

Zeitschrift: Bulletin du ciment
Band: 40-41 (1972-1973)
Heft: 13

Artikel: Sécrétion de chaux et teinte grise du béton
Autor: Trüb, U.A.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-145837>

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: 13.10.2024

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

BULLETIN DU CIMENT

JANVIER 1973

41^e ANNÉE

NUMÉRO 13

Sécrétion de chaux et teinte grise du béton

La teinte grise du béton. Libération de chaux lors du durcissement du ciment. Carbonatation. Quantités en cause. Déroulement et effet des divers phénomènes. Résumé.

Dans le «BC» n° 8/66, on a déjà traité de la teinte grise du béton. S'agissant de béton apparent, on avait montré qu'il est important que la teinte soit uniforme afin d'éviter que des zones plus claires ou plus foncées ne donnent à la surface un aspect taché désagréable. On avait montré aussi que la teinte du béton est due à deux facteurs combinés, à savoir le gris naturel de la pâte de ciment et le blanc de la chaux sécrétée. La teinte naturelle de la pâte de ciment dépend de la composition du béton, notamment du facteur eau/ciment qui peut varier d'un point à un autre si le mélange ne reste pas bien homogène. La seconde composante de la teinte grise dépend de la quantité de chaux, c'est-à-dire de la force et de la durée de l'afflux de chaux qui provient de l'intérieur. L'influence de la couleur naturelle est prépondérante à la surface des bétons coulés sur place entre des coffrages verticaux, alors que l'influence de la chaux est plus sensible sur les surfaces lisses d'éléments préfabriqués.

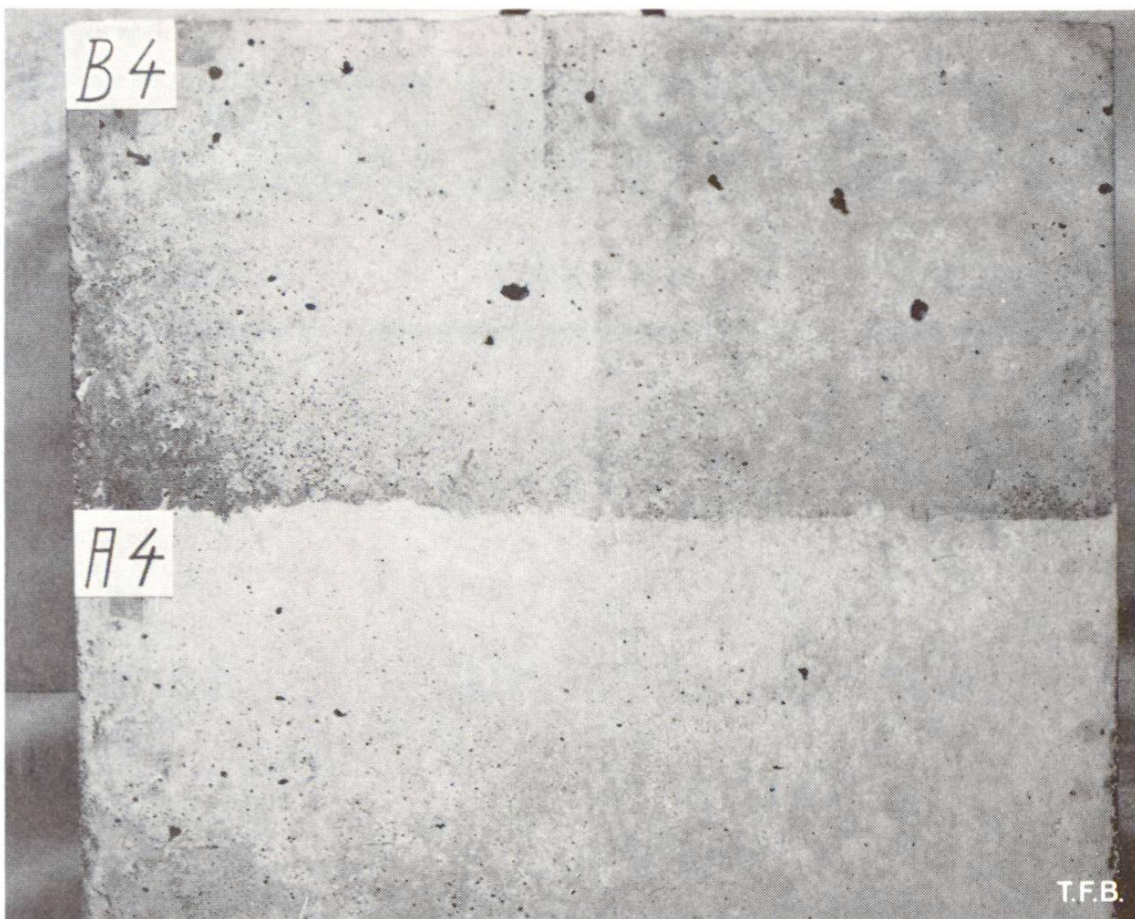


Fig. 1 Etude des variations de la teinte grise avec deux bétons de compositions différentes et avec des conditions de séchage différentes.

En bas: facteur eau/ciment 0,55

En haut: facteur eau/ciment 0,50

A gauche: séchage ralenti par la présence d'une feuille de plastic.

A droite: séchage plus rapide dans l'atmosphère d'une cave.

Si l'on examine quelles sont les conditions qui règlent la sécrétion de chaux et si l'on essaye d'en expliquer les variations, on se trouve en présence de réelles difficultés. Les influences sont si nombreuses et les réactions si subtiles qu'on n'est pas encore en mesure de comprendre complètement ce qui se passe. On va toutefois essayer ici de disséquer le phénomène et de tirer quelques règles.

1. Phénomène de base

La couche superficielle du béton est formée de pâte de ciment. Il est rare que des granulats y soient visibles. De la chaux se déplace de l'intérieur vers la surface où elle se dépose par points à la sortie des capillaires. Plus il y a de tels points, plus la teinte générale est claire. Dans le phénomène de sécrétion de chaux on trouve toujours l'eau comme véhicule.

3 2. Notions de chimie

Le ciment portland durcit en présence d'eau. Le clinker qui le compose se transforme en de nouvelles combinaisons aqueuses appelées hydrates. La réaction avec l'eau commence à la surface des grains de ciment et en atteint progressivement et toujours plus lentement l'intérieur. Les hydrates en forme de gel sont des corps dont le volume croît et occupe successivement les interstices préalablement remplis d'eau. En général, l'eau de gâchage n'est pas entièrement combinée; il en reste une partie qui peut se déplacer dans le réseau des capillaires.

Comme produit secondaire de la transformation du clinker, on trouve nécessairement de l'hydrate de calcium libre Ca(OH)_2 , source de la sécrétion de chaux.

La pâte de ciment formant la couche superficielle est donc composée d'hydrates en forme de gel et de cristaux d'hydroxyde de calcium qui s'y trouvent enrobés. La masse est traversée par des canaux capillaires, totalement ou partiellement remplis d'une solution aqueuse d'hydroxyde de calcium. Le diamètre des capillaires est en général inférieur à 0,001 mm.

3. Quantités en cause et ordre de grandeur des volumes

La pâte de ciment se compose en gros de deux parties de ciment pour une partie d'eau (facteur eau/ciment = 0,5). 150 g de pâte de ciment contient donc 50 g d'eau dont 40 g sont liés chimiquement ou adsorbés et 10 g sont mobiles à l'intérieur des capillaires.

100 g de ciment portland dégagent environ 25 g d'hydroxyde de calcium libre dont 13 mg (1 mg = 0,001 g), ou 0,05% en solution dans l'eau des capillaires. Il y a donc beaucoup plus de chaux à l'état solide que de chaux dissoute.

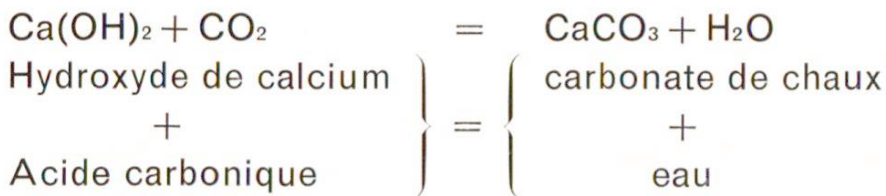
1 cm³ de pâte de ciment pèse env. 1,9 g. Il contient 320 mg de Ca(OH)_2 solide et 125 mg de solution aqueuse saturée avec 0,16 mg de Ca(OH)_2 .

La figure 2 montre combien le béton devient foncé si on enlève de sa surface env. 2 mg de chaux par cm². Pour sécréter cette quantité, il faudrait la réserve de chaux solide contenue dans une couche de pâte de ciment de 0,06 mm d'épaisseur, ce qui est très peu. En revanche, si cette quantité de chaux provenait uniquement de l'évaporation de l'eau des capillaires, il faudrait qu'une couche de béton de 12 cm y participe, ce qui est énorme et très peu vraisemblable. Le calcul montre donc que la sécrétion de chaux qui influence la teinte du béton provient en majeure partie de la chaux en forme solide transportée sous forme dissoute et précipitée à nouveau à la surface.

- 4 1 cm³ de pâte de ciment contient env. 125 mm³ de capillaires (12,5%). Pour obturer leurs extrémités (env. 200 mm²) à la surface sur 0,01 mm de profondeur, il faudrait env. 0,24 mg de chaux. Cette quantité peut être fournie non seulement par la réserve d'hydroxyde de calcium solide se trouvant dans la pâte de ciment, mais aussi par la chaux abandonnée par l'eau des capillaires qui s'évapore.

4. Carbonatation

L'hydroxyde de calcium est alcalin. Il a une forte tendance à se combiner avec les acides pour former des sels stables de chaux. L'air contient de l'acide carbonique (0,033% en volume de CO₂). L'hydroxyde de calcium absorbe cet acide et se transforme en carbonate de chaux. Ce processus naturel appelé carbonatation peut être représenté par les équations suivantes :



Le carbonate de chaux est 100 fois moins soluble que l'hydroxyde de calcium. 1 litre d'eau ne peut dissoudre que 13 mg de carbonate de chaux. C'est la raison pour laquelle, lors de la carbonatation, l'eau abandonne le carbonate qui forme un précipité blanc.

L'eau est alors en mesure de dissoudre de nouvelles quantités d'hydroxyde de calcium. C'est ainsi que se produit un afflux continu d'hydroxyde de calcium vers la surface où il se transforme en carbonate.

5. Modifications de la teinte grise par les sécrétions de chaux

Plus il y a de chaux à la surface du béton, plus la teinte de ce dernier est claire. On donne ci-dessous des exemples des formes que peut prendre la sécrétion de chaux et de ce qui la provoque.

5.1 Evaporation de l'eau des capillaires. Comme on l'a vu plus haut, ce phénomène n'a qu'une faible influence sur la teinte. Il dépend de la porosité et de la teneur en eau initiale de la pâte de ciment. Un facteur eau/ciment élevé conduit donc à un béton clair. Le cheminement de l'eau vers la surface est favorisé par un gradient thermique élevé tel qu'il peut s'établir sous l'effet du dégagement de la chaleur d'hydratation du ciment.

5 S'il est faible, ce transport d'eau vers la surface a aussi un effet, mais opposé. Si la quantité d'eau transportée est plus faible que celle qui peut s'évaporer à la surface, la zone de passage de l'état liquide à l'état gazeux se déplace vers l'intérieur des capillaires, en sorte qu'il ne peut plus se produire de sécrétion de chaux à la surface.

5.2 **Carbonatation.** Elle se produit dans un film d'eau près de la surface du béton et provoque un afflux permanent d'hydroxyde de calcium par les capillaires et un dépôt correspondant de carbonate de chaux. L'endroit où la réaction se produit dépend de la vitesse à laquelle le Ca(OH)_2 est amené et le CO_2 absorbé par l'eau. Le chemin à parcourir par les particules jusqu'au point de réaction (point de rencontre) joue aussi un rôle. Normalement, la carbonatation a lieu hors du béton, dans le voisinage immédiat de la sortie des capillaires. Mais elle peut aussi se produire à l'intérieur des capillaires si la température est basse et le film d'eau particulièrement mince; dans ce cas, elle ne provoque aucun éclaircissement de la teinte du béton.

La sécrétion de chaux produit une obturation progressive des ouvertures des capillaires en sorte que le phénomène s'arrête de lui-même.

5.3 **L'état des surfaces** a aussi une influence sur l'effet de la sécrétion de chaux, en ce sens que l'effet éclaircissant est beaucoup plus visible sur une surface lisse que sur une surface rugueuse. Cela ne tient pas seulement au fait que dans le premier cas la quantité de chaux sécrétée se répartit sur une surface plus petite, mais aussi au fait que les parties en saillie de la surface rugueuse sèchent plus rapidement et ne peuvent alors plus donner lieu à la sécrétion de chaux. En plus, les parties basses sont moins bien éclairées et réfléchissent moins de lumière, bien qu'il s'y soit déposé davantage de chaux claire.

5.4 **Eau de pluie.** Elle peut dissoudre lentement le carbonate de chaux à raison de 13 mg par litre. Pour enlever 2 mg par cm^2 (perte de clarté de la fig. 2) il faudrait la pluie d'environ une année si la surface est horizontale, et sensiblement plus si elle est verticale. On sait que pour les surfaces de béton soumises aux intempéries, les différences de teinte ont tendance à s'atténuer et la teinte générale à se foncer.

6

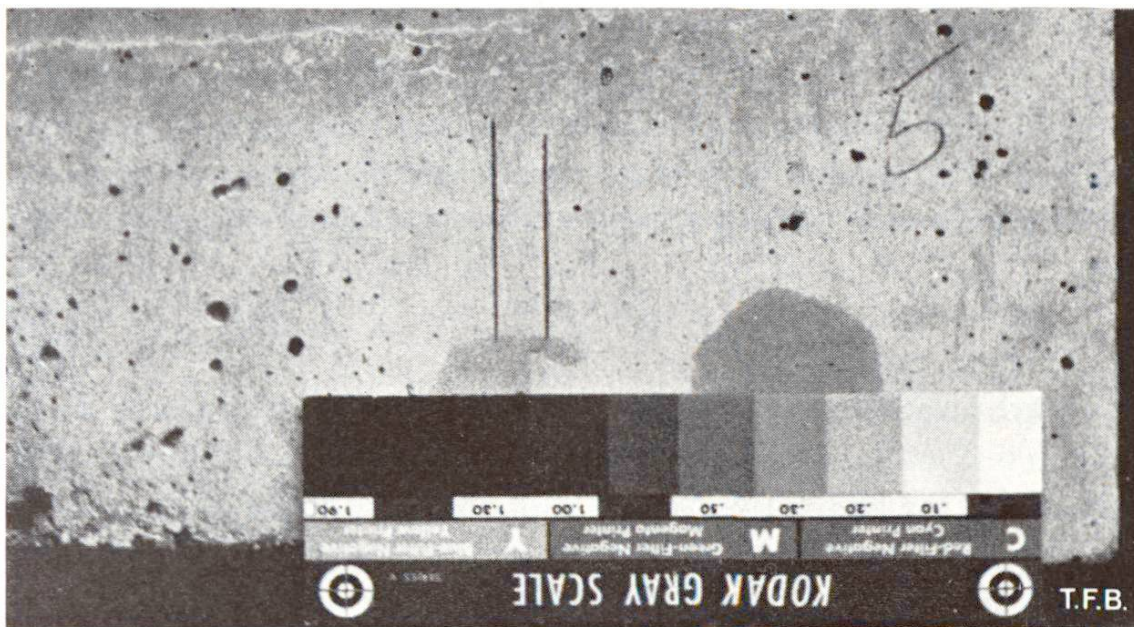


Fig. 2 Essai de décapage. La tache sombre sur l'éprouvette de béton a été provoquée par l'application d'une certaine quantité d'acide chloridrique dilué qui a dissous la chaux de la surface. L'analyse chimique a montré que 2 mg/cm² de carbonate de chaux ont été enlevés



Fig. 3 Etude du comportement de la teinte grise d'un béton fraîchement décoffré sous l'effet d'eau courante. Dans la région qui a été en contact avec l'eau en mouvement, la teinte est un peu plus foncée que dans les régions restées sèches. Entre les deux se trouve une zone particulièrement sombre qui était recouverte d'un film d'eau immobile.

7 6. Bref résumé

Le gris a tendance à s'éclaircir en raison d'une sécrétion accrue de chaux dans les conditions suivantes:

- pâte de ciment poreuse, facteur eau/ciment élevé;
- surface lisse;
- film d'eau relativement épais;
- temps humide;
- haute température.

La surface reste plus foncée quand les conditions sont opposées, à savoir:

- pâte de ciment compacte, facteur eau/ciment réduit;
- surface rugueuse;
- mince film d'eau;
- temps sec;
- basse température.

Ces divers facteurs ont la plus forte influence au cours des premières 24 heures après le décoffrage. Pendant les jours et les semaines qui suivent, la tendance à la sécrétion de chaux diminue très rapidement.

U. A. Trüb

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