



SOLUTIONS SIKA POUR LA RÉNOVATION DES PONTS EN BÉTON

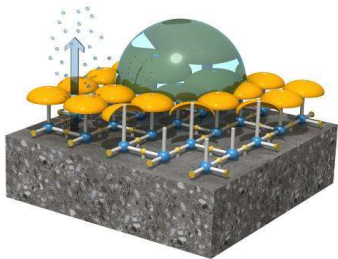
PART 3d: LA PROTECTION DES OUVRAGES EN BÉTON

M. DONADIO

SYSTÈMES POUR LA PROTECTION DES BÉTONS

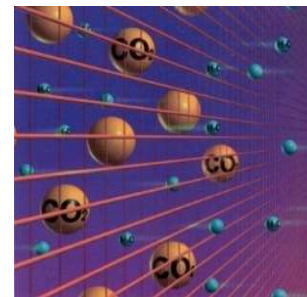
Protection des bétons

Imprégnation hydrophobe



EN 1504-2

Revêtement de protection
(Elastique ou rigide)



EN 1504-2

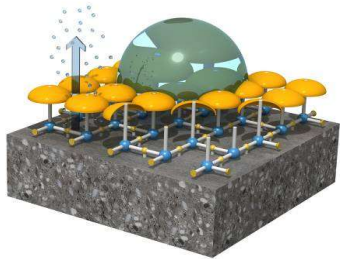
SYSTÈMES POUR LA PROTECTION DES ARMATURES DU BÉTON ARMÉ

Protection des armatures

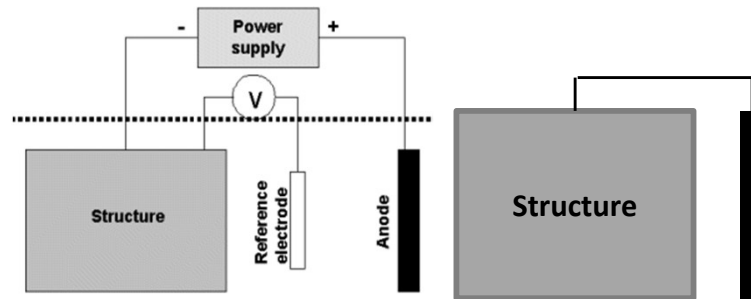
Inhibiteur Passif

Protection cathodique

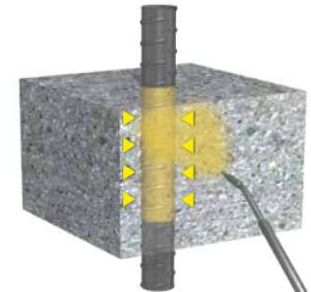
Inhibiteur Actif



EN 1504-2,
Principe 8



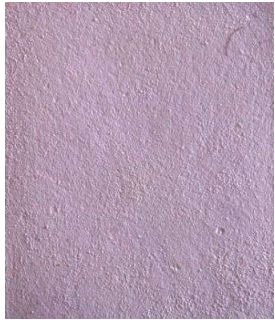
EN 12696-2016



Méthode 11.3
EN 1504-9

PRÉPARATION DES SUPPORTS

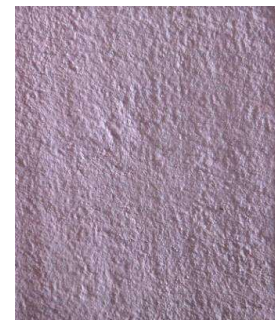
Revêtement de protection, imprégnation hydrophobe & Inhibiteurs de corrosion



CSP 1



CSP 2

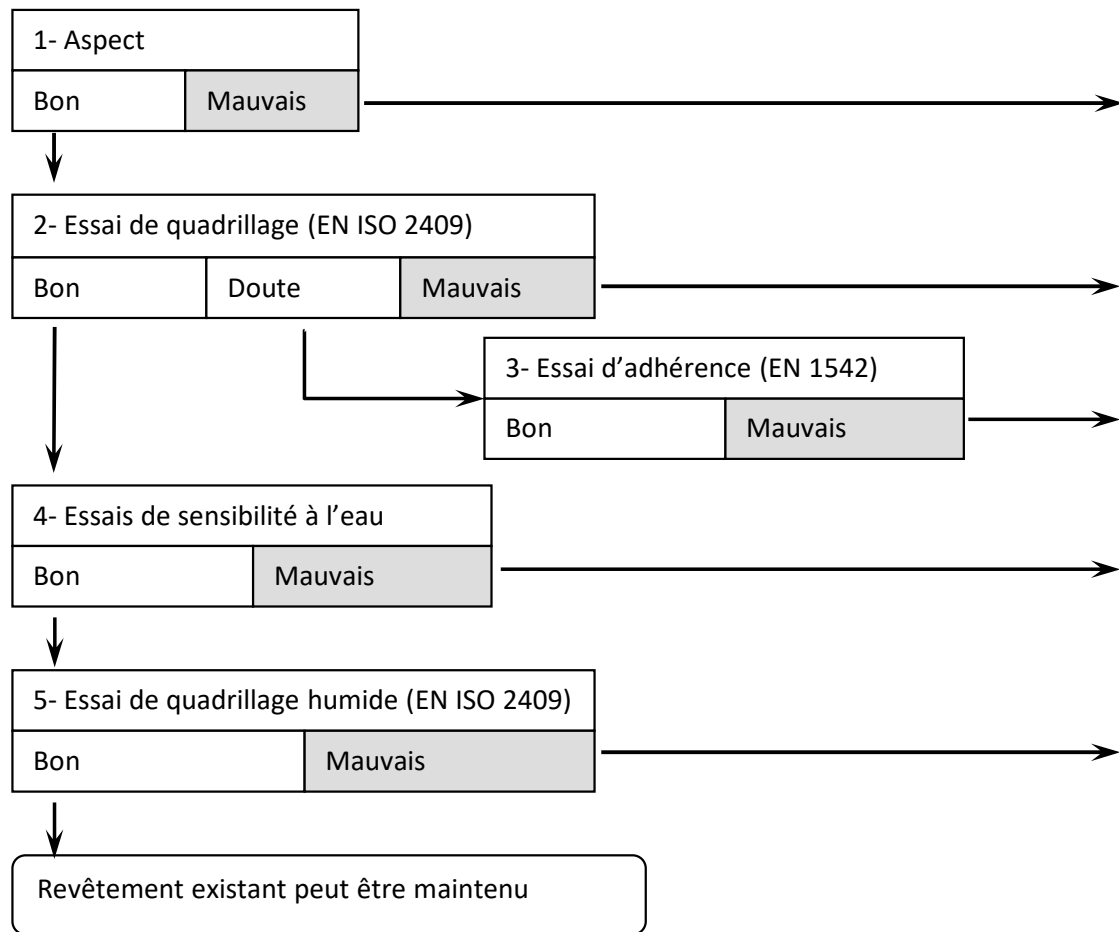


CSP 3

ICRI 03732-7 – EN 1504-10

Sablage léger, nettoyage “basse” pression (<600 bars)

PRÉPARATION DES SUPPORTS – PRÉSENCE DE RÉVÊTEMENT



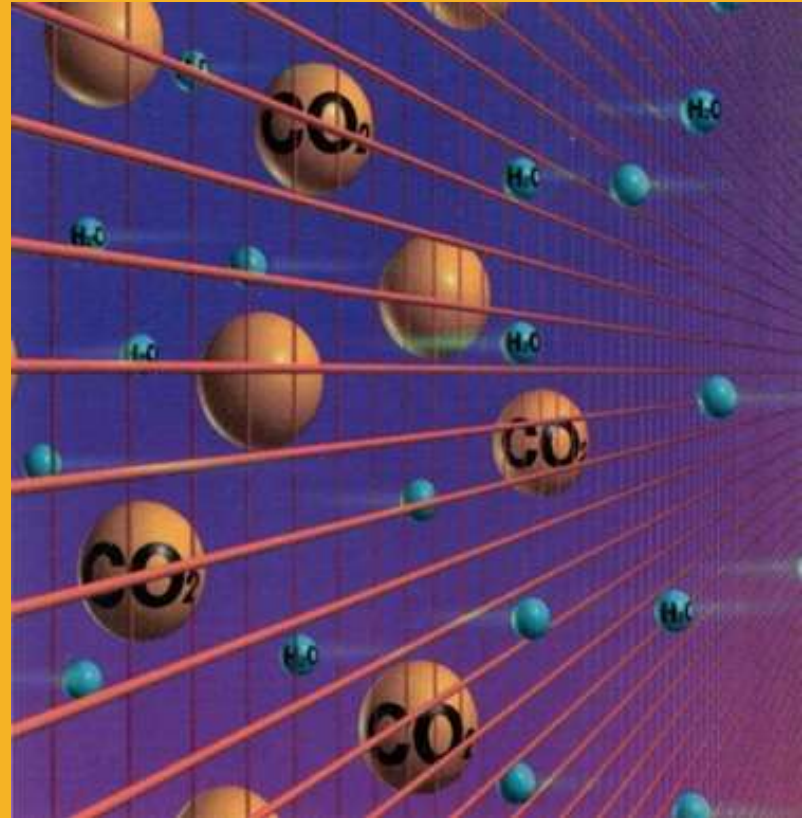
Le revêtement existant doit être enlevé par une préparation adéquate

Pour les **imprégnations hydrophobes et les inhibiteurs de corrosion**, le revêtement existant doit **toujours** être enlevé.

ET

Un test de pénétration doit être organisé pour valider la pénétration des produits.

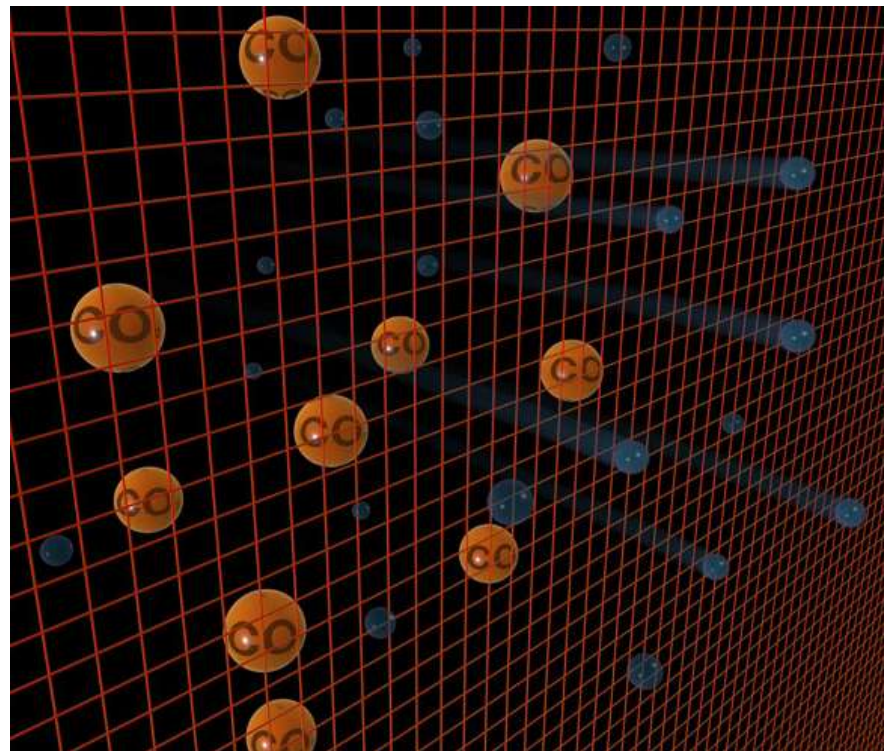
REVÊTEMENTS DE PROTECTION



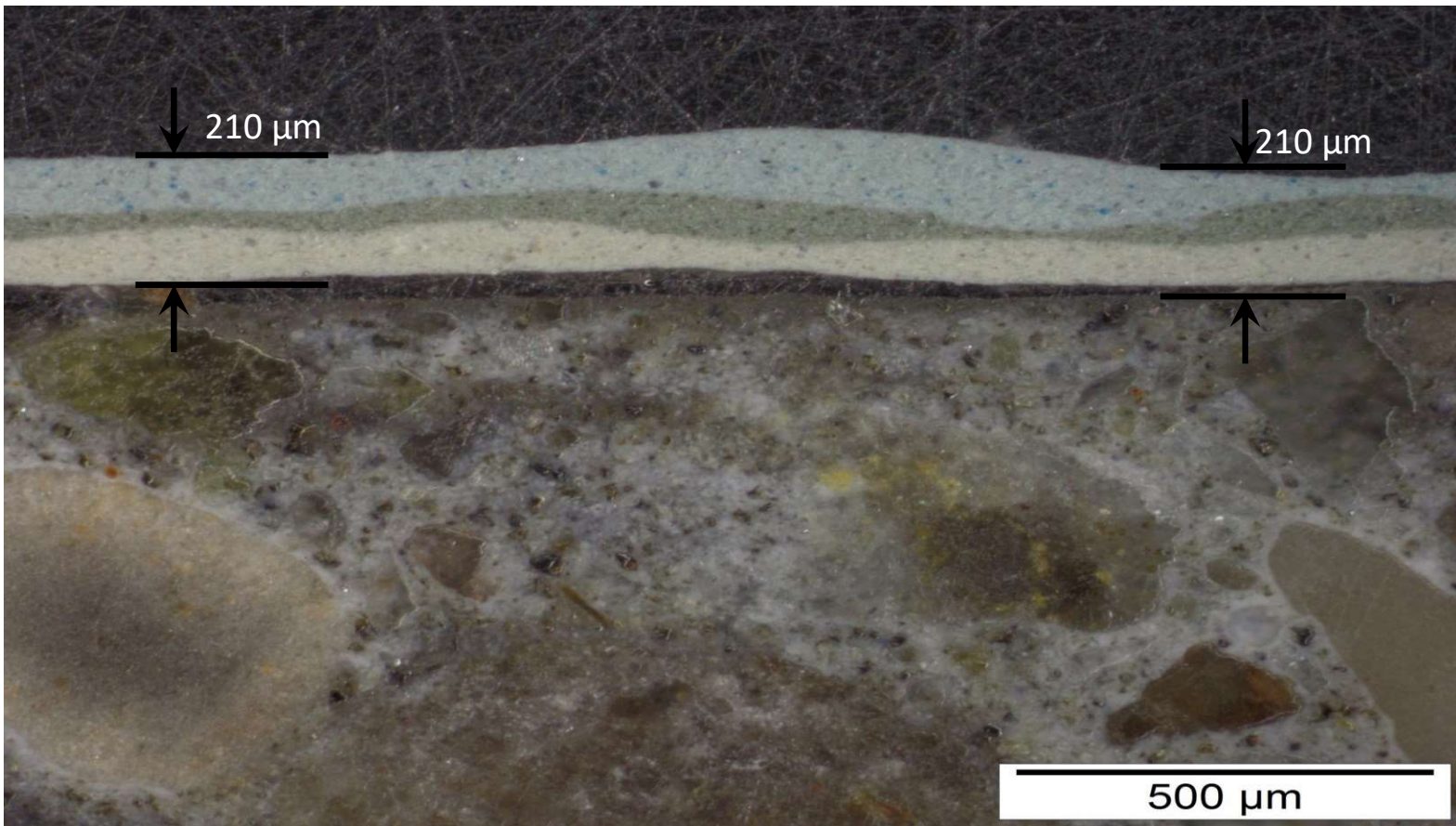
LES REVÊTEMENTS DE PROTECTION DU BÉTON

Critères principaux

- Imperméable à l'eau
- Ouvert à la diffusion de la vapeur d'eau
- Réduction de la diffusion du CO₂
- Pouvoir couvrant
- Faible reprise de saleté/poussière
- Pontage de fissures à basse température (selon les systèmes utilisés)



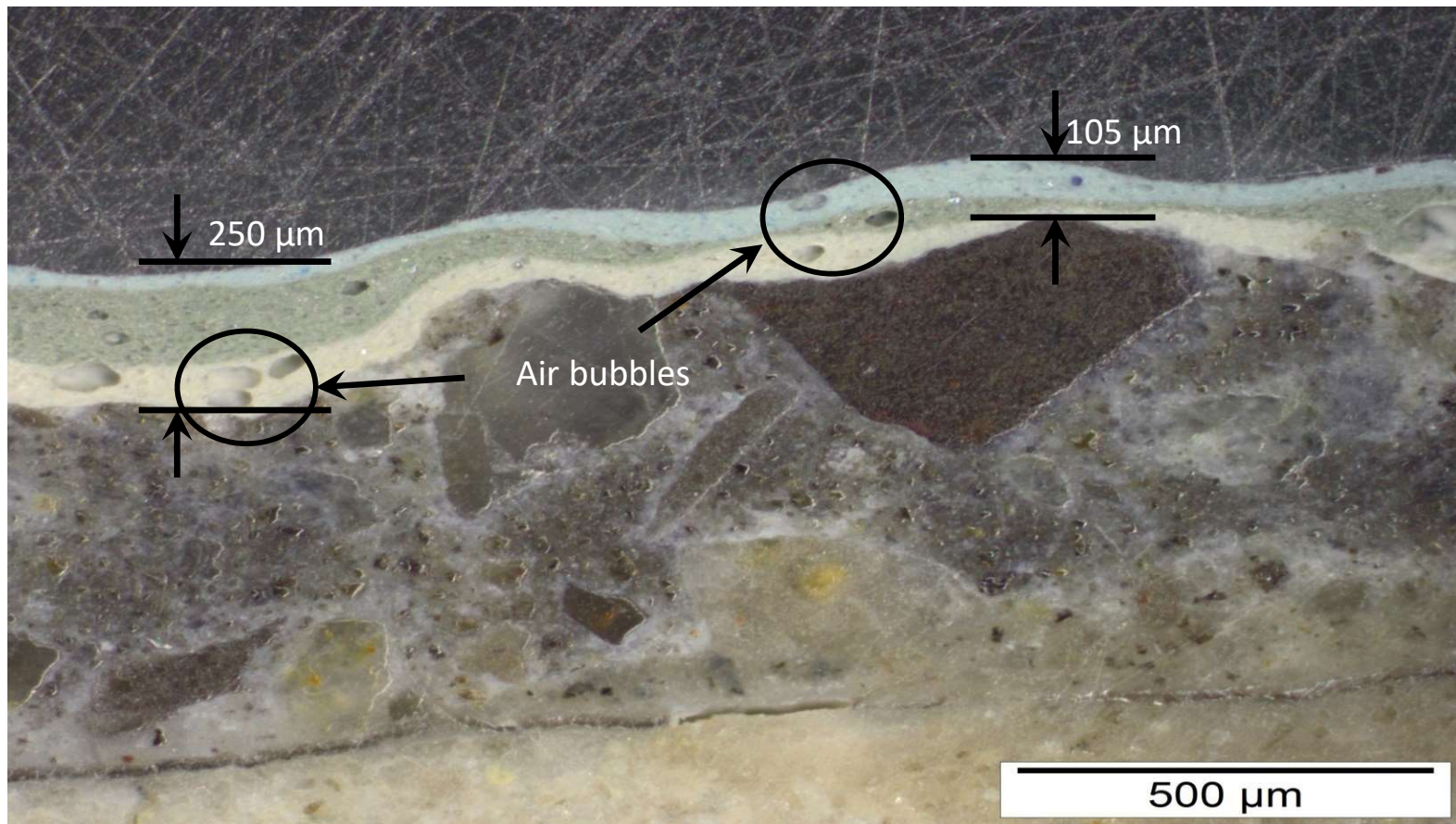
PRÉPARATION DES SUPPORTS



Application sur surface lisse et sans défaut:

- Épaisseur homogène du film
- Aucun défaut de film

PRÉPARATION DES SUPPORTS



Application sur
surface rugueuse:

- Epaisseur de film hétérogène
- Défaut dans le film (bulles d'air incluses)

RÉSULTAT INADÉQUAT DE LA PRÉPARATION DE SURFACE



RÉSULTAT INADÉQUAT DE LA PRÉPARATION DE SURFACE



Etat d'un pont de chemin de fer après uniquement 2 hivers, en Roumanie.

Pas de préparation de support

Produit (revêtement acrylique semi rigide) appliqué en 1 seule couche avec une épaisseur insuffisante.

CONSÉQUENCES D'UNE PREPARATION DE SUPPORT APPROPRIÉE



À quelques kilomètres de l'emplacement du pont de la diapositive précédente.

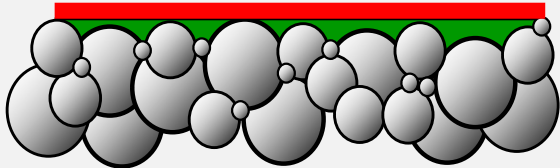
Aspect correct du revêtement (Sikagard® -550 W Elastic) après de nombreuses années d'hiver rigoureux.

Application effectuée dans des conditions appropriées

PRÉPARATION DES SUPPORTS

Objectifs:

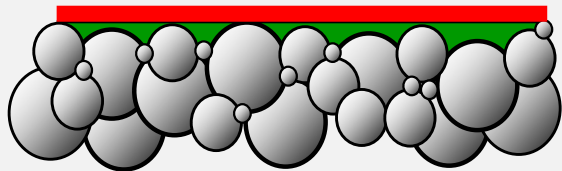
- Réparer les défauts de surfaçages, bullages, nids d'abeilles de façon à obtenir une surface libre et régulière.



PRÉPARATION DES SUPPORTS

Objectifs:

- Réparer les défauts de surfaçages, bullages, nids d'abeilles de façon à obtenir une surface libre et régulière.



Requis pour les systèmes de pontage de fissures pour maintenir leur efficacité

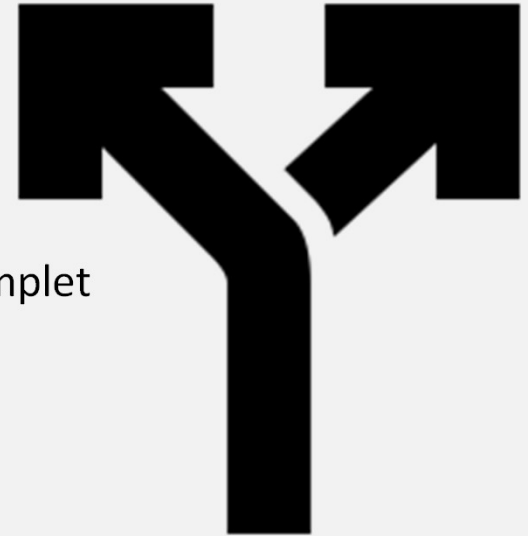
Solutions : Produits de resurfaçage

- À base de ciment (1 composant, polymère modifié; deux composants ou même trois composants – Ciment époxy)
- Bouche pores à base de résine acrylique chargée

PRÉPARATION DES SUPPORTS – ALTERNATIVE

Pour les grandes structures (tours de refroidissement, ponts) où la vitesse compte plus que l'esthétique mais la durabilité reste un critère clé:

- Utilisation d'un primaire hydrophobe au lieu d'un resurfaçage complet



ALTERNATIVE – PRINCIPE



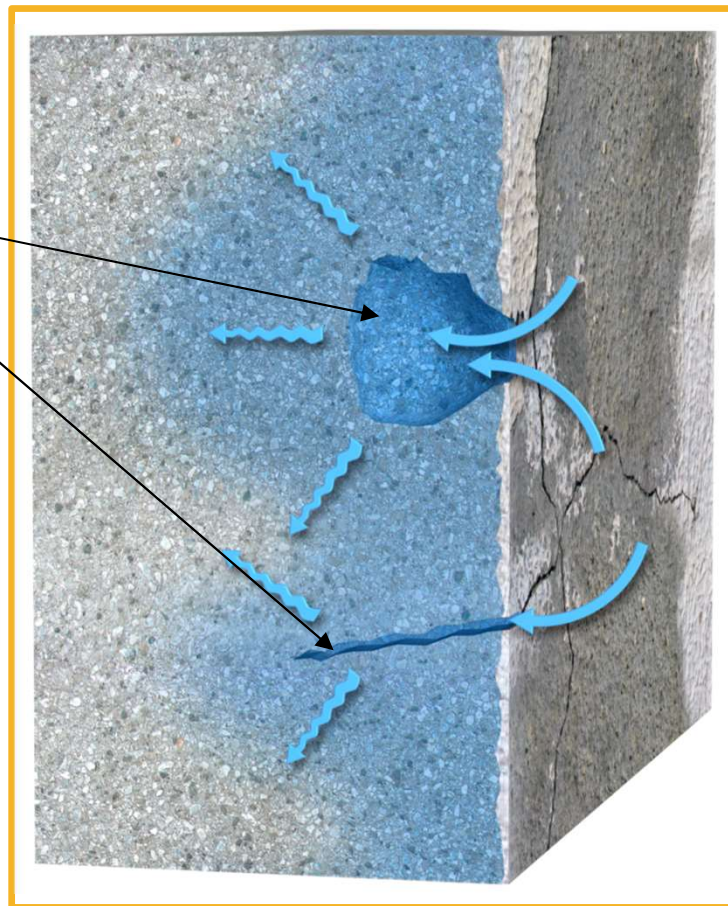
Défauts localisés
dans le revêtement

Le béton sous le revêtement sera humidifié.

Le revêtement sera détérioré par le gel

Des éléments délétères peuvent alors pénétrer dans
le béton aux droits des défauts

La durabilité sera réduite



ALTERNATIVE – PRINCIPE

1 x Sikagard-740 W or
2 x Sikagard-700 S

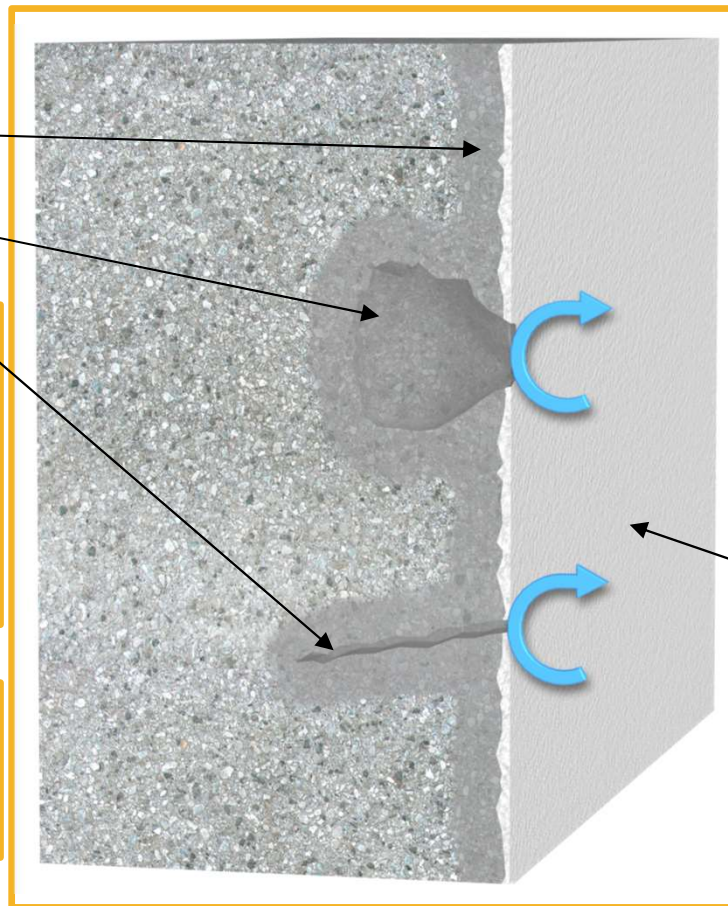
Défauts localisés
dans le revêtement

L'eau ne pourra pas pénétrer à travers les défauts en raison des propriétés répulsives du primaire hydrophobe.

Le béton sous le revêtement restera sec

Application plus rapide ET durabilité maintenue

OS 2 (OS-B) – Régulation allemande
& NF P 95 103 – Norme pour les ponts



2 x Sikagard-680 S or

2 x Sikagard-675 W

REVÊTEMENT ANTI-CARBONATATION

- Objectif : **limiter et retarder la carbonatation** du béton
- Principe: **Réduction de la diffusion du CO₂** dans le béton
- **EN 1062-6 : détermination de la perméabilité au CO₂ du revêtement**

μ_{CO_2} indique à quel point le revêtement est plus imperméable au CO₂ qu'une couche d'air d'épaisseur similaire.

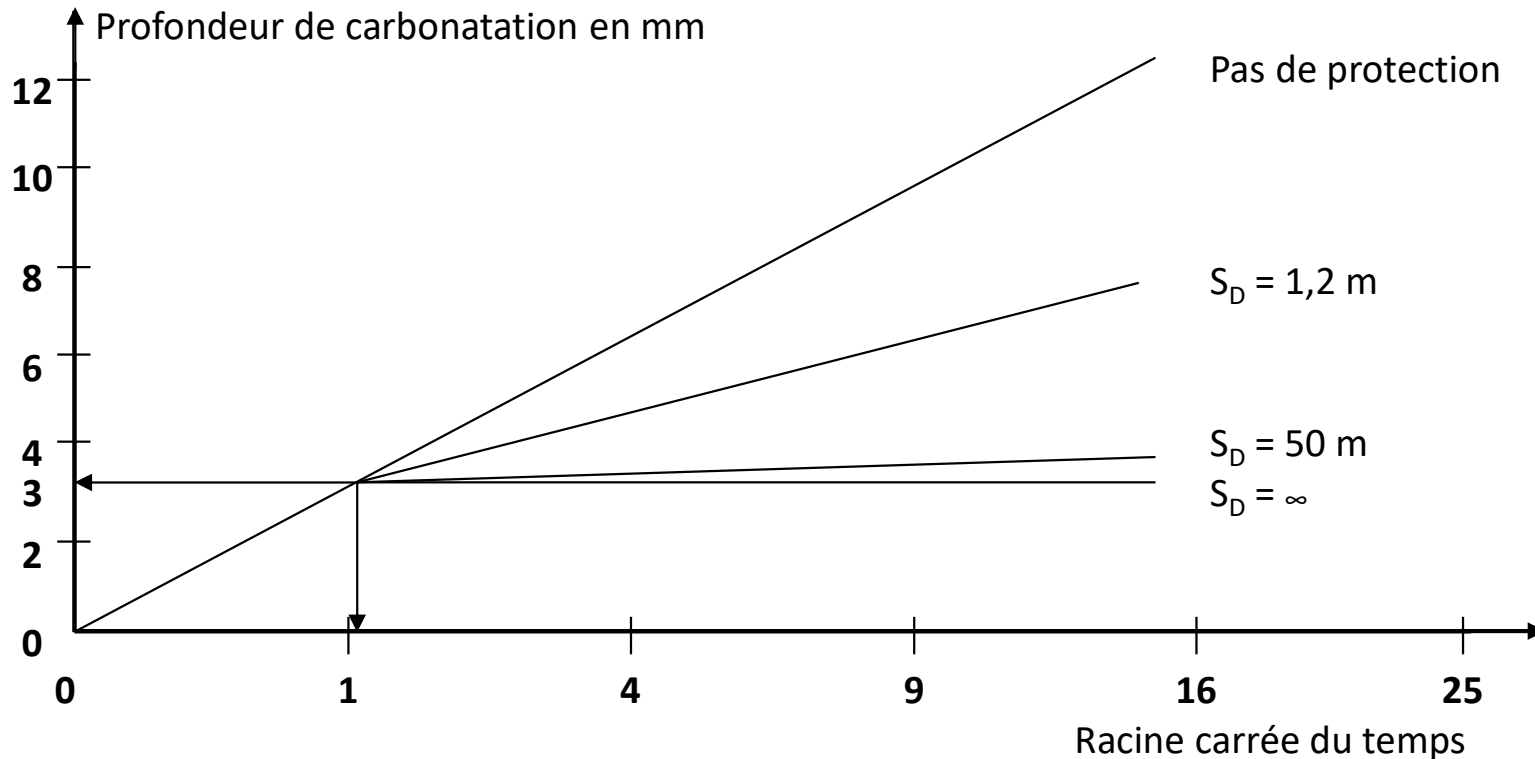
Résistance à la diffusion du CO₂: $S_D = \mu_{CO_2} \times S$

avec S_D : Epaisseur de l'équivalent air (m)

S : Epaisseur du revêtement (m)

REVÊTEMENT ANTI-CARBONATATION

Quelle doit être la résistance à la diffusion du CO₂ du revêtement pour être considéré comme une protection efficace contre la carbonatation ? [1]



[1] Engelfried R, State of art of concrete refurbishment measures within Europe – ICRI USA, Nov.1996

REVÊTEMENT PROTECTEUR – GAMME DE PRODUITS

Produit	Liant	Type	Génie Civil	Bâtiment	Tunnel	Structure maritime
Sikagard-550 W	Acrylique	Elastique	xxxx	xxxxx	-	xx
Sikagard-675 W	Acrylique	Semi rigide	xxx	xxxx	-	xx
Sikagard-680 S	Acrylique	Rigide	xxxx	-	x	xx
SikaTop-107 Protection	Ciment & acrylique	Semi élastique	xxx	xxx	-	xx
Sikagard-720 EpoCem	Epoxy-ciment	Rigide	xxx	-	xxx	xx
Sikagard-340 WCT	Epoxy	Rigide	-	-	xxxx	-
Sikagard-62	Epoxy	Rigide	xxx	-	-	xx
Sikagard-2406 Protection	PU	Élastique	xxx	-	-	xxxx

RÉFÉRENCE DE DURABILITÉ – REVÊTEMENT ÉLASTIQUE

Pont autoroutier sur l'autoroute M60/M61, Danemark.

Rénovation: en 1982.

Inspection & évaluation : en 1988, 1991 & 1994

Evaluation en 1994 réalisée par :

Danish Road Authorities Bridge Department AEC Laboratories



Réaction alcali-silice

RÉFÉRENCE DE DURABILITÉ – REVÊTEMENT ÉLASTIQUE

Pont autoroutier sur l'autoroute M60/M61, Danemark.

Rénovation: en 1982.

Inspection & évaluation : en 1988, 1991 & 1994

Évaluation en 1994 réalisée par :

Danish Road Authorities Bridge Department AEC Laboratories

La conclusion (de l'enquête de 1994) était que le système de réparation et de protection (revêtement acrylique en phase aqueuse) choisi a conservé toutes les propriétés souhaitées après plus de 10 ans de service et qu'ils citent « fonctionnera probablement beaucoup plus longtemps ».



Réaction alcali-silice

RÉFÉRENCE COMBINAISON PRIMAIRE HYDROPHOBE ET REVÊTEMENT

Tours de refroidissement et cheminées de la centrale électrique de Turow en Pologne.

Rénovation complète en 1992

Evaluation en 2008 par un Institut Technologique ITB

Primaire: Imprégnation hydrophobe en phase solvantée

Couche finale: Revêtement acrylique rigide en phase solvantée



ITB[®]

Instytut Techniki Budowlanej

RÉFÉRENCE COMBINAISON PRIMAIRE HYDROPHOBE ET REVÊTEMENT

Tours de refroidissement et cheminées de la centrale électrique de Turow en Pologne.

Rénovation complète en 1992

Evaluation en 2008 par un Institut Technologique ITB

Primaire: Imprégnation hydrophobe en phase solvantée

Couche finale: Revêtement acrylique rigide en phase solvantée

Le système appliqué il y a 16 ans « respecte ou dépasse toujours les exigences de la norme EN 1504-2 »



ITB[®]

Instytut Techniki Budowlanej

PONTS ET GRAFFITIS/ AFFICHAGE



LE NOUVEAU SYSTÈME ANTI-GRAFFITI DE SIKA

- Le système **Sikagard®-850** offre une solution unique et permanente de protection contre les graffitis et les affiches illégales.

Articles	Description	
Sikagard®-850 Clear	Couche de finition	5, 20 kg. pails*
Sikagard®-850 Primer	Primaire pour support minéral	0.8, 4 kg. pails
Sikagard®-850 Activator	Primaire pour surface peinte	0.8, 4 kg. pails

*160 kg. drums under request (MTO)



LE NOUVEAU SYSTÈME ANTI-GRAFFITI DE SIKA



- **Sikagard-850 Primer** est un primaire prêt à l'emploi en 1 partie pour le Sikagard®-850 Clear sur substrats minéraux non revêtus
- Faible viscosité, pénètre bien dans les surfaces minérales
- Prêt à l'emploi - aucune dilution sur site requise
- Appliqué par brosse, rouleau ou spray airless



- **Sikagard®-850 Activator** est un primaire prêt à l'emploi en 1 partie pour Sikagard®-850 Clear sur substrats minéraux revêtus.
- Sans toluène ni autres solvants aromatiques
- Faible consommation

Convient aux substrats minéraux nus:

- ✓ Béton
- ✓ Pierre
- ✓ Briques
- ✓ Monocouche
- ✓ En rendu teinté en masse
- ✓ Etc.

Convient aux substrats minéraux revêtus:

- ✓ Peintures décoratives
- ✓ Revêtements anti-carbonatation
- ✓ Autres revêtements actuellement à l'essai

LE NOUVEAU SYSTÈME ANTI-GRAFFITI DE SIKA



- **Sikagard®-850 Clear** est un revêtement semi-brillant transparent anti-graffiti et anti-affiche à 1 composant, à base de polyorganosiloxane. Ce produit fait partie du système Sikagard Anti-graffiti.
- Revêtement permanent
- Brillant réduit par rapport à SG-850 AG existant
- Peut être appliqué par brosse, rouleau ou spray airless.
- Très faible ramassage de la saleté.
- Aucun agent chimique requis pour le nettoyage, seulement une brosse douce et de l'eau ou de l'eau froide basse pression (80 bars).
- Empêche l'adhérence des affiches.

- ✓ Solides: ~65% en poids
- ✓ COV: < 355 g/L
- ✓ Brillance: ~ 15% < 60°
- ✓ Sec au touché: < 2 h.
- ✓ Propriété anti-graffiti: 24 h
- ✓ Peut-être recouvert de lui-même (par exemple après des dommages mécaniques)

Substrats:

- Béton, maçonnerie, enduit de ciment (revêtu ou non)
- Substrats préalablement traités par imprégnation hydrophobe
- Bois (enduit ou non)

SYSTÈME TRANSPARENT



Sikagard®-552 W Aquaprimer

- Primaire acrylique pour réduire l'effet mouillé



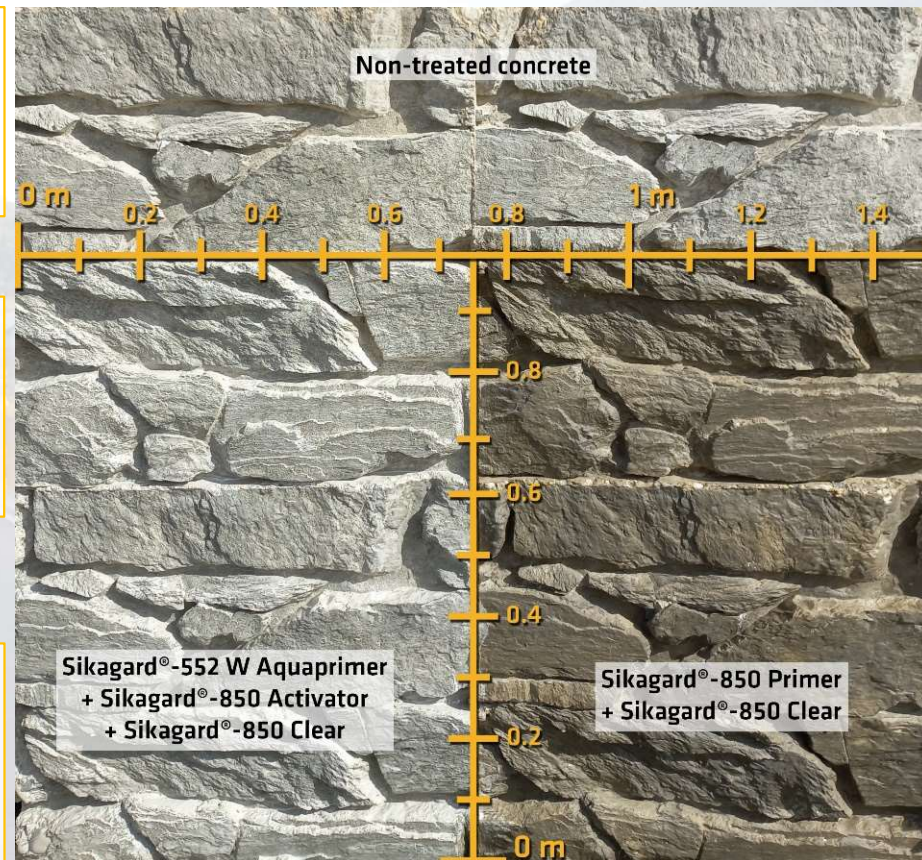
Sikagard®-850 Activator

- Pour améliorer l'adhésion de la couche de finition



Sikagard®-850 Clear

- Pour la protection contre les graffitis et les affichages sauvages



NETTOYAGE FACILE



SIKAGARD 850
CLEAR

EASY REMOVAL OF GRAFFITI & ILLEGAL POSTERS

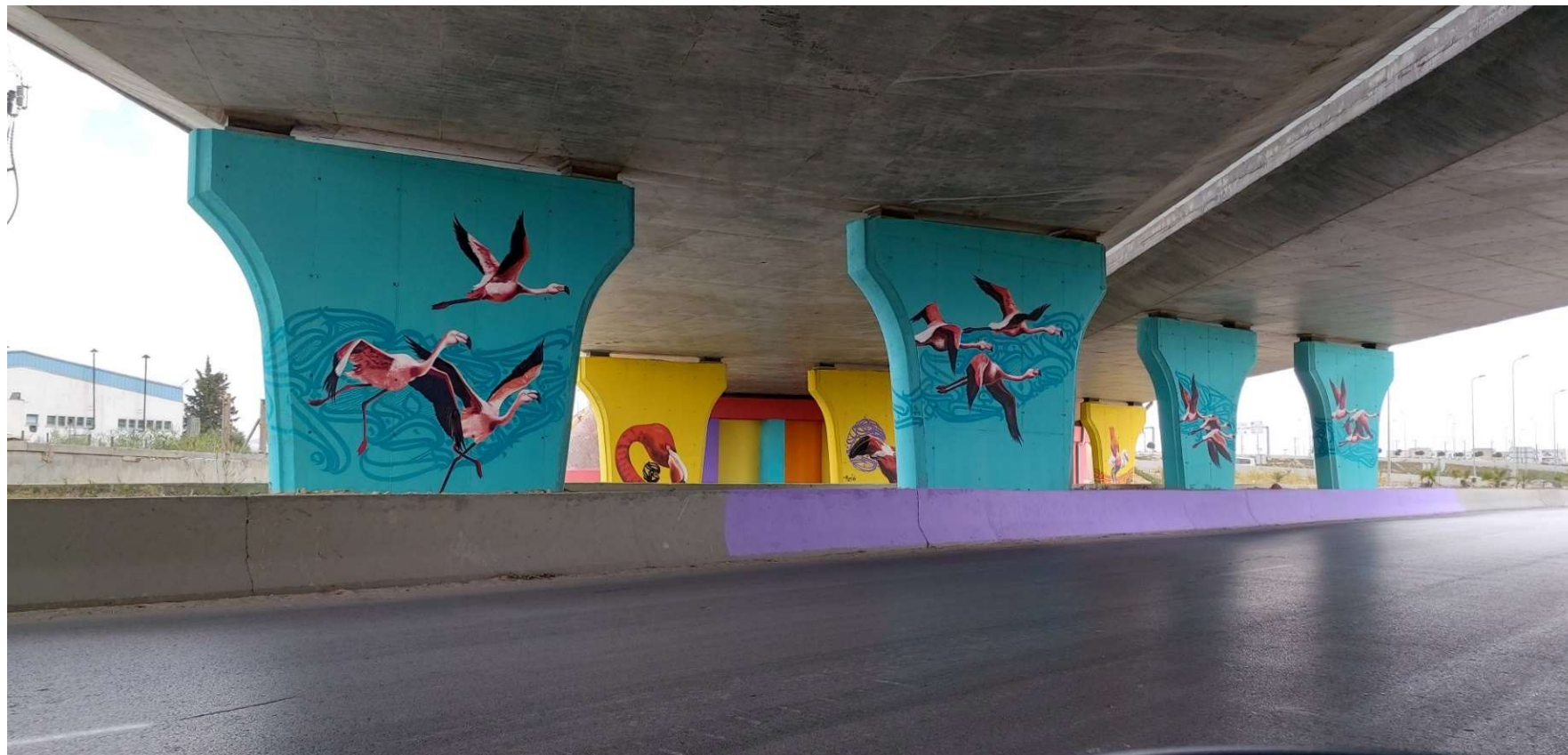
THANKS TO THE PROTECTION OF Sikagard®-850 Clear,
EASY CLEANING OF GRAFFITI & REMOVAL OF POSTER

© Copyright Sika Schweiz AG 2021 – All rights reserved

BUILDING TRUST



PONT DE SIJOUMI – STREET ART



DÉTÉRIORATION PRÉCOCE



POLLUTION & GRAFFITI

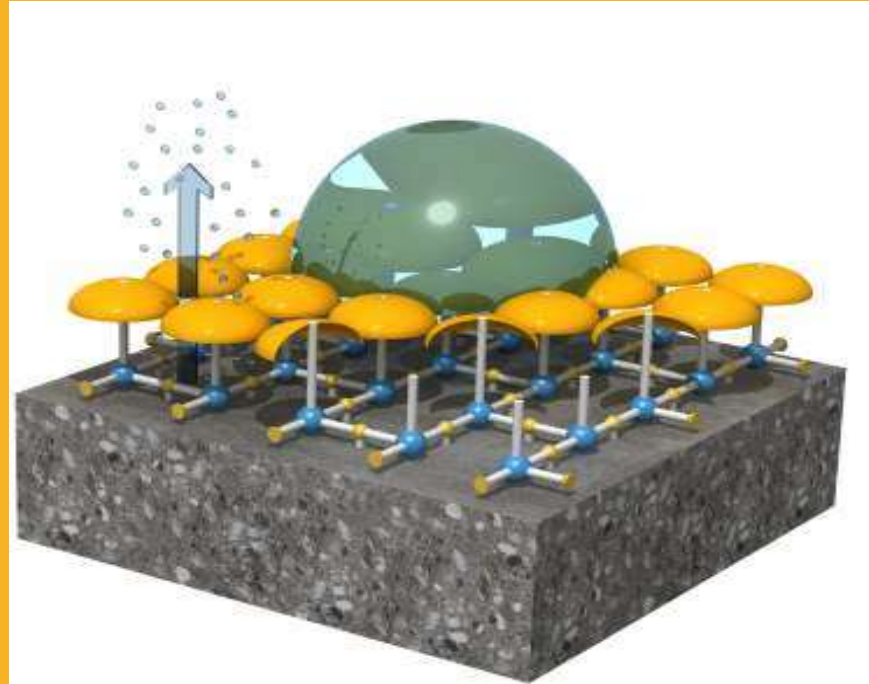




POLLUTION



IMPRÉGNATION HYDROPHOBE



QU'EST-CE QU'UNE IMPRÉGNATION HYDROPHOBE ?



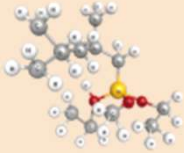
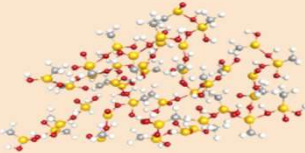

EN 1504-2 définition:

Il s'agit d'un traitement du béton visant à produire une surface hydrofuge. Les pores et les capillaires sont recouverts intérieurement, mais ne sont pas remplis. Il n'y a pas de film à la surface du béton et son aspect est peu ou pas modifié.

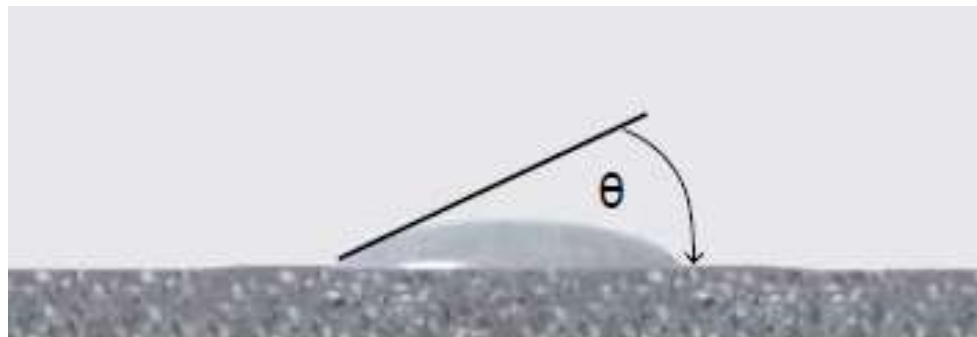


TECHNOLOGIES

Il existe trois types de produits différents d'imprégnations hydrophobes utilisant différentes technologies

TECHNOLOGIE		
SILANE	SILOXANE	SILICONATE
Petite molécule (Taille ~0.4 -1.5 nm)	Molécule Moyenne à large (Size ~3 -30 nm)	Petite molécule (Size ~0.3 -0.6 nm)
		
Non-polaire	Non-polaire	Polaire
Pénétration profonde (Du fait de la petite taille des molécules et de leurs non-polarités)	Pénétration faible à moyenne (Du fait de la taille des molécules plus grande et de leurs non-polarités)	Faible pénétration (Du fait de leur polarité et malgré leur petite taille)

QU'EST-CE QU'UNE IMPRÉGNATION HYDROPHOBE ?

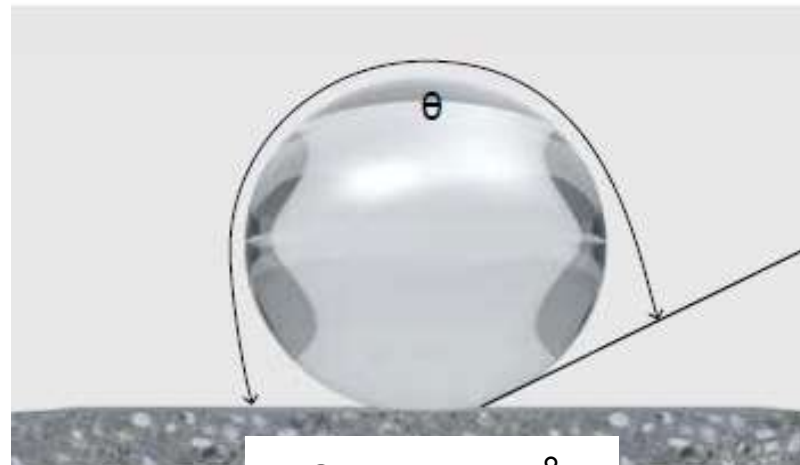


$$\theta \rightarrow 0^\circ$$

L'eau est absorbée par le support

Support Non-Traité:

- La tension superficielle est supérieure à celle de l'eau liquide.
- L'attraction du substrat vers l'eau est supérieure à l'inter attraction des molécules d'eau.



$$\theta \rightarrow 180^\circ$$

La surface du support repulse l'eau

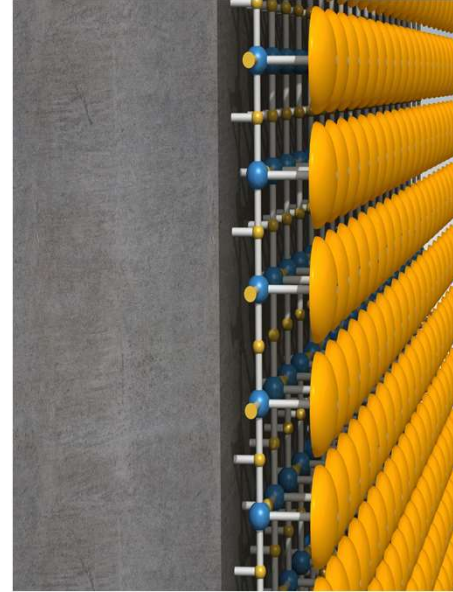
Support Traité:

- Réduction de la tension superficielle par imprégnation hydrophobe
- L'attraction intermoléculaire des molécules d'eau est alors beaucoup plus élevée que l'attraction de l'eau dans le substrat.

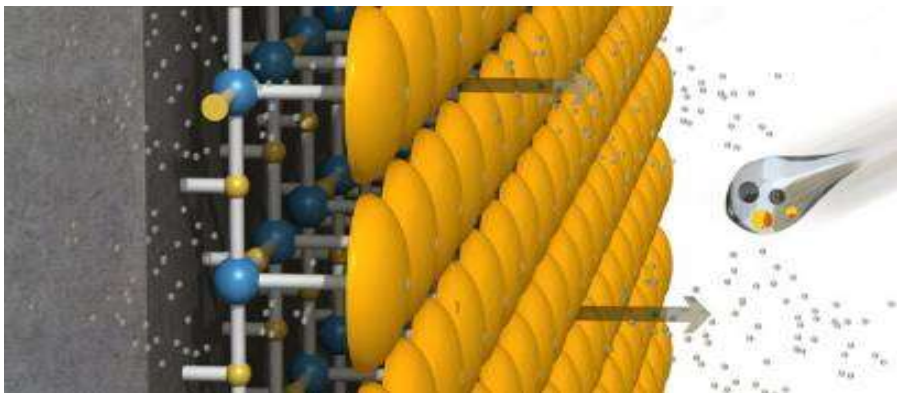
QU'EST-CE QU'UNE IMPRÉGNATION HYDROPHOBE ?

Comportement de Protection

- Réduction de la pénétration de l'eau
- Réduction de la pénétration d'éléments agressifs (chlorure, sulfate, etc.)
- Aucun effet sur la perméabilité à la vapeur d'eau



OUVERT POUR LA DIFFUSION DE LA VAPEUR D'EAU



- Permet à l'eau interne résiduelle de s'évaporer
- Réduction des efflorescences
- Assèchement du support
- Diminution de la quantité d'eau liquide dans les pores (réduction des activités de corrosion)
- Etc.

Le support "respire", comme c'est le cas pour une feuille!

PROTECTION INVISIBLE & EFFET PARAPLUIE



QU'EST-CE QU'UNE IMPRÉGNATION HYDROPHOBE ?

Comportement de Protection

- Réduction de la pénétration de l'eau
- Réduction de la pénétration d'éléments agressifs (chlorure, sulfate, etc.)
- Aucun effet sur la perméabilité à la vapeur d'eau
- Réduction de la corrosion des armatures en acier
- Augmentation de la résistance au gel et au dégelage des sels
- Arrête d'autres dommages dus à la réaction alcali-silice (ASR)
- Réduction de la susceptibilité à la pollution



STANDARDS



Europe (EN 1504-2) – Principes 1,2 & 8

Marquage CE obligatoire

Pour tout usage:

- Absorption d'eau avant et après exposition aux alcalis
- Temps de dessiccation (séchage)
- Profondeur de pénétration
(Classe I: < 10 mm; Classe II: >10mm)

Pour certain usage

- Cycles de gel/dégel avec sel de déverglaçage



CE

STANDARDS

GAP 18-902: 2014

Guide d'application

Produits et systèmes pour la protection et la réparation de structures en béton

Recommandations pour la sélection des systèmes de protection de surface des bétons destinés aux ouvrages de génie civil.

NF P 95103: 2014

Ouvrages d'art - Réparation et renforcement des ouvrages en béton et en maçonnerie – Traitement des fissures et protection du béton – Spécifications relatives à la technique et aux matériaux utilisés.

GA P 18 902 – TABLEAU 5

Caractéristiques	Méthode d'essai	Rappel EN 1504-2	Spécification GA P18-902	
			Niveau 1	Niveau 2
Fonction Principale Protection contre les risques de pénétration				
Profondeur de pénétration	Cube béton (E/C=0,70) – méthode voir EN 1504-2	Classe I: < 10 mm Classe II: ≥ 10 mm	Classe I: < 10 mm	Classe II: ≥ 10 mm
Absorption d'eau et résistance aux alcalis	NF EN 13580	Absorption < 7,5% comparaison avec éprouvette non traitée (Absorption < 10% après immersion dans une solution alcaline)		
Taux de dessiccation	NF EN 13579	Classe I: > 30 % Classe II: > 10 %	Classe II: > 10 %	Classe I: > 30 %

GA P 18 902 – TABLEAU 5

Caractéristiques	Méthode d'essai	Rappel EN 1504-2	Spécification GA P18-902	
			Niveau 1	Niveau 2
Fonction Principale Optionnelle				
Perte de masse après gel/dégel (sel de déverglaçage)	NF EN 13581	La perte de masse de la surface de l'éprouvette imprégnée doit se produire au moins 20 cycles plus tard que celle subie par l'éprouvette non imprégnée		
Diffusion des ions chlorures	Non défini*	Tout comme dans la norme européenne, cette fonction est définie sans faire appel à un essai spécifique. L'exigence porte en effet sur le résultat de l'essai d'absorption capillaire et de perméabilité à l'eau déjà prévu dans le noyau dur. La valeur de l'absorption capillaire peut être calculée dans le cadre de la norme NF EN 13580.		

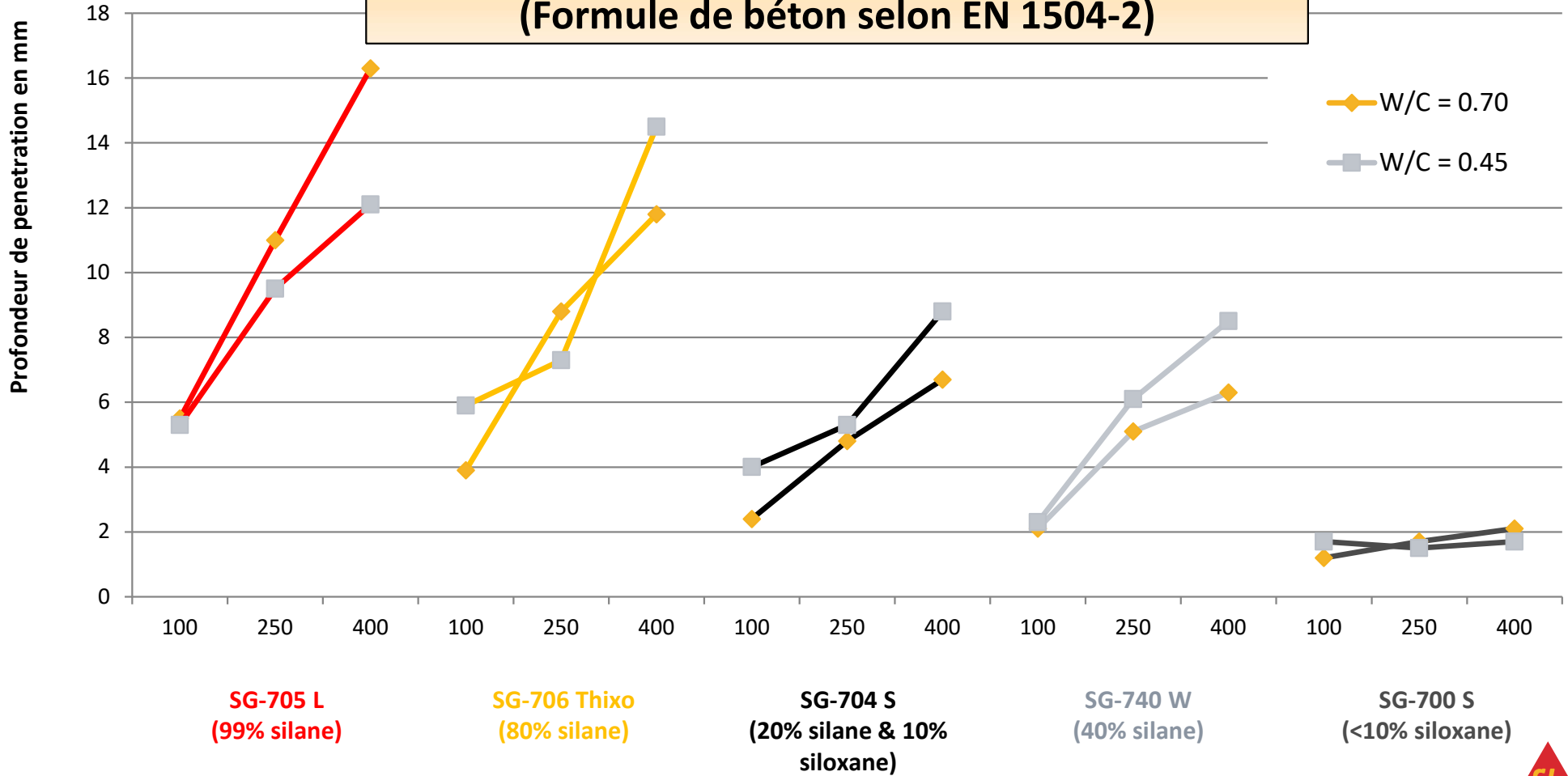
Note*: Lorsque l'absorption d'eau des capillaires est inférieure à $w < 0,01 \text{ kg}/(\text{m}^2 \times \text{h}0.5)$, il ne faut pas s'attendre à ce qu'il y ait diffusion des ions chlorure

- Faute d'essai qualifiant vis-à-vis des principes 2 (contrôle du taux d'humidité du béton) et 8 (augmentation de la résistivité) de la norme NF EN 1504-9, les imprégnations sont d'une utilisation limitée en génie civil. En réparation et en protection, ces produits ont généralement la fonction de durcisseur de surface, de réducteur de poussière.
- Pour les ouvrages d'art, seuls les produits d'imprégnation hydrophobe se conformant aux spécifications normalisées les plus élevées de la norme NF EN 1504-2 (profondeur de pénétration, absorption d'eau, résistance aux alcalis, taux (vitesse) de dessiccation et résistance aux cycles gel-dégel avec sels de déverglaçage du béton le cas échéant) doivent être utilisés.
- En outre, le marquage CE de ces produits doit reposer sur un système d'attestation de conformité de niveau 2+.

NF P 95103 Extrait

- Il est également possible d'envisager des applications combinées de certaines méthodes sous réserve de vérifier la compatibilité des produits utilisés qui forment alors un système.
- Certains systèmes de protection combinent l'utilisation d'une sous-couche d'imprégnation hydrophobe et d'un revêtement, dans une recherche d'une durabilité maximale.

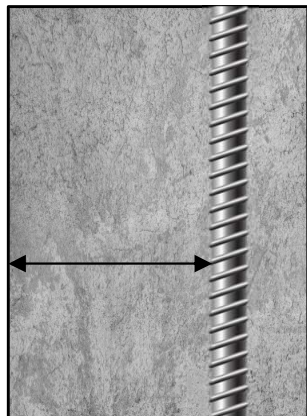
Profondeur de pénétration dans un béton carbonaté (Formule de béton selon EN 1504-2)



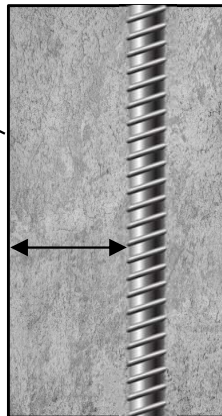
THÈSE À L'UNIVERSITÉ DU CAP (UCT: UNIVERSITY OF CAPE TOWN)

Objectifs de la recherche:

- Déterminer de combien le recouvrement théorique des armatures peut être réduit par l'utilisation d'une imprégnation hydrophobe.



Surface
traitée
avec un
silane



UNIVERSITY OF CAPE TOWN
FACULTY OF ENGINEERING AND THE BUILT ENVIRONMENT
Department of Civil Engineering



Service life extension of reinforced concrete structures using hydrophobic impregnation

Name: Haris Sohawon
Student Number: SHWHAR001
Supervisor: Professor Hans Beushausen
Date: 26th August 2018

A dissertation submitted to the Department of Civil Engineering, University of Cape Town, in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science in Civil Engineering.

THÈSE À L'UNIVERSITÉ DU CAP (UCT: UNIVERSITY OF CAPE TOWN)

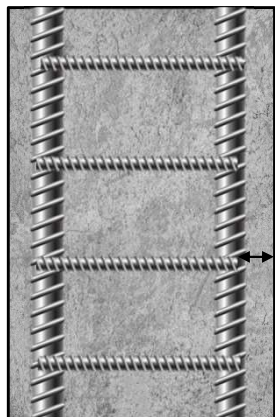
Objectifs de la recherche:

- Déterminer de combien le recouvrement théorique des armatures peut être réduit par l'utilisation d'une imprégnation hydrophobe.
- Prolongation de la durée de vie

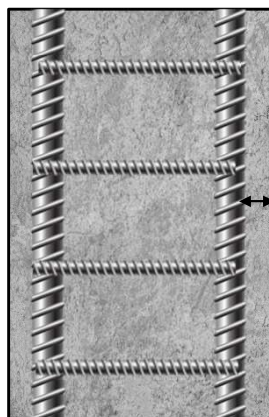
UNIVERSITY OF CAPE TOWN
FACULTY OF ENGINEERING AND THE BUILT ENVIRONMENT
Department of Civil Engineering



Service life extension of reinforced concrete structures using hydrophobic impregnation



Recouvrement
insuffisant
(épaisseur/qualité)



Surface traitée avec
un silane

**Prolongation de la
durée de vie?**

Name: Haris Sohawon
Student Number: SHWHAR001
Supervisor: Professor Hans Beushausen
Date: 26th August 2018

A dissertation submitted to the Department of Civil Engineering, University of Cape Town, in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science in Civil Engineering.

FORMULE DE BÉTON

MIX DESIGN	Mix 1 (Control)	Mix 2 (Control)	Mix 3	Mix 4	Mix 5	Mix 6	Mix 7	Mix 8
Material (kg/m ³)	100% CEM I (w/b 0.45)	100% CEM I (w/b 0.60)	30% Fly ash (w/b 0.45)	30% Fly ash (w/b 0.60)	50% GGCS (w/b 0.45)	50% GGCS (w/b 0.60)	CEM III/B (w/b 0.45)	CEM III/B (w/b 0.60)
Cement (CEM III/B 42.5N)	-	-	-	-	-	-	411	308
Cement (CEM I 52.5N)	411	308	288	216	206	154	-	-
Extender (Fly-ash)	-	-	123	93	-	-	-	-
Extender (GGCS)	-	-	-	-	206	154	-	-
Fine aggregate (Crusher sand)	426	472	406	457	419	467	413	463
Fine aggregate (Dune sand)	426	472	406	457	419	467	413	463
Coarse aggregate (19-mm Greywacke)	1040	1040	1040	1040	1040	1040	1040	1040
Water	185	185	185	185	185	185	185	185
Total binder (kg/m ³)	411	308	411	308	411	308	411	308
Fly-ash content (%)	-	-	30	30	-	-	-	-
GGCS content (%)	-	-	-	-	50	50	-	-

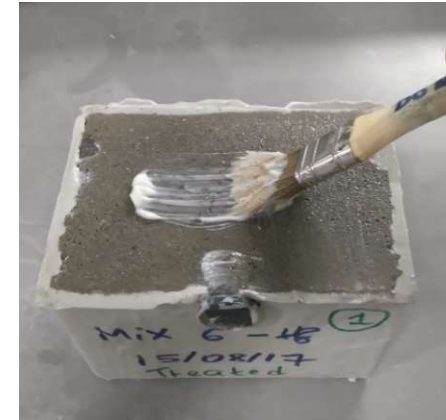
CURE DES BÉTONS



- Après démoulage à 24 heures, les échantillons de béton sont enveloppés dans un film plastique pour 7 jours en chambre à 23°C puis en atmosphère de 63% d'humidité relative à 23°C)

TRAITEMENT AVEC UN SILANE EN CRÈME

- À 28 jours d'âge, les surfaces des bétons sont préparées avec du papier sablé pour éliminer toute trace d'impureté ou d'agent de démoulage
- Application en 1 passe de 400 g/m²

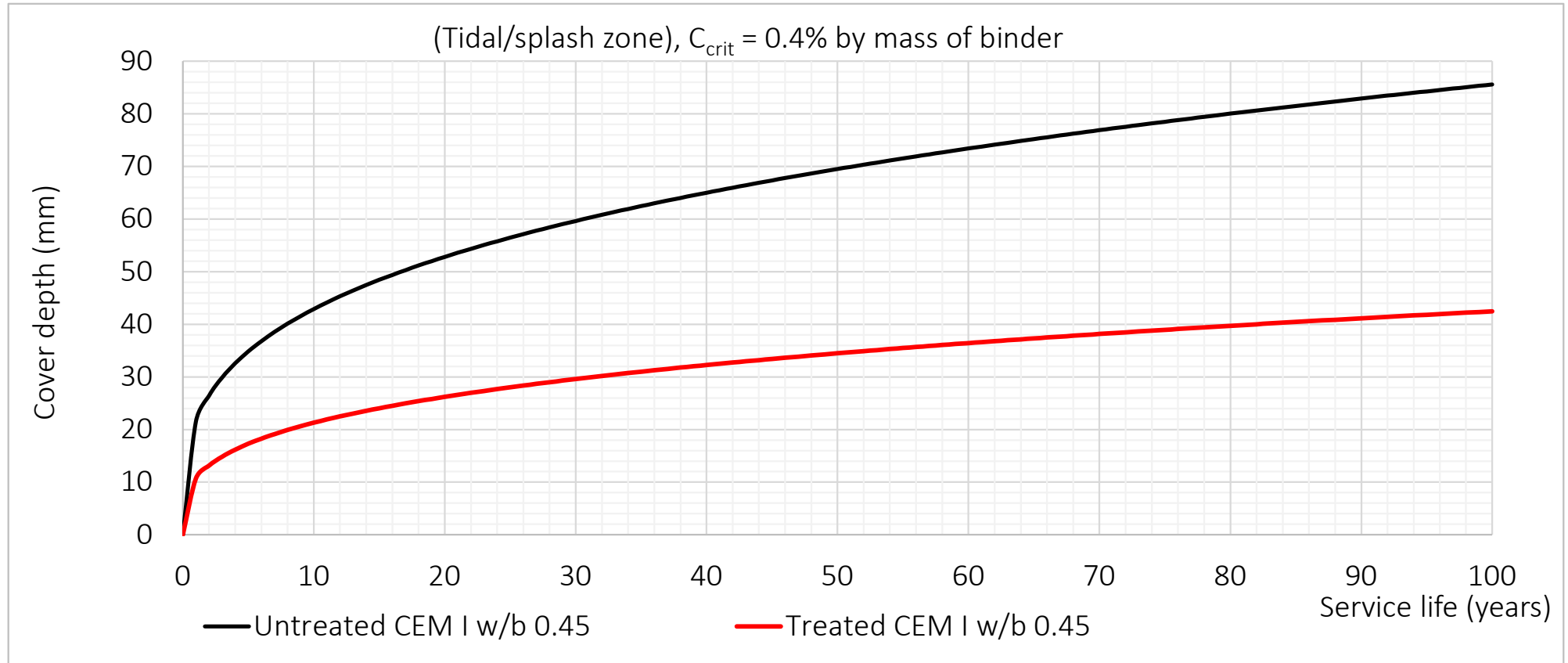


SIMULATION D'UNE MAUVAISE CURE

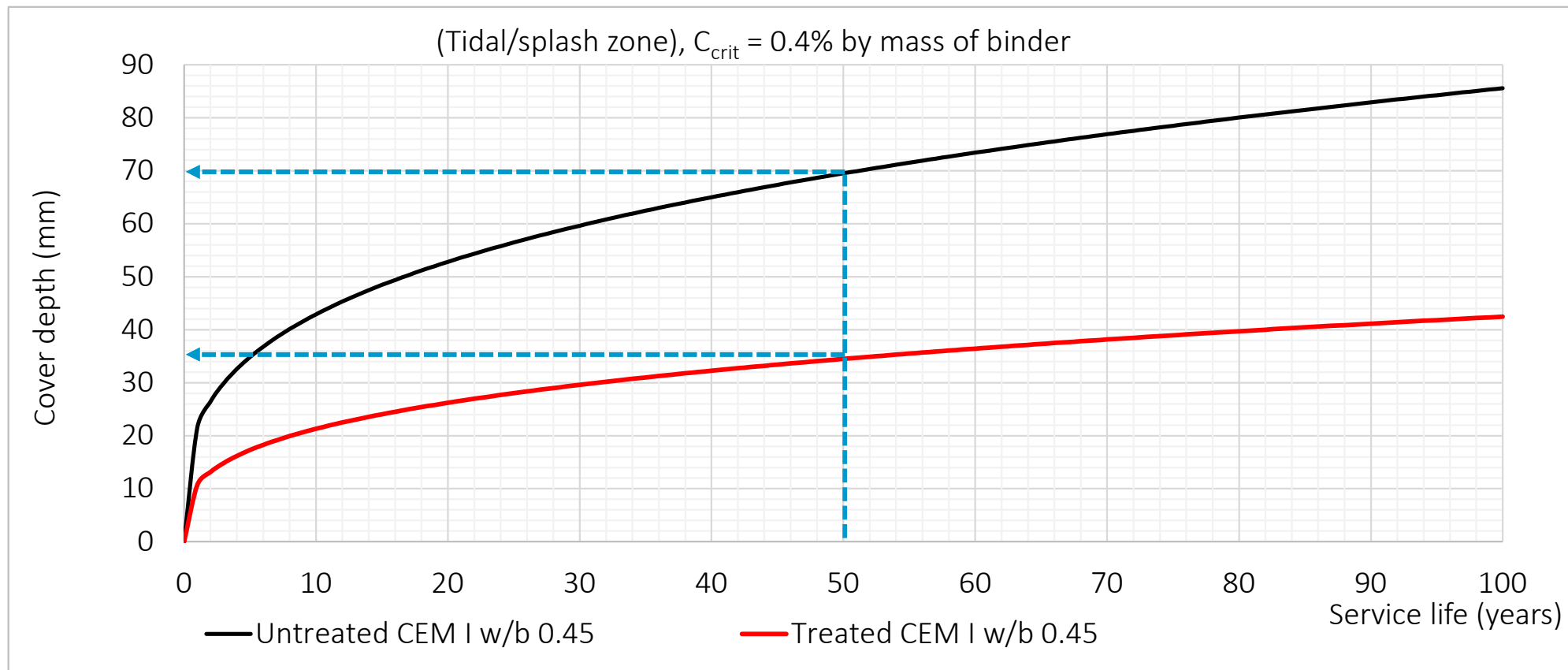
Formule	E/C	Composition	Température (°C)
Mix 2 bis	0,60	100% CEM I	80
Mix 4 bis		70% CEM I / 30% CV	50
Mix 6 bis		50% CEM I / 50 Laitier	50
Mix 8 bis		100% CEM III/B	30

- Pour simuler une mauvaise cure, après démoulage, les bétons ont été placés sans protection aux températures indiquées

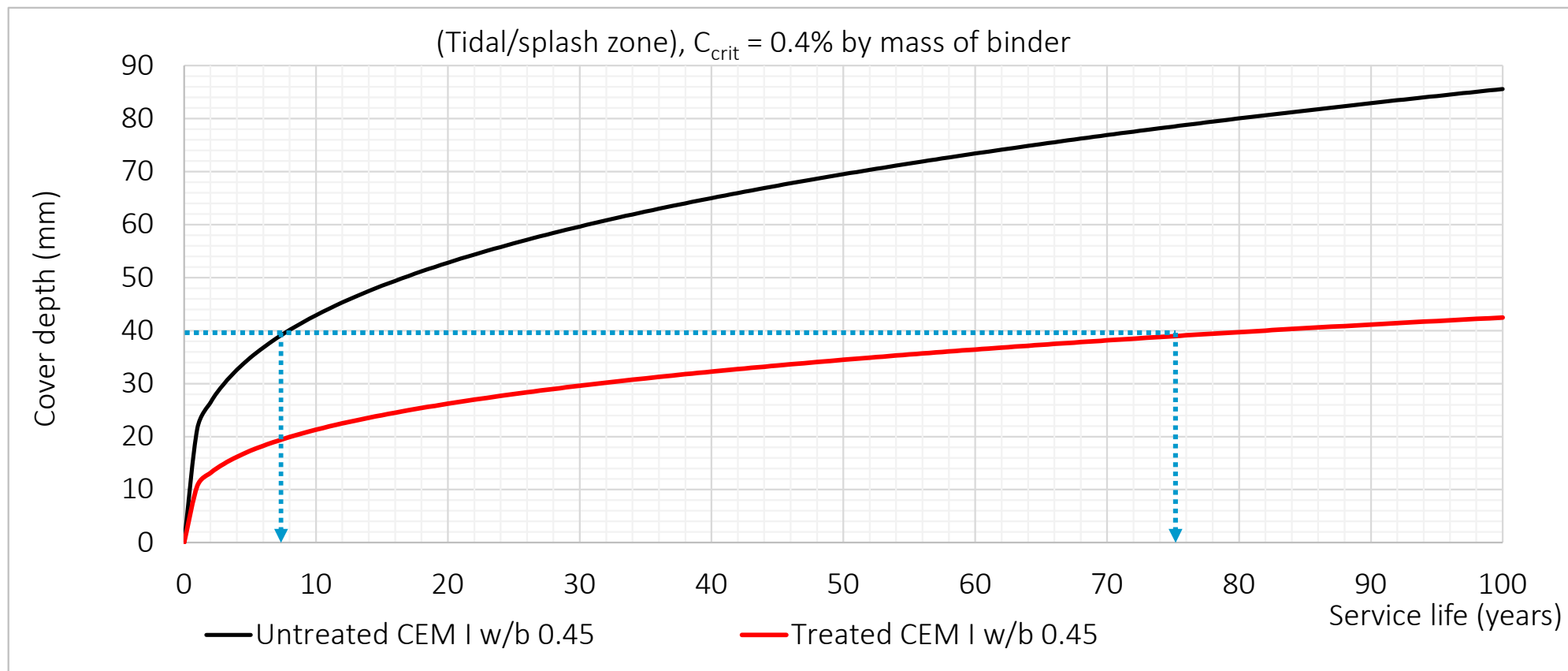
EXEMPLE DE GRAPHIQUE DE PRÉDICTION DE LA DURÉE DE VIE







EXEMPLE DE GRAPHIQUE DE PRÉDICTION DE LA DURÉE DE VIE



EXEMPLE DE GRAPHIQUE DE PRÉDICTION DE LA DURÉE DE VIE



AMÉLIORATION DE LA DURÉE DE VIE - RÉSUMÉ

50 années de durée de vie				Recouvrement de béton minimum (en mm)		Réduction de recouvrement (en mm)	
Classe d'exposition	E/C	Formule	Composition	Non-Traité	Traité	En mm	En %
Zone de marnage / Eclaboussure (XS3)	0,45	Mix 1	100% CEM I	70	34	36	51%
		Mix 3	70% CEM I / 30% CV	44	7	37	84%
		Mix 5	50% CEM I / 50 Laitier	29	9	20	69%
		Mix 7	100% CEM III/B	34	6	28	82%
Zone atmosphérique (XS1)	0,60	Mix 2	100% CEM I	70	15	55	79%
		 Mix 2 bis	100% CEM I	90	12	>78	87%
		Mix 4	70% CEM I / 30% CV	45	2	43	96%
		 Mix 4 bis	70% CEM I / 30% CV	>90	<1	>89	99%
		Mix 6	50% CEM I / 50 Laitier	28	12	16	57%
		 Mix 6 bis	50% CEM I / 50 Laitier	>90	11	>79	88%
		Mix 8	100% CEM III/B	20	9	11	55%
 Mix 8 bis	100% CEM III/B	>90	2	>88	98%		

RÉSUMÉ DU POSITIONNEMENT DE L'IMPRÉGNATION HYDROPHOBE

Produit	Profondeur de pénétration ciblée en mm	Utilisation optimale
Sikagard-705 L ou Sikagard-706 Thixo	> 5mm	Protection maximale en condition marine ou côtière Pour inhiber la corrosion et atténuer la réaction du silicate alcalin
Sikagard-704 S	3-4 mm	Utilisation à usage général en génie civil
Sikagard-740 W	2- 3 mm	Usage général dans la protection des bâtiments ou comme primaire (1x) sous revêtement protecteur
Sikagard-700 S		Pour la protection générale de la maçonnerie ou le substrat non alcalin Pour le béton, peut être utilisé comme apprêt (2x) sous revêtement protecteur

IMPRÉGNATIONS HYDROPHOBES – DURABILITÉ PROUVÉE

- 10 ans – Jetées sur le front de mer; traité: ~0% Chlorures au droit des aciers (référence: >0.6%)



- 10 ans – Tunnel; “Après 10 ans, il n’y a aucune indication de réduction de performance du traitement”
- 15 ans – 26 Ponts; “le traitement durera au moins 15 ans”



- 20 ans – Pont; “Un traitement aussi vieux que 20 ans peut encore être présent et offrir un effet protecteur résiduel”

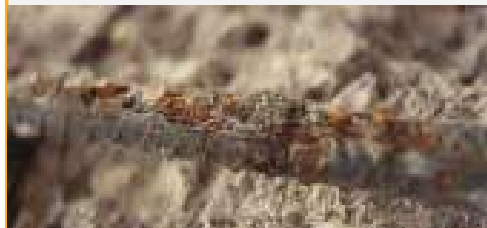


IMPRÉGNATION HYDROPHOBE – RÉSUMÉ

- Technologie bien connue depuis des décennies dans de nombreux pays
- Performances démontrées en laboratoire et in situ sur une longue durée
- Conforme à diverses normes, lignes directrices (p. ex., 1504-2, APAS)
- Convient comme système de traitement autonome ou de combinaison avec d'autres techniques (par exemple, avec des revêtements protecteurs et / ou un inhibiteur de corrosion)

IMPRÉGNATION HYDROPHOBE – CONCLUSION

Protection efficace contre:



- Chlorures, sulfates ou autres éléments agressifs solubles dans l'eau
- Corrosion



- Réaction d'expansion interne (RAS, FRE)



- Cycles de gel/dégel avec influence des sels de déverglage

GAMME DE PRODUITS – IMPRÉGNATION HYDROPHOBE

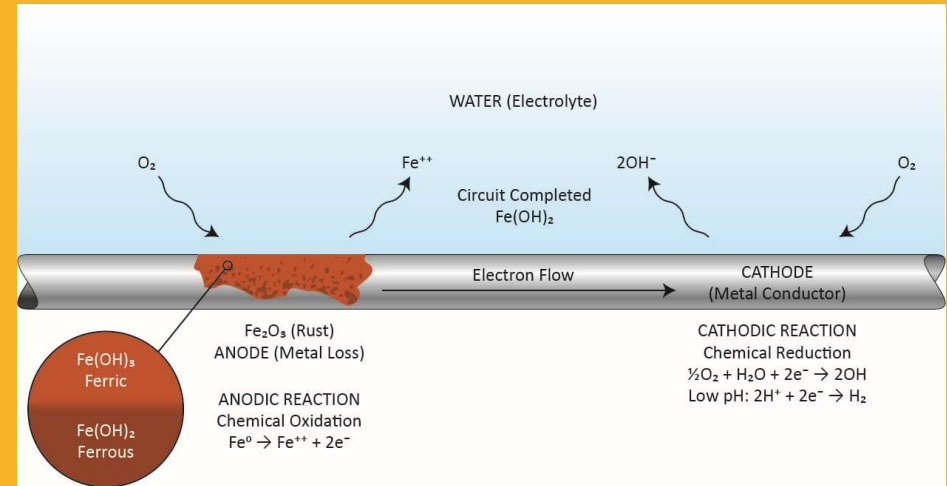
Produit	Aspect	Profondeur de pénétration	Résistance au gel et au dégel	Durabilité
Sikagard-706 Thixo	Crème en phase aqueuse (~80%)	++++	++++	++++
Sikagard-705 L	Liquide sans solvant (~99%)	++++	++++	++++
Sikagard-704 S	Liquide avec solvant (~30%)	+++	+++	+++
Sikagard-740 W	Emulsion de silane (~40%)	++	++	++
Sikagard-700 S	Liquide avec solvant (<10%)	+	+	+

GAMME DE PRODUITS – IMPRÉGNATION HYDROPHOBE

Produit	Aspect	Profondeur de pénétration	Résistance au gel et au dégel	Durabilité
Sikagard-706 Thixo*	Crème en phase aqueuse (~80%)	++++	++++	++++
Sikagard-705 L*	Liquide sans solvant (~99%)	++++	++++	++++
Sikagard-704 S	Liquide avec solvant (~30%)	+++	+++	+++
Sikagard-740 W	Emulsion de silane (~40%)	++	++	++
Sikagard-700 S	Liquide avec solvant (<10%)	+	+	+

Note : Ces 2 produits à base de Silane, agissent aussi comme inhibiteur passif de corrosion*

INHIBITEURS DE CORROSION



TERMINOLOGIE DES INHIBITEURS DE CORROSION

Système actif

L'inhibition est obtenue par:

- Réaction chimique entre l'acier et l'inhibiteur entraînant la formation d'un film protecteur
- Adsorption sur la surface de l'acier résultant en une couche protectrice

Système passif

L'inhibition est obtenue par

- Réduction de la pénétration de chlorure (criblage des chlorures)
- Réduire l'humidité près des barres d'armature – augmenter la résistivité du béton
- ou, en réduisant l'O₂ près des barres d'armature

Système passif-actif

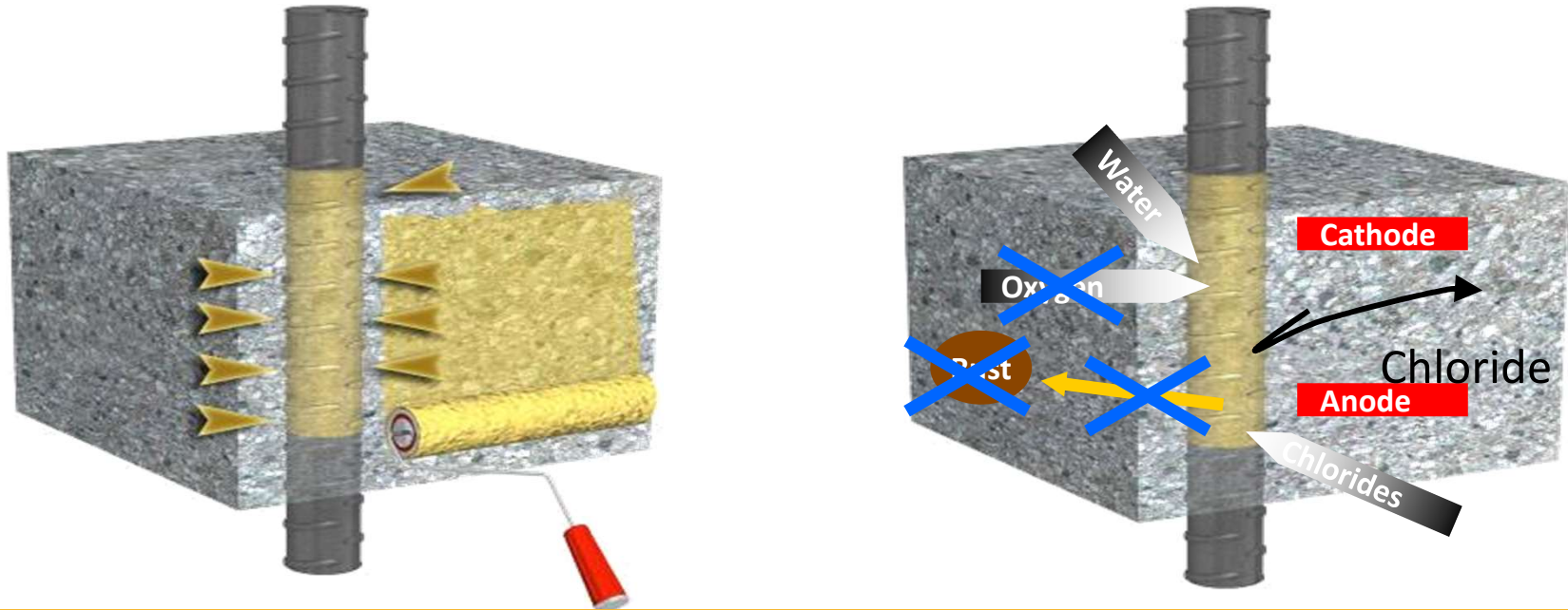
L'inhibition est obtenue par:

- Combinaison des deux

BUILDING TRUST



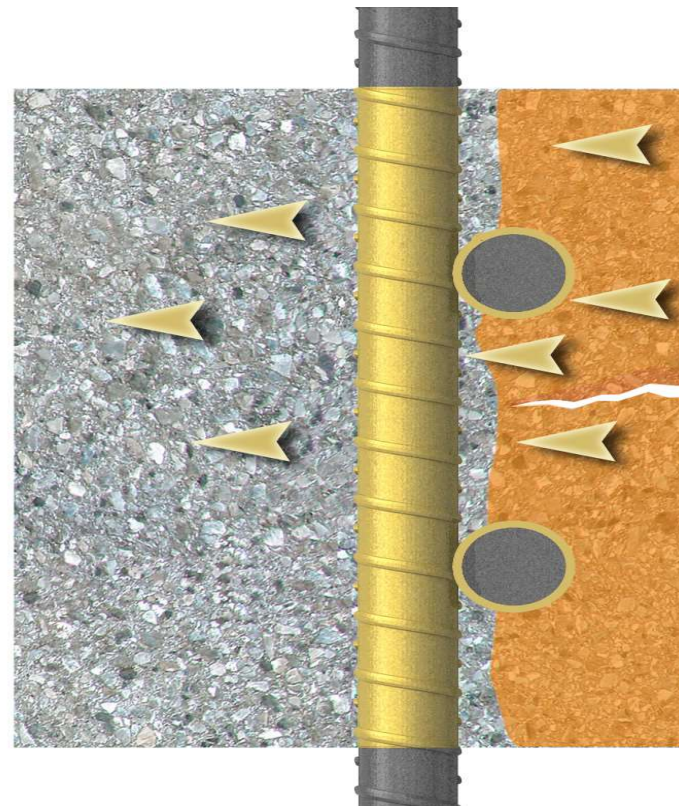
INHIBITEURS ACTIFS DE CORROSION



Sika FerroGard-903 Plus pénètre dans le béton perméable sous sa forme liquide et vapeur.
Il forme une barrière chimique à la surface de l'acier qui protège l'armature.

SIKA FERROGARD-903 PLUS

- Un inhibiteur de corrosion bien établi
- Basé sur un mélange d' amino alcools organiques et de sel d' amino alcool
- Faible viscosité
- liquide transparent – pas de changement d' aspect du support
- A base d'eau
- Non toxique
- Contenu actif élevé
- Excellent système de protection en combinaison avec une imprégnation hydrophobe ou un revêtement de protection.



PONT NANIN, AUTOROUTE A 13, MISOX, SUISSE



Soubassement du pont et poutre longitudinale

Conditions:

Barres d'armature dans la zone carbonatée
Seulement quelques dégradations locales du béton

Application:

Application du FerroGard-903 en 1996, principalement au rouleau, en raison des vents forts dans cette zone (application par pulvérisation impossible).

Consommation:

Surface traitée: 2000 m²
Consommation du FerroGard-903: ~500 g/m², appliqué en ~5 étapes

PONT NANIN, CONCLUSION



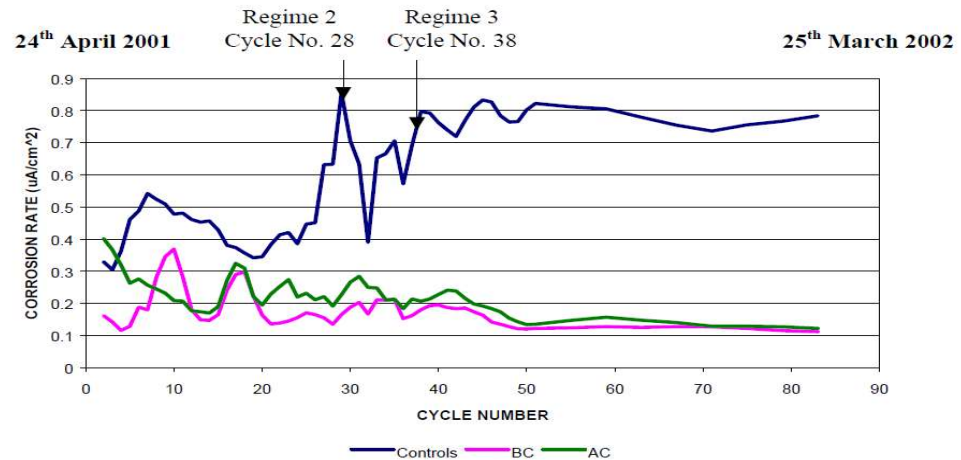
- 6 ans après l'application, l'inhibiteur est toujours présent à une concentration élevée
- Pas d'évolution significative du profil de concentration
- Aucune pénétration supplémentaire n'est constatée

INHIBITEURS ACTIFS DE CORROSION– BÉTON CARBONATÉ



Efficace du fait:

- Le béton carbonaté est généralement associé à un faible enrobage des armatures.
- Dans le bâtiment, la qualité du béton est d'environ 30 MPa
- Faible vitesse de corrosion



INHIBITEURS ACTIFS DE CORROSION– BÉTON CONTENANT DU CHLORE



Point faible de la technologie :

- ↓ En général, les ponts et les structures maritimes ont :
 - Béton plus dense et moins poreux
 - Recouvrement des armatures plus important
- ↗ Corrosion du béton armé d'un bâtiment situé près du bord de mer :
 - Béton de moindre qualité que celui des ponts
- ↓ Limitation du niveau de chlorure au niveau des armatures (<1% pdc)
- ↓ Vitesse de corrosion rapide
- ↓ Présence de sel à la surface du béton empêchant la pénétration.

INHIBITEURS ACTIFS DE CORROSION– BÉTON CONTENANT DU CHLORE

Des limitations:

- La qualité du béton - par exemple, pont avec une résistance du béton > 50 MPa
- Recouvrement des armatures et densité du béton mis en œuvre avec une
- La présence de chlorure
- La vitesse de la corrosion



Potentiellement envisagé si :

- faible recouvrement des armatures
- Entretien proactif - l'inhibiteur est placé avant qu'une quantité significative de chlorures ait atteint les barres d'armature.
- En rénovation ; teneur en chlorure faible à moyenne au niveau des armatures

INHIBITEUR PASSIF DE CORROSION – SIKAGARD®-705 L



Structures en béton

À base de silane – forme liquide



- Libre de solvant (~100% matière active)
- Très bonne pénétration dans le béton
- Faible volatilité
- Bonne résistance aux alcalins
- Prévention de la pénétration de l'eau MAIS permet le support de respirer
- Résistance aux gel/dégel et sels de déverglaçage
- Forte réduction de la pénétration des chlorures dans le temps
- Durabilité prouvée à long terme
- **Réduction de la corrosion**

INHIBITEUR PASSIF DE CORROSION – SIKAGARD®-706 THIXO

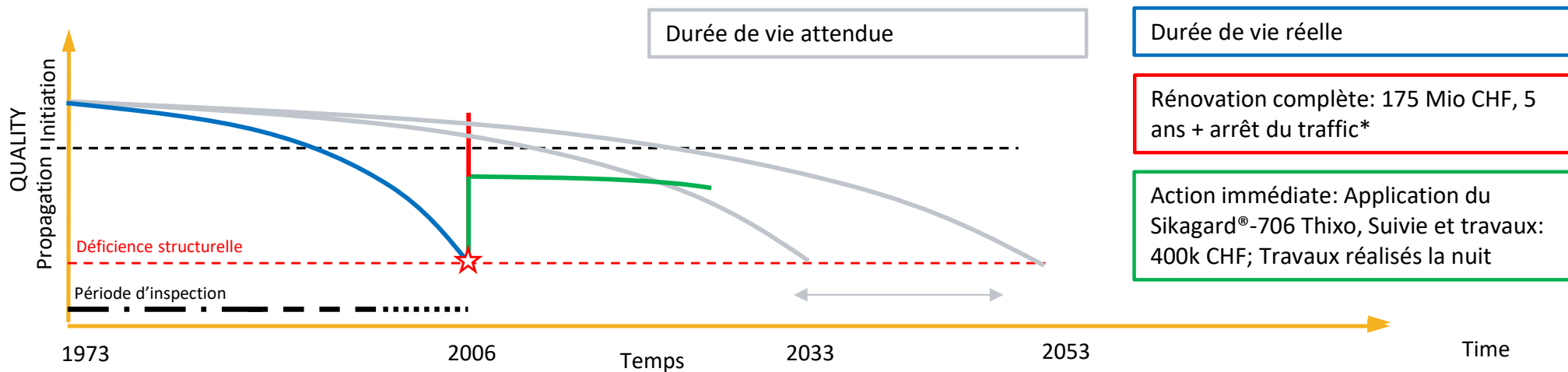


Base silane en crème, en phase aqueuse



- Consistance thixotrope
- Ne coule pas
- Faible volatilité
- Bonne résistance aux alcalins
- Faible COV
- Prévention de la pénétration de l'eau MAIS permet le support de respirer
- Résistance aux gel/dégel et sels de déverglaçage
- Forte réduction de la pénétration des chlorures dans le temps
- Durabilité prouvée à long terme
- **Réduction de la corrosion**

PLAFOND SUSPENDU DANS UN TUNNEL ROUTIER EN SUISSE



Problèmes : dépassivation due à la carbonatation (entièrement) et à la pénétration de chlorure (partiellement), non-conformité aux nouvelles normes (protection contre l'incendie, recouvrement du béton).

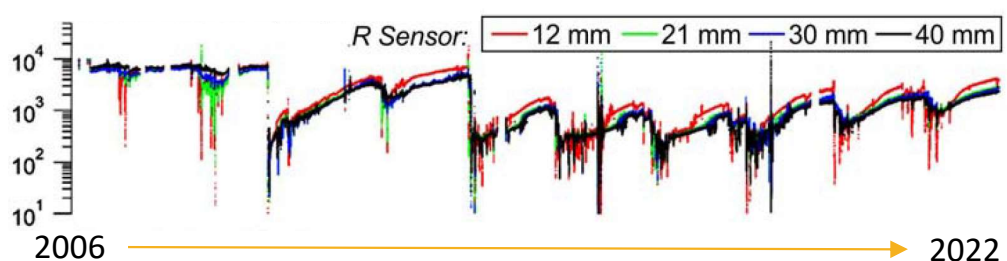
PLAFOND SUSPENDU DANS UN TUNNEL ROUTIER EN SUISSE

- Mesure de l'influence du Sikagard®-706 Thixo (traitement hydrophobe) sur la progression de la corrosion et la teneur en humidité.

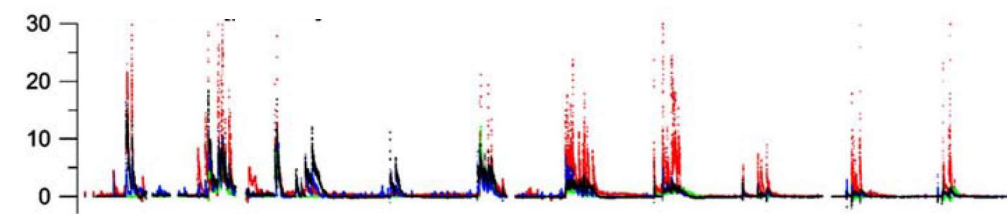


AUCUN TRAITEMENT

Taux d'humidité:

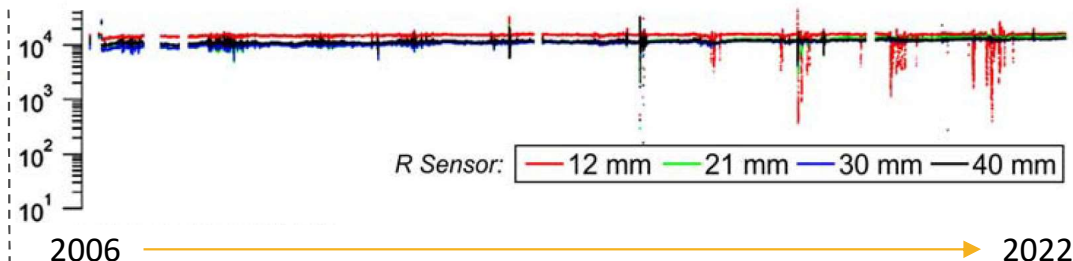


Courant de corrosion:



TRAITEMENT HYDROFUGE

Taux d'humidité:



Courant de corrosion:



BUILDING TRUST



VIDÉO SUR LA TECHNOLOGIE DES INHIBITEURS DE CORROSION

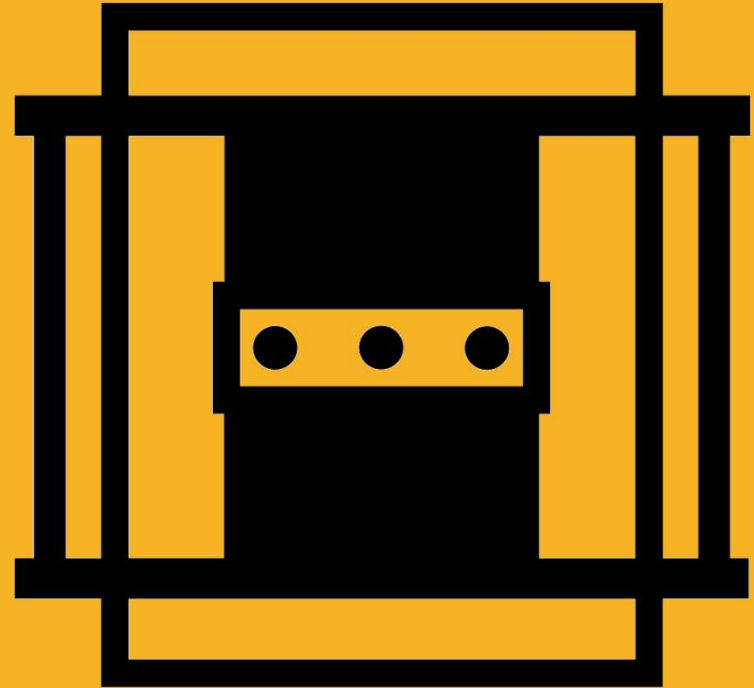


La vidéo visible sur le « Sika YouTube Channel »:

- [Sika – YouTube](#)

La version française est en préparation

PROTECTION CATHODIQUE



BUILDING TRUST

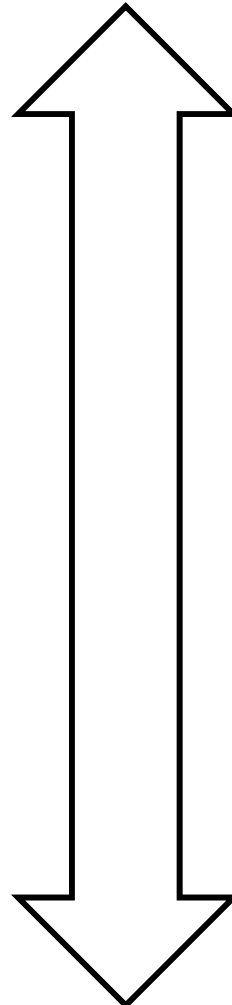


COUPLE GALVANIQUE



Corrosion galvanique affectant une plaque d'acier galvanisé en contact avec un boulon et un écrou en acier inoxydable.

Active (Anodique)



1.Magnesium

4.Zinc

27.Tin (plated)

28.Stainless steel 430 (active)

29.Lead

30.Steel 1010

31.Iron (cast)

32.Stainless steel 410 (active)

33.Copper

35.Chromium (Plated)

38.Stainless steel 310 (active)

44.Tungsten

45.Niobium

53.Stainless steel 316L (active)

54.Bronze 220

55.Copper 110

57.Stainless steel 347 (active)

59.Copper-nickel 715

61.Stainless steel 202 (active)

64.Stainless steel 201 (active)

65.Carpenter 20 (active)

66.Stainless steel 321 (active)

8.Silver

9.Gold

10.Graphite

Noble (Moins actif, Cathodique)

LA CORROSION DES ACIERS DANS LE BÉTON

10-30% de la surface de béton affectée (stade de détérioration).

**Anodes
naissantes
/
Effet de halo**



LA CORROSION DES ACIERS DANS LE BÉTON



Contrôle de la Corrosion

90%-70% de la surface de béton non affecté, structurellement sain, mais déjà contaminé (stade d'initiation / propagation).

UN TRAVAIL BIEN FAIT?



ANODES NAISSANTES

Le problème ... "la zone cathodique nouvellement établie dans le cadre de la réparation entraînera un nouveau site anodique dans la région contaminée".

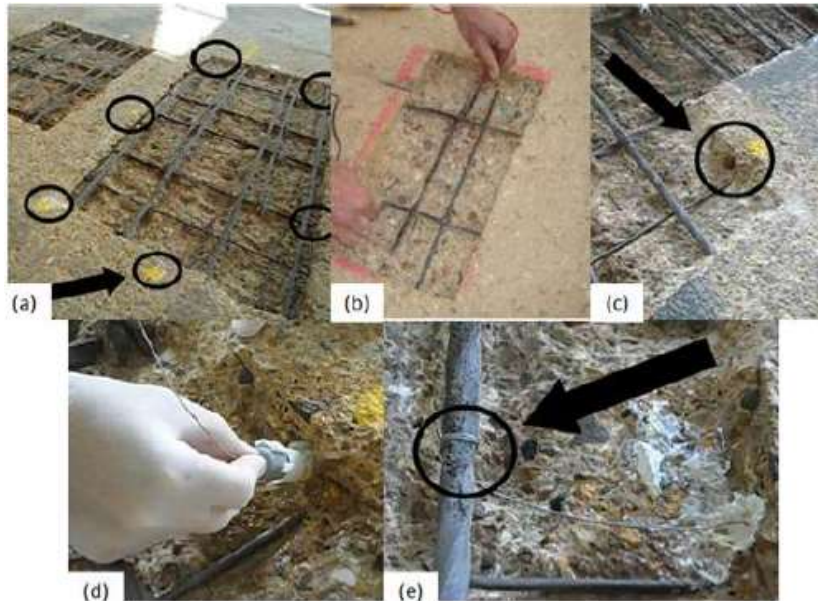


Anodes naissantes

BUILDING TRUST



CONTRÔLE DES ANODES NAISSANTES AVEC DES ANODES GALVANIQUES



Placé à l'extérieur de la zone à réparer



Placé à l'intérieur de la zone à réparer

CONTRÔLE DES ANODES NAISSANTES AVEC DES ANODES GALVANIQUES

2 concepts:

- Anodes placées directement dans le béton d'origine, à l'extérieur de la zone de réparation.
- **Les anodes sont placées dans la zone de réparation.**

Avantages

Pas de trou à percer

Simplicité

Inconvénients

CONTRÔLE DES ANODES NAISSANTES AVEC DES ANODES GALVANIQUES

2 concepts:

- Anodes placées directement dans le béton d'origine, à l'extérieur de la zone de réparation.
- **Les anodes sont placées dans la zone de réparation.**

Avantages	Inconvénients
Pas de trou à percer	Performances dépendantes de la qualité du mortier
Simplicité	Situées dans une zone qui n'a pas besoin de protection
	Plus faible couverture de protection

SIKA® FERROGARD® – INCIPIENT ANODE MITIGATION

2 concepts:

- **Anodes placées directement dans le béton d'origine, à l'extérieur de la zone de réparation.**
- Les anodes sont placées dans la zone de réparation.

Avantages

Performance indépendante de la qualité du mortier utilisé

Placé au plus près des armatures à protéger

Meilleure diffusion du courant galvanique

Une plus grande protection contre la diffusion

Inconvénients

SIKA® FERROGARD® – INCIPIENT ANODE MITIGATION

2 concepts:

- **Anodes placées directement dans le béton d'origine, à l'extérieur de la zone de réparation.**
- Les anodes sont placées dans la zone de réparation.

Avantages

Performance indépendante de la qualité du mortier utilisé

Placé au plus près des armatures à protéger

Meilleure diffusion du courant galvanique

Une plus grande protection contre la diffusion

Inconvénients

Trous à percer à la périphérie de la zone à réparer

SIKA® FERROGARD® – CONTRÔLE DES ANODES NAISSANTES INSTALLÉ DANS LE BÉTON ENTOURANT LA ZONE DE RÉPARATION

Nom	Dimension du trou (en mm)	Masse de Zinc (g)
FerroGard®-510 Patch	25 Ø x 45	65
FerroGard®-515 Patch	25 Ø x 80	120
FerroGard®-520 Patch	25 Ø x 130	198

Un mortier de bonne qualité (résistivité élevée) peut être utilisé pour faire la réparation.

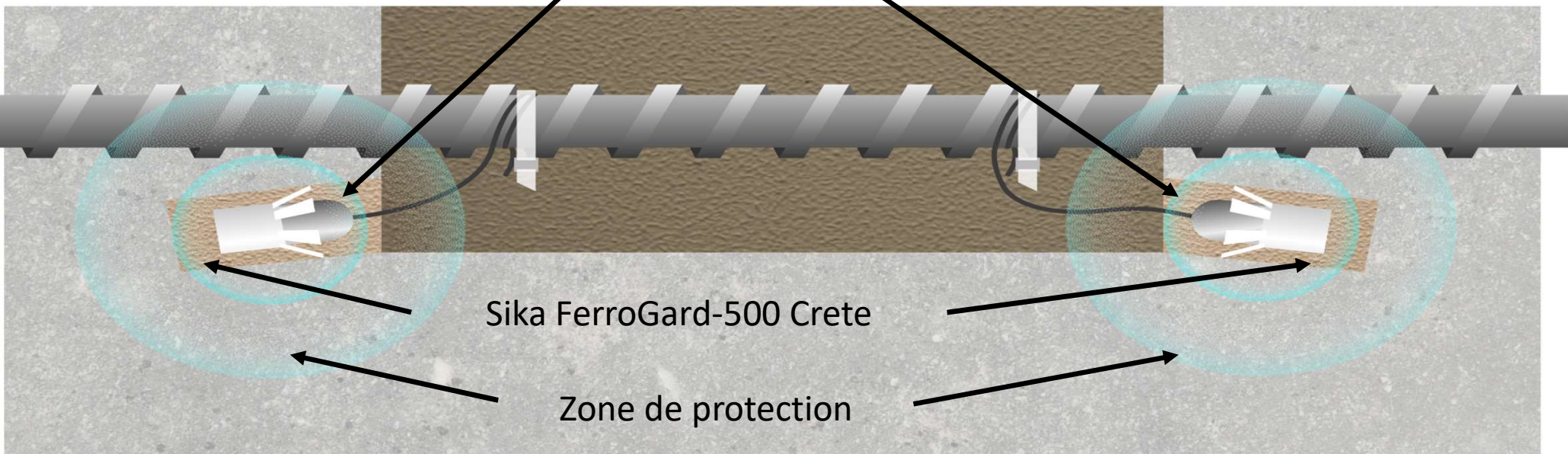


SIKA® FERROGARD® – CONTRÔLE DES ANODES NAISSANTES

Anode galvanique
Sika FerroGard-500's Patch

Sika FerroGard-500 Crete

Zone de protection



LA CORROSION DES ACIERS DANS LE BÉTON



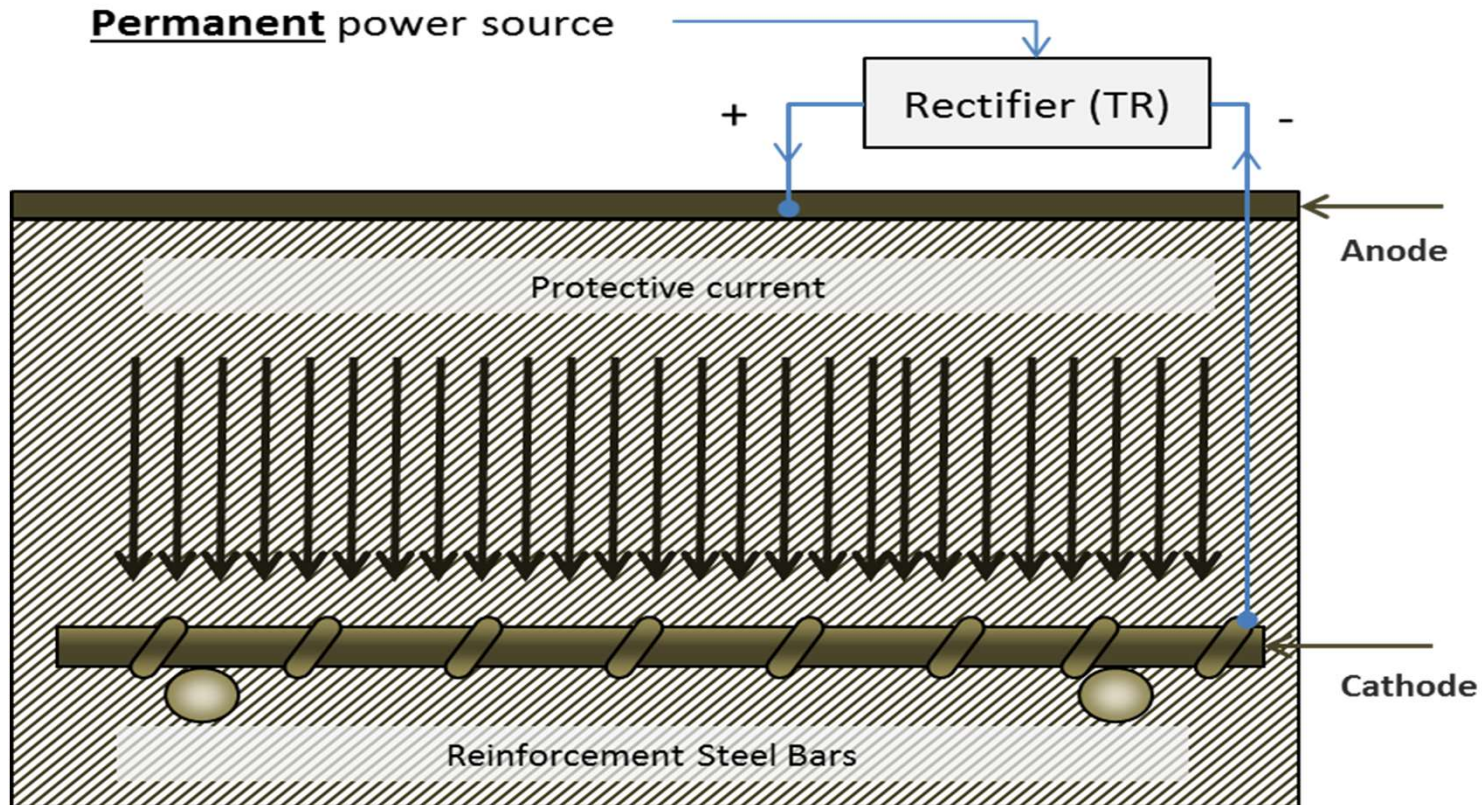
Contrôle de la Corrosion

PRINCIPE DE LA PROTECTION CATHODIQUE



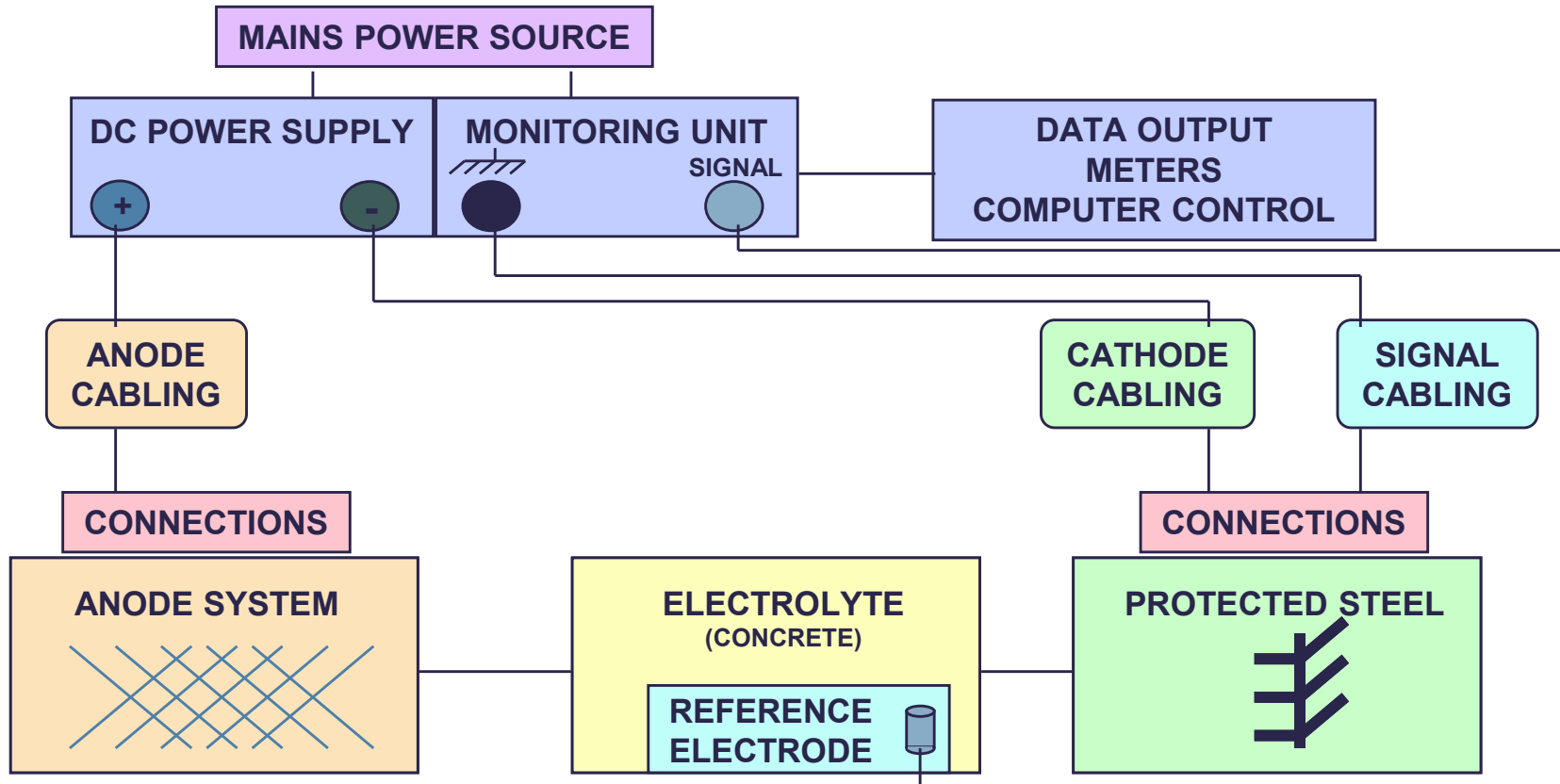
Comme la corrosion se produit **UNIQUEMENT** à l'anode, le principe de la protection cathodique est de placer les aciers d'armature en mode cathodique en disposant quelque part dans le système d'une anode.

PROTECTION CATHODIQUE PAR COURANT IMPOSÉ

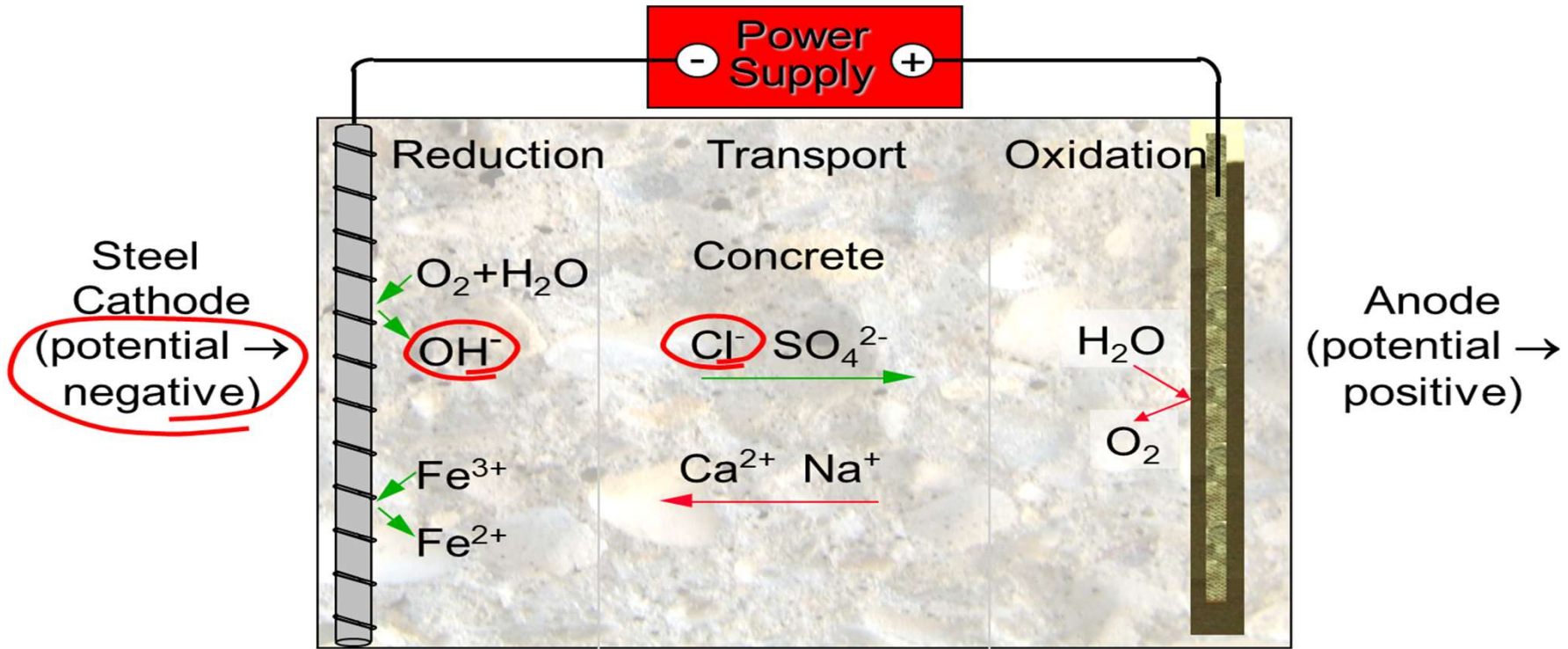


PROTECTION CATHODIQUE PAR COURANT IMPOSÉ

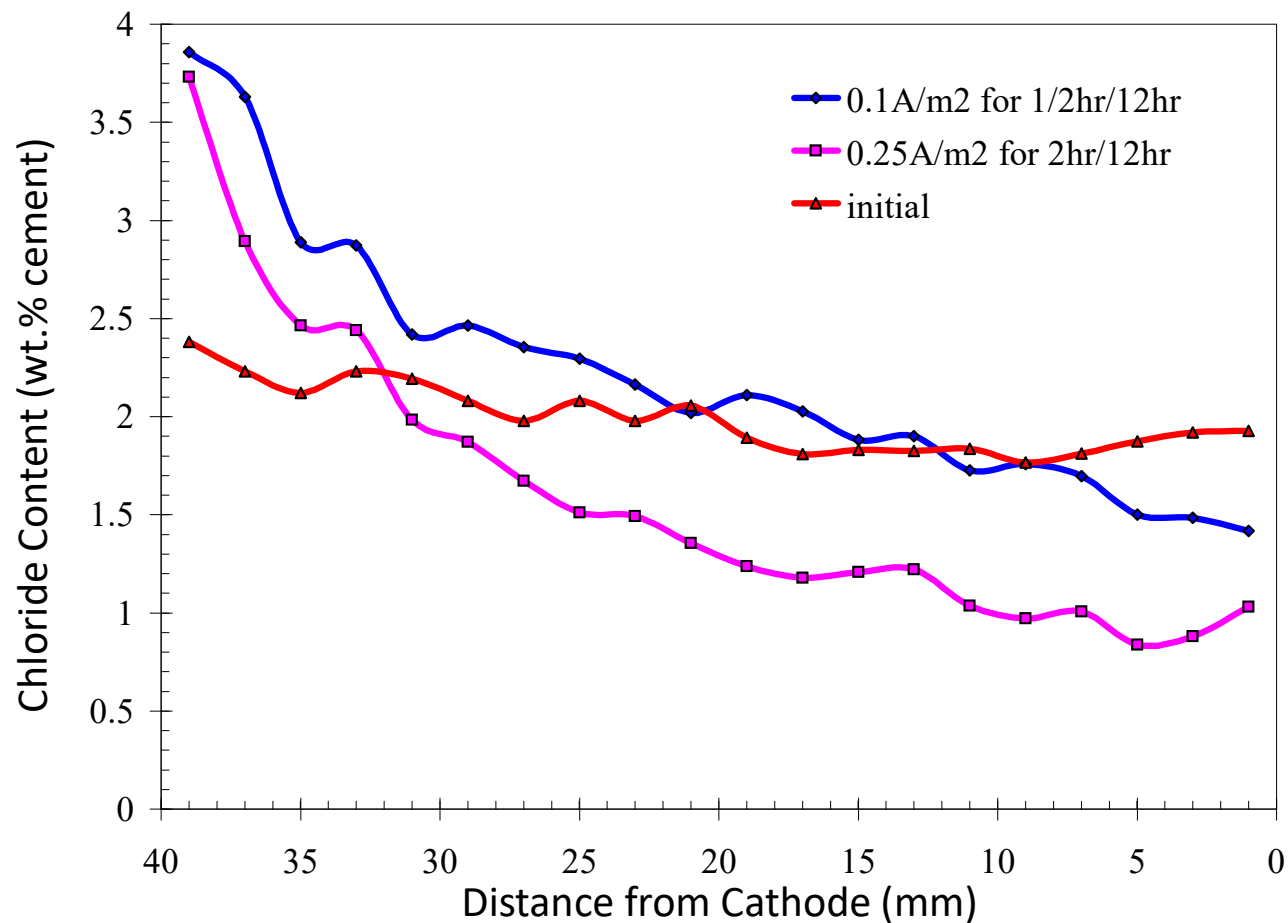
ICCP Components



PROTECTION CATHODIQUE PAR COURANT IMPOSÉ



EXTRACTION DE CHLORURES



PROTECTION CATHODIQUE PAR COURANT IMPOSÉ – ENJEUX

- Coût
- Complexité
- Vandalisme
- Maintenance



PROTECTION CATHODIQUE PAR COURANT IMPOSÉ – ENJEUX

- Acidification d'anodes rubans de types sur une structure des parkings





BUILDING TRUST



PROTECTION CATHODIQUE PAR COURANT IMPOSÉ – ENJEUX

Données du Transportation Research Board aux États-Unis :

Sur les 24 États ayant répondu à l'enquête, seuls 7 avaient mis en place un programme de surveillance et de maintenance de leurs systèmes de protection cathodique.

« Les systèmes non surveillés se traduisent essentiellement par des systèmes non performants. »

National Cooperative Highway Research Program
SYNTHESIS 398 TRANSPORTATION RESEARCH BOARD, 2009.

CONTRÔLE DE LA CORROSION AVEC ANODES GALVANIQUES

Ces anodes sont placées dans le béton sain mais contaminé et sont reliées entre elles pour fournir le courant galvanique.



Anodes discrètes installées pour prévenir la corrosion dans un parking.



Forage de trous dans une jetée pour l'installation d'anodes discrètes

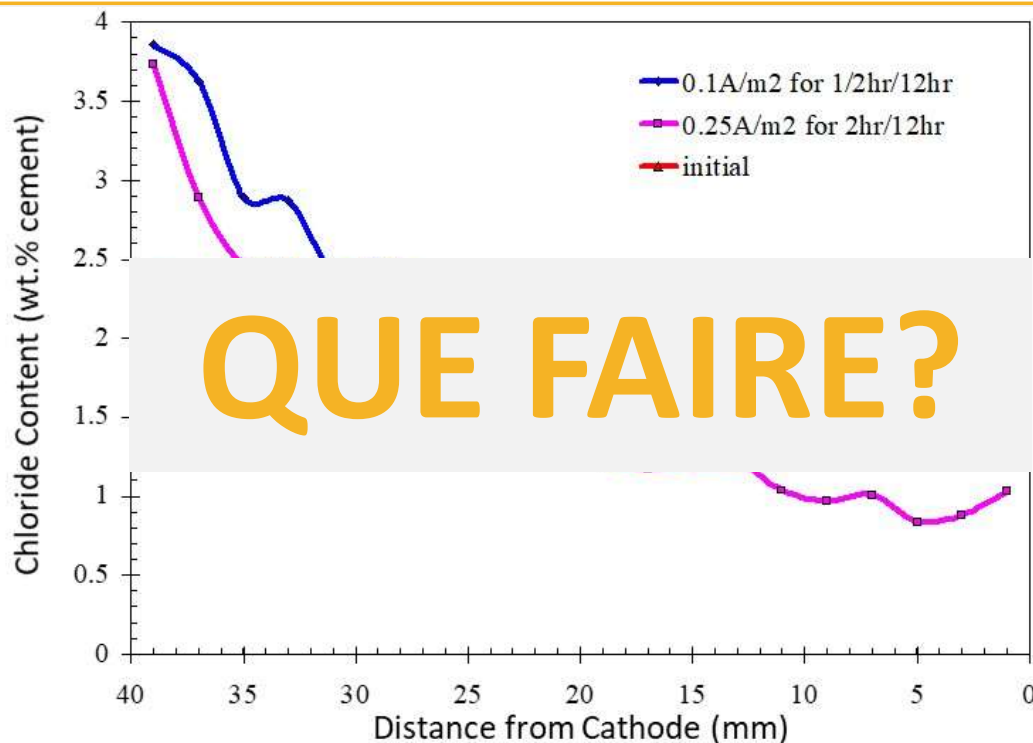
CONTRÔLE DE LA CORROSION AVEC ANODES GALVANIQUES

Ces anodes sont p
courant galvanique

entre elles pour fournir le



*Anodes discrètes instal
parking.*

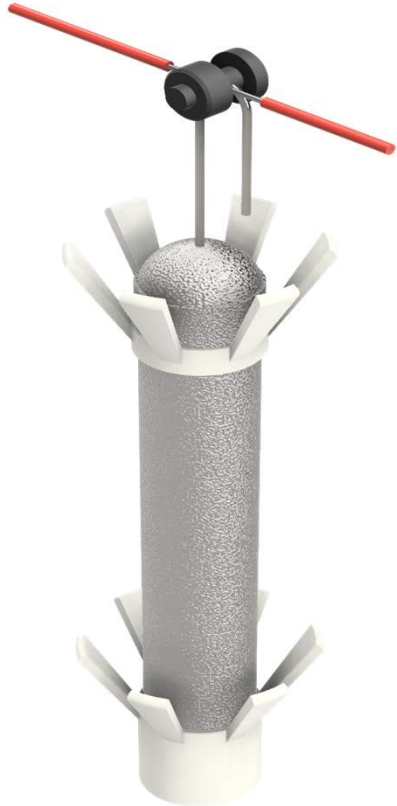


QUE FAIRE?



*jetée pour
l'installation d'anodes discrètes*

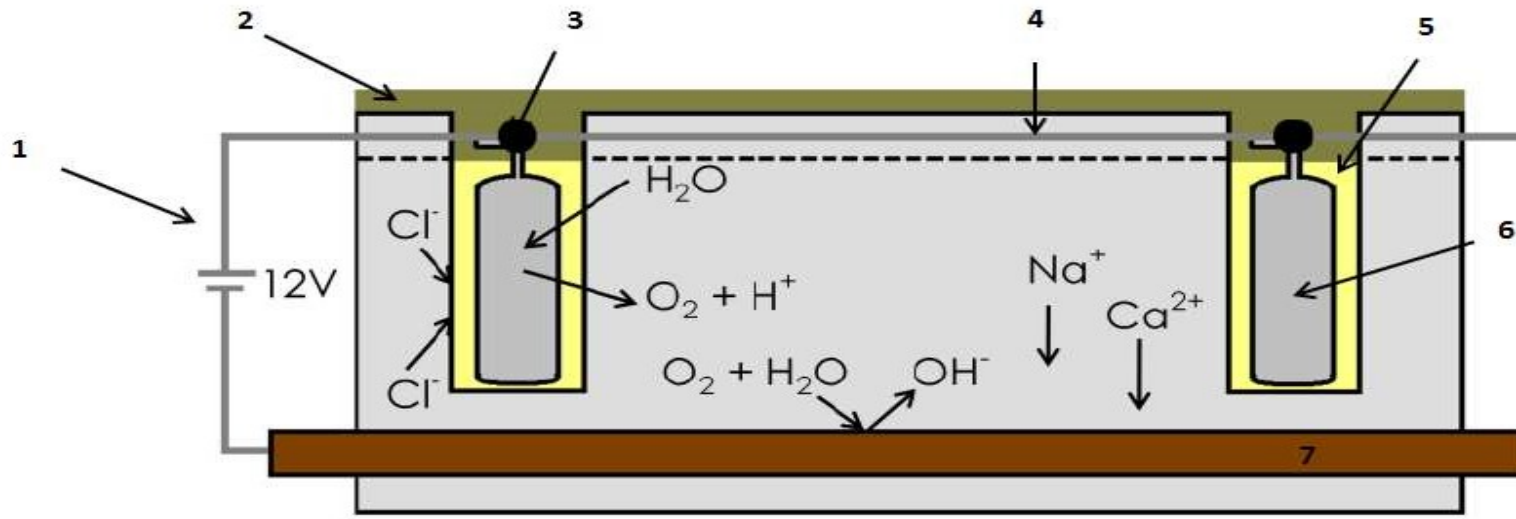
SIKA® FERROGARD®-300s DUO – ANODES HYBRIDES



Première anode hybride au monde

- *Combinaison de la protection cathodique à courant induit et de la protection cathodique à courant galvanique*
- *Enlève la complexité de la Protection Cathodique traditionnelle*

SIKA® FERROGARD®-300s DUO – ANODES HYBRIDES

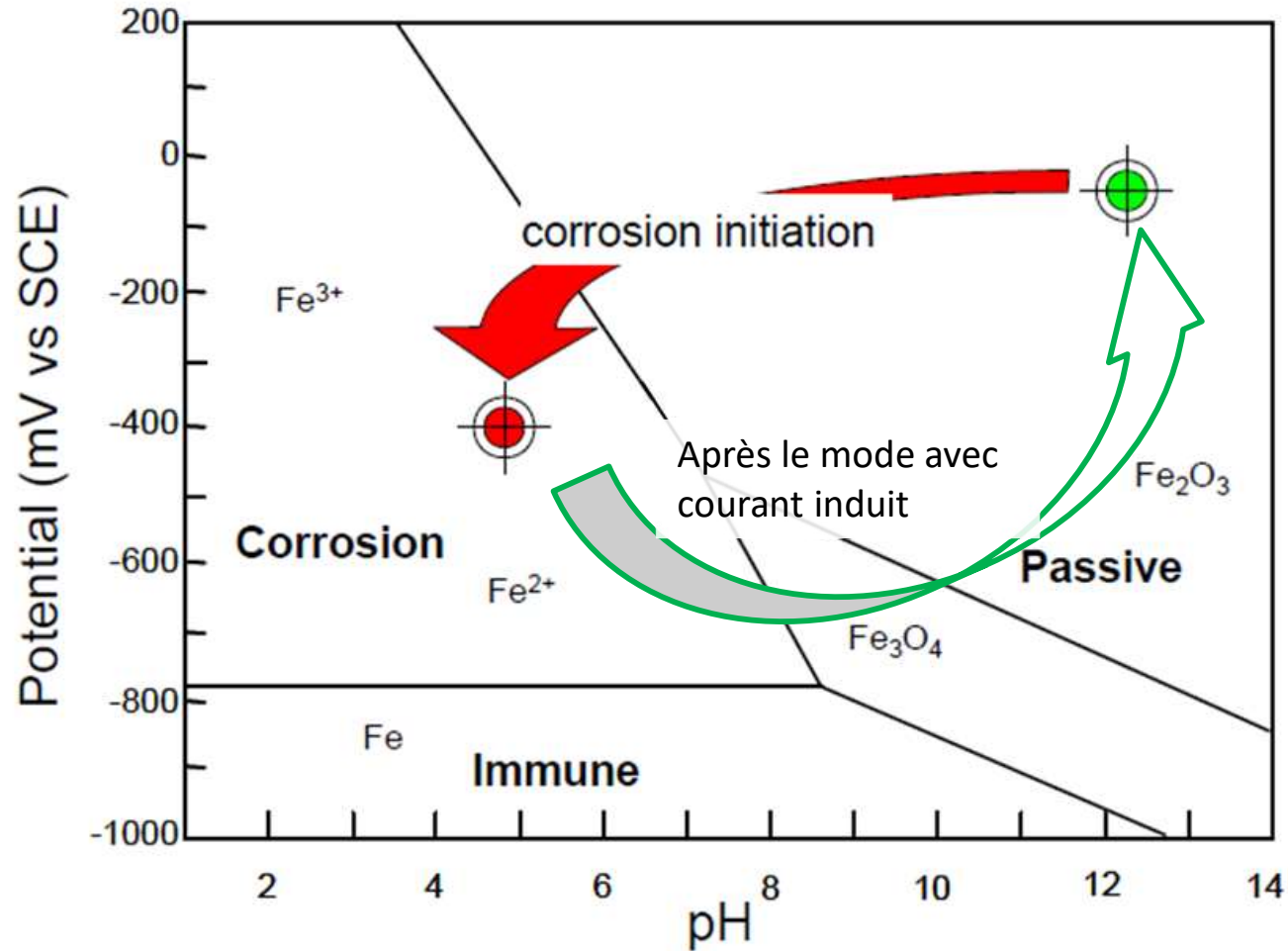


Pit Re-alkalisation

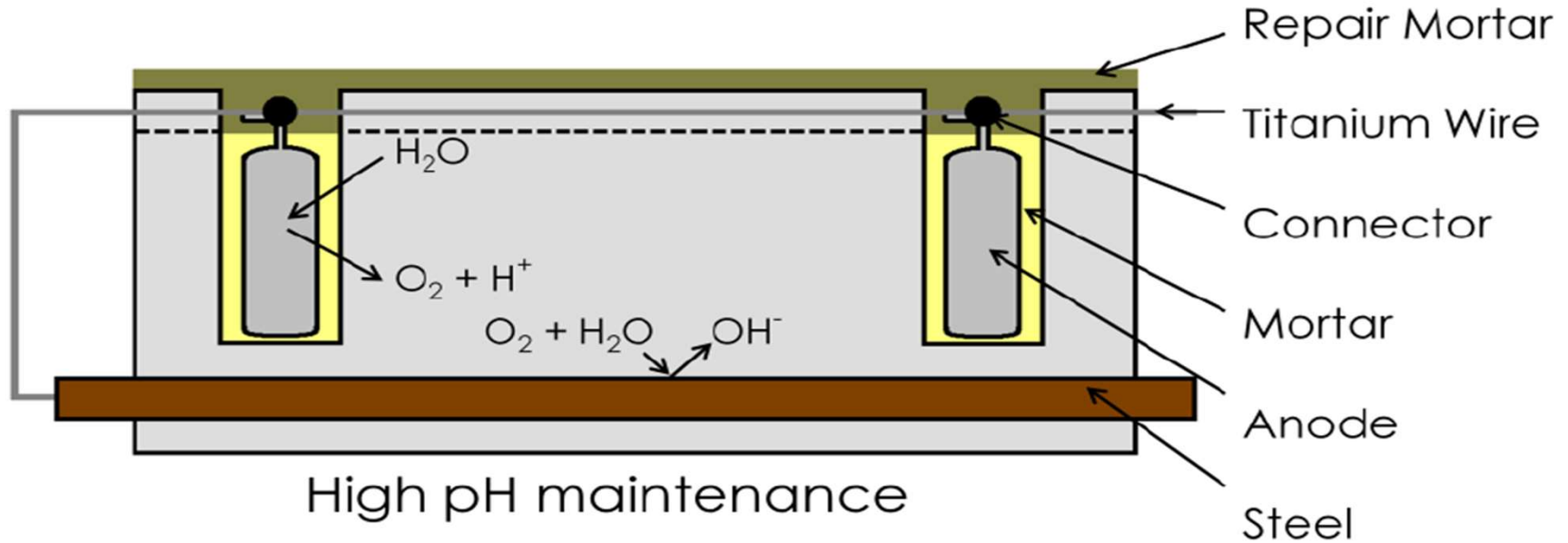
- | | | | |
|---|------------------------|---|-------------------|
| 1 | Temporary power supply | 5 | Embedding mortar |
| 2 | Repair mortar | 6 | Anodes |
| 3 | Connectors | 7 | Reinforcement bar |
| 4 | Titanium wire | | |

Impressed Current Mode

CONCEPT DE LA PROTECTION

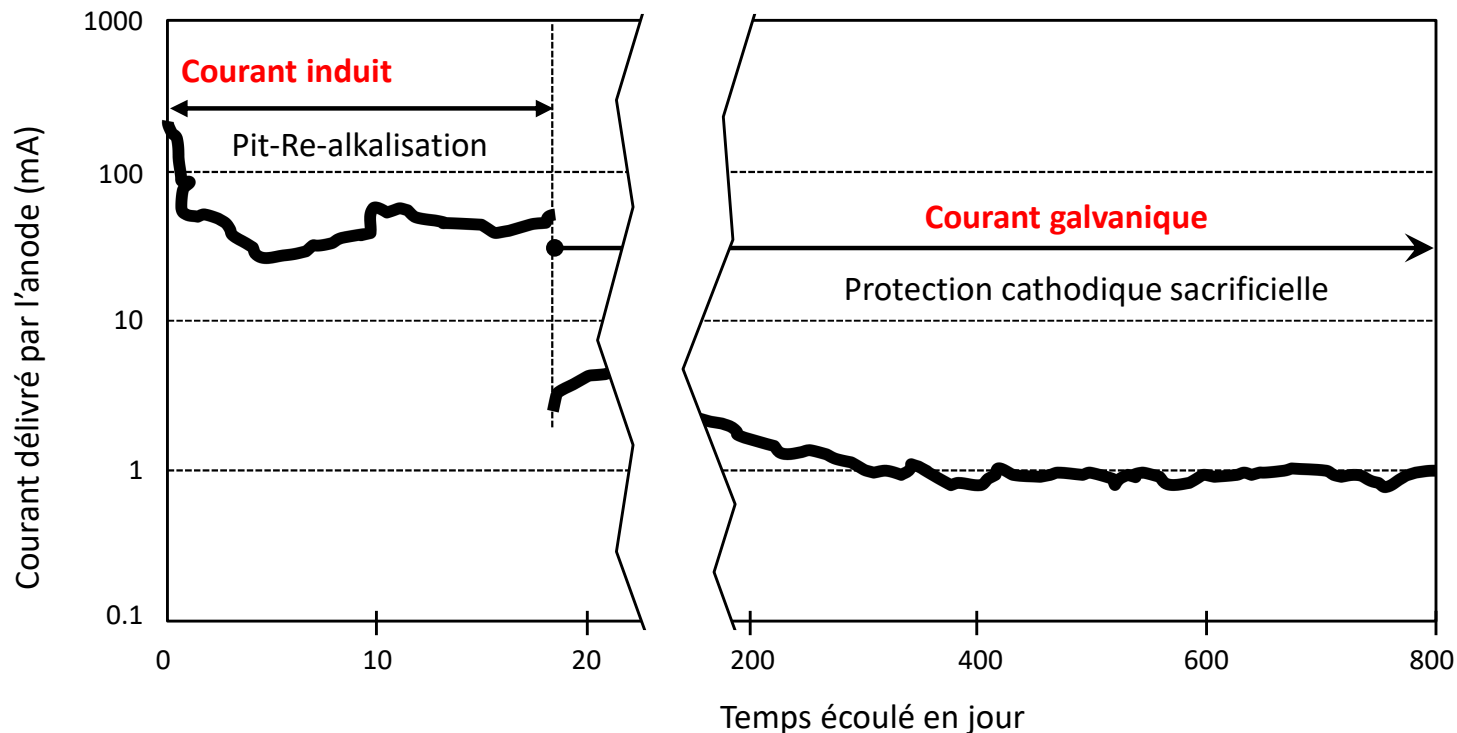


SIKA® FERROGARD®-300s DUO – ANODES HYBRIDES



Mode courant galvanique

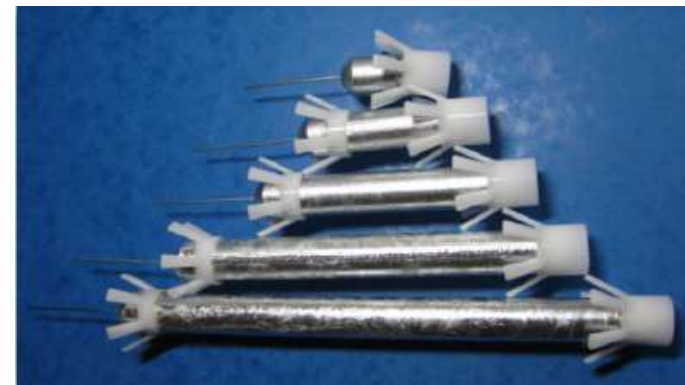
SIKA® FERROGARD®-300s DUO – ANODES HYBRIDES



Béton contenant 4% de Cl en poids du ciment

SIKA® FERROGARD®-300s DUO – ANODES HYBRIDES

Nom	Application	Dimension trou (en mm)	Zinc (g)
FerroGard®-310 Duo	Épaisseur normale du béton	30 Ø x 50	65
FerroGard®-315 Duo		30 Ø x 90	120
FerroGard®-320 Duo		30 Ø x 120	198
FerroGard®-325 Duo		30 Ø x 180	280
FerroGard®-330 Duo		30 Ø x 230	370
FerroGard®-350 Duo	Incorporé dans le béton neuf, pour les faibles épaisseurs ou pour la protection combinée des barres d'armature dans le béton neuf et ancien.	Not relevant	120
FerroGard®-355 Duo			198
FerroGard®-360 Duo			280
FerroGard®-365 Duo			370



SIKA® FERROGARD®-400s PATCH CC – ANODES GALVANIQUES

Nom	Dimension trou (en mm)	Zinc (g)
FerroGard®-410 Patch CC	30 Ø x 50	65
FerroGard®-415 Patch CC	30 Ø x 90	120
FerroGard®-420 Patch CC	30 Ø x 120	198

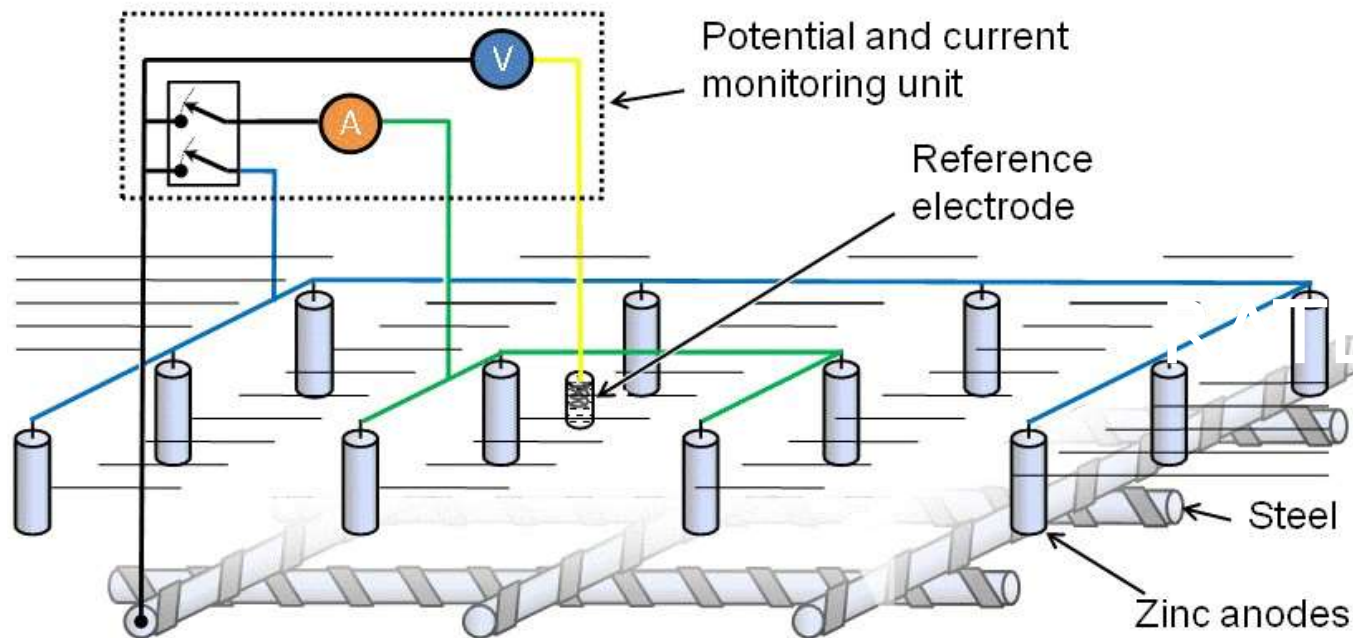


- Fonctionne à 100% en mode galvanique

SURVEILLANCE / CONTRÔLE SI NÉCESSAIRE



SYSTÈME DE CONTRÔLE DE LA PROTECTION CATHODIQUE AVEC ANODES





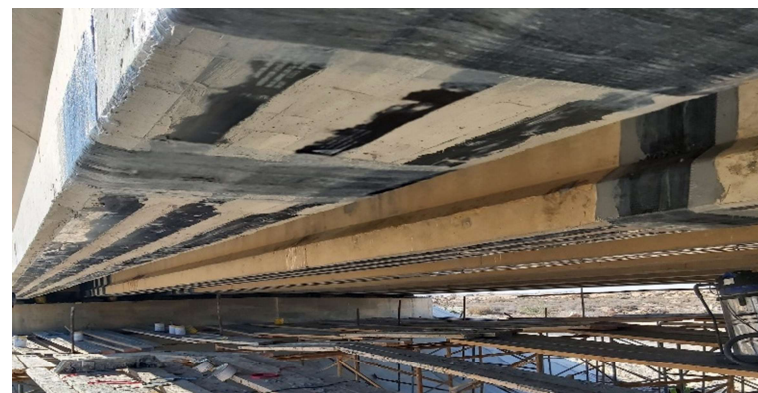
SOLUTIONS SIKA POUR LES PONTS

PART 4: RÉFÉRENCES

M. DONADIO

RENFORCEMENT STRUCTUREL DU PONT DE OUED EL MELEH, GABES

- Le pont de Oued El MELEH présente une des voies d'accès stratégique à la ville de Gabes a travers le GP1
- Le pont a été exposé a des attaque chimique qui ont nécessité une intervention de réparation et de renforcement.
- Les travaux de réparation pour remise en état de la structure , Passivation acier SM910N , injection des fissures ,Mortier de réparation et le renforcement des structures du pont .



RENFORCEMENT STRUCTUREL DU PONT DE OUED EL MELEH, GABES

- L'expertise a exigé la protection de l'ouvrage après réparation et renforcement contre les agressions chimiques.

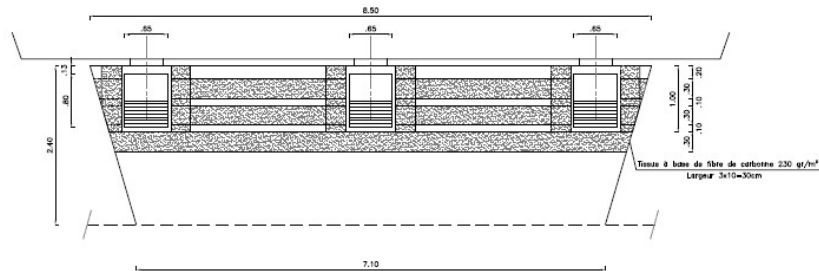


RENFORCEMENT STRUCTUREL DU PONT DE OUED LAHMER, BEJA

- Renforcement de la structure du tablier et des appuis

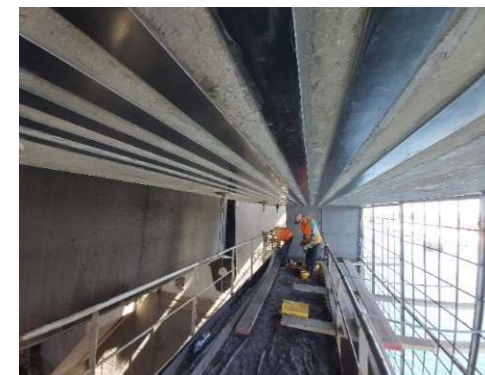
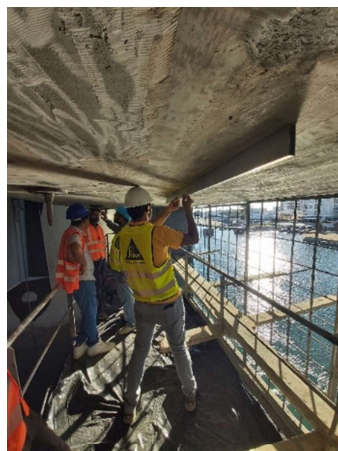
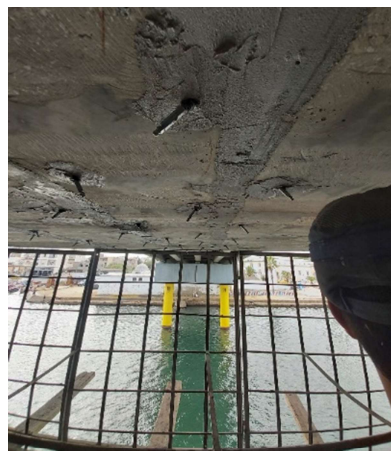
TRAVAUX PREVUS D'ENTRETIEN ET DE REPARATION DE L'OUVRAGE
RENFORCEMENT DE LA STRUCTURE DU TABLIER ET DES APPUIS (PREX 15)
DETAIL - APPUIS
ECH. 1/50

Elevation pile côté Tunis



RENFORCEMENT STRUCTUREL DU PONT MOBILE DE BIZERTE

- Projet : Réparation du pont mobile de Bizerte
- Construit entre 1978 et 1980
- Réparation et protection du béton



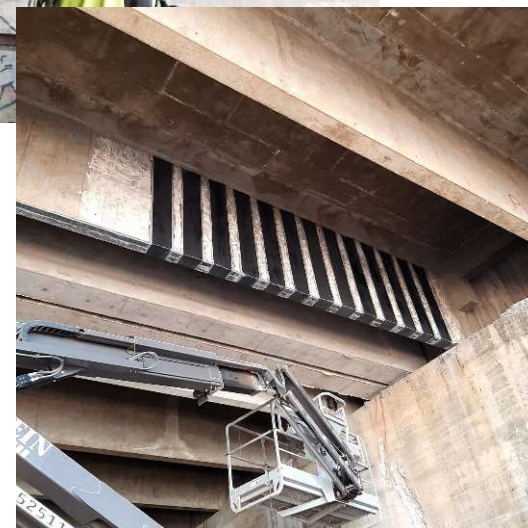
RENFORCEMENT STRUCTUREL DU PONT DE LA RIVIÈRE TILDI, MAROC

- Le pont de la rivière Tildi a dû être agrandi pour faire place à une nouvelle ligne de Bus Urbain Rapide. Par conséquent, non seulement il devait résister aux charges des nouveaux véhicules, mais également s'adapter aux changements structurels auxquels il allait être soumis.
- Dans les nouvelles conditions de fonctionnement, quatre des dix poutres supérieures existantes devaient être renforcées contre la flexion et le cisaillement.
- Le système de renforcement à utiliser, devait être non invasif car des câbles électriques à haute tension traversent le pont le long de certaines des poutres à renforcer.



RENFORCEMENT STRUCTUREL DU PONT DE LA RIVIÈRE TILDI, MAROC

- Les poutres qui présentaient un déficit structurel ont été renforcées longitudinalement à l'aide de plaques de PRFC **Sika® CarboDur® S812**, ainsi que transversalement à l'aide du tissu de carbone **SikaWrap®-600 C**.
- Les plaques de PRFC ont augmenté la capacité du moment de flexion des poutres. Elles ont été collées au béton au moyen de l'adhésif structural **SikaDur®-30**.
- Le tissu de carbone a augmenté la résistance des poutres aux forces de cisaillement. Les adhésifs structuraux **SikaDur®-300** et **SikaDur®-330** ont été utilisés pour l'application par voie humide du **SikaWrap®-600 C**.



STRUCTURAL STRENGTHENING OF PONTCHARRA BRIDGE, FRANCE

Structural Strengthening of the Concrete Beam due to Mechanical Damages

- Shear Strengthening:
 - SikaWrap-230 C carbon fibre
- Flexural Strengthening by External Prestressing System:
 - Sika® CarboStress



VIADUC DE LA MAYENNE, CHÂTEAU GONTIER (53)

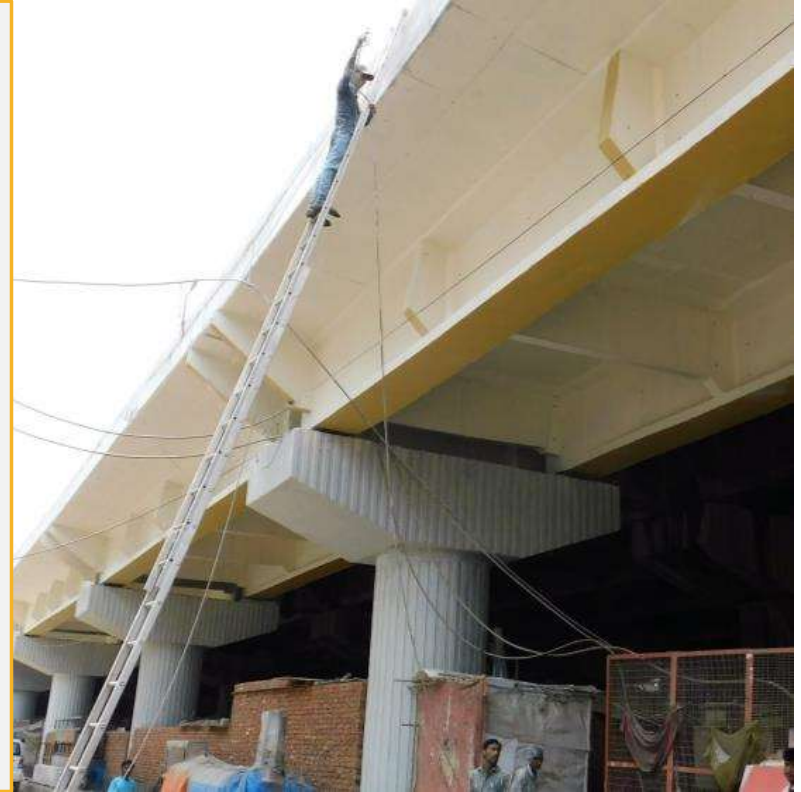
Système	Produits
Jonction souple piliers métal/béton	Sikaflex-406 KC + Booster
Mortier de réparation R4	MonoTop-432 R Coulable MonoTop-412 N Thixo
Surfaçage parement béton	SikaTop-121
Protection du béton	Sikagard-675 W Elastocolor
Ragréage trottoir	Sikacem Pack
Calage garde-corps et appareil d'appui	Sikagrout-234
Collage couverture sur garde corps	Sikaflex High Tack
Ragréage tablier pont	Sika Level 110
Protection anti-graffiti	Sikagard-850 Clear



SHADARA FLY-OVER REFURBISHMENT, INDIA

Repair work of one of the longest fly over in New Delhi – constructed in early 2000

- Challenge:
- Repair & protection against carbonation
- System used:
 - Concrete repair:
 - SikaRep Microcrete-4
 - SikaTop-122 HS
 - Concrete Protection (100'000 m²):
 - Sikagard-550 W Elastic



ROD ELFARAG BRIDGE, EL CAIRO, EGYPT

NEW STRUCTURE

- Concrete Admixture & Silica Fume
 - ViscoCrete®-3425, Sika Fume, Intraplast Z
- Bridge Bearing & Repair Work
 - SikaCrete-114, Sika Rep
- Concrete Protection (600'000 m²)
 - SikaWall-110 CemPutty, Sikagard-552 W Primer, Sikagard-550 W Elastic



CONCRETE PROTECTION OF ANTIRION BRIDGE, GREECE

Doutes sur la durabilité à long terme du fait de fissuration

- Investigation complète pour sélectionner et appliquer le système adéquate de protection:
 - Protection invisible
 - Efficaces en présence de fissures
 - Protection à long terme
 - Facile d'application

Solution Sika

- Sikagard®-706 Thixo

Hydrophobic impregnation on concrete elements of Rion Antirion bridge, I. Papantoniou et All, GEFYRA S.A., Fib Symposium-2016, Cape Town, South Africa

ATILH INSTITUTO DE INVESTIGACAO E DESENVOLVIMENTO DE TECNOLOGIAS PARA A CONSTRUCAO CIVIL
CIM Beton CENTRE FOR INNOVATION AND RESEARCH IN CONCRETE TECHNOLOGY

LA DURABILITE DES BETONS – 17 juin 2008

Pont de Rion-Antirion (2004)



Approche Performentielle

- Durée de vie : 120 ans
- Risque : corrosion des armatures (chlorures)

F. Cussigh – Juin 2008

18

CORROSION CONTROL / INCIPIENT CORROSION MITIGATION

ASTI VIADUCT, SPAIN - 2020

- Durability requirements not fulfilled.
- Full concrete repair, protection and corrosion control systems were required.
- Sika's full portfolio & durability expectation of 50 years were the turning point.
- Sika Solution
 - **Sika® FerroGard®-320 Duo** hybrid anodes (~900 units) for corrosion control areas
 - **Sika® FerroGard®-520 Patch** (1 500 units) to avoid HALO effect in patches repaired out of corrosion control areas.
 - **Sika MonoTop®-412** (>100 tons) + **SikaColor®-671 W** (>6.7 Tons) for concrete repair & protection.

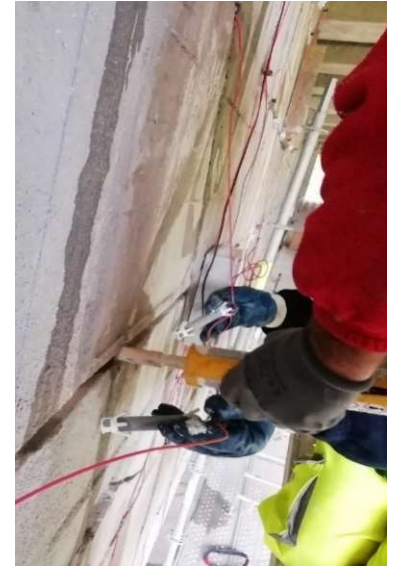


CORROSION CONTROL WITH HYBRID ANODES

ASTI VIADUCT, SPAIN



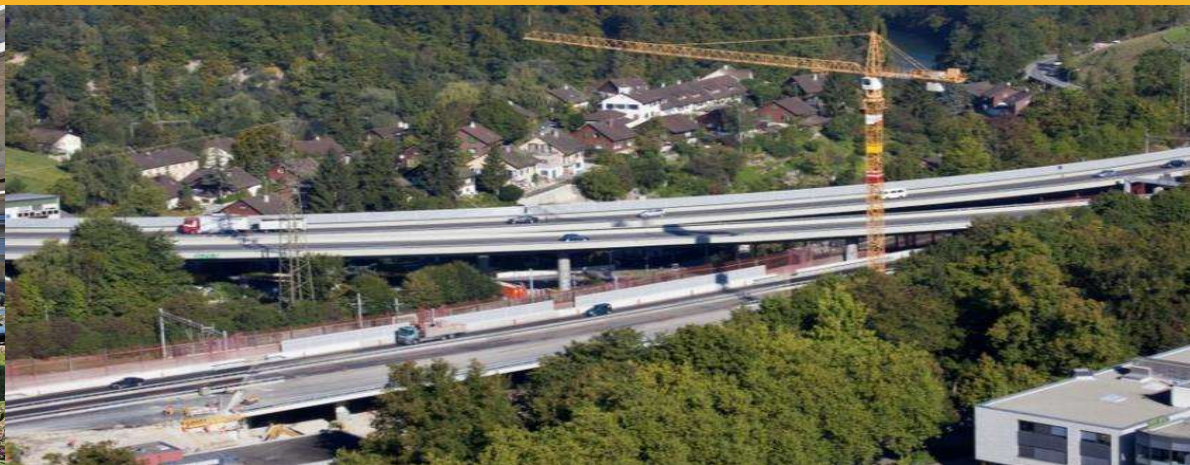
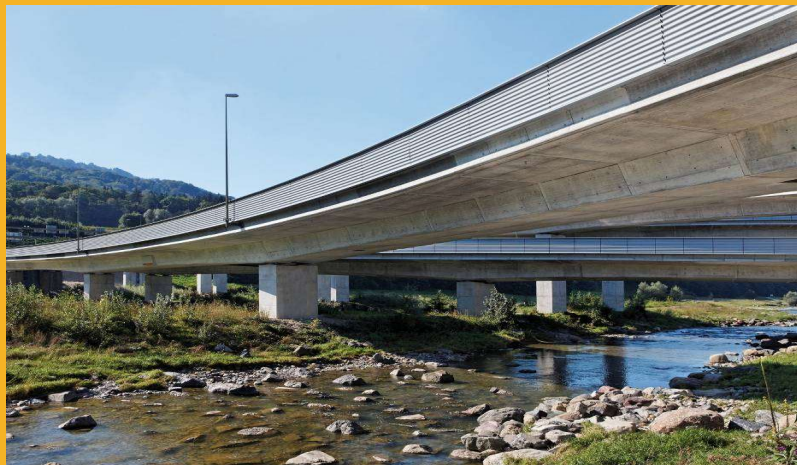
- Remote monitoring system installed to evaluate corrosion potential evolution throughout bridge's life.



PROJECT COMPLETED WITH PROTECTIVE COATING

ASTI VIADUCT, SPAIN





MERCI DE VOTRE ATTENTION