

# Protection des surfaces de béton (5) : enduits

Autor(en): **Hermann, Kurt**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin du ciment**

Band (Jahr): **65 (1997)**

Heft 12

PDF erstellt am: **29.06.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-146433>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.



## Protection des surfaces de béton (5): enduits

**Les enduits appliqués sur des éléments de construction en béton peuvent en améliorer l'aptitude au service ainsi qu'en augmenter la durabilité et la résistance aux attaques corrosives; ils permettent également la coloration de ces éléments.**

Dans la série du «Bulletin du ciment» consacrée à la protection des surfaces de béton, un article sur les enduits fait suite à ceux sur les imprégnations hydrophobes [1] et les glacis [2]. Ces trois systèmes de protection des surfaces diffèrent principalement par l'épaisseur de la couche (voir aussi illustration 1 dans [2]): les enduits forment une pellicule totale qui protège efficacement contre la pénétration de liquides ou de gaz. L'aptitude au service et la durabilité du béton enduit s'en trouvent améliorées. Et il ne faut pas oublier la possibilité de colorer les surfaces.

Établissons d'entrée qu'il n'est pas simple de choisir le bon système d'enduit, car une multitude de produits sont proposés sur le marché. De plus, la technologie des enduits est constamment améliorée. Le présent article est donc forcément de nature très générale.

### Les enduits dans les directives et cahiers techniques

Selon la directive SIA 162/5 [3], les enduits se divisent en

- enduits minces rigides (principalement enduits à base de résine époxy jusqu'à 0,3 mm d'épaisseur [4])
- enduits minces souples (principalement enduits à base de résines acryliques ou de polyuréthane jusqu'à 1 mm d'épaisseur [4])
- enduits épais rigides
- enduits épais souples

Les enduits épais sont pour la plupart à base de polyuréthane et leur épaisseur totale va de 1 à 2 mm (2 ou 3 passages) [4].

Pour plus de détails, la directive SIA 162/5 renvoie à la classification figurant dans la deuxième partie de la «Richtlinie für Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen» du Deutscher Ausschuss für Stahlbeton (DAfStb) [5]. Douze systèmes de protection des surfaces y sont définis

(OS 1 à OS 12), dont neuf comptent parmi les enduits (voir tableaux 1 à 3 dans [6]). Ce sont à peu près exclusivement des résines organiques qui servent de liant pour les enduits. Les épaisseurs minimales de la couche sont fonction du système et varient de 0,08 à 5 mm.

### Utilisation des enduits

Dans les directives du DAfStb mentionnées [5], les enduits sont classés en trois groupes de systèmes de protection des surfaces:

- *enduits pour surfaces non carrossables* (systèmes de protection des surfaces OS 4, OS 5 et OS 9)
- *enduits pour surfaces carrossables* (systèmes de protection des surfaces OS 6, OS 8, OS 11 et OS 12)
- *enduits sous les couches bitumineuses ou autres couches de protection ou de revêtement* (systèmes de protection des surfaces OS 7 et OS 10)

Les propriétés importantes ainsi que



les principaux groupes de liants, les épaisseurs de la couche et les domaines d'application des deux premiers groupes sont résumés dans le *tableau 1*. D'autres exigences (taux d'humidité admissible du béton lors de l'application des enduits, résistance à l'arrachement du support et de l'enduit, etc.) figurent dans [5].

### Composition des enduits

Les enduits comprennent plusieurs composants: liants, pigments, éventuellement matières de charge et granulats, additifs, ainsi que solvants et dispersants.

#### *Les liants*

sont généralement déterminants pour les propriétés d'un enduit. Ils ont pour tâches principales

- de fixer les autres composants de l'enduit
- de provoquer l'adhérence entre l'enduit et le support
- de former la pellicule
- de déterminer avec les autres composants la résistance aux sollicitations chimiques, mécaniques et physiques, ainsi qu'à la diffusion des gaz et des liquides [7].

Les résines les plus fréquemment utilisées sont les résines époxy, acryliques et de polyuréthane.

#### *Les pigments*

servent à la coloration. Mais ils peuvent également augmenter la résistance d'un enduit aux U.V., ainsi que sa résistance à l'abrasion et aux produits chimiques [7].

#### *Les matières de charge*

sont principalement minérales (poudre de quartz, acides siliciques, silicates). Elles augmentent la viscosité de l'enduit. De plus, elles exercent une influence sur ses propriétés, entre autres

- elles en améliorent la résistance mécanique;
- elles en réduisent le retrait ainsi que la déformation thermique linéaire;
- elles en augmentent la dureté, la résistance à la compression et le module d'élasticité;
- elles en amoindrissent la résilience et la résistance à la flexion et à la traction.

#### *Les additifs*

tels qu'agents mouillants ou émulsionnants sont utilisés en faibles concentrations [7].

#### *Les solvants et les dispersants*

L'eau est utilisée aussi bien comme solvant que comme agent émulsionnant. On utilise également des solvants organiques, tels qu'alcools, esters ou cétones.

### En pratique

Selon les directives du DAfStb [5], les enduits filmogènes comprennent au minimum

- une couche de fond et
- une couche de recouvrement efficace

D'autres composants possibles sont entre autres:

- un lissage composé d'un mortier de ciment modifié par des matières synthétiques ou d'un mortier à base de résine réactive
- un glacis ou enduit de revêtement (protection contre les U.V.)
- un saupoudrage

Les compositions prévues dans [5] figurent dans le *tableau 2*.

Il a déjà été traité de la préparation du support [8]. Pour qu'un enduit soit d'une épaisseur régulière, le support doit être plan. Il faut absolument observer les conditions prescrites par le fabricant en ce qui concerne la siccité du béton. La température ambiante, celle de l'élément de construction ainsi que l'humidité de l'air doivent également être contrôlées.

L'application d'enduits se fait le plus souvent avec des outils simples, tels que pinceaux, rouleaux ou pistolets. Pour obtenir une pellicule fermée, plusieurs passages sont généralement nécessaires. La surveillance s'exerce principalement par le contrôle de la quantité de produit uti-

Système de protection	Caractéristiques	Groupes de liants	Epaisseur <sup>1)</sup>	Domaines d'utilisation
<b>OS 4</b> Enduit pour surfaces non carrossables	<ul style="list-style-type: none"> <li>- réduction de l'absorption d'eau</li> <li>- réduction de l'absorption des matières dissoutes dans l'eau</li> <li>- forte réduction de la diffusion du gaz carbonique</li> <li>- limitation de la perméabilité à la vapeur d'eau</li> <li>- amélioration de la résistance au gel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- acrylates</li> <li>- acrylates polyuréthanes</li> </ul>	0,08 mm	façades, ouvrages de génie civil et autres surfaces non carrossables exposées aux intempéries, ne subissant pas de contraintes mécaniques
<b>OS 5</b> Enduit pour surfaces non carrossables avec capacité restreinte de pontage des fissures	<ul style="list-style-type: none"> <li>- réduction de l'absorption d'eau</li> <li>- réduction de l'absorption des matières dissoutes dans l'eau</li> <li>- forte réduction de la diffusion du gaz carbonique</li> <li>- pontage des fissures capillaires</li> <li>- limitation de la perméabilité à la vapeur d'eau</li> <li>- amélioration de la résistance au gel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- dispersions d'acrylates</li> <li>- dispersions de propionates copolymères</li> <li>- dispersions de coulis de ciment</li> </ul>	0,30 mm 0,30 mm 2,00 mm	façades, ouvrages de génie civil et autres surfaces exposées aux intempéries, ne subissant pas de contraintes mécaniques
<b>OS 9</b> Enduit pour surfaces non carrossables avec capacité améliorée de pontage des fissures	<ul style="list-style-type: none"> <li>- suppression de l'absorption d'eau</li> <li>- suppression de l'absorption des matières dissoutes dans l'eau</li> <li>- pontage durable des fissures proches de la surface et des fissures traversantes, existantes ou en formation, avec mouvements variant en fonction de la température et de la charge</li> <li>- suppression de la diffusion du gaz carbonique</li> <li>- amélioration de la résistance au gel</li> <li>- réduction de la perméabilité à la vapeur d'eau</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- polyuréthanes</li> </ul>	1 mm	ouvrages de génie civil dans le domaine des surfaces de béton non carrossables exposées aux intempéries et risquant de se fissurer, ne subissant pas de contraintes mécaniques; également surfaces exposées aux embruns ou aux éclaboussures d'eau chargée de sels de déverglaçage
<b>OS 6</b> Enduit chimiquement résistant pour surfaces ne subissant que peu de contraintes mécaniques	<ul style="list-style-type: none"> <li>- suppression de l'absorption des matières dissoutes dans l'eau</li> <li>- suppression de la pénétration d'eau</li> <li>- amélioration de la stabilité aux produits chimiques</li> <li>- amélioration de la résistance au gel et aux sels de déverglaçage</li> <li>- forte réduction de la diffusion du gaz carbonique</li> <li>- le cas échéant, forte réduction de la diffusion de vapeur d'eau</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- polyuréthanes</li> <li>- époxy</li> </ul>	0,50 mm	plafonds, murs, ainsi que sols ne subissant que peu de contraintes mécaniques, exposés à des éclaboussures de liquides et de produits chimiques
<b>OS 8</b> Enduit chimiquement résistant pour surfaces carrossables subissant d'importantes contraintes mécaniques	<ul style="list-style-type: none"> <li>- suppression de l'absorption des matières dissoutes dans l'eau</li> <li>- amélioration de la stabilité aux produits chimiques</li> <li>- amélioration de la résistance à l'abrasion</li> <li>- suppression de l'absorption d'eau</li> <li>- suppression de la diffusion du gaz carbonique</li> <li>- suppression de la diffusion de vapeur d'eau</li> <li>Selon les exigences, une ou plusieurs des caractéristiques complémentaires suivantes: <ul style="list-style-type: none"> <li>- amélioration de la qualité antidérapante</li> <li>- propriétés de décontamination</li> <li>- amélioration de la résistance au gel et aux sels de déverglaçage</li> <li>- capacité de décharge électrique</li> <li>- convient en cas d'action par l'eau sur la face arrière</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- époxy</li> </ul>	1 mm	surfaces de béton sollicitées mécaniquement et chimiquement, p. ex. voies de circulation, sols industriels, cuvelages de réservoirs et chemises de tuyaux
<b>OS 11</b> Enduit pour surfaces carrossables avec une capacité élevée de pontage des fissures	<ul style="list-style-type: none"> <li>- suppression de l'absorption des matières dissoutes dans l'eau</li> <li>- pontage durable de fissures traversantes existantes ou en formation avec mouvements variant en fonction de la température et de la charge</li> <li>- amélioration de la résistance au gel</li> <li>- amélioration de la stabilité aux produits chimiques</li> <li>- amélioration de la qualité antidérapante</li> <li>- suppression de l'absorption d'eau</li> <li>- suppression de la diffusion du gaz carbonique</li> <li>- le cas échéant, forte réduction de la diffusion de vapeur d'eau</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- époxy-polyuréthane</li> </ul>	3-5 mm	surfaces de béton exposées à la fissuration telles que les bordures, ainsi que les surfaces exposées à de fortes sollicitations mécaniques telles que les dalles de parkings et les chaussées de ponts
<b>OS 12</b> Enduit avec béton ou mortier à base de résines réactives pour surfaces carrossables subissant d'importantes contraintes mécaniques	<ul style="list-style-type: none"> <li>- amélioration de la résistance au gel et aux sels de déverglaçage</li> <li>- amélioration de la résistance à l'abrasion</li> <li>- suppression de l'absorption d'eau</li> <li>- suppression de l'absorption des matières dissoutes dans l'eau</li> <li>- suppression de la diffusion du gaz carbonique</li> <li>- réduction à suppression de la diffusion de vapeur d'eau</li> <li>- amélioration de la stabilité aux produits chimiques</li> <li>- amélioration de la qualité antidérapante</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- époxy</li> </ul>	5 mm	sols industriels et chaussées en béton

<sup>1)</sup> épaisseur minimale de la couche pour le système considéré

Tab. 1 Systèmes de protection de surface pour surfaces non carrossables et carrossables (selon [5]).





Photo: Sika SA, Zurich

**Enduit de protection faisant partie d'un reprofilage: barbotine d'accrochage, mortier de reprofilage, mortier d'égalisation et enduit.**

lisé. D'autres possibilités de contrôle sont l'examen de l'épaisseur de la couche, de l'adhérence et de l'absence de pores.

### Propriétés des enduits

L'action des enduits consiste principalement à réduire ou à supprimer la perméabilité à l'eau, à la vapeur d'eau et aux gaz, ce qui a pour corollaire de protéger contre la pénétration de ions destructeurs (chlorures, sulfates) ou d'améliorer la résistance au gel et aux sels de déverglaçage. La possibilité de colorer les surfaces de béton est un autre avantage à retenir. Quant aux inconvénients possibles, il en est

fait mention à la fin de cet article. Il est traité brièvement ci-après de trois propriétés importantes des enduits filmogènes, soit le pontage des fissures, la résistance à la diffusion de vapeur d'eau et la résistance à la diffusion de gaz carbonique.

#### Pontage des fissures

Les enduits ne peuvent en aucun cas remplacer les mesures de technologie du béton destinées à empêcher les fissures. Si en dépit des mesures prises il y a des fissures, les enduits constituent une protection efficace contre les dégâts consécutifs, tels qu'éclatements des

lèvres des fissures. Si en raison de sollicitations particulières, on doit s'attendre à la formation de fissures, on peut également utiliser des types d'enduits qui ont fait leurs preuves pour les ponter. Selon les directives du DAfStb, les systèmes de protection des surfaces suivants pontent les fissures: OS 5, OS 9, OS 10 et OS 11 [5].

Selon une formule empirique de Teepe, l'épaisseur de l'enduit doit être d'au moins trois fois la largeur de la fissure [9]. La capacité de ponter les fissures d'un enduit ne dépend toutefois pas uniquement de l'épaisseur de la couche. Il faut tenir compte d'autres paramètres tels que le comportement à la tension-allongement des matériaux et à l'adhérence avec le support. Pour les dalles de parkings et les chaussées de ponts, la composition suivante a par exemple fait ses preuves [9]:

- couche de fond exempte de solvant à base de résine réactive, saupoudrée avec du sable de quartz sec 0,2–0,7 mm (300–500 g/m<sup>2</sup>)
- au besoin bouche-pores avec un lissage fin à base de résine réactive (garnissage des creux, pores, cavités et profondeurs de rugosité > 1 mm)
- enduit élastique (combinaison de résines réactives époxy-polyuré-

### Bibliographie

- [1] Jakob, T., et Hermann, K., «Protection des surfaces de béton (3): imprégnations hydrophobes», Bulletin du ciment **65** [10], 3–7 (1997).
- [2] Hermann, K., «Protection des surfaces de béton (4): glacis», Bulletin du ciment **65** [11], 3–7 (1997).
- [3] Directive SIA 162/5: «Conservation des structures en béton» (projet avril 1997).
- [4] PI-BAT: «Réfection des ouvrages en béton», édité par l'Office fédéral des questions conjoncturelles», Berne (1993), 145 pages.
- [5] «Richtlinie für Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen», partie 2: «Bauplanung und Bauausführung», éditée par le Deutscher Ausschuss für Stahlbeton (DAfStb), 69 pages (1990).
- [6] Hermann, K., «Protection des surfaces de béton (1): généralités», Bulletin du ciment **65** [9], 3–7 (1997).
- [7] Fiebich, M., «Filmbildende Beschichtungen» in «Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen unter Verwendung von Kunststoffen – Sachstandbericht», Deutscher Ausschuss für Stahlbeton **443**, 175–221 (1994).
- [8] Hermann, K., «Protection des surfaces de béton (2): préparation du support», Bulletin du ciment **65** [9], 3–7 (1997).
- [9] Schäper, M., «Rissüberbrückende Beschichtungen im Massivbau», Beton- und Stahlbetonbau **87** [7], 177–182 (1992).

Composition	OS 4	OS 5	OS 5	OS 9	OS 6	OS 8	OS 11	OS 11	OS 11	OS 12
Lissage fin		○	○	■						
Imprégnation hydrophobe	○									
Couche de fond	○	○		■	■	■	■	■	■	■
Bouche-pores					■		○	○	○	
Enduits				2				3		
Couche intermédiaire élastique pontant les fissures							■		■	
Barbotine d'étanchéité			3							
Béton avec résine réactive										■
Mortier d'égalisation (couche d'usure)							■			
Couches de recouvrement	≥ 2	2-4			≥ 1	≥ 1			■	
Glacis de revêtement				○		○				○
Saupoudrage du glacis										○
Épaisseur minimale de la couche principale de protection des surfaces	0,08 mm	0,30 mm	2,0 mm	1 mm	0,50 mm	1 mm	1,5 mm	3,0 mm	1,5 mm	5 mm

Tab. 2 Composition de systèmes de protection des surfaces non carrossables et carrossables selon [5].

○: au besoin

thane) pour le pontage des fissures (épaisseur minimale de la couche spécifique du système 1,5 mm)

- mortier fluide élastique avec matières de charge, à base d'une combinaison de résines réactives époxy-polyuréthane, comme couche d'usure, saupoudré de sable de quartz pour améliorer la qualité antidérapante; épaisseur minimale spécifique du système 3 mm.

Cette composition correspond au système de protection OS 12 [5].

#### La résistance à la diffusion de vapeur d'eau

peut être quantifiée grâce à l'épaisseur de la couche d'air équivalente  $s_D$ . Celle-ci indique combien de fois un enduit est plus imperméable à la diffusion de vapeur d'eau que l'air immobile. On calcule cette résistance à partir de l'épaisseur de la couche sèche et d'une constante du matériau, soit le coefficient de résistance à la diffusion  $m$ :

$$s_D = m s \text{ [m]}$$

Les coefficients de résistance à la diffusion des enduits courants sont de l'ordre de  $10^3$  à  $10^4$  [7]. En prenant pour base les épaisseurs minimales de la couche des systèmes de protection des surfaces selon la

directive du DAfStb [5], on obtient des épaisseurs de couche d'air équivalentes  $s_D$  entre 0,2 et environ 20 m. (En Allemagne, des valeurs  $s_D$  de  $\leq 4$  m sont admissibles pour les enduits de façades; avec certaines combinaisons de matériaux, correspondant à OS 4 ou OS 5, cette limite est dépassée [7].)

#### Résistance à la diffusion de gaz carbonique

Lors de la protection contre la corrosion d'éléments de construction en béton armé, on utilise souvent des enduits pour freiner la carbonatation. Comme pour la résistance à la diffusion de vapeur d'eau, on définit une épaisseur de couche d'air de diffusion équivalente  $s_D$ , laquelle dépend du coefficient de résistance à la diffusion  $m_{CO_2}$  et de l'épaisseur de la couche sèche de l'enduit:

$$s_D = m_{CO_2} s \text{ [m]}$$

Pour des enduits freinant la carbonatation, on exige souvent des épaisseurs de couche d'air équivalentes de 50 m. Pour un système de protection des surfaces d'environ 0,1 mm ( $10^{-4}$  m) d'épaisseur de couche sèche (OS 4), il en résulte un coefficient de résistance à la diffusion  $m_{CO_2}$  d'au moins  $5 \times 10^5$  ( $50 \text{ m} / 10^{-4} \text{ m}$ ).

#### Risques avec les enduits

Les enduits ont pour but de protéger le béton contre les dégâts dus à l'environnement. Cela signifie qu'ils ne font pas que réduire ou interrompre l'absorption d'eau, mais qu'ils influent aussi durablement sur la balance d'eau de l'élément en béton, car ils retiennent de l'eau dans le béton. C'est pourquoi il faut vouer une attention particulière à cet aspect. Pour les dalles en béton, il ne faut par exemple pas appliquer un enduit étanche à l'eau sur la face supérieure, et une peinture aussi étanche que possible à la vapeur sur la face inférieure (p. ex. dalles de parkings et balcons).

Lorsque l'eau ou la vapeur d'eau ne peut pas s'échapper d'éléments de construction enduits,

- des processus de transport osmotiques,
- des pressions capillaires,
- des pressions hydrostatiques et/ou
- des pressions de gaz

peuvent conduire à des problèmes, qui ont pour conséquences la formation de cloques ou des pertes d'adhésion entre le béton et l'enduit. Des analyses de ces phénomènes ainsi que des propositions pour éviter ce genre de problèmes figurent dans [7].

Kurt Hermann, TFB