

Zeitschrift: Bulletin du ciment
Herausgeber: Service de Recherches et Conseils Techniques de l'Industrie Suisse du Ciment (TFB AG)
Band: 34-35 (1966-1967)
Heft: 6

Artikel: Béton à air occlu
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-145703>

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: 05.05.2025

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

BULLETIN DU CIMENT

JUIN 1966

34^E ANNÉE

NUMÉRO 6

Béton à air occlu

Description du béton à air occlu. Ses avantages et domaines d'application. Ce qui influence la qualité du béton à air occlu. Quelques règles fondamentales.

Le béton à air occlu n'est pas un béton poreux léger destiné à l'isolation. Son aspect ne le distingue pas d'un béton normal. Mais si on examine sa structure au microscope, on constate qu'il contient un très grand nombre de bulles d'air sphériques. Ces bulles ont des diamètres allant de 0,01 à 0,1 mm et elles occupent environ le 4% du volume du béton. La distance moyenne qui les sépare est de 0,07 à 0,1 mm.

Le béton à air occlu a acquis une certaine importance dès l'instant où l'on a constaté qu'il est très résistant aux effets du gel et aux actions des sels de dégel, ainsi qu'à certaines influences chimiques.

Cette résistance élevée s'explique par un principe physique très simple. Dans le BC 14/1963, nous avons étudié la pâte de ciment et constaté qu'elle comporte de nombreux pores capillaires ayant des diamètres de 0,0001 à 0,001 mm. Ces capillaires sont dus à

2 l'excédent d'eau de gâchage qui n'est pas lié chimiquement lors de l'hydratation du ciment. Ainsi plus est grande la quantité d'eau, c'est-à-dire le facteur eau/ciment, plus il y aura de capillaires et plus le béton sera perméable.

Etant très fins, ces capillaires absorbent l'eau extérieure et permettent ainsi les dégâts du gel ou l'agression chimique. Dans le premier cas, l'eau ainsi introduite se dilate au gel et fait éclater le béton, dans le second, l'attaque chimique peut se faire non seulement à la surface extérieure, mais également à l'intérieur du béton, aux surfaces des capillaires.

En introduisant des bulles d'air d'un diamètre 10 fois plus grand que celui des capillaires qu'elles interrompent, on supprime la perméabilité due à ces nombreux canaux: chaque capillaire ne peut absorber de l'eau que jusqu'au point où il est coupé par une bulle. En outre, les pores sphériques permettent la détente de l'eau des capillaires repoussée et mise en pression par celle qui gèle plus près de la surface.

On réalise l'occlusion d'air dans le béton au moyen de certains adjuvants. Lors du malaxage, ils provoquent la formation d'air en très petites bulles uniformément réparties. Il s'agit toutefois que la quantité d'air soit correcte et que la dimension des bulles le soit aussi ($\frac{2}{3}$ des pores d'un diamètre de 0,02 à 0,06 mm). S'il n'y a pas assez d'air, l'effet recherché est insuffisant et s'il y en a trop, la résistance mécanique du béton diminue dangereusement. Des pores trop gros sont aussi trop éloignés les uns des autres pour être efficaces et, de plus, ils tendent à disparaître lors de la vibration. Des pores trop petits, de diamètre voisin de ceux des capillaires ne suppriment plus le pouvoir de succion de ces derniers.

Ces exigences très précises quant à la dimension des pores et à leur nombre laissent prévoir que la production d'air occlu dans le béton demande beaucoup d'attention. La fabrication d'un béton à air occlu est une tâche qui sans être véritablement difficile est néanmoins délicate. Il existe, il est vrai, de bons adjuvants* entraîneurs d'air qui dans des conditions normales permettent d'obtenir la quantité d'air désirée et sous la forme qui convient. Toutefois cela nécessite des contrôles nombreux et des mesures fréquentes de la teneur en air dans le béton frais.

* Les bons adjuvants entraîneurs d'air se reconnaissent notamment à ce qu'ils sont accompagnés d'un mode d'emploi complet et explicite permettant un dosage simple et exact et à ce que le fournisseur met à disposition un service de conseils techniques sérieux.

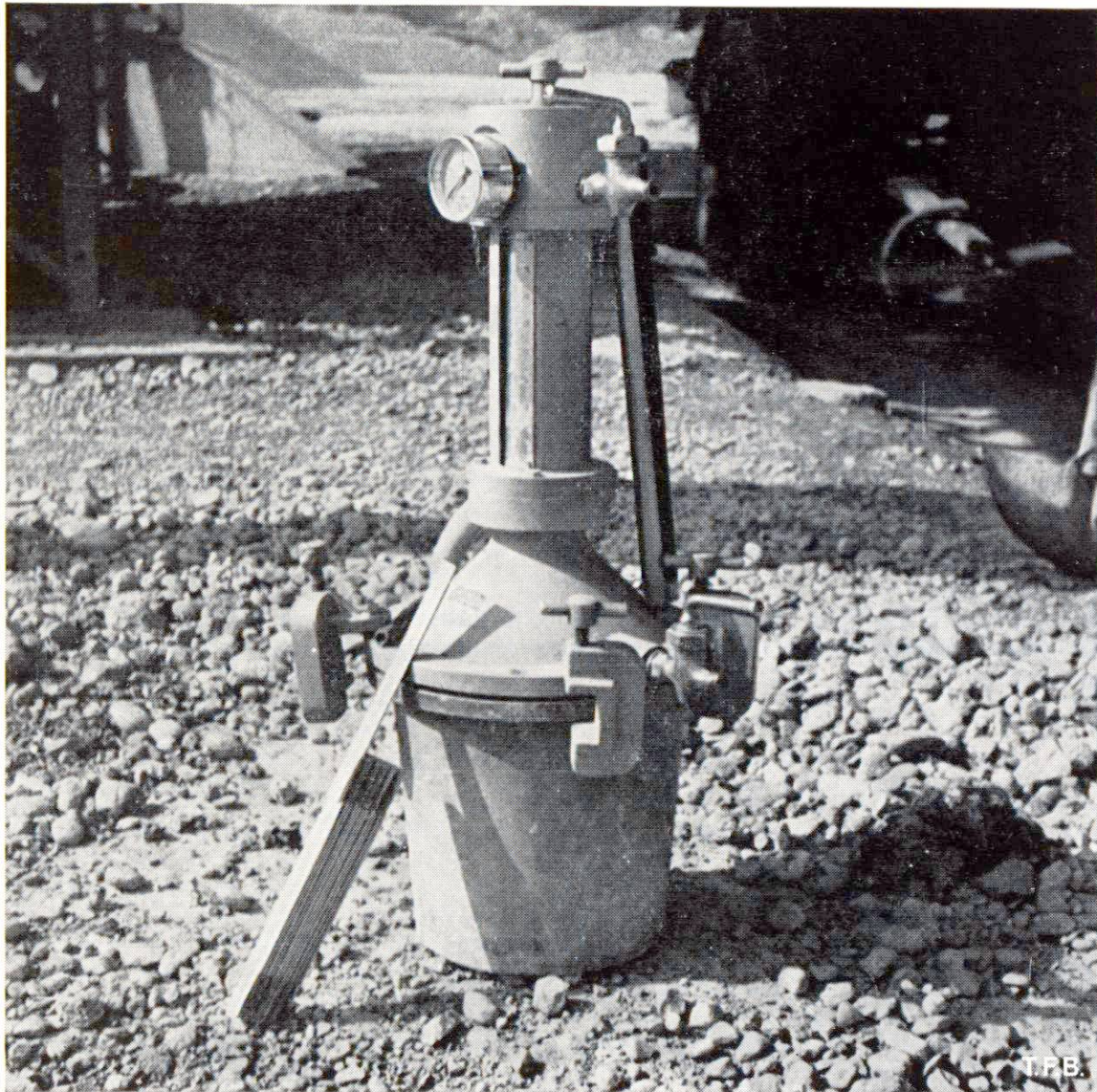


Fig. 1 Appareil pour la mesure de la teneur en air du béton frais. On place dans le récipient une quantité connue de béton qu'on recouvre ensuite d'eau. Lors de la mise sous pression du tout au moyen d'une pompe à main, le volume diminue plus ou moins suivant la quantité d'air contenue.

- 4 Par «conditions normales» on entend un béton normal ayant:
- un dosage en ciment de 250 à 300 kg/m³ (portland normal)
 - un facteur eau/ciment de 0,45 à 0,50
 - une consistance faiblement plastique
 - un agrégat roulé de diamètre maximum 30 mm
 - une teneur en fines (0 à 0,1 mm y compris ciment) de 350 à 450 kg/m³
 - malaxage de 1 ½ à 2 min dans une bétonnière à chute libre
 - température de l'air 15 à 20°C.

La modification de l'une ou de plusieurs de ces conditions peut entraîner des variations de la quantité d'air. Il faut donc que le mode d'emploi de l'adjuvant indique les conséquences des modifications possibles. En principe, tout cas particulier exige une étude du dosage en adjuvant sur la base de la teneur en air (fig. 1). Voici schématiquement quelles sont les influences sur la teneur en air de modifications du béton par rapport au «béton normal»:

Dosage en ciment: Plus le dosage est élevé, moins il se produit d'air occlu et plus les pores sont petits. Ceci est vrai malgré le fait que le dosage de l'adjuvant est donné en fonction de la quantité de ciment. En pratique cet effet est faible car une augmentation de la quantité de ciment réduit le facteur eau/ciment, ce qui confère au béton une meilleure résistance naturelle aux agressions.

Facteur eau/ciment et consistance: Plus il est élevé, plus la pâte de ciment devient liquide et plus elle renferme d'air. Toutefois s'il y a excès d'eau, les pores deviennent instables, se groupent entre eux et s'échappent.

Granulats: La nature des roches, la forme des grains et la composition granulométrique des graviers sont relativement régulières dans notre pays, en sorte que les adjuvants entraîneurs d'air peuvent leur être adaptés une fois pour toutes. L'influence du gravier ne se fait sentir qu'indirectement par les modifications du dosage en ciment ou du facteur eau/ciment qu'il peut provoquer. Le sable, en revanche, a une forte influence. Une augmentation de la proportion de sable entraîne une augmentation de la teneur en air et de la grosseur des pores. Si par exemple la proportion de sable passe de 40 à 50%, cela peut faire passer la teneur en air de 4 à 5%. C'est de la fraction granulométrique 0,2 à 1 mm que dépend principalement la production d'air occlu.

Malaxage: Les malaxeurs à action (à palettes) ont en général un temps de malaxage plus court et développe par conséquent moins

5

Tableau 1

Valeurs indicatives de la teneur en air la plus favorable dans des mortiers et bétons de divers grains maximum (d'après Hess).

Grain maximum mm	Teneur en air vol. %
Pâte de ciment	15 à 18
3	9 à 12
7	7 à 9
15	5,3 à 6,5
30	4,0 à 5,0
40	3,8 à 4,6
60	3,3 à 4,0
100	2,8 à 3,5
150	2,5 à 3,3

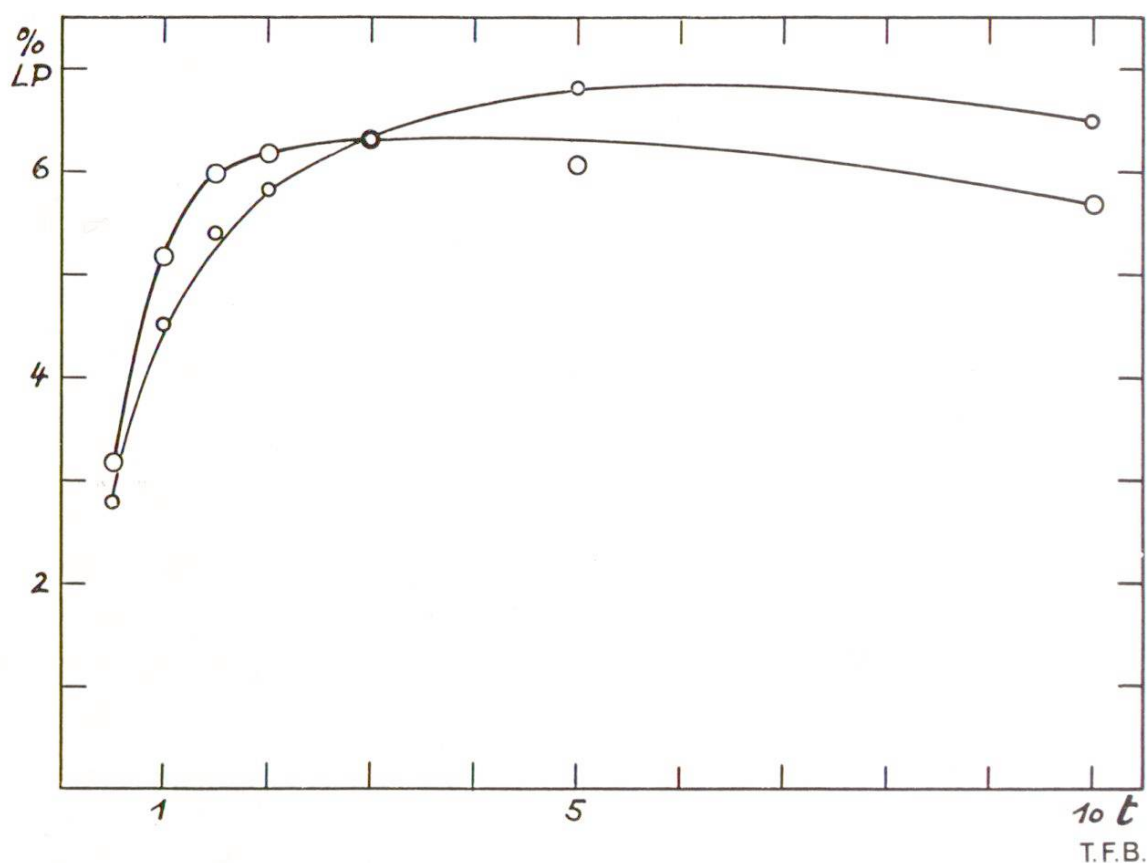


Fig. 2 Influence du temps de malaxage sur la quantité d'air occlu. Comparaison entre les effets de quantités égales de deux entraîneurs d'air différents. LP% = teneur en air en pourcentage volumétrique, t = temps de malaxage en minutes (d'après Hess).

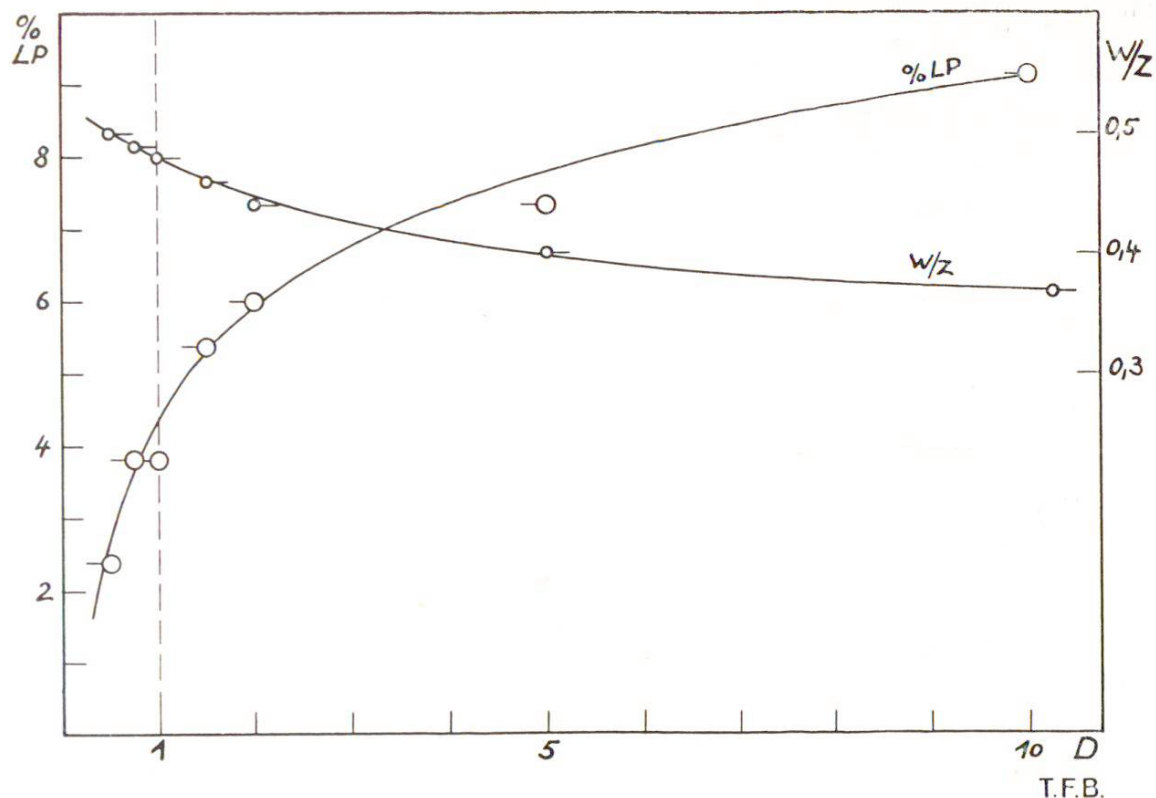


Fig.3 Influence du dosage de l'entraîneur d'air sur la teneur en air et sur le facteur eau/ciment pour une même consistance. LP% = Teneur en air en pourcentage volumétrique, W/Z = facteur eau/ciment, D = Dosage de l'entraîneur d'air (1 = dosage prescrit, 10 = dosage dix fois trop élevé) (d'après Hess).

d'air que les bétonnières à chute libre. La figure 2 donne des courbes % air en fonction du temps de malaxage. On y voit qu'après $1\frac{1}{2}$ à 2 minutes on obtient déjà la quantité maximum. Si la bétonnière n'a pas une charge complète, la quantité d'air occlu est plus faible.

Température: Le pourcentage d'air occlu augmente quand la température du béton frais croît. Comme ordre de grandeur, une variation de température de 10°C peut faire passer la teneur en air de 4% à 5,5% ou de 4% à 2,5%.

7 Dosage de l'adjuvant: La quantité d'adjuvant est bien entendu le facteur principal qui détermine la teneur en air. Les influences mentionnées ci-dessus peuvent être compensées par une modification de cette quantité; le mode d'emploi des adjuvants doit l'indiquer sans équivoque. Le produit doit être utilisé à une concentration (degré de dilution) convenable afin que les quantités puissent être mesurées avec précision. En ce qui concerne les risques d'erreurs de dosage, il n'est pas indifférent que la quantité d'adjuvant par gâchée soit de 1.7, 17 ou 170 cm³. La figure 3 montre l'effet que peut avoir sur la teneur en air une erreur de dosage.

Influence sur la résistance mécanique du béton: L'occlusion d'air dans le béton a naturellement une influence sur la résistance de ce dernier. Si l'on compare des bétons avec et sans entraîneur d'air, toutes autres conditions restant les mêmes, on constate que le béton à air occlu a une résistance à la compression de 5 à 10% inférieure. Mais l'introduction d'air occlu permet d'améliorer le facteur eau/ciment car les pores rendent le béton plus plastique et plus maniable et permettent de diminuer la quantité d'eau. Par conséquent, à maniabilité égale, le béton à air occlu a un facteur eau/ciment plus bas, ce qui compense et même surpasse la perte de résistance due à la présence des bulles d'air dans le béton durci.

Conclusions

La fabrication du béton à air occlu pouvant facilement donner lieu à des erreurs parce que ses caractères spécifiques sont difficiles à contrôler sur le chantier, voici en résumé quelques règles fondamentales qu'il faut observer:

1. On conseille de n'utiliser le procédé d'occlusion d'air que pour des bétons devant avoir une résistance élevée au gel, aux sels de dégel, ou encore à certaines attaques chimiques.
2. N'utiliser que des entraîneurs d'air éprouvés accompagnés d'un mode d'emploi complet et très clair, qui en outre peuvent être dosés avec précision.
3. A chaque indication de dosage en entraîneur d'air doit correspondre une description de la composition et de la fabrication du béton pour lequel elle est donnée. Le mode d'emploi doit donc donner aussi des renseignements sur les mesures à prendre si on n'a pas un «béton normal» et sur la manière de mesurer la teneur en air.

- 8 4. Le fournisseur d'entraîneur d'air devrait être en mesure de mettre à disposition l'appareillage nécessaire aux contrôles de la teneur en air sur le chantier ainsi que le personnel compétent pour s'en servir.
5. Après avoir choisi un entraîneur d'air, il faut veiller à ce que la composition et les conditions de fabrication du béton restent constantes. Ceci concerne notamment le dosage en ciment, la quantité d'eau, la température et le temps de malaxage. Tr.

Bibliographie:

R. E. Hess, Künstliche Luftporen im Beton, Gazetten-Verlag, Zürich 1961.

(Ce livre contient une bibliographie des publications techniques relatives au béton à air occlu).