 Schweizerische Eidgenossenschaft Confédération suisse Confederazione Svizzera Confederaziun svizra	Manuel technique K (Ouvrage d'art)  <b>Fiche technique</b> <b>Eléments de construction</b> Matériaux – Béton	<b>22 001-14140</b>
Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication DETEC  <b>Office fédéral des routes OFROU</b>	<b>Systèmes de protection de surface - Généralités</b>	Version 1.04 01.01.2020
Division Infrastructure routière I		Page 1 sur 6

## 1. Bases principales

- SN EN 1504                      Produits et systèmes pour la protection et la réparation des structures en béton – Définitions, prescriptions, maîtrise de la qualité et évaluation de la conformité :
  - Partie 1 : Définitions
  - Partie 2 : Systèmes de protection de surface pour béton
  - Partie 9 : Principes généraux pour l'application des produits et systèmes
  - Partie 10 : Application sur site des produits et systèmes et contrôle de la qualité des travaux
- Recom. SIA 162/5              Maintenance des structures porteuses (*abrogée*)
- SIA 269/2                        Maintenance des structures porteuses – Construction en béton

## 2. Principes généraux

Les systèmes de protection de surface (OS) ne sont pas aussi efficaces qu'un enrobage en béton suffisamment épais et dense. Dans le cas d'ouvrages neufs ils ne doivent pas être utilisés de manière généralisée comme protection préventive, ni comme mesure permettant de réduire l'enrobage en béton.

Dans le cas de surfaces en béton durablement soumises à un environnement rude, la durabilité peut en être améliorée grâce à l'application d'une protection de surface.

Lors du choix d'un système de protection de surface approprié les critères suivants sont particulièrement déterminants <sup>1</sup>:

- Fonction de l'élément de construction
- Zone d'action des sels de déverglaçage
- Sollicitations mécaniques
- Perméabilité à la vapeur d'eau
- Aptitude à ponter les fissures
- Durabilité du système de protection de surface

Les inhibiteurs doivent être évités.

## 3. Termes et définitions




**Imprégnation hydrophobe (H) :** Traitement du béton destiné à produire une surface hydrofuge. Les pores et les capillaires ne sont que revêtus, mais ne sont pas remplis. Aucun film ne se forme à la surface du béton. Les composants actifs peuvent être, p.ex., des silanes, des siloxanes ou du lithium.



**Imprégnation (I) :** Traitement du béton destiné à réduire la porosité de surface et à renforcer la surface. Les pores et les capillaires sont partiellement ou complètement remplis. Les liants peuvent être, p.ex., des polymères organiques.

<sup>1</sup> Peter Haardt, Bundesanstalt für Strassenwesen, Bergisch Gladbach, (2009) - Schutz und Instandsetzung, im Regelungsbereich der ZTV-ING

 Schweizerische Eidgenossenschaft Confédération suisse Confederazione Svizzera Confederaziun svizra	Manuel technique K (Ouvrage d'art)  <b>Fiche technique</b> <b>Eléments de construction</b> Matériaux – Béton	<b>22 001-14140</b>
Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication DETEC  <b>Office fédéral des routes OFROU</b>	<b>Systèmes de protection de surface - Généralités</b>	Version 1.04 01.01.2020
Division Infrastructure routière I		Page 2 sur 6



**Revêtement (C) :** Traitement destiné à produire une couche protectrice continue à la surface du béton. L'épaisseur est généralement comprise entre 0.1 mm et 5.0 mm. Les liants peuvent être, p.ex., des polymères organiques, résine époxy (EP), résine polyuréthane (PUR), résine acrylique (AY), des polymères organiques contenant comme charge du ciment ou du ciment hydraulique modifié à l'aide de dispersion polymérique.

## 4. Processus pour une protection réussie des surfaces en béton (dans le cadre d'une remise en état)

Le déroulement d'une étude et d'une réalisation réussies de protection de surface en béton devrait comprendre les phases suivantes :

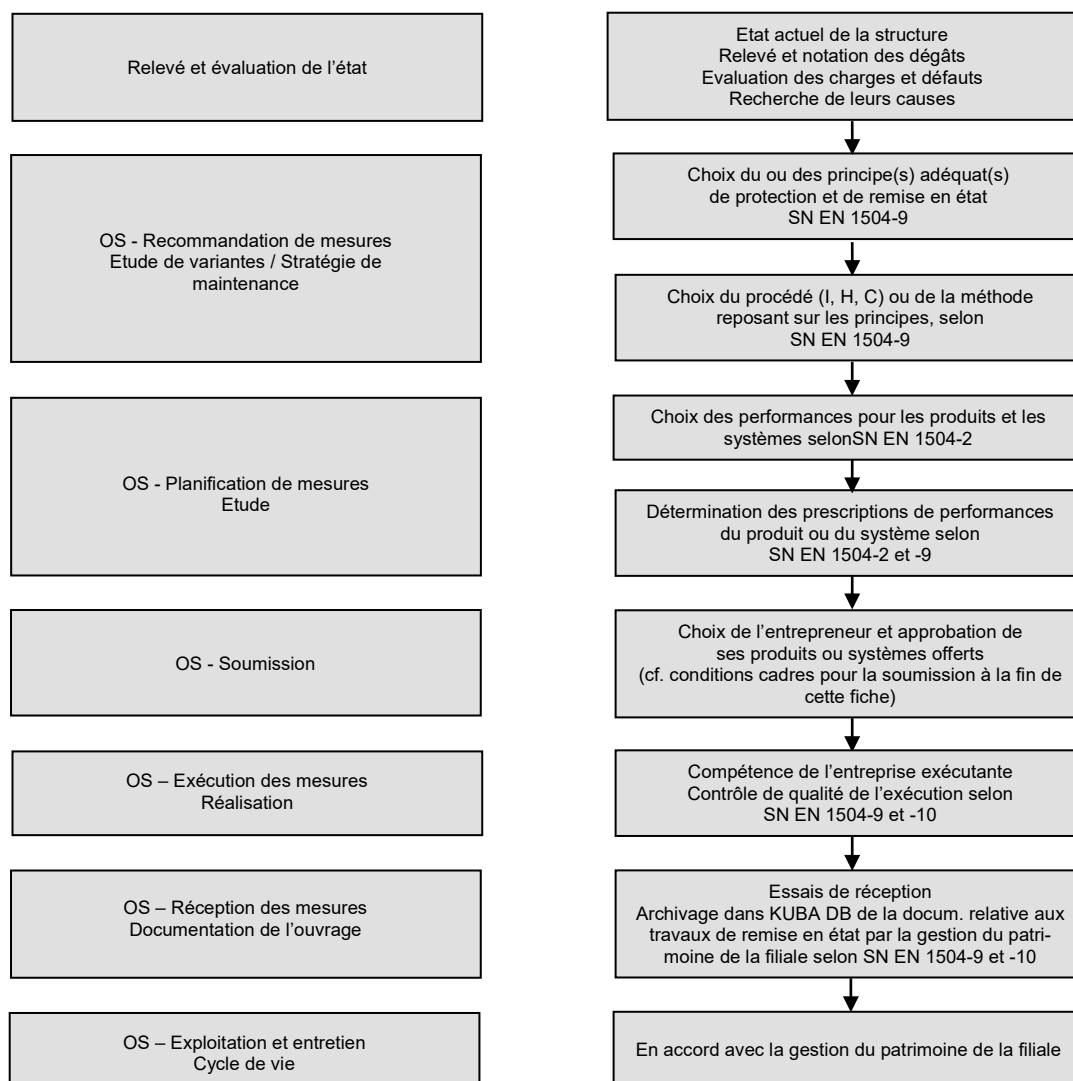



Tableau 1 – Phases d'un projet de remise en état OS

 Schweizerische Eidgenossenschaft Confédération suisse Confederazione Svizzera Confederaziun svizra	Manuel technique K (Ouvrage d'art)  <b>Fiche technique</b> <b>Eléments de construction</b> Matériaux – Béton	<b>22 001-14140</b>
Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication DETEC  <b>Office fédéral des routes OFROU</b>	<b>Systèmes de protection de surface - Généralités</b>	Version 1.04 01.01.2020
Division Infrastructure routière I		Page 3 sur 6

## 5. Performances et prescriptions de performances des systèmes de protection de surface (OS)

Les performances des méthodes choisies relatives aux principes définis dans la SN EN 1504-9 sont indiquées dans le tableau 1 de la SN EN 1504-2. Les prescriptions de performances figurent dans les tableaux suivants :

- Imprégnation hydrophobe (H) : SN EN 1504-2, Tableau 3
- Imprégnation (I) : SN EN 1504-2, Tableau 4
- Revêtements (C) : SN EN 1504-2, Tableau 5


## 6. Principes de base et méthodes OS associées

Les principes de base et les méthodes OS associées peuvent être résumés de la manière suivante conformément à la SN EN 1504-9 :

Principes de base lors de dégâts dans le béton		Méthodes associées		Substances de base des produits Solutions, émulsions, dispersions, pâtes
1	<b>Protection contre toute pénétration (Protection against ingress PI)</b> Empêchement de pénétration de substances favorisant la corrosion (p.ex. eau, autres liquides, vapeur, gaz, produits chimiques)	1.1	Imprégnation hydrophobe	Silanes, siloxanes, silicones, lithium
		1.2	Imprégnation	Polymères organiques, acrylates, etc.
		1.3	Revêtement	EP, PUR, AY, solutions polymériques, etc.
2	<b>Contrôle du taux d'humidité (Moisture control MC)</b> Réglage et maintien du taux d'humidité du béton dans un domaine de valeurs fixé	2.1	Imprégnation hydrophobe	Silanes, siloxanes, silicones, lithium
		2.2	Imprégnation	Polymères organiques, etc.
		2.3	Revêtement	EP, PUR, AY, solutions polymériques, etc.
5	<b>Augmentation de la résistance physique (Increasing physical resistance PR)</b> Augmentation de la résistance aux attaques physiques ou mécaniques	5.1	Revêtement	EP, PUR, AY, solutions polymériques, etc.
		5.2	Imprégnation	Polymères organiques, etc.
6	<b>Résistance aux produits chimiques (Resistance to chemicals RC)</b> Augmentation de la résistance aux attaques chimiques	6.1	Revêtement	EP, PUR, AY, solutions polymériques, etc.
		6.2	Imprégnation	Polymères organiques, etc.
8	<b>Augmentation de la résistivité (Increasing resistivity IR)</b> Augmentation de la résistivité du béton	8.1	Imprégnation hydrophobe	Silanes, siloxanes, silicones, lithium
		8.2	Imprégnation	Polymères organiques, etc.
		8.3	Revêtement	EP, PUR, AY, solutions polymériques, etc.

Tableau 2 - Principes de base et systèmes OS associés (H, I, C)

Ne sont énumérés que les principes et les méthodes OS pertinentes. Les performances et prescriptions pour les produits et les systèmes sont à choisir resp. à déterminer sur la base de la SN EN 1504-2 und -10.


 Schweizerische Eidgenossenschaft Confédération suisse Confederazione Svizzera Confederaziun svizra	Manuel technique K (Ouvrage d'art)  <b>Fiche technique</b> <b>Eléments de construction</b> <b>Matériaux – Béton</b>	<b>22 001-14140</b>
Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication DETEC  <b>Office fédéral des routes OFROU</b>	<b>Systèmes de protection de surface - Généralités</b>	Version 1.04 01.01.2020
Division Infrastructure routière I		Page 4 sur 6

## 7. Comparaisons des normes actuelles et passées

Le tableau ci-dessous présente une comparaison d'applications typiques selon la SN EN 1504-2 (et donc aussi la SIA 269/2) und la SIA 162/5 resp. RiLi DAfStB <sup>2</sup>.

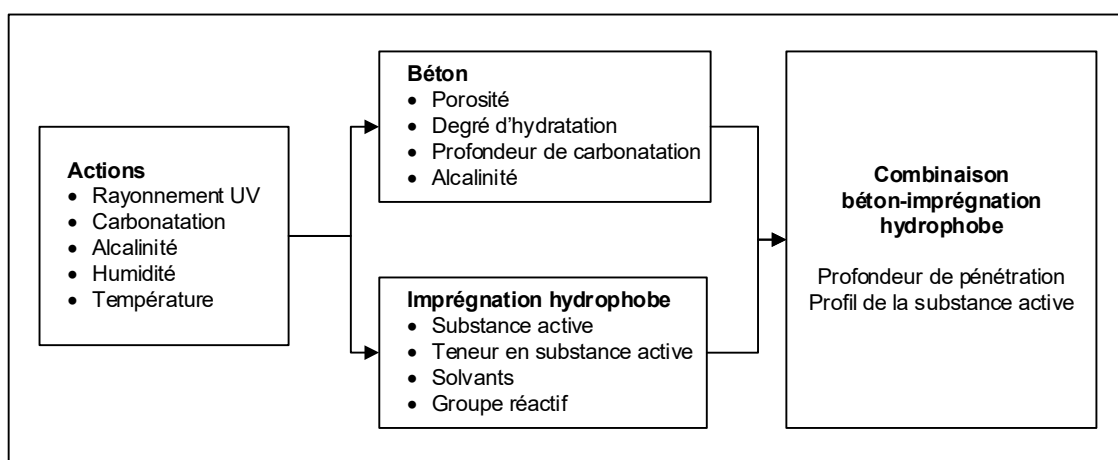
Méthodes / Application	Exposition / actions / fissures Méthodes	Ancienne désignation selon RiLi DAfStB resp. SIA 162/5
Imprégnation hydrophobe (H)	Exposition: exposé aux intempéries, incliné, inaccessible et non carrossable Chlorures: pas d'action de chlorures Fissures: fissures jusqu'à 0.2 mm de large Méthode: 1.1, 2.1 et 8.1	OS 1 Imprégnation hydrophobe apte sous certaines conditions à la protection de l'humidité d'éléments verticaux ou inclinés en béton exposés aux intempéries.
Imprégnation (I)	Exposition: exposé aux intempéries, incliné, inaccessible et non carrossable Chlorures: pas d'action de chlorures Fissures: fissures jusqu'à 0.2 mm de large Méthode: 1.2, 2.2, 5.2, 6.2 et 8.2	OS 2 Imprégnation apte sous certaines conditions à la protection de l'humidité d'éléments verticaux ou inclinés en béton exposés aux intempéries.
Revêtement (C) avec haute étanchéité	Exposition: exposé aux intempéries, incliné, inaccessible et non carrossable Chlorures: aucune action de chlorures excepté dans la zone de brouillard salin (avec enduit d'égali-sation) Fissures: fissures jusqu'à 0.2 mm de large Méthode: 1.3, 2.3 et 8.3	OS 2 et OS 4 Revêtement (avec/sans enduit d'égali-sation) avec haute étanchéité (avec enduit d'égali-sation) pour surfaces inaccessibles et non carrossables. Pour des éléments en béton exposés aux intempéries (écoulement assuré) aussi dans la zone de brouillard salin, si le support ne présente pas de fissures.
Revêtement (C) avec faible résistance à la fissuration	Exposition: exposé aux intempéries, incliné, inaccessible et non carrossable Chlorures: zone de brouillard salin Fissures: fissures superficielles Méthode: 1.3, 2.3 et 8.3	OS 5a et 5b Revêtement avec faible résistance à la fissuration pour surfaces inaccessibles et non carrossables. Pour des éléments en béton exposés aux intempéries avec des fissures superficielles aussi dans la zone de brouillard salin.
Revêtement (C) avec haute résistance à la fissuration	Exposition: exposé aux intempéries, incliné, inaccessible et non carrossable Chlorures: zone de brouillard salin et d'éclaboussures Fissures: fissures superficielles et/ou fissures ouvertes Méthode: 8.3	OS 9 Revêtement avec haute résistance à la fissuration pour surfaces inaccessibles et non carrossables. Pour des éléments en béton exposés aux intempéries avec des fissures superficielles et/ou des fissures ouvertes aussi dans la zone de brouillard salin et d'éclaboussures.
Revêtement (C) avec capacité de résistance mécanique resp. chimique	Exposition: carrossable, surfaces fortement sollicitées mécaniquement Chlorures: actions chimiques Fissures: fissures jusqu'à 0.2 mm de large Méthode: 5.1 et 6.1	OS 8 Revêtement résistance chimique pour des surfaces carrossables et fortement sollicitées mécaniquement.
Revêtement (C) avec haute résistance statique à la fissuration et avec capacité de résistance mécanique resp. chimique	Exposition: charge mécanique selon le plan Chlorures: zone de brouillard salin et d'éclaboussures Fissures: fissures superficielles et/ou fissures ouvertes Méthode: 5.1 et 6.1	OS 13 Revêtement avec capacité de résistance statique à la fissuration pour des surfaces accessibles et carrossables, sollicitées mécaniquement.
Revêtement (C) avec haute résistance dynamique à la fissuration et avec capacité de résistance mécanique resp. chimique	Exposition: charge mécanique selon le plan Chlorures: zone de brouillard salin et d'éclaboussures Fissures: fissures superficielles et/ou fissures ouvertes Méthode: 5.1 et 6.1	OS 11 Revêtement avec haute capacité de résistance dynamique à la fissuration pour des surfaces accessibles et carrossables, sollicitées mécaniquement.

<sup>2</sup> Steiger A., (2008) : Betoninstandsetzungen im Baualltag und Konsequenzen der Normenreihe SN EN 1504 auf Auftragsabwicklungen in der CH: Oberflächenschutz für Beton: Definierte anwendungsorientierte Leistungsmerkmale, Anforderungen und Konformität,

 Schweizerische Eidgenossenschaft Confédération suisse Confederazione Svizzera Confederaziun svizra	Manuel technique K (Ouvrage d'art)  <b>Fiche technique</b> <b>Eléments de construction</b> Matériaux – Béton	<b>22 001-14140</b>
Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication DETEC  <b>Office fédéral des routes OFROU</b>	<b>Systèmes de protection de surface - Généralités</b>	Version 1.04 01.01.2020
Division Infrastructure routière I		Page 5 sur 6

## 8. Imprégnations hydrophobes (H) sur surfaces en béton

Les facteurs influençant la durabilité d'imprégnations hydrophobes sur surfaces en béton peuvent être représentés de la manière suivante :



Une attention particulière doit être portée aux taux d'humidité du béton et de l'air ; ceux-ci devraient être contrôlés avant toute imprégnation hydrophobe. Cette mesure s'effectue au moyen d'un appareil électrique de mesure de l'humidité. Ainsi elle peut être réalisée de manière non destructive. Le taux d'humidité du béton est mesuré jusqu'à 4 cm de profondeur (emplacement de l'armature).

Les paramètres les plus importants pour une imprégnation hydrophobe réussie sont :


- Taux d'humidité du béton : de 1,5 % à 3,0 %
- Température de l'objet : de 8°C à 25°C
- Taux d'humidité de l'air : max.75 %

Au-delà d'un taux d'humidité de l'air de 75% aucune application ne devrait être effectuée.

Dans le cadre des travaux de recherche <sup>3</sup> seul un nombre restreint de facteurs d'influence a été analysé. Il ressort jusqu'à présent des résultats, qu'une haute teneur en substance active combinée à une grande profondeur de pénétration permet d'atteindre une bonne stabilité au rayonnement UV.

La teneur en COV (composés organiques volatils) des imprégnations utilisées devrait être la plus faible possible. L'application d'une imprégnation hydrophobe à l'aide de brosses et de rouleaux doit être préférée à l'application par pulvérisation afin de réduire les émissions de COV.

<sup>3</sup> T. Büttner, M. Raupach – Institut für Bauforschung, RTW Aachen, Deutschland – Hydrophobierungen auf Betonoberflächen – Dauerhaftigkeitsbetrachtungen und zerstörungsfreie Prüfung (2009)

 Schweizerische Eidgenossenschaft Confédération suisse Confederazione Svizzera Confederaziun svizra	Manuel technique K (Ouvrage d'art)  <b>Fiche technique</b> <b>Eléments de construction</b> Matériaux – Béton	<b>22 001-14140</b>
Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication DETEC  <b>Office fédéral des routes OFROU</b>	<b>Systèmes de protection de surface - Généralités</b>	Version 1.04 01.01.2020
Division Infrastructure routière I		Page 6 sur 6

## 9. Surveillance de la qualité et évaluation de la conformité

La SN EN 1504-8 définit le contrôle de qualité, l'évaluation de la conformité (essais initiaux) ainsi que le marquage et l'étiquetage CE des produits et systèmes.

Les critères suivants doivent au minimum être remplis pour la certification CE 2+ (selon SN EN 1504-2) des produits de remise en état et de protection du béton :

Tâches	
<b>Fabriquant</b>	Contrôle de la production en usine
	Essais initiaux
<b>Organisme de certification</b>	Contrôle initial de l'usine et du contrôle de la production en usine
	Surveillance en continu, évaluation et agrément du contrôle de la production en usine

Le fabriquant a le devoir de présenter une déclaration de conformité et d'apposer le **marquage CE** sur l'emballage etc.

## 10. Appel d'offre des systèmes OS

Les aspects et principes suivants doivent être clairement définis resp. retenus si l'on veut effectuer un appel d'offre pour une protection de surface réussie :

- Les systèmes OS ne doivent pas être liés à un produit.
- Les principes de protection doivent être explicitement définis
- Performances et prescriptions de performances conformes à la SN EN 1504-2
- Exposition, actions, fissures, conditions climatiques
- Description du support ; description des préparatifs nécessaires pour le support (p.ex. mesures de nettoyage, protection des intempéries)
- Indication des largeurs maximales existantes ou attendues des fissures
- Définir la surveillance de la qualité de l'exécution en fonction des objectifs et la mettre strictement en œuvre ; élaborer minutieusement le plan de contrôle et l'approuver (cf. SN EN 1504-10)
- Exiger les attestations et références
- Détermination des compétences et responsabilités

Seul du personnel formé peut être affecté à la tâche. Toutes les prescriptions de la SUVA et des fabricants des produits sur la protection des personnes et la sécurité au travail ainsi que les règlements de protection de l'environnement en vigueur doivent être strictement respectés.