IMGC

DIAGNOSTIC ET RÉPARATION DU BÉTON ARMÉ DÉGRADÉ PAR CORROSION

Journée Technique

MARDI 31 MAI 2022

FNTP – 3 Rue de Berri, 75 008 PARIS

En collaboration avec le CEFRACOR

Contexte normatif et européen

X. HALLOPEAU

Secrétaire de la commission CABs « Corrosion des aciers dans les bétons » du CEFRACOR
Membre du bureau du Comité Français de la Protection Cathodique

Journée technique IMGC, 31 mai 2022

Quel contexte ?

- La réparation – NF P 95-100, NF EN 1504
- Traitements électrochimiques
- La protection cathodique
- La certification en protection cathodique

Normes NF P95-100

La **révision des normes NF P95-100** vise à :

- établir des documents « autoporteurs », orientés « utilisateurs » (bureaux d'études, diagnostiqueurs, prescripteurs, MOE, entreprises, laboratoires) ;
- **intégrer le complexe référentiel « produits » EN 1504** « Produits et systèmes pour la protection et la réparation des structures en béton » **en fixant les niveaux de qualité requis** des matériaux et de l'exécution **pour les OA** ;
- aider à la prescription en explicitant les obligations du contrat ;
- valoriser les guides existants (STRRES FABEM 1 à 8, GA P18-902, ASQUAPRO…) ;
- produire des normes « ouvertes » (ex : valorisation des imprégnations hydrophobes dans la NF P95-103) ;
- permettre de s'adapter au cas de l'OA à réparer en effectuant des choix adaptés et pertinents.

NF P95-101 (juin 2017) « Réparation de surface des bétons »

Quelques éléments marquants :

- **réparation des dégradations de surface sur des profondeurs pouvant atteindre les premières armatures;**
- compatible avec la série des normes EN 1504, dont marquage CE (EVCP 2+) des mortiers industriels suivant l'EN 1504-3 (méthodes 3.1, 3.2, 3.3 ou 7.2);
- développements sur les indispensables études de diagnostic et de réparation préalables aux travaux;
- le contrat doit préciser les caractéristiques de performances obligatoires et fixer les niveaux de performance requis;
- choix des produits tenant compte des **classes d'exposition** de la NF EN 206/CN => attestation du fournisseur + tableau « d'équivalence en performances » proposé en annexe informative A;

NF P95-101 (juin 2017) « Réparation de surface des bétons »

Quelques éléments marquants:

- mortiers: soit industriels de classe R3 ou R4 (EN 1504-3), soit fabriqués sur chantier de « caractéristiques équivalentes »;
- si produit de réparation en contact avec les armatures => mortier ou béton à base de liants hydrauliques (CC ou PCC) (exigences supplémentaires si armatures de précontrainte);
- exigences sur la préparation du support dont dégagement des armatures apparentes ou apparaissant sur leurs périphéries, bords francs, cohésion superficielle moyenne du support préparé ≥ 1,5 MPa…);
- par défaut, pas d'utilité des produits de protection des armatures contre la corrosion;
- teneur des épreuves de convenance et de contrôle (voire d'étude) à préciser par le contrat;

NF P95-102 « béton projeté » en cours

Décision de diviser la norme NF P95-102 en **2 parties** :

- NF P 95-102-1 : travaux de projection sur OA en béton

- NF P 95-102-2 : travaux de projection sur OA en maçonnerie

- compatible avec la série des normes EN 1504, dont marquage CE (EVCP 2+) des mortiers industriels suivant l'EN 1504-3 (méthodes 3.3, 4.4, 7.1 et/ou 7.2);
- complexité normative (normes NF EN 1504-3, NF EN 206/CN, NF EN 14487-1 et 2);
- ANNEXE B (informative) - Tableau d'aide au choix de la technique de projection : voie sèche / voie mouillée;
- ANNEXE E (informative) - Fuseaux granulométriques ASQUAPRO.

Base la série des NF EN 1504

- La norme NF EN 1504-9 impose que l'évaluation de l'état réel d'une structure en béton soit effectuée avant de procéder aux opérations de protection et de réparation.
  De plus, dans son annexe A (informative), elle en donne les lignes directrices.

NF EN 1504-9

- Principes 7 à 11 décrivent les principes et méthodes relatifs à la corrosion des armatures dues :
  - À la perte physique de la couverture de protection du béton
  - À la perte d'alcalinité du produit de chimique de la couche de protection du béton engendrée par la réaction avec le CO_2 atmosphérique (carbonatation)
  - A la pollution de la couche de protection du béton par des agents corrosifs (généralement les ions chlorures) qui sont intégré au béton lors de son mélange ou qui, provenant de l'environnement, ont pénétré dans le béton.
  - Aux courant électriques parasites provenant des installations électriques voisines, conduits ou induits dans l'armature.

Lorsqu'il existe une corrosion de l'armature ou un risque de corrosion ultérieur, un ou plusieurs principes de protection contre la corrosion et de réparation de la corrosion (Principes 7 à 11) doivent être choisis.

- Propriétés des produits et des systèmes requises pour la conformité aux principes de protection et de réparation
  - Propriétés requises des produits et des systèmes
  - Maintenance après les travaux de protection ou de réparation
- Compétence du personnel

NF EN 1504-9

Principes et méthodes relatifs à la corrosion de l'armature	
7. Préservation ou restauration de la passivité	7.1 Augmentation de la couche avec du mortier ou du béton supplémentaire
	7.2 Remplacement du béton pollué ou carbonaté
	7.3 Ré-alcalinisation électrochimique du béton carbonaté
	7.4 Ré-alcalinisation du béton carbonaté par diffusion
	7.5 Extraction électrochimique de chlorure
8. Augmentation de la résistivité	8.1 Imprégnation hydrophobe
	8.2 Imprégnation
	8.3 Revêtement
9. Contrôle cathodique	9.1 Limitation de la teneur en oxygène (au niveau de la cathode) par saturation ou par revêtement de surface
10. Protection cathodique	10.1 Application d'un potentiel électrique
11. Contrôle des zones anodiques	11.1 Revêtement actif de l'armature
	11.2 Revêtement de protection de l'armature
	11.3 Application d'inhibiteurs de corrosion dans ou sur le béton

→ EN 14038-1 - 2016

→ EN 14038-2 - 2020

→ ISO DIS 12696 - 2021

→ Non couvert par une norme

Série EN 14038

- NF EN 14038-1:2016 - Ré-alcalinisation électrochimique et traitements d'extraction des chlorures applicables au béton armé – Réalcalinisation

Le but de la réalcalinisation est d'assurer la protection à long terme contre la corrosion des armatures en acier d'un béton ayant subi une carbonatation.

Domaine d'application : armatures ordinaires (non précontraintes, ni revêtues). Elle ne s'applique pas lorsque la contamination par les chlorures contribue à la corrosion des armatures.

- NF EN 14038-2:2020 - Ré-alcalinisation électrochimique et traitements d'extraction des chlorures applicables au béton armé – Extraction des chlorures

Le but de l'extraction des chlorures est de restaurer une structure en béton armé ayant subi une activité de corrosion et d'assurer une protection contre la corrosion, à long terme, des armatures en acier d'un béton qui a été affecté par les chlorures.

Domaine d'application : armatures ordinaires (non précontraintes, ni revêtues)

ISO FDIS 12696 - 2021

Protection cathodique de l'acier dans le béton

Rappels :
La protection cathodique de l'acier dans le béton est une technique qui s'est révélée satisfaisante pour des applications appropriées en assurant à long terme et économiquement la maîtrise de la corrosion de l'acier dans le béton

La norme 12696 représente une norme de performance dans laquelle il est prévu qu'une conception détaillée et des spécifications concernant les matériaux, la mise en place, la mise en service et l'exploitation soient préparées par des experts et des personnes expérimentées.

Les principales modifications par rapport à l'édition précédente sont les suivantes :

- Révision du domaine d'application dans le but de préciser que, pour assurer la conformité au présent document, il est nécessaire que l'installation de protection cathodique dispose d'un système de surveillance suffisant pour démontrer que l'installation respecte les critères de protection spécifiés.

- Révision des annexes informatives :
  - Révision annexe A : ajout d'un article A.7 « Avantages du courant de protection cathodique lorsque les critères énoncés en 8.6 ne sont pas entièrement satisfaits » ;
  - Révision *complète* annexe B « Procédé de conception »
  - Ajout d'une annexe D « Note sur les électrodes de référence »

ISO FDIS 12696 - 2021

Protection cathodique de l'acier dans le béton

Domaine d'application :

- Bâtiments et ouvrages d'art, y compris les armatures et les précontraintes en acier au carbone noyées dans le béton. Il s'applique aux armatures en acier non revêtu et aux armatures en acier recouvert par un revêtement organique.
- Acier noyé dans des éléments de bâtiments ou de structures qui sont exposés à l'atmosphère, enterrés, immergés ou soumis à la marée.

- Ne s'applique pas aux anodes galvaniques ou ensembles appliqués dans les réparations ragréées pour réduire les effets d'« anodes induites », à toutes formes d'installations de protection cathodique ou d'autres traitements électrochimiques qui soit ne peuvent pas répondre aux exigences des critères, soit ne sont pas équipées des systèmes de surveillance de la performance nécessaires pour évaluer si les critères de protection spécifiés sont satisfaits.

ISO FDIS 12696 - 2021

Protection cathodique de l'acier dans le béton

Critères :

- L'évaluation de la performance doit être conforme aux critères de protection ci-dessous pour l'acier dans le béton. Pour chaque structure, tout point représentatif de l'acier dans le béton doit satisfaire à l'un des critères donnés en 8.6, de a) à c) :

  a) un potentiel « à courant coupé » plus négatif que −720 mV par rapport à Ag/AgCl/0,5 mol/l KCl ;
  b) une dépolarisation d'au moins 100 mV sur un maximum de 24 h à partir de la coupure du courant ;
  c) une dépolarisation pendant une longue période (typiquement 24 h ou plus) d'au moins 150 mV à partir de la coupure du courant, sujette à une décroissance continuelle et l'utilisation d'électrodes de référence (et non de sondes de dépolarisation) pour les mesurages au-delà de 24 h.

Ces critères s'appliquent à tous les types d'installations de protection cathodique appliqués à l'acier dans le béton.

Il n'est pas nécessaire de satisfaire à plus d'un critère a), b) ou c).

EN ISO 15257 - 2017

Protection cathodique- Niveaux de compétence des personnes

Critères :

Le CFPC (Comité Français de la Protection Cathodique) est une branche du CEFRACOR (Centre Français de l'Anticorrosion) fonctionnant comme Organisme de Certification, en accord avec les normes EN ISO/CEI 17024 et EN ISO 15257.

Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3	Niveau 4	Niveau 5
Contrôleur en protection cathodique	Technicien en protection cathodique	Technicien senior en protection cathodique	Spécialiste en protection cathodique	Expert en protection cathodique

2014 mise en place de la certification N2 PC acier dans le béton,

2019 mise en place de la certification N3

A ce jour 123 certificats dont : 8N1, 89N2, 17N3, 7(exN3/N4), 2N5

Merci de votre attention !

Xavier HALLOPEAU, SECCO Corrosion Consulting

Expert Protection Cathodique N5 secteur Terre et Béton (EN ISO 15257:2017)
Spécialiste Protection Cathodique N3 secteur Mer (EN 15257:2007)

x.hallopeau@gmail.com
Mob : +33 6 20 62 26 79