Zeitschrift: Bulletin du ciment

Herausgeber: Service de Recherches et Conseils Techniques de l'Industrie Suisse du Ciment (TFB AG)

Band: 54-55 (1986-1987)

Heft: 6

Artikel: Le rôle des fines dans le béton

Autor: B.M.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-146144

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: 12.12.2025

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

BULLETIN DU CIMENT

JUIN 1986 54e ANNÉE NUMÉRO 6

Le rôle des fines dans le béton

Les fines «farine» et les fines «grenues». Influence sur les propriétés du béton frais. Signification pratique.

Les fines ont une grande influence sur les propriétés du béton frais. Elles déterminent la maniabilité et indirectement la résistance. Le terme de «fines» n'est pas défini exactement. Selon le TFB Wildegg, on entend par là la partie du granulat qui passe au tamis de 0,1 mm. Selon les normes SIA 162 (1968), cette partie peut varier entre 3 et 5,6%, c.-à.-d. entre 60 et 110 kg par m^3 de béton fini. Dans le projet de norme SIA 162 (E 1984), les fines passant au tamis de 0,125 mm peuvent varier entre 3 et 8%, soit entre 60 et 160 kg/m^3 de béton. Ce domaine est assez large et offre suffisamment de possibilités pour permettre la préparation d'un mélange optimal. Toutefois, il ne suffit pas de rester dans ce domaine et de veiller à ne pas en dépasser les limites. Une bonne maniabilité dépend encore de la granulométrie des fines elles-mêmes. C'est la partie «farine» des fines qui est efficace comme on se propose de le montrer dans ce qui suit.

En pratique on constate que les fines de $\varnothing < 0{,}1$ mm ne sont pas toutes de la «farine». Pour mettre la différence en évidence, le TFB a étudié deux sables (0–4 mm) ayant des teneurs en fines suffisantes. Après tamisage ordinaire, on a gardé les passants au tamis le plus fin de 0,1 mm qui, considérés comme étant le 100%, ont été analysés plus finement par tamisage à air pulsé. La figure 1 donne les deux résultats. Le premier sable (courbe A) était un sable de gravière lavé avec 15% en poids de $\varnothing < 0{,}06$ mm. Le deuxième sable (courbe B) était un sable concassé non lavé avec 72% de $\varnothing <$ 0,06 mm. Les deux par rapport au passant à travers le tamis de 0,1 mm.

2

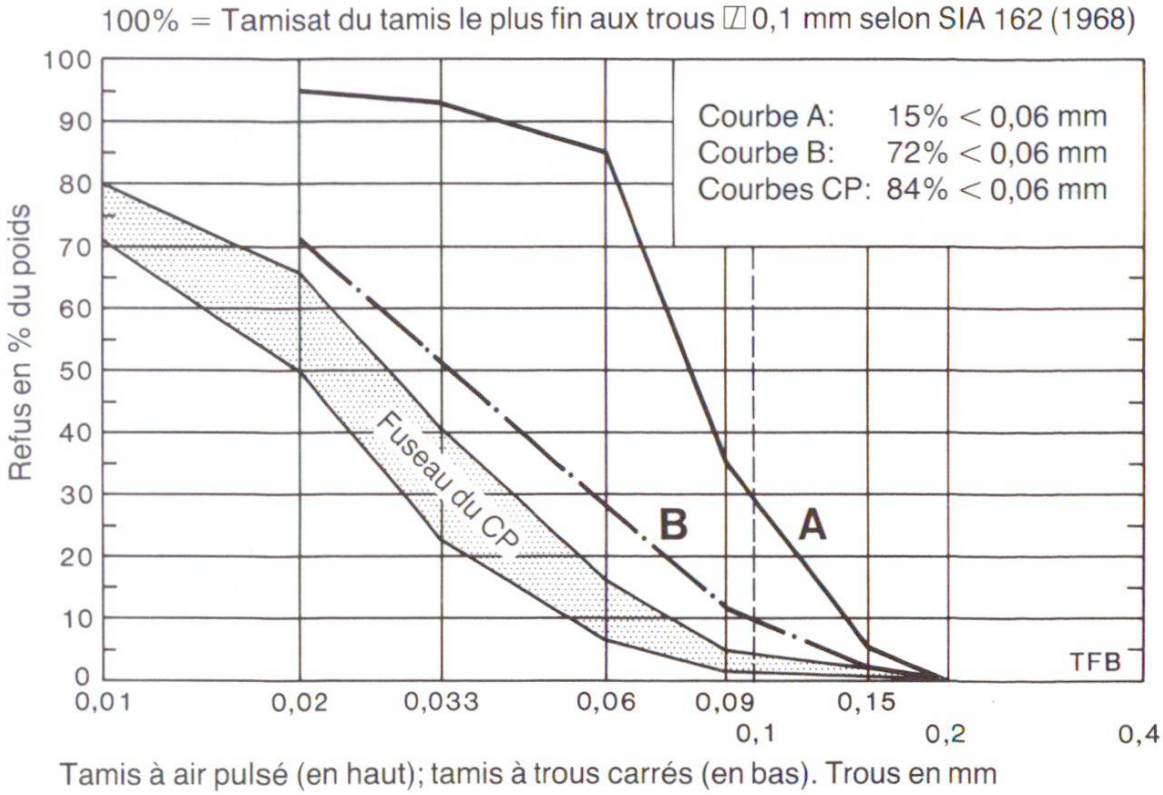

Fig. 1 Courbes de tamisage du passant au tamis de 0,1 mm d'un sable de gravière lavé (courbe A) et d'un sable de concassage non lavé (courbe B), comparés à la courbe du ciment portland.

On peut distinguer les deux sables l'un de l'autre par simple examen visuel. La figure 2 montre comment leurs fines se différencient (∅ < 0,1 mm). La forme des grains est sans importance car elle est la même dans les deux cas.

On peut décrire les différences de la façon suivante:

- *Fines grenues:* Environ 15% en poids du passant au tamis le plus fin de 0,1 mm a des grains de diamètre < 0,06 mm. On distingue les grains à l'œil. L'échantillon «roule» sur lui-même s'il est mis en mouvement. Si l'on essaie d'en prendre une pincée, elle s'écoule entre les doigts. Ce sable ressemble beaucoup à celui des anciens sabliers pour la mesure du temps.
- *Fines «farine»:* Environ 70% en poids du passant au tamis le plus fin de 0,1 mm a des grains de diamètre < 0,06 mm. On ne peut pas distinguer les grains à l'œil. L'échantillon se craquelle si on le met en mouvement. On peut aisément en prendre une pincée entre les doigts.

Pour un premier examen, il suffit de tamiser le sable jusqu'au tamis le plus fin et de décrire le tamisat sur la base des critères visuels cités plus haut. Une étude complète en laboratoire avec tamisage à air pulsé n'est pas encore nécessaire. Il faut savoir toutefois que, dans les sables disponibles, il y a des états intermédiaires, c.-à-d. des fines dont les courbes granulométriques se trouvent entre celle de la «farine» et celle des fines grenues.

Les ciments portland suisses ont aussi l'aspect d'une farine. La

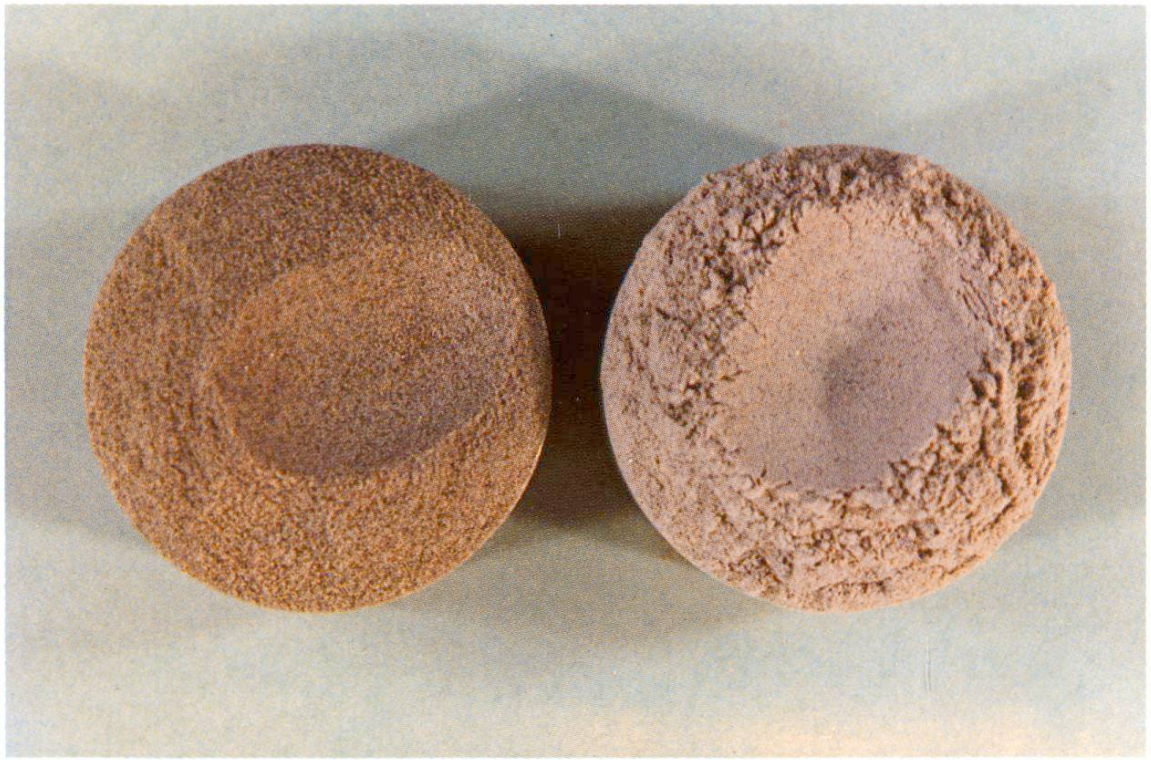

Fig. 2a Fines ∅ < 0,1 mm de deux sables différents. Diamètre de l'échantillon 35 mm, une partie lissée à la cuillère. A gauche, fines grenues correspondant à la courbe A. A droite, fines sans grains visibles correspondant à la courbe B.

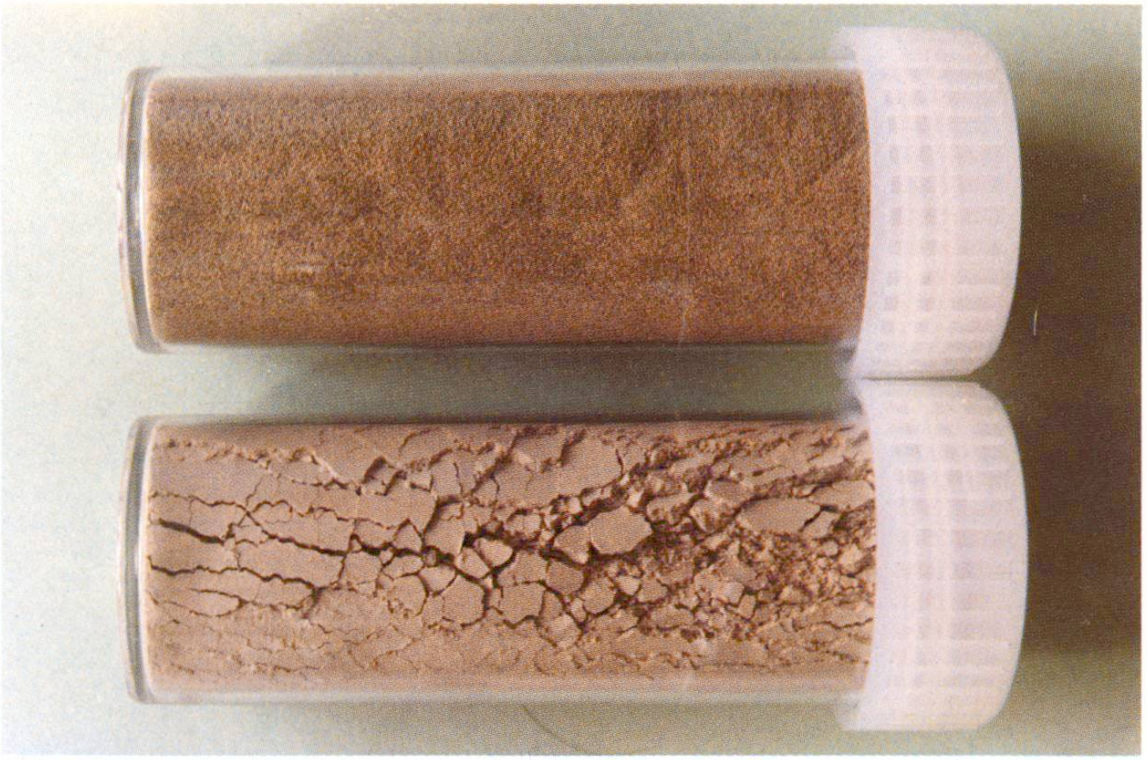

Fig. 2b Fines ∅ < 0,1 mm de deux sables différents. L'échantillon du haut est grenu, il roule sur lui-même et s'écoule comme le sable d'un ancien sablier pour la mesure du temps (courbe A). L'échantillon du bas a la finesse d'une farine, il se craquelle (courbe B).

figure 1 donne leur domaine granulométrique et montre qu'ils ont plus de 84% de grains de diamètre < 0,06 mm, c.-à-d.

finesse farine = finesse ciment

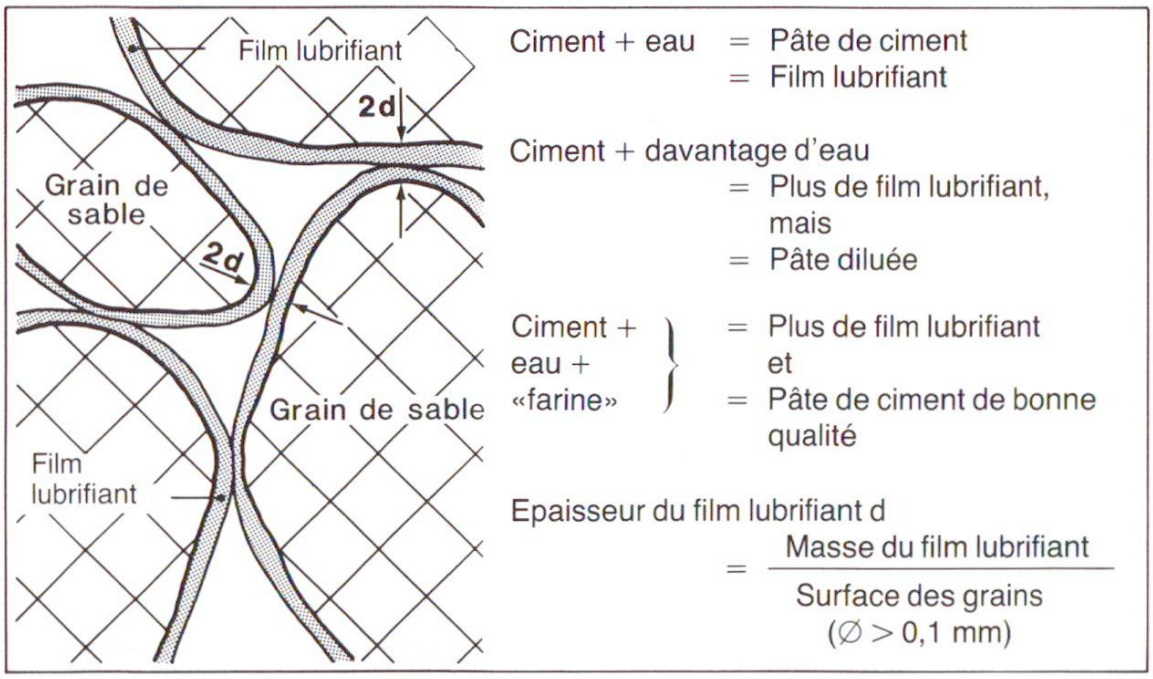

Fig. 3 La pâte de ciment comme film lubrifiant dans le béton frais (état au moment de la mise en œuvre).

Quel est le rôle des fines dans le béton frais? Les farines augmentent la quantité de matière du film lubrifiant alors que les fines grenues consomment elles-mêmes du film. Cette constatation pratique peut être confirmée par un calcul (fig. 3). On cherche l'épaisseur d du film. 2d est alors la distance entre les grains. Un grain de diamètre > 2d ne lubrifie plus mais, au contraire, il a besoin lui-même du film lubrifiant. La donnée est un béton de composition usuelle (CP 300, e/c = 0,5, courbe granulométrique moyenne 0–32 mm avec 33% de sable 0–4 mm, quantité de granulat env. 2000 kg). Pour une telle courbe granulométrique conforme aux normes, la surface totale des grains de 0,1 à 32 mm est d'env. 7600 m^2, voir [1].

Cas 1: Film lubrifiant de pâte de ciment seulement:

Volume du ciment:	300 kg : 3,13 kg/l = 96 l
Volume de l'eau:	0,5×300 kg : 1 kg/l = 150 l
Volume du film lubrifiant:	246 l
Epaisseur du film:	246 dm^3 : 7600 m^2 = 0,032 mm

Cas 2: Film lubrifiant constitué de la pâte de ciment et de 50 kg de fines < 0,1 mm, c.-à-d. 2,5% du granulat:

Volume du ciment:	300 kg : 3,13kg/l = 96 l
Volume de l'eau:	0,5×300 : 1 kg/l = 150 l
Volume des fines:	50 kg : 2,64 kg/l = 19 l
Volume du film lubrifiant:	265 l
Epaisseur du film:	265 dm^3 : 7600 m^2 = 0,035 mm

5 Dans les deux cas, 2d vaut de 0,06 à 0,07 mm, c.-à-d. que ce sont les farines (∅ < 0,06 mm) qui forment le film. Si les 19 l supplémentaires de film n'étaient pas de la farine, mais de l'eau, la quantité d'eau serait portée à 169 l et le facteur e/c passerait de 0,50 à 0,56. C'est ce qui se passe souvent sur les chantiers, mais pour les raisons qui sont bien connues, ce n'est pas souhaitable.
Voici quelles sont les conséquences de ces considérations pour le béton frais:

- Les farines augmentent la quantité de film lubrifiant sans que la quantité d'eau augmente de façon perceptible.
- Les farines procurent une meilleure maniabilité pendant toute la mise en œuvre (transport et mise en place).
- Les farines augmentent le pouvoir de rétention d'eau du mélange. Elles évitent le ressuage du béton pendant et après la mise en œuvre.
- Les adjuvants n'ont une efficacité optimale qu'en présence d'une quantité suffisante de farine.
- Les farines empêchent le démélange du béton pendant le transport et la mise en place et facilitent le serrage du béton.

Les farines n'ont pas d'influence directe sur le béton durci (Fig. 4, 5), puisqu'elles sont inertes. Mais indirectement, elles augmentent la compacité et la résistance puisqu'elles améliorent la maniabilité. La figure 4 montre la pâte de ciment d'un béton sans farine. La figure 5 montre celle d'un béton ayant une certaine proportion de farine. Les grains de ∅ < 0,06 mm sont finement répartis dans la pâte. Toute considération relative au mélange présuppose un malaxage suffisant du béton (durée > 90 sec.). La farine n'est pas comptée à part dans le dosage, elle fait partie du sable. Mais la teneur en farine devrait être vérifiée. Selon la norme SIA 162 (E 1984), on entend par fines la proportion en poids de grains de diamètre < 0,125 mm par rapport au granulat, ciment et ajouts tels que chaux hydraulique ou filler. Les quantités sont données au tableau 1. Les valeurs minimales concernent les véritables «farines» alors que les valeurs maximales comprennent aussi la fraction grenue des fines.
Dans un béton CP 300 de grain max. 32 mm, il est bon d'avoir, par exemple, 50 kg de fines en farine. En Suisse, ces fines manquent en général dans les sables naturels parce qu'ils ont été lavés. Si les fines enlevées au lavage ne peuvent être restituées au sable, alors on augmente un peu le dosage en ciment. On peut aussi utiliser des ajouts tels que chaux hydraulique ou filler.
Un béton frais pauvre en farine a une faible capacité de rétention d'eau. Il a donc tendance au démélange et à la ségrégation de l'eau. Un excès de fines entraîne un besoin supplémentaire d'eau. Le

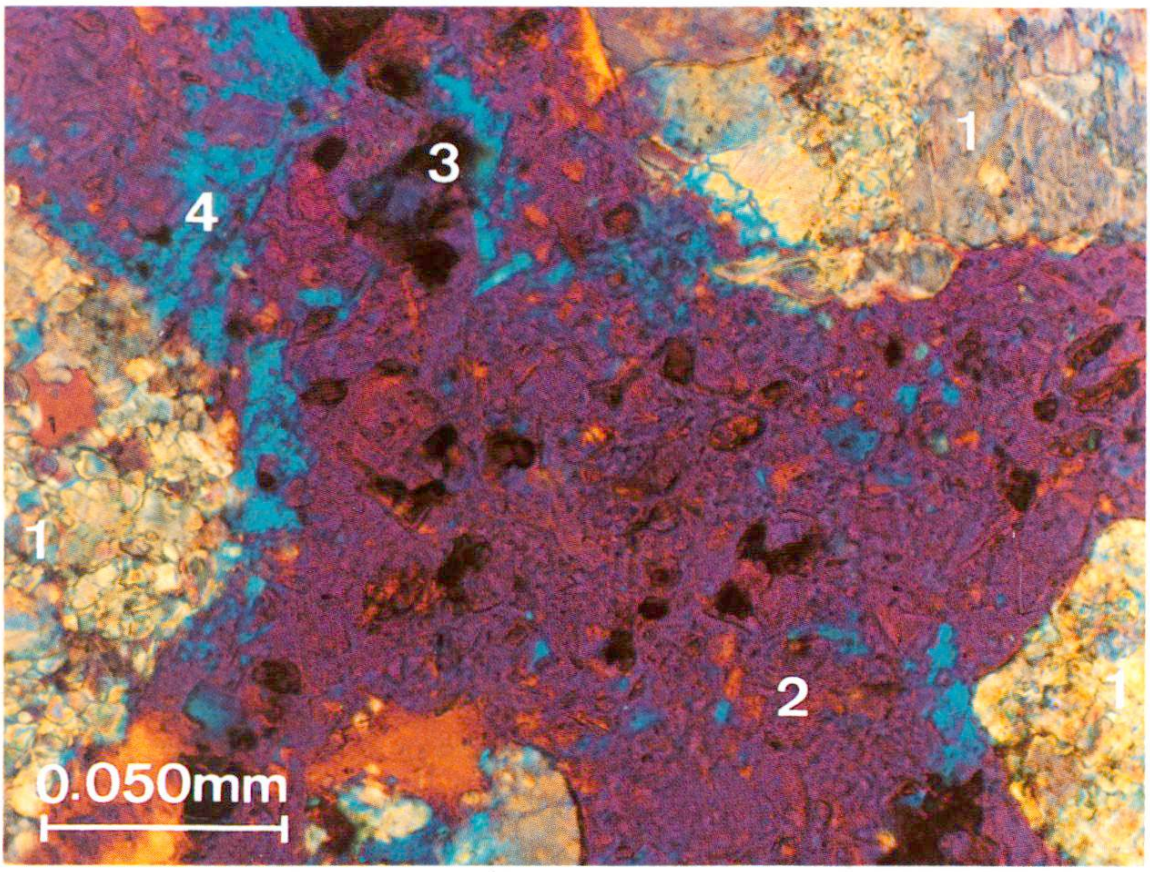

Fig. 4 Pâte de ciment sans fines en farine entre trois grains de sable. Coupe mince vue au microscope en lumière polarisée. **1** Grains de sable ∅ < 1 mm (jaune-vert = calcaire) **2** masse de la pâte de ciment: ciment hydraté = gel de ciment (violet). **3** Grains de ciment non hydratés (noir). **4** Hydroxide de calcium (bleu clair) produit lors de l'hydratation du ciment.

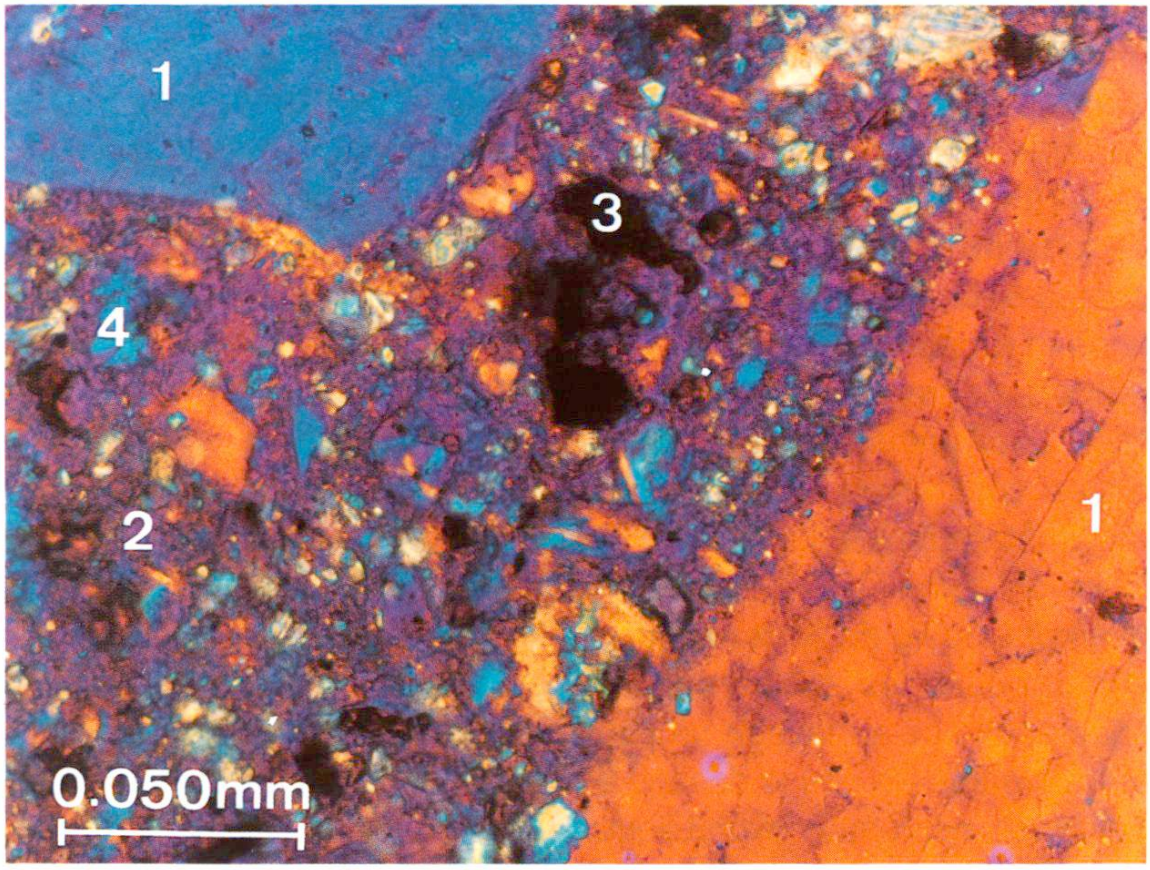

Fig. 5 Pâte de ciment avec adjonction de fines en farine entre deux grains de sable. Coupe mince vue au microscope en lumière polarisée. **1** Grains de sable ∅ < 1 mm (orange ou bleu = quartz). **2** Ciment hydraté (violet). **3** Grains de ciment non hydratés (noir). **4** Hydroxide de calcium (bleu clair). Les grains de farine finement répartis dans la pâte de ciment sont visibles sous forme de petites taches jaune-vert.

7 *Tableau 1* Teneur en farine selon recommandation du TFB.

Grain maximum ∅ mm	Quantités recommandées de fine y compris ciment kg/m³
8	475–525
16	400–450
22	375–425
32	350–400
64	275–325

Définition des fines selon norme SIA 162 (E 1984): ∅ < 0,125 mm

béton devient pâteux à collant et sa résistance diminue en liaison avec une augmentation du retrait et du fluage.

La teneur en farine est déterminante pour procurer une bonne maniabilité dans les cas suivants:

- Pour le *béton apparent:* Pas de ressuage, c.-à-d. pas de traînées de mauvais aspect sur les surfaces vues. Teinte uniforme du béton.
- Pour le *béton pompé:* Frottement réduit sur les parois des tuyaux. Pas de bouchons. (Les bouchons sont formés par un coinçage des grains de gravier qui ne sont plus enrobés de fines et d'eau. C'est la raison pour laquelle le pouvoir de rétention d'eau est déterminant.)
- Pour le *béton fluidifié:* Avec un facteur e/c resté faible, la fluidification n'est possible qu'en présence d'une quantité suffisante de farines. A défaut, l'adjuvant fluidifiant provoque du démélange.
- Pour le *béton à transporter:* Pas de ségrégation de l'eau ni tassement.
- Pour le *bétonnage en hauteur importante:* Réduction du danger de démélange.

Chez les fournisseurs suisses de graviers et de bétons, on trouve diverses conceptions concernant l'adjonction au béton d'une quantité suffisante de «farine». Il est donc recommandé de vérifier par des essais si cette quantité convient et, au besoin, l'adapter à chaque cas.

B. M.

Bibliographie

[1] Laboratoire fédéral d'essai des matériaux: «Prüfen von Beton». Page 32 (No 4 – 22 004), Dübendorf 1974

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