

Zoom

Sur Riantec

TOUS PROCÉDÉS DE RÉPARATION ET DE
RENFORCEMENT DE STRUCTURES EXISTANTES

Béton

Avant-propos

L'église Sainte-Radegonde à Riantec (Morbihan) incendiée accidentellement en 1917, fut reconstruite entre 1923 et 1927 par un architecte lorientais. Il utilisa alors deux méthodes, la maçonnerie traditionnelle en pierre et le béton armé, procédé assez nouveau pour l'époque. De style néo-gothique, l'influence de l'exposition des Arts Décoratifs de 1925 est manifeste, notamment la présence de vitraux et décors en mosaïque. Des désordres importants menaçaient les armatures métalliques du clocher.

Le diagnostic p 1

La mise en oeuvre
du procédé NOVBETON® p 2

La mise en place du cataplasme
électrochimique anodique p 2

Le contrôle de
la réalcalinisation p 3

La durée des traitements p 3

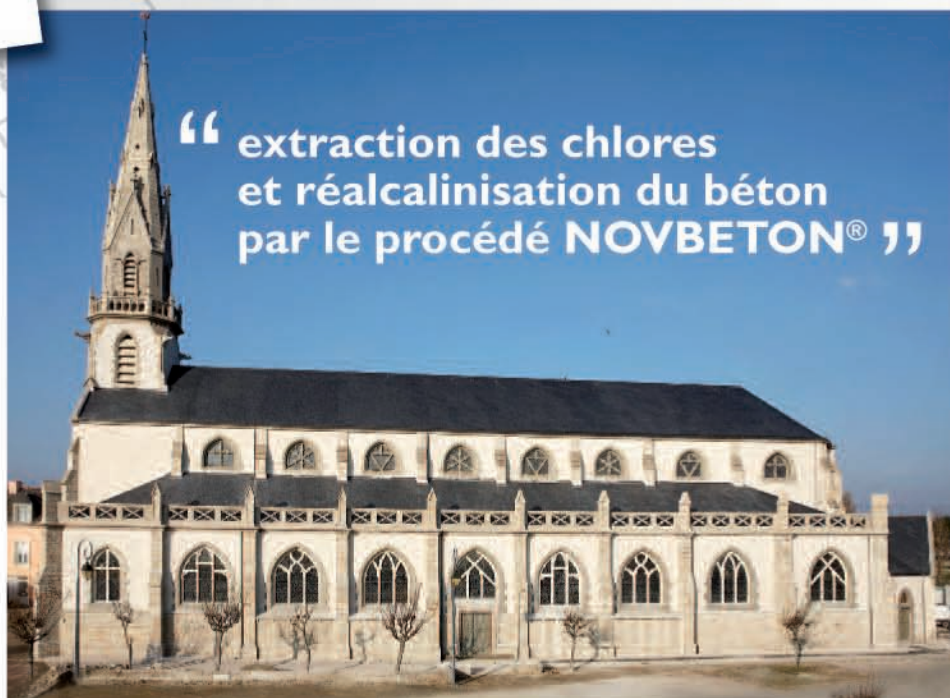
Les finitions p 4

Le mot de l'architecte p 4

Le mot du maître d'ouvrage p 4

La fiche d'identification p 4

“ extraction des chlores
et réalcalinisation du béton
par le procédé NOVBETON® ”



RENOFORS recrée un environnement protecteur pour les armatures métalliques du clocher

LE DIAGNOSTIC

La flèche du clocher présentait de graves signes de détérioration de son enrobage béton, dus tant à la pénétration du dioxyde de carbone (CO_2) provoquant ainsi un phénomène de carbonatation qu'aux embruns marins vecteurs d'une contamination par les ions chlore.

Présence de chlore et baisse de pH à des valeurs inférieures à 9 ont alors provoqué la corrosion des aciers et rendu nécessaire la mise en œuvre du procédé électrochimique RENOFOR NOVBETON®.

RENOFOR

— La chirurgie du bâtiment —

UN DOUBLE DÉFI À RELEVER :

- dans un premier temps : l'extraction des chlores du béton permet d'abaisser le taux de chlore à moins de 0,4 % du poids du ciment contenu dans le béton et être ainsi conforme à la norme européenne actuellement en vigueur;
- dans un deuxième temps intervient la réalcalinisation du béton par le procédé NOVBETON® dont le but est de restaurer un environnement passivant (du béton) autour des armatures en rehaussant son pH pour l'amener à des valeurs supérieures à 10, voisines de 11.



Vues des désordres



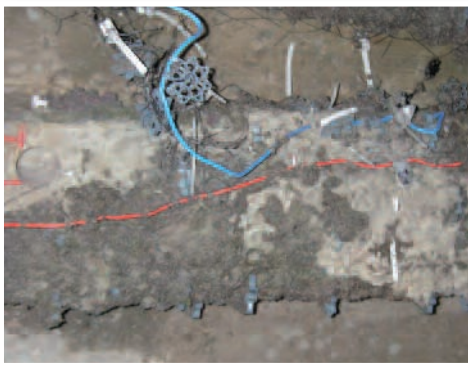
LA MISE EN ŒUVRE DU PROCÉDÉ NOVBETON®

Après purge des bétons non adhérents et une auscultation minutieuse de la structure pour localiser avec précision les aciers, on vérifie la continuité électrique des armatures du béton. Si nécessaire, les aciers trop corrodés sont remplacés et des ponts ou shunts peuvent être installés pour rétablir les continuités électriques. Les armatures sont alors reliées par des câbles de couleur bleue à l'une des bornes d'un générateur de courant continu. Enfin les connections et épaufrures sont rebouchées à l'aide d'un mortier hydraulique de faible résistivité perméable aux échanges électrochimiques.

LA MISE EN PLACE DU CATAPLASME ÉLECTROCHIMIQUE ANODIQUE

Un treillis anodique est alors fixé sur des chevilles en plastique à quelques centimètres du parement béton à traiter. Les différents composants de ce treillis sont également reliés par des câbles électriques de couleur rouge (anode) connectés à l'autre borne du générateur de courant continu. C'est alors que l'on procède à la projection d'une pâte cellulosique sur et à travers ce treillis afin d'assurer un parfait contact avec le béton.

Pose du treillis soudé en habillage des parties carbonatées à traiter



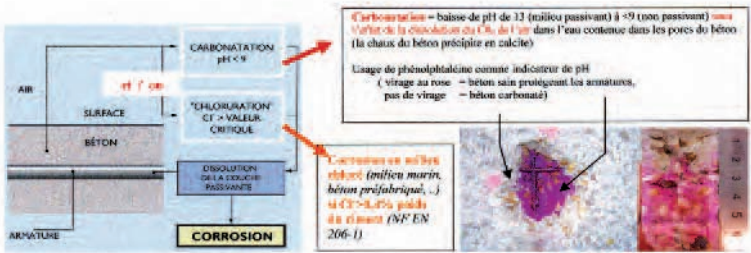
Flocage électrolytique projeté sur le treillis

Raccordement des câblages aux borniers d'alimentation

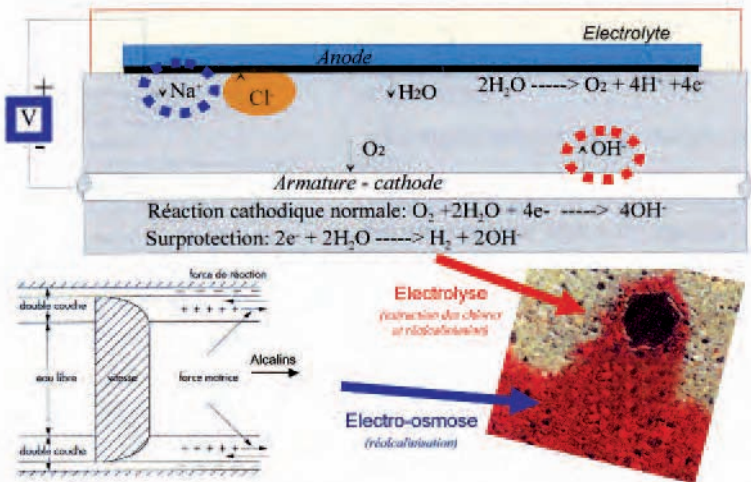


À Riantec, nécessité d'un traitement en 2 temps

- La première phase a consisté à extraire les chlores (Cl^-) et à les piéger dans le cataplasme sous l'effet de la polarité du champ électrique. Par prélèvements, des titrages des chlores ont été effectués pour vérifier si l'on avait atteint un taux de Cl^- inférieur à 0,4 % du poids du ciment (norme EN 206-1).
- La deuxième phase qui consiste à réalcaliniser le béton a alors pu être lancée. Pour ce faire, la pâte cellulosique du cataplasme a été enrichie quotidiennement en substances alcalines.



Corrosion due aux ions chlore et/ou à la carbonatation



Principe de l'extraction des chlores (phase 1) et de la réalcalinisation NOVBETON® (phase 2)

Le traitement par courant imposé a généré une hydrolyse de l'eau présente au voisinage des armatures. Ainsi des hydroxyles OH^- ont contribué à rééquilibrer le pH du béton vers des valeurs plus basiques. À l'hydrolyse, le procédé NOVBETON® superpose un phénomène dit "d'électro-osmose" qui force la migration des substances alcalines de pH basique du cataplasme extérieur vers le cœur du béton sous l'effet du courant imposé. L'action conjointe de l'hydrolyse et de l'électro-osmose garantit la pérennité de la remontée du pH.

Carottage testé à la phénolphtaléine après traitement



LE CONTRÔLE DE LA RÉALCALINISATION

Il a été procédé ensuite à des prélèvements par carottages à proximité des aciers. Ces échantillons ont subi des tests à la phénolphtaléine afin de vérifier le niveau de pH obtenu (le virage au rose violacé de l'échantillon prouvant alors que le traitement a été une réussite).



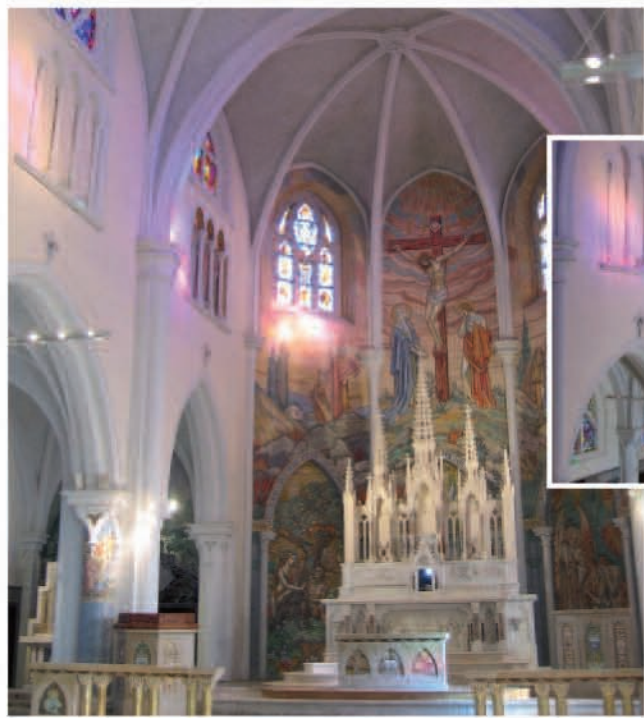
LA DURÉE DES TRAITEMENTS

La première phase d'extraction des chlores sous courant imposé a été d'environ un mois. La seconde phase de réalcalinisation sous courant imposé (1 ampère par m^2 d'armature) n'a duré que 2 semaines.

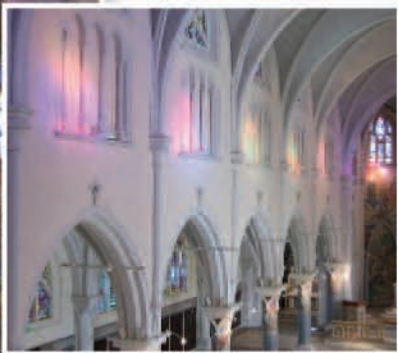
L'église en chantier

LES FINITIONS

Après dépose du cataplasme électrolytique (flocage, treillis, câbles électriques) des finitions de détail ont été entreprises afin qu'aucune trace de l'intervention ne subsiste.



Le chœur et la nef après travaux



Fiche d'identification

Maître d'ouvrage :
Commune de Riantec

Maître d'œuvre :
Daniel Lefèvre – ACMH

Bureau de contrôle :
APAVE

Coût de l'intervention de RENOFORS :
150 000 €

Délai d'exécution :
4 mois – 2007

Le village de Riantec



LE MOT DE L'ARCHITECTE

L'église de Riantec a été reconstruite au début du XXe siècle en béton armé et pierre. Située au bord de la mer, de nombreuses pathologies affectèrent le béton jusqu'à l'éclatement de certains parements.

La plupart des éléments de béton ont pu être restaurés de manière traditionnelle. La flèche du clocher réalisée entièrement en béton armé est une copie d'une flèche traditionnelle en granit. L'effet est tel que le visiteur non averti ne peut distinguer le béton de la pierre. Cette flèche d'une épaisseur relativement faible a dû faire l'objet d'un traitement électrochimique pour déchlorurer les bétons et les réalcaliniser; ceci après les indispensables analyses de vérification de la compatibilité du traitement.

Les travaux se sont déroulés dans de bonnes conditions au printemps 2007 grâce à la compétence des équipes de l'entreprise RENOFORS.

Outre ce travail sur les bétons, la restauration a concerné toutes les parties de l'église y compris les vitraux et mosaïques qui couvrent l'intérieur.

Daniel Lefèvre
Architecte en Chef des Monuments Historiques

LE MOT DU MAÎTRE D'OUVRAGE

Sur front d'estuaire et au voisinage de la mer, l'église Sainte-Radegonde de Riantec et son clocher ont été soumis aux embruns marins et donc à une très forte salinité. Cette agressivité a, durant quelques 80 ans, gangrené le béton et corrodé les fers de l'armature, générant des éclatement de l'enveloppe.

Nous avons beaucoup de craintes quant à la pérennité de l'édifice et tout particulièrement du clocher en béton armé. L'entreprise RENOFORS a pu sauvegarder la flèche.

Après déchloruration de la structure, RENOFORS a procédé à la réalcalinisation des bétons remontant le pH, stabilisant l'oxydation et créant une barrière contre la corrosion des fers.

Nous avons été très satisfaits de cette opération de sauvegarde prouvant la qualité, les connaissances et la compétence de l'entreprise RENOFORS.

La qualité de la rénovation de l'église Sainte-Radegonde dans l'équilibre et le respect des structures (vitraux et mosaïques exceptionnels) prouve la compétence et la haute technicité de la société RENOFORS.

Marc Roberdel
Maire de Riantec (1983 – 2008)

**RENOFORS**

— La chirurgie du bâtiment —

183, boulevard Jean-Mermoz - 94550 Chevilly-Larue
Tél. : + 33 (0)1 49 73 20 07 - Fax. : + 33 (0)1 49 73 21 57
E-mail : renofors@renofors.fr
Web : www.renofors.com