

Metric

→ **Systèmes traditionnels
pour la reconstruction, la
restauration et la protection
des structures en béton**

kerakoll

La restauration des structures en béton.

La résistance d'une structure en béton armé est sa capacité à supporter les sollicitations agressives provenant de l'environnement autour tout en maintenant sa fonctionnalité d'origine pendant toute la durée de service prévue.

Affronter la question de la durabilité des structures nécessite un examen comparatif de deux variables principales : les sollicitations, y compris celles qui sont agressives et proviennent de l'environnement, et la résistance d'un élément structurel spécial par rapport à ces sollicitations. Il est néanmoins important de noter que ces deux variables ne sont pas constantes mais varient au fil du temps.

Avant de passer à la définition d'une intervention de récupération, il est donc essentiel d'identifier les causes à la base des impacts macroscopiques dérivant de l'altération, de la détérioration et/ou de l'instabilité des éléments en béton armé, et éventuellement, de toute la structure.

Certains facteurs – notamment l'anhydride carbonique, l'eau, les substances agressives telles que les chlorures et les sulfates, les variations thermiques (gel et dégel), ainsi que les éventuelles erreurs de conception et d'exécution – concourent à générer des formes de détérioration, notamment les efflorescences, infiltrations, corrosion des armatures, fissures et décollements.

La restauration du béton armé représente donc une opération nécessitant des compétences spéciales. Ce processus commence par l'analyse des causes de la détérioration et s'étend jusqu'à la définition de stratégies d'intervention appropriées, y compris la sélection des types de produits adaptés à utiliser.

Les causes de détérioration.

Les causes de détérioration des éléments en béton armé sont dues à des motifs impliquant directement ou indirectement aussi bien la matrice que l'armature métallique qui est noyée dedans.

En particulier, les principales raisons de la détérioration précoce des structures résident dans l'utilisation de bétons ayant une résistance adaptée à l'engagement structurel, défini par le concepteur avec des calculs statiques, mais « sous-dimensionnés » pour pouvoir résister à une agression ambiante croissante, déterminée par l'accélération décisive des activités anthropiques enregistrée ces dernières années.

Enfin, des causes supplémentaires d'instabilité sont liées à la manipulation du béton sur le chantier : dans les erreurs de mise en œuvre, de compactage et de séchage du conglomérat qui contribuent à exalter les caractéristiques déjà déficitaires de durabilité.

Les microfissures initiales peuvent évoluer en raison des états de tension induits par les mouvements de nature thermo-hygrométrique, tandis que d'éventuels agents agressifs présents dans l'environnement accueillant la structure peuvent pénétrer à travers ces voies préférentielles d'accès en anticipant et augmentant le processus de détérioration.

Les principales causes de détérioration sont liées à 3 macro-catégories :

- **causes chimiques**
- **causes physiques**
- **causes mécaniques**



La détérioration chimique

Parmi les causes chimiques de détérioration du béton, deux facteurs très fréquents sont la carbonatation et les attaques des chlorures. Le premier phénomène se vérifie en raison de la dissolution de l'anhydride carbonique dans l'eau, tandis que le second est provoqué par la dissolution des sels.

La carbonatation est le processus chimique déclenché lorsque l'anhydride carbonique, présente naturellement dans l'air, au contact du béton modifie les propriétés alcalines du conglomerat.

Le béton est caractérisé par un milieu basique (avec un pH supérieur à 13) qui est favorable à la protection des armatures métalliques, car dans de telles conditions un film de protection se forme sur les armatures et empêche la corrosion. Cependant, lorsque l'anhydride carbonique réussit à pénétrer à travers les pores du béton, une diminution du pH a lieu, provoquée par la carbonatation, c'est-à-dire par la transformation de l'hydroxyde de calcium en carbonate de calcium.

Dans ce contexte, la corrosion favorisée par le chlorure ou l'anhydride carbonique détermine, en raison de la réduction de la section des fers d'armature, de l'adhérence acier-béton et de la perte de portions d'enrobage, une diminution globale de la rigidité de l'élément structurel avec des répercussions inévitables sur les déformations et la fonctionnalité de toute la structure.



La détérioration physique

La durabilité des structures en béton armé peut être compromise par des gradients thermiques dus aux variations naturelles de température diurnes et de saison. En effet, si les distorsions thermiques sont bloquées par des contraintes constituées par des liaisons existantes, elles peuvent produire des déformations ou bien déterminer la naissance d'états de tension de traction, qui en dépassant les résistances du béton peuvent augmenter le nombre de fissures en favorisant l'entrée de substances agressives. En outre, la détérioration des structures en service peut être amplifiée par les oscillations cycliques de la température autour de 0 °C suite à l'augmentation de la pression de l'eau présente dans les pores capillaires saturés du béton, capable de provoquer des tensions destructives aussi bien dans la matrice à base de ciment que dans les agrégats, en générant au fil du temps des décollements en surface et des fissures.



La détérioration mécanique

Les causes de la détérioration mécanique du béton dérivent de phénomènes qui compromettent la résistance structurelle et la capacité du matériau à supporter les charges. Les principales causes mécaniques comprennent la mauvaise qualité des matériaux de construction utilisés et les éventuelles erreurs lors de la pose, ainsi que des phénomènes tels que l'abrasion, le choc, l'érosion et la cavitation.

Les facteurs qui influencent la résistance à l'abrasion comprennent la résistance à la compression, les propriétés des agrégats, la finition, la présence de rapiécages et les conditions de la surface. Les sols industriels sont particulièrement vulnérables face à ces phénomènes en raison du passage constant de véhicules.

Le terme « usure » décrit aussi bien la sollicitation que la détérioration de la surface sujette au frottement. L'érosion peut être considérée comme une forme d'usure superficielle. Les phénomènes typiques d'abrasion comprennent le contact et le frottement entre les surfaces des structures en béton, ainsi que les dommages provoqués par les particules solides transportées dans les cours d'eau, telles que le gravier, les galets et le sable.



La norme de référence : UNI-EN 1504.

Les normes techniques pour les constructions ont établi de manière univoque que les interventions sur les constructions existantes doivent être effectuées avec des matériaux identifiés et qualifiés par le producteur, en particulier pour les interventions sur le béton armé, conformément aux normes de la série EN 1504.

La série de normes européennes harmonisées EN 1504 comprend dix parties dont les parties 2-7 définissent les exigences de performances pour les différents types de produits et de systèmes prévus pour la maintenance, la restauration et la protection des structures existantes en béton.

Les parties restantes ont trait à la définition des termes (partie 1) relatifs aux produits et aux systèmes pour la réparation des structures, aux procédures pour la maîtrise de la qualité et l'évaluation de la conformité (partie 8), y compris le marquage des produits, aux principes généraux à la base des interventions de protection et réparation des structures (partie 9), aux méthodes d'utilisation et d'application des produits sur le chantier et au contrôle de la qualité relatif à l'exécution du travail de restauration (partie 10).

EN 1504-1	Définitions
EN 1504-2	Systèmes de protection des surfaces : imprégnants (i), hydrophobisants (h) et revêtements de protection (c)
EN 1504-3	Réparation structurelle et non structurelle
EN 1504-4	Collage structurel
EN 1504-5	Injection du béton
EN 1504-6	Accrochage d'armatures en acier
EN 1504-7	Systèmes de protection contre la corrosion des armatures
EN 1504-8	Maîtrise de la qualité et évaluation de la conformité
EN 1504-9	Principes généraux pour l'utilisation des produits et systèmes
EN 1504-10	Application des produits, des systèmes et maîtrise de la qualité du travail de maintenance

La préparation du support : EN 1504 partie 10

La norme fournit les exigences relatives aux conditions du support avant et après l'application, le stockage de systèmes et produits, la stabilité structurelle pendant la préparation, la protection et la réparation, les méthodes de protection et de réparation, le contrôle de la qualité des travaux et la maintenance des structures.

Le processus de préparation du support est un élément fondamental pour la bonne réussite de l'intervention et concerne aussi bien la préparation du béton que la préparation de l'armature.

Toutes deux doivent respecter les conditions requises par la norme afin d'assurer une application correcte des produits et des systèmes, garantissant la durabilité élevée de l'intervention.

→ Préparation du béton

- 1) Éliminer le béton en veillant à ne pas réduire l'intégrité structurelle au-delà de la capacité de la structure à exercer sa fonction ;
- 2) Rendre la surface rugueuse, en fonction des produits et des systèmes à appliquer, par sablage, hydrodémolition ou démolition mécanique ;
- 3) Limiter les microfissures sur la surface du support afin de ne pas compromettre l'adhérence ;
- 4) Nettoyer le support en s'assurant qu'il soit exempt de poussière, matériau sans cohésion, contaminants de surfaces et matériaux en mesure de réduire l'adhérence.

→ Préparation de l'armature

- 1) Éliminer la rouille, les éclats, la poussière et les autres matériaux sans cohésion et en mesure de réduire l'adhérence ;
- 2) Nettoyer toute la circonférence de l'armature mise à nu ;
- 3) Protéger les éventuelles surfaces nettoyées si l'on ne procède pas immédiatement à l'application des produits et systèmes de protection ;
- 4) Le nettoyage de l'armature doit avoir lieu sans endommager celle-ci ni le béton adjacent ;
- 5) Si l'armature mise à nue est contaminée par des chlorures ou d'autres matériaux qui déclenchent la corrosion, toute la circonférence doit être nettoyée avec des jets d'eau supérieurs à 18 MPa.

La gamme Metric.

Metric est une gamme complète de produits et de systèmes très technologiques spécialement formulés pour les structures en béton armé, conçue pour offrir des solutions traditionnelles et efficaces répondant aux exigences des entreprises spécialisées présentes sur de grands chantiers. Cette gamme reflète la profonde connaissance des chercheurs de Kerakoll dans le domaine de la restauration et du renforcement du béton armé, intégrant l'expérience acquise dans l'assistance technique fournie aux entreprises et aux concepteurs intervenant sur des projets de grands chantiers, tels que des complexes résidentiels et publics, hôpitaux, écoles, infrastructures routières, ponts, viaducs, canaux et bâtiments industriels.



Mortiers thixotropes

Metric R4 Tixo

Mortier thixotrope, renforcé de fibres, à retrait compensé pour la restauration structurelle du béton armé.

- Thixotrope, classe R4
- Épaisseurs de 10 à 50 mm en une seule couche
- Pour la restauration structurelle stratifiée du béton armé
- Bonne maniabilité lors des applications sur plafonds



Metric R3 Tixo

Mortier thixotrope, renforcé de fibres, à retrait compensé pour la restauration structurelle du béton armé et de la maçonnerie.

- Thixotrope, classe R3
- Épaisseurs de 10 à 50 mm en une seule couche
- Pour la restauration structurelle stratifiée du béton armé
- Pour la réalisation de bétons légers armés sur les maçonneries



Metric R2 Fix

Mortier thixotrope, renforcé de fibres, à ductilité élevée pour la restauration du béton et de la maçonnerie.

- Thixotrope, classe R2
- Épaisseurs de 2 à 40 mm en une seule couche
- Pour la restauration non structurelle du béton
- Pour la restauration d'ouvrages en brique, en pierre et en béton



Mortiers fluides, pour chaussée et voiries et liants

Metric R4 Flow

Mortier coulable, renforcé de fibres, à retrait compensé pour la restauration structurelle du béton armé.

- Coulable, classe R4
- Épaisseurs de 10 à 100 mm en une seule couche
- Pour la restauration structurelle stratifiée du béton armé
- Fluidité élevée



Metric Anchor

Mortier coulable expansif pour l'empierrement structural.

- Coulable, classe R4
- Expansif
- Épaisseurs de 10 à 100 mm en une seule couche
- Pour l'accrochage de précision
- Fluidité élevée



Metric Track

Mortier semi-thixotrope, renforcé de fibres, à prise rapide pour l'entretien de la voirie, industriel et urbain.

- Couleurs : gris et noir
- Semi-thixotrope, classe R4
- Prise rapide en 20 min.
- Épaisseurs de 10 à 100 mm
- Spécifique pour les interventions sur les routes et pour l'aménagement urbain



Metric Binder

Liant à base de ciment, superfluide, expansif, à haute résistance pour le béton armé, le béton léger et le mortier.

- Fluidité et expansion élevées
- Certifié EN 1504-6
- Pour les injections de consolidation et les empierrements de précision
- Pour la réalisation de bétons et bétons légers



Produits de protection et imperméabilisants

Metric Rebar

Produit de protection à base de ciment, anticorrosif pour les barres de fer d'armature.

- Thixotrope
- Certifié EN 1504-7 en couche individuelle
- Protection active des armatures
- Protection passive des armatures grâce à la présence d'inhibiteurs de corrosion



Metric Protection

Produit de protection à base de ciment, élastique, anti-carbonatation pour le béton.

- Thixotrope
- Certifié EN 1504-2 (C)
- Pour la protection des éléments fissurés
- Résistant aux agressions environnementales
- Imperméable à l'eau



Metric Osmotic

Produit de protection à base de ciment, osmotique, imperméabilisant pour le béton.

- Blanc et gris
- Thixotrope
- Certifié EN 1504-2 (C)
- Certificat d'aptitude pour contenir eau potable
- Excellente résistance à l'abrasion



Metric Ultracem

Mortier à prise et durcissement ultrarapide pour le blocage immédiat de fuites d'eau.

- Blocage immédiat des infiltrations d'eau sous pression négative
- Développement de résistances mécaniques initiales élevées
- Pour le contact permanent avec de l'eau sous pression



Metric Epocoat

Produit de protection époxy à haute résistance chimique pour le béton.

- Certifié EN 1504-2 (C)
- Pour la protection contre les agressions sévères
- Couleur grise
- Couverture élevée



Systemes epoxy, primaires d'accrochages et produits complementaires

Epobinder

Systeme epoxy fluide pour les reprises de coulée et l'empierrement sur le beton, le mortier et les ragréages synthétiques.

- Excellente maniabilité
- Pour la réalisation de reprises de coulée
- Pour la réalisation de ragréages et chapes epoxy
- Idéal pour le scellement des fissures dans les chapes minérales ou à base de ciment



Epofill

Systeme epoxy hyperfluide pour les injections de lésions et l'empierrement sur le beton.

- Faible viscosité
- Durcissement rapide
- Pour les injections de lésions sur beton
- Pour l'accrochage de précision



Primer Uni

Primaire d'adhérence universel consolidant pour mortiers et enduits.

- Produit très fluide, bouche-pores et à forte adhérence
- Adapté aux supports poreux et non poreux
- Séchage rapide



Ghiaia 3.6

Gravier dans la courbe granulométrique 3-6 mm.

- Optimise la courbe granulométrique du mortier en fonction des épaisseurs d'application
- Excellente capacité de mélange
- Excellente adhérence aux liants hydrauliques



Cadre d'application

	Mortiers thixotropes			Mortiers fluides, pour chaussée et voiries et liants				Produits de protection et imperméabilisants				Systèmes époxy, primaires d'accrochages et produits complémentaires				
	Metric R4 Tixo	Metric R3 Tixo	Metric R2 Fix	Metric R4 Flow	Metric Anchor	Metric Track	Metric Binder	Metric Rebar	Metric Protection	Metric Osmotic	Metric Ultracem	Metric Epocoat	Epobinder	Epofill	Primer Uni	Ghiaia 3.6
Structures verticales																
Restauration structurelle	●	●						●	●							
Chemisage de piliers				●												●
Béton léger armé		●														
Assainissement des locaux souterrains avec de l'eau en poussée négative		●								●						
Restauration corticale			●													
Remplissage de lésions														●		
Nouvelle construction d'éléments en béton armé							●		●							
Protection du béton									●							
Protection contre les agressions chimiques			●									●				
Restauration et imperméabilisation de réservoirs d'eau potable	●	●						●		●						
Restauration et imperméabilisation/ protection de réservoirs contenant des agents chimiques agressifs	●	●						●		●		●				
Blocage immédiat de pertes d'eau											●					
Structures horizontales																
Accrochage et fixation d'éléments métalliques					●								●	●		
Restauration et réparation de regards de route et éléments d'aménagement urbain						●										
Reprises de coulée													●			
Sols en pente						●										
Restauration structurelle de sols industriels plats				●											●	
Restauration corticale de sols industriels													●			
Joints de chaussée						●										●

Domaines d'intervention.

La gamme traditionnelle de produits et systèmes pour la reconstruction, la restauration et la protection des structures en béton peut être employée dans plusieurs domaines d'intervention.

Les trois principales sphères d'intervention comprennent en particulier :

→ **Constructions civiles non-résidentielles**

Les mortiers traditionnels peuvent être utilisés pour restaurer, reconstruire et protéger les parties abîmées de bâtiments non résidentiels et commerciaux, telles que les murs, piliers, planchers et fondations.

→ **Environnements industriels**

Les structures industrielles exposées à des conditions ambiantes rigoureuses peuvent bénéficier de systèmes traditionnels pour la restauration et la protection contre les agents agressifs et la détérioration structurelle.

→ **Infrastructures**

Les structures en béton dans les infrastructures routières, telles que les ponts et viaducs, peuvent bénéficier de l'application de mortiers spécialement étudiés pour affronter les dommages provoqués par des agressions atmosphériques, des charges lourdes et l'usure.

La gamme Metric joue un rôle fondamental dans l'utilisation d'interventions de restauration et de renforcement, en contribuant à maintenir la stabilité et en prévenant la détérioration, en offrant des solutions polyvalentes pour des contextes variés.



Non-résidentiel



→ Assainissement des locaux souterrains avec de l'eau en poussée négative

→ Restauration corticale

→ Restauration et réparation de regards de route et éléments d'aménagement urbain

→ Protection du
béton

→ Accrochage et fixation
d'éléments métalliques

→ Assainissement

Non-résidentiel

→ Calfeutrage
de lésions

→ Chemisage
de piliers

→ Restauration corticale de
sols industriels



→ **Restauration
structurelle**

→ **Protection du
béton**

Industriel et cuves

→ Béton léger
armé

→ Restauration
corticale de sols
industriels

→ Accrochage et
fixation d'éléments
métalliques

→ Restauration et
réparation de regards
de route et éléments
d'aménagement urbain



→ Calfeutrage
de lésions

→ Restauration
structurelle

← Protection de
structures contre
les agressions
chimiques

Industriel et cuves

→ Accrochage
et fixation
d'éléments
métalliques

→ Assainissement des
locaux souterrains
avec de l'eau en
poussée négative

→ Protection de
structures contre les
agressions chimiques



Restauration et ←
imperméabilisation/
protection de réservoirs
contenant des agents
chimiques agressifs

→ Restauration et
imperméabilisation de
réservoirs d'eau potable

→ Blocage immédiat
de pertes d'eau



→ **Accrochage et fixation
d'éléments métalliques**

→ **Chemisage de piliers
ou autres éléments
structuraux**



→ **Protection contre les
agressions chimiques**

→ **Protection du béton**

→ **Nouvelle construction
d'éléments en béton
armé**

Infrastructurel



→ Restauration structurelle

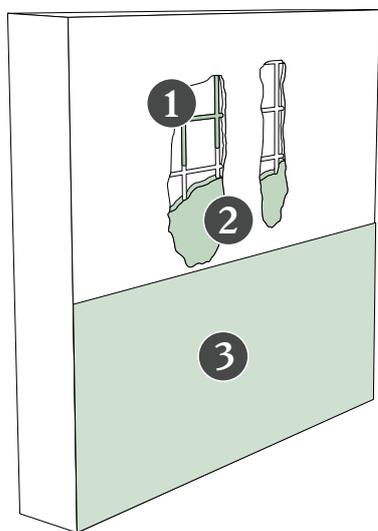
→ Restauration corticale de la chaussée

→ Joint de chaussée



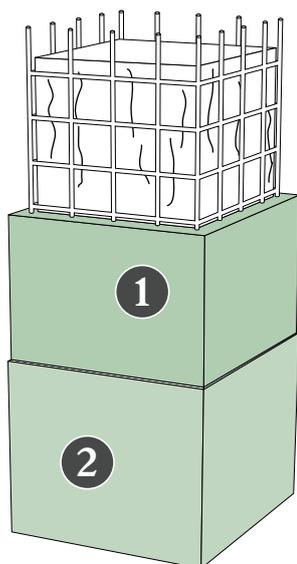
Protection du ←
béton

Restauration et reconstruction



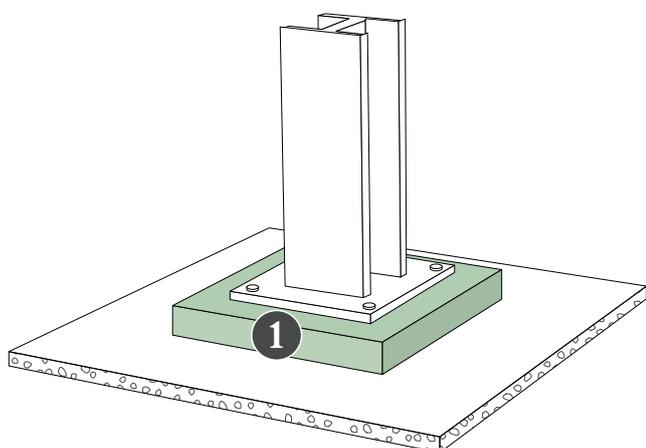
Restauration structurelle

- 1 Metric Rebar
- 2 Metric R4 Tixo
- 3 Metric Protection



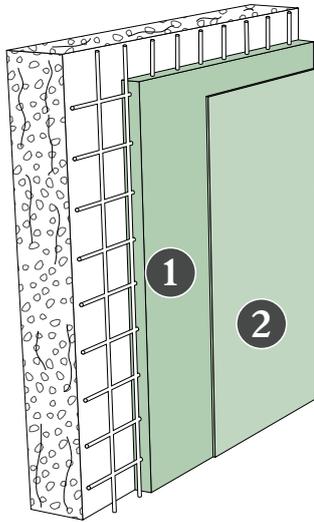
Chemisage de piliers ou autres éléments structurels

- 1 Metric R4 Flow + Ghiaia 3.6
- 2 Metric Protection



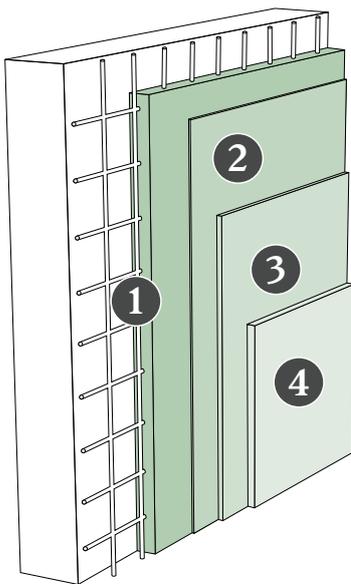
Accrochage et fixation d'éléments métalliques

- 1 Metric Anchor



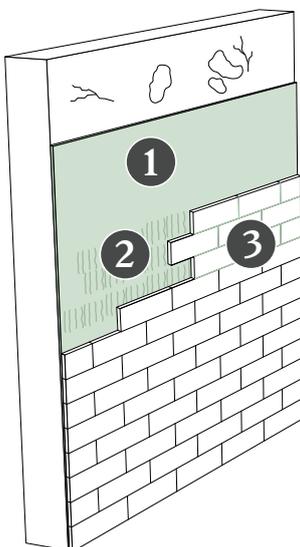
Béton léger armé

-
- 1 Metric R3 Tixo + treillis électrosoudé
-
- 2 Metric Protection
-



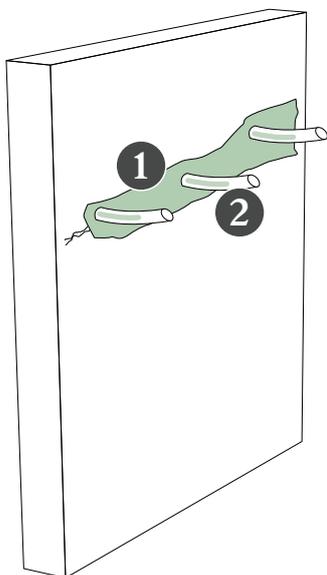
Assainissement des locaux souterrains avec de l'eau en poussée négative

-
- 1 Metric R3 Tixo + treillis électrosoudé
-
- 2 Metric Osmotic
-
- 3 Biocalce Rinzafo
-
- 4 Biocalce Zoccolatura
-



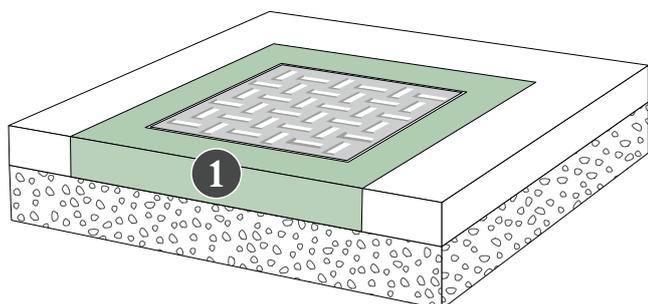
Restauration corticale

-
- 1 Metric R2 Fix
-
- 2 Tetra Tack
-
- 3 Tetra Seal
-



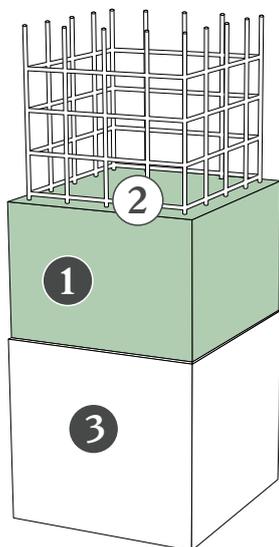
Calfeutrage de lésions

-
- 1 Geolite Gel
 - 2 Epofill
-



Restauration et réparation de regards de route et éléments d'aménagement urbain

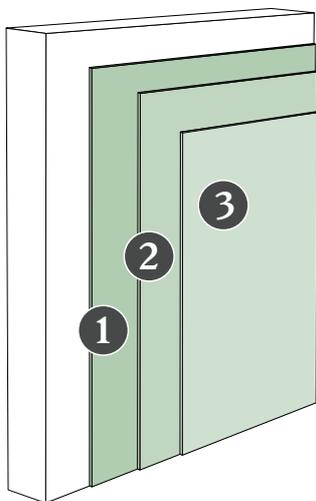
-
- 1 Metric Track
-



Nouvelle construction d'éléments en béton armé

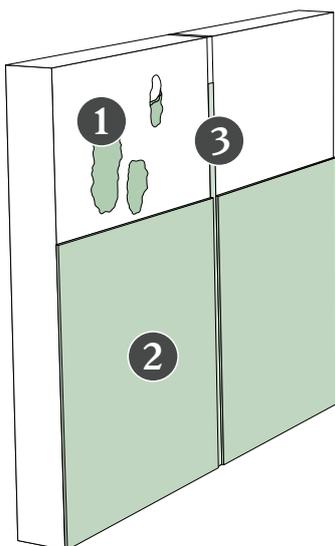
-
- 1 Metric Binder + sable, gravillon et gravier
 - 2 Agrégat sur le marché + treillis électrosoudé
 - 3 Metric Protection
-

Protection et imperméabilisation



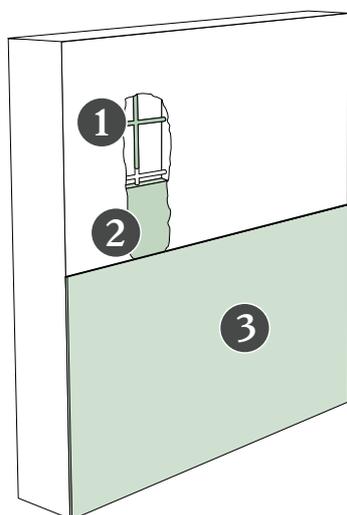
Protection du béton

- 1 Metric Protection
- 2 Kerakover Acrilex Fondo
- 3 Kerakover Acrilex Flex



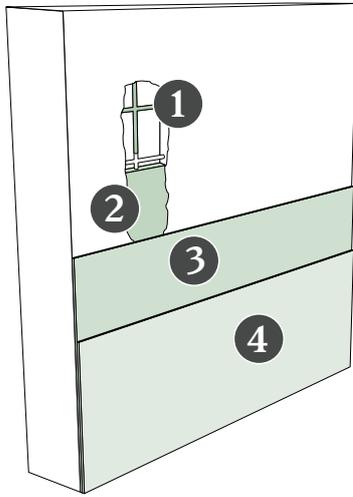
Protection contre les agressions chimiques

- 1 Metric R2 Fix
- 2 Metric Epocoat
- 3 Tetra Seal



Restauration et imperméabilisation de réservoirs d'eau potable

- 1 Metric Rebar
- 2 Metric R3 Tixo
- 3 Metric Osmotic



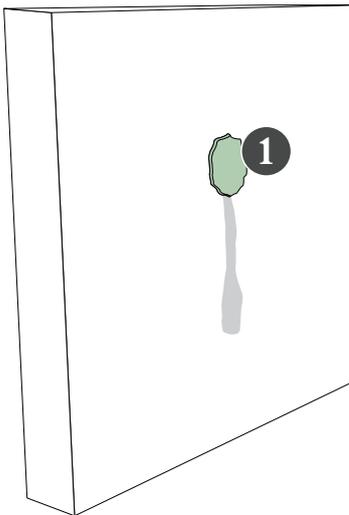
**Restauration et
imperméabilisation/protection
de réservoirs contenant des
agents chimiques agressifs**

-
- 1 Metric Rebar

 - 2 Metric R4 Tixo

 - 3 Metric Osmotic

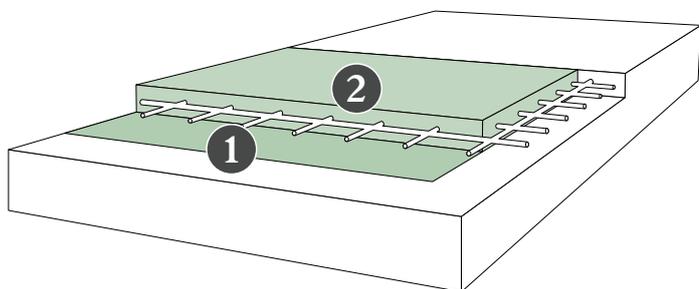
 - 4 Metric Epocoat



**Blocage immédiat de pertes
d'eau**

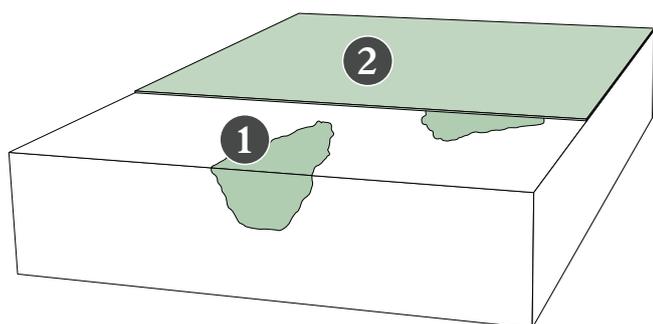
-
- 1 Metric Ultracem
-

Sols



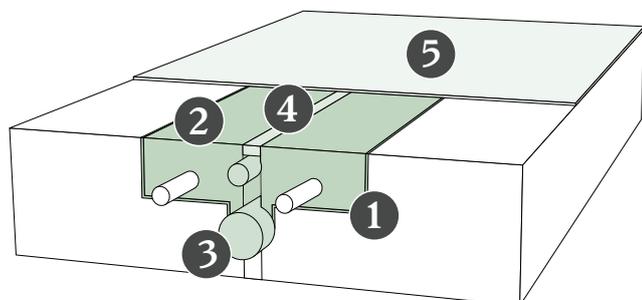
Reprises de coulée

- 1 Epobinder
- 2 Metric R4 Flow



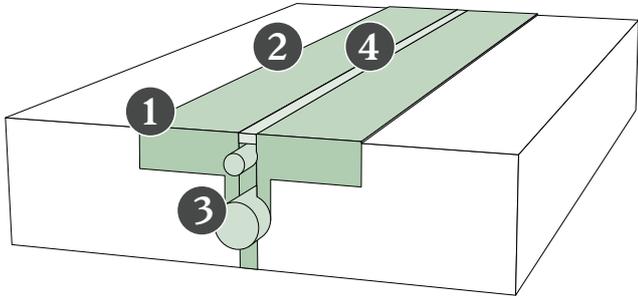
Sols en pente

- 1 Metric Track
- 2 Système multicouche fin ligne Factory



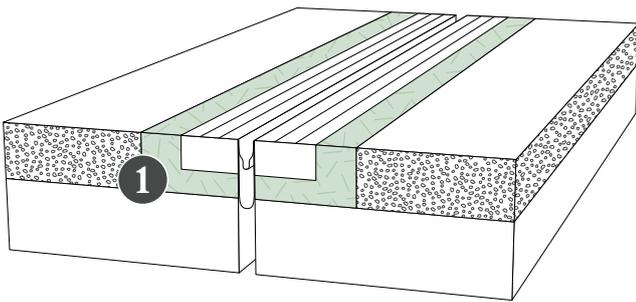
Restauration structurelle de sols industriels plats

- 1 Primer Uni
- 2 Metric R4 Flow
- 3 Joint
- 4 Tetra Seal
- 5 Système multicouche fin ligne Factory



Restauration corticale de sols industriels

- | | |
|---|------------------------|
| 1 | Epobinder + Quarzo 1.7 |
| 2 | Poudrage de Quarzo 1.7 |
| 3 | Joint |
| 4 | Tetra Seal |



Joints de chaussée

- | | |
|---|----------------------------|
| 1 | Metric Track + Steel Fiber |
|---|----------------------------|

kerakoll



kerakoll.com