

Traitement de surface du béton pour recevoir des étanchéités en adhérence

Contenu

1. Situation	1
2. Couches de carbonate	2
3. Traitement de surface du béton	4
3.1 Normes et exigences relatives au support en béton	4
3.2 Surfaces en béton et leur traitement	5
4. Trois études de cas	6
5. Méthodes de traitement des surfaces	8
6. Conseils pratiques	9

1. Situation

Il arrive régulièrement que les lés d'étanchéité en bitume polymère (LPB) correctement appliqués à la flamme sur une couche de fond à base de bitume (laque ou émulsion de bitume) ne remplissent pas les exigences en matière d'adhérence et de résistance au pelage. Le phénomène est souvent d'autant plus surprenant (voire déroutant) que le contrôle de routine préalable de l'étanchéité LPB à l'aide d'un râteau à feuilles et d'un microphone n'a guère permis de déceler de cavités.

La première analyse montre qu'il existe des cas de faiblesse de l'adhérence entre la surface du béton et la couche de fond (non détectables après l'application de la couche de fond, mais seulement après la pose du LPB), ainsi que des cas de faiblesse de l'adhérence entre la couche de fond et le LPB (non détectables directement après la pose du LPB, mais seulement après un ou deux jours).

Même si une grande partie des centaines de milliers de mètres carrés d'étanchéité LPB posés chaque année sont mis en œuvre avec succès et à l'entière satisfaction des utilisateurs, et qu'ils répondent aux exigences élevées des normes, chaque cas isolé du phénomène de "faiblesse de l'adhérence" qui se produit est synonyme de beaucoup d'ennuis, de retards dans les délais et de pertes financières importantes.

Des cas isolés de ce phénomène existent depuis des années. Au cours des cinq dernières années, on constate toutefois une augmentation, avec des différences régionales dans la fréquence des cas - en Suisse romande, le phénomène est plus fréquent qu'en Suisse alémanique. Le phénomène ne peut toutefois être attribué ni à certains poseurs, ni à certains fournisseurs, ni à des conditions climatiques particulières. La longue expérience des auteurs avec de tels phénomènes et des études approfondies permettent de conclure que les propriétés du support influencent également la liaison des étanchéités :

- des surfaces de béton très dure (pas facilement détectable à l'œil nu)
- des bétons très poreux (difficilement détectable à l'œil nu)
- des couches de carbonate sur la surface du béton (ou même sur la couche de fond)

Le béton fait l'objet de nombreuses recherches, ce qui explique qu'il existe déjà une littérature très complète à son sujet. Il existe de nombreuses publications, notamment sur la résistance, la capacité de charge, le comportement à long terme, la réduction de la durée de construction, etc. Cependant, on sait peu de choses sur l'influence des formulations modernes de béton avec des granulats à haute performance ainsi que sur les méthodes modernes de mise en œuvre concernant la structure de surface des éléments de construction en béton sur l'adhérence du support en béton pour les étanchéités LPB.

L'examen du phénomène de l'adhérence souvent insuffisante des lés d'étanchéité LPB lors de l'utilisation d'une couche de fond à base de bitume ouvre un large éventail de thèmes :

Béton	Concept du béton (exigences, formulations, compatibilité avec l'étanchéité)
Support en béton	Couches de carbonate à la surface Pellicule très résistante de ciment Teneur en pores d'air - agglomérats de pores d'air Creux de surface Produits de cure
Traitement du béton	Dégradation du béton par grenaillage Humidification du béton par jet d'eau Dégradation du béton par fraisage
Couche de fond	Couche de séparation Application (épaisseur) de la couche de fond Formation de flaques dans les zones profondes Formation de pores Scellement époxy, couche de fond époxy Glacivap
Etanchéité LPB	Matériau Application à la flamme - pressage Durée jusqu'à l'application de la protection

Le groupe spécialisé dans l'étanchéité des ouvrages d'art et de génie civil de la commission technique de PAVIDENSA s'est penché de plus près sur ce thème afin de mettre en évidence les mesures possibles pour réduire ou éviter le risque de tels désagréments lors de l'exécution de travaux d'étanchéité.

2. Couches de carbonate

Les couches de carbonate à la surface du béton sont parfois à l'origine de faiblesses d'adhérence des étanchéités LPB. Une particularité insidieuse de la couche de carbonate est qu'il est difficile, voire impossible, de la voir à l'œil nu. De plus, elle peut apparaître sans qu'aucune des parties impliquées dans la construction n'ait commis de faute.

La couche de carbonate est une conséquence du dépôt de substances solubles dans l'eau provenant du béton sur la surface de celui-ci. Ces substances sont principalement constituées d'hydroxyde de calcium, qui se transforme en surface en carbonate de calcium avec le dioxyde de carbone de l'air. L'apparition de couches de carbonate est observée dans les constructions en béton nouvellement réalisées ou dans les reprofilages qui, après l'exécution, ont pu absorber de l'eau supplémentaire suite à des précipitations. L'eau dissout les hydroxydes du béton, les transporte à la surface lors du processus de séchage et les y dépose. Si le séchage est en grande partie terminé avant le sablage, la couche de carbonate est éliminée lors du sablage. Toutefois, si le sablage a lieu avant le séchage ou si un nouvel apport d'eau important a lieu après le sablage suite à des précipitations, la couche de carbonate se

forme à nouveau sur la surface traitée. On connaît également des cas où la couche de carbonate s'est formée après l'application de la couche de fond à base de bitume.

L'épaisseur de ces couches de carbonate est d'environ 0,01 mm (10 microns). La couche de carbonate ferme la surface du béton de manière compacte, elle empêche ainsi l'ancrage des couches suivantes (couches de fond à base de bitume, couches de fond à base d'époxy, étanchéités LPB).



Image 1 : Étanchéité LPB avec une très faible adhérence. Juste après la pose la liaison était bonne, mais le lendemain, elle était totalement insuffisante.

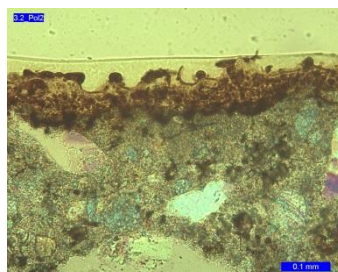


Image 2 : Surface de béton de l' image 1 en coupe fine. La surface du béton est recouverte d'une couche de carbonate et d'une couche de fond à base de bitume.

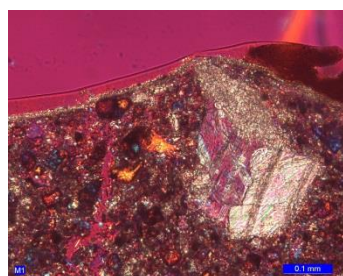


Image 3 : Couche de carbonate sur la surface du béton (visible sous forme de ligne claire). Cette couche recouvre également le granulat granulat mis à nu par le sablage.

On peut supposer qu'en plus des influences météorologiques, les propriétés du béton elles-mêmes peuvent constituer un facteur d'influence important, par exemple le coefficient d'absorption d'eau. Cependant, aucun travail de recherche n'a encore été effectué sur le problème spécifique des couches de carbonate. Il n'existe donc pas de connaissances scientifiques sur l'interaction entre les propriétés du béton, le traitement du béton et les influences climatiques en ce qui concerne la formation de couches de carbonate.

L'étancheur ne dispose donc pas de véritables outils pour détecter les couches de carbonate. Un œil exercé à reconnaître d'éventuelles caractéristiques de surface (le signe de la présence de couches de carbonate sur le support en béton peut être un effet de brillance soyeuse à la surface), des connaissances sur les propriétés du béton et leur interprétation ainsi que des connaissances sur l'histoire de l'ouvrage et des conditions météorologiques qui l'accompagnent peuvent lui fournir une aide pour évaluer les possibilités d'apparition de couches de carbonate. En fin de compte, c'est quand même à l'étancheur qu'il incombe de prouver que le support en béton n'était pas adapté au préalable pour recevoir une étanchéité LPB.

Conseils pratiques pour l'étancheur:

- Réception de la surface du béton par un laboratoire spécialisé.
- En cas de doute, faire effectuer une analyse sur lame fine.
- Demander des informations sur l'historique du chantier et sur les conditions météorologiques qui l'accompagnent.
- Réduire l'intervalle entre le nettoyage et l'application de la couche de fond; si possible, il ne devrait pas pleuvoir entre-temps.
- Réduire au minimum le temps entre l'application de la couche de fond et du lé LPB.

3. Traitement de surface du béton

Traitement de surface du béton: pourquoi ?

Lors de la réalisation d'étanchéités en adhérence, le traitement de la surface du béton fait partie intégrante du processus de travail. Le traitement du béton doit permettre de mettre à disposition du système d'étanchéité un support en béton avec lequel l'étanchéité peut former une liaison durable. Le traitement du béton est nécessaire car, selon la composition du béton et la méthode de mise en œuvre, le béton présente à sa surface des particules fines (peau de ciment, laitance de ciment). En règle générale, la surface du béton avec ces fines ne remplit pas les exigences en matière de résistance à la traction de la surface pour recevoir une étanchéité en adhérence. La nécessité d'un support en béton approprié est également traitée dans les normes relatives aux systèmes d'étanchéité, qui fixent des exigences pour le support en béton et contiennent des indications sur le traitement préalable du support pour les étanchéités en adhérence.

Voilà, tout est dit ! Ou bien n'est-ce pas le cas ?

En examinant de plus près le thème du traitement de surface du béton, on constate que le choix de la méthode de traitement n'est pas aussi simple qu'on pourrait le croire. Même si environ 70% des surfaces de béton traitées par grenaillage ou jet d'eau à haute pression satisfont aux exigences en matière d'étanchéité, il reste encore 30% de surfaces de béton pour lesquelles les exigences ne sont pas remplies. Cela entraîne inévitablement des coûts supplémentaires et très souvent des retards, ainsi qu'en règle générale de gros ennuis. Les retards dans le programme de construction se répercutent sur les travaux ultérieurs.

3.1 Normes et exigences relatives au support en béton

Les normes relatives aux étanchéités traitent de la question du support en béton approprié en définissant les exigences relatives aux propriétés que doit remplir le support en béton. Les normes contiennent en outre des indications sur les procédés possibles de traitement du béton.

- SIA 271 L'étanchéité des bâtiments
- SIA 272 Etanchéité et drainage d'ouvrages enterrés et souterrains
- SIA 273 Etanchéité des surfaces carrossables des bâtiments
- SN 640 450 Systèmes d'étanchéité et couches bitumineuses sur ponts en béton

Tableau 1 : Exigences relatives au support en béton pour les étanchéités en adhérence.

Propriétés	Méthodes d'essai	Exigences	SIA 271	SIA 272	SIA 273	SN 640 450
Résistance	EN1542 adhérence lors du test d'arrachage	$\geq 1,5 \text{ N/mm}^2$				
Profondeur de rugosité	EN1766 méthode de la tache de sable	0,5 ... 1,2 mm				
Planéité	SN 640 520 Latte de 2 m	distance de mesure (tolérance) $\leq 0.4 \text{ m (8 mm)}$ $\leq 1.0 \text{ m (10 mm)}$ $\leq 2.0 \text{ m (12 mm)}$ $\leq 4.0 \text{ m (16 mm)}$		$\leq 10\text{mm}$	SIA V414/10, tableau 38	$\leq 10\text{mm}$
Humidité	ZTV-ING, Section 4, annexe A: mesure CM	$\leq 4 \text{ \% masse}$				
Propriétés de la surface	contrôle visuel	pas de poussière, de sable, de laitance de ciment, de rouille, d'éclats, de restes de peinture, d'huile, de traitement de cure, de résidus du grenaillage taloché proprement, pas d'aspérités, pas d'arêtes et pas de surdents, pas de restes de revêtements, pas d'impuretés superficielles, pas de nids de gravier, pas de traces d'anciennes étanchéités, pas d'huile, de graisse, etc., pas d'eau, et pas d'éclats, pas d'armatures apparentes et pas d'autres pièces métalliques, pas de pièces en plastique				
Porosité	SIA 162/1	propriété non requise				déterminer la valeur
Coefficient d'absorption d'eau	SN EN 1062-3	$W \leq 0,2 \text{ kg/m}^2 \cdot \sqrt{\text{h}}$			propriété non requise	

Les différentes normes relatives aux étanchéités contiennent en outre des indications sur le traitement préalable du support pour les étanchéités en adhérence.

3.2 Surfaces en béton et leur traitement

En examinant le thème du traitement de la surface du béton, on constate que pour environ 30 % des surfaces en béton, le grenaillage unique ou le jet d'eau à haute pression à 750 - 1000 bars ne permet pas d'atteindre l'objectif; après le traitement du béton, les exigences de la norme concernant la surface en béton ne sont pas atteintes. En d'autres termes, le procédé de préparation du béton choisi n'était pas en mesure de traiter correctement la surface de béton en question. Les raisons des différences de qualité des surfaces de béton sont multiples. Les réflexions suivantes peuvent donner des indications à ce sujet:

- Choix des matières premières (lieu d'approvisionnement)
- Formulation du béton (additifs, etc.)
- Transport (utilisation correcte des camions malaxeurs)
- Méthode de mise en œuvre (pompes/silo/benne, etc.)
- Méthode de compactage (aiguille/poutre/vibrateur, etc.)
- Traitement de surface (talochage à la main/à la machine/quelles machines)
- Traitement de cure (couverture/chimique/humidification)
- Météo (chaud/froid/mouillé/forts vents, etc.)

Quel est l'effet du traitement de surface du béton ?

Il s'agit en principe de réaliser une surface de béton propre, résistante à la pression et à la traction et exempte de graisse. La méthode de traitement choisie sert à éliminer les éléments non adhérents tels que la laitance de ciment et les salissures de toutes sortes, par exemple la terre incrustée, la rouille, l'huile, la graisse, etc. Mais elle sert également à rendre rugueuse une surface de béton trop lisse, de sorte que la rugosité se situe dans la plage exigée par la norme (sur le pont, par exemple, 0,5 - 1,2 mm). Le choix de la manière dont les surfaces en béton doivent être traitées n'est pas toujours déterminable au premier coup d'œil et ne peut souvent être déterminé qu'à l'aide des connaissances acquises lors d'analyses en laboratoire.

4. Trois études de cas

Cas 1: La surface du béton est dure comme du verre et presque lisse comme un miroir. La méthode suivante a été choisie sur la base d'analyses de coupes fines sur des carottes:

Deux fois grenailages, une fois jet d'eau 750 - 1000 bar.



Aspect légèrement brunâtre "vitreux", visible à l'œil nu. Cette couche a dû être enlevée.

Cas 2: La surface du béton présente une planéité et une rugosité correctes, mais l'adhérence est nettement trop faible (moins de 1 N/mm²). Lors des essais préliminaires avec des jets d'eau de 750 à 1000 bars, le grenailage et le fraisage, on n'a pas obtenu l'adhérence nécessaire de l'étanchéité à la surface du béton, surtout lors des essais de pelage. Des analyses de coupes fines sur des carottes ont montré que les deux à trois premiers millimètres de cette surface de béton devaient être enlevés. La méthode suivante a été choisie :

Une installation spéciale à eau sous haute pression de 2000 à 2500 bars, avec des poutres commandées au millimètre près, a permis d'enlever les deux à trois millimètres sur toute la surface.



Côté gauche non traité, côté droit sablé à l'eau sous haute pression 1000 bars. Résultat : l'adhérence est toujours insuffisante.



Ici, il a fallu utiliser une artillerie plus lourde : Jet d'eau à haute pression à 2000 bars, enlèvement de 2-3 mm.



*Après l'enlèvement de la couche friable, ce type de fissures est apparu.
La réparation des fissures a été effectuée avec du bitume élastomère.*

Cas 3: La surface du béton présente de grandes inégalités et une trop grande rugosité.
La méthode suivante a été choisie :
Traitement à la fraiseuse de surface, lavage à l'eau sous haute pression 750 - 1000 bar et application d'une couche d'égalsation.



La couche d'égalsation a été appliquée partiellement et sans nettoyage préalable.

Les exemples de cas décrits ne sont pas exhaustifs, ils montrent simplement à quel point le choix du traitement de surface du béton peut être varié et exigeant.

5. Méthodes de traitement des surfaces

En principe, il existe cinq méthodes de traitement de la surface du béton qui sont utilisées dans la pratique. Les méthodes 1 à 4 sont appliquées sur de grandes surfaces, la méthode 5 sur de petites surfaces.

Sablage à l'eau sous haute pression 750 - 1000 bar (horizontal et vertical)



Avantages:

- grand rendement
- utilisation horizontale/verticale/sous-face etc.
- pas d'atteinte à la structure de la surface du béton (pas de microfissures)

Inconvénients:

- après le sablage à l'eau sous haute pression, un temps de séchage doit être pris en compte; celui-ci dépend des conditions météorologiques.

Grenaillage (horizontal)



Avantages:

- grand rendement, même sur des surfaces très dures
- pas de temps d'attente, méthode sèche
- méthode propre, car la grenaillage et les résidus sont aspirés par la machine

Inconvénients:

- risque d'endommager la structure de la surface du béton (microfissure)
- les parties horizontales le long des remontées ne peuvent pas être traitées sur environ 10 cm.
- nécessite un lavage à 750-1000 bars.

Sablage (horizontal et vertical)



Avantages:

- Pas de temps d'attente, méthode sèche
- méthode idéale de traitement de la surface du béton
- est utilisé en complément du grenaillage le long des remontées.

Inconvénients:

- développement de poussière
- faible rendement

Fraisage (horizontal)

Application en cas de surfaces de béton trop rugueuses et irrégulières, **enlèvement d'anciennes couches**.

Avantages:

- **correction de la planéité**
- **enlèvement de couches**

Inconvénients:

- **endommager la structure** de la surface du béton (génère des microfissures)
- **doit être lavé ultérieurement**
- **selon la tête de fraisage**, il en résulte une **grande rugosité** qui doit être corrigée par un spatulage

Ponçage

Ponçage avec disque diamant et aspiration directe de la poussière.

Avantages:

- traitement de **petites surfaces**, horizontales et en surplomb
- **correction de la rugosité**

Inconvénients:

- **doit être lavé ultérieurement**
- faible rendement

6. Conseils pratiques

La **difficulté de choisir la bonne méthode** de traitement du béton réside principalement dans le fait que **les méthodes visuelles ne fournissent pas d'informations suffisantes** sur les propriétés du support en béton. On est donc obligé de recourir à des tests sensoriels sur le support en béton et, le cas échéant, à des analyses plus poussées en laboratoire.

Contrôles sensoriels du support en béton avant l'exécution du traitement de surface du béton

1. contrôler visuellement le support en béton à la lumière rasante
2. contrôler la résistance mécanique de la surface du support en béton à l'aide d'un outil de grattage dur (par ex. tournevis).

Tableau 2 : Résultats des tests sensoriels

Tests sensoriels	Support en béton très dur	Support en béton dur	Support en béton mou
Contrôle visuelle à la lumière rasante	La surface apparaît comme un miroir	La surface apparaît comme mate	La surface apparaît comme mate
Essai de grattage	L'outil de grattage ne laisse pratiquement aucune trace sur la surface du béton.	L'outil de grattage laisse des traces visibles sur la surface du béton de l'ordre du dixième de millimètre.	L'outil de grattage laisse des traces bien visibles sur la surface du béton de l'ordre du mm. Continuer à travailler avec l'outil de grattage jusqu'à ce que l'épaisseur totale de la surface à enlever soit visible.

Tests sensoriels	Support en béton très dur	Support en béton dur	Support en béton mou
Indications concernant le système d'étanchéité	La couche de fond ne peut pas se lier à la surface du béton sans un traitement correct de celui-ci.	Dans tous les cas, effectuer des essais préliminaires avec le système d'étanchéité choisi.	
Indications Concernant le traitement du béton	Traitement de surface spécial nécessaire. Des analyses supplémentaires en laboratoire sont utiles pour déterminer la méthode de traitement du béton appropriée et la cause de la résistance de la surface.	Un traitement de surface standard suffit - 1 x sablage à l'eau sous haute pression 750-1000 bars ou - 1 x grenaillage, etc.	Traitement de surface spécial nécessaire. Des analyses supplémentaires en laboratoire sont utiles pour déterminer la méthode de travail du béton appropriée et la cause de la résistance de surface.

Autres possibilités de contrôle

Organiser des essais préliminaires avec le système d'étanchéité choisi (essais de pelage manuel / si nécessaire, ordonner des essais d'adhérence/de pelage par le laboratoire). Prévoir des carottages et une analyse de coupes fines pour faire le choix de la méthode de traitement de surface.

Tâches des parties prenantes (SIA 118/272 pt. 1.3)

Tâches de l'entrepreneur:

- Vérifier le support et les matériaux de construction à mettre en œuvre, avec obtention des preuves de compatibilité avant l'exécution des travaux, avec la collaboration du maître d'ouvrage, conformément aux directives du projet.

Tâches du maître d'ouvrage:

- Participer à l'examen du support et à la réception du support conformément à la norme SIA 118/272 pt. 1.3.
- Prendre en compte les essais préliminaires dès la phase d'offre.

Clause de non-responsabilité

PAVIDENSA s'efforce d'assurer l'exactitude des informations contenues dans les recommandations. Elles se réfèrent à des cas normaux et reposent sur les connaissances et l'expérience des membres des groupes spécialisés de PAVIDENSA. PAVIDENSA ne peut toutefois pas garantir leur actualité, leur exactitude, leur exhaustivité ou leur adéquation. PAVIDENSA exclut sa propre responsabilité et toute autre responsabilité pour d'éventuelles erreurs ou omissions ainsi que pour les conséquences de l'utilisation des recommandations.