINARD, ingénieur ; E. ODIER, architecte ; CH. WEIBEL, architecte ; *Neuchâtel* : MM. J. BÉGUIN, architecte ; R. GUYE, ingénieur ; A. MÉAN, ingénieur cantonal ; E. PRINCE, architecte ; *Valais* : MM. J. COUCHEPIN, ingénieur, à Martigny ; HAENNY, ingénieur, à Sion.

RÉDACTION : H. DEMIERRE, ingénieur, 11, Avenue des Mousquetaires,
LA TOUR-DE-PEILZ.

CONSEIL D'ADMINISTRATION DU BULLETIN TECHNIQUE

A. DOMMER, ingénieur, président ; G. EPITAUX, architecte ; M. IMER ; E. SAVARY, ingénieur.

ANNONCES

Le millimètre sur 1 colonne,
largeur 47 mm. :

20 centimes.

Rabais pour annonces
répétées.

Tarif spécial
pour fractions de pages.

Régie des annonces :
Annonces Suisses S. A.
8, Rue Centrale (Pl. Pépinet)
Lausanne

SOMMAIRE : Etanchéité des ouvrages en béton et en maçonnerie : *Généralités*, par M. J. BOLOMEY, professeur à l'Ecole d'ingénieurs de Lausanne. — *L'architecture*, par M. AUGUSTE PERRET. — *Concours d'idées pour l'aménagement de la place de Vernier*. — *Choses d'économie électrique suisse*. — DIVERS : Comité national suisse de la Conférence mondiale de l'énergie. — III^{me} Conférence mondiale de l'énergie, II^{me} Congrès des Grands Barrages, Washington 7-12 septembre. — Congrès international de chimie industrielle. — A l'occasion du quatrième centenaire de l'Université de Lausanne. — SOCIÉTÉS : Groupe genevois de la G. e. P. — BIBLIOGRAPHIE. — NOUVEAUTÉS. - INFORMATIONS.

ÉTANCHÉITÉ DES OUVRAGES EN BÉTON ET EN MAÇONNERIE.

Cette rubrique comprendra deux études, la première, celle du professeur J. Bolomey, que nous publions aujourd'hui, traitant la question dans sa généralité, la seconde, de M. P. Schmidhauser, ingénieur, analysant et commentant un cas particulier.

Réd.

Généralités

par M. J. BOLOMEY,
professeur à l'Ecole d'ingénieurs de Lausanne.

La réalisation d'un béton imperméable est recherchée pour une foule d'ouvrages : réservoirs, barrages, canalisations, toitures, terrasses, etc., que ce soit pour lutter contre les infiltrations, pour protéger les armatures contre la rouille ou encore pour soustraire le béton lui-même aux attaques chimiques de certains liquides.

Ces buts peuvent être atteints, soit en rendant le béton pratiquement étanche dans toute sa masse, soit en le protégeant superficiellement par un enduit ou par un revêtement imperméable.

Il convient tout d'abord de distinguer entre étanchéité « absolue » et étanchéité « relative ». Un matériau est parfaitement étanche s'il ne se laisse pas pénétrer par la moindre goutte de liquide et reste complètement sec, quelles que soient la pression du liquide et la durée de l'essai (caoutchouc, certains produits asphaltiques ou bitumineux, métaux). Au contraire un matériau est pratiquement étanche si, dans les conditions de pression et de durée de l'essai auquel il est soumis, il n'est pas

traversé par le liquide, bien qu'il en absorbe une certaine quantité et en soit pénétré sur une profondeur plus ou moins grande. L'étanchéité apparente est donc relative : elle dépend de la nature et de la pression du liquide, de la durée de l'essai, de l'épaisseur du matériau considéré.

Certains matériaux, plus ou moins perméables lorsqu'ils sont secs, peuvent devenir pratiquement étanches lorsqu'ils sont mouillés, par suite d'un gonflement qui obture leurs pores (tuyaux en toile, futailles, certains bétons). D'autres matériaux, imperméables à l'origine, peuvent perdre cette qualité par suite de craquellements provoqués par le retrait et les variations de température ou par des dissolutions et altérations chimiques, c'est-à-dire par des phénomènes de vieillissement. Dans ces matériaux à étanchéité relative rentrent tous les bétons, les enduits au ciment, les bétons imperméabilisés au moyen d'hydrofuges, ainsi que certains revêtements à base d'asphalte ou de goudron.

Il n'existe pas de mortier ou de béton à base de ciment qui soit absolument étanche dans toute sa masse. N'importe lequel, placé dans l'eau après avoir été préalablement séché, accusera au bout de quelques heures une augmentation de poids due à l'absorption d'eau. La cassure révélera toujours, même si l'essai d'étanchéité a été supporté sans aucune perte apparente, que l'humidité a pénétré à une certaine profondeur, variable dans chaque cas particulier. L'imperméabilité absolue d'un béton à base de ciment ne pourra lui être conférée que par un revêtement étanche, dont l'efficacité ne sera durable que s'il reste suffisamment élastique et résistant quelles que soient les variations de température et d'humidité auxquelles il est exposé.

Tandis que l'étanchéité apparente du béton et des enduits au ciment est suffisante pour la plupart des ouvrages du génie civil, il en est tout autrement pour les toitures, les terrasses, les voûtes des ponts ; la parfaite étanchéité de celles-ci doit être assurée par des chapes absolument imperméables, le plus souvent à base d'asphalte. Pour chaque genre de construction il convient donc de déterminer le degré d'étanchéité requis et comment celui-ci peut être réalisé d'une façon durable.

Etanchéité apparente du béton.

Un béton sera pratiquement étanche, aussi longtemps qu'il ne se fissure pas sous l'action du retrait et des variations de température, s'il satisfait aux conditions suivantes :

a) Dosage en ciment suffisant (250 à 350 kg/m³) pour assurer la facilité de mise en œuvre (maniabilité) et la compacité du béton, sans augmenter dangereusement sa tendance à la fissuration par suite du retrait, qui croît en même temps que le dosage.

b) Bonne granulation du ballast, permettant de réduire au minimum le volume des vides qui devront être remplis par la pâte liante, c'est-à-dire par le ciment et l'eau de gâchage. Le volume de ces vides est d'autant plus petit que le ballast a une granulation plus étendue, c'est-à-dire que le diamètre maximum des grains de gravier est plus grand ; toutefois, pour éviter de trop fortes tensions intérieures entre ballast et pâte liante, par suite du retrait et des différences entre les coefficients de dilatation et les modules d'élasticité du gravier et de la pâte liante, tensions pouvant entraîner la fissuration microscopique du béton, il est recommandable de ne pas dépasser 30 mm pour le diamètre maximum des grains de gravier des bétons exposés à de fortes variations d'humidité ou de température.

c) Gâchage du béton à la consistance pâteuse, qui permet une mise en œuvre aisée du béton sans excès d'eau. Pour que la plasticité soit suffisante, c'est-à-dire pour qu'il n'y ait pas tendance au démixage des matériaux, cette consistance pâteuse doit être réalisée sans que le rapport ciment : eau (en poids) descende au-dessous de 1,5. Le dosage en ciment sera choisi en conséquence.

d) Mise en œuvre soignée du béton en le travaillant à la pelle ou avec des barres de fer ou encore en le vibrant ou en le pervibrant, de façon à éviter tout démixage des matériaux ou la formation de nids de gravier.

e) Maintien du béton humide pendant une durée assez longue (au moins une semaine) pour qu'il puisse acquérir une résistance suffisante avant d'être exposé aux tensions intérieures dues au retrait et qu'il puisse ensuite supporter ces tensions sans se fissurer.

Il y a ainsi une infinité de bétons, satisfaisant aux conditions a) à e) ci-dessus, qui seront pratiquement étanches, sous réserve des fissurations générales et des craquellements indiqués plus loin. En particulier, un béton de ballast roulé, au dosage de 300 kg de ciment par m³ de béton en place, gradué suivant $P = 10 + 90 \sqrt{d} : 30$, eau de gâchage 160 à 170 l/m³, sera pratiquement étanche s'il est mis en œuvre avec soin et maintenu humide pendant une semaine au moins.

L'étanchéité apparente peut aussi être conférée à un béton, ne remplissant que partiellement les conditions a) à e) ci-dessus, en ajoutant un hydrofuge au ciment.

D'autre part, un béton peut perdre son étanchéité primitive par suite de fissurations provoquées par les tassements de l'ouvrage, le retrait et les variations de température. Outre les fissures générales, largement ouvertes et visibles à l'œil nu, dont l'effet peut être combattu par des joints de dilatation, il se forme souvent un craquellement microscopique discontinu de la masse du béton tout entière, mais particulièrement accentué dans le voisinage des parements, qui est provoqué par les tensions intérieures dues aux différences de température et de retrait entre couches profondes et couches superficielles, au retrait de la pâte liante auquel s'opposent les armatures et les grains de gravier, etc.

De leur côté les revêtements étanches peuvent être endommagés par les chocs et les frottements ou s'altérer au contact de l'air et de l'humidité. Il convient donc de les mettre à l'abri des actions mécaniques et d'éviter qu'ils soient exposés à des variations répétées et de grande amplitude de température et d'humidité.

Hydrofuges.

On trouve dans le commerce un grand nombre de produits qui, ajoutés au ciment ou à l'eau de gâchage, doivent conférer au béton une étanchéité plus ou moins parfaite. Ils peuvent être classés dans les cinq groupes ci-dessous suivant que leur effet est de :

1. Améliorer la maniabilité du béton et éviter ainsi son démixage et la formation de nids de gravier.
2. Réduire la quantité d'eau de gâchage nécessaire pour obtenir une consistance déterminée, ce qui améliore la résistance et la compacité du béton.
3. Diminuer le retrait du béton et par suite le danger de sa fissuration microscopique sous l'influence de celui-ci.
4. Améliorer l'élasticité et obturer les pores du béton.
5. Accélérer la prise du ciment.

Amélioration de la maniabilité du béton. En gâchant le béton avec de l'eau additionnée de savon noir (savon potassique), il se forme, par le brassage, une quantité de bulles d'air (eau savonneuse) qui améliorent dans une forte mesure la maniabilité et permettent d'obtenir, avec une faible quantité d'eau de gâchage et un ballast médiocrement gradué et pauvre en sable fin, un béton très plastique et facile à mettre en œuvre sans danger de démixage. Chaque bulle d'air étant entourée d'une pellicule de lait de ciment, un tel béton est très étanche malgré une forte porosité.

L'addition de savon noir à l'eau de gâchage a le grave inconvénient de réduire considérablement la résistance mécanique du béton du fait de la porosité de celui-ci et d'augmenter le danger de fissuration par le retrait. L'étanchéité apparente primitive peut donc se perdre si le béton est exposé à des alternances de sécheresse et d'humidité. Ce procédé, très simple et économique, n'est donc qu'un pis-aller.

L'addition d'environ 10 % d'hydrate de chaux au ciment améliore très sensiblement la maniabilité du béton sans nuire de façon appréciable à sa résistance, bien que la quantité d'eau de gâchage doive être augmentée. L'hydrate de chaux retient l'eau, retarde le séchage du béton et, par cela même, retarde les manifestations du retrait tout en plaçant le ciment dans d'excellentes conditions de durcissement. Son inconvénient est de rendre le béton plus gélif et de provoquer la formation de dépôts de carbonate de chaux sur les parements. Exposé à une longue sécheresse, le béton au ciment additionné d'hydrate de chaux accuse un plus fort retrait que celui au ciment pur, le phénomène est inverse si les périodes de sécheresse ne sont que de courte durée.

Réduction de la quantité d'eau de gâchage. Une addition de 1 % de *plastiment* au ciment permet de réduire d'au moins 5 à 10 % la quantité d'eau de gâchage nécessaire pour obtenir un béton à une consistance déterminée ou, si la quantité d'eau de gâchage n'est pas modifiée, d'améliorer notablement la maniabilité du béton. Par suite de la réduction de l'eau de gâchage, le béton sera plus résistant et plus compact ; il pourra donc supporter plus facilement, sans se fissurer, les tensions intérieures dues au retrait. Le *plastiment* a en outre l'avantage, en s'opposant aux remontées de lait de ciment, d'empêcher la formation de pellicules de laitance à la surface inférieure des grains de gravier et d'améliorer l'adhérence béton sur béton aux joints de reprise, au point que celle-ci est aussi grande aux joints qu'en pleine masse.

Diminution du retrait. Le retrait est dû en majeure partie au séchage du béton. En ajoutant une substance hygroscopique au ciment, le béton conservera toujours une certaine humidité, d'où diminution du retrait et du danger de fissuration.

Ce procédé a été utilisé aux Etats-Unis, avec succès semble-t-il, lors de la construction de routes en béton, le ciment étant additionné de quelques pour-cent de chlorure de calcium. Il n'est pas applicable dans les bâtiments, l'humidité variable du béton provoquant la formation de taches et d'efflorescences.

Amélioration de l'élasticité et de la compacité du béton. Un ciment additionné d'asphalte en poudre permet d'obtenir un béton à faible module d'élasticité et pouvant supporter des déformations relativement grandes sans se fissurer, tout en étant très compact et étanche. De tels ciments ont été fabriqués il y a une trentaine d'années et ont été utilisés pour les revêtements de divers tunnels exposés à l'action de l'eau gypseuse. L'adjonction d'asphalte au ciment diminue considérablement la résistance du béton, c'est pourquoi ces ciments ont été abandonnés pour les travaux maritimes et les tunnels depuis que la fabrication des ciments alumineux a été mise au point, tandis que pour les toitures et terrasses, il est préférable de protéger le béton de ciment portland, armé ou non, par une chape asphaltique ou par tout autre revêtement étanche.

Accélération de la prise du ciment. Certaines matières (« Sika », eau chaude additionnée de soude, chlorure de calcium) ont la propriété de réduire fortement la durée de prise du ciment. Ce ne sont pas à proprement parler des produits imperméabilisants, mais des accélérateurs de prise du ciment, utilisés pour les étanchements de venues d'eau, le mortier ayant terminé son premier durcissement avant que l'eau ait eu le temps de le délayer.

La variété de la nature des hydrofuges, la diversité de leur mode d'action, indiquent qu'il ne faut les utiliser qu'avec une extrême prudence, après avoir fait vérifier par des essais de laboratoire précis s'ils conviennent au cas particulier envisagé. Certains hydrofuges, pour lesquels il est fait une forte réclame en invoquant des propriétés colloïdales hypothétiques, ont pour caractéristiques essentielles d'être très coûteux et de n'améliorer en rien l'étanchéité du béton, tout en diminuant sa résistance. Le plus souvent, l'étanchéité apparente pourra être obtenue, à bien moins de frais, en recherchant un ballast convenablement gradué, en majorant quelque peu le dosage en ciment et en soignant la mise en œuvre du béton à la consistance pâteuse.

(A suivre).

L'architecture ¹,

par M. Auguste PERRET.

Dans l'antiquité, l'architecte, le constructeur, était l'un des tout premiers personnages de l'Etat ; à Rome il s'asseyait à la droite de l'Empereur. Hélas ! il n'en va plus ainsi de nos jours et, de cette splendeur, il ne reste que le titre de *Pontifex maximus* ou faiseur de ponts que porte encore le Pape.

Cette désaffection est due à ce que depuis la Renaissance les architectes, à bout d'inventions techniques, se sont attachés plus à la forme, à l'effet produit, au décor, qu'à la construction.

L'architecture était devenue le domaine exclusif des Ecoles, qui l'ont figée dans des formules..., de véritables énigmes. Pourquoi un fronton, cette image du toit, au-dessus d'une porte intérieure ? !... et que d'autres exemples on pourrait donner.

Depuis bien longtemps les architectes parlaient une langue morte, incomprise du public qui s'en désintéressait.

Mais voici que la science apporte des systèmes de construction nouveaux, des matériaux nouveaux ; voici qu'une langue vivante s'élabore. Le public s'y intéresse, lui accorde son attention, sa faveur, grâce à quoi on peut tout espérer.

L'architecture est l'art de construire les édifices.

C'est de toutes les expressions de l'art celle qui est la plus soumise aux conditions matérielles ; mais il faut distinguer entre ces conditions, car quelques-unes sont naturelles et permanentes, d'autres ne dépendent que des hommes et sont passagères.

¹ Extrait de *Algéria*, numéro consacré à « La Cité moderne ». Voir sous la rubrique « Bibliographie ».