

zoom

Sur Marseille

TOUS PROCÉDÉS DE RÉPARATION ET DE
RENFORCEMENT DE STRUCTURES EXISTANTES



Béton

Avant-propos

En 1945 lors de la reconstruction de la ville de Marseille, le sculpteur-peintre-architecte suisse Charles-Edouard Jeanneret plus connu sous le nom de Le Corbusier fut sollicité par l'Etat et ainsi put mettre en œuvre sa conception de l'habitat. Réalisé en 5 ans, ce paquebot urbain de béton ancré au milieu d'un parc est une sorte de village vertical doté de tous les services. Cette ville dans la ville, dotée d'une foule d'innovations déchaîne alors les passions. Aujourd'hui, après plus de 50 ans, classée Monument Historique, "la cité radieuse" réclamait quelques travaux d'entretien. RENOFORS est intervenu dans les superstructures de la toiture-terrasse au moyen de 2 procédés.

Deux procédés techniques p. 1

La mise en œuvre
du procédé NOVBETON®
Preliminaires, mise en place
du procédé et traitement .. p. 2 & 3

La mise en œuvre du procédé MFP
Principe, préliminaires
et traitement p. 3 & 4

Le mot de l'architecte p. 4

Le mot du maître d'ouvrage ... p. 4

La fiche d'identification p. 4



Cure de jouvence salutaire pour "la Cité Radieuse" de Le Corbusier

DEUX PROCÉDÉS TECHNIQUES

Après une phase d'études et à l'examen des différents diagnostics, le maître d'œuvre choisit l'application du procédé électrochimique NOVBETON® pour

“ le comportement
de l'individu est lié
à l'architecture
dans laquelle il vit ”

extraire les chlorures et surtout rehausser le pH du béton autour des aciers d'armatures des trois cheminées et du petit théâtre, et l'application de l'inhibiteur de corrosion MFP (Mono Fluoro

Phosphate) pour traiter les formes libres telles la petite et la grande montagne ou les jardinières.

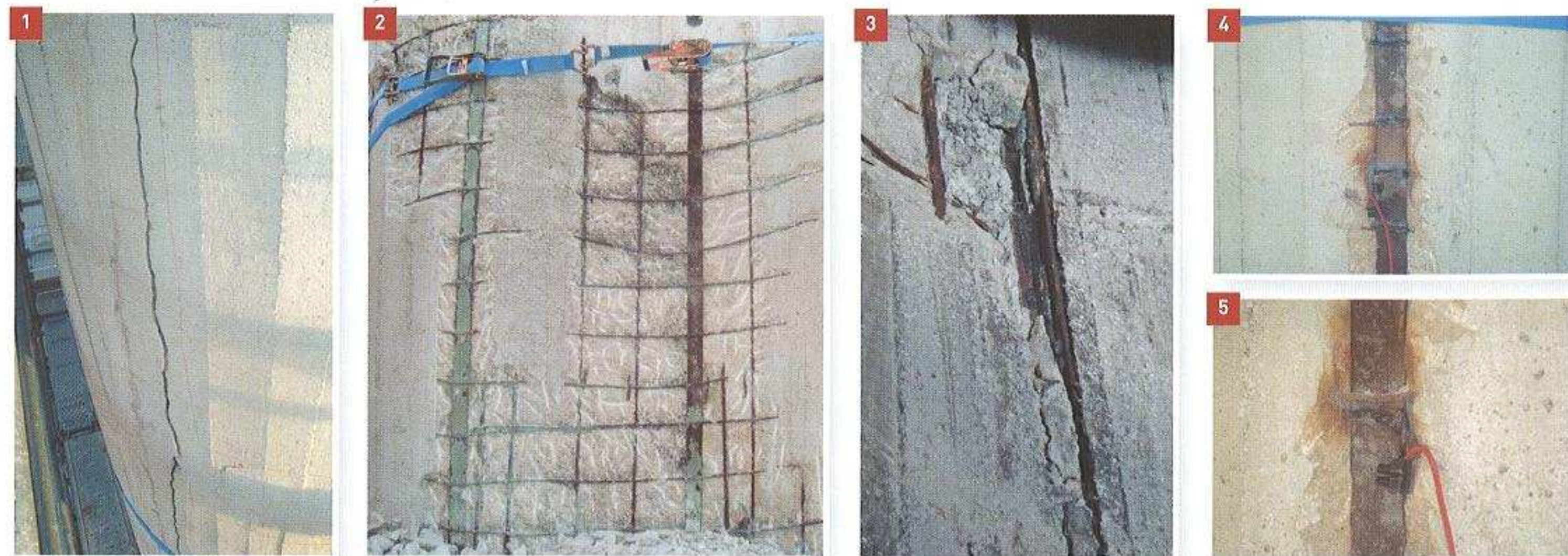
RENOFORS

— La chirurgie du bâtiment —

LA MISE EN ŒUVRE DU PROCÉDÉ NOVBETON®

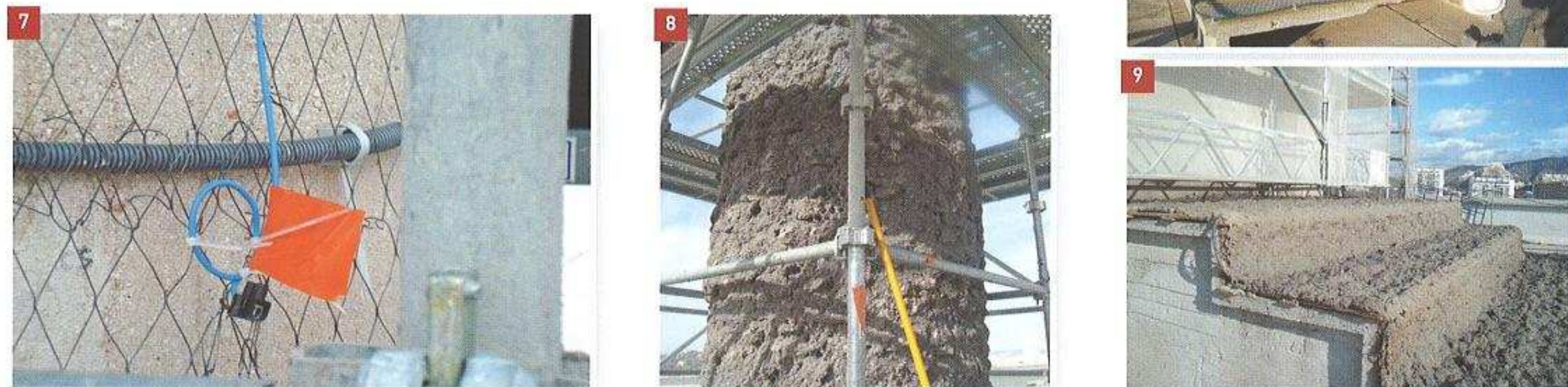
I. Préliminaires

Après purge des bétons non adhérents, sablage des aciers afin d'éliminer la rouille et contrôle des continuités électriques 1 2 3 les armatures (cathodes) sont reliées entre elles par un câblage électrique 4 5. Les connections et les épaufrures où les aciers avaient été mis à nu sont alors rebouchées avec un mortier hydraulique exempt de résine.



2. Mise en place du procédé

Une fois le treillis anodique mis en place 6, lui aussi câblé électriquement 7 une pâte de cellulose imbibée d'alcalins faisant interface avec le parement béton est alors projetée 8 9. Afin d'assurer un parfait échange ionique anode/cathode, cette pâte est ré-imbibée sous contrôle quotidien.



3. Traitement

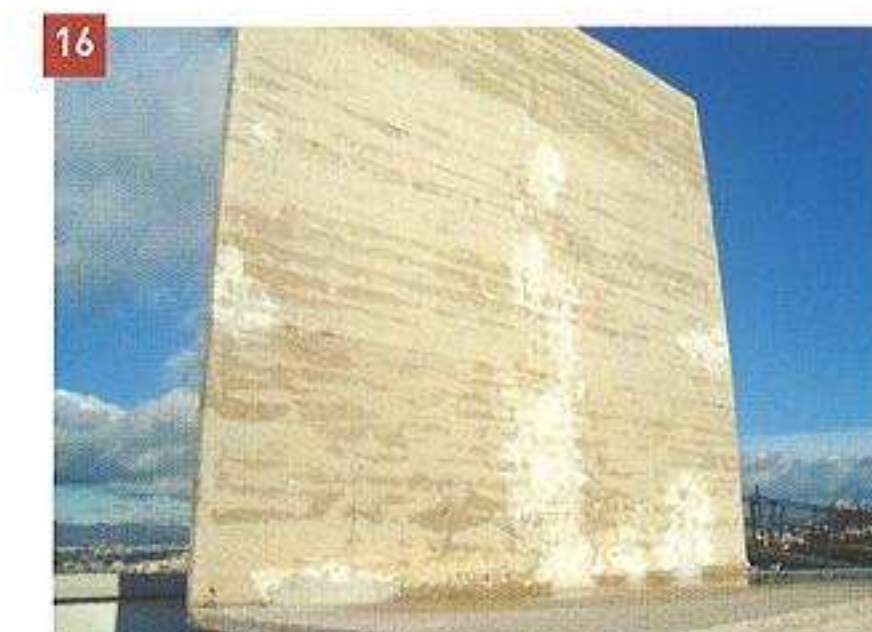
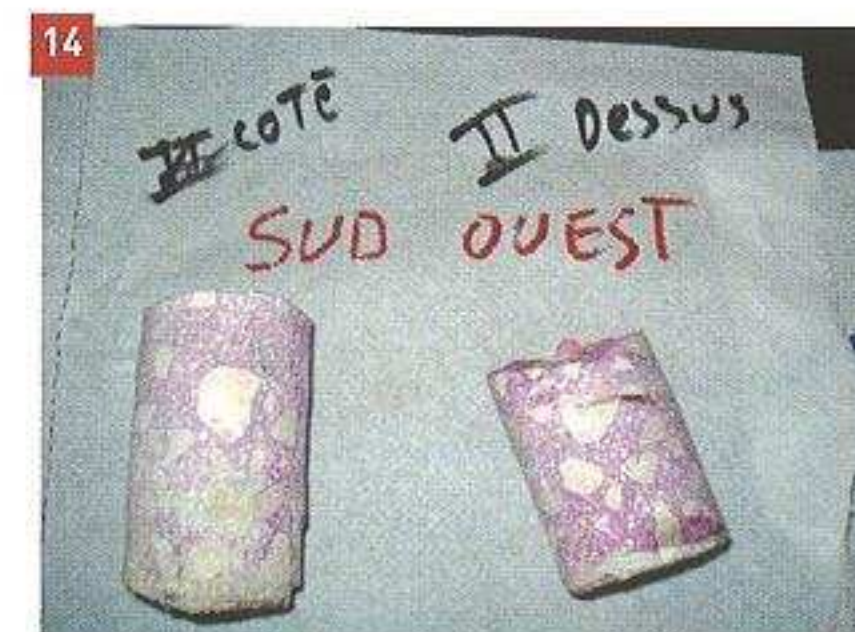
La mise sous tension est alors opérée et délivre un courant imposé de l'ordre de 1A/m² d'acier 10. La durée de l'opération est fonction des indications enregistrées journalièrement et de l'importance des surfaces d'acier à traiter: ici, elle fut de l'ordre de trois semaines pour la phase de déchloruration et de quinze pour la réalcalinisation. Enfin des carottages à proximité des aciers sont opérés 11 12 pour vérifier la déchloruration et tester à la phénolphthaléine



le niveau de pH obtenu, le virage au rose-violet étant la preuve d'une bonne réalcalinisation du béton 13 14.

Après contrôle de ces résultats par un laboratoire indépendant, l'ensemble du matériel est démonté et les déchets du cataplasme sont collectés par une entreprise spécialisée.

Quelques finitions de maçonnerie sont alors nécessaires, un environnement protecteur a été reconstitué autour des aciers, l'existant a été préservé et l'esthétique de l'ouvrage sauvegardé 15 16.

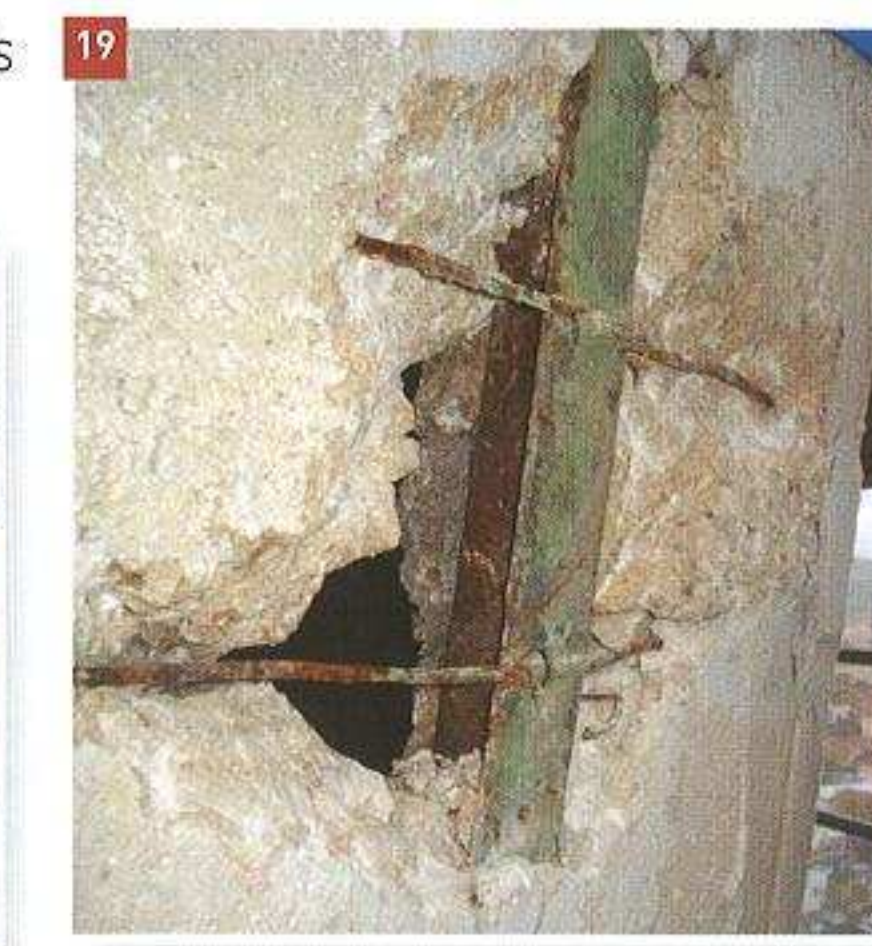


LA MISE EN ŒUVRE DU PROCÉDÉ MFP INHIBITEUR DE CORROSION

Ce traitement permet de produire en surface des aciers une couche d'oxydes stable et protectrice ainsi que des dépôts protecteurs phosphatés à forte concentration.

I. Préliminaires

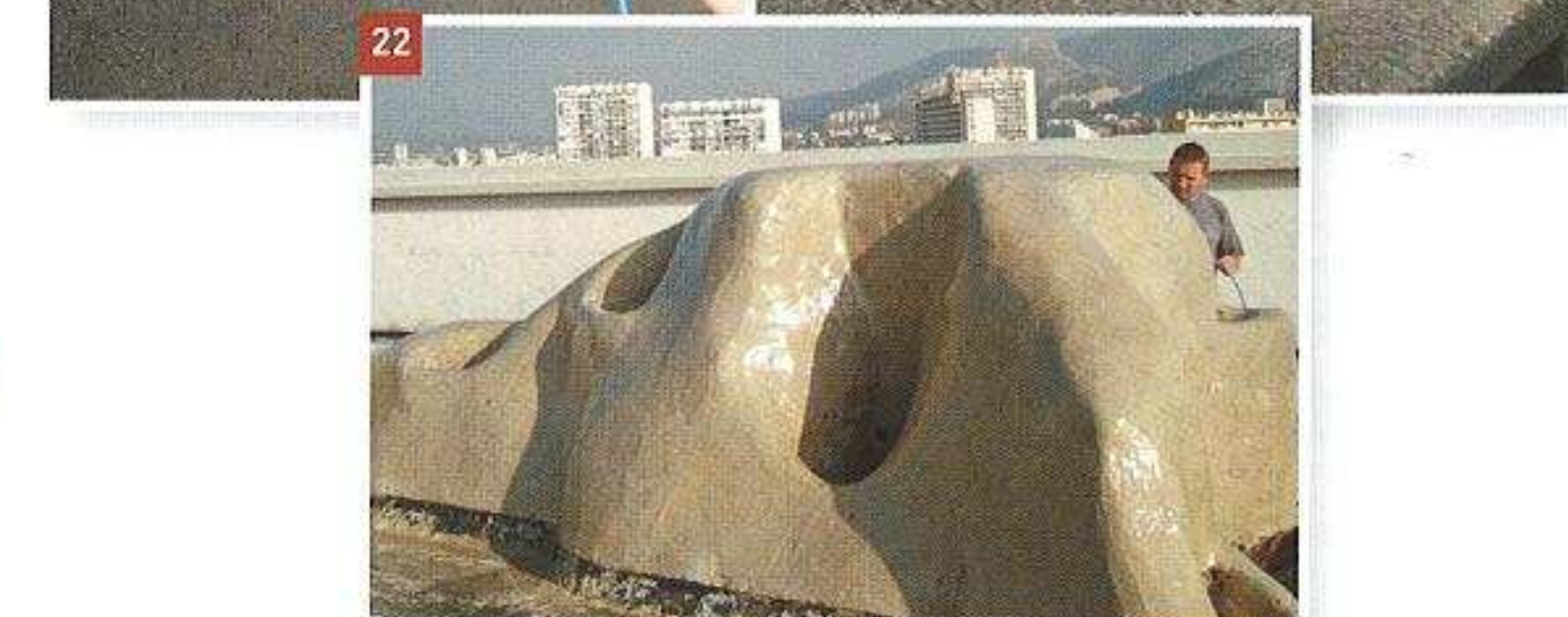
Après nettoyage des surfaces, les bétons non adhérents sont purgés et les fers mis à nu afin de supprimer la rouille 17 18 19.



2. Traitement

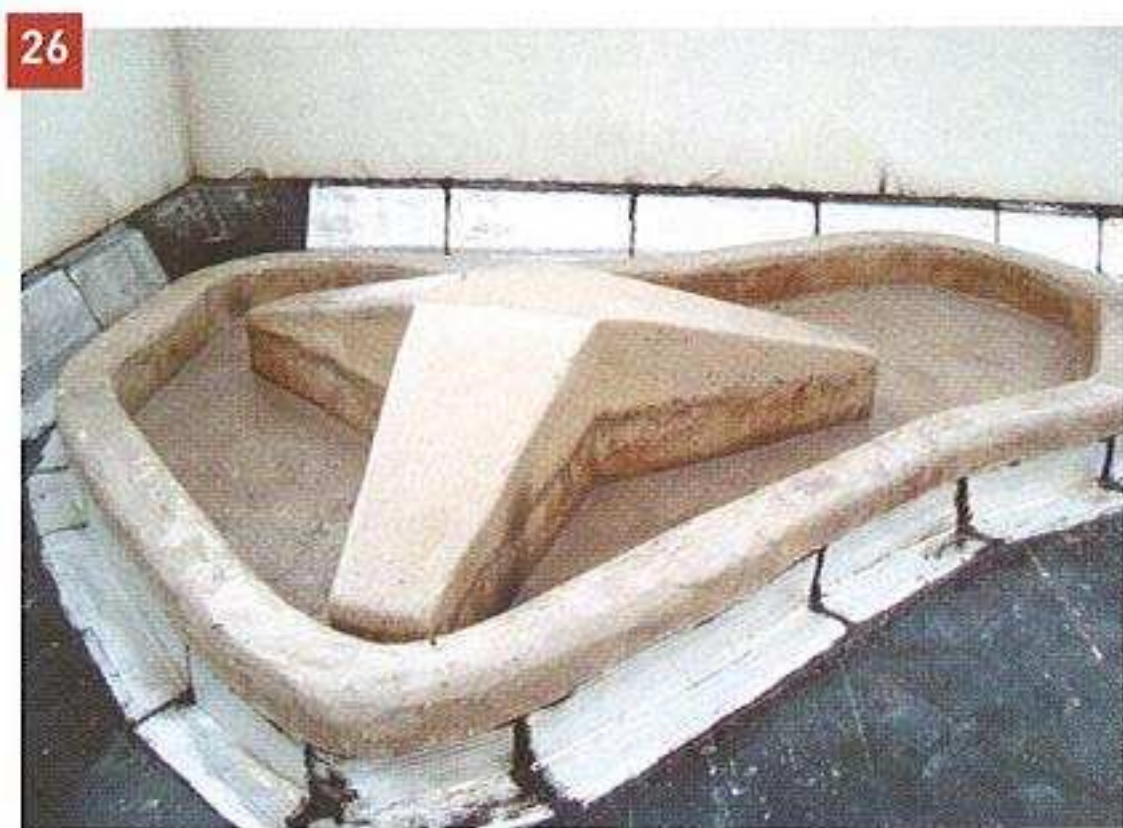
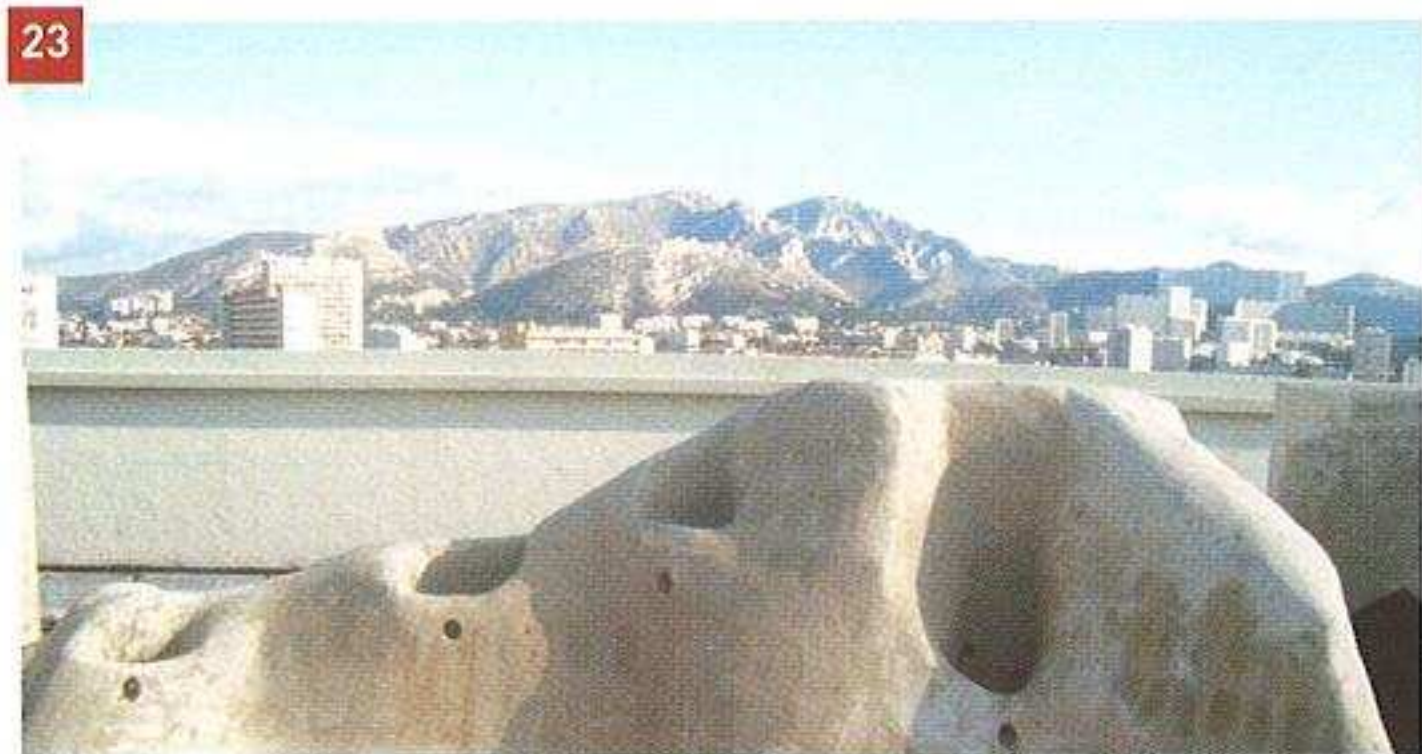
A l'aide d'un pulvérisateur 20, la solution liquide MFP est projetée sur la zone à traiter jusqu'à saturation. Dès que la surface commence à montrer une apparence sèche, on procède à une seconde pulvérisation.

Lorsque cette même zone montre un apparence mate ou sèche, on pulvérise à l'aide d'une pompe airless la même solution sous forme de gel jusqu'à obtention d'une couche de 1,5 mm d'épaisseur 21 22 maintenue en place et humide pendant un minimum de 7 jours.



Des prélèvements par carottages sont alors effectués **23** **24** et analysés par un laboratoire spécialisé pour valider l'efficacité de l'intervention.

En fin d'opération, après nettoyage à haute pression des résidus de gel **25**, les eaux de rinçage et les déchets collectés ayant été enlevés par une entreprise spécialisée, on procède à la reconstitution des parements de béton mis à nu avec un mortier hydraulique adapté **26** **27**.



Fiche d'identification

Maître d'ouvrage :

Syndicat des copropriétaires
de l'unité d'habitation
"LE CORBUSIER"

Maître d'œuvre :

François Botton – ACMH
Frédéric Polo – VMH

Bureau de contrôle :

VERITAS

Entreprise mandataire :

VIVIAN & Cie

Coût de l'intervention

de RENOFORS :

210 000 €

Délai d'exécution :

10 mois – 2010

LE MOT DE L'ARCHITECTE

Rendre le béton durable.

Après avoir considéré le béton comme un matériau à tout faire et incorruptible, au point de l'avoir utilisé aux limites de ses capacités, les dernières décennies ont apporté les signes de sa fragilité et de son caractère périssable. Contrairement à des matériaux minéraux "naturels" stables par nature car inertes (la pierre notamment), le couple fer/ciment évolue rapidement au contact de son environnement. Particulièrement en milieu agressif (bord de mer), ou en cas de mise en œuvre déficiente (enrobage, porosité). Le béton de l'unité d'habitation de Marseille réunit malheureusement ces deux faiblesses, ce qui est un paradoxe au regard de ses magistrales qualités architecturale et plastique.

Une problématique était donc d'arbitrer entre le remplacement, parfois indispensable, et la réparation. Cette démarche est récurrente en restauration de monuments. Par contre, le vrai enjeu était également et surtout de protéger préventivement les parties encore saines sur les épidermes de béton banché à la planche, constitutifs de l'identité du bâtiment.

Sur ce point, le traitement préventif par déchloruration et réalcalinisation est apparu comme la bonne pratique, permettant de sauvegarder les parements authentiques et originaux. Les parements banchés des pilotis ont ainsi été traités en 2005, et tout récemment les cheminées/sculpture et le théâtre de plein air du toit-terrasse.

Grâce à ce procédé, des structures uniques, pourtant réputées techniquement perdues, peuvent être pérennisées, conservant ainsi le caractère d'authenticité propre à un monument historique.

Le béton peut donc être aussi "durable".

François Botton
Architecte du patrimoine

LE MOT DU MAÎTRE D'OUVRAGE

La copropriété de L'Unité d'habitation de Marseille de M. Le Corbusier appelée "La Cité Radieuse" a engagé une importante campagne de travaux de restauration des façades et de la toiture de l'immeuble.

Ces travaux démarrés en 2005 ne sont toujours pas terminés, ils s'inscrivent dans une démarche de respect de la matière patrimoniale propre à ce monument historique classé.

Afin de respecter l'oeuvre, les travaux ont été confiés à l'Architecte en Chef des Monuments Historiques et ont fait l'objet d'un contrôle scientifique de la part de la Direction Régionale des Affaires Culturelles (DRAC).

Le choix des entreprises s'est naturellement porté vers des entreprises qualifiées M.H. ou référencées par leurs interventions en milieu patrimonial.

La restauration des bétons a fait l'objet d'une phase d'essai qui a permis de mettre au point une solution technique efficace et peu invasive.

En effet, la restauration de cet ouvrage représente un des premiers chantiers de consolidation du béton armé de grande ampleur patrimoniale en France.

De surcroît, le chantier est un site occupé par les habitants, ce qui a demandé une attention particulière en terme de gestion des nuisances et de pollution.

Corrado de Giuli Morghen
Président de la copropriété

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