Zeitschrift: Bulletin du ciment

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

Band: 50-51 (1982-1983)

Heft: 11

Artikel: La teinte claire du béton

Autor: Trüb, U.A.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-146061

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

NOVEMBRE 1982 50e ANNÉE NUMÉRO 11

La teinte claire du béton

Conditions chimiques et physiques dont dépend une teinte claire de la surface du béton.

La figure 5 du BC 5/82 montre une surface de béton de teinte uniforme relativement claire telle qu'on la réalise normalement en utilisant un coffrage lisse et étanche. On peut poser la question de savoir quelles sont les causes de ce résultat favorable, très souvent recherché. La littérature technique concernant le béton mentionne fréquemment cette façon de réaliser une surface claire, mais sans expliquer d'une façon plus précise pourquoi un tel résultat est obtenu. C'est ce qu'on se propose d'essayer de faire ici en considérant la composition matérielle et la structure de la pâte de ciment.

Il est évident que la teinte du béton dépend premièrement de la composition matérielle de la couche extérieure visible et deuxièmement de la microtopographie de la surface de cette couche. Concernant le premier point, on peut se figurer que des grains fins de différentes natures, de différentes teintes et de transparences différentes ont un effet optique d'ensemble. D'autre part, on sait que suivant leur répartition à la surface les petites cavités et aspérités y produisent une réflexion plus ou moins forte de la lumière.

Concernant la composition matérielle, on peut premièrement énumérer les matériaux et substances constituant la couche superficielle. Le Tableau 1 en donne la liste et les caractéristiques.

Tableau 1 **Liste et caractéristiques des substances participant à la coloration du béton**

Désignation	Formule chimique	Grandeur et forme	Teinte et transparence	Comportement à long terme
Pâte de ciment				
Silicate de calcium hydraté	3 CaO.2 SiO_2.3 H_2O	Gel agglomérant emplissant les vides	Laiteux, gris clair, un peu translucide	Transparence diminuant, teinte devenant gris clair
Hydroxyde de calcium Carbonate de calcium «Chaux»	$Ca(OH)_2$ $CaCO_3$	Agglomération de cristaux très fins	Incolore, blanc non transparent	Transformation totale en $CaCO_3$ reste blanc, proportion croissante au début, diminuant sous la pluie
Clinker de ciment hydraté	2 CaO.SiO_2 3 CaO.SiO_2	Petits grains noyés dans le gel transparent	Brun foncé à noir, non transparent	Disparaît par transformation en hydrates resp. en gel
Granulat				
Particules fines du sable	–	Farine de pierre	Incolore ou très peu teinté	Guère de variations perceptibles
Grains de sable mis à nu	–	Grains visibles de différentes grosseurs	Teinte gris noir à brun rouge	La mise à nu naturelle par l'eau de pluie peut se produire assez rapidement
Pigments colorés				
Poudre colorante ajoutée	Oxydes métalliques stables, en général Fe_2O_3	Grains très fins	Forte coloration un peu atténuée par le gel	L'effet colorant est accentué par la mise à nu des grains sous la pluie
Impuretés				
Substances étrangères déposées	p. ex. Fe_2O_3 (rouille) ou suie	Souvent finement répartis, pénétrant dans les pores	Brun clair à noir, transparent en fine couche	Modifications irrégulières, lavable à l'eau de pluie

3 La grosseur des éléments matériels visibles à la surface du béton varie entre celle d'un grain de sable et les 0,0001 mm de diamètre des particules les plus fines. La portion de surface occupée par chacune des différentes substances est déterminante, c'est-à-dire que les différents points colorés apportent leur contribution spécifique à la teinte générale, comme le font les points de la trame, de teintes et de grandeurs différentes, dans une impression en couleur.

La teinte du béton dépend avant tout des trois premières substances du tableau 1. Une proportion élevée d'hydrate de calcium, resp. de carbonate de calcium, conduit à une teinte claire, alors qu'inversement une forte proportion de ciment non hydraté donnera une teinte sombre. C'est entre les deux que se situe la teinte de la pâte de ciment, le gris clair du gel légèrement transparent (Fig. 1). La description du mécanisme qui, dans les conditions données, produit un enrichissement de la surface en hydroxyde de calcium blanc donnera la réponse à la question posée au début.

La réaction de durcissement du ciment portland produit une grande quantité d'hydroxyde de calcium $Ca(OH)_2$. Près du tiers de la quantité de ciment est transformé en cette combinaison. L'hydroxyde de calcium est soluble dans l'eau, mais faiblement seulement. Les capillaires de la pâte de ciment durcie en formation contiennent donc une solution saturée d'env. 0,0013 g $Ca(OH)_2$ dans 1 g d'eau (1,3 ‰). Quand cette eau saturée s'évapore à la surface ou dans le réseau

Fig. 1 Surface d'un béton sorti d'un coffrage lisse (agrandissement, la largeur de la photo correspond à 10 mm). On distingue des fragments de gel de ciment de teinte claire ou foncée, le clair ayant été provoqué par un enrichissement local en eau. Le gel légèrement vitreux laisse transparaître des grains foncés de ciment non hydraté. On remarque aussi des trous noirs et des efflorescences de chaux sous forme de points clairs qui contribuent à donner la teinte générale.

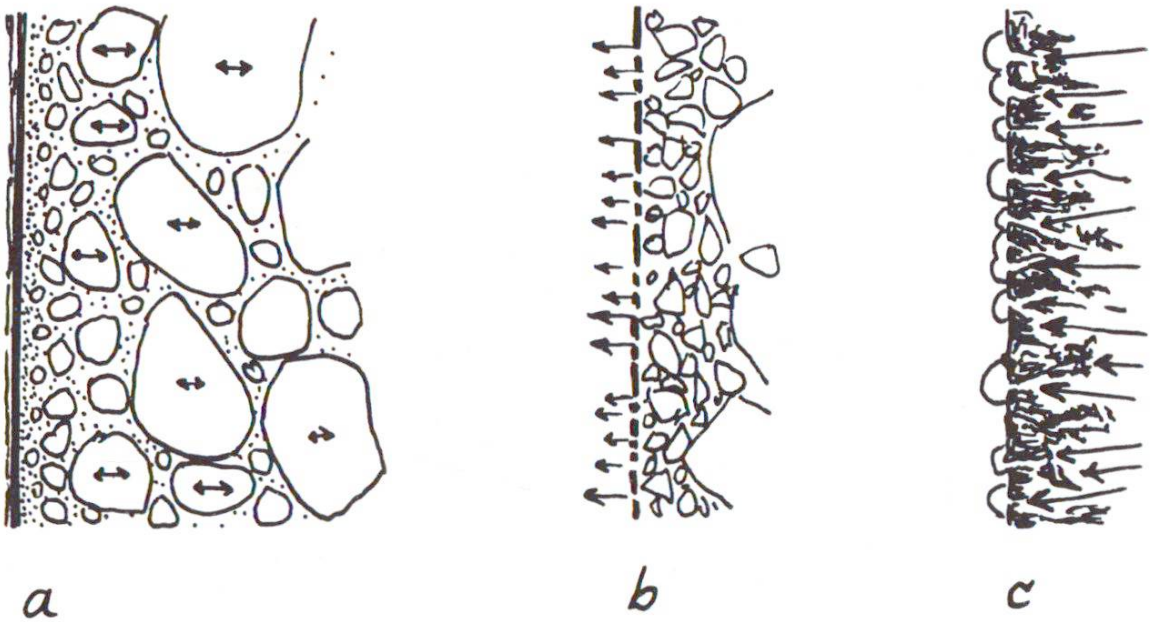

Fig. 2 a) Les gros grains oscillent moins que les petits sous l'action de la vibration. Il s'ensuit un enrichissement en eau et en ciment au voisinage de la surface dure et imperméable du coffrage.
b) Une surface poreuse (p. ex. du bois sec) pompe l'eau saturée de chaux. Cette chaux manque ensuite en tant que substance éclaircissante.
c) Après décoffrage, les surfaces avec capillaires ouverts éliminent de l'eau chargée de chaux. Plus cette transpiration est active, plus la surface du béton devient claire.

des capillaires, une quantité correspondante d'hydroxyde de calcium est libérée. En présence de l'acide carbonique de l'air, celui-ci se transforme en carbonate de calcium insoluble, d'après la formule: $Ca(OH)_2 + CO_2 = CaCO_3 + H_2O$ (carbonatation). Les deux substances hydroxyde de calcium et carbonate de calcium sont appelées «chaux» dans le langage courant.
Un enrichissement de la surface de béton en hydroxyde de calcium peut être imputable aux causes suivantes:

1. Pendant le serrage par vibration, il peut se produire un démélange du béton qui entraîne un enrichissement en lait de ciment à la surface de contact avec le coffrage dont les particules les plus lourdes du mélange sont repoussées. Il s'ensuit une concentration d'hydroxyde de calcium (Fig. 2a).

2. Si le coffrage est étanche, cette concentration d'humidité reste à la surface. En revanche, s'il est poreux, il absorbe la solution saturée de chaux (Fig. 2b).

3. Derrière un coffrage étanche, les capillaires de la pâte de ciment restent ouverts vers l'extérieur (voir BC 7/78). Après le décoffrage, grâce à un gradient de température vers l'extérieur, ils permettent au béton de transpirer et de libérer l'eau chargée de chaux (Fig. 2c).

5 En d'autres termes, un béton de teinte claire résulte des processus suivants:

Le facteur eau/ciment d'un béton serré par vibration a tendance à augmenter plus on se rapproche de la surface du coffrage. Dans une couche d'épaisseur comprise entre le diamètre moyen des grains de ciment et l'amplitude de la vibration, on ne trouve parfois plus que de l'eau saturée de chaux. Le rapport hydroxyde de calcium: silicate de calcium hydraté augmente donc dans la région de la surface qui devient moins dure, mais plus claire. De plus, avec un facteur eau/ciment plus élevé, la quantité de capillaires augmente ce qui accroît la tendance au dégagement d'eau chargée de chaux.
Le réseau de capillaires est également augmenté par le retrait chimique (BC 16/77), mais seulement si l'effet de traction que ce dernier provoque est maintenu et que rien ne vienne l'interrompre. Dans la région de la surface, ceci ne peut être le cas que si, pendant le durcissement initial, le béton est appliqué contre une surface étanche à l'eau et aux gaz. Il s'agit probablement d'une cause supplémentaire d'une porosité ouverte et d'une libération accrue d'eau.

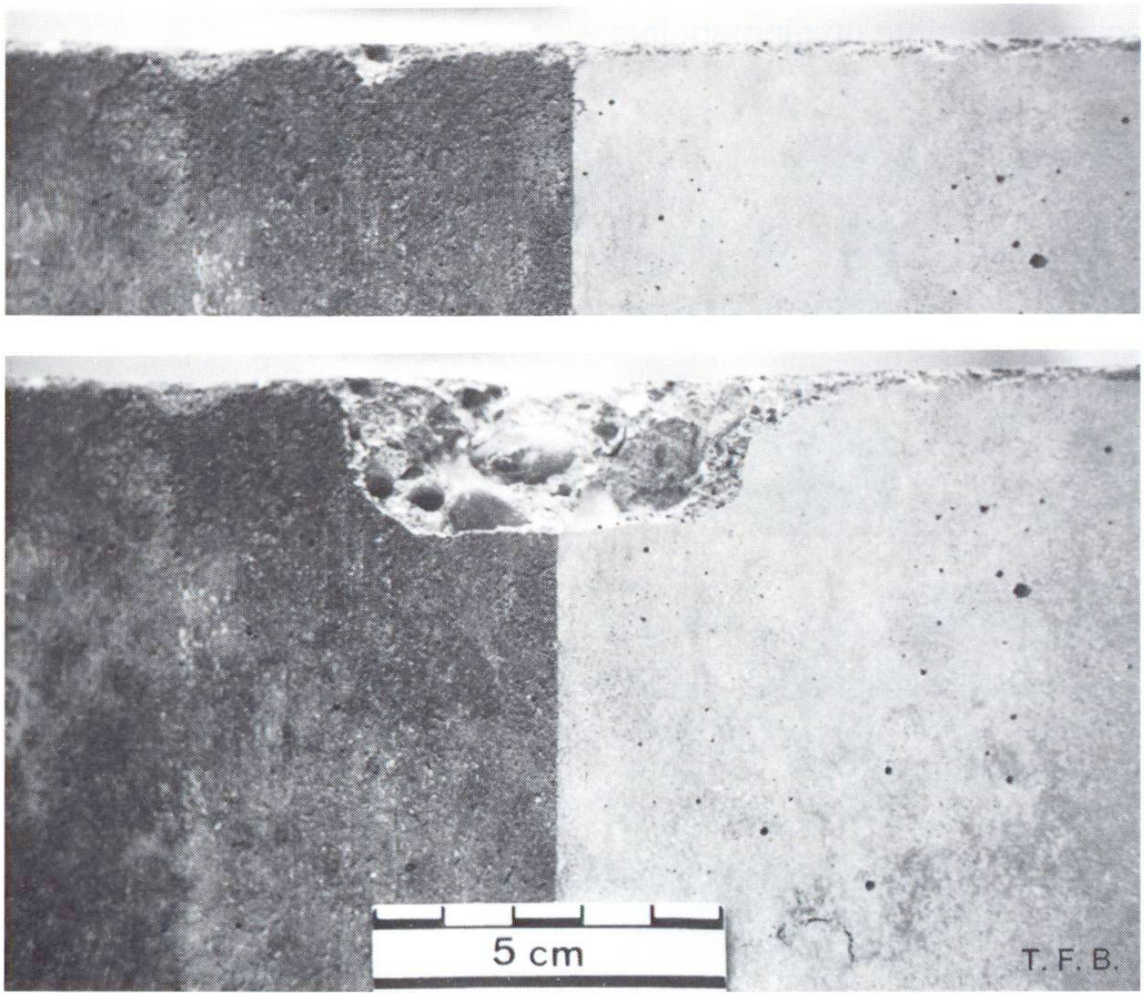

Fig. 3 La photo montre bien la différence provoquée sur la teinte par des coffrages poreux (à gauche) et étanche (à droite). La teinte foncée ou claire ne concerne que la couche superficielle du béton.

6 Les considérations relatives à l'effet inverse, à savoir la réalisation d'un béton de teinte foncée, confirment les influences citées plus haut. La pâte de ciment prend une teinte foncée quand le facteur eau/ciment y diminue et par conséquent quand il s'agit d'un enrichissement en ciment et pas en eau. Il y a avant tout trois causes bien connues dans la pratique qui provoquent cet état:

- Perte d'eau absorbée par un coffrage poreux ou par fuite à travers des joints non étanches (BC 5/74).
- Absorption artificielle de l'eau s'il s'agit d'un béton essoré sous vide.
- Déplacement de l'eau à la surface du coffrage en cas de postvibration.

La postvibration est appliquée à un moment (1 à 2 h après l'adjonction d'eau) où le gel encore mou remplit les vides d'un mélange commençant à se figer, en sorte que l'eau ne peut plus circuler librement entre les grains. Il s'ensuit que le volume des pores diminue fortement et qu'une partie de l'eau est repoussée dans la masse du béton. La pâte de ciment devient compacte comme du verre et transparente. Elle conserve de nombreuses particules de ciment non hydraté qui agissent comme un pigment foncé.

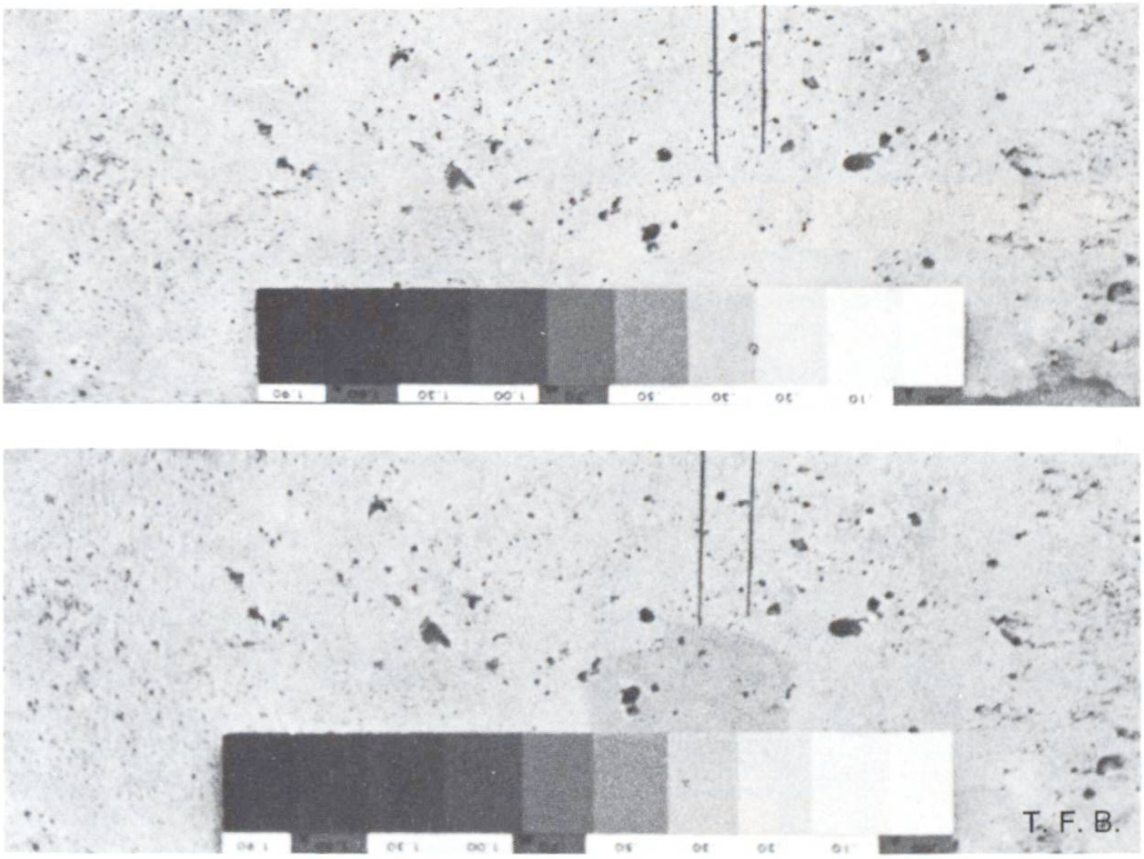

Fig. 4 La tache sombre au bas de la photo est due à un traitement à l'acide qui a dissous 1,8 mg de carbonate de chaux par cm^2.

Fig. 5 Vue microscopique d'une surface traitée à l'acide comme à la figure 4. A la partie gauche de la photo, il manque environ 2 mg de $CaCO^3$ par cm^2.

En résumé, ces différentes considérations et observations permettent de citer les conditions dans lesquelles un béton a tendance à acquérir une teinte claire et régulière:

- Coffrage étanche, tant en ce qui concerne le matériau (porosité), que la construction (joints étanches).
- Suffisamment d'eau dans un béton onctueux capable de retenir cette eau (mélange pour béton apparent, riche en mortier avec une quantité relativement grande de fines, voir BC 16/79).
- Eviter la postvibration notamment celle des couches précédentes, ceci grâce à une bonne organisation et un bon contrôle du bétonnage et en ayant recours à une vibration unique et complète dès le début.

Dr. U. A. Trüb, TFB

8 Bibliographie:

M. Adam, Aspects du Béton, Paris, 1971
U. Trüb, Die Betonoberfläche, Wiesbaden/Berlin, 1973
Les Surfaces de béton, Editions Eyrolles, Paris.
Les photos sont tirées du deuxième ouvrage cité.

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