

Table des matières

Introduction	11
Chapitre 1. L'inspection des ouvrages : les méthodologies	15
1.1. Les ouvrages d'art	16
1.1.1. Généralités	16
1.1.1.1. Les contrôles périodiques	17
1.1.1.2. Les inspections détaillées périodiques (IDP).	17
1.1.1.3. Les actions conditionnelles de surveillance	17
1.1.1.4. Les résultats de l'action de surveillance	18
1.1.2. Les documents réglementaires	19
1.1.2.1. Le fascicule 3 de l'ITSEOA	19
1.1.2.2. L'ITSEOA de 1979 révisée.	19
1.1.3. Les moyens humains	20
1.1.4. Les moyens matériels	21
1.1.5. Le dossier d'ouvrage	22
1.1.6. Le déroulement de l'inspection	23
1.1.7. Le rapport d'inspection	24
1.1.8. Les points de vigilance.	25
1.1.9. Exemple de classification	26
1.2. Les ouvrages de rétention et de transport des liquides.	26
1.2.1. Généralités	26
1.2.1.1. Étape 1	27
1.2.1.2. Étape 2	28
1.2.1.3. Étape 3	28
1.2.1.4. Étape 4	29
1.2.2. Les documents réglementaires	29
1.2.3. Les moyens humains	29
1.2.4. Les moyens matériels	30

1.2.5. Le dossier d'ouvrage	31
1.2.6. Le déroulement de l'inspection	31
1.2.7. Le rapport d'inspection	32
1.2.8. Les points de vigilance.	34
1.3. Les ouvrages de stockage de produits pétroliers	39
1.3.1. Généralités	39
1.3.2. Le déroulement de l'inspection	42
1.3.2.1. Visites périodiques	42
1.3.2.2. Visites à contrôle renforcé	42
1.3.3. Les points de vigilance.	46
1.4. Les ouvrages maritimes.	48
1.4.1. Généralités	48
1.4.2. Principes de la méthode VSC	50
1.4.3. Détermination de l'indice stratégique IS	52
1.4.4. Périodicité des visites	52
1.4.5. Définition des priorités.	53
1.4.6. Résumé de la méthode VSC.	53
1.4.7. Les points de vigilance.	54
1.5. Les silos	62
1.5.1. Généralités	62
1.5.2. Rappel réglementaire sur le fonctionnement mécanique des silos	62
1.5.3. Principe de l'inspection	63
1.5.4. Dossier de suivi	65
1.5.5. Le déroulement de l'inspection	66
1.5.6. Le rapport d'inspection	67
1.5.7. Les points de vigilance.	67
1.6. Portiques, potences et hauts-mâts	70
1.6.1. Généralités	70
1.6.2. Principe de l'inspection	70
1.6.3. Le rapport d'inspection	71
1.6.4. Les points de vigilance.	71

Chapitre 2. Notion de résistance des matériaux : application au béton armé. 75

2.1. Généralités sur le béton armé	75
2.2. Le matériau béton	76
2.2.1. Le ciment.	76
2.2.2. Les granulats.	77
2.2.3. L'eau de gâchage	77
2.2.4. Les adjuvants	77
2.2.5. Les caractéristiques mécaniques du béton	78
2.2.5.1. La résistance	79

2.2.5.2. Le retrait	79
2.2.5.3. Le fluage.	80
2.2.5.4. La dilatation thermique	81
2.2.5.5. Le module de déformation E	81
2.2.5.6. Le diagramme déformation-contrainte	81
2.2.5.7. La résistance à la traction	83
2.2.5.8. La déformation du béton	84
2.2.5.9. Le retrait du béton	86
2.2.5.10. Calcul des déformations transversales et longitudinales	87
2.3. Les aciers	89
2.3.1. Les caractéristiques mécaniques des aciers	89
2.3.1.1. Les aciers ronds lisses ou ronds à béton	91
2.3.1.2. Les aciers à haute adhérence	91
2.3.1.3. Les treillis soudés	92
2.3.1.4. La résistance mécanique	92
2.3.2. L'adhérence acier-béton	94
2.3.2.1. Étude expérimentale	94
2.3.2.2. Les deux modes de rupture d'adhérence	94
2.3.2.3. Facteurs influant sur l'adhérence	95
2.4. Notion de résistance des matériaux	95
2.4.1. La compression, la traction	97
2.4.2. La flexion pure	99
2.4.3. Les sollicitations à l'effort tranchant.	101
2.4.4. La torsion.	102
2.4.4.1. Section circulaire	102
2.4.4.2. Application à un cercle	103
2.4.4.3. Section rectangulaire.	103
Chapitre 3. La pathologie des ouvrages	105
3.1. La pathologie des ouvrages en béton	105
3.1.1. La fissuration	105
3.1.1.1. Définition	105
3.1.1.2. Cas particulier du béton	105
3.1.1.3. Fissuration liée au fonctionnement de l'ouvrage	107
3.1.1.4. Fissuration liée au matériau et à sa mise en œuvre	110
3.1.1.5. Caractérisation d'une fissure	115
3.1.2. La dégradation du béton	116
3.1.2.1. Les dégradations physico-chimiques	117
3.1.2.2. La dégradation par agressions mécaniques.	146
3.1.2.3. Les attaques bactériologiques	146
3.2. La pathologie des ouvrages en maçonnerie	146
3.2.1. Généralités	146

3.2.2. Principaux désordres pouvant affecter les maçonneries	147
3.2.2.1. La fissuration	147
3.2.2.2. L'étanchéité	151
3.3. La pathologie des ouvrages en matériaux composites	152
3.3.1. Généralités sur les matériaux composites	152
3.3.1.1. Composition des matériaux composites	153
3.3.2. Principales pathologies des matériaux composites	156
3.3.2.1. Les incompatibilités chimiques entre matrices et fibres	156
3.3.2.2. Les incompatibilités chimiques entre matériaux composites et milieu environnant	158
3.3.2.3. Les modifications des polymères par les radiations.	159
3.3.2.4. L'osmose	159
3.3.2.5. Le délaminage	160
3.3.2.6. La rupture du stratifié	161
3.3.2.7. La rupture des assemblages.	164

Chapitre 4. Les techniques de réparation des ouvrages de génie civil 167

4.1. Généralités	167
4.2. La technique des plats métalliques collés	167
4.2.1. Principe de la technique	167
4.2.2. Environnement réglementaire.	168
4.2.3. Principe de dimensionnement des renforcements	168
4.2.3.1. Fonctionnement du béton plaqué	168
4.2.3.2. Ordre de grandeur des caractéristiques des matériaux	169
4.2.3.3. Méthode de calcul du renforcement	169
4.2.3.4. Mise en œuvre des renforcements	174
4.3. La technique des tissus ou plats composites collés.	176
4.3.1. Principe de la technique	176
4.3.2. Environnement réglementaire.	177
4.3.3. Principe de dimensionnement des renforcements	177
4.3.3.1. Méthode de calcul des armatures longitudinales sous effort de flexion	179
4.3.3.2. Méthode de calcul du confinement des poteaux béton	182
4.3.4. Mise en œuvre des renforcements	182
4.3.5. Domaine d'emploi	183
4.4. La technique de la précontrainte additionnelle	183
4.4.1. Principe de la technique	183
4.4.2. Environnement réglementaire.	184
4.4.3. Principe de dimensionnement des renforcements	184
4.4.4. Mise en œuvre des renforcements	185
4.4.4.1. Les matériaux	185

4.4.4.2. Exemple de réalisation	187
4.4.4.3. Les contrôles	188
4.5. La technique du béton projeté	189
4.5.1. Principe de la technique	189
4.5.2. Environnement réglementaire	189
4.5.3. Principe de dimensionnement des renforcements	190
4.5.4. Mise en œuvre des renforcements	191
4.5.4.1. Les procédés de projection	191
4.5.4.2. Les matériaux	193
4.5.4.3. La préparation du support	194
4.5.4.4. La projection du béton	194
4.5.4.5. Les épreuves	195
4.6. La réparation des bétons dégradés superficiellement	197
4.6.1. Principe de la technique	197
4.6.2. Environnement réglementaire	197
4.6.3. Principe de dimensionnement des renforcements	198
4.6.4. Mise en œuvre des renforcements	198
4.6.4.1. Les matériaux	198
4.6.4.2. La préparation des supports	199
4.6.5. Mise en œuvre des ragréages	201
4.6.5.1. Mise en œuvre du ragréage	201
4.6.5.2. Mise en œuvre de l'injection et du traitement des fissures	201
4.6.6. Scellement d'armatures passives dans le béton	203
4.6.6.1. Textes réglementaires	203
4.7. La protection cathodique des armatures	204
4.7.1. Principe de la technique	204
4.7.2. Environnement réglementaire	205
4.7.3. Principe de dimensionnement des renforcements	206
4.7.4. Mise en œuvre de la protection	206
4.7.4.1. Exemple d'application sur un réservoir	206
4.7.4.2. Densité de courant nécessaire à la « prévention cathodique » et à la « protection cathodique »	208
4.7.4.3. « Protection cathodique » pour les bétons enterrés et les structures immergées	208
4.7.4.4. Cas particulier des aciers de précontrainte	209
4.8. La reprise en sous-œuvre	210
4.8.1. Principe de la technique	210
4.8.2. Environnement réglementaire	210
4.8.3. Principe de dimensionnement des renforcements	211
4.8.4. Mise en œuvre des renforcements	211
4.8.4.1. Reprise en sous-œuvre des fondations superficielles	211
4.8.4.2. Reprise par des techniques spécifiques	212
4.8.4.3. Reprise en sous-œuvre des fondations profondes	214

Chapitre 5. L’inspection et la maintenance des ouvrages aux États-Unis : les méthodologies	217
5.1. Les ouvrages d’art	218
5.1.1. Généralités	218
5.1.2. Les documents règlementaires	218
5.1.3. Les moyens humains	219
5.1.4. Les moyens matériels	220
5.1.5. Le rapport d’inspection	220
5.1.6. Les points de vigilance	222
5.2. Les ouvrages de stockage de produits pétroliers	223
5.2.1. Généralités	223
5.2.2. Le déroulement de l’inspection	224
5.2.3. Les points de vigilance	224
 Annexe 1. Diagnostic sur un ouvrage de stockage d’eau potable selon la méthodologie du CEMAGREF	 225
 Annexe 2. Diagnostic sur un bac de stockage de produits pétroliers selon la méthodologie du DT 92	 257
 Annexe 3. Diagnostic sur un ouvrage maritime selon la méthodologie du VSC du CETMEF	 267
 Annexe 4. Rapport d’inspection « portiques, potences et hauts-mâts »	 313
 Annexe 5. Matériel de mesure	 321
 Annexe 6. Les inspections des ponts	 323
 Bibliographie	 327
 Index	 331