



**Réparation et protection  
du béton armé  
avec Sika®  
conformément à la Norme  
Européenne EN 1504**



# Maîtrise de la réparation du béton, de la protection

<b>Table des matières</b>	<b>Page(s)</b>
La série de Normes Européennes EN 1504	3
Marquage CE	3
Les étapes clés du processus de réparation et de protection	4 / 5
Les causes de dégradation et de détérioration du béton	6 / 7
Vue d'ensemble des principes de réparation et de protection du béton	8 à 13
Principe 1 : Protection contre toute pénétration	14 à 17
Principe 2 : Contrôle du taux d'humidité	18 / 19
Principe 3 : Restauration du béton	20 à 23
Principe 4 : Renforcement structural	24 à 27
Principe 5 : Augmentation de la résistance physique	28 / 29
Principe 6 : Résistance aux produits chimiques	30 / 31
Principe 7 : Préservation ou restauration de la passivité	32 / 33
Principe 8 : Augmentation la résistivité	34 / 35
Principe 9 : Contrôle cathodique	36 / 37
Principe 10 : Protection cathodique	36 / 37
Principe 11 : Contrôle des zones anodiques	38 / 39
Tableau synoptique et phases de la procédure de réparation et de protection du béton	40 / 41
Choix des méthodes de réparation du béton	42 / 43
Choix des méthodes de protection du béton et de l'armature	44 / 45
Evaluation et agréments des produits et systèmes Sika	46 à 49
Quelques exemples	50 / 51

# et de la corrosion dans les structures en béton armé

## La série de Normes Européennes EN 1504

La norme européenne EN 1504 se compose de 10 parties.

Ces documents définissent les produits de réparation et de protection des structures en béton. Le contrôle qualité de la fabrication des produits et l'exécution des travaux sont également couverts par ces normes.

EN 1504 – 1 Définitions
EN 1504 – 2 Systèmes de protection de surface pour béton
EN 1504 – 3 Réparation structurale et réparation non structurale
EN 1504 – 4 Collage structural
EN 1504 – 5 Produits et systèmes d'injection de béton
EN 1504 – 6 Scellement d'armatures
EN 1504 – 7 Protection contre la corrosion des armatures
EN 1504 – 8 Maîtrise de la qualité et évaluation de la conformité
EN 1504 – 9 Principes généraux d'utilisation des produits et systèmes
EN 1504 – 10 Application sur site des produits et systèmes et contrôle de la qualité des travaux

Ces normes aideront les maîtres d'ouvrages, les prescripteurs et les entrepreneurs à réaliser avec succès les travaux de réparation et de protection de tous types de structures en béton.

## Marquage CE

Les normes européennes EN 1504 ont été intégralement mises en application le 1er janvier 2009. Les normes nationales existantes qui n'ont pas été harmonisées avec la norme EN 1504 ont été retirées à la fin de l'année 2008 et le Marquage CE est obligatoire.

Tous les produits utilisés pour la réparation et la protection du béton doivent être marqués CE conformément à la partie appropriée de la norme EN 1504. Ce marquage de conformité CE contient les informations suivantes (exemple d'un mortier de réparation de béton adapté à une utilisation structurale) :

 0333
<b>Sika France S.A.</b> Usine de Gournay en Bray Z.I. de l'Europe 76220 Gournay en Bray 08 0333-CPD-030005
<b>EN 1504-3</b> <b>Produit de réparation structurale du béton</b> <b>Mortier PCC (à base de ciment hydraulique)</b>
Résistance en compression : classe R4 Teneur en ions chlorures $\leq 0,05$ % Adhérence : $\geq 2,0$ MPa Résistance à la carbonatation : essai réussi Module d'élasticité : 21,8 GPa Compatibilité thermique, partie 1 : $\geq 2,0$ MPa Absorption capillaire : $\leq 0,5$ kg.m <sup>-2</sup> .h <sup>-0,5</sup> Substances dangereuses : conforme à 5,4 Réaction au feu : Euroclasse F

- Logo CE
- Numéro d'identification de l'organisme certificateur
- Nom ou marque d'identification du fabricant
- Année d'apposition de la marque
- Numéro de certificat figurant sur l'attestation
- Numéro de la norme européenne
- Description du produit
- Informations sur les caractéristiques normalisées

# Les étapes clés du processus de réparation et de protection conformément à la Norme Européenne EN 1504

La réparation et la protection des structures en béton qui ont été endommagées ou détériorées requièrent avant tout une évaluation par un diagnostic approprié. Ensuite, intervient le choix des principes et des méthodes de réparation et les exigences de maintenance conformément à la Norme Européenne EN 1504-9.

Cette brochure a pour objectif de donner quelques conseils sur l'approche et les procédures des travaux de réparation et de protection du béton, en incluant l'utilisation des produits et des systèmes Sika.

## 1

### Evaluation de l'état de la structure

L'étude de l'évaluation d'une structure en béton endommagée ou détériorée doit uniquement être réalisée par des personnes qualifiées et expérimentées. Ce processus d'évaluation doit toujours inclure les aspects suivants :

- L'état de la structure comprenant les défauts visibles, non visibles et potentiels.
- L'étude de l'exposition passée, actuelle et future.

## 2

### Identification des causes de détérioration

Après examen de la conception, des méthodes et du programme de construction et étude des dégradations, il est possible d'identifier les "causes réelles" de chaque type et zone de dégradations.

- Identifier les défauts et les dégradations mécaniques, chimiques ou physiques du béton.
- Identifier les dégradations du béton dues à la corrosion des armatures.



### 3

#### Choix des options pour la réparation et la protection

Pour la plupart des structures endommagées ou détériorées, le maître d'ouvrage dispose de différentes options qui décideront efficacement de la stratégie de réparation et de protection pour répondre aux exigences futures de la structure.

##### Ces options comprennent :

- Ne rien faire (pendant un certain temps).
- Déclasser la capacité de la structure ou sa fonction.
- Prévenir ou réduire les causes de détérioration sans réparation ni amélioration.
- Améliorer, renforcer ou remettre en état tout ou partie de la structure.
- Reconstruire tout ou partie de la structure.
- Démolir.

##### Facteurs importants à prendre en compte lors de l'étude de ces options :

- Durée de vie attendue suite aux réparations et à la protection.
- Durabilité, performance et exigences requises.
- Répartition des charges avant, pendant et après les travaux de réparation.
- Possibilité d'effectuer les réparations à l'avenir, y compris l'accès et la maintenance.
- Coûts des options alternatives et des solutions possibles.
- Conséquences et éventualité d'une défaillance structurale.
- Conséquences et éventualité d'une défaillance partielle (chute de béton, infiltration d'eau, etc.).

##### Et d'un point de vue environnemental :

- Besoin de protection contre le soleil, la pluie, le gel, le vent, le sel et / ou les autres polluants pendant les travaux.
- Impact environnemental ou les restrictions sur les travaux en cours, plus particulièrement le bruit, la poussière, et le temps nécessaire pour réaliser les travaux.
- Impact environnemental et esthétique sur la modification de l'aspect en fonction de la solution de réparation choisie.

### 4

#### Choix des principes de réparation et de protection appropriés

Afin de répondre aux exigences du maître d'ouvrage, les principes de réparation et de protection doivent être sélectionnés, avec la meilleure méthode de mise en oeuvre.

##### Ces derniers doivent être :

- Appropriés aux conditions et aux exigences du site, par exemple : Principe 3 "Restauration du béton".
- Appropriés aux exigences futures et aux principes pertinents, par exemple : Méthode 3.1 "Application manuelle de mortier de réparation" ou 3.2 "Nouveau béton ou mortier coffré".

##### Définition et spécifications des produits et des systèmes

Après avoir sélectionné les principes et les méthodes de réparation et de protection, les performances requises sont définies pour les produits, conformément aux parties 2 à 7 de la norme et à la partie 10 "Application sur site des produits et des systèmes, et contrôle de la qualité."

Il est important que tout ce travail d'évaluation et de spécification prenne en compte non seulement la performance à long terme du produit sur la structure, mais également que les matériaux de réparation proposés n'aient pas de réaction physique ou chimique entre eux ou avec la structure.

Le travail doit être réalisé avec les produits et les systèmes qui sont conformes à la partie pertinente de la norme EN 1504, par exemple : Tableau 3 de la norme EN 1504-3, point 7 : Compatibilité thermique, partie 1 Gel/dégel, etc.

Les conditions d'application et les limites pour chaque type de matériau devront également être spécifiées conformément à la partie 10 de la norme. Dans certains cas, des technologies ou des systèmes innovants qui ne sont pas prévus par la norme EN 1504 peuvent être nécessaires pour résoudre des problèmes spécifiques, pour tenir compte des restrictions environnementales ou pour être conforme aux réglementations incendie locales par exemple.

### 5

#### Spécification des exigences de maintenance

Tout travail d'inspection et de maintenance qui sera réalisé pendant la durée de vie définie de la structure doit également être prévu.

##### Des registres complets de tous les matériaux utilisés au cours des travaux doivent être fournis à titre de référence future à la fin de chaque projet:

- Quelle est la durée de vie prévue et quel est le type de dégradations des matériaux sélectionnés, (ex. farinage, décollement, effritement, décoloration ou décohésion) ?
- Quelle est la fréquence d'inspection des structures ?
- Quels systèmes de réparation de surface seront nécessaires dans le futur, quel accès pour réaliser les travaux et quand ?
- Est-il nécessaire de surveiller la corrosion ?
- Qui est responsable de la mise en oeuvre et du financement des travaux de maintenance et quand ?

# Les causes courantes de dégradations et de détérioration

## Bilans du diagnostic et des analyses en laboratoire

### Défauts et dégradations du matériau



#### Attaque mécanique

##### Cause

Impact  
Surcharge  
Mouvement  
Vibration  
Tremblement de terre  
Explosion

##### Principes pertinents pour la réparation et la protection

Principes 3 et 5  
Principes 3 et 4  
Principes 3 et 4  
Principes 3 et 4



#### Attaque chimique

##### Cause

Réactions alcali-agrégats  
Exposition à des produits chimiques agressifs  
Action bactérienne ou biologique  
Lixiviation

##### Principes pertinents pour la réparation et la protection

Principes 1, 2 et 3  
Principes 1, 2 et 6  
Principes 1, 2 et 6  
Principes 1 et 2



#### Attaque physique

##### Cause

Cycles gel / dégel  
Dilatation thermique  
Sels expansifs  
Retrait  
Erosion  
Abrasion et usure

##### Principes pertinents pour la réparation et la protection

Principes 1, 2, 3 et 5  
Principes 1 et 3  
Principes 1, 2 et 3  
Principes 1 et 4  
Principes 3 et 5  
Principes 3 et 5





## Dégradations dues à la corrosion des armatures

### Attaque chimique

#### Cause

Réaction du dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) de l'atmosphère avec l'hydroxyde de calcium dans la solution interstitiel du béton.  
 $CO_2 + Ca(OH)_2 \rightarrow CaCO_3 + H_2O$

Soluble et fortement alcalin  
pH 12 –13 → pratiquement insoluble et beaucoup moins alcalin pH 9

Acier protégé (passivation) →  
acier non protégé

#### Principes pertinents pour la réparation et la protection

Principes 1, 2, 3, 7, 8 et 11



### Agents agressifs (ex. chlorures)

#### Cause

Les chlorures accélèrent le processus de corrosion et ils peuvent également causer une corrosion dangereuse "par piqûre".

A une concentration supérieure à 0,2 - 0,4% dans le béton, les chlorures peuvent rompre localement la couche de protection passivante présente à la surface de l'acier. Généralement, les chlorures proviennent de l'eau de mer, d'une exposition à l'eau salée et / ou de l'utilisation de sels de déverglaçage.

#### Principes pertinents pour la réparation et la protection

Principes 1, 2, 3, 7, 8, 9 et 11



### Courant électrique vagabond

#### Cause

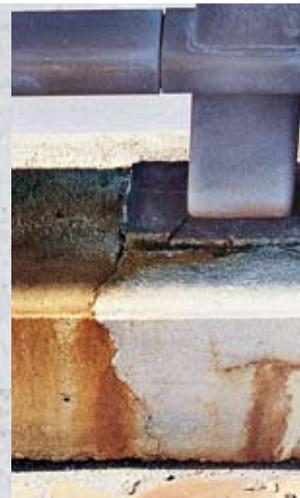
Des métaux de différents potentiels électriques sont reliés les uns aux autres dans le béton et génèrent de la corrosion.

La corrosion peut également être due aux courants électriques vagabonds des réseaux d'alimentation électriques et de télécommunication.

#### Principes pertinents pour la réparation et la protection

Aucun principe de réparation spécifique n'est défini pour le moment.

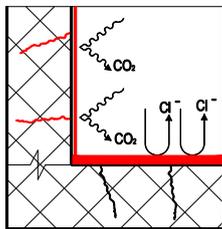
Pour la réparation du béton utiliser les principes 2, 3 et 10.



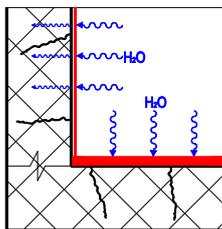
# Vue d'ensemble des principes de réparation et de pro

La réparation et la protection des structures en béton requièrent une évaluation et une conception relativement complexes. En présentant et en définissant les principes clés de réparation et de protection, la norme EN 1504-9 aide les maîtres d'ouvrage et les professionnels de la construction à comprendre les problèmes et les solutions par le biais de différentes étapes du processus de réparation et de protection.

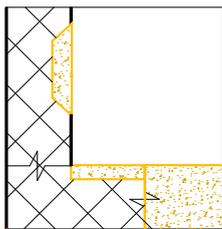
## Les principes relatifs aux défauts du béton



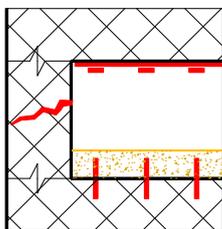
**Principe 1**  
**Protection contre toute pénétration**



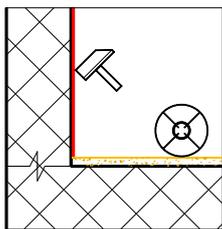
**Principe 2**  
**Contrôle du taux d'humidité**



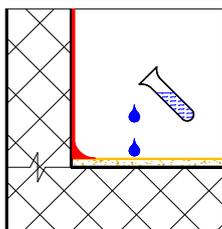
**Principe 3**  
**Restauration du béton**



**Principe 4**  
**Renforcement structural**



**Principe 5**  
**Augmentation de la résistance physique**



**Principe 6**  
**Résistance aux produits chimiques**

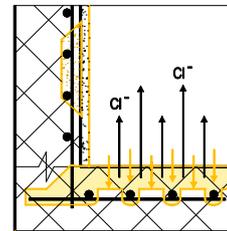


# tection du béton conformément à la norme EN 1504-9

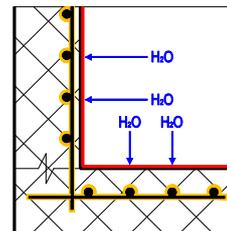


## Les principes liés à la corrosion des armatures

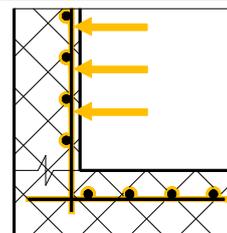
**Principe 7**  
Préservation ou restauration de la passivité



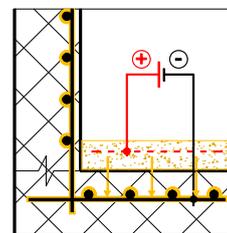
**Principe 8**  
Augmentation de la résistivité



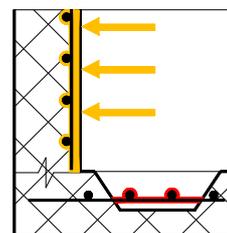
**Principe 9**  
Contrôle cathodique



**Principe 10**  
Protection cathodique



**Principe 11**  
Contrôle des zones anodiques



# Les grands principes de réparation et protection du béton

## Pourquoi des principes ?

Depuis de nombreuses années, les différents types de dégradations et leurs origines sont parfaitement connus. Des méthodes de réparation et de protection ont été développées. Ce savoir et cette expérience sont aujourd'hui résumés et clairement définis sous forme de 11 Principes dans la norme EN 1504, Partie 9.

Ils permettent aux maîtres d'œuvre de réparer et de protéger correctement tous les désordres potentiels des structures en béton armé. Les Principes 1 à 6 correspondent aux dégradations du matériau, les Principes 7 à 11 correspondent aux dégradations dues à la corrosion de l'armature.

## L'application des principes EN 1504

Pour aider les maîtres d'ouvrages, les maîtres d'œuvre et les entreprises dans la bonne sélection des principes de réparation et des produits, Sika a mis au point un schéma simplifié de présentation. Il a été établi pour répondre aux besoins spécifiques de chaque structure, en fonction de l'exposition et de l'utilisation, et est présenté pages 42 à 45 de cette brochure.



# Le savoir-faire Sika



## Les solutions Sika conformes à la norme EN 1504

Sika est spécialisé dans le développement et la production de produits et de systèmes pour la construction et l'industrie. La réparation et la protection des structures béton font partie des compétences Sika. La gamme de produits Sika comprend des adjuvants du béton, des systèmes de résine de sols et de revêtements, toutes les solutions d'étanchéité, des mastics, des colles, des procédés de renforcement et d'autres matériaux développés spécialement pour la réparation et la protection des structures en béton armé. Ces produits bénéficient de nombreux agréments officiels nationaux ou internationaux et sont disponibles partout dans le monde auprès des filiales Sika, des entreprises spécialisées et des distributeurs partenaires.

En 100 ans, Sika a acquis expérience et compétence dans la réparation et la protection des bétons avec des références remontant aux années 1920. Sika peut fournir tous les produits nécessaires pour la réparation et la protection des bétons conformément aux principes et aux méthodes de la norme européenne EN 1504, qu'il s'agisse de dégradations liées au béton ou à la corrosion des armatures. Les produits et procédés Sika sont applicables sur des ouvrages spécifiques ou des ouvrages traditionnels quelles que soient les conditions climatiques et l'exposition.



# Vue d'ensemble des principes et méthodes de réparation et de protection de la norme EN 1504-9

Les tableaux 1 et 2 présentent l'ensemble des principes et méthodes décrits dans la Partie 9 de la norme EN 1504.

Le principe et la méthode de réparation et de protection doivent être sélectionnés après évaluation de l'état de la structure, l'identification des causes de détérioration et en tenant compte des objectifs et spécifications du maître d'ouvrage.

**Tableau 1 : Principes et méthodes relatifs aux défauts dans le béton**

Principe	Description	Méthode	Solution Sika
<b>Principe 1</b>	<b>Protection contre toute pénétration.</b> Réduction ou prévention de la pénétration d'agents agressifs tels que eau, autres liquides, vapeur, gaz, produits chimiques et agents biologiques.	1.1 Imprégnation hydrophobe	<b>Sikagard®</b> Imprégnations hydrophobes <b>Conservado® SP</b>
		1.2 Imprégnation	<b>Sikafloor® CureHard-24</b>
		1.3 Revêtement	<b>Sikagard®</b> revêtements élastiques ou rigides <b>Sikafloor®</b> revêtements de sol
		1.4 Colmatage superficiel des fissures	Système <b>Sikadur® Combiflex®</b>
		1.5 Colmatage des fissures	Systèmes <b>Sika®Injection</b> <b>Gamme Sikadur®</b>
		1.6 Transformation de fissures en joints	<b>Gamme Sikaflex®, Système Sikadur® Combiflex®</b>
		1.7 Erection de panneaux externes	Procédé <b>SikaTack® Panel</b>
		1.8 Application de membranes	Membranes <b>Sikaplan®</b> , Systèmes d'étanchéité liquide <b>Sikalastic®</b>
<b>Principe 2</b>	<b>Contrôle du taux d'humidité.</b> Ajustement et maintien de la teneur en eau du béton selon valeurs spécifiées.	2.1 Imprégnation hydrophobe	Imprégnations hydrophobes <b>Sikagard®</b>
		2.2 Imprégnation	<b>Gamme Sikafloor®</b>
		2.3 Revêtement	Revêtements élastiques ou rigides <b>Sikagard®</b> Revêtements de sol <b>Sikafloor®</b>
		2.4 Erection de panneaux externes	Procédé <b>SikaTack® Panel</b>
		2.5 Traitement électrochimique	
<b>Principe 3</b>	<b>Restauration du béton.</b> Restauration de la structure d'origine.  Remplacement partiel du béton.	3.1 Application manuelle de mortier	<b>Sika® MonoTop®, SikaTop®, et SikaRep®</b>
		3.2 Nouveau béton ou mortier coffré	<b>Sika® MonoTop</b>
		3.3 Projection de béton ou de mortier	<b>SikaRep®</b> et <b>Sika® MonoTop®</b>
		3.4 Remplacement d'éléments	Primaires <b>Sika®</b> et technologie <b>Sika®</b> de bétonnage

<b>Principe 4</b>	<b>Renforcement structural.</b> Augmentation ou restauration de la capacité portante d'un élément de la structure béton.	4.1 Ajout ou remplacement d'armatures internes ou externes	<b>Gamme Sikadur®</b>  <b>Gammes Sika® AnchorFix® et Sikadur®</b>  Systèmes <b>Sikadur®</b> combinés avec <b>Sika® CarboDur®</b> et <b>SikaWrap®</b>  Primaires, mortiers de réparation et technologie de bétonnage <b>Sika®</b>  Systèmes <b>Sika®Injection</b>  Systèmes <b>Sika®Injection</b>  Systèmes <b>Sika® CarboStress®</b> et <b>LEOBA SLC</b> , coulis d'injection <b>Sika®</b>
		4.2 Ajout d'armature scellée dans des trous pré-creusés ou forés	
		4.3 Collage d'éléments de renforcement (plats métalliques, systèmes composites...)	
		4.4 Ajout de mortier ou béton	
		4.5 Injection dans les fissures, les vides ou les interstices	
		4.6 Colmatage des fissures, des vides et des interstices	
		4.7 Précontrainte (précontrainte par post-tension)	
<b>Principe 5</b>	<b>Augmentation de la résistance physique</b> Augmentation de la résistance aux attaques physiques ou mécaniques.	5.1 Revêtement	Gamme de revêtements réactifs <b>Sikagard®</b>  <b>Sikafloor® CureHard-24</b>  Idem méthodes 3.1, 3.2 et 3.3
		5.2 Imprégnation	
		5.3 Ajout de mortier ou béton	
<b>Principe 6</b>	<b>Résistance aux produits chimiques</b> Augmentation de la résistance de surface du béton aux dégradations par attaque chimique.	6.1 Revêtement	Gamme de revêtements réactifs <b>Sikagard®</b> et <b>Sikafloor®</b>  <b>Sikafloor® CureHard-24</b>  Idem méthodes 3.1, 3.2 et 3.3
		6.2 Imprégnation	
		6.3 Ajout de mortier ou béton	

**Tableau 2 : Principes et méthodes relatifs à la corrosion de l'armature**

Principe	Description	Méthode	Solution Sika
<b>Principe 7</b>	<b>Préservation ou restauration de la passivité.</b> Créer les conditions chimiques dans lesquelles l'armature est maintenue ou préservée dans des conditions de passivité.	7.1 Augmentation de l'enrobage par mortier ou béton supplémentaire	<b>Gammes Sika® MonoTop®, SikaTop®, SikaRep® et Sika® EpoCem®</b>  Idem méthodes 3.2, 3.3 et 3.4  Gamme <b>Sikagard®</b> pour protection finale  Gamme <b>Sikagard®</b> pour protection finale  Gamme <b>Sikagard®</b> pour protection finale
		7.2 Remplacement de béton pollué ou carbonaté	
		7.3 Ré-alkalinisation électrochimique du béton carbonaté	
		7.4 Ré-alkalinisation du béton carbonaté par diffusion	
		7.5 Extraction électrochimique de chlorures	
<b>Principe 8</b>	<b>Augmenter la résistivité.</b> Augmentation de la résistivité électrique du béton.	8.1 Imprégnation hydrophobe	Gamme <b>Sikagard®</b> Imprégnation hydrophobe  <b>Sikafloor® CureHard-24</b>  Idem méthodes 1.3
		8.2 Imprégnation	
		8.3 Revêtement	
<b>Principe 9</b>	<b>Contrôle cathodique.</b> Création des conditions dans lesquelles les zones potentiellement cathodiques de l'armature ne peuvent pas entraîner de réaction anodique.	9.1 Limitation de la teneur en oxygène (au niveau de la cathode) par saturation ou par revêtement de surface	Adjuvant et inhibiteurs de corrosion appliqués à la surface <b>Sika® FerroGard®</b> Gamme de revêtement réactifs <b>Sikagard®</b> et <b>Sikafloor®</b>
<b>Principe 10</b>	<b>Protection cathodique</b>	10.1 Application d'un potentiel électrique	Mortiers <b>Sika®</b>
<b>Principe 11</b>	<b>Contrôle des zones anodiques.</b> Création des conditions dans lesquelles des zones potentiellement anodiques de l'armature ne peuvent pas participer à la réaction de corrosion.	11.1 Revêtement actif de l'armature	<b>SikaTop® Armatec®-110 EpoCem®, Sika® MonoTop®</b>  <b>Sikadur®-32LP</b>  Adjuvant et inhibiteurs de corrosion appliqués à la surface <b>Sika® FerroGard®</b>
		11.2 Revêtement de protection de l'armature	
		11.3 Application d'inhibiteurs de corrosion dans ou sur le béton	

# Principe 1 : Protection contre toute pénétration.

## Protection de la surface du béton contre les infiltrations

De nombreuses dégradations d'ouvrages sont dues à la pénétration d'agents agressifs liquides ou gazeux dans le béton. Le principe 1 concerne la prévention de ces agressions et décrit les méthodes pour réduire la perméabilité et la porosité du béton.

La sélection de la méthode adaptée dépend de différents paramètres, comme le type d'agent agressif, la qualité du béton et de sa surface, les objectifs visés par les travaux de réparation ou de protection et la stratégie de maintenance de l'ouvrage. Sika fabrique une gamme complète d'imprégnations, d'imprégnations hydrophobes et de revêtements spéciaux pour la protection du béton conformément aux principes et aux méthodes de la norme EN 1504.

### Méthodes

### Photos

**Méthode 1.1** Imprégnation hydrophobe  
NF EN 1504-2



**Méthode 1.2** Imprégnation  
NF EN 1504-2



**Méthode 1.3** Revêtement  
NF EN 1504-2



**Méthode 1.4** Colmatage superficiel des fissurations



\* Suite de ce tableau pages 16 et 17

# liquides et gazeuses

Description	Principaux critères	Produits Sika® (exemples)
<p>Une imprégnation hydrophobe est un traitement du béton qui modifie ses propriétés de surface. Les pores et les capillaires ne sont pas remplis, mais seulement pontés par un film hydrophobe. Le principe est de réduire la tension de surface de l'eau et d'empêcher son passage dans les pores sans stopper la diffusion de la vapeur d'eau, conformément aux bonnes pratiques de la physique des bâtiments.</p>	<p>Pénétration Classe I : &lt; 10 mm Classe II : ≥ 10 mm</p> <p>Absorption capillaire <math>w &lt; 0,1 \text{ kg.m}^{-2}.\text{h}^{-0,5}</math></p> <p>Taux de dessiccation</p>	<p><b>Gamme Sikagard®-700</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Imprégnations hydrophobes de silane ou siloxane</li> <li>■ Pénètrent profondément et rendent la surface hydrofuge</li> </ul> <p><b>Sikagard®-706Thixo</b> (Classe II)  <b>Sikagard®-705L</b> (Classe II)  <b>Sikagard®-704S</b> (Classe I)  <b>Sikagard®-710</b> (Classe I)  <b>Conservado SP</b> (Classe I)</p>
<p>Une imprégnation est un traitement du béton qui réduit la porosité et renforce la surface. Les pores et capillaires sont donc partiellement ou totalement remplis. Le principe de ce type de traitement consiste généralement en un film mince discontinu de 10 à 100 microns d'épaisseur. Il bloque les pores contre toute pénétration d'agents agressifs.</p>	<p>Profondeur de pénétration ≥ 5 mm</p> <p>Absorption capillaire <math>w &lt; 0,1 \text{ kg.m}^{-2}.\text{h}^{-0,5}</math></p>	<p><b>Sikafloor® CureHard-24</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ A base de silicate</li> <li>■ Incolore et inodore</li> <li>■ Bonne pénétration</li> </ul>
<p>Les revêtements de surface sont des matériaux conçus pour améliorer la surface du béton, afin d'augmenter la résistance ou la performance aux agents agressifs externes spécifiques.</p> <p>Les fissures de surface avec une amplitude de 0,3 mm peuvent être réparées en toute sécurité, puis colmatées et pontées par un revêtement élastique étanche et résistant à la carbonatation.</p> <p>Ce système peut supporter les mouvements thermiques et dynamiques dans les structures soumises à d'importantes amplitudes thermiques, à des vibrations ou dans les cas où les joints sont inadaptés ou insuffisants.</p>	<p>Résistance à la carbonatation <math>S_d &gt; 50 \text{ m}</math></p> <p>Absorption capillaire <math>w &lt; 0,1 \text{ kg.m}^{-2}.\text{h}^{-0,5}</math></p> <p>Perméabilité à la vapeur d'eau : Classe I : <math>S_d &lt; 5 \text{ m}</math></p> <p>Adhérence : Elastique : ≥ 0,8 MPa ou ≥ 1,5 MPa (Circulation) Rigide : ≥ 1,0 MPa ou ≥ 2,0 MPa (Circulation)</p>	<p>Système rigide <b>Sikagard®-680S</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Résine acrylique en phase solvant</li> <li>■ Étanche</li> </ul> <p>Système élastique <b>Sikagard®-550W Elastic</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Résine acrylique en phase aqueuse</li> <li>■ Étanchéité, pontage de fissure</li> </ul> <p><b>Sikagard®-545W Elastofill</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Résine acrylique monocomposant</li> <li>■ Élastique</li> </ul> <p><b>Sikagard® 675W ElastoColor</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Résine acrylique en phase aqueuse</li> <li>■ Étanche</li> </ul>
<p>Application locale d'un matériau adapté pour éviter les infiltrations d'agents agressifs dans le béton.</p>	<p>Pas de critères spécifiques</p>	<p><b>Système Sikadur® Combiflex®</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Haute élasticité</li> <li>■ Résistance aux intempéries et à l'eau</li> <li>■ Excellente adhérence</li> </ul> <p><b>Sika® SealTape-S</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Élasticité élevée</li> <li>■ Étanche</li> </ul>

# Principe 1 : Protection contre toute pénétration.

## Protection de la surface du béton contre les infiltrations

Les procédés de protection du béton doivent prendre en compte la position et la taille des fissures et des joints dans le béton. Il est donc nécessaire d'en déterminer la nature et l'origine, d'évaluer l'amplitude des mouvements et leur conséquence sur la stabilité, la durabilité et le fonctionnement de la structure. Il convient également d'estimer le risque d'apparition de nouvelles fissures après traitement des joints et des fissures existants.

Si les fissures ont une incidence sur la solidité et la sécurité de la structure, se reporter au principe 4 "Renforcement structural", méthodes 4.5 et 4.6 pages 24/25. Cette estimation doit être faite par un bureau d'études spécialisé. Un traitement de surface peut être ensuite appliqué.

### Méthodes

### Photos

**Méthode 1.5** Colmatage des fissures  
NF EN 1504-5



**Méthode 1.6** Transformation des fissures en joints



**Méthode 1.7** Erection de panneaux externes



**Méthode 1.8** Application de membranes



# liquides et gazeuses (suite)

Description	Principaux critères	Produits Sika® (exemples)
<p>Les fissures à traiter pour éviter le passage d'agents agressifs doivent être colmatées.</p> <p>Fissures inertes (fissures dues au retrait initial par exemple) elles doivent être simplement réparées / colmatées avec un produit adéquat.</p>	<p>Classement des produits d'injection</p> <p>F : Transmission des forces D : Élastique S : Expansif</p> <p><i>(F,D,S correspondent aux termes anglais)</i></p>	<p>Étanchéité des joints, fissures, vides</p> <p>Classe D <b>Sika® Injection-201/-203</b></p> <p>Classe S <b>Sika® Injection-29/-304/-305</b></p>
<p>Pour remédier au mouvement des fissures, on crée un joint dont la largeur et la position sont étudiées pour absorber ce mouvement. Les fissures (joints) sont ensuite colmatées avec un produit élastique.</p> <p>La décision de transformer une fissure en joint est prise par un bureau d'études spécialisé.</p>	<p>Pas de critères spécifiques</p>	<p>Gammes <b>Sikaflex® PU</b> et <b>AT</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Polyuréthanes monocomposants</li> <li>■ Polymères AT</li> <li>■ Élasticité élevée</li> <li>■ Excellente durabilité</li> </ul> <p><b>Système Sikadur® Combiflex®</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Haute élasticité</li> <li>■ Résistance aux intempéries et à l'eau</li> <li>■ Excellente adhérence</li> </ul>
<p>Protection de la surface de l'ouvrage par des panneaux extérieurs</p> <p>Un mur-rideau ou un système de parement de façade protège le béton des intempéries et des attaques ou infiltrations d'agents agressifs.</p>	<p>Pas de critères spécifiques</p>	<p><b>Procédé SikaTack® Panel</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Pour la pose invisible de systèmes de murs-rideaux sur une façade</li> <li>■ Polyuréthane monocomposant</li> </ul>
<p>Application d'une membrane ou d'une membrane liquide sur le béton pour protéger la surface des attaques ou pénétrations d'agents agressifs</p>	<p>Pas de critères spécifiques</p>	<p>Membranes <b>Sikaplan®</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Étanchéité de toute la surface</li> </ul> <p>Membranes liquides <b>Sikalastic®</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Étanchéité</li> <li>■ Adaptées au traitement des points singuliers</li> </ul>

# Principe 2 : Contrôle du taux d'humidité

## Ajustement et maintien de la teneur en eau du béton.

Dans certains cas, comme quand il y a un risque de réaction alcali-agrégats, la structure béton doit être protégée contre toute pénétration d'eau.

Cet objectif est atteint par application de différents types de produits comme les imprégnations hydrophobes, les revêtements de surface et les traitements électrochimiques.

Depuis longtemps Sika a l'expérience de la protection du béton avec des imprégnations hydrophobes à base de silane et de siloxane à forte pénétration, des revêtements acryliques à haute durabilité et des systèmes de protection à base de résine.

Plusieurs produits sont également testés et approuvés pour une utilisation avec les dernières techniques de traitement électrochimique.

Tous les procédés Sika utilisés pour le contrôle du taux d'humidité sont entièrement conformes aux exigences de la norme EN 1504.

### Méthodes

### Photos

**Méthode 2.1** Imprégnation hydrophobe  
NF EN 1504-2



**Méthode 2.2** Imprégnation  
NF EN 1504-2



**Méthode 2.3** Revêtement  
NF EN 1504-2



**Méthode 2.4** Erection de panneaux externes



**Méthode 2.5** Traitement électrochimique

Description	Principaux critères	Produits Sika® (exemples)
<p>Une imprégnation hydrophobe est un traitement du béton qui modifie ses propriétés de surface. Les pores et les capillaires ne sont pas remplis, mais seulement pontés par un film hydrophobe. Le principe est de réduire la tension de surface de l'eau et d'empêcher son passage dans les pores sans stopper la diffusion de la vapeur d'eau, conformément aux bonnes pratiques de la physique des bâtiments.</p>	<p>Pénétration Classe I : &lt; 10 mm Classe II : ≥ 10 mm</p> <p>Absorption capillaire <math>w &lt; 0,1 \text{ kg.m}^{-2}.\text{h}^{0,5}</math></p> <p>Taux de dessiccation</p>	<p><b>Gamme Sikagard®-700</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Imprégnation hydrophobe de silane ou siloxane</li> <li>■ Pénètrent profondément et rendent la surface hydrofuge</li> </ul> <p><b>Sikagard®-706Thixo</b> (Classe II)  <b>Sikagard®-705L</b> (Classe II)  <b>Sikagard®-704S</b> (Classe I)  <b>Sikagard®-710</b> (Classe I)  <b>Conservado SP</b> (Classe I)</p>
<p>Une imprégnation est un traitement du béton qui réduit la porosité et renforce la surface. Les pores et capillaires sont donc partiellement ou totalement remplis. Le principe de ce type de traitement consiste généralement en un film mince discontinu de 10 à 100 microns d'épaisseur. Il bloque les pores contre toute pénétration d'agents agressifs.</p>	<p>Profondeur de pénétration ≥ 5 mm</p> <p>Absorption capillaire <math>w &lt; 0,1 \text{ kg.m}^{-2}.\text{h}^{0,5}</math></p>	<p><b>Sikafloor® CureHard-24</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ A base de silicate</li> <li>■ Incolore et inodore</li> <li>■ Bonne pénétration</li> </ul>
<p>Les revêtements de surface sont des matériaux conçus pour améliorer la surface du béton, afin d'augmenter la résistance ou la performance aux agents agressifs externes spécifiques. Les fissures de surface avec une amplitude de 0,3 mm peuvent être réparées en toute sécurité, puis colmatées et pontées par un revêtement élastique étanche et résistant à la carbonatation. Ce système peut supporter les mouvements thermiques et dynamiques dans les structures soumises à d'importantes amplitudes thermiques, à des vibrations ou dans les cas où les joints sont inadaptés ou insuffisants.</p>	<p>Absorption capillaire <math>w &lt; 0,1 \text{ kg.m}^{-2}.\text{h}^{0,5}</math></p> <p>Perméabilité à la vapeur d'eau : Classe I : <math>S_d &lt; 5 \text{ m}</math></p> <p>Adhérence : Elastique : ≥ 0,8 MPa ou ≥ 1,5 MPa (Circulation) Rigide : ≥ 1,0 MPa ou ≥ 2,0 MPa (Circulation)</p>	<p>Système rigide <b>Sikagard®-680S</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Résine acrylique en phase solvant</li> <li>■ Étanche</li> </ul> <p>Systèmes élastiques <b>Sikagard®-550W Elastic</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Résine acrylique en phase aqueuse</li> <li>■ Étanchéité, pontage de fissure</li> </ul> <p><b>Sikagard®-545W Elastofill</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Résine acrylique monocomposant</li> <li>■ Élastique</li> </ul> <p><b>Sikagard® 675W ElastoColor</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Résine acrylique en phase aqueuse</li> <li>■ Étanche</li> </ul>
<p>Si le béton n'est pas exposé, l'eau ne peut pas pénétrer et l'armature ne peut pas s'oxyder.</p>	<p>Pas de critères spécifiques</p>	<p><b>Procédé SikaTack® Panel</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ pour la pose invisible de systèmes de murs-rideaux sur une façade</li> <li>■ Polyuréthane monocomposant</li> </ul>
<p>Par application d'un potentiel électrique dans la structure, l'humidité migre vers la zone cathodique chargée négativement.</p>	<p>Pas de critères spécifiques</p>	

# Principe 3 : Restauration du béton

## Remplacement et réparation du béton dégradé

La sélection de la méthode de remplacement ou de réparation du béton dépend d'un certain nombre de paramètres, parmi lesquels :

- **Importance des dégradations** (par ex. la méthode 3.1 "Application manuelle de mortier" est plus économique dans le cas de faibles dégradations)
- **Densité d'armatures** (par ex. la méthode 3.2 "Nouveau béton ou mortier coffré" est préférable en cas de forte densité d'armatures).
- **Accessibilité du chantier** (par ex. la méthode 3.3 "Projection de béton ou de mortier par voie sèche" est la plus adaptée pour les longues distances entre la zone à réparer et la zone de préparation).
- **Type de contrôle qualité** (par ex. la méthode 3.3 "Projection de béton ou de mortier par voie humide" est la plus simple pour le contrôle qualité du mélange).
- **Hygiène et sécurité** (par ex. la méthode 3.3 "Projection de béton ou de mortier par voie humide" est préférable pour réduire les poussières).

### Méthodes

**Méthode 3.1** Application manuelle de mortier  
NF EN 1504-3

### Photos



**Méthode 3.2** Nouveau béton ou mortier coffré  
NF EN 1504-3



\* Suite de ce tableau pages 22 et 23.

Description	Principaux critères	Produits Sika® (exemples)
<p>Traditionnellement, les réparations ponctuelles du béton se font par application manuelle de mortier. Sika propose une large gamme de mortiers prêts à l'emploi applicables manuellement pour les réparations classiques ou spécifiques. Cette gamme comprend des mortiers à faible densité pour les applications en sous-face et des produits à haute résistance chimique pour la protection contre les gaz et effluents agressifs.</p>	<p>Réparation structurale Classe R4 Classe R3</p> <p>Réparation non structurale Classe R2 Classe R1</p>	<p>Classes R2, R3, R4</p> <p><b>Gamme Sika® MonoTop®</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Mortiers de réparation hautes performances</li> </ul> <p><b>Gamme SikaTop®</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Mortiers prédosés à 2 composants</li> </ul>
<p>Les réparations en béton ou mortier coffré appelées également réparations par coulage, sont utilisées quand des éléments complets ou de grandes zones sont dégradés. C'est le cas du remplacement total ou partiel des parapets de ponts, des garde-corps de balcons etc.</p> <p>Cette méthode est également très utilisée pour les réparations d'éléments porteurs comme les poutres, les piles et les poteaux souvent difficiles d'accès et avec une forte densité d'armatures.</p> <p>Les propriétés principales de ces produits sont la fluidité et la capacité d'enrobage des armatures. On peut les utiliser dans des cavités importantes même si l'accès est réduit et obtenir après durcissement un aspect de surface régulier, fermé et non fissuré.</p>	<p>Réparation structurale Classe R4 Classe R3</p>	<p>Classe R4</p> <p><b>Sika® MonoTop®-438R</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Monocomposant</li> <li>■ Coulable</li> <li>■ Durcissement rapide</li> </ul>

# Principe 3 : Restauration du béton

## Remplacement et réparation du béton dégradé (suite)

### Méthodes

### Photos

**Méthode 3.3** Projection de béton ou de mortier  
NF EN 1504-3



**Méthode 3.4** Remplacement d'éléments



Description	Principaux critères	Produits Sika® (exemples)
<p>La projection des mortiers fait partie des techniques traditionnelles de réparation des bétons. Elle est particulièrement adaptée aux réparations de gros volumes, à l'augmentation d'épaisseur de recouvrement des armatures et aux chantiers d'accès difficile pour les techniques de coulage ou d'application manuelle.</p> <p>Aujourd'hui, en plus des machines de projection par voie sèche, il existe des machines de projection par voie humide. Leur débit est plus faible mais la projection voie humide produit moins de rebond et donc moins de poussière que la voie sèche. Cette technique peut donc être économique pour des petits chantiers, des chantiers à accès difficile ou des réparations en milieu confiné.</p> <p>Les mortiers projetés doivent entraîner un faible rebond et présenter une excellente tenue sans fluage quand ils sont appliqués en forte épaisseur. Une application possible sous charge dynamique, une finition simple et rapide sont également des atouts importants dans leur domaine d'application et pour les chantiers d'accès difficile.</p>	<p>Réparation structurale Classe R4 Classe R3</p>	<p>Mortiers monocomposants projetables <b>Sika® MonoTop®-412</b> <b>Sika® MonoTop®-650</b> <b>Sika® MonoTop®-630SR</b> <b>SikaRep®-3SR</b> <b>Sika® Abraroc®</b></p>
<p>Dans certaines situations, il peut être plus économique de remplacer tout ou partie de la structure plutôt que d'entreprendre d'importants travaux de réparation. Dans ce cas, il est nécessaire d'assurer la continuité de la structure et la répartition des charges en utilisant des primaires ou des agents d'adhérence.</p>	<p>Pas de critères spécifiques</p>	<p>Système composé de primaire Sika® et de technologie de bétonnage Sika®</p> <p>Primaire Sika® <b>SikaTop® Armatec®-110 EC</b> ■ A base d'époxy-ciment ■ Temps ouvert important</p> <p><b>Sikadur®-32 LP</b> ■ A base d'époxy bicomposant ■ Haute résistance finale</p> <p>Technologie de bétonnage <b>Sika®</b> : Gamme <b>Sika® ViscoCrete®</b> Gamme <b>Sikament®</b></p>

# Principe 4 : Renforcement structural

## Augmentation ou restauration de la capacité portante

Dans le cadre d'un projet de renforcement de structures, par exemple pour faire face à un changement d'affectation de locaux ou à une augmentation de la capacité portante, l'étude technique doit être confiée à un ingénieur structures qualifié et expérimenté dans ce domaine.

Différentes solutions de renforcement sont à la disposition des bureaux d'études : on peut citer l'ajout de renforts internes (engravure de barres d'armature) ou externes (augmentation des sections de la structure par ajout de béton armé coulé ou projeté, précontrainte additionnelle, plats métalliques ou composites collés).

Le choix de la solution la plus appropriée dépend de différents paramètres dont les délais de réalisation, la configuration des locaux ou du site, les facilités / difficultés d'accès à la zone de travail.

La politique de Sika est de participer au développement des innovations techniques (matériaux et procédés) dans le domaine du renforcement structural.

Depuis le début des années 1960, Sika propose des colles époxydiques adaptées au collage de plats métalliques (Procédé Lhermitte). Dès 1990, Sika a innové après avoir mené des études en laboratoire (matériaux et structures), en développant un nouveau concept de renforcement qui utilise les caractéristiques des matériaux composites pultrudés à base de fibres de carbone (Lamelles Sika® CarboDur®). Puis très vite pour compléter la gamme, Sika a développé une gamme de tissus SikaWrap® à base de fibres (carbone, verre, aramide).

### Méthodes

**Méthode 4.1** Ajout ou remplacement de barres d'armature incorporées ou externes

### Photos



**Méthode 4.2** Ajout d'armatures scellées dans des trous pré-creusés ou forés NF EN 1504-6



**Méthode 4.3** Collage d'une plaque de renforcement NF EN 1504-4



**Méthode 4.4** Ajout de mortier ou de béton NF EN 1504 -3



\* Ce tableau se poursuit aux pages 26 et 27.

# de la structure

Description	Principaux critères	Produits Sika® (exemples)
<p>Le dimensionnement et le positionnement de cette armature doivent être définis par le bureau d'Etudes structures.</p>	<p>Résistance au cisaillement <math>\geq 12</math> MPa</p>	<p>Pour les barres incorporées  <b>Sikadur®-30 colle / Sikadur® BTP</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Adhésif structural</li> <li>■ Hautes performances</li> </ul>
<p>Les scellements dans le béton doivent être conçus et mis en place conformément à la norme NF EN 1504-6 et/ou au Guide d'Agrément Technique ETAG-001. La propreté de surface des rainures ou des trous de scellement pratiqués dans le béton doit être respectée conformément à la norme EN 1504-10, section 7.2.2 et 7.2.3.</p>	<p>Essai d'arrachement : Déplacement <math>\leq 0,6</math> mm sous charge de 75 kN</p> <p>Fluage en traction : Déplacement <math>\leq 0,6</math> mm après chargement continu de 50 kN pendant 3 mois</p> <p>Teneur en ion chlorure <math>\leq 0,05\%</math></p>	<p><b>Sika® AnchorFix®-1</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Résine d'ancrage à durcissement rapide à base de méthacrylate</li> <li>■ Peut être utilisé à basse température (-10 °C)</li> </ul> <p><b>Sika® AnchorFix®-2</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Bénéficie de l'Agrément Technique Européen pour des applications structurales</li> <li>■ Scellement rapide et efficace d'armature additionnelle en acier dans les structures en béton</li> </ul> <p><b>Sika® AnchorFix®-3+</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Résine époxy haute performance</li> <li>■ Durcissement sans retrait</li> </ul>
<p>Le renforcement structural par collage de lamelles externes est réalisé (dimensionnement et application) conformément à l'Avis Technique du CSTB, au guide AFGC (Recommandations pour le renforcement des structures au moyen des matériaux composites) et à la norme NF EN 1504-4. Les surfaces du béton qui doivent recevoir le renfort externe doivent être soigneusement nettoyées et préparées. Tout béton de faible qualité, endommagé ou détérioré doit être réparé, pour être conforme à la norme NF EN 1504-10 section 7.2.4 et Section 8</p>	<p>Résistance au cisaillement <math>\geq 12</math> MPa</p> <p>Module d'élasticité en compression <math>\geq 2000</math> MPa</p> <p>Coefficient de dilatation thermique <math>\leq 100 \times 10^{-6}</math> par °C</p>	<p><b>Sikadur®-30 Colle</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Colle époxy pour le collage des lamelles à base de fibres de carbone <b>Sika® CarboDur®</b>, et des plats métalliques</li> </ul> <p><b>Sikadur®-330</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Résine à base d'époxy utilisée avec les systèmes <b>SikaWrap®</b>.</li> </ul>
<p>Le Principe 3 "Restauration du béton" passe en revue les méthodes adéquates pour garantir la performance nécessaire ; les produits utilisés doivent également répondre aux exigences de la norme EN 1504-3, classe R3 ou R4.</p>	<p>Mortier Classe R4 Classe R3</p> <p>Résistance au cisaillement <math>\geq 6</math> MPa</p>	<p>Mortier de réparation  <b>Sika® MonoTop®-412</b></p> <p>Primaires éventuels  <b>Sikadur®-32LP</b>  <b>SikaTop® Armatec®-110 EpoCem®</b></p>

# Principe 4 : Renforcement structural

## Augmentation ou restauration de la capacité portante de

Pour les travaux de réparation ou en cas de surcharge temporaire, l'injection de matériaux à base de résine époxydique peut restaurer l'état structural d'origine.

Aujourd'hui pour effectuer un renforcement, il est possible d'utiliser un renfort précontraint composite à base de fibres de carbone sous forme de lamelles, à hautes performances, légères, précontraintes sur chantier.

### Méthodes

### Photos

**Méthode 4.5** Injection des fissures, des vides ou des interstices  
NF EN 1504-5



**Méthode 4.6** Colmatage des fissures, des vides ou des interstices  
NF EN 1504-5



**Méthode 4.7** Précontrainte (par post-contrainte)



# la structure (suite)

Description	Principaux critères	Produits Sika® (exemples)
<p>Les fissures doivent être nettoyées et préparées conformément à la norme EN 1504-10 Section 7.2.2. Ensuite, le système Sika d'injection le mieux adapté peut être sélectionné, afin de rétablir l'intégrité structurale du béton.</p>	<p>Classe du produit d'injection F : produit d'injection structural</p>	<p><b>Sikadur® -52 Injection</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Résine époxydique bicomposant</li> <li>■ Faible viscosité</li> </ul> <p><b>Sika® Injection-451</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Résine époxydique structurale haute résistance</li> <li>■ Très faible viscosité</li> </ul> <p><b>Sika® InjectoCem®-190</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Micro-ciment bicomposant</li> <li>■ Protection contre la corrosion de l'armature</li> </ul>
<p>Lorsque des fissures, des vides ou des interstices inertes sont suffisamment larges, ils peuvent être remplis par gravité ou en utilisant un mortier de réparation époxy.</p>	<p>Classement du produit d'injection F : produit d'injection structural</p>	<p><b>Sikadur®-52 Injection</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Résine époxydique bicomposant</li> <li>■ Faible viscosité</li> </ul> <p><b>Sika® Injection-451</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Résine époxydique structurale haute résistance</li> <li>■ Très faible viscosité</li> </ul> <p><b>Sika® InjectoCem®-190</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Micro ciment bicomposant</li> <li>■ Protection contre la corrosion de l'armature</li> </ul> <p><b>Sikadur®-30 Colle</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Résine à base d'époxy bicomposant</li> <li>■ Résistances élevées</li> <li>■ Thixotrope, applicable en vertical et en sous face</li> </ul>
<p>Précontrainte : avec cette méthode, le système implique l'application d'une force sur une structure afin de la déformer de telle manière qu'elle résistera à des charges de travail supplémentaires de façon plus efficace ou avec moins de flèche résiduelle. (Note : la post-contrainte est une méthode de précontrainte d'une structure sur chantier une fois que le béton a durci).</p>	<p>Pas de critères spécifiques</p>	<p>Systèmes de lamelles à base de fibres de carbone (post-contrainte)</p> <p><b>Sika® LEOBA SLC</b></p> <p><b>Sika® CarboStress®</b></p>

# Principe 5 : Augmentation de la résistance physique

## Augmenter la résistance du béton aux attaques physiques

Les structures en béton sont endommagées par différents types d'attaques physiques ou mécaniques :

- Charge mécanique accrue
- Usure due à l'abrasion, comme sur un sol (par ex. dans un entrepôt)
- Abrasion hydraulique (eau et eau chargée par ex. dans un barrage ou dans des conduites d'assainissement / égouts)
- Ecaillage de la surface dû à l'effet des cycles de gel - dégel (par ex. sur un pont)

Sika propose les produits adaptés pour réparer ces différentes dégradations mécaniques et physiques sur les différents types de structures en béton et dans toutes les conditions climatiques et environnementales.

### Méthodes

### Photos

**Méthode 5.1** Revêtement  
NF EN 1504-2



**Méthode 5.2** Imprégnation  
NF EN 1504 -2



**Méthode 5.3** Ajout de mortier ou de béton  
NF EN 1504-3



# et / ou mécaniques

Description	Principaux critères	Produits Sika® (exemples)
<p>Seuls les revêtements à base de résines réactives sont capables de fournir une protection complémentaire suffisante du béton pour améliorer sa résistance contre les attaques mécaniques ou physiques.</p>	<p>Abrasion (Essai Taber) : perte de masse &lt; 3000 mg</p> <p>Absorption capillaire <math>w &lt; 0,1 \text{ kg.m}^{-2}.\text{h}^{-0,5}</math></p> <p>Résistance aux chocs De la classe I à la classe III</p> <p>Adhérence Elastique : <math>\geq 0,8 \text{ MPa}</math> ou <math>\geq 1,5 \text{ MPa}</math> (Circulation)</p> <p>Rigide : <math>\geq 1,0 \text{ MPa}</math> ou <math>\geq 2,0 \text{ MPa}</math> (Circulation)</p>	<p>Classe II <b>Sikafloor®-261/-263SL</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Bonne résistance chimique et mécanique</li> <li>■ Excellente résistance à l'abrasion</li> <li>■ Sans solvant</li> </ul> <p>Classe I <b>Sikafloor®-2530W</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Résine époxydique bicomposant en phase aqueuse</li> <li>■ Résistance mécanique</li> </ul> <p><b>Sikafloor®-390</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Résistance chimique élevée</li> <li>■ Comportement de pontage de fissure</li> </ul>
<p>Une imprégnation est définie comme étant le traitement du béton permettant de réduire la porosité et renforcer la surface. Les interstices et les capillaires sont partiellement ou totalement remplis. Ce type de traitement résulte généralement en un film fin discontinu d'une épaisseur de 10 à 100 microns sur la surface.</p> <p>Certaines imprégnations peuvent réagir avec certains composants du béton pour offrir une résistance plus élevée à l'abrasion et aux attaques mécaniques.</p>	<p>Abrasion (Essai Taber) : amélioration de 30% par rapport aux échantillons non imprégnés</p> <p>Profondeur de pénétration &gt; 5 mm</p> <p>Absorption capillaire <math>w &lt; 0,1 \text{ kg.m}^{-2}.\text{h}^{-0,5}</math></p> <p>Résistance aux chocs De la classe I à la classe III</p>	<p>Classe I <b>Sikafloor®-CureHard-24</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ A base de silicate</li> <li>■ Incolore et inodore</li> <li>■ Bonne pénétration</li> </ul>
<p>Les méthodes à utiliser et les systèmes adaptés sont définis dans le principe 3 "Restauration du béton". Ces produits doivent répondre aux exigences de la norme EN 1504-3, Classe R4 ou R3. Dans certains cas spécifiques, les produits doivent également remplir des exigences complémentaires comme la résistance à l'abrasion hydraulique. Le bureau d'études doit donc déterminer ces exigences complémentaires au cas par cas.</p>	<p>Mortier / béton Classe R4 Classe R3</p>	<p>Mortier nonocomposant <b>Sika® MonoTop®-412N</b> <b>Sika® Abraroc®</b> <b>SikaRep®3SR</b></p>

# Principe 6 : Résistance aux produits chimiques

## Augmenter la résistance du béton aux agressions chimiques

Les exigences de résistance chimique d'une structure en béton et de sa surface dépendent de nombreux paramètres dont la nature et la concentration en produits chimiques, les températures et la durée probable d'exposition, etc. Une évaluation des risques est la condition préalable pour le choix d'un principe de protection adapté à chaque structure.

Différents types de revêtements de protection sont proposés par Sika afin de fournir une résistance chimique à court ou long terme, en fonction de la nature et du degré d'exposition.

De ce fait, Sika propose une gamme complète de revêtements de protection du béton adaptés à tous les environnements chimiques à base de résines acrylique, époxy, polyuréthane, d'époxy-ciment, de mortiers de ciment modifiés aux polymères, etc.

### Méthodes

### Photos

**Méthode 6.1** Revêtement  
NF EN 1504-2



**Méthode 6.2** Imprégnation  
NF EN 1504-2



**Méthode 6.3** Ajout de mortier ou de béton  
NF EN 1504-3



Description	Principaux critères	Produits Sika® (exemples)
<p>Seuls les revêtements à base de résine réactive à haute performance sont capables de fournir une protection suffisante du béton et améliorent sa résistance aux attaques chimiques.</p>	<p>Résistance aux attaques chimiques fortes : De la classe I à la classe III</p> <p>Adhérence : Elastique <math>\geq 0,8</math> MPa ou <math>\geq 1,5</math> MPa (Circulation)</p> <p>Rigide <math>\geq 1,0</math> MPa ou <math>\geq 2,0</math> MPa (Circulation)</p>	<p>Classe II</p> <p><b>Sikagard®-63 N</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Résine époxydique bicomposant à haute performance chimique et mécanique</li> </ul> <p><b>Sikafloor®-390</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Résistance chimique élevée</li> <li>■ Pontage de fissures</li> </ul> <p>Classe I</p> <p><b>Sikafloor®-261/-263SL</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Bonne résistance chimique et mécanique</li> <li>■ Excellente résistance à l'abrasion</li> <li>■ Sans solvant</li> </ul>
<p>Une imprégnation est définie comme étant le traitement du béton pour réduire la porosité et renforcer la surface. Les interstices et les capillaires sont partiellement ou totalement remplis. Ce type de traitement consiste généralement en un film fin discontinu d'une épaisseur de 10 à 100 microns sur la surface. Il sert à limiter toute pénétration d'agents agressifs dans les pores du béton.</p>	<p>Résistance aux attaques chimiques après une exposition de 30 jours</p>	<p><b>Sikafloor® CureHard-24</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ A base de silicate</li> <li>■ Incolore et inodore</li> <li>■ Bonne pénétration</li> </ul>
<p>Les méthodes et les systèmes sont définis dans le Principe 3 "Restauration du béton". Afin de résister à un certain niveau d'attaque chimique, les produits à base de ciment doivent être formulés avec des ciments spéciaux et / ou combinés à des résines époxydiques. Le maître d'oeuvre doit définir les exigences spécifiques au cas par cas.</p>	<p>Mortier Classe R4</p>	<p>Classe R4</p> <p><b>Sikagard®-720 EpoCem®/ Sikafloor®-81/-83 EpoCem®</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Epoxy-ciment</li> <li>■ Bonne résistance chimique</li> <li>■ Etanche</li> </ul>

# Principe 7 : Préservation ou restauration de la passivité

## Réparation et reprofilage de la surface du béton

La corrosion de l'armature en acier dans une structure en béton armé survient uniquement lorsque différentes conditions sont réunies : une perte de passivité, la présence d'oxygène et la présence d'une quantité suffisante d'humidité dans le béton.

Si une de ces conditions n'est pas remplie, la corrosion ne peut démarrer. Dans les conditions normales, l'armature est protégée par l'alcalinité du béton. Cette alcalinité crée un film passivant d'oxyde qui protège l'acier de la corrosion.

Cependant, ce film passivant peut être endommagé lorsque le front de carbonatation, suite à la réduction d'alcalinité, a atteint l'armature. Une attaque par les chlorures peut également endommager ce film. Dans ces deux cas, la protection de l'acier par la couche de passivation disparaît. Différentes méthodes pour reconstituer (ou préserver) la passivation de l'armature sont disponibles.

La sélection de la méthode dépendra de différents paramètres comme : les causes de la perte de passivité, (par ex. carbonatation, chlorures), l'étendue des dégradations, les conditions spécifiques du chantier, la stratégie de réparation et de protection, les possibilités de maintenance, les coûts, etc.

### Méthodes

**Méthode 7.1** Augmentation de l'enrobage par mortier ou béton additionnel  
NF EN 1504 -3

**Méthode 7.2** Remplacement de béton pollué ou carbonaté  
NF EN 1504 -3

**Méthode 7.3** Ré-alcalinisation électrochimique du béton carbonaté

**Méthode 7.4** Ré-alcalinisation du béton carbonaté par diffusion

**Méthode 7.5** Extraction électrochimique des chlorures

### Photos



Description	Principaux critères	Produits Sika® (exemples)
<p>Si l'armature ne dispose pas d'un enrobage suffisant, l'ajout de mortier ou de béton permettra de réduire l'attaque chimique (par ex. carbonatation ou chlorures) de l'armature.</p>	<p>Résistance à la carbonatation : Classe R4 ou R3</p> <p>Résistance à la compression : Classe R4 ou R3</p> <p>Adhérence : Classe R4 ou R3</p>	<p><b>Gamme Sika® MonoTop®, SikaTop®</b></p>
<p>En éliminant le béton dégradé et en reconstituant l'enrobage de l'armature, l'acier est de nouveau protégé par l'alcalinité du milieu.</p>	<p>Résistance à la carbonatation : Classe R4 ou R3</p> <p>Résistance à la compression : Classe R4 ou R3</p>	<p><b>Gamme Sika® MonoTop®</b></p> <p>Technologies de bétonnage Sika <b>Sika® ViscoCrete®</b> <b>Sikament®</b></p>
<p>La ré-alcalinisation des structures en béton par traitement électrochimique est un processus réalisé en appliquant un courant électrique entre l'armature et un système externe composé d'un treillis-anode intégré dans un réservoir électrolytique placé temporairement en surface du béton. Ce traitement n'empêche pas la diffusion future de dioxyde de carbone. Pour être efficace à long terme, il doit être combiné avec des revêtements de protection pour prévenir la carbonatation et la pénétration des chlorures.</p>	<p>Pas de critères spécifiques</p>	<p>Pour protection finale <b>Sikagard®-720 EpoCem®</b> <b>Sikagard®-680S / 550W / 675W</b></p>
<p>L'expérience avec cette méthode est limitée. Elle requiert l'application d'un revêtement très alcalin sur le béton carbonaté et la ré-alcalinisation est obtenue par lente diffusion de l'alcalin dans la zone carbonatée. Ce processus est très lent et il est très difficile de contrôler la bonne diffusion. Après traitement il est également recommandé de limiter la carbonatation en appliquant un revêtement de protection.</p>	<p>Pas de critères spécifiques</p>	<p>Pour protection finale <b>Sikagard®-720 EpoCem®</b> <b>Sikagard®-680S / 550W / 675W</b></p>
<p>Le processus d'extraction électrochimique des chlorures est similaire à la protection cathodique. Le processus implique l'application d'un courant électrique entre les armatures et une anode treillis à placer en surface de la structure en béton. Il en résulte que les chlorures sont dirigés vers la surface. Une fois que le traitement est terminé, la structure en béton doit être protégée par un traitement afin d'éviter toute pénétration ultérieure de chlorures (post-traitement).</p>	<p>Pas de critères spécifiques</p>	<p>Pour protection finale Imprégnation hydrophobe (Classe II) <b>Sikagard®-705L</b> <b>Sikagard®-706 Thixo</b></p> <p>Revêtement de protection complémentaire <b>Sikagard®-680S / 550W / 675W</b></p>

# Principe 8 : Augmentation de la résistivité

## Augmenter la résistivité électrique du béton afin de réduire

Le principe 8 concerne l'augmentation de la résistivité du béton et est directement lié au niveau d'humidité présent dans les pores du béton. Plus la résistivité est élevée, plus la quantité d'humidité résiduelle dans les pores est faible.

Ce qui signifie que le béton armé avec une résistivité élevée présentera moins de risques de corrosion.

Le principe 8 détaille l'augmentation de la résistivité électrique du béton, et de ce fait, il couvre pratiquement les mêmes méthodes de réparation que le principe 2 Contrôle de l'humidité.

### Méthodes

### Photos

**Méthode 8.1** Imprégnation hydrophobe  
NF EN 1504 -2



**Méthode 8.2** Imprégnation  
NF EN 1504 -2



**Méthode 8.3** Revêtement  
NF EN 1504 -2



# le risque de corrosion

Description	Principaux critères	Produits Sika® (exemples)
<p>Une imprégnation hydrophobe est un traitement du béton qui modifie ses propriétés de surface. Les pores et les capillaires ne sont pas remplis, mais seulement pontés par un film hydrophobe. Le principe est de réduire la tension de surface du support et d'empêcher son passage dans les pores sans stopper la diffusion de la vapeur d'eau.</p>	<p>Pénétration : Classe II : <math>\geq 10</math> mm</p> <p>Taux de dessiccation : Classe I : <math>&gt; 30\%</math> Classe II : <math>&gt; 10\%</math></p> <p>Absorption d'eau et résistance aux alcalis : Absorption d'eau : <math>&lt; 7,5\%</math> En milieu alcalin : <math>&lt; 10\%</math></p>	<p><b>Gamme Sikagard®-700</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Imprégnations hydrophobes de silane ou siloxane</li> <li>■ Pénètrent profondément et rendent la surface hydrofuge</li> </ul> <p><b>Sikagard®-706 Thixo (Classe II)</b> <b>Sikagard®-705L (Classe II)</b></p>
<p>Une imprégnation est un traitement du béton qui réduit la porosité et renforce la surface. Les pores et capillaires sont donc partiellement ou totalement remplis. Le principe de ce type de traitement consiste généralement en un film mince discontinu de 10 à 100 microns d'épaisseur. Il bloque les pores contre toute pénétration d'agents agressifs.</p>	<p>Profondeur de pénétration : <math>\geq 5</math> mm</p> <p>Absorption capillaire : <math>w &lt; 0,1 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-0,5}</math></p>	<p><b>Sikafloor® CureHard 24</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ A base de silicate</li> <li>■ Incolore et inodore</li> <li>■ Bonne pénétration</li> </ul>
<p>Les revêtements de surface sont définis comme étant des matériaux conçus pour améliorer la surface du béton, afin d'augmenter la résistance ou la performance contre les influences externes particulières. De fines fissures en surface avec un mouvement total jusqu'à 0,3 mm peuvent être réparées et pontées par l'utilisation de revêtements élastiques qui sont également étanches et résistants à la carbonatation. Ceci permet de pallier les mouvements thermiques et dynamiques dans les structures construites avec des joints inadaptés ou insuffisants, soumises à d'importantes fluctuations de température ou à des vibrations.</p>	<p>Absorption capillaire <math>w &lt; 0,1 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-0,5}</math></p> <p>Perméabilité à la vapeur d'eau Classe I : <math>S_d &lt; 5</math> m</p> <p>Adhérence : Elastique : <math>\geq 0,8</math> MPa ou <math>\geq 1,5</math> MPa (Circulation)</p> <p>Rigide : <math>\geq 1,0</math> MPa ou <math>\geq 2,0</math> MPa (Circulation)</p>	<p>Systèmes élastiques</p> <p><b>Sikagard®-550W Elastic</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Résine acrylique</li> <li>■ Etanche et élastique (pontage de fissures)</li> </ul> <p><b>Sikagard®675W Elastocolor</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Résine acrylique mono composant</li> <li>■ Barrière à l'eau</li> </ul> <p>Système rigide</p> <p><b>Sikagard®-680S</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Résine acrylique</li> <li>■ Etanche</li> </ul>

# Principe 9 : Contrôle cathodique

## Prévention de la corrosion des armatures

Le principe 9 est basé sur la limitation de la pénétration de l'oxygène dans les zones potentiellement cathodiques pour prévenir la corrosion.

Une des solutions est de limiter la teneur en oxygène par l'utilisation d'un revêtement sur l'acier.

Une autre solution non répertoriée dans la norme EN 1504-9 est l'application d'un inhibiteur qui forme un film bloquant l'oxygène à la surface de l'acier. Cette méthode est efficace si l'inhibiteur migre en quantité suffisante et forme une barrière à l'oxygène.

### Méthodes

**Méthode 9.1** Limitation de la teneur en oxygène (au niveau de la cathode) par saturation, ou par revêtement de surface.

### Photos



# Principe 10 : Protection cathodique

## Prévention de la corrosion des armatures

Le principe 10 fait référence aux systèmes de protection cathodique. Ce sont des systèmes électrochimiques qui réduisent le potentiel de corrosion à un niveau où la vitesse de dissolution de l'acier est fortement réduite. Ceci peut se faire en créant un courant électrique depuis le béton jusqu'à l'armature, afin d'éliminer les parties anodiques de la réaction de corrosion. Ce courant est fourni par une source externe (protection cathodique par courant induit) ou en créant un courant galvanique en connectant l'acier à un métal moins noble (anodes galvaniques par ex. le zinc).

### Méthodes

**Méthode 10.1** Application d'un potentiel électrique

### Photos



Description	Principaux critères	Produits Sika® (exemples)
<p>Création des conditions dans lesquelles les zones potentiellement cathodiques de l'armature ne peuvent pas entraîner une réaction anodique.</p> <p>Les inhibiteurs (ajoutés au béton sous forme d'adjuvant ou appliqués en surface comme imprégnation) forment un film à la surface de l'armature et empêchent tout accès de l'oxygène.</p>	<p>Profondeur de pénétration de l'inhibiteur appliqué en surface pour atteindre &gt;100 ppm (parties par million) au niveau de l'armature</p>	<p>Inhibiteur de corrosion  <b>Sika® FerroGard®-903+</b> (imprégnation de surface)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Inhibiteur à base d' amino-alcool</li> <li>■ Protection et durabilité à long terme</li> <li>■ Solution économique pour la prolongation de la durée de vie des structures</li> </ul>

Description	Principaux critères	Produits Sika® (exemples)
<p>Dans la protection cathodique par courant induit, le courant est fourni par une source électrique externe et il est réparti dans l'électrolyte via des anodes auxiliaires (par ex. treillis placé au dessus et connecté à l'armature). Ces anodes auxiliaires sont généralement intégrées dans le mortier afin de les protéger des dégradations. Pour fonctionner efficacement, le système requiert un mortier à résistivité assez basse pour permettre un courant de transfert suffisant.</p>	<p>Résistivité du mortier conformément aux exigences locales</p>	<p>Mortiers de protection du treillis-cathode :</p> <p>Mortier projeté  <b>Sika® MonoTop®-412N</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Faible retrait</li> <li>■ Résistivité suffisante</li> </ul> <p>Mortier auto-nivelant  <b>Sikafloor® Level-25</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Auto-nivelant</li> <li>■ Résistivité suffisante</li> </ul>

# Principe 11 : Contrôle des zones anodiques

## Prévention de la corrosion des armatures

Conformément au contrôle des zones anodiques pour prévenir la corrosion décrit dans le principe 11, il est important de comprendre que les dégradations dues à la corrosion de l'armature surviennent d'abord dans des zones à faible recouvrement, particulièrement dans des structures très fortement contaminées aux chlorures.

Un coulis protecteur à base de ciment peut être appliqué directement sur l'armature après nettoyage pour éviter toute dissolution additionnelle de l'acier dans les zones anodiques.

A titre de protection contre le début de formation d'anodes dans les zones proches des réparations, un inhibiteur de corrosion peut être appliqué pour migrer dans le béton et atteindre l'armature où il forme une barrière, protégeant également les zones anodiques.

Remarque : des inhibiteurs à double fonction comme Sika® FerroGard® peuvent également protéger simultanément la zone cathodique.

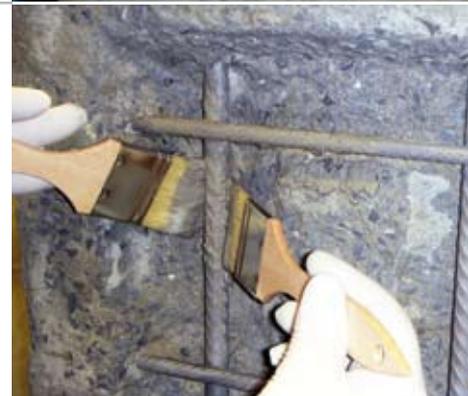
### Méthodes

**Méthode 11.1** Revêtement actif de l'armature  
NF EN 1504-7

### Photos



**Méthode 11.2** Revêtement de protection de l'armature  
NF EN 1504-7



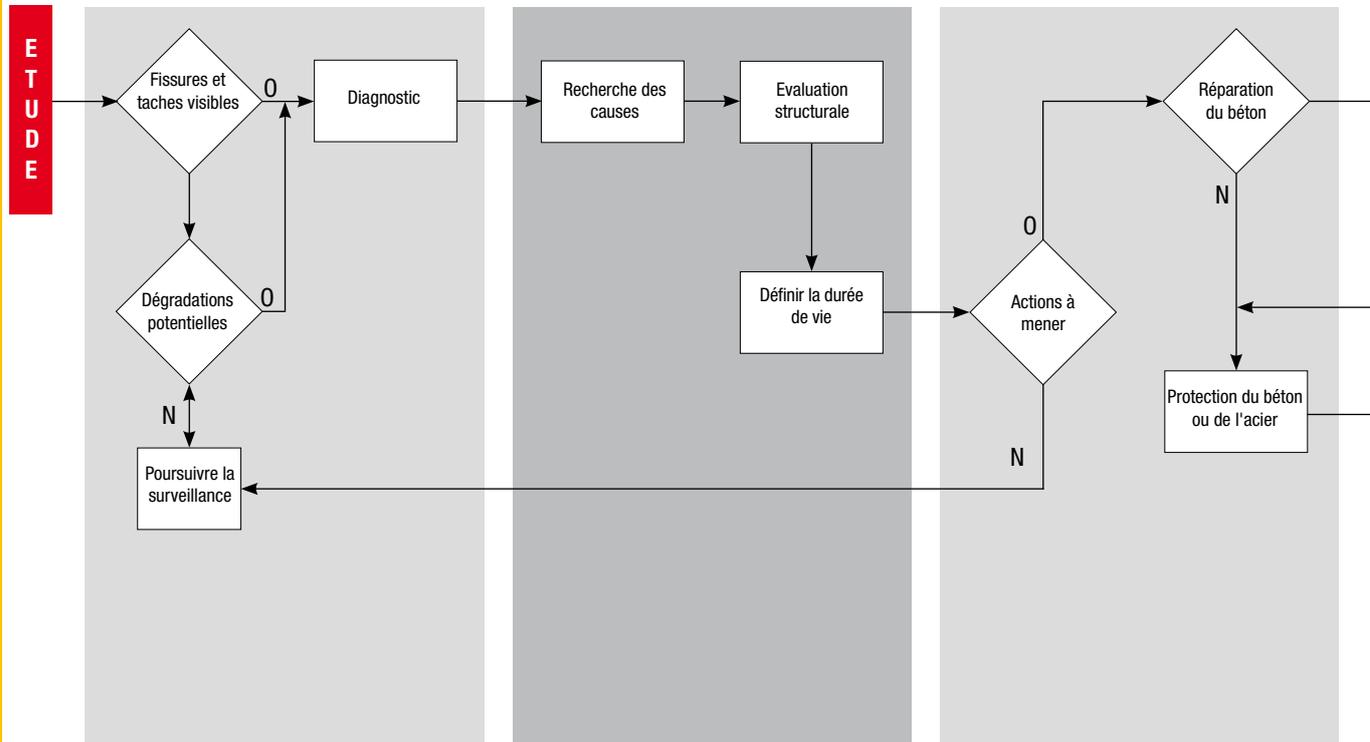
**Méthode 11.3** Application d'inhibiteurs de corrosion dans ou sur le béton



Description	Principaux critères	Produits Sika® (exemples)
<p>Ces revêtements contiennent des composants actifs qui fonctionnent comme des inhibiteurs ou qui offrent un environnement passif par leur alcalinité. Bien qu'il faille veiller à les appliquer convenablement, ils sont moins sensibles aux défauts d'application que les revêtements de protection.</p>	<p>Essai de protection contre la corrosion</p>	<p>Base ciment  <b>Sika® MonoTop®-910</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Protection contre la corrosion, monocomposant</li> <li>■ Bonne résistance à la pénétration d'eau et de chlorure</li> </ul> <p>Base époxy-ciment  <b>SikaTop® Armatec®-110 EpoCem®</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Densité élevée, adapté aux environnements agressifs</li> <li>■ Excellente adhérence sur acier et béton</li> </ul>
<p>Ces revêtements fonctionnent en isolant totalement l'armature de l'oxygène ou de l'eau. De ce fait ils nécessitent un niveau supérieur de préparation de surface et de contrôle de l'application. Ceci parce qu'ils peuvent être efficaces uniquement si l'acier est complètement dépourvu de corrosion et entièrement revêtu, sans défaut, ce qui peut être très difficile à réaliser sur site. Toute diminution éventuelle de l'adhérence du mortier de réparation sur l'armature traitée doit également être prise en considération.</p>	<p>Essai de protection contre la corrosion</p>	<p>Base époxy  <b>Sikadur®-32LP</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Faible sensibilité à l'humidité</li> <li>■ Très fermé, pas de pénétration de chlorure</li> </ul>
<p>Les inhibiteurs de corrosion appliqués en surface du béton migrent vers l'armature et forment une couche de protection. Les inhibiteurs de corrosion peuvent également être ajoutés sous forme d'adjuvants au béton ou au mortier de réparation qui est utilisé pour les travaux de réfection.</p>	<p>Profondeur de pénétration de l'inhibiteur appliqué en surface pour atteindre &gt;100 ppm (parties par million) au niveau de l'armature</p>	<p>Inhibiteur de corrosion  <b>Sika® FerroGard®-903+</b>  (imprégnation de surface)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Inhibiteur à base d'amino-alcool</li> <li>■ Protection et durabilité à long terme</li> <li>■ Solution économique pour la prolongation de la durée de vie des structures en béton armé</li> </ul>

# Tableau synoptique et phases de la procédure de conformément à la Norme Européenne EN 1504

Logigramme de la procédure de réparation et de protection du béton selon la norme EN 1504 avec le



## Principales phases des projets de réparation et de protection du béton selon la norme EN 1504-9

Informations sur la structure	Processus d'évaluation	Stratégie de gestion
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Historique de la structure</li> <li>■ Revue de la documentation</li> <li>■ Conditions d'exposition et d'exploitation</li> </ul> <p>EN 1504-9, Chapitre 4, Annexe A</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Diagnostic des dégradations</li> <li>■ Analyse des résultats</li> <li>■ Identification des causes</li> <li>■ Evaluation structurale</li> </ul> <p>EN 1504-9, Chapitre 4, Annexe A</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Options de réparation</li> <li>■ Sélection des principes</li> <li>■ Sélection des méthodes</li> <li>■ Hygiène et sécurité</li> </ul> <p>EN 1504-9, Chapitres 5 et 6, Annexe A</p>

## Pages correspondantes dans cette brochure

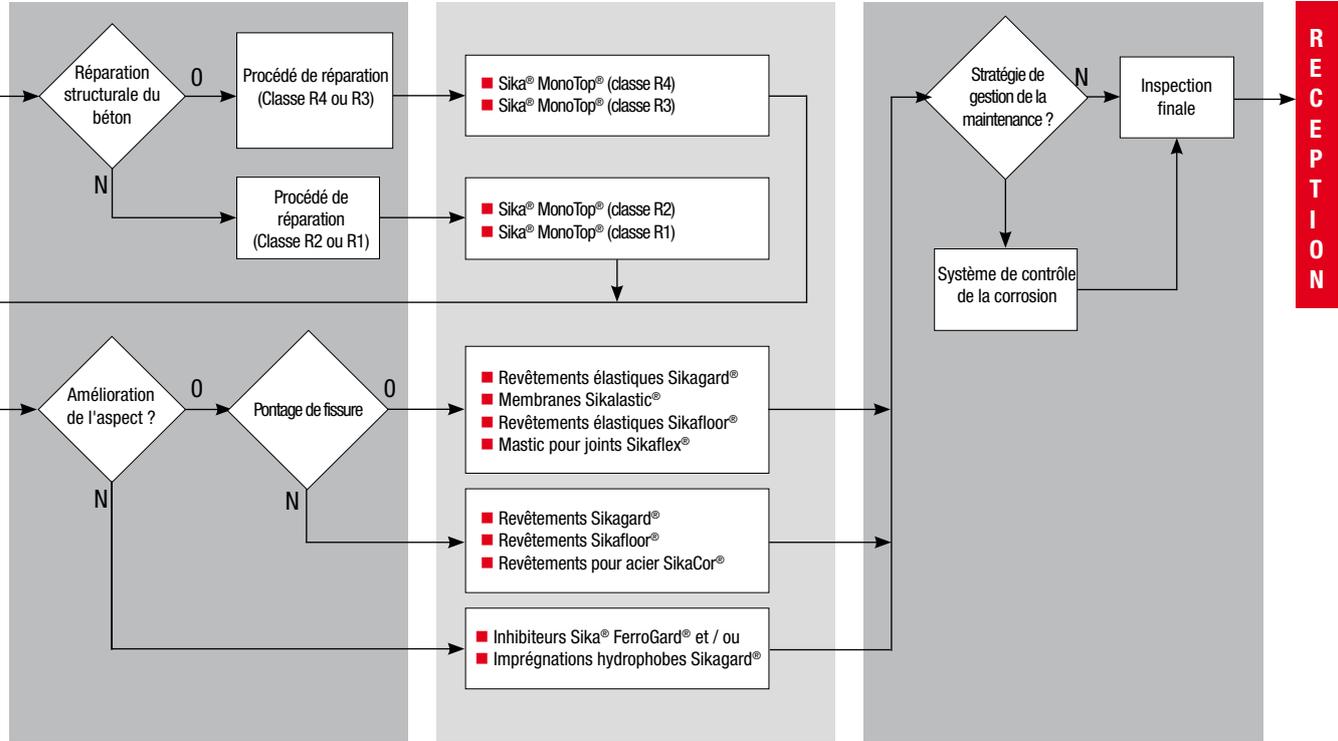
Pour de plus amples détails, voir page 4

Pour de plus amples détails, voir pages 6/7

Pour de plus amples détails, voir pages 42 à 45

# réparation et de protection du béton

## Procédés Sika®.



Conception des travaux de réparation	Travaux de réparation	Réception des travaux
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Critères de performance</li> <li>■ Préparation du support</li> <li>■ Produits</li> <li>■ Application</li> <li>■ Spécifications</li> <li>■ Plans d'exécution</li> </ul> <p>EN 1504 Parties 2-7 et EN 1504-9, Chapitres 6, 7 et 9</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Choix du produit</li> <li>■ Choix du matériel</li> <li>■ Hygiène et sécurité</li> <li>■ Contrôle qualité sur site</li> </ul> <p>EN 1504-9, Chapitres 9 et 10 et EN 1504-10</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Essais de réception</li> <li>■ Réception de l'aspect final</li> <li>■ Documentation de réception</li> <li>■ Planification de la maintenance</li> </ul> <p>EN 1504-9, Chapitres 8 et EN 1504-10</p>

Pour de plus amples détails, voir pages 12 à 39

Pour de plus amples détails, voir pages 46 à 47

Pour de plus amples détails, voir page 5

# Choix des méthodes de réparation du béton

Les tableaux ci-dessous résumés les défauts et les dégradations les plus courants des structures en béton et les méthodes possibles de réparation. **Cette liste est indicative plutôt qu'exhaustive.** Les méthodes de réparation doivent être personnalisées en fonction des conditions spécifiques de chaque projet. Des adaptations de ces tableaux sont possibles au cas par cas. Les numéros indiqués dans les tableaux font référence aux principes et méthodes définis dans la norme EN 1504-9.

## Dégradation du béton

Type / Niveau	Faibles	Moyennes	Importantes
<b>Fissures dans le béton</b>	1.5 Colmatage des fissures	1.5 Colmatage des fissures 1.6 Transformation de fissures en joints	4.5 Injection dans les fissures, les vides ou les interstices 4.6 Colmatage des fissures, des vides et des interstices
<b>Eclatement du béton dû à un choc</b>	3.1 Application manuelle de mortier	3.1 Application manuelle de mortier 3.2 Nouveau béton ou mortier coulé 3.3 Projection de béton ou de mortier	3.2 Nouveau béton ou mortier coulé 3.3 Projection de béton ou de mortier
<b>Dégradation structurale due à une surcharge ou à un tremblement de terre</b>	3.1 Application manuelle de mortier <b>et</b> 4.4 Ajout de mortier ou de béton	3.1 Application manuelle de mortier <b>et</b> 4.1 Ajout ou remplacement d'armatures intégrées ou externes  3.1 Application manuelle de mortier <b>et</b> 4.2 Ajout d'armatures ancrées dans des trous pré-creusés ou forés	3.3 Projection de béton ou de mortier <b>et</b> 4.3 Collage de plaque de renforcement  3.2 Nouveau béton ou mortier coulé <b>et</b> 4.7 Précontrainte (par post-contrainte) 3.4 Remplacement d'éléments
<b>Ecaillage dû à l'action des cycles gel / dégel</b>	3.1 Application manuelle de mortier 5.1 Revêtement (à base de ciment)	5.1 Revêtement (à base de ciment) 5.3 Ajout de mortier ou de béton	5.3 Ajout de mortier ou de béton
<b>Dégradations dues à une attaque chimique</b>	6.1 Revêtement (à base de ciment)	6.1 Revêtement (à base de ciment) 6.3 Ajout de mortier ou de béton	6.3 Ajout de mortier ou de béton 3.2 Nouveau béton ou mortier coulé 3.3 Projection de béton ou de mortier

**Dégradations faibles :** dégradations localisées, pas d'influence sur la capacité portante

**Dégradations moyennes :** dégradations localisées à étendues, légère influence sur la capacité portante

**Dégradations importantes :** dégradations étendues à généralisées, forte influence sur la capacité portante

## Dégradation dues à la corrosion de l'armature

Type / Niveau	Faibles	Moyennes	Importantes
<b>Eclatement du béton dû à la carbonatation</b>	3.1 Application manuelle de mortier	3.1 Application manuelle de mortier 3.2 Nouveau béton ou mortier coulé 3.3 Projection de béton ou de mortier	3.2 Nouveau béton ou mortier coulé <b>et</b> 4.1 Ajout ou remplacement d'armature intégrées ou externes 3.3 Projection de béton ou de mortier <b>et</b> 4.2 Ajout d'armatures ancrées dans des trous pré-creusés ou forés 7.2 Remplacement du béton contaminé ou carbonaté
<b>Corrosion de l'armature par les chlorures</b>	3.1 Application manuelle de mortier	3.1 Application manuelle de mortier 3.2 Nouveau béton ou mortier coulé 3.3 Projection de béton ou de mortier	3.4 Remplacement d'éléments 7.2 Remplacement du béton carbonaté <b>et</b> 4.1 Ajout ou remplacement d'armature intégrées ou externes 7.2 Remplacement du béton pollué ou carbonaté <b>et</b> 4.3 Collage de plaque de renforcement
<b>Courants électriques vagabonds</b>	3.1 Application manuelle de mortier 3.2 Nouveau béton ou mortier coulé	3.2 Nouveau béton ou mortier coulé 3.3 Projection de béton ou de mortier	3.2 Nouveau béton ou mortier coulé <b>et</b> 4.2 Ajout de d'armatures ancrées dans des trous pré-creusés ou forés 3.3 Projection de béton ou de mortier <b>et</b> 4.1 Ajout ou remplacement de barres d'armature intégrées ou externes

# Choix des méthodes de protection du béton et de l'

La protection des structures en béton et des armatures dépend du type de structure, de son emplacement, de son utilisation et de la stratégie de maintenance.

Les propositions de protection dépendent donc des conditions locales.

**Les adaptations sont possibles et doivent être déterminées pour chaque projet.**

Les numéros indiqués dans les tableaux font référence aux principes et méthodes définis dans la norme EN 1504-9.

## Dégradation du béton

Type / Niveau	Faible	Moyen	Important
<b>Fissures</b>	1.1 Imprégnation hydrophobe 1.3 Revêtement	1.1 Imprégnation hydrophobe 1.3 Revêtement (élastique)	1.1 Imprégnation hydrophobe <b>et</b> 1.3 Revêtement (élastique) 1.8 Application de membranes
<b>Choc</b>	5.2 Imprégnation	5.1 Revêtement	5.3 Ajout de mortier ou de béton
<b>Action gel / dégel</b>	2.1 Imprégnation hydrophobe 2.2 Imprégnation	5.2 Imprégnation 2.3 Revêtement	1.1 Imprégnation hydrophobe <b>et</b> 5.1 Revêtement 5.3 Ajout de mortier ou de béton
<b>Réaction alcali-granulats</b>	2.1 Imprégnation hydrophobe 2.3 Revêtement	2.1 Imprégnation hydrophobe 2.3 Revêtement (élastique)	2.1 Imprégnation hydrophobe <b>et</b> 2.3 Revêtement (élastique) 1.8 Application de membranes
<b>Attaque chimique</b>	6.2 Imprégnation	6.3 Ajout de mortier ou de béton	6.1 Revêtements (réactifs)

**Niveau faible** : légères dégradations du béton et / ou protection à court terme

**Niveau moyen** : dégradations modérées du béton et / ou protection à moyen terme

**Niveau important** : dégradations importantes du béton et / ou protection à long terme

# armature

## Dégradation due à la corrosion de l'armature

Type / Niveau	Faible	Moyen	Important
<b>Carbonatation</b>	11.3 Application d'inhibiteurs de corrosion dans ou sur le béton	1.3 Revêtement  7.3 Ré-alcalisation électrochimique du béton carbonaté  7.4 Ré-alcalisation du béton carbonaté par diffusion	11.3 Application d'inhibiteurs de corrosion dans ou sur le béton <b>et</b> 1.3 Revêtement  7.3 Ré-alcalisation électrochimique du béton carbonaté <b>et</b> 1.3 Revêtement
<b>Chlorures</b>	1.1 Imprégnation hydrophobe  1.2 Imprégnation	11.3 Application d'inhibiteurs de corrosion dans ou sur le béton <b>et</b> 1.1 Imprégnation hydrophobe  11.3 Application d'inhibiteurs de corrosion dans ou sur le béton <b>et</b> 1.3 Revêtement	7.5 Extraction électrochimique des chlorures <b>et</b> 1.3 Revêtement  7.5 Extraction électrochimique des chlorures <b>et</b> 11.2 Revêtement de protection de l'armature  10.1 Application d'un potentiel électrique
<b>Courants électriques vagabonds</b>	Si la déconnexion du courant électrique n'est pas possible :  2.2 Imprégnation	Si la déconnexion du courant électrique n'est pas possible :  2.5 Traitement électrochimique <b>et</b> 2.3 Revêtement	Si la déconnexion du courant électrique n'est pas possible :  10.1 Application d'un potentiel électrique

# Evaluation et agrément des produits et systèmes Sika®.

## Essais conformité à la norme EN 1504

Sika évalue sur la base d'essais internes et externes ses produits et ses systèmes de réparation et protection du béton, conformément aux exigences des parties correspondantes de la norme européenne EN 1504 (Parties 2 - 7).

### Protection de l'armature

- Adhérence sur l'acier et le béton
- Protection contre la corrosion
- Perméabilité à l'eau
- Perméabilité à la vapeur d'eau
- Perméabilité au CO<sub>2</sub>

### Réparation et reprofilage

- Adhérence
- Perméabilité au CO<sub>2</sub>
- Perméabilité et absorption de l'eau

### Remplacement du béton endommagé

- Adhérence
- Résistances à la compression et à la flexion
- Perméabilité à l'eau
- Module d'élasticité
- Retrait empêché
- Compatibilité thermique

### Imprégnations et revêtements - prévention de la pénétration d'agents agressifs

#### Protection par imprégnations hydrophobes

- Taux de pénétration
- Absorption d'eau
- Perméabilité à la vapeur d'eau
- Résistance au gel / dégel

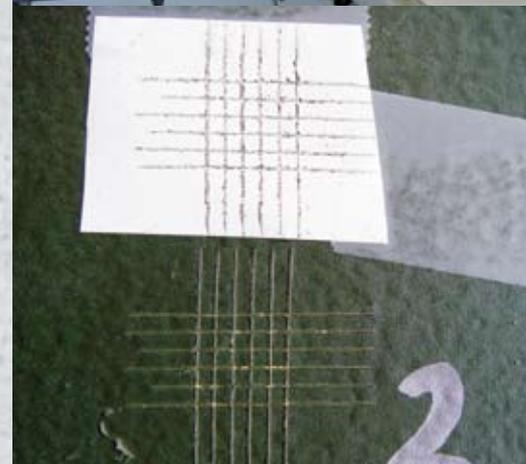
#### Revêtements de protection

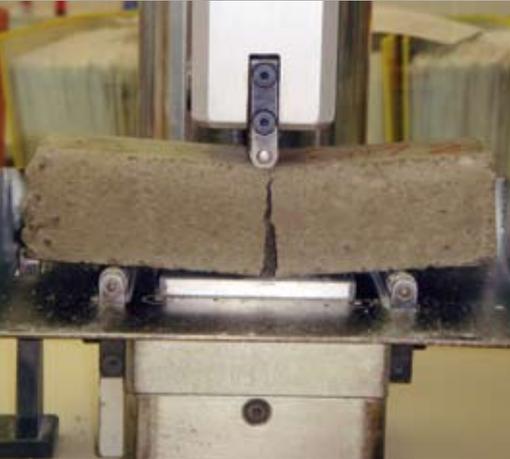
- Adhérence
- Essai de quadrillage
- Perméabilité au CO<sub>2</sub>
- Perméabilité à la vapeur d'eau
- Résistance aux UV
- Résistance à l'alcalinité du support
- Résistance au gel / dégel
- Classement au feu

#### Revêtements de protection avec pontage de fissures

Idem ci-dessus pour revêtements de protection plus :

- Résistance à la fissuration
  - Essai statique
  - Essai dynamique
  - Essai basse température (- 20 °C)





### Critères de performance

#### Performances du produit et du système

Chaque produit composant un système et le système complet doivent satisfaire aux exigences fonctionnelles et performancielles.

#### Critères d'application

Les produits sont conçus pour répondre à la fois aux exigences de la norme EN 1504 et aux attentes des utilisateurs quelles que soient les conditions d'application.

Exemple :

Les mortiers de réparation **Sika® MonoTop®** et **SikaTop®** sont adaptés à l'application quelles que soient les conditions du chantier et ils résistent rapidement aux intempéries.

De même, les revêtements **Sikagard®** sont applicables sur une large plage de températures afin de minimiser le nombre de couches pour obtenir l'épaisseur de films souhaitée

### Assurance qualité / Contrôle qualité



Sika fabrique ses produits conformément aux exigences de la norme ISO 9001 dans toutes ses installations de production dans

le monde. Sika publie également des documents détaillés avec les caractéristiques et les méthodes d'application des produits. Sika peut assister les maîtres d'oeuvre et les entreprises pour établir les systèmes de contrôle sur chantier.

# Essais complémentaires et évaluation de la durabilité

## Réparation du béton

### Le "Bloc Baenziger" pour les mortiers



### Essais des produits de réparation Sika

Le bloc Baenziger permet de comparer et d'évaluer les performances des produits, indépendamment des sites de production et des conditions d'application.

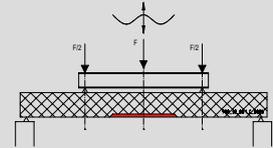
#### Cette innovation de Sika permet :

- Une comparaison directe dans le monde entier
- Une application en horizontal, en vertical et en sous-face
- Des dimensions réalistes
- Des essais complémentaires (adhérence, carbonatation...)
- L'évaluation du retrait et de la résistance à la fissuration

Aujourd'hui, le "Bloc Baenziger" est reconnu comme la configuration optimale pour l'évaluation des matériaux de réparation par le Programme CREE du Ministère de l'Intérieur des Etats-Unis.

### Test d'application du produit sous charge dynamique

Essais d'application et de performance des mortiers sous charges dynamiques réelles.



### Qualité et durabilité de réparation et protection

Une grande étude internationale a été réalisée en 1997 par des consultants indépendants et des laboratoires d'essai.

Cette étude couvrait plus de vingt bâtiments et structures de génie civil en Norvège, au Danemark, en Allemagne, en Suisse et au Royaume Uni qui ont été réparés et protégés à l'aide de systèmes Sika entre 1977 et 1986. Ils ont été de nouveau contrôlés et leur état ainsi que la performance des systèmes de réparation ont été évalués après 10 à 20 ans par ces consultants.

Les conclusions de cette étude font état de l'excellente performance des structures et des matériaux et sont un témoignage clair et sans équivoque de la qualité des produits de réparation et de protection Sika.

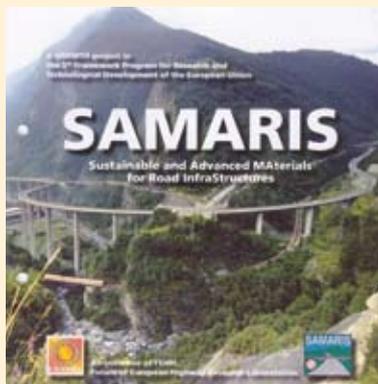
## Protection du béton

### Performances des inhibiteurs de corrosion

En 1997 Sika a introduit sur le marché des inhibiteurs de corrosion.

Depuis, des millions de mètres carrés de béton armé ont été protégés contre la corrosion. **Sika® Ferrogard®-903+** couvre le Principe 9 (contrôle cathodique) et le Principe 11 (contrôle anodique). Depuis ce lancement, de nombreuses études ont confirmé l'efficacité de la protection contre la corrosion avec cette technologie.

Les derniers rapports internationaux, parmi les nombreux rapports disponibles des grands laboratoires dans le monde, proviennent de l'Université de Cape Town en Afrique du Sud, et détaillent l'efficacité de cette technologie dans les structures carbonatées. Les rapports de l'Établissement de Recherche sur les Bâtiments (BRE) montrent l'efficacité du **Sika® Ferrogard®-903** appliqué comme mesure préventive dans un environnement fortement contaminé par les chlorures, après un programme d'étude de



deux ans et demi (BRE 224-346A). Le projet SAMARIS a été lancé en 2002 dans le cadre d'un grand projet de recherche européen : Matériaux durables et innovants pour les infrastructures routières. Il a été mis en place pour enquêter sur les techniques novatrices de maintenance des structures routières. Ces rapports ont tous conclu que lorsque les conditions appropriées sont réunies, **Sika® Ferrogard®-903** est une méthode efficace de réduction de la corrosion.



### Procédure d'essai complémentaire pour les imprégnations hydrophobes

En plus de la Norme Européenne EN 1504-2, la performance de pénétration des imprégnations hydrophobes dans le béton est testée en mesurant l'absorption d'eau dans la profondeur du béton (par ex. sur des carottes de béton allant de la surface à une profondeur de 10 mm). Ceci permet donc de déterminer la profondeur de pénétration maximum et l'efficacité. Dans cette limite de pénétration, la quantité exacte de matière active dans le béton est mesurée en laboratoire par l'analyse infrarouge. Cette valeur représente la teneur minimum en particules hydrophobes et elle peut donc être également utilisée pour le contrôle de qualité sur chantier.



### Essais de vieillissement climatique accéléré



■ Les produits **Sikagard®** sont testés pour déterminer leur résistance à la carbonatation et à la diffusion de vapeur d'eau, immédiatement après leur application et jusqu'à 10 000 heures de vieillissement climatique

accéléré (ce qui peut représenter plus de 15 ans d'exposition atmosphérique). Seul ce type d'essai peut donner une réelle idée et de la performance à long terme.

- Les produits et les systèmes de pontage de fissures **Sikagard®** sont testés pour valider leur performance dynamique à basse température jusqu'à -20 °C.
- Les revêtements **Sikagard®** ont prouvé leur efficacité de protection à long terme sur les chantiers.

# Quelques exemples



## Bâtiments

### Solutions Sika :\*

- Eclatement du béton
- Armatures apparentes
- Armatures internes
- Fissures
- Protection du béton
- Joints
- Application de béton ou de mortier de réparation manuellement ou par projection **Sika® MonoTop®-311FR** Adjuvants du béton **Sikament®**
- Protection contre la corrosion **Sika® MonoTop®-610AC**
- Protection de l'armature par application d'inhibiteurs de corrosion **Sika® FerroGard®-903+**
- Pour les fissures inertes **Sika® MonoTop®-311FR** Pour le faïençage **Sikagard®-550W Elastic**
- Revêtement de protection du béton **Sikagard® -675 ElastoColor**
- **Sikaflex®-AT Façade**



## Ponts

### Solutions Sika :\*

- Eclatement du béton
- Armatures apparentes
- Armatures internes
- Fissures
- Protection du béton
- Joints
- Application de béton ou de mortier de réparation manuellement ou par projection **Sika® MonoTop®-412N** Adjuvants du béton **Sika® ViscoCrete®**
- Protection contre la corrosion **SikaTop® Armatec®-110 EpoCem®** pour les environnements très agressifs
- Protection de l'armature par application d'inhibiteurs de corrosion **Sika® FerroGard®-903+**
- Pour les fissures inertes **Sika® MonoTop®-412N** Pour le faïençage **Sikagard®-550W Elastic**
- Fissures de plus de 0,3 mm de large **Sikadur® -52 Injection**
- Revêtements de protection du béton **Sikagard®-680S** **Sikagard®-706Thixo**
- **Système Sikadur® Combiflex®**



## Cheminées et aéroréfrigérants

### Solutions Sika :\*

- Eclatement du béton
- Application de béton ou de mortier de réparation manuellement ou par projection **Sika® MonoTop®-411R** ou **SikaCem®-Gunit 133**
- Adjuvants pour béton **Sika® ViscoCrete®**
- Armatures apparentes
- Protection contre la corrosion **SikaTop® Armatec®-110 EpoCem®** pour les environnements très corrosifs
- Armatures internes
- Protection de l'armature par application d'inhibiteurs de corrosion **Sika® FerroGard®-903+**
- Fissures
- Pour les fissures inertes **Sika® MonoTop®-411R**
- Pour le faïençage **Sikagard®-550W Elastic**
- Fissures de plus de 0,3 mm de large **Sika® 52 Injection**
- Protection du béton
- Revêtements de protection du béton **Sikagard®-720 EpoCem®** **Sikagard®-680S** **SikaCor® EG 5**  
(Couleurs officielles de signalisations pour l'aviation)
- Joints
- **Système Sikadur®-Combiflex®**



## Stations d'épuration

### Solutions Sika :\*

- Eclatement du béton
- Application de béton ou de mortier de réparation, manuellement ou par projection **Sika® MonoTop®-412N**
- Adjuvants béton **Sika® ViscoCrete®**
- Armatures apparentes
- Protection des armatures contre la corrosion **SikaTop® Armatec®-110 EpoCem®** pour les environnements très corrosifs
- Fissures
- Pour les fissures inertes **Sika® MonoTop®-412N**
- Pour le faïençage **Sikafloor®-390 Thixo**
- Fissures de plus de 0,3 mm de large **Sika® Injection-201**
- Protection du béton
- Revêtements de protection du béton **Sikagard®-720 EpoCem®** **SikaCor® Poxitar F**
- Abrasion
- **Sika® Abraroc®**
- Joints
- **Système Sikadur® Combiflex®**

# Réparation et protection du béton armé avec Sika®

## Conformément à la Norme Européenne EN 1504



- ▲ Technologie du béton
- ▲ Réparation et protection des bétons
- ▲ Renforcement de structure
- ▲ Joints et collages souples
- ▲ Collages, scellements et calages
- ▲ Revêtements de sols industriels et décoratifs
- ▲ Étanchéité
- ▲ Cuvelage
- ▲ Membranes d'étanchéité

### Sika France S.A

**Siège social**  
101, Rue de Tolbiac  
75654 Paris Cedex 13

**Direction Export**  
(DOM-TOM, Océan Indien, Pacifique,  
Afrique de l'Ouest et Djibouti)  
Contact direct : + 33 1 53 79 79 60  
E-mail : sika-france-export@fr.sika.com

**Services Commerciaux**  
84 Rue Edouard Vaillant  
B.P 104 - 93351 Le Bourget Cedex  
Tél : + 33 1 49 92 80 00  
Fax : + 33 1 49 92 84 52  
E-mail : sikainfo@sika.fr

Consulter les notices techniques pour  
obtenir des informations détaillées

