

Table des matières

1_ Introduction	10
2_ La corrosion des structures en béton armé	13
1_ Mécanismes de la corrosion des armatures dans le béton	14
1.1_ La corrosion et les paramètres influents	14
1.2_ La qualité du béton	14
2_ Corrosion des armatures dans le béton dans son environnement	15
2.1_ La corrosion induite par la carbonatation du béton	15
2.2_ La corrosion induite par les ions chlorure	15
2.3_ La corrosion induite par une contamination combinée	16
2.4_ La corrosion « facilitée » par une discontinuité du béton.....	16
3_ Dégradations des structures en béton armé induites par la corrosion	17
3.1_ Schéma conceptuel de la corrosion en fonction du temps	17
3.2_ Dégradations induites par la corrosion.....	18
4_ Illustrations des dégradations des structures en béton armé induites par la corrosion selon les domaines de construction	19
4.1_ Ouvrages d'art.....	19
4.2_ Ouvrages maritimes.....	20
4.3_ Bâtiments.....	20
4.4_ Ouvrages de génie civil	21
4.5_ Aéroréfrigérants	21
4.6_ Eléments préfabriqués.....	22
4.7_ Réseaux d'assainissement	22
4.8_ Monuments Historiques	23
4.9_ Bassins, piscines et thermes.....	23
3_ Le déroulement d'un diagnostic de corrosion	24
1_ Problématiques rencontrées par le gestionnaire	25
2_ Acteurs en présence	25
2.1_ Le Maître d'Ouvrage (MOA).....	25
2.2_ L'Assistant à Maîtrise d'Ouvrage (AMO).....	25
2.3_ Le prestataire en charge du diagnostic corrosion	26
2.4_ Le Maître d'Œuvre (MOE).....	26
3_ Objectifs généraux du diagnostic	26
3.1_ En amont : Le pré-diagnostic	27
3.2_ Le diagnostic de corrosion	28
3.3_ Les aspects Qualité Hygiène Sécurité et Environnement	28
• 3.3.1_ Sécurité des usagers et du personnel intervenant sur site.....	28
• 3.3.2_ Respect de l'environnement.....	29
• 3.3.3_ Qualification et formation du personnel.....	29
• 3.3.4_ La problématique des coûts.....	29
4_ Rapport global du diagnostic	30

4	Les méthodes de terrain pour le diagnostic de corrosion.....	31
1	Documentation/Historique/Programme	32
2	Sélection des zones d'investigation	32
3	Inspection visuelle	32
3.1	Nettoyage éventuel.....	32
3.2	Déroulé de l'inspection visuelle.....	33
3.3	La fiche de terrain de l'inspection visuelle.....	33
4	Reconnaissance du ferrailage et mesure d'enrobage	35
4.1	Méthode électromagnétique Pachomètre	36
4.2	Méthode de radar de structure	38
4.3	La fiche de terrain de la reconnaissance du ferrailage	40
5	Connexion aux aciers	43
6	Cartographie de la résistivité électrique du béton	44
6.1	Mesure de la résistivité électrique du béton.....	44
6.1.1	La méthode de Wenner	44
6.1.2	La méthode du disque	45
6.2	Analyse des mesures de résistivité électrique du béton	45
6.3	La fiche de terrain des mesures de résistivité électrique du béton	46
7	Cartographie du potentiel libre des armatures	46
7.1	Présentation des mesures de potentiel.....	47
7.2	Les mesures de potentiels et les documents d'analyses	48
7.3	La fiche de terrain des mesures de potentiel	50
8	Densité de courant de corrosion des armatures	50
8.1	Les différentes grandeurs de courant de corrosion.....	51
8.1.1	Mesures réalisées avec un appareil Gecor10®	51
8.1.2	Mesures réalisées avec un appareil GalvaPulse®	52
8.1.3	Les limites des mesures de vitesse de corrosion	54
8.2	Analyse des vitesses de corrosion	54
8.3	La fiche de terrain des mesures de densité de courant de corrosion.....	54
9	Vérification de l'état de corrosion de l'armature	55
9.1	Examen visuel des armatures	55
9.2	La fiche de terrain pour l'état visuel des armatures.....	55
10	Prélèvements sur site pour les analyses de laboratoire	55
10.1	Sélection des prélèvements.....	55
10.2	Les prélèvements	57

5	_ Les analyses de laboratoire pour le diagnostic de corrosion.....	59
1	_ Analyses sur béton	60
1.1	_ Indicateurs de durabilité	60
1.2	_ Identification de la nature du liant.....	60
1.3	_ Estimation de la teneur en liant	61
1.3.1	_ Objectifs	61
1.3.2	_ Echantillonnage	61
1.3.3	_ Essais.....	61
1.3.4	_ La fiche de laboratoire pour le liant	62
1.4	_ Détermination du front de carbonatation.....	62
1.4.1	_ Objectifs	62
1.4.2	_ Echantillonnage	62
1.4.3	_ Essais.....	62
1.4.4	_ La fiche de laboratoire de la carbonatation	62
1.5	_ Détermination des profils en ions chlorure.....	63
1.5.1	_ Objectifs	63
1.5.2	_ Discussion.....	64
1.5.3	_ Echantillonnage	64
1.5.4	_ Essais.....	65
1.5.5	_ La fiche de laboratoire des ions chlorure.....	65
2	_ Analyses des armatures en acier	66
6	_ L'instrumentation pour le suivi en continu de la corrosion	67
1	_ Capteurs	68
1.1	_ Electrode de référence	68
1.2	_ Témoin métallique.....	68
1.4	_ Capteurs multi-mesures	69
1.4.1	_ Anode Ladder®	69
1.3	_ Résistance électrique du béton	69
1.4.2	_ CorroWatch®	71
2	_ Retours d'expériences	72
3	_ Précautions	73
4	_ Perspectives	73
7	_ L'évaluation de la capacité portante à partir des données du diagnostic de corrosion.....	74
1	_ Les référentiels.....	75
1.1	_ Normes	75
1.1.1	_ La norme ISO 13822	75
1.1.2	_ Autres documents	75
2	_ Initiation de l'évaluation structurale d'une structure corrodée	75
2.1	_ Le contexte législatif	75
2.2	_ Le déclenchement de l'évaluation structurale d'une structure corrodée	76
3	_ Les objectifs d'un recalcul d'ouvrage	77
3.1	_ Les données d'entrée du calcul et les investigations associées	78
3.1.1	_ Positions et diamètres des aciers	78

• 3.1.2 _ Section résiduelle des aciers	79
• 3.1.3 _ Section résiduelle future des aciers	79
• 3.1.4 _ Caractéristiques mécaniques des aciers non corrodés	80
• 3.1.5 _ Caractéristiques mécaniques des aciers corrodés	80
• 3.1.6 _ Section de béton.....	81
• 3.1.7 _ Caractéristiques mécaniques du béton.....	81
3.2 _ Problématique adhérence acier/béton	82
3.3 _ Problématique du renforcement/réparation.....	83
3.4 _ Résistance à la fatigue.....	83
3.5 _ Effet de la corrosion sur la redistribution des efforts par plastification des aciers	83
4 _ Les calculs structuraux	84
4.1 _ Les différents « niveaux » de calcul.....	84
4.2 _ Les vérifications effectuées	85
5 _ Conclusions	86
8 _ Conclusion.....	87
9_ Références bibliographiques.....	89
10 _ Annexes cas d'études.....	93
Annexe 1 _ Station de pompage.....	94
Annexe 2 _ Station d'Épuration des Eaux Usées.....	96
Annexe 3 _ Extension du quai Modéré Lombard – Grand Port Maritime de La Rochelle	98
Annexe 4 _ Projet DéCoF-Ré (Décision Corrosion Fiabilité des Piles du pont de l'île de Ré)	100
Annexe 5 _ Résidence d'habitation	102
Annexe 6 _ Villa E1027 E Grey	104
Annexe 7 _ Pont de Brotonne	106