

Zeitschrift: Bulletin du ciment
Herausgeber: Service de Recherches et Conseils Techniques de l'Industrie Suisse du Ciment (TFB AG)
Band: 56-57 (1988-1989)
Heft: 5

Artikel: Microbulles de plastique
Autor: B.M.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-146188>

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: 13.07.2025

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

BULLETIN DU CIMENT

MAI 1988

56E ANNÉE

NUMÉRO 5

Microbulles de plastique

Données techniques. Dosage et addition au béton. Influence sur le béton durci. Comparaison avec les entraîneurs d'air. Domaine d'application.

Les microbulles de plastique sont de petites bulles d'air enveloppées d'une membrane élastique en matière plastique. Elles sont ajoutées au béton pour y constituer des pores d'air artificiels. Un tel béton à air occlus présente une haute résistance au gel et surtout au gel en présence de sel.

Données techniques des MBP

Les microbulles de plastique, en abrégé MBP, sont normalement utilisées comme capsules médicinales, mais elles peuvent aussi être fabriquées pour être ajoutées au béton. Leur diamètre se tient dans les limites relativement étroites, pour les applications pratiques dans la construction, entre 10 et 60 μm (voir fig. 1). Les diamètres plus grands ou plus petits sont moins efficaces en ce qui concerne leur effet dans le béton.

L'enveloppe élastique est soumise à une pression de l'air qu'elle contient. Elle est assez mince pour qu'elle puisse encore être comprimée quand l'eau des pores du béton gèle, mais elle doit être assez solide pour ne pas être abîmée lors du malaxage. Les bulles qui sont malgré tout détruites laissent des lambeaux comme ceux des ballons d'enfant éclatés. L'épaisseur de la paroi des enveloppes est de l'ordre de grandeur du millième de millimètre (c'est-à-dire de 10^{-7} à 10^{-6} m).

2

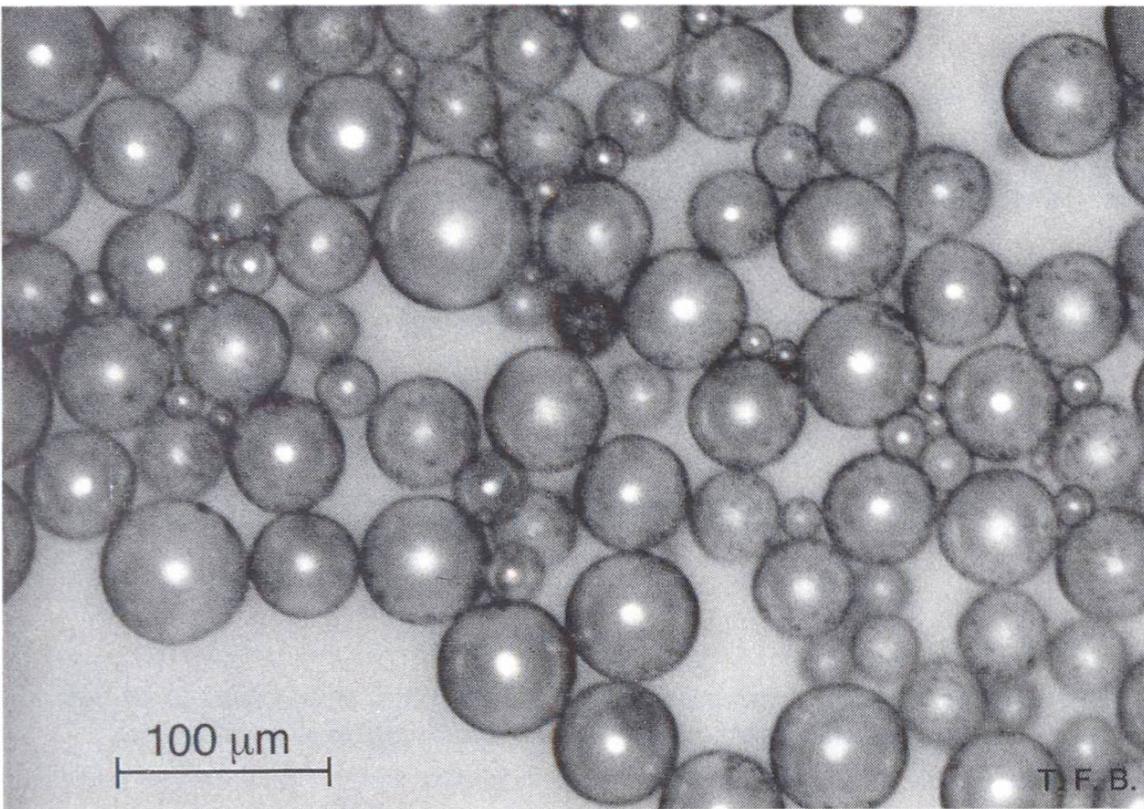
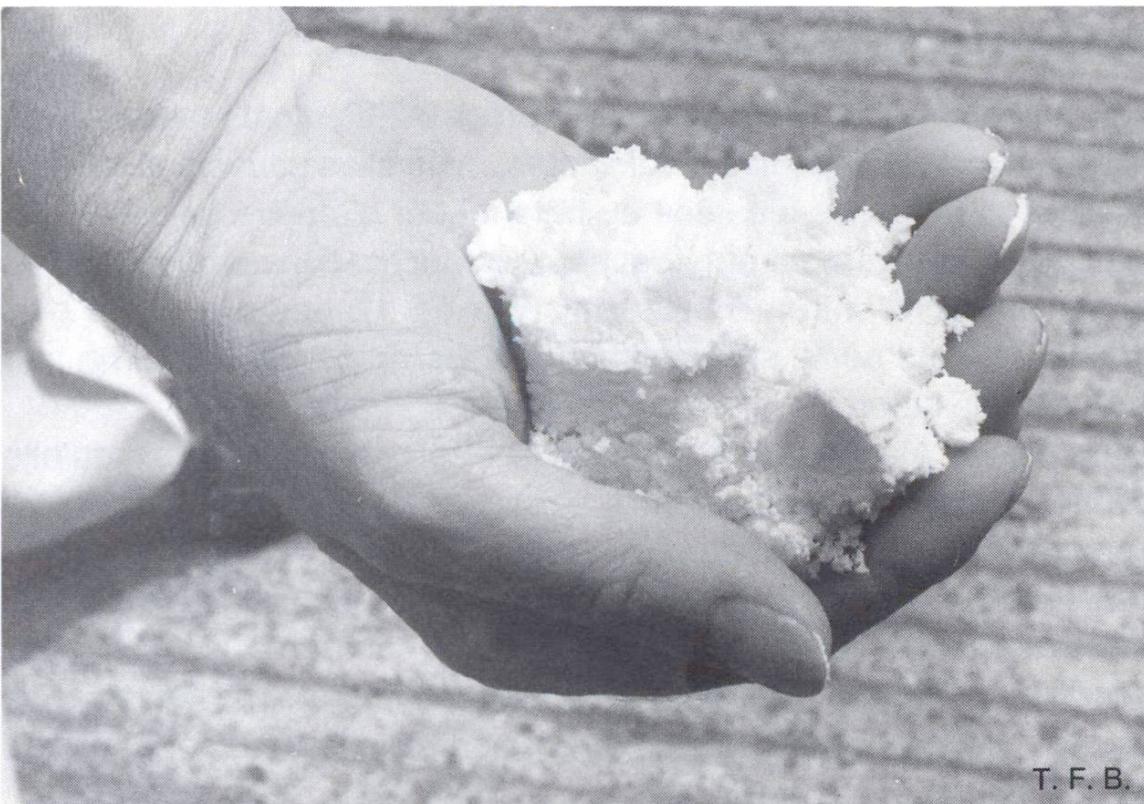


Fig. 1 Microbulles de plastique ajoutées au béton. Vue au microscope.

Fig. 2 Pâte de MBP. Poids spécifique apparent env. 75 g/l.



3 Tableau 1: Calcul du volume des composants pour une pâte de MBP

<i>Composants</i>	<i>Masses %</i>	<i>Masses g</i>	<i>Poids spécifiques g/l</i>	<i>Volumes l</i>
Eau	90	900	1000	0,9
MBP y c. air enfermé	10	100	27	3,7
Pâte de MBP	100	1000	217	4,6

Le poids spécifique apparent de cette pâte est d'env. 75 g/l.

Le poids spécifique des MBP (ρ_{MBP}) est égal à la somme des masses de la matière plastique et de l'air enfermé, divisée par la somme des volumes des bulles. Elle est donnée par le fournisseur comme valeur caractéristique. Un poids spécifique plus grand signifie des parois plus épaisses ou des bulles plus petites.

Les MBP ne peuvent être livrées sèches. Elles sont légères comme de la plume et se comportent comme du duvet. C'est pourquoi elles sont mélangées avec de l'eau, ce qui forme une pâte blanche qu'on emballe dans des sacs en plastique. La pâte de MBP du commerce a une teneur en eau de 90% en sorte qu'elle contient 10% de MBP, soit 100 g par kg de pâte. Si les bulles ont un poids spécifique à sec (ρ_{MBP}) de 27 g/l, par exemple, 1 kg de cette pâte permet d'introduire 3,7 l de vide dans le béton (voir tableau 1).

La pâte de MBP doit être protégée contre le dessèchement. Elle se conserve alors indéfiniment en sacs de plastique empilés et peut être utilisée à des températures entre 0° et 70°C. Si la pâte se dessèche quand même lors du stockage, les sacs diminuent de poids mais la pâte conserve toujours la même quantité d'air sous forme de bulles.

Particularités de la fabrication du béton

Dosage en MBP: La valeur caractéristique est le volume des pores par m³ de béton durci en %. Combien faut-il alors introduire de MBP? La réponse à cette question ne peut être donnée sans autre. Elle dépend du dosage en ciment et du rapport e/c, deux valeurs qui sont en relation avec le but poursuivi. S'agissant de la résistance au gel en présence de sel, le rapport eau/ciment doit de toute façon être bas. Plus le e/c est bas, plus le volume des pores artificiels peut être

4 faible. On déterminera cette relation par des essais et on pourra alors doser directement la quantité de pâte de MBP en kg/m^3 de béton durci. Exemple: Pour un dosage en ciment de 300 à $350 \text{ kg}/\text{m}^3$ et un $e/c < 0,55$, il suffit de 2 kg de pâte par m^3 de béton. Les MBP se comportent comme un composant du granulat. Elles ne participent pas aux réactions chimiques et peuvent être combinées avec d'autres ajouts ou adjuvants.

Comment assurer la qualité: Avant d'utiliser des MBP pour la première fois, il faut absolument déterminer les propriétés du béton par des essais préliminaires. Cela permettra de connaître le rapport entre dosage du produit et volume des pores et donc de fixer la formule du béton. Pour les contrôles du béton frais sur le chantier, il suffira de vérifier si cette formule est bien respectée. Pour déterminer la quantité de MBP dans le béton frais, il faut appliquer une méthode spéciale. Le pot habituellement utilisé pour le contrôle de l'air occlus donne des résultats erronés car la quantité totale d'air qu'il permet de mesurer n'est pas déterminante.

Malaxage: La pâte de MBP est ajoutée après le temps de malaxage habituel avec l'eau (min. 1 minute). Pour que les MBP soient bien réparties il faut un malaxage supplémentaire d'une durée de 30 secondes. Quand les MBP sont bien enrobées dans la pâte de ciment, il n'y a pas de risque qu'elles s'en séparent et remontent à la surface. L'addition se fait en général manuellement en raison des faibles quantités en jeu, mais il existe aussi des dispositifs doseurs. Etant donné le risque de détérioration des bulles, la pâte ne doit pas être ajoutée au mélange sec et le temps de malaxage ne doit pas dépasser 5 minutes.

Mise en place: Le béton avec adjonction de MBP est mis en place de la manière habituelle. La vibration ne peut pas faire remonter les bulles si on travaille avec un e/c assez bas et si le béton n'est pas pour d'autres raisons enclin à la ségrégation de ses composants.

Effet des MBP sur le béton

Béton frais: Comme on peut le constater par la mesure de l'étalement, les MBP agissent comme un plastifiant.

Béton durci: Les pores d'air artificiels finement répartis dans la pâte de ciment sous forme de bulles sphériques ont pour rôle d'y interrompre le réseau des capillaires et de constituer des volumes d'expansion pour l'eau qui gèle (voir fig. 1b de [1]). De nombreux pores fins bien répartis sont plus efficaces que peu de gros pores. Les MBP sont à cet égard comme des coffrages perdus pour fabriquer de tels pores fins. Les figures 3 et 4 donnent deux aspects

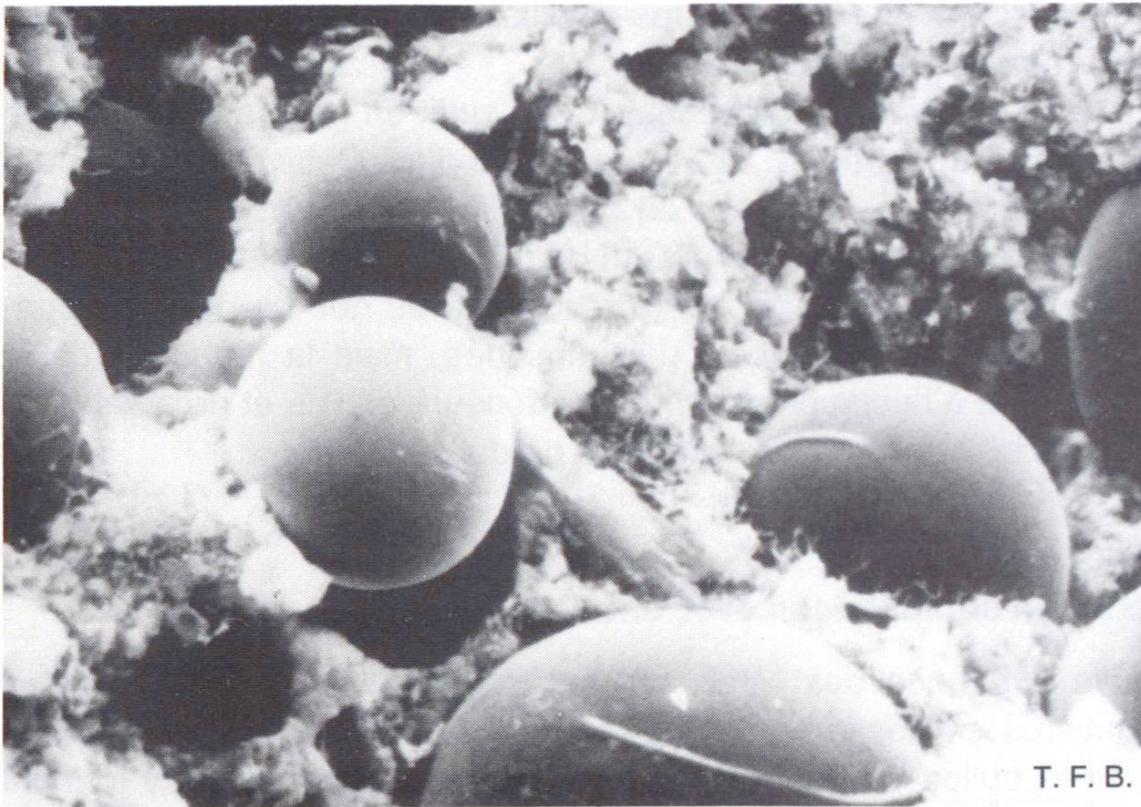
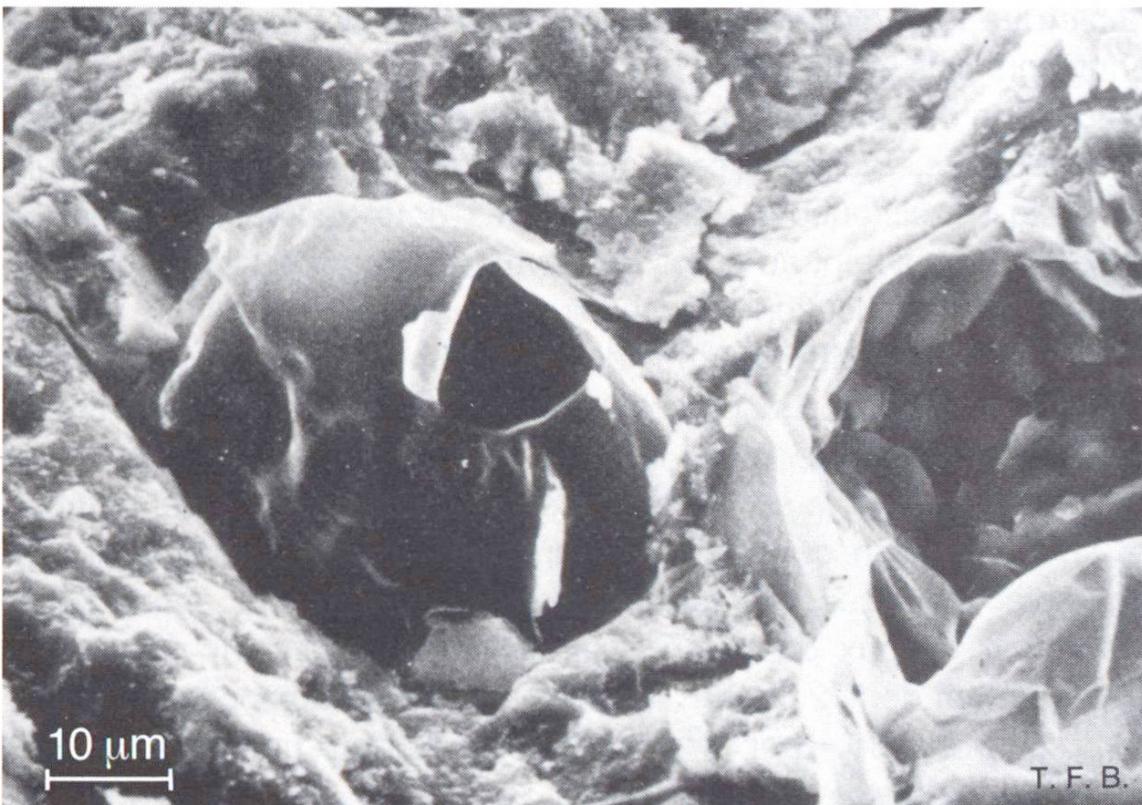


Fig. 3 MBP enrobées dans la pâte de ciment.

Fig. 4 Microbulles de plastique (détruites lors de la préparation). En haut: pores capillaires ressemblant à des fissures.



6 d'un béton avec MBP dont les capillaires de la pâte de ciment sont interrompus par les bulles d'air.

Comme l'ont montré des essais (2), il suffit en général d'un dosage propre à introduire env. 1% vol. de pores d'air. Cette quantité permet de respecter les exigences de qualité fixées. On obtient, par exemple, un facteur d'espacement AF de moins de 0,20 mm comme il est exigé pour un béton de haute résistance au gel. La densité apparente du béton en est un peu diminuée, mais la réduction de la résistance à la compression reste inférieure à 10% et ne serait plus grande qu'en cas de surdosage du produit.

MBP en comparaison avec entraîneur d'air

A la différence des MBP, les entraîneurs d'air ne sont pas des matières solides mais ils provoquent, dans l'eau de gâchage, de petites bulles qui se transmettent à la pâte de ciment en y formant des vides de diamètres de 20 à 300 μm et plus. Ces diamètres ainsi que la répartition des vides peuvent varier très fortement. Suivant les exigences fixées pour la qualité du béton, en cas d'utilisation d'un entraîneur d'air, il faut obtenir un volume de pores de 3 à 6% (mesuré dans le béton frais compacté). Or seuls les pores de faible diamètre sont efficaces. Il faut tolérer les gros pores afin que les petits, seuls efficaces, soient en nombre suffisant. Or les gros pores diminuent la résistance à la compression sans améliorer d'une façon sensible la résistance au gel.

Avec leur 1% d'air, les MBP nécessitent un volume de pores plus faible que les adjuvants entraîneurs d'air. En outre, les résistances sont alors plus régulières.

Le dosage des entraîneurs d'air est une des tâches les plus difficiles de la technique du béton car il dépend directement de la température et de la consistance du béton. Or ces deux facteurs peuvent se modifier rapidement au cours du travail ce qui nécessite un contrôle continu de la fabrication du béton sur le chantier.

L'utilisation des MBP permet donc de simplifier la préparation de béton à air occlus. La pâte de MBP est dosée par m^3 de béton, indépendamment de toute influence de la température ou de la consistance. Pour la surveillance de l'exécution, il suffit de contrôler la consommation du produit, comme on le fait pour le liant, par exemple. Mais ces avantages techniques se payent. Ainsi, l'augmentation du prix du béton avec adjuvant entraîneur d'air serait actuellement de fr. 2.50 à fr. 4.50 par m^3 et pour adjonction de MBP, de fr. 20.– à fr. 30.– par m^3 (des prix précis pour une offre peuvent être obtenus chez les fournisseurs).



Fig. 5 Tunnel de Spiezwiler (Arge Frutiger, Marti, Lanz). Partie hors de terre au sud. Fondation enterrée sans air occlus. Piliers préfabriqués avec entraîneur d'air. Voûte bétonnée sur place avec adjonction de MBP. Il est actuellement prévu d'exécuter la voûte intérieure du tunnel proprement dit également en béton à air occlus avec adjonction de MBP.

Fig. 6 Croix autoroutière de La Haye (NL). Parapets des ponts exécutés en béton avec MBP.



8 Domaine d'application

Si l'on exige un béton à air occlus pour qu'il ait une meilleure résistance au gel et spécialement au gel en présence de sel, l'utilisation de MBP est indiquée partout où

- il y a risque que la formation artificielle des pores d'air ne puisse être contrôlée correctement,
- le prix ne joue qu'un rôle secondaire.

Ceci est notamment le cas pour

- un béton de consistance terre humide,
- un béton fluidifié dont le fluidifiant contient un agent propre à éviter la formation d'écume,
- une mise en œuvre avec forte énergie de vibration.

Dans la pratique cela peut concerner les ouvrages suivants:

- petits objets (parapets de ponts, couronnements de murs, œuvres d'art),
- gros objets pour lesquels les conditions ne sont pas favorables à la formation artificielle des pores d'air,
- travaux de réparation (façades, revêtements en béton, préfabrication d'éléments en béton).

Les microbulles de plastique permettent d'obtenir facilement un béton ayant une teneur en air prescrite. Mais de la même façon que pour tous les autres ajouts, on ne peut obtenir l'amélioration désirée de la qualité que si les règles élémentaires de la fabrication du béton sont aussi respectées.

B. M.

Bibliographie

- [1] Béton à air occlus. Bulletin du ciment No 18/87. Wildegg 1987
- [2] Sommer, H.: «Ein neues Verfahren zur Erzielung der Frost-Tausalz-Beständigkeit des Betons». Zement und Beton, 1977, p. 124/129

Photographies

Fig. 1 et 2: TFB Wildegg. Fig. 3, 4 et 6: Heidelberger Zement, Leimen. Fig. 5: Propatec, Wallisellen.

TFB

Pour tous autres renseignements s'adresser au
SERVICE DE RECHERCHES ET CONSEILS TECHNIQUES
DE L'INDUSTRIE SUISSE DU CIMENT WILDEGG/SUISSE
5103 Wildegg Case postale Téléphone 064 53 17 71