



IMG C

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





Les Guides de l'IMGC

Christophe RAULET
Vice-Président de l'IMGC
DG Setec DIADES



Guide pour les inspections télévisuelles

Ce document est rédigé par le Groupe de Travail 6 de l'IMGC, piloté par Jean-François Bindel, Groupe ADP et constitué de :

- ◆ Pierre Carreaud, SITES
- ◆ Baptiste Sutter, Structure & Réhabilitation
- ◆ Éric Durieu, SATIF OA
- ◆ Gérald Forissier, SATIF OA
- ◆ Philippe Bertho, QUADRIC
- ◆ Éric Helin, QUADRIC
- ◆ Alexandre Guebey, DIADES
- ◆ Pierre-Marin Fabry, Sixense Engineering
- ◆ Christophe Raulet, DIADES
- ◆ Idriss Benslimane, Structure & Réhabilitation

Le comité de relecture est constitué de :

- ◆ Benoît Guillot, ARTELIA – ARTEDRONES
- ◆ Romain Pittet, ASFA
- ◆ Mathieu Barilone, CNR
- ◆ Vincent Fuchs, CNR
- ◆ Séverine Charmant, DGAC
- ◆ Marion Floret, EDF
- ◆ Julien Gabrielli, SNCF Réseau
- ◆ Olivier Bougeard, SNCF Réseau
- ◆ Pelayo Villanueva, SNCF Réseau

Mise en ligne fin mai 2021



Guide pour les inspections télévisuelles

Sommaire

1. AVANT-PROPOS	5
2. OBJECTIF	5
3. DOMAINE D'APPLICATION ET STRUCTURES CONCERNÉES	6
4. OUTILS D'ACQUISITIONS	7
» 4.1 Vecteurs, porteurs	7
• 4.1.1 Supports mécaniques	7
• 4.1.2 Bras automatisés	7
• 4.1.3 Roulants	8
• 4.1.4 Aériens	8
• 4.1.5 Aquatiques	8
» 4.2 Capteurs	9
• 4.2.1 Capteurs traditionnels	9
• 4.2.2 Capteurs spécifiques	9
• 4.2.3 Conditions d'application des différents capteurs	11
5. MÉTHODES D'EXPLOITATION DES DONNÉES TÉLÉVISUELLES	12
» 5.1 Traitement des images	12
• 5.1.1 Mosaïque d'images	13
• 5.1.2 Orthomosaïque, orthophotographie	13
• 5.1.3 Modèle 3D	14
• 5.1.4 Synthèse des différents traitements d'image	14
» 5.2 Bases de données et classification des désordres	15
» 5.3 Référencement, localisation	16
» 5.4 Analyse, interprétation	17
6. RAPPORT D'INSPECTION, LIVRABLES	18
» 6.1 Listes et représentations schématiques	18
» 6.2 Représentation graphique	19
• 6.2.1 Reportage photographique ou vidéo légendé	19
• 6.2.2 Assemblage d'images, mosaïque	20
• 6.2.3 Planche technique proportionnée	20
» 6.3 Orthophotographies	21
» 6.4 Le modèle 3D	22
» 6.5 Fichiers multicouches	22
» 6.6 Format et visualisation des données	23

Guide pour les inspections télévisuelles

Sommaire

7. PRÉCISION	25
» 7.1 Seuil de détection	25
• 7.1.1 Taille pixel	25
• 7.1.2 Qualité de l'image	26
• 7.1.3 Lien entre taille pixel et seuil de détection de défauts linéaires	27
• 7.1.4 Qualité, résolution de l'écran de visualisation	27
• 7.1.5 Particularité des inspections subaquatiques	27
» 7.2 Evaluation des dimensions des défauts	28
» 7.3 Localisation des défauts	28
» 7.4 Exhaustivité de l'inspection	29
8. COMPÉTENCES DES OPÉRATEURS	29
9. BESOINS À DÉFINIR PAR LE MAÎTRE D'OUVRAGE	30
10. SÉCURITÉ	32
» 10.1 Assurances	32
11. RÉFÉRENCES RÉGLEMENTAIRES ET LÉGISLATIVES	33
» 11.1 Aérien	33
» 11.2 Aquatique	33
» 11.3 Rail	33
» 11.4 Route	33
12. CAS D'USAGE	34
» 12.1 Intrados de tablier et pile haute inspectés par drone	34
» 12.2 Parties immergées d'un barrage inspectées par SONAR	35
» 12.3 Tunnel inspecté par caméra sur lorry	36
» 12.4 Châteaux d'eau inspectés par drone	38
13. TRAITEMENTS COMPLÉMENTAIRES	40
14. TECHNIQUES CONNEXES	42
15. ÉVOLUTIONS PRÉVISIBLES DE LA TECHNOLOGIE	42
16. GLOSSAIRE	43
17. BIBLIOGRAPHIE & SITOGRAPHIE	44
18. FIGURES ET TABLEAUX	45

Dernière parution : Guide pour la Maitrise des risques par l'Instrumentation

Ce document est rédigé par le Groupe de Travail 5 de l'IMGC, animé par Renaud LECONTE, Setec DIADES et constitué de :

- ◆ Gérard BARON (OSMOS)
- ◆ Jean-François BINDEL (Groupe ADP)
- ◆ Mikaël CARMONA (Morphosense)
- ◆ Jean-François DOUROUX (RATP)
- ◆ Renaud LECONTE (Setec Diadès)
- ◆ Anaëlle LELEU (Sixense Monitoring)
- ◆ Thomas MAUROUX (SITES)
- ◆ Dragos PETRE (OSMOS)
- ◆ Delphine RAFFARD (Argotech)

Le comité de relecture est constitué de :

- ◆ Christophe ADRIAN (Getec Sud-Ouest)
- ◆ Bertrand COLLIN (SITES)
- ◆ John DUMOULIN (Cerema Sud-Ouest)
- ◆ Salim EL-MOUMMY (SNCF)
- ◆ Clément FASQUEL (CCI du Havre)
- ◆ Mathieu GALAN (EDF DTG)
- ◆ Thierry GUILLOTEAU (EDF DTG)
- ◆ Adrien HOUEL (METS / DIT / FCA)
- ◆ Mansour LASSOUED (Setec Lerm)
- ◆ André ORCESI (Cerema DTec ITM)
- ◆ Christophe RAULET (Setec DIADES)
- ◆ Franziska SCHMIDT (Université Gustave Eiffel)
- ◆ Pelayo VILLANUEVA (SNCF)

Plus de 2 ans de travail pour un document unique !
Mise en ligne dans quelques semaines



Sommaire

1. AVANT-PROPOS	6
» 1.1 PREAMBULE.....	6
» 1.2 CONTEXTE GENERAL.....	7
» 1.3 DOMAINE D'APPLICATION ET STRUCTURES CONCERNEES.....	8
2. RISQUES	9
» 2.1 RAPPEL SUR L'ANALYSE DE RISQUES.....	9
» 2.2 RISQUES ET ALEAS.....	11
• 2.2.1. Mauvaise conception et mauvaise exécution.....	11
• 2.2.2. Vieillessement des matériaux.....	12
• 2.2.3. Changement d'usage ou de conditions d'exploitation.....	14
• 2.2.4. Changement climatique.....	15
• 2.2.5. Événements exceptionnels.....	15
• 2.2.6. Interaction sol/structure.....	16
• 2.2.7. Interaction structure / structure.....	18
• 2.2.8. Modification de l'environnement et travaux à proximité de l'ouvrage.....	19
3. INSTRUMENTATION	21
» 3.1 RAPPEL SUR L'INSTRUMENTATION.....	21
» 3.2 MESURES ET ACQUISITIONS.....	23
• 3.2.1. Notions de métrologie.....	23
• 3.2.2. Acquisition : système et architecture.....	26
» 3.3 LES USAGES DE L'INSTRUMENTATION.....	27
• 3.3.1. Quelques usages de l'instrumentation.....	27
• 3.3.2. Le diagnostic.....	29
• 3.3.3. La surveillance préventive.....	30
• 3.3.4. La surveillance renforcée.....	32
• 3.3.5. La haute surveillance.....	32
• 3.3.6. La surveillance dans le cadre de travaux sur les avoisinants.....	32
» 3.4 INDICATEURS D'ALERTES.....	33
4. ANALYSE DES DONNEES	37
» 4.1 MODELE DE COMPORTEMENT ET INSTRUMENTATION.....	37
• 4.1.1. Préambule.....	37
• 4.1.2. Adéquation de l'instrumentation à la modélisation du comportement mécanique.....	38
• 4.1.3. Les objectifs de la modélisation.....	38
• 4.1.4. Les types de modèles.....	39
• 4.1.5. Liens entre modèle et instrumentation.....	39
• 4.1.6. Calage de paramètres.....	40

Sommaire

» 4.2 ANALYSE DU COMPORTEMENT : CHOIX DE LA GRANDEUR PHYSIQUE A MESURER.....	43
• 4.2.1. Maîtrise des conditions aux limites et sollicitations externes.....	43
• 4.2.2. Maîtrise du comportement « global ».....	44
• 4.2.3. Maîtrise du comportement « local ».....	46
• 4.2.4. Maîtrise de l'impact des « sollicitations dynamiques ».....	48
» 4.3 LES RAPPORTS D'INGENIERIE	48
5. CCTP : POINTS DE VIGILANCE	50
» 5.1 PREAMBULE.....	50
» 5.2 OBJET DU MARCHE.....	51
» 5.3 OUVRAGE A INSTRUMENTER.....	51
» 5.4 DEFINITION DE L'INSTRUMENTATION.....	52
» 5.5 MAINTENANCE DU SYSTEME.....	54
» 5.6 DEFINITION DE LA SURVEILLANCE.....	55
» 5.7 CONTENU DES RAPPORTS	56
» 5.8 DOSSIER D'INSTRUMENTATION.....	57
» 5.9 AUTRES POINTS	57
6. CONCLUSION	58
7. ANNEXE 1	59
» 7.1 TERMINOLOGIE.....	59
» 7.2 GLOSSAIRE.....	59
• 7.2.1 Rappel définition métrologie.....	59
• 7.2.2 Etat d'un ouvrage.....	60
• 7.2.3 Activités de maintenance	60
8. ANNEXE 2 : FAMILLES PRINCIPALES DE MESURES	62
» 8.1 MESURES DIMENSIONNELLES	62
» 8.2 MESURES DE DEFORMATION	64
» 8.3 MESURES DE ROTATION	65
» 8.4 MESURES DU COMPORTEMENT DYNAMIQUE	66
» 8.5 MESURES PHYSICO-CHIMIQUES	67
» 8.6 MESURES DES EFFORTS	68
» 8.7 MESURES DES SOLLICITATIONS EXTERIEURES	69
9. ANNEXE 3 : EXEMPLES DE MAITRISE DES RISQUES PAR L'INSTRUMENTATION	70
» 9.1 CATHEDRALE DE METZ.....	70
» 9.2 PONT DE SAINT-VALLIER – CD26.....	73
» 9.3 VIADUC D'AUSTERLITZ.....	78
» 9.4 SURVEILLANCE DE LA STATION PORTE MAILLOT L01 DANS LE CADRE DES TRAVAUX DE PROLONGEMENT DE LA LIGNE E.....	80
» 9.5 TOUR TELECOMMUNICATION ET VENTS AU-DELA DES VENTS DE CALCULS ...	82
» 9.6 VIADUC D'EPINAY-SOUS-SENART.....	84
» 9.7 SURVEILLANCE DU CINEMA LE LOUXOR - PARIS.....	85
» 9.8 SURVEILLANCE D'UN PIPEWAY	87
» 9.9 SURVEILLANCE DES VIADUCS D'ACCES DU PONT EIFFEL DE SAINT-ANDRE-DE-CUBZAC.....	90
» 9.10 SUIVI DE L'EVOLUTION DE LA FISSURATION DES PYLONES DU PONT DE SEYSSEL.....	93
» 9.11 LE PONT SUR LA VIERE A GLANDAGE (DROME).....	97
10. BIBLIOGRAPHIE	101
11. LISTE DES FIGURES	102



IMG C

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



ACCUEIL des participants - café (8h15)

IMGC

9h00 - 9h10 Accueil et actualités de l'IMGC
P. Dumez - *IMGC*

9h10 - 9h30 Présentation des guides de l'IMGC
C. Raulet - *IMGC*

INTRODUCTION

9h30 - 9h55 Les problématiques rencontrées par les MOA :
contexte et mise en perspective
J-F. Douroux, *RATP* - Y. Jeanjean, *ASFA*

9h55 - 10h15 Les essais non-destructifs et les perspectives
de certification
B. Quénéé - *COFREND*, *Setec LERM*

10h15 - 10h30 Guide méthodologique de diagnostic de
corrosion des structures en Béton Armé
V. Bouteiller - *CEFRACOR*, *IMGC*, *AFGC*

10h30 - 10h50 Contexte normatif et européen
X. Hallopeau, R. François - *CEFRACOR*

Questions-Réponses : 10min

PAUSE (20 min)

DIAGNOSTIC, SURVEILLANCE ET ÉVALUATION

11h20 - 11h40 Les techniques d'investigations
et de diagnostic corrosion
C. Michaux, *SIXENSE Engineering*

11h40 - 12h00 Le suivi en temps réel de la corrosion par
instrumentation
F. Deby, *LMDC* - M. Lassoued, *Setec LERM*

12h00 - 12h20 L'évaluation de la portance des OA dégradés
par la corrosion
L. Maracci, *ARCADIS* - F. Duprat, *LMDC*

Questions-Réponses : 10min

PAUSE DÉJEUNER (1H30)

TECHNIQUES DE PÉRENNISATION ET EXEMPLES DE RÉALISATIONS

14h00 - 14h20 La durabilité des ouvrages hydrauliques
en béton : les revêtements et produits de
protection
L. Hasni, *GINGER* - Y. Giquel, *SIKA*

14h20 - 14h50 La protection cathodique : conception,
systèmes et contrôles
B. Thauvin, *CEREMA* - M. Grill, *SIXENSE In-Situ*

14h50 - 15h20 La réparation de la corniche Kennedy :
approche performantielle et protection
cathodique
T. Defolleville, *Setec TPI* - L. Pace, *Setec
DIADES* - O. Lesieutre, *FREYSSINET*

15h20 - 15h50 La réparation du viaduc de la Marne sur A4 :
le traitement des superstructures dégradées
Y. Jeanjean, *SANEF* - N. Rouzet, *INGEROP*

Questions-Réponses : 10min

PAUSE (20min)

TABLE RONDE

16h20 - 17h00 Contexte européen et certifications des
opérateurs END
Animateur : P. Dumez
B. Quénéé, J.F. Douroux, Y. Jeanjean,
V. Bouteiller, C. Michaux, JP Balayssac

Questions-Réponses : 15min

CONCLUSIONS

17h15 - 17h30 Conclusions et clôture
P. Dumez - *IMGC*

Ingénierie de
Maintenance du Génie Civil

IMGC ■■■



MERCI AUX MEMBRES DU COMITE

JP. Balayssac

N. Bessoule

V. Bouteiller

JF. Douroux

Y. Jeanjean

B. Quénée



MERCI DE VOTRE ATTENTION

ET BONNE JOURNEE 😊

TECHNIQUE

www.imgc.fr

