

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou (UMMTO)

Faculté du Génie de la Construction

Département de Génie Civil



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

*En vue de l'obtention du diplôme de master
de l'université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou*

Filière : Génie Civil

Spécialité : Construction métallique

Thème

Méthodologie de Pré-Diagnostic des Structures Métalliques : Développement et application d'une fiche d'inspection visuelle structurée

Présenté par :

M^r ABBOU SALIM

Devant le jury composé de :

Mme ALI AHMED Chafika

Maître de conférence A

Présidente

Mme HADDAD Kahina

Maître de conférence B

Examinatrice

Mme BOUZID Leyla

Maître de conférence B

Encadrante

Mr AKKOUCHE Karim

Maître de conférence B

Co-encadrant

Remerciement

Je commence ces remerciements en adressant toute ma gratitude à Dieu Le Tout-Puissant, pour m'avoir accordé la force, la patience et la volonté nécessaires à la réalisation de ce travail.

*Je tiens à exprimer ma profonde reconnaissance à **Monsieur AKKOUCHÉ Karim** et **Madame BOUZID Leyla**, mes encadrateurs, pour leur encadrement attentif, leurs conseils précieux et leur disponibilité tout au long de ce mémoire. Leur soutien constant a grandement contribué à la réussite de ce projet.*

Je remercie également l'ensemble des enseignants du département de génie civil pour la qualité de l'enseignement reçu et leur engagement envers notre formation.

Enfin, je tiens à remercier chaleureusement toutes les personnes qui, de près ou de loin, m'ont apporté leur aide, leur soutien ou leurs encouragements durant cette période.

Dédicace

À mon cher père **Mohammed**,
pour sa sagesse, sa patience et ses sacrifices silencieux. Tu as toujours été un pilier dans ma vie, un exemple de droiture et de persévérance. Merci de m'avoir appris à ne jamais baisser les bras face aux difficultés, et de m'avoir soutenu, souvent dans l'ombre, mais toujours avec constance et amour.

À ma chère mère **Zohra**,
pour son amour inépuisable, ses prières qui m'ont accompagné à chaque étape, et sa présence rassurante dans les moments les plus éprouvants. Tu as été pour moi un véritable refuge, une source de courage et d'équilibre. Merci pour ton dévouement et ton soutien sans limite, qui m'ont permis d'avancer chaque jour avec confiance.

À mon frère **Mourad** et à ma sœur **Nassima**,
pour leur affection sincère, leur présence bienveillante et leurs encouragements constants. Mourad, ton calme, ton écoute et ta confiance m'ont toujours donné de la force. Nassima, ta tendresse, ton soutien et ta capacité à reconforter m'ont été d'un grand secours tout au long de ce parcours. Vous avez été pour moi bien plus qu'un soutien : une véritable motivation.

À la mémoire de mes grands-pères,
qui ont marqué ma vie par leur sagesse, leur générosité et leurs valeurs. Même absents aujourd'hui, leur souvenir reste vivant dans mon cœur et continue de m'inspirer au quotidien. Ce travail leur est dédié avec une profonde gratitude et un respect éternel.

À mes amis les plus proches (**Mehdi, Rachid, Mokhtar, Karim...**)
pour leur amitié sincère, leur bonne humeur et leur soutien indéfectible. Merci pour votre présence constante, vos encouragements dans les moments difficiles et votre capacité à me redonner le sourire quand j'en avais le plus besoin.

À mes camarades de la promotion **Construction Métallique (Anis, Sonia, Sabrina...**)
avec qui j'ai partagé des années de formation riches en efforts, en défis, en entraide et en réussite. Ensemble, nous avons surmonté les épreuves académiques, vécu de beaux moments de solidarité, et tissé des liens qui, je l'espère, dureront au-delà de ces années universitaires. Vous avez été bien plus que de simples camarades de classe : des compagnons de route dans une aventure humaine et intellectuelle marquante.

À vous tous, merci du fond du cœur pour votre présence, votre soutien et la part que chacun a jouée dans l'accomplissement de ce travail, qui est aussi le fruit d'un chemin parcouru ensemble.

Sommaire

Introduction générale	1
Chapitre I : Généralités sur les pathologies	
Introduction	3
1- Terminologies	3
2- Origines des pathologies	4
2.1- Liées à la superstructure	4
2.1.1- Phase de conception et calcul.....	5
2.1.2- Phase de réalisation et d'exécution.....	5
2.1.3- Phase d'exploitation.....	6
2.2- Liées à l'infrastructure	8
2.2.1- Dégradations dues aux erreurs d'étude et réalisation	8
2.2.2- Dégradations dues à des causes extérieures	10
2.2.3- Dégradations dues aux matériaux constitutifs	10
2.2.4- Dégradations dues aux gradients température / humidité	11
2.3- Liées au sol	14
2.3.1- Retrait et gonflement.....	14
2.3.2- Glissement de terrain	14
2.3.3- Tassement différentiel.....	15
2.3.4- Les effondrements de cavité souterraine	15
2.3.5- Les affaissements	16
2.3.6- Liquéfaction du sol.....	17
2.4- Pathologies dues aux actions naturelles et accidentelles	17
2.4.1- Dues aux actions naturelles.....	17
2.4.2- Dues aux actions accidentelles.....	19
Conclusion	20
Chapitre II : Synthèse bibliographique sur les différentes méthodes d'inspection	
Introduction	21
1- Diagnostic des structures.....	21
Principale étape d'un diagnostic	22
1.1.1- Révision de l'historique de l'ouvrage	23
1.1.2- Analyse de l'état de service	23
1.1.3- Visite du site	24
1.1.4- Evaluation détaillée.....	24
1.1.5- Evaluation des données recueillies	24

Sommaire

1.1-1. Evaluation sismique.....	24
1.2- Evaluation structurelle selon l'ASCE.....	25
2- Objectifs et importance de l'inspection.....	26
3- Présentation des méthodes d'inspection.....	27
3.1- Méthodes quantitatives	27
3.2- Méthodes semi-qualitatives.....	31
3.3- Méthodes qualitatives	34
Conclusion	35
Chapitre III : Récapitulatifs des différents outils d'investigations	
Introduction	36
1- Présentation des outils d'investigation	36
1.1- Outils non destructifs. 36	
1.1.2- Relevé visuel.....	36
1.1.3- Outils d'investigation par méthodes physiques.....	38
1.1.4- Outils de surveillance structurelle.....	42
1.2- Outils destructifs.....	44
1.2.1-Carotteuse	45
1.2.2- Essais géotechniques	45
1.2.3- Essais mécaniques sur échantillons	46
Conclusion	49
Chapitre IV : Méthodes et matériaux de réparation	
Introduction	50
1- Différentes méthodes de réparation	50
1.1- Lutte contre la corrosion.....	50
1.2- Lutte contre l'humidité	53
1.3- Lutte contre les infiltrations des eaux	53
1.4- Entretien.....	54
1.5- Remplacement des éléments endommagés	54
1.6- Ajout de matière.....	56
1.7- Déconsolidation des assemblages rivés	57
1.8- Méthode de réparation par soudage	58
1.9- Méthode réparation par boulonnage	59
1.10- Méthode de réparation par rivetage	59
1.11- Réparation et renforcement des fondations	59

Sommaire

Conclusion	62
Chapitre V : Proposition d'une fiche d'évaluation des structures métalliques existantes :	
Cas des structures implantées à Tizi-Ouzou	
Introduction	63
1- Historique de la fiche d'évaluation.....	63
2- Avantages et inconvénients des fiches d'évaluation	65
3- Proposition d'une fiche d'évaluation	66
3.1- Objectif et champ d'application de la fiche.....	68
3.2- Structure et contenu de la fiche d'évaluation	69
Conclusion	76
Chapitre VI	
Introduction	77
1- Présentation et évaluation des structures existante	77
1.1- Salle omnisport de Tizirt	77
- Eléments porteurs	78
- Assemblage	81
- Contreventement.....	83
- Toiture	84
- Escalier	84
- Isolation extérieur	85
- Isolation intérieur.....	87
- Plafond	88
- Acrotère.....	90
- Eléments vitrés.....	91
- Eléments pour évacuation des eaux.....	92
1.2- Salle de sport du lycée Colonel Amirouche à Tizi-Ouzou	94
- Eléments porteurs	94
- Assemblage	98
- Contreventement.....	100
- Toiture	101
- Isolation extérieur	102
- Eléments vitrés.....	104
Conclusion	106

Sommaire

Conclusion générale107

Liste Bibliographique

Annexes

Chapitre I :

Figure I.1. Corrosion d'un hangar métallique au port de Tizirt	7
Figure I.2. Fissure de fatigue	8
Figure I.3. Effondrement du pont de Sully-sur-Loire, France 1985	8
Figure I.4. Coupe schématique d'un pieux mal réalisé	9
Figure I.5. Chargement dissymétrique de l'ouvrage	9
Figure I.6. Excavation en limite d'un bâtiment.....	10
Figure I.7. Phénomène de ségrégation	11
Figure I.8. Fissures causées par le décoffrage prématuré	11
Figure I.9. Fissures dues au gel / dégel	12
Figure I.10. Pile de pont affectée par une réaction de gonflement.....	13
Figure I.11 fissures dues au phénomène de l'alcali-réaction.....	13
Figure I.12. Retrait et gonflement des argiles	14
Figure I.13. Glissement de terrain	15
Figure I.14. Effet du tassement de terrain sur la stabilité des constructions	15
Figure I.15. Schéma d'évolution des fontis	16
Figure I.16. Effondrement minier survenu sur la mine d'Elura, Australie 1970.....	16
Figure I.17. Le phénomène de liquéfaction du sol	17
Figure I.18. Immeubles partiellement enfouis et ayant basculé à la faveur d'une liquéfaction du sol	17
Figure I.19. Effondrement d'un toit sous le poids de la neige	18
Figure I.20a. Effondrement d'une habitation.....	19
Figure I.20b. Effondrement d'une structure métallique	19
Figure I.21a. Choque d'un bateau sur un pont aux USA.....	19
Figure I.21b. Incendie dans un tunnel	19
Figure I.21c. Explosion d'un immeuble	19

Chapitre II :

Figure II.1. Schéma de processus d'un diagnostic	22
Figure II.2. Liste des principaux paramètres décrivant les conditions de service des structures de béton (Emmons 1995).....	23
Figure II.3. Procédure d'évaluation structurale selon (ASCE)	26

Figure II.4.Distributions verticales typiques des forces sismiques horizontales.....	28
Figure II.5.Courbe de capacité statique d'une structure	29
Figure II.6.Accélération du spectre du RPA 2024	29
Figure II.7.Spectre de réponse	30
Figure II.8.Page d'accueil du système EDPS	32
Chapitre III :	
Figure III.1a. Endoscope / Boroscope	36
Figure III.1b. Fibroscope	36
Figure III.2.Fissuromètre	37
Figure III.3.Lunette micrométrique	38
Figure III.4a. Principe de ressuage	39
Figure III.4b. Produits utilisé dans le ressuage	39
Figure III.5a. Appareil à un seul transducteur	39
Figure III.5b. Appareil à deux transducteurs	39
Figure III.6. Appareils et sondes utilisés dans un CND par courants de Foucault	40
Figure III.7. Schématisation de la détection d'une fissure par courant de Foucault	40
Figure III.8.Schéma de principe du contrôle radiographique	41
Figure III.9. Appareil de contrôle par magnétoscopie	42
Figure III.10. Procédé à flux de fuite magnétique.....	42
Figure III.11a. Fissure inerte.....	43
Figure III.11b. Fissure active	43
Figure III.12.Jauge de mesure de fissure dans un même plan	43
Figure III.13.Exemple d'utilisation du capteur de déplacement potentiométrique.....	44
Figure III.14.Carotteuse.....	45
Figure III.15a. Carottier	46
Figure III.15b. Pressiomètre	46
Figure III.15c. Pénétomètre	46
Figure III.16.Machine de traction	47
Figure III.17.Courbe de traction.....	47
Figure III.18.Mouton-pendule (Charpy)	47

Figure III.19.Machine de dureté (Brinell)	48
Figure III.20. Résultat de mesure par la phénolphtaléine	49
Chapitre IV :	
Figure IV.1. Application d'une peinture anticorrosion	51
Figure IV.2.Exemple de la mise en place de plaques de renfort d'un élément de cornières	52
Figure IV.3. Détails de mise en place de renforts de poutre à larges ailes	53
Figure IV.4.Remplacement d'un montant d'une poutre à treillis	55
Figure IV.5.Ajout de matière sous la membrure inférieure entre lignes de rivets (Pont de Douarnenez)	57
Figure IV.6.Rivets défectueux	58
Figure IV.7.Etape de réalisation des micro-pieux.....	60
Figure IV.8.Injection du sol	61
Chapitre V :	
Figure V.1.Fiche d'évaluation des structures existantes Algériennes-ville de Constantine	64
Figure V.2.Fiche d'inspection proposée.....	66
Figure V.3.Section 1.A (identification de la construction ainsi que son usage)	69
Figure V.4.Section 2.A (Description de la construction)	70
Figure V.5.Section 1.B (sol de la construction)	70
Figure V.6.Section 2.B (Inspection de l'infrastructure)	71
Figure V.7.Sous-section 3.1.B (composants structuraux).....	72
Figure V.8.Section 3.2.B (composants non structuraux).....	74
Figure V.9.Section 4.B	75
Figure V.10.Partie (C)	75
Chapitre VI :	
Figure VI.1.Salle omnisport de Tizirt.....	77
Figure VI.2.Poteaux métalliques	78
Figure VI.3.Poteau en béton armé.....	79
Figure VI.4.Composants de la ferme.....	80
Figure VI.5.Assemblage	81
Figure VI.6.Page (1) de la fiche d'inspection S1	82
Figure VI.7.Contreventement	83

Figure VI.8.Toiture.....	84
Figure VI.9.Escaliers	84
Figure VI.10.Isolation extérieur (Panneaux sandwich)	85
Figure VI.11.Isolation extérieur (mur en maçonnerie).....	86
Figure VI.12.Isolation intérieur.....	87
Figure VI.13.Plafond	87
Figure VI.14.Page (2) de la fiche d’inspection S1	89
Figure VI.15.Acrotère.....	90
Figure VI.16.Eléments vitrés	91
Figure VI.17.Eléments pour évacuation des eaux.....	92
Figure VI.18.Page (3) de la fiche d’inspection S1	93
Figure VI.16.Salle de sport du lycée colonel Amirouche.....	94
Figure VI.17.Eléments Poteaux	94
Figure VI.18.Eléments poutres	96
Figure VI.19.Composants de la ferme.....	97
Figure VI.20.Élément assemblage.....	97
Figure VI.21.Page (1) de la fiche d’inspection S2	99
Figure VI.22.Contreventement.....	100
Figure VI.23.Toiture.....	101
Figure VI.25.Isolation extérieur	102
Figure VI.26.Page (2) de la fiche d’inspection S2	103
Figure VI.27.Eléments vitrés	104
Figure VI.28.Page (3) de la fiche d’inspection S2	105

Chapitre II :

Tableau II.1. Les différents degrés de dommage similaire à celles de l'échelle EMS-98, cas d'évaluation par expert (Grünthal & Levret 2001).34

Introduction Générale

Introduction Générale

Dans le domaine du génie civil, la pérennité et la sécurité des ouvrages reposent sur la qualité de leur conception, de leur exécution, mais également sur leur comportement à long terme sous l'effet de diverses sollicitations. Parmi les structures les plus répandues figurent les *structures métalliques*, qui offrent des avantages considérables : légèreté, résistance élevée, rapidité de montage et adaptabilité architecturale. Ces caractéristiques en font des éléments privilégiés pour la construction de bâtiments industriels, de salles de sport, ou d'ouvrages publics à grande portée.

Cependant, malgré ces avantages, les structures métalliques sont vulnérables à plusieurs formes de *pathologies* : corrosion, déformations, fissures, dégradations des assemblages, etc. De plus, ces désordres peuvent également toucher les *fondations en béton armé*, qui assurent le transfert des charges vers le sol. L'apparition de telles pathologies peut compromettre la stabilité et la sécurité de l'ouvrage, en particulier en l'absence d'entretien régulier ou d'inspections systématiques.

Dans les régions exposées à des conditions environnementales sévères, comme la *Wilaya de Tizi-Ouzou*, ces problématiques sont amplifiées. Cette région se caractérise par un *climat humide*, une *sismicité non négligeable* et une *variabilité géotechnique des sols*. Ces conditions, combinées à un vieillissement progressif du bâti existant, rendent impérative la mise en œuvre d'une démarche rigoureuse d'évaluation et de suivi du patrimoine immobilier.

C'est dans ce contexte que s'inscrit le présent mémoire, qui vise à contribuer à une meilleure compréhension et gestion des pathologies affectant les structures métalliques et leurs fondations. *L'objectif principal de ce travail est de constituer une banque de données sur l'état du patrimoine immobilier de la Wilaya de Tizi-Ouzou*, à travers une méthodologie d'évaluation applicable à un ensemble de structures publiques existantes.

Dans cette optique, deux *études de cas réelles* ont été réalisées :

- la *salle omnisport de Tigzirt*, située en zone littorale,
- et la *salle de sport du lycée Colonel Amirouche*, en zone urbaine de Tizi-Ouzou.

Ces deux structures ont été choisies pour leur représentativité dans le patrimoine bâti de la wilaya, leur usage public et leur typologie métallique reposant sur des fondations en béton armé. Elles ont fait l'objet d'inspections détaillées, sur la base d'une fiche d'évaluation élaborée dans ce mémoire.

Ce travail poursuit plusieurs objectifs spécifiques :

- Identifier et caractériser les principales pathologies affectant les superstructures métalliques et les fondations associées ;

- Présenter et analyser les différentes méthodes d'inspection et d'investigation (qualitatives, quantitatives, destructives et non destructives) ;
- Proposer une *fiche d'évaluation adaptée au contexte local*, permettant une collecte de données fiable et reproductible ;
- Appliquer cette fiche aux cas étudiés pour alimenter la *banque de données sur le patrimoine immobilier* de la wilaya ;
- Interpréter les résultats obtenus afin de formuler des recommandations techniques pertinentes pour la gestion future des ouvrages.

Le mémoire est structuré de la manière suivante :

- **Chapitre 1 : Généralités sur les pathologies.** Présentation des types de dégradations fréquentes dans les structures métalliques et les fondations en béton armé.
- **Chapitre 2 : Synthèse bibliographique sur les méthodes d'inspection.** Panorama des méthodes existantes pour l'évaluation des structures.
- **Chapitre 3 : Récapitulatif des outils d'investigation.** Description des instruments et techniques utilisés sur le terrain ou en laboratoire.
- **Chapitre 4 : Méthodes et matériaux de réparation**
- **Chapitre 5 : Proposition d'une fiche d'évaluation des structures existantes.** Élaboration d'un outil méthodique de diagnostic adapté au contexte local.
- **Chapitre 6 : Présentation et évaluation des structures existantes** (Étude de cas de la salle omnisport de Tizirt et de la salle du lycée Colonel Amirouche).

Ce mémoire se veut à la fois théorique et pratique. Il s'adresse aux professionnels du diagnostic structurel, aux gestionnaires d'infrastructures, ainsi qu'aux chercheurs et étudiants en génie civil. Il ambitionne de fournir des éléments concrets d'aide à la décision pour la *préservation, la réhabilitation et la gestion durable* du patrimoine bâti métallique et mixte de la Wilaya de Tizi-Ouzou

CHAPITRE I

Généralités sur les pathologies

Introduction

Pour commencer ce travail, une rétrospective des différentes pathologies susceptibles d'apparaître au cours du cycle de vie d'un ouvrage est présentée. Dans un premier temps, une clarification des notions et terminologies essentielles liées aux pathologies du bâtiment est donnée. En second lieu, les désordres sont classés selon les parties de la structure concernées : superstructure, infrastructure et sol. Enfin, le chapitre aborde également les pathologies liées aux matériaux constitutifs, aux conditions environnementales, aux actions naturelles et aux actions accidentelles.

1- Terminologies

- **Pathologie :**

Du dictionnaire : Le mot pathologie vient du grec "pathos" : ce qu'on éprouve, souffrance et "logos" : discours, traité.

En médecine : la pathologie est la science qui a pour objet l'étude des maladies. Un abus de langage relativement récent et populaire consiste à faire du mot « pathologie » un synonyme du mot « maladie ».

En génie civil : L'étude des désordres et surtout l'étude statistique, systématique et ordonnée des désordres et des sinistres sont en effet, relativement récentes [1].

- **Désordre :** défaut constaté sur un composant d'une construction. Il peut s'agir d'un défaut esthétique, d'une anomalie de fonctionnement d'un équipement ou de défauts affectant les structures [1].
- **Sinistre :** Désordre important affectant la totalité ou une partie d'une construction à la suite d'un accident ou d'une catastrophe naturelle [1].
- **Ruine :** La ruine constitue l'état ultime limite ou final d'une construction ou d'un ouvrage après destruction partielle ou totale. « Tomber en ruine » signifie « crouler, s'effondrer ». Il y a donc aggravation des dommages puisque l'on arrive à l'effondrement ou à la destruction totale ou partielle de l'ouvrage [1].
- **Vulnérabilité :** La vulnérabilité du bâti existant est une caractéristique d'un élément de la conception, de la mise en œuvre ou du fonctionnement des infrastructures essentielles qui la rend susceptible d'être détruite ou perturbée par une menace [2].
- **Réparation :** La réparation d'une structure est une opération qui consiste à lui restituer, par des travaux appropriés, un niveau de service perdu [2].

- **Renforcement** : Le renforcement est une opération qui consiste à améliorer le niveau de service et augmentation de la ductilité et de la résistance d'une construction pour en permettre l'utilisation dans des conditions non prévues à l'origine [2].

2- Origine des pathologies

2.1- Liées à la superstructure

2.1.1- Phase de conception et de calcul

- Erreurs de conception :

- L'ignorance des normes et règlements : Cas des constructions illicites ou construite avant l'apparition des normes [3].
- Sous-estimation des charges et contraintes : comme le changement d'usage [4].

Le non-respect des normes et une mauvaise évaluation des charges peuvent entraîner des déformations excessives, des défaillances structurales et une possibilité d'effondrement.

Pour éviter cette erreur, il faut prendre en compte toutes les charges statiques et dynamiques auxquelles la construction sera exposée au cours de son existence.

- Erreurs de calcul :

Les erreurs de calcul se traduisent par des hypothèses de calcul non fondées, sous-estimation des charges par ignorance, des notations mal présentés...etc [3].

Une vérification par plusieurs ingénieurs est nécessaire pour détecter toutes anomalies.

- Méconnaissance des logiciels de calcul :

Ils génèrent des excès de confiance. Ainsi, les limites d'utilisation de logiciel de calcul et modélisation doivent être respectées, et les résultats obtenus doivent absolument être comparés à d'autres obtenus par des méthodes de calcul analytiques comme : la RDM [4].

- Absence ou insuffisance de cahier des charges

Le cahier des charges importe au réalisateur, l'ensemble des hypothèses à retenir et une énumération du règlement à appliquer. Il est crucial d'établir un cahier des charges détaillé avant le début de tous projets de construction afin d'éviter de nombreux problèmes techniques [4].

2.1.2- Phase de réalisation et d'exécution

- Erreurs sur les choix des matériaux :

Le mauvais choix des matériaux lors de la phase de réalisation correspond à l'utilisation de produits ne répondant pas aux spécifications techniques prévues dans la phase d'étude, ou inadaptés à l'environnement d'exposition [4].

- Manque de coordination entre les acteurs réalisateurs :

Les erreurs d'implantation sont fréquentes sur les chantiers de construction métallique lorsque les tolérances admises par l'entreprise d'ossature et celle réalisant l'infrastructure ne sont pas compatibles. Ceci a souvent pour conséquence des difficultés au niveau du montage ainsi que des retards considérables. Sur ce point, il faut associer l'entreprise de CM lors de l'opération d'implantation [4].

- Méconnaissance de la mise en œuvre

La méconnaissance des règles de bonne exécution, ne devrait pas être la source de désordre, car le personnel d'encadrement du chantier devant obligatoirement posséder la compétence requise.

Exemple : existence de vices cachés dans les matériaux, exécuter des opérations de soudage dans certaines conditions météorologiques d'intempéries, peuvent être une cause d'apparition de désordre [3].

- Erreurs de Montage [4] :

- Erreurs d'identification des pièces à monter : ce genre d'erreurs est dû à des dimensions difficiles à différencier.
- Erreurs dans le sens de montage d'une pièce.
- Erreur sur le choix des classes géométriques et mécaniques de boulons.

- Absence du joint de dilatation :

Les matériaux métalliques, comme tous les matériaux de construction, subissent des variations dimensionnelles dues aux fluctuations de température. Sans joints de dilatation, ces mouvements peuvent créer des tensions excessives, conduisant à la formation de fissures dans la structure métallique [1].

- Défauts d'assemblage :
 - *Défauts des soudures* : les défauts métallurgiques de soudage sont :
 - Fissuration à chaud : causée par l'action des contraintes de retrait lorsque le métal est encore très chaud après le soudage et que sa ductilité est insuffisante [5].
 - Fissuration à froid : ou fissuration différée, est l'incident le plus redouté parmi ceux liés à un défaut de soudabilité. Elle se produit sous les cordons de soudure, dans les zones affectées thermiquement [5].
 - Manque de fusion ou pénétration : le manque de fusion et pénétration sont un défaut de liaison entre le métal déposé et le métal de base, ils sont dus à un mode opératoire inadapté [6].
 - Cavités : il s'agit notamment à des soufflures dus à des inclusions gazeuses, elles peuvent gêner la détection d'autres défauts.

Par conséquent, les défauts des soudures peuvent [6] :

- Affaiblir la résistance statique de l'assemblage ;
 - Initier une fissure de fatigue ;
 - Provoquer une rupture fragile, si d'autres facteurs défavorables sont réunis.
- *Défauts de boulonnage* :
 - Les défauts de pose : principalement liés au mauvais dimensionnement et choix des boulons (longueur de tige insuffisante, non-respect des conditions de pose,...etc.)[5].
 - La confusion entre deux classes, pour un même diamètre, peut être dramatique si elle est dans le sens de la diminution de résistance [5].
 - La déconsolidation de boulons ordinaires par suite de serrage insuffisant ou de sollicitations répétées excessives qui se manifestent par le desserrage de boulons qui se propage à l'ensemble des boulons de l'assemblage et engendre le mouvement relatif des pièces et par suite le mauvais transfert des efforts [5].

2.1.3- Phase d'exploitation :

- La corrosion:

Généralement, la corrosion d'un métal, on entend la transformation du métal (élément fer) en divers composés (oxydes et hydroxydes) sous une action chimique (action de l'oxygène de l'air en présence d'eau, oxygène, salinité, pH, gaz carbonique), physiques (vitesse des

courants, température, pression, particules solides présentes dans l'eau (sable, ...), ou biologiques (salissures marines, biologiques, végétales ou animales, bactéries...) [7].



Figure I.1 : Corrosion d'un hangar métallique au port de Tizirt

- La fatigue :

La fatigue est définie comme un phénomène d'endommagement progressif d'un matériau soumis à des sollicitations cycliques, même de faible amplitude, pouvant entraîner une rupture soudaine et fragile sans déformation plastique apparente [5].

La fatigue se déroule en trois phases :

- Initiation de microfissures, généralement au droit de défauts de surface ou de concentrations de contraintes (soudures, trous, angles vifs).
- Propagation progressive de ces fissures sous l'effet des cycles répétés.
- Rupture brutale lorsque la section résiduelle devient insuffisante pour résister à la charge.



Figure I.2 : Fissure de fatigue [3]

- La fragilité :

La fragilité correspond à la rupture brutale d'un élément sans signes précurseurs ni déformation plastique significative. Elle est la conséquence de certains facteurs comme [5] :

- La présence de contraintes résiduelles ;
- Des aciers anciens à faible ténacité (fer puddlé, acier doux à haute teneur en phosphore) ;
- Des soudures mal exécutées ou refroidies trop rapidement ;
- Des températures basses et des vitesses de sollicitation élevées



Figure I.3 : effondrement du pont de Sully-sur-Loire, France 1985 [8]

2.2- Liées à l'infrastructure

2.2.1- Dégradations dus aux erreurs d'étude ou de réalisation [1]

- Etude géotechnique insuffisante

- Erreur au niveau d'assise réel
- Défauts de réalisation des fondations profondes (profondeur insuffisante, coupures étrangement, ...etc.) (voir figure II.4).
- Chargement dissymétrique de l'ouvrage (voir figure II.5)
- Fondation différente sous un même ouvrage
- Le non respect des plans d'exécution
- ..., etc.

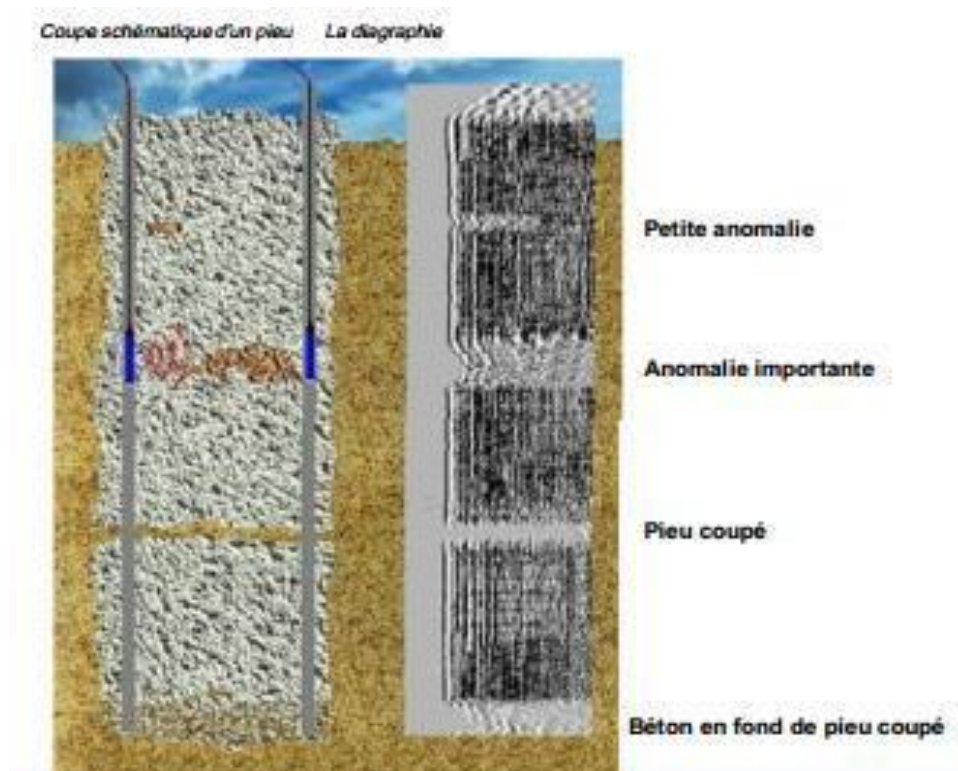


Figure I.4 : coupe schématique d'un pieu mal réalisé [1]

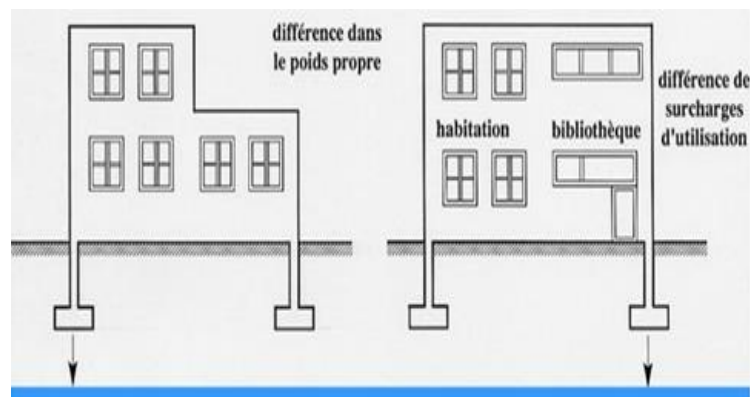


Figure I.5 : Chargement dissymétrique de l'ouvrage [1]

2.2.2- Dégradation dues à des causes extérieures [1]

- Milieu urbain ou rural
- Engins lourds ou vibrations (voir figure I.6), explosifs, ...etc.
- Construction voisine
- Travaux en sous-sol (galerie, égout, ...etc.)
- ..., etc.

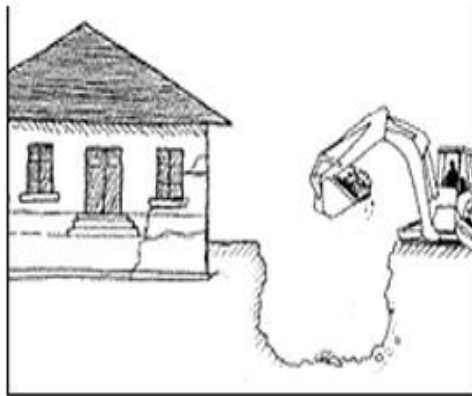


Figure I.6 : Excavation en limite d'un bâtiment. [1]

2.2.3- Dégradation dues aux matériaux constitutifs

Les signes apparents sont souvent des fissures, des désagrégations et des épaufures. Les causes de ces problèmes sont multiples, les plus fréquemment rencontrées sont [2] :

- ❖ Utilisation d'un ciment inadéquat
- ❖ Mise en place du béton sans vibration ou avec vibration imparfaite
- ❖ Erreurs de ferrailage :
 - Disposition défectueuse des armatures
 - Diamètre d'armature non convenable
 - Enrobage des armatures insuffisant
- ❖ Mauvaise conditions de conservation des matériaux de construction
- ❖ Ségrégation du béton frais : Entre la fin du bétonnage et le début de prise se produit un phénomène de sédimentation : les grains lourds en suspension sont attirés vers le bas. L'eau qui reflue entraîne à son tour une partie des grains les plus fins vers la surface de l'élément (voir figure I.6).



Figure I.7 : Phénomène de ségrégation [2]

- ❖ Décoffrage prématuré : Si le coffrage est retiré avant que le béton ait acquis une résistance suffisante, cela peut entraîner [2] :
 - Des déformations excessives de pièces minces fléchies ;
 - Une fissuration des parties tendues;
 - Une microfissuration préjudiciable au niveau de la durabilité de la structure (voir figure I.7).



Figure I.8 : Fissures causées par le décoffrage prématuré [2]

2.2.4- Dégradation dues aux gradients de température et d'humidité

Les signes apparents sont souvent des fissures, des gonflements, des décollements de revêtement et des déformations. Ces variations provoquent des dilatations ou des retraits

différenciés dans les matériaux, qui entraînent des contraintes internes. Lorsque ces contraintes dépassent la capacité de résistance des matériaux, des désordres apparaissent progressivement.

a) Gel / Dégel

Lorsqu'une structure est soumise à des températures descendant en dessous de 0°C, l'eau contenue dans les pores gèle et augmente de volume d'environ 9 %. , ce phénomène exerce des pressions internes sur la matrice du béton et provoque des fissures qui peuvent être internes donc non immédiatement visibles, mais elles affaiblissent la structure du béton de l'intérieur [8].



Figure I.9 : Fissures dues au gel / dégel [1]

b) La carbonatation

La carbonatation est un phénomène de vieillissement naturel qui concerne tous les bétons. Elle correspond à une transformation progressive des composés du béton durci (convertissant l'hydroxyde de calcium qui maintient un pH élevé en carbonate de calcium qui a un pH beaucoup plus bas), la diminution du pH provoque la dissolution de la couche protectrice des armatures de béton, ce qui rend l'acier vulnérable à la corrosion [8].

c) Expansion due aux réactions sulfatiques internes (Ettringite différée)

La réaction sulfatique interne résulte d'une remobilisation des sulfates initialement contenus dans la matrice cimentaire qui, normalement, se transforment en ettringite primaire lors de la prise du béton. Si cette réaction ne peut avoir lieu, l'ettringite différée (également dite secondaire) expansive peut se former ultérieurement dans le béton durci et provoque son gonflement et sa désorganisation [1].



Figure I.10 : Pile de pont affectée par une réaction de gonflement [8]

d) Alkali-réaction

L'alkali-réaction est une réaction chimique qui peut se produire dans le béton lorsqu'il existe une interaction entre les alcalis présents dans le ciment et certains types de granulats contenant de la silice réactive. Cette réaction forme un gel expansif qui, en présence d'humidité, gonfle et provoque des fissures dans le béton [8].



Figure I.11 : Fissures dues au phénomène de l'alkali-réaction [2]

2.3- Liées au sol

Selon l'implantation du projet, ce dernier peut être soumis à des risques dus au sol, à l'eau ou à l'activité humaine. Le sol est un matériau par nature hétérogène (roches, couches compressible, cavités...) au comportement variable et non-visible. Les caractéristiques des sols et de l'environnement d'un projet de construction peuvent amener des risques variés qu'il faut savoir anticiper.

2.3.1- Retrait et gonflement

Ce phénomène est l'une des principales causes de désordres structurels (fissurations des structures, distorsions des ouvertures, ruptures de canalisations...) dans les maisons individuelles et les petits bâtiments, surtout lorsqu'ils sont construits sur des semelles filantes ou isolées ancrées dans des argiles sensibles [1].

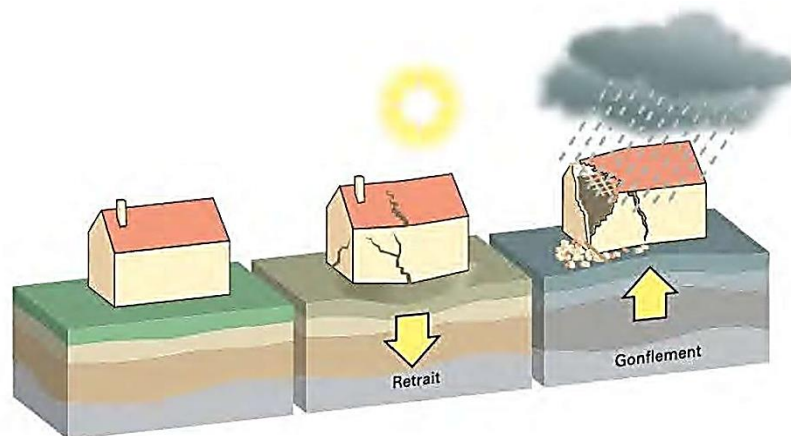


Figure 12 : Retrait et gonflement des argiles [8]

2.3.2- Glissement de terrain

On appelle glissement de terrain le déplacement plus ou moins rapide vers le bas et l'extérieur de masse de terre, éventuellement de roches, le long d'une pente. La surface de rupture c'est-à-dire la partie de la pente qui a glissé peut-être rotationnelle si elle est de forme incurvée ou plane si elle est droite. Le glissement de terrain peut être superficiel ou profond et concerner tout un pan de montagne par exemple. Un glissement de terrain est dangereux et destructeur non seulement par le glissement du terrain lui-même mais aussi par l'accumulation en bas de la pente de terre, de roche et de débris divers [1].



Figure I.13 : Glissement de terrain [1] [2]

2.3.3- Le tassement différentiel

Le tassement différentiel est par définition un mouvement d'enfoncement du sol non uniforme sous l'action d'une charge. Ce phénomène peut provoquer de graves désordres dans la structure des constructions se traduisant par l'apparition de fissures pouvant atteindre plusieurs mètres [1].



Figure I.14 : Effet du tassement de terrain sur la stabilité des constructions [9]

2.3.4- Les effondrements de cavité sous terraines

Ces phénomènes combinent des processus liés à la gravité mais aussi à l'évolution des cavités souterraines naturelles avec la dissolution de certaines roches (gypse) et aggravés par les activités humaines (carrières et ouvrages souterrains). Les effondrements affectent alors le toit de la cavité et provoquent, en surface, une dépression généralement de forme circulaire ou la

formation de fontis. L'exploitation par chambres non ou mal remblayées crée des effondrements différés. Le toit des chambres supporte les terrains sus-jacents sur une épaisseur souvent importante. On observe une dégradation des galeries qui peut gagner de proche en proche vers le haut. Les terrains sus-jacents s'effondrent jusqu'à provoquer une vaste ouverture à l'air libre ou fontis [1].

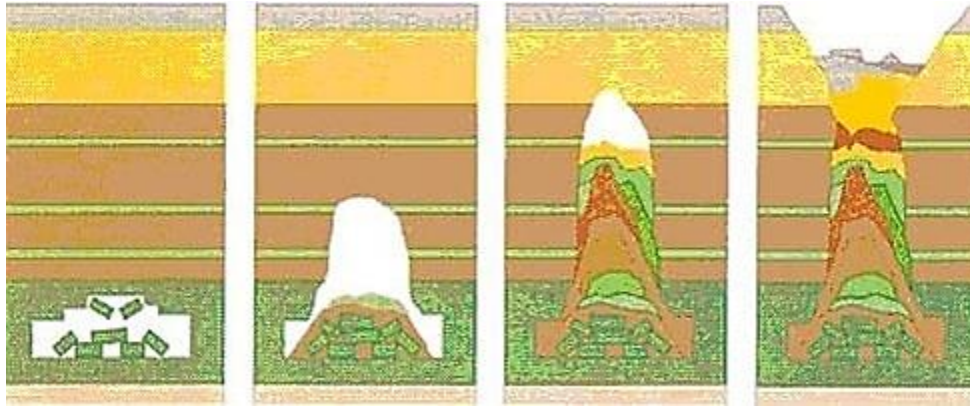


Figure I.15 : Schéma d'évolution des fontis [2]

2.3.5- Les affaissements

Un affaissement est une déformation souple, sans rupture et progressive de la surface du sol se traduisant par une dépression en forme de cuvette, généralement à fond plat, et sur des terrains plutôt élastiques qui vont supporter la déformation sans rompre. Ce type de désordre se développe parfois sur plusieurs hectares au droit de vastes carrières ou mines. Il s'agit souvent d'un phénomène symptomatique des carrières souterraines soit mal remblayées soit, lorsqu'elles sont profondes, recouvertes par des formations "souples". Généralement, ce ne sont pas tant les affaissements à proprement parler (déplacements verticaux) qui affectent les bâtiments et infrastructures de surface, mais plutôt les déformations du sol (déplacements horizontaux, flexions, etc.) [1].



Figure I.16 : Effondrement minier survenu sur la mine d'Elura, Australie 1970 [1]

2.3.6- Liquéfaction du sol

Le phénomène de liquéfaction des sols meubles lors d'un séisme, plus généralement de vibrations, est un évènement catastrophique. De nombreux et importants sinistres sont ainsi rencontrés. Il est décrit comme le fait que le sol se comporte pendant un court instant à la manière d'un fluide visqueux. Ce phénomène est principalement rencontré dans les milieux côtiers et des sols sableux, ainsi que les argiles sensibles. Il se produit si le sol est saturé et soumis à des sollicitations rapides, telles que les séismes, les raz-de marée, les explosions. [1]

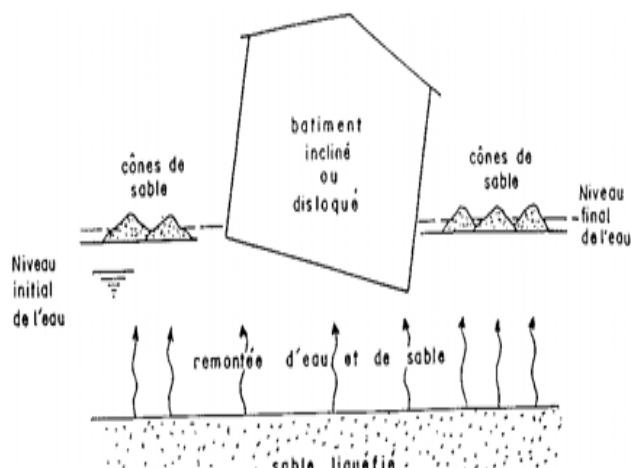


Figure I.17 : Le phénomène de liquéfaction du sol [1]



Figure I.18 : Immeubles partiellement enfouis et ayant basculé à la faveur d'une liquéfaction du sol [1]

2.4- Pathologies dues aux actions naturelles et accidentelles

2.4.1- Dues aux actions naturelles

- Les précipitations : Lors de précipitations importantes, des effondrements de toiture ont parfois été provoqués par une évacuation trop lente des eaux. Ce qui engendra des surcharges excessives de l'ossature portante. Le phénomène est « une réaction en chaîne » : Plus il y a accumulation d'eau, plus la structure fléchit et plus l'accumulation s'aggrave [4].
- Le vent : Les effets du vent sur les structures peuvent induire diverses pathologies, notamment lorsque la conception aérodynamique ou l'ancrage structurel sont insuffisamment dimensionnés. Ces pathologies se traduisent souvent par des déformations permanentes, des déplacements anormaux, des vibrations, des ruptures d'attaches ou des arrachements de composants légers tels que les bardages, les

panneaux de toiture. Les sollicitations dynamiques dues au vent, en particulier les rafales, les tourbillons, ...etc, peuvent engendrer des efforts répétitifs conduisant à la fatigue des matériaux ou à des désordres structuraux [3].

- La neige : Faire attention au risque d'accumulation en réduisant les hauteurs des acrotères et adoptant des pentes minimales de versants (au moins 5 %) et en s'assurant régulièrement du non obstruction de conduites d'évacuation [4].



Figure I.19 : Effondrement d'un toit sous le poids de la neige [10]

- La température :
 - *Dilatation* : Les variations de température provoquant la dilatation ou le retrait des éléments métalliques ce qui peut conduire à des désordres ou à des instabilités [4].
 - *Froid* : La résilience de l'acier diminue avec la température. Au-dessous de la température de transition, le métal devient particulièrement fragile [4].
- Le séisme : Un comportement ductile qui implique des capacités de déformation plastique est intéressant pour résister aux séismes, car en raison des incertitudes sur la connaissance du niveau réel de l'action sismique future, d'une part, et de l'imprécision des analyses de la réponse des ossatures sous séisme, d'autre part, il arrive que l'action sismique et/ou ses effets soient plus grandes que prévus [11].



a) Effondrement d'une habitation [12]

b) Effondrement d'une structure métallique [4]

Figure I.20 : Effet de séisme de Boumerdes en 2003

2.4.2- Dues aux actions accidentelles

Les actions accidentelles désignent les sollicitations inhabituelles, imprévues ou brutales pouvant affecter les structures. Bien qu'elles ne fassent pas partie des actions courantes prises en compte dans la conception normale, elles peuvent causer des dommages importants lorsqu'elles se produisent, notamment dans les structures métalliques qui présentent une faible tolérance aux impacts violents. On cite [1] :

- Chocs mécaniques (véhicules, engins, chutes d'objets)
- Incendie
- Explosions ou surpressions accidentelles (industrielles, gaz, produits chimiques)



a) Choc d'un bateau sur un pont aux USA



b) Incendie dans un tunnel



c) Explosion d'un immeuble

Figure I.21 : Actions accidentelles sur des structures [1]

Conclusion

Ce chapitre a permis de présenter les principales pathologies pouvant affecter les structures. Une bonne compréhension de ces désordres est essentielle pour assurer la pérennité des ouvrages. Pour évaluer concrètement l'état d'une structure, il est toutefois nécessaire de recourir à des méthodes d'inspection adaptées. Le chapitre suivant traitera donc des différentes techniques utilisées pour détecter, analyser et diagnostiquer les pathologies.

CHAPITRE II

Synthèse bibliographique sur les différentes méthodes d'inspection

Introduction

Ce chapitre a pour objectif de présenter de manière organisée l'ensemble des méthodes d'inspection des structures existantes. Après une brève description des différentes étapes de diagnostics, les trois principales méthodes d'investigations sont présentées, à savoir les méthodes quantitatives, semi-qualitatives et qualitatives.

1- Le diagnostic des structures

Généralement, Il n'est pas possible d'évaluer la nécessité de réparer une structure ou de choisir les méthodes de réparation sans avoir, au préalable, bien identifié l'origine des dégradations.

L'identification des causes de dégradations est une étape d'une grande importance. Avant d'entreprendre des travaux de réparation, il faut prévoir une campagne d'évaluation, la plus détaillée possible, de l'état de la construction [13].

Le diagnostic est un ensemble de techniques élaborées, dont l'objectif est d'évaluer l'état du matériau dans une structure donnée, tout en évaluant la stabilité globale et partielle de cette structure. Pour pouvoir analyser il faut : déterminer les causes affectant cette conception, envisager une intervention puis réhabiliter [14].

Le schéma (voir figure II.1) résume le processus de diagnostic d'un ouvrage.

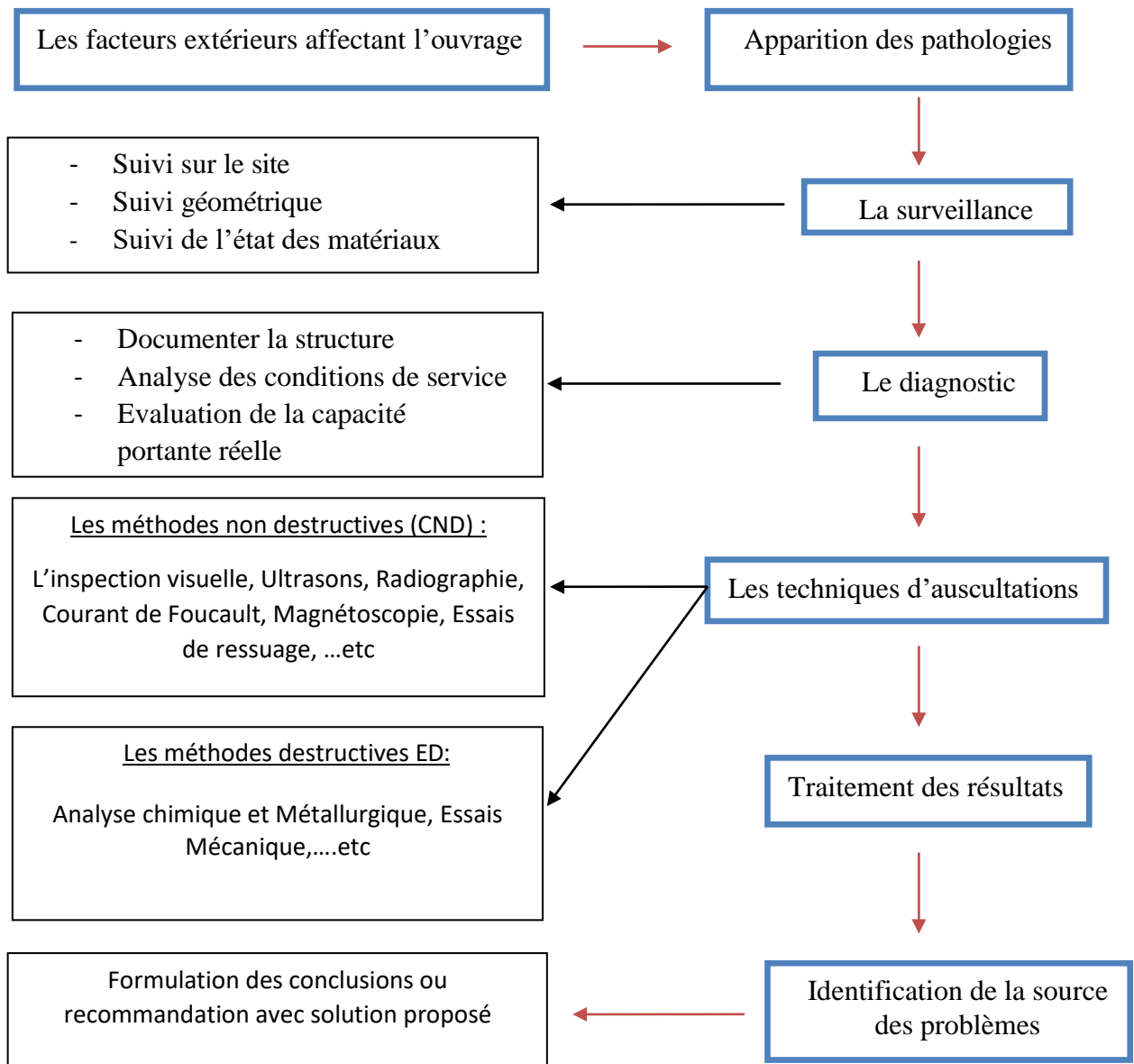


Figure II.1 : Schéma de processus d'un diagnostic [14]

1.1- Principales étapes d'un diagnostic

La campagne d'évaluation fait partie d'un processus, constitué de plusieurs étapes, qui permettra l'obtention des informations sur l'étendue des dommages et d'établir la cause des dégradations. Dans tous les cas, la campagne d'évaluation a pour but d'aider à établir les causes de dégradations puis à choisir les techniques de réparations les plus appropriées. Les campagnes d'évaluation peuvent comporter cinq grandes étapes [13] :

1.1.1- Révision de l'historique de l'ouvrage

Cette phase consiste à recueillir et à réviser tous les documents disponibles concernant la conception, la mise en œuvre, l'exploitation et l'entretien de la structure concernée notamment :

- Le dossier d'exécutions et de surveillance,
- Les plans et photos,
- Le rapport d'expertise et d'essais sur les matériaux,
- Les réparations antérieures

1.1.2- Analyse de l'état de service :

Cette phase consiste à évaluer l'adéquation de la structure actuelle par rapport aux spécifications initiale. L'objectif est de vérifier si la structure continue de remplir efficacement ses fonctions malgré les sollicitations qu'elle subit. Cette évaluation permet d'identifier des zones critiques, susceptibles de nécessiter une intervention et d'évaluer les effets des conditions environnementales (comme le gel-dégel, l'humidité...) et de repérer d'éventuels signes de dégradation. Cette analyse permet de détecter les problèmes potentiels et de planifier des interventions correctives ou de maintenance pour assurer la durabilité et la sécurité de la structure.

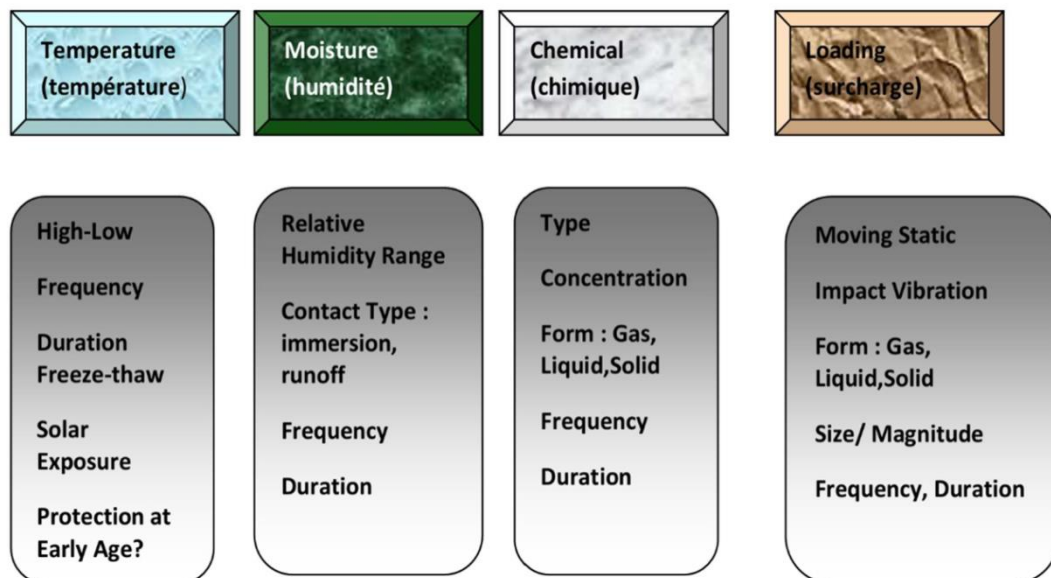


Figure II.2 : Liste des principaux paramètres décrivant les conditions de service des structures de béton (Emmons 1995)

Cette figure représente un classement des facteurs influençant la dégradation de structures ou de matériaux dans des environnements variés.

Répartis en quatre catégories principales : température, humidité, chimique et surcharges.

1.1.3- Visite du site

Les techniciens visitant le site de l'ouvrage doivent prévoir des schémas ou des plans simplifiés (croquis) qui pourront être utilisés pour localiser les principaux problèmes observés. Les activités suivantes peuvent être effectuées sur le site :

- Observations visuelles
- Prise de photos,
- Identification et localisation des zones fortement sollicitées,
- Observation des zones critiques (joints, appuis, système de drainage, etc.),
- Mesure des ouvertures et les longueurs des fissures.

1.1.4- Evaluation détaillée

Dans le cas où les informations recueillies durant la visite in-situ de l'ouvrage sont insuffisantes, il est nécessaire d'entreprendre un programme d'investigation. Ce dernier permet de former une image complète sur l'état de l'ouvrage examiné. L'évaluation détaillée peut comporter les activités suivantes :

- Essais non destructifs (ressuage, ultrason...etc.)
- Campagne de carottage,
- Cartographie des fissures,
- Programme des essais à effectuer sur les échantillons prélevés par carottage,
- Programme des essais in situ.

1.1.5- Evaluation des données recueillies

Cette étapes consiste à évaluer et à analyser l'ensemble des données obtenues sur le site puis au laboratoire.

1.2- Evaluation sismique

L'évaluation sismique qui vise à vérifier la performance d'un bâtiment pour une intensité sismique donnée, est un outil important dans l'évaluation de la vulnérabilité sismique d'un bâtiment ou d'un ensemble de bâtiments.

Elle est une application particulière des procédures d'évaluations structurales s'appliquant à l'ensemble de cas de chargement sollicitant un bâtiment. En effet, elle vise à estimer la capacité de la structure, à avoir une performance future acceptable selon les conditions et les charges appliquées [16].

1.3- Évaluation structurale selon ASCE

La procédure d'évaluation structurale la plus courante est celle recommandée par l'American Society of Civil Engineering (ASCE). La Figure II.3 représente un organigramme explicatif du processus d'évaluation structurale selon l'ASCE. Elle est constituée de deux phases d'évaluation [2] :

- **Évaluation préliminaire** : à pour objectif de déterminer si des travaux de réparation sont exigés ou si une évaluation plus détaillée est nécessaire.
- **Évaluation détaillée** : qui n'est requise que si l'information obtenue lors de l'évaluation préliminaire est insuffisante pour déterminer la nécessité et l'ampleur des travaux à effectuer. Cette procédure est générale et s'adresse à la vérification de la performance de la structure.

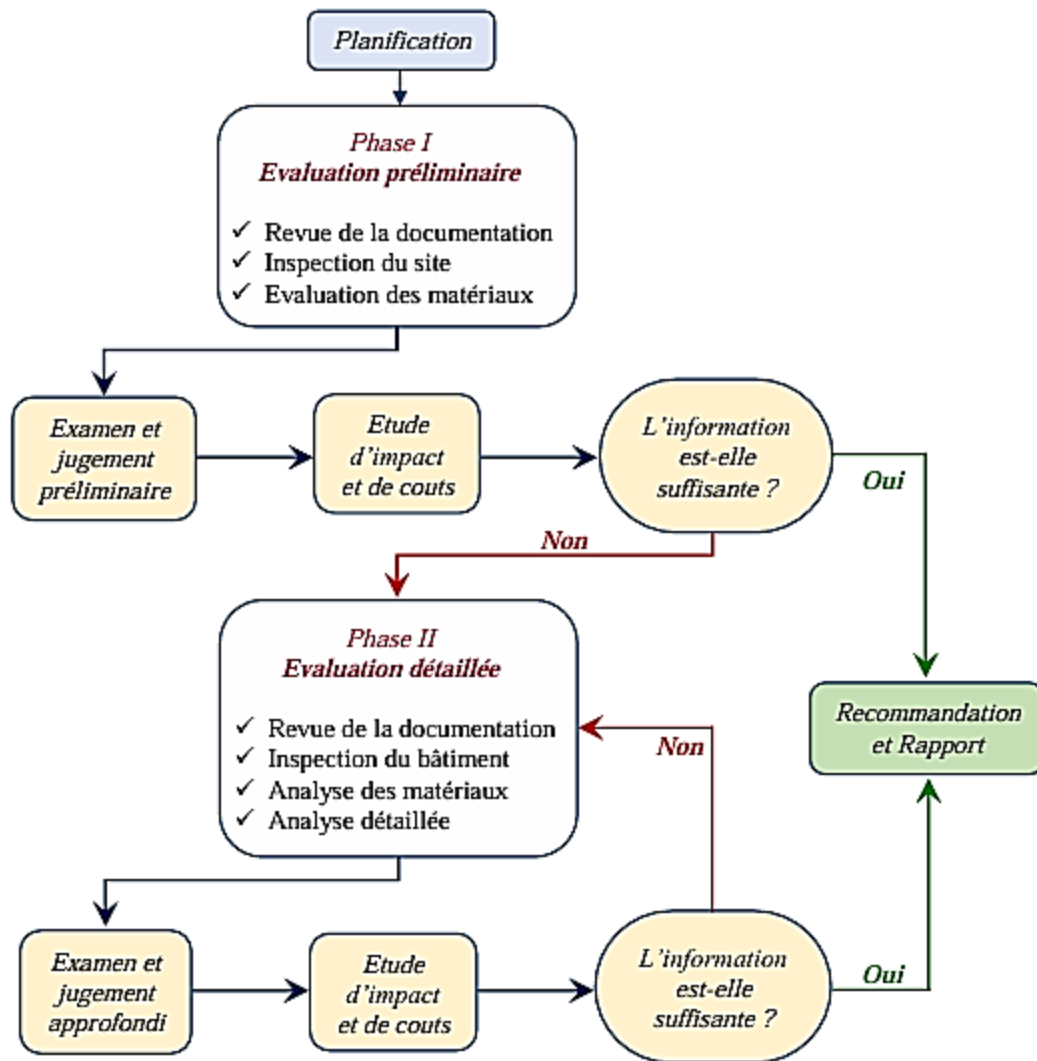


Figure II.3 : Procédure d'évaluation structurale selon (ASCE) [2]

2- Objectifs et importance de l'inspection

Les inspections permettent de [17] :

- Détecter précocement les signes de dégradation (corrosion, fissures, fléchissements, déformations...),
- Suivre l'évolution des désordres dans le temps,
- Identifier les zones critiques nécessitant des investigations complémentaires ou des interventions,
- Garantir la sécurité des usagers et la pérennité de l'ouvrage

L'inspection est souvent intégrée dans des programmes de maintenance préventive, notamment pour les ouvrages à forte importance structurale (ponts métalliques, bâtiments industriels, charpentes, etc.).

3- Présentation des méthodes d'inspection

Dans le but de détecter des pathologies, l'inspection des structures est une activité systématique visant à observer, identifier et évaluer l'état de l'ouvrage [5]. Cette tâche constitue la première approche dans la démarche de diagnostic et oriente ainsi à des investigations plus approfondies, si nécessaire.

Les méthodes d'inspection peuvent être classées selon plusieurs critères : leurs degrés de précision, la nature des données collectées (visuelles, physiques, instrumentales), ou encore leurs capacités à quantifier les défauts. En se référant à cette dernière, dans ce travail une classification en tripartite est proposée :

- *Les méthodes quantitatives*
- *Les méthodes semi-qualitatives*
- *Les méthodes qualitatives*

3.1- Méthodes quantitatives

Les méthodes d'inspection quantitatives désignent, l'ensemble des techniques permettant de mesurer de manière objective l'état d'une structure à partir de données réelles. Elles visent à quantifier les dommages attendus ou subis par une structure en évaluant des paramètres mesurables tels que [18] :

- Les déformations,
- Les contraintes internes,
- Les pertes de section,
- Les fissures (ouvertures, longueurs, profondeurs),
- La résistance résiduelle des matériaux,
- La capacité portante.

Ces méthodes sont essentielles dans le cadre de la réhabilitation ou du renforcement des structures, car elles permettent de fonder les décisions d'intervention sur des résultats objectifs et vérifiables. Elles offrent ainsi une traçabilité technique et une base de comparaison avec les critères de sécurité définis par les normes comme l'Eurocode ou les guides FEMA / ASCE (Federal Emergency Management Agency / American Society of Civil Engineering). Parmi les méthodes existantes, nous pouvons citer les méthodes dynamiques et

statiques non linéaires. Dans cette partie, seule la méthode statique non linéaire dite *Push-Over* est présentée.

La méthode d'analyse statique non linéaire (Pushover) :

Dans le logiciel de modélisation Etabs, il faut tout d'abord implémenter les lois de comportement des éléments structuraux (poteaux, poutres, voiles, palées de contreventement en X ou en V...), puis appliquer les charges et surcharges et les charges gravitaires qui restent constantes pendant la poussée progressive.

Selon (Louzai 2016), cette méthode d'analyse par poussée progressive est exécutée sous charges horizontales croissantes d'une façon monotone distribuées sur toute la hauteur de la structure selon un modèle prédéfini (voir figure II.4), jusqu'à ce que les modes de ruines commencent à apparaître (plastifications ou rotules plastiques).

Le résultat de l'analyse Push-Over se traduit sous forme d'une courbe (voir figure II.5) illustrant l'effort tranchant à la base de la structure en fonction du déplacement en tête de cette dernière.

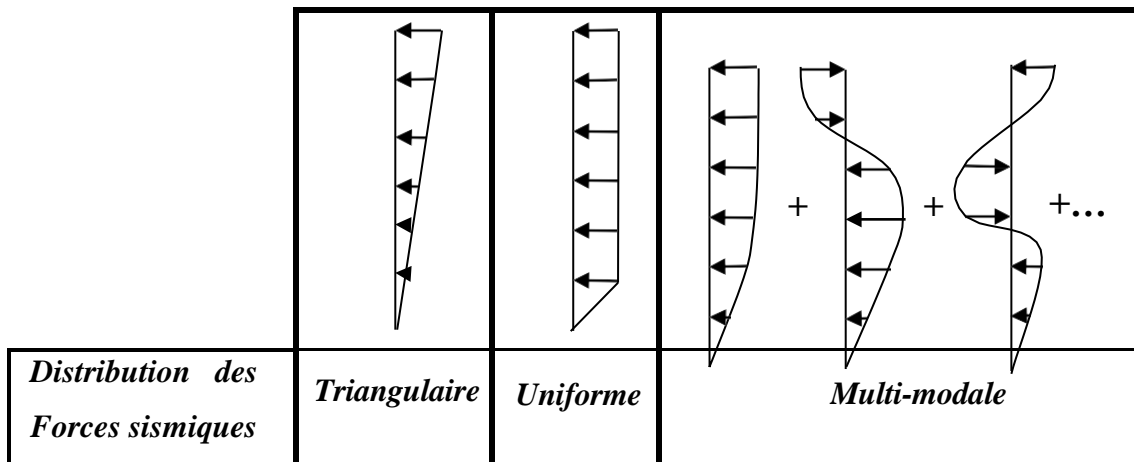


Figure II.4 : Distributions verticales typiques des forces sismiques horizontales [18]

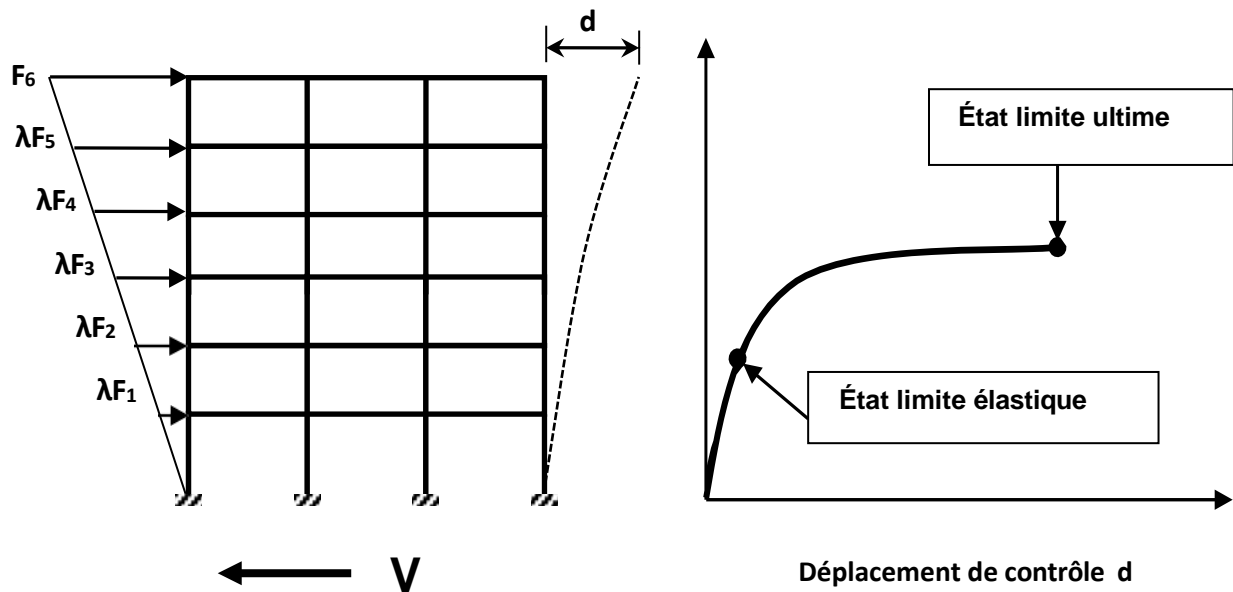


Figure II.5 : Courbe de capacité statique d'une structure. [18]

La quantification de la performance d'une structure, passe par la représentation du point de performance (performance cible). Pour ce faire, on aura besoin du spectre de capacité (voir figure II.5) ainsi que du spectre de demande (voir figure II.7). Ce dernier est élaboré à partir du spectre de réponse du Règlement Parasismique. Ce spectre inélastique est représenté avec un coefficient de comportement $R = 1$, à partir des formules du règlement.

$$\frac{S_{ae}}{g}(T) = \begin{cases} A.I.S. \left(1 + \frac{T}{T_1} \cdot (2.5\eta - 1)\right) & \text{si : } 0 < T \leq T_1 \\ A.I.S. \cdot (2.5\eta) & \text{si : } T_1 \leq T < T_2 \\ A.I.S. \cdot (2.5\eta) \cdot \left(\frac{T_2}{T}\right) & \text{si : } T_2 \leq T < T_3 \\ A.I.S. \cdot (2.5\eta) \cdot \left(\frac{T_2 \cdot T_3}{T^2}\right) & \text{si : } T_3 \leq T < 4s \end{cases}$$

Figure II.6 : accélération du spectre du RPA 2024

Avec :

- $S_{ae}/g(T)$: Spectre de réponse élastique normalisé par rapport à la valeur de l'accélération de la pesanteur, g
- T : Période de vibration d'un système linéaire à un seul degré de liberté ;
- A : Coefficient d'accélération de calcul pour un sol de classe S_1 pour la période de retour de non effondrement $T_R = 475 \text{ ans}$;

- T_1 : Limite inférieure des périodes correspondant au palier d'accélération spectrale constante,
- T_2 : Limite supérieure des périodes correspondant au palier d'accélération spectrale constante
- T_3 : Valeur définissant le début de la branche à déplacement spectral constante ;
- I : Coefficient d'importance de l'ouvrage ;
- S : Coefficient de site ;
- η : Coefficient de correction de l'amortissement ;

Les valeurs des périodes T_1 et T_2 et du coefficient de site, S , qui décrivent la forme du spectre de réponse élastique dépendent du niveau de sismicité et de la classe de sol.

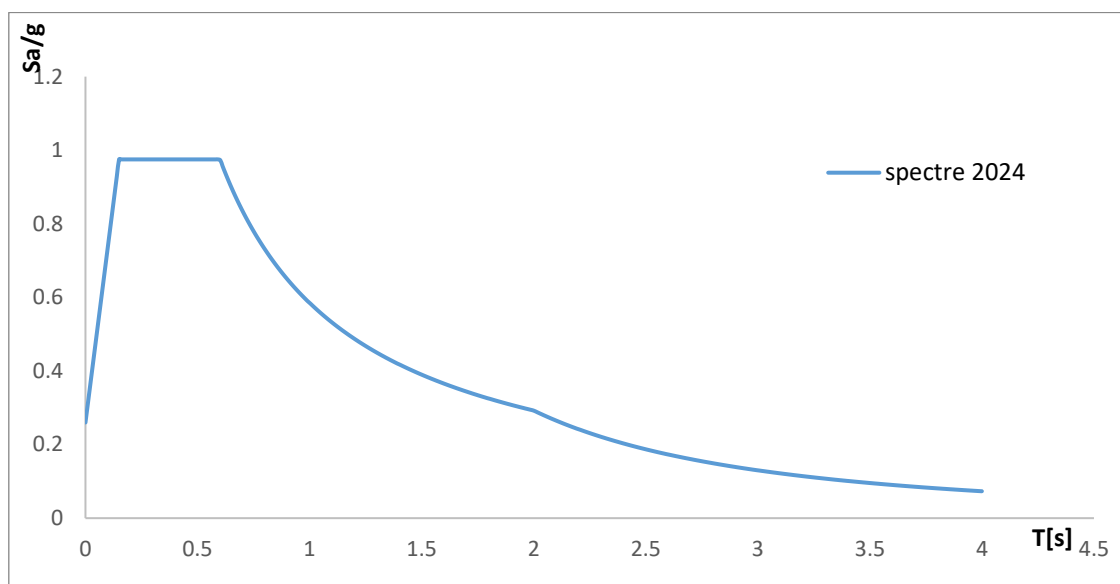


Figure II.7 : Spectre de réponse

Cette analyse élastique non linéaire permet [18] :

- D'évaluer les mécanismes plastiques attendus et la distribution des dommages dans la structure.
- De connaître quels sont les modes de ruines possibles.
- D'approcher d'avantage le comportement réel de la structure.
- D'identifier des zones critiques dans lesquelles les déformations sont supposées être grandes.

- De s'assurer que la séquence de formation des rotules plastiques est conforme à l'hypothèse de conception.
- D'évaluer la performance sismique des structures existantes ou renforcées.

Malgré les avantages des méthodes dynamiques non linéaire, leurs utilisations demandent beaucoup d'expérience, vu leurs sensibilités à la variation des hypothèses, soit dans le mouvement sismique, soit dans le comportement non linéaire de la structure. Ce qui rend leurs utilisations quasiment impossibles dans le domaine de l'ingénierie [19].

3.2- Méthodes semi-qualitatives :

Les méthodes d'inspection semi-qualitatives constituent une approche intermédiaire entre les méthodes purement qualitatives (basées sur des observations visuelles subjectives) et les méthodes quantitatives (fondées sur des mesures et calculs plus précis).

Elles ont pour objectif de structurer les observations visuelles, en les traduisant sous forme de grilles d'évaluation ou d'indices chiffrés. Ces méthodes permettent une hiérarchisation des dommages ou de la vulnérabilité en s'appuyant sur des critères techniques, tout en restant accessibles sans modélisation numérique poussée. Dans la littérature plusieurs méthodes sont présentées, nous citerons celles développées par (BOUZID et al, 2006 et 2009) et (AKKOUCHE 2020).

➤ *Approche d'évaluation des dommages post-sismique*

Selon (AKKOUCHE 2020) cette approche est réservée à l'Evaluation des Dommages Post-Sismique dite EDPS. Elle peut être classée comme méthode semi-qualitative, malgré le fait que les dommages sont estimés qualitativement, en se référant uniquement aux compétences et expériences de l'évaluateur. Cette approche est classée « semi-qualitative », car la décision finale est de quantifiée (la classification à l'échelle de la structure).



Figure II.8 : Page d'accueil du système EDPS[9]

❖ Objectif du système EDPS

Le système EDPS a pour but de [9] :

- Permettre une évaluation rapide des dommages post-sismiques,
- Classer les structures selon leur niveau de dégradation,
- Recommander des actions de réhabilitation adaptées,
- Fournir un outil d'aide à la décision pour les ingénieurs et autorités locales

❖ Fonctionnement du système EDPS

Le système repose sur [9] :

- Une base de données d'expertise issue de l'analyse de bâtiments endommagés par le séisme de Boumerdès (2003),
- Des règles logiques expertes appliquées aux résultats de l'inspection visuelle,
- Une interface utilisateur permettant d'encoder des données d'observation (fissures, désordres, inclinaisons, etc.),
- Un système de notation attribuant un niveau de dommage global, allant de léger à ruine.

Bien qu'il ne repose pas sur des modélisations mécaniques, EDPS quantifie les dommages de manière structurée à partir de données visuelles et de critères objectifs. Il permet donc une standardisation des diagnostics tout en gardant une accessibilité opérationnelle sur le terrain.

➤ *Approche d'évaluation simplifiée de la vulnérabilité*

Dans le travail de recherche mené par (Bouزيد L, 2006 et 2009), une approche semi-qualitative permettant l'évaluation de la vulnérabilité structurelle est proposée. Selon l'auteur, cette approche se limite au bâti local et aux conditions géotechniques. En effet, en s'appuyant sur des paramètres (l'état et la présence de certains composants structurels et non structurels) dont la présence est jugée vulnérable ou non, une formule empirique permettant de quantifier l'indice de vulnérabilité (noté I_v) de la structure est calculée.

La méthode repose sur :

- L'inspection visuelle de la structure
- Remplissage de la grille (post-catastrophe) de critères portant sur :
 - La nature des fondations
 - La configuration en plan
 - L'état des matériaux
 - Les désordres visibles (fissures, inclinaisons, ...etc)
- L'attribution d'un score pondéré à chaque critère,
- Le calcul d'un indice global de vulnérabilité.

Chaque paramètre est noté selon des seuils définis (allant de 1 à 5), et un indice I_v est obtenu, permettant de :

- Classer les bâtiments en niveaux de vulnérabilité (faible, moyen, élevé),
- Identifier les zones ou les structures à prioriser dans un plan de renforcement

Dans le contexte de l'évaluation des pathologies des structures, les méthodes semi-qualitatives offrent :

- Une capacité à traiter un grand nombre de structures rapidement,
- Un bon compromis entre coût et précision
- Plus objective que le qualitatif pur

On peut citer comme inconvénients :

- Une prise de décision commune

- Peut masquer certaines pathologies, si mal interprétées.

3.3- Méthodes qualitatives

Les méthodes d'inspection qualitatives constituent l'un des moyens les plus simples et les plus utilisés pour détecter et évaluer les pathologies des structures. Elles se basent principalement sur l'observation visuelle, sans recours systématique à des outils de mesure ou à des calculs. L'objectif est d'identifier les signes visibles de dégradation (fissures, déformations, corrosion...) [9].

Ces méthodes jouent un rôle fondamental, notamment dans les contextes [9] :

- De première reconnaissance d'un bâtiment endommagé (post-sismique, post-incendie),
- De surveillance régulière d'un patrimoine bâti,
- De phase préliminaire de réhabilitation

❖ Principe et déroulement des méthodes qualitatives

L'inspection visuelle s'effectue généralement sur le terrain, selon la démarche présentée ci-dessous [20] :

- Reconnaissance globale de la structure : identification de l'usage, du système constructif, de la période de construction, etc.
- Observation des désordres apparents : fissurations, efflorescences, taches, corrosion, flèches, faiblesses localisées...
- Classement des désordres : selon leur nature (structurel ou superficiel), leur gravité apparente, leur localisation.
- Photographies et relevés : documents à archiver pour un suivi dans le temps.
- Rédaction d'un rapport d'inspection synthétisant les constats et proposant éventuellement une orientation (réparation, surveillance, investigations supplémentaires).

❖ Outils d'aide à l'inspection qualitative

Même si elle repose principalement sur l'observation, l'inspection visuelle peut être structurée et enrichie à l'aide de :

- Fiches d'inspection (voir annexes) ;
- Guides pratiques : Grilles de lecture pour classer les désordres (exemple : tableau II.1)

Tableau II.1 : Les différents degrés de dommages similaires à celles de l'échelle EMS-98, cas d'évaluation par expert (Grünthal & Levret 2001).

Couleur	Vert 1	Vert 2	Orange 3	Orange 4	Rouge 5
Symbole	D1	D2	D3	D4	D5
Signification	Dommage très léger	Dommage léger	Dommage important	Dommage Très important	Effondrement «partiel ou total»

- Photographies comparatives avant/après (exemple : imagerie satellitaire),
- Systèmes d'assistance informatique (exemple : EDPS)

❖ Avantages et inconvénients de la méthode qualitative [9]

Inconvénients :

- Subjectivité de l'évaluateur (niveau d'expérience, sensibilité aux détails)
- Difficulté à évaluer la gravité réelle sans outils complémentaires
- Pas de quantification directe des défauts.

Avantages :

- Rapidité de mise en œuvre
- Faible coût
- Ne nécessite pas de matériel spécifique (dans certains cas),
- Applicable même dans des contextes contraints (zones sinistrées, patrimoine historique, structures inaccessibles)
- Permet une prise de décision initiale (urgence ou non)
- Accessibilité : ce genre de méthode peut être manipulé par la quasi-totalité des professionnels du domaine.

Conclusion

La maîtrise de la qualité des méthodes d'auscultation est essentielle pour assurer la surveillance des ouvrages et élaborer des diagnostics pertinents. Parmi les méthodes présentées dans ce chapitre, les dites qualitatives peuvent servir d'étape préalable à des inspections quantitatives plus détaillées (analyses par éléments finis, essais destructifs ou non destructifs, ... etc.). Toutes ces méthodes nous mènent à la constitution d'une base de données d'auscultation dont la qualité est indispensable. L'auscultation est une démarche rigoureuse exigeant à son tour l'utilisation d'un matériel sophistiqué.

CHAPITRE III

Récapitulatif des différents outils d'investigation

Introduction

Le présent chapitre a pour objectif de présenter et classifier les différents outils utilisés pour l'auscultation des structures. Ces outils peuvent être regroupés en deux grandes catégories, à savoir : les outils d'investigation destructifs et non destructifs

1- Présentation des outils d'investigation

La compréhension des domaines d'application de ces outils est essentielle pour concevoir une stratégie d'investigation efficace, adaptée aux besoins du contexte de diagnostic de la structure étudiée.

1.1- Outils non destructifs

1.1.1- Relevé visuel [22]

- **À œil nu** : L'œil est un capteur optique remarquable mais possédant toutefois des limitations dont il faut tenir compte en contrôle non destructif.
- **Aides optiques à la vision** : Il s'agit des instruments d'optique permettant d'accroître les performances de l'œil ou encore plus généralement de donner la possibilité de contrôler des surfaces inaccessibles. On cite :
 - Verres grossissants constitués généralement d'une ou deux lentilles donnant un grossissement allant de 1,5 à 20 fois environ.
 - Loupes
 - Endoscope / Borescope (avec ou sans caméra)
 - Fibroscope



a) Endoscope / Borescope



b) Fibroscope [22]

Figure III.1 : Appareils pour relevé visuel

- Fissuromètre :

- Description : Le fissuromètre (voir figure III.2) sous forme de réglette en plastique transparent, est muni de traits de largeur calibrée, on le place sous une fissure pour l'observer et estimer sa largeur [23].
- Cas d'utilisation : Le fissuromètre permet de mesurer, par comparaison, des ouvertures de fissure en générale comprises entre 0.05 et 2mm [23].



Figure III.2 : Fissuromètre [23]

- Lunette micrométrique

- Description : La lunette micrométrique (voir figure III.3) prend la forme d'un microscope portable. L'optique interne est équipée d'une réglette rotative que l'on positionne perpendiculairement à la fissure [23].
- Cas d'utilisation : La lunette micrométrique permet de mesurer l'ouverture d'une fissure avec une résolution d'un centième de millimètre [23].



Figure III.3 : Lunette micrométrique [23]

1.1.2- Outils d'investigation par méthodes physiques

a) Outils pour ressuage

- *Description* : Cette méthode consiste à appliquer sur la surface de la pièce à contrôler, préalablement nettoyée et séchée, un liquide d'imprégnation coloré ou fluorescent, appelé pénétrant, qui s'infiltré par capillarité dans les défauts débouchant. Après un certain temps correspondant à la pénétration de ce liquide, l'excès du liquide présent à la surface de la pièce est éliminé par lavage, sans enlever la partie qui a réussi à s'infiltrer dans les défauts. La surface est ensuite recouverte d'un révélateur qui absorbe le pénétrant présent dans les discontinuités. En diffusant dans le révélateur, le pénétrant forme une tache colorée à la surface de la pièce. L'apparition de ces taches indique au contrôleur la présence des défauts débouchant (voir figure III.4) [24].
- *Cas d'utilisation* : Identification des défauts de surface, comme les fissures ou porosités [8].

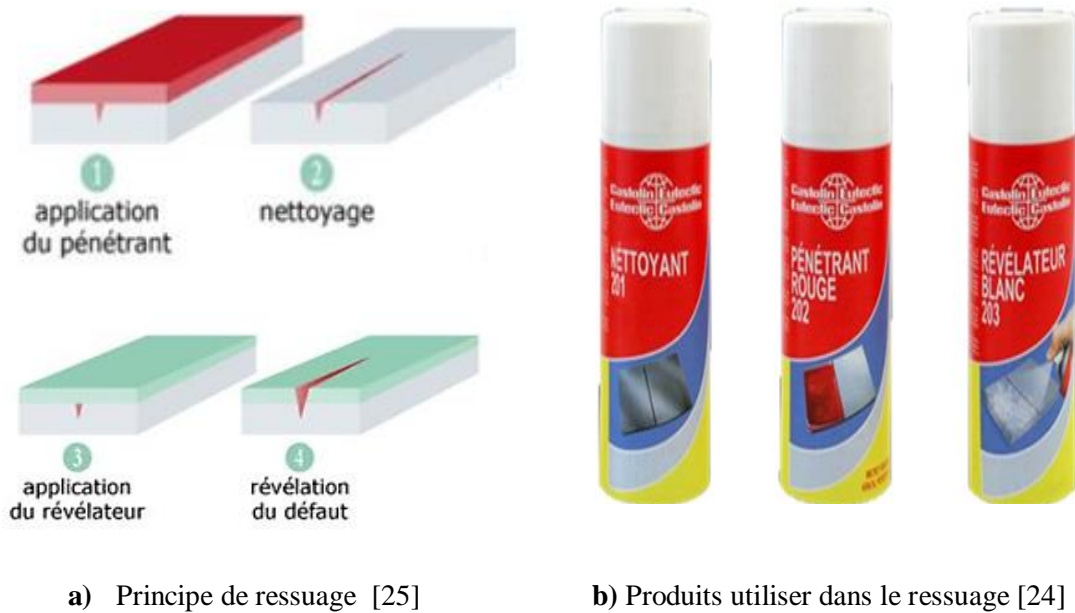


Figure III.4 : Principe de ressuage

b) Ultrasons

- *Description* : Le principe fondamental des ultrasons repose sur l'émission d'ondes sonores de haute fréquence qui se propagent dans un milieu. Lorsqu'elles rencontrent une interface ou un obstacle, elles sont partiellement réfléchies. Un transducteur capte ces échos et les convertit en signaux exploitables pour détecter des défauts ou analyser des structures internes [8].
- *Cas d'utilisation*: Contrôle des soudures et des matériaux massifs pour repérer les défauts internes [8].



a) Appareil à un seul transducteur [26]



b) Appareil à deux transducteurs [8]

Figure III.5 : Appareilles pour ultrason

- L'appareil à un seul transducteur (voir figure III.5a) est souvent employé pour détecter des défauts internes (comme des fissures ou des inclusions) dans les soudures ou les éléments métalliques. Le transducteur envoie une onde ultrasonore et reçoit les échos réfléchis. La durée et la forme des échos permettent de détecter des anomalies.
- Lorsque des mesures plus précises sont nécessaires, l'appareil à deux transducteur (voir figure III.5b) est recommandé [8].

c) Courant de Foucault

- *Description* : Un courant induit par un champ magnétique variable qui circule à la surface du matériau. La présence de discontinuité à la surface de la pièce contrôlée perturbe la circulation des courants entraînant une variation de l'impédance apparente de la sonde [24].
- *Cas d'utilisation*: Ces courants sont généralement utilisés pour quantifier divers défauts superficiels, tels que les fissures. Il est également utilisé pour mesurer les épaisseurs des revêtements métalliques ou isolants sur des matériaux conducteurs [27].



Figure III.6 : Appareils et sondes utilisés dans un CND par courants de Foucault [27]

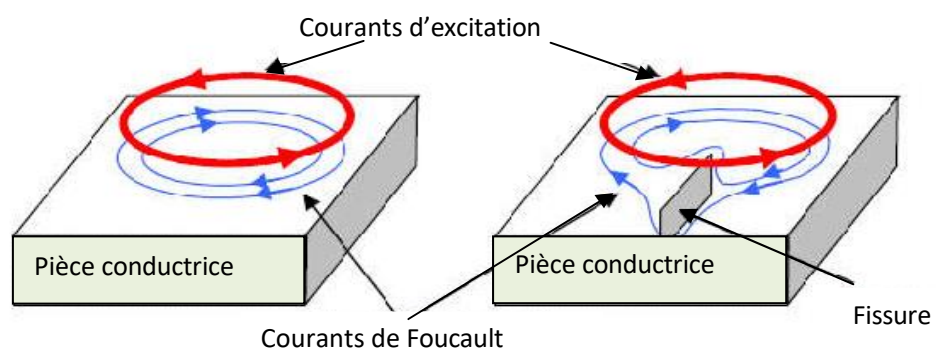


Figure III.7 : Schématisation de la détection d'une fissure par courant de Foucault [26]

d) Radiographie

- *Description*: Des rayons X ou gamma traversent le matériau pour produire une image révélant des défauts internes, comme des inclusions ou des porosités [8].
- *Cas d'utilisation* : S'utilise en particulier pour le contrôle des soudures critiques et des éléments structurels [8].

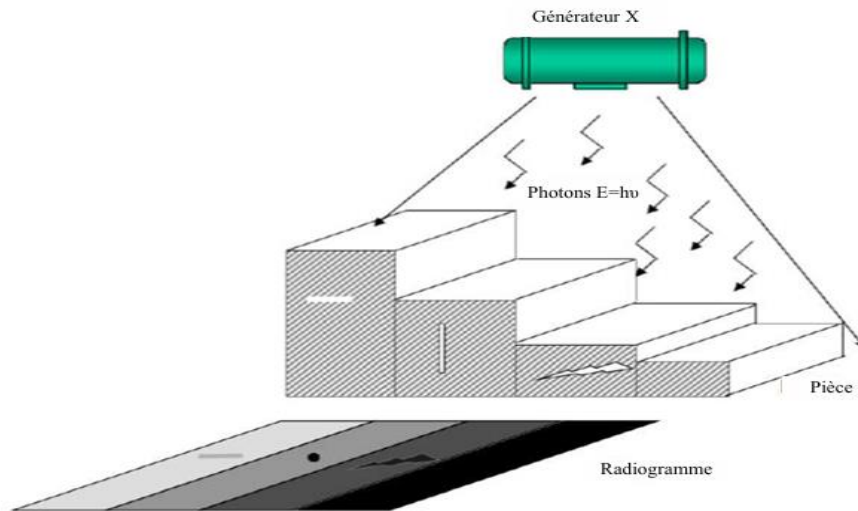


Figure III.8 : Schéma de principe du contrôle radiographique

e) La magnétoscopie

- *Description* : L'examen magnétoscopie consiste à soumettre la pièce ou une partie de la pièce à un champ magnétique, à l'aide d'un circuit magnétique de forme U (voir figure III.9). Les discontinuités superficielles provoquent à leur endroit des fuites magnétiques qui sont mise en évidence par des produits indicateurs déposés à la surface de la pièce [22].
- *Cas d'utilisation* : Les procédés magnétiques permettent la détection des défauts superficiels débouchant dans les matériaux ferromagnétiques (forgés, moulés, soudés, laminés...) [22].



Figure III.9 : Appareil de contrôle par magnétoscopie. [27].

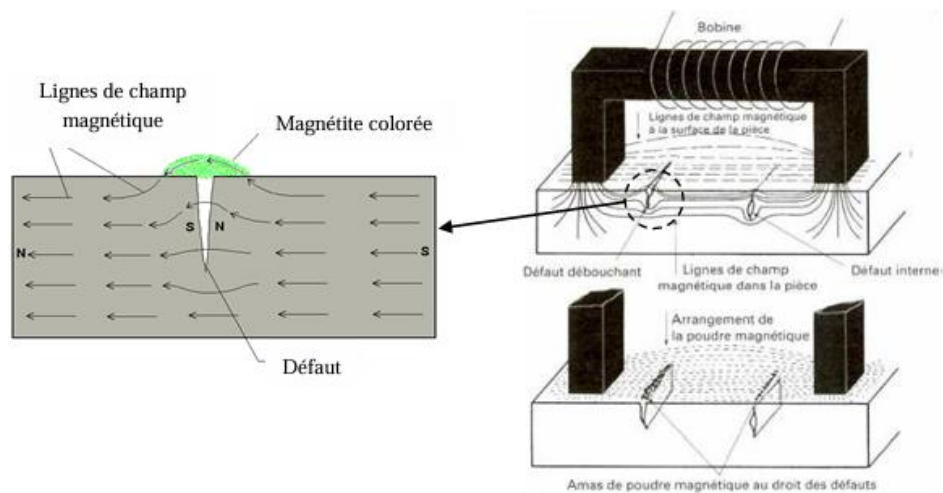


Figure III.10 : Procédé à flux de fuite magnétique [27]

1.1.3- Outils de surveillance structurelle

La surveillance structurelle vise à assurer un contrôle continu ou fréquent de l'état d'une structure, afin de détecter rapidement toute évolution de pathologies et prévenir les risques.

a) Tasseaux de plâtre

- **Description:** Les tasseaux de plâtre donnent des indications sur l'activité de la fissure. En effet, ils montrent qu'a eu lieu un mouvement dépassant la résistance du plâtre utilisé pour la réalisation du témoin [23].
- **Cas d'utilisation :** Les tasseaux de plâtre constituent une identification sur les fissures « inerte » ou « active ». Si le tasseau est intact, la fissure est inerte (voir figure III.11a), tandis que si le tasseau est fissuré ou brisé, la fissure est active (voir figure III.11b) [23].

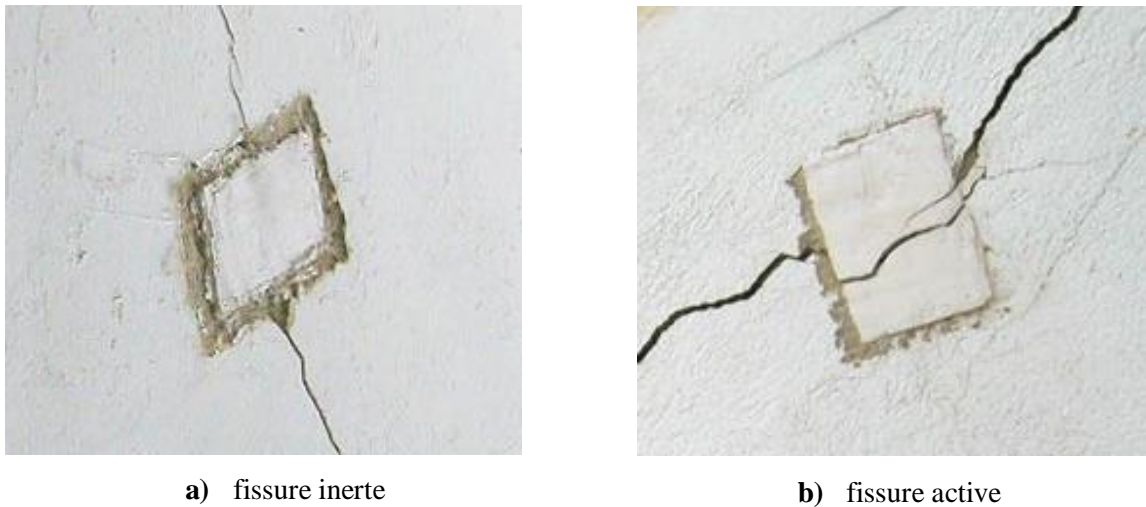


Figure III.11: Tasseaux de plâtre [23]

b) Jauges

- Description : les jauges servent à lire plusieurs dates sur les graduations et l'ouverture des fissures, et d'en déduire son évolution. Elles permettent donc d'apprécier les évolutions des pathologies dus à différentes contraintes qui se traduisent par une déformation ou une rupture [23].
- Cas d'utilisation : les jauges sont utilisées pour mesurer :
 - L'évolution des fissures dans un même plan (voir figure III.12) ;
 - L'évolution de l'un des affleurements verticaux ;
 - L'évolution de l'écartement et la rotation de l'un des lèvres d'une fissure dans un même plan [23].

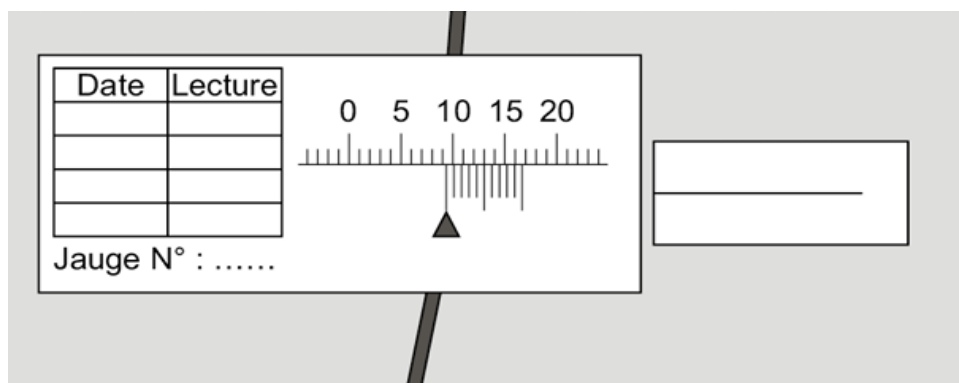


Figure III.12 : Jauge de mesure de fissure dans un même plan [23]

c) Capteur de déplacement potentiométrique

- *Description* : Si le suivi de fissure nécessite un enregistrement, on utilise un capteur de déplacement potentiométrique relié à une centrale d'acquisition pour effectuer et mettre en mémoire l'ouverture de fissure [23].
- *Cas d'utilisation* : Une butée fixe est scellée sur un coté de la fissure, et la partie portant le capteur sur l'autre côté. Le palpeur du capteur mesure l'évolution de l'ouverture de la fissure (voir figure III.13).



Figure III.13 : Exemple d'utilisation du capteur de déplacement potentiométrique [23]

Note : Le relevé peut avoir lieu chaque semaine, chaque mois ou après une durée plus longue. Périodiquement, l'opérateur vient lire et vider la mémoire interne pour traitement.

1.2- Outils destructifs

1.2.1- Carotteuse

- *Description* : La carotteuse (voir figure III.14) est une machine électroportative composée d'une couronne qui ressemble à un gros foret creux, permettant de trancher et récupérer les matériaux à carotter. Un système d'injection d'eau dont la couronne est intégré, afin de faciliter la pénétration de la couronne et de la refroidir et également de limiter les poussières de perçage [28].
- *Cas d'utilisation* :
 - ✓ Obtenir des échantillons représentatifs de matériaux de construction ;
 - ✓ Identification de la composition d'un élément structurel ;
 - ✓ Mesure de profondeur de carbonatation ;
 - ✓ Essais mécanique, ... [28].



Figure III.14 : Carotteuse [29]

1.2.2- Essais géotechniques

a) Le sondage carotté

- *Description* : Il consiste à extraire des échantillons cylindriques du sol non remanié, à l'aide d'un carottier. [20]
- *Cas d'utilisation* : Analyse en laboratoire pour déterminer des propriétés physiques et mécaniques, telles que la granulométrie, la plasticité ou la résistance mécanique. [20]

b) Le sondage au pressiomètre

- *Description* : Cet essai implique l'insertion d'une sonde pressiométrique dans un forage. Il est très souvent utilisé, car simple d'utilisation, précis et peu onéreux comparé aux instruments. [20]
- *Cas d'utilisation* : S'utilise principalement dans les sols cohérents à semi-cohérents (argiles, limons, sables fins). Obtention du module pressiométrique, de la pression limite [20].

c) Le sondage au pénétromètre

- *Description* : Particulièrement adaptée pour les sols meubles statiques ou dynamiques, tous deux évaluent la résistance du sol à la pénétration.
- *Cas d'utilisation* : Le pénétromètre statique mesure la réaction qu'oppose le sol à l'enfoncement d'un cône, le pénétromètre dynamique détermine la portance du [20].



a) Carottier



b) pressiomètre



c) pénétromètre

Figure III.15 : Appareils pour essais géotechniques

1.2.3- Essais Mécaniques sur échantillons

- Essai de traction :

- *Description*: Une éprouvette placée entre les mâchoires d'une machine de traction (voir figure III.16) est soumise à un effort de traction progressif jusqu'à rupture. Les charges et les allongements correspondants sont enregistrés sur une machine et donnent lieu à un diagramme appelé courbe de traction [30].
- *Cas d'utilisation* : Déterminer la limite d'élasticité, la résistance à la traction, le module de Young et l'allongement à la rupture du matériau testé (voir figure III.17) [30].



Figure III.16 : Machine de traction (Wikipedia)

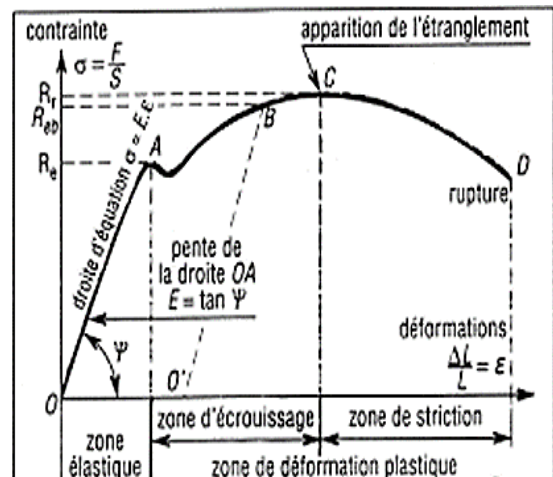


Figure III.17 : Courbe de traction [30]

- Essai de résilience

- Description : L'essai de résilience ou appelé aussi essai par chocs consiste à rompre par un seul choc, une éprouvette normalisée, préalablement entaillée en son milieu et à mesurer l'énergie absorbée par la rupture. Cet essai est réalisé dans une machine appelée mouton-pendule (Charpy) (voir figure III.19) [30].
- Cas d'utilisation : Mesurer l'énergie nécessaire pour effectuer une rupture. [30]

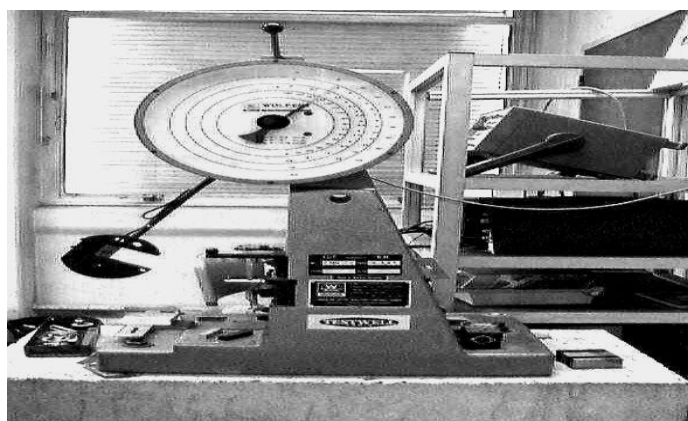


Figure III.19 : Mouton-pendule (Charpy). [30]

- Essais de dureté
 - *Description* : Un pénétrateur est appliqué sur la surface du matériau à tester avec une force pendant un temps donné. Plus l’empreinte laissée est petite, plus le matériau est dur [31].
 - *Cas d'utilisation* : Les essais de dureté sont essentiels pour évaluer la résistance d’un matériau à la déformation, sa résistance à l’usure et ses performances dans diverses applications [31].



Figure III.18 : Machine de dureté (Brinell) [31]

- Carbonatation du béton
 - *Description* : L’essai consiste à pulvériser une carotte fraîchement prélevée avec de la phénolphthaléine. Deux cas peuvent se présenter [23] :
 - Couleur du béton reste la même, il est carbonaté.
 - Couleur du béton vire au rouge-pourpre (rose vif), le béton est non carbonaté.

La phénolphthaléine est un indicateur coloré de pH produite par l’alcool et l’eau [32]. Ce composé change de couleur selon la valeur du pH de la solution dans laquelle on la place. Il est incolore jusqu’à un pH <8.2 (béton carbonaté) et prend une couleur rosâtre pour un pH > 8.2 (béton non carbonaté) [23].

- *Cas d'utilisation* : Evaluer la profondeur de carbonatation d’un béton (voir figure III.20) [23].

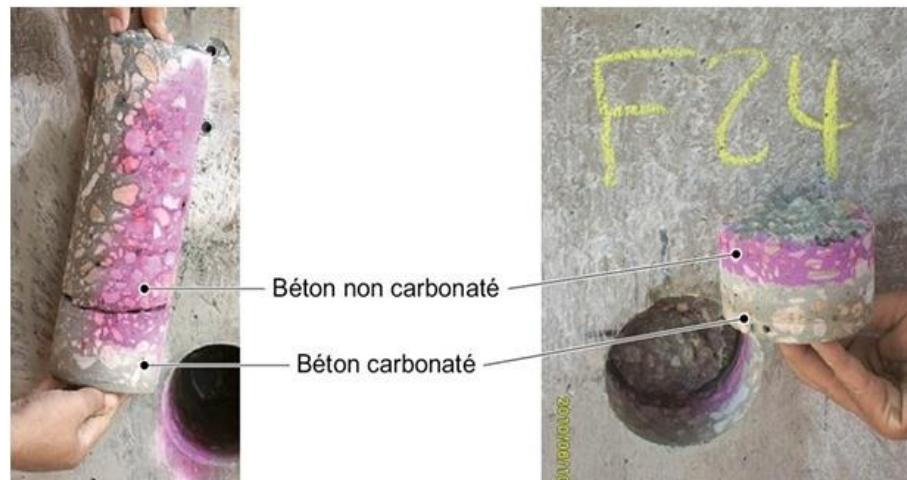


Figure 20 : Résultat de mesure par la phénolphtaléine [23]

Conclusion

Le présent chapitre résume brièvement les principaux outils d'investigation (destructifs et non destructifs) des pathologies probables pouvant affecter un ouvrage de génie civil. Les outils sont divers et multiples pour des usages spécifiques et à des coûts plus ou moins variables. Il reste à l'ingénieur, d'utiliser le bon outil selon les besoins de la pathologie à diagnostiquer. Cette étape est primordiale afin de définir la méthode nécessaire de réparation.

CHAPITRE IV

Méthodes et matériaux de réparation

Introduction

Les structures métalliques, bien qu'efficaces et robustes, sont exposées à de nombreuses pathologies au cours de leur durée de vie, notamment la corrosion, les fissures, les déformations plastiques, les défauts d'assemblages et les problèmes de fondations. Il est primordial de proposer des solutions de réparation adaptées, durables et économiques.

Ce chapitre présente les principales méthodes de réparation des structures, en détaillant les techniques applicables selon les types de désordres et les matériaux utilisés.

1- Différentes méthodes et matériaux de réparation

1.1- Lutte contre la corrosion

La corrosion sera fortement accélérée si on laisse s'accumuler les saletés sur l'élément considéré. Il est nécessaire de balayer, de nettoyer les surfaces à l'air comprimé ou par aspiration ; aux endroits accessibles, il faut le faire souvent et aux endroits moins accessibles, à l'intervalle régulier [33].

a) La peinture

La peinture est la méthode universelle de protection de l'acier contre la corrosion. Il convient d'abord de nettoyer la surface et de la protéger des particules pouvant s'y déposer. La longévité du revêtement dépend de la préparation de la surface, la durée de la protection étant d'autant plus longue que le nettoyage a été plus soigné. Après le nettoyage il faut :

- appliquer la première couche de peinture avant que la surface puisse être salie à nouveau;
- vérifier après chaque couche de peinture qu'il ne reste pas de vides, de manques et de cloques qu'il conviendrait de retourner (Les couches successives doivent avoir des couleurs différentes pour faciliter les vérifications);
- vérifier l'épaisseur des différentes couches;
- s'assurer que la surface est en parfait état avant d'effectuer le paiement des travaux [33].



Figure IV.1 : Application d'une peinture anticorrosion [34]

b) Le zingage

Ce revêtement est utilisé pour obtenir une protection plus durable que celle fournie par les procédés classiques de peinture. Dans les climats humides ou tropicaux la couche de zinc est elle-même protégée par une bonne peinture. Toutes les opérations de fabrication, en particulier les pliages, le brûlage ou les soudures doivent être effectuées avant le zingage, car ces opérations brûlent ou écaillent le zinc protecteur [33].

c) Le gainage

On peut assurer une protection permanente en gainant l'élément tout entier avec du béton ou de la matière plastique ou en l'entourant d'un manteau de métaux non ferreux [33].

- *Béton*

Un gainage de béton est le plus souvent utilisé pour protéger les installations portuaires soumises aux marées et situées au-dessous du niveau de la mer, les conduites enterrées, pour revêtir les canalisations, l'intérieur des colonnes tubulaires, les parties des ouvrages qui ne seront plus accessibles après la fin des travaux, et les ouvrages exposés à une atmosphère particulièrement corrosive. Un gainage de béton n'est pas un simple remplissage. Il faut utiliser un béton de bonne qualité de 250 bars de résistance à la compression et insister sur une bonne exécution parfaitement soignée

- *Revêtement bitumineux armé :*

Ces revêtements forment une excellente protection contre la corrosion et sont couramment employés pour gainer les éléments enterrés dans les sols fortement corrosifs. Les revêtements bitumineux armés sont surtout utilisés pour protéger les canalisations, les tirants et assemblages qui servent à ancrer les ouvrages de soutènement. Le travail consiste à revêtir la surface métallique à protéger d'une couche d'impression de goudron, à la vernisser et à recouvrir le tout d'une ou plusieurs enveloppes spiralées de feutre ou d'autre matériau approprié, saturé d'un mélange imperméable à base de bitume

d) Placage

Lorsque la corrosion est limitée à quelques éléments ou parties d'éléments d'ouvrage, une manière commode et économique de compenser la diminution de section est d'appliquer du métal neuf sur les pièces détériorées. Pour ce faire, on peut prendre des plaques ou des feuilles de métal roulées, les mettre en place en les faisant déborder de part et d'autre de la partie d'élément dégradé, et les souder sur les parties en bon état.

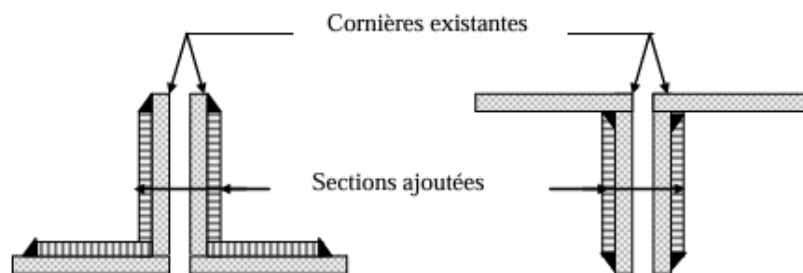


Figure IV.2 : Exemple de la mise en place de plaques de renfort d'un élément de cornières [33]

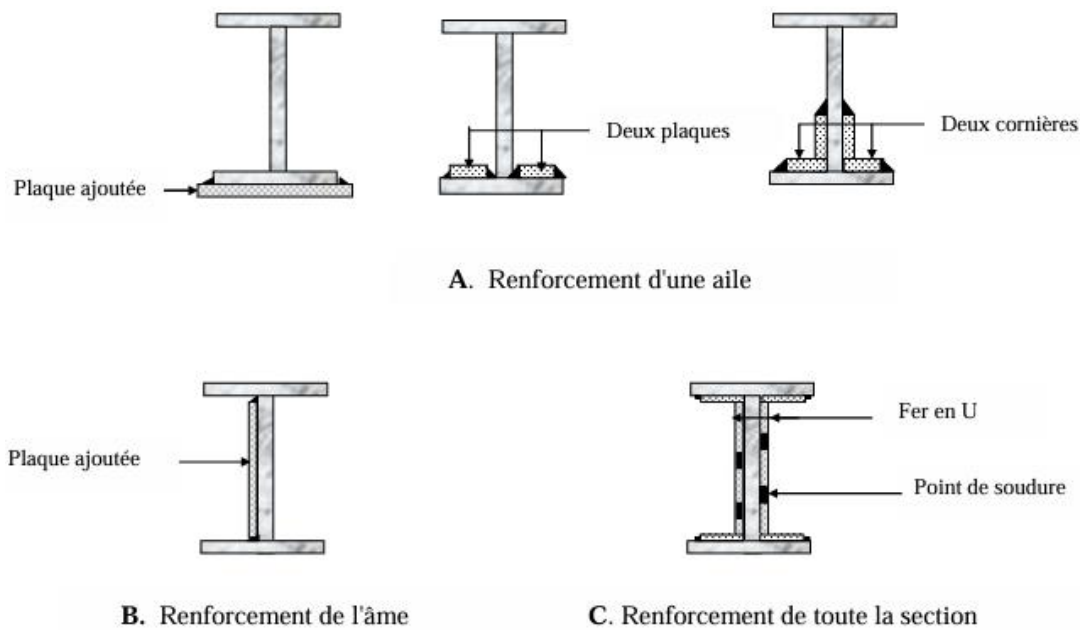


Figure IV.3 : Détails de mise en place de renforts de poutre à larges ailes [33]

1.2- Lutte contre l'humidité

- Dans la plupart des cas, il suffit d'améliorer l'entourage immédiat du bâtiment pour évacuer l'eau loin du mur le plus vite possible, en révisant les pentes de terrain avoisinant.
- Les matériaux utilisés dans les parties du mur qui sont au contact du sol, ne doivent pas être poreux ni présenter la caractéristique de retenir l'eau, comme les enduits plâtre par exemple
- Les murs doivent respirer et être ventilés. Une bonne ventilation des caves et le remplacement des enduits à la chaux sont à préconiser [33].

1.3- Lutte contre les infiltrations des eaux

L'étanchéité des toitures :

Des ruptures dans l'étanchéité des toitures provoquent l'infiltration de l'eau dans le mur. Il en est de même lorsque l'étanchéité laisse à désirer dans le voisinage des souches ou lorsque les gouttières ou les descentes d'eaux pluviales sont bouchées ou abîmées. Le nettoyage et la remise en état de tous ces ouvrages suffiront pour remédier à la pénétration de l'eau dans les murs [33]

L'étanchéité des façades :

L'eau de pluie battante ou la neige frappe directement la façade et pénètre dans le mur [33]

- ❖ *L'hydrofugation* : Dans le cas des façades en pierre ou en brique, il est indispensable de refaire les joints abîmés au mortier de chaux ou mortier adhésif. La réfection des joints supprimera la possibilité de grandes entrées d'eau dans le mur. Le traitement d'hydrofugation de surface freine sensiblement la pénétration de l'humidité dans le mur tout en maintenant la perméabilité du mur à la vapeur d'eau sous pression. Il est important de laisser le mur respirer pour permettre l'évacuation de l'humidité qui a pu pénétrer dans le mur.
- ❖ *Revêtements d'imperméabilisation* : Il existe les revêtements d'imperméabilisation à la base de polymères applicables sur les enduits ciment, le béton ou la maçonnerie traditionnelle. Ces revêtements sont soumis en place à la brosse ou au rouleau. Ils remédient efficacement à la porosité excessive des matériaux ou des enduits et aux fissurations capillaires, formant un film adhérent et souple arrêtant les infiltrations d'eau tout en restant perméable à la vapeur d'eau sous pression.
- ❖ *Revêtement d'étanchéité* : Sur les façades qui ont tendance à la fissuration, on peut appliquer un revêtement spécial d'étanchéité des façades du type résine acrylique armé, l'armature généralisée étant constituée par une feuille de fibre minérale, tissée ou non tissée, placée entre deux couches d'imperméabilisation.

1.4- Entretien

La planification d'un programme d'entretien périodique représente une pratique très efficace pour retarder l'apparition des dégradations. L'entretien périodique des ouvrages concerne [1] :

- Nettoyages (évacuations EP, rigoles fenêtres, démoussages)
- Graissage des articulations (quincailleries)
- Rénovation des finitions protectrices, des joints d'étanchéité
- Surveillance des relevés d'étanchéité
- Surveillance de l'évolution des fissures et déformations, ...etc.

1.5- Remplacement d'éléments endommagés

De très nombreux ouvrages sont constitués par des structures triangulées intérieurement hyperstatiques et il est parfois possible de démonter une barre (diagonale, ou montant) sans

mettre en cause la stabilité de l'ouvrage sous poids propre. Si l'on se contente de démonter une barre et de la remplacer sans précautions particulières, il est évident que la barre neuve ne participera pas à la résistance de l'ouvrage sous l'effet des charges permanentes. Il convient donc de mettre en place un dispositif provisoire capable d'équilibrer les efforts existant dans la barre à remplacer. Dans le cas d'une barre tendue, ce dispositif peut être facilement réalisé à l'aide de barres de précontrainte [5].



Figure IV.4 : Remplacement d'un montant d'une poutre à treillis [5]

Dans le cas d'une barre comprimée, il est possible d'imaginer un dispositif similaire composé de butons et de vérins mais un tel système est encombrant et plus difficile à ancrer en ses extrémités. Afin d'éviter tout effort et déformation parasites, il faut veiller à ce que la résultante des efforts du dispositif provisoire soit portée par la fibre moyenne de la barre. Il n'est pas toujours facile de connaître avec précision l'effort exact existant dans une barre (charges permanentes mal connues, déformations imposées à l'ouvrage, phasage de construction inconnu ou mal connu, etc.). Pour compenser le manque d'informations, il est possible de procéder de la manière suivante [5] :

- mise en charge du dispositif provisoire à l'effort donné par le calcul ;
- réalisation d'un repère d'alignement de la barre et de son gousset d'attache ;
- élimination des rivets d'attache de la barre sur son gousset et de tout élément pouvant gêner un mouvement relatif ;

- vérification qu'il n'y a pas eu de mouvement relatif barre-gousset, sinon ajustement de l'effort dans le dispositif provisoire de sorte à réaligner le repère.

1.6- Ajout de matière

Il est possible de renforcer une structure métallique en augmentant la section de ses éléments les plus faibles par ajout d'un profilé ou d'une tôle. Cette possibilité ne doit pas faire oublier les précautions à prendre pour réaliser un tel renforcement [5].

Si l'on excepte certains cas particuliers où les efforts dus au poids propre sont nuls ou très faibles (ponts suspendus et viaduc métalliques démontables par exemple), il convient de soulager les efforts dans la structure lors du renforcement, de sorte que ce dernier participe au moins partiellement à la résistance sous poids propre. Pour ce faire, trois méthodes sont couramment utilisées [5] :

- installation de l'ouvrage sur appuis provisoires. Mais cette méthode, simple et efficace, n'est que rarement envisageable pour d'évidentes raisons de site ;
- mise en œuvre d'une précontrainte provisoire. Lorsqu'il s'agit de renforcer une diagonale ou un montant, l'installation et l'ancrage de barres de précontrainte ne pose pas de problèmes majeurs dans les cas courants. Lorsqu'il s'agit de renforcer une membrure de poutre, l'ancrage des barres ou des câbles de précontrainte pose des problèmes technologiques (difficulté pour ancrer un effort concentré en partie courante d'une membrure, problèmes d'encombrement aux abouts de l'ouvrage) ;
- recours aux dénivellations d'appuis : cette méthode, facile à mettre en œuvre dans de nombreux cas, voit son domaine d'application limité par la résistance des sections sollicitées par les transferts d'efforts. L'augmentation des sections des membrures modifie la rigidité et la loi d'inertie de la structure, ce qui provoque une modification de la courbe des moments fléchissant et il convient d'en tenir compte dans le calcul.

En ce qui concerne les dispositions constructives, il faut [5] :

- a) éviter les concentrations de contraintes et les efforts parasites en débardant les extrémités des pièces de renfort, en meulant les extrémités des cordons de soudure, en réalisant l'attache des pièces de renfort dans des zones où l'effort est aussi faible que possible, en respectant le tracé des lignes d'épures, etc. ;

b) éviter de créer des «pièges à eau» ; cette exigence est parfois en contradiction avec le maintien de la position des centres de gravité. La figure IV.5, illustre cette contradiction : le renfort de la membrure supérieure modifie la position du centre de gravité de cette membrure mais ne gêne pas l'évacuation des eaux de pluie. Le renfort de la membrure inférieure présente le défaut inverse. Dans le cas où il n'est pas possible de concilier les deux exigences, il y a lieu d'éviter les pièges à eau et de réaliser un modèle de calcul tenant compte des excentricités des centres de gravité.



Figure IV.5 : Ajout de matière sous la membrure inférieure entre lignes de rivets (Pont de Douarnenez) [5]

1.7- Déconsolidation d'assemblages rivés

Dans les assemblages les plus sollicités, le desserrage d'un ou plusieurs rivets surcharge les rivets encadrant et le défaut peut s'aggraver rapidement. Il importe donc de remplacer au plus vite les rivets défectueux [5] :

- soit par de nouveaux rivets au moins du diamètre immédiatement supérieur à ceux remplacés, posés avec soin, sous réserve du respect des règles de trusquinage (pinces...)
- soit, si l'on est dans l'impossibilité de poser de nouveaux rivets, par des boulons HR, à condition de remplacer tous les rivets constituant l'assemblage
- soit, dans le cas où le nombre de rivets à remplacer est faible, par boulons calibrés,
- soit, par des boulons injectés.

L'alésage définitif avant la pose du rivet ou du boulon de substitution doit avoir fait complètement disparaître l'ovalisation éventuelle du trou engendrée par l'ébranlement.

Il arrive fréquemment que l'état des pièces se soit dégradé dans le temps en raison de l'ébranlement ou que les rivets soit mal posés. D'autre part, l'enlèvement des anciens rivets et la pose de nouveaux, si ces opérations ne sont pas réalisées dans les règles de l'art, fatiguent toujours quelque peu le métal des pièces à assembler (chocs, déformations). Si bien qu'un tablier métallique peut se trouver en plus mauvais état après réparation qu'avant. Ces travaux doivent donc être réalisés par des entreprises qualifiées et nécessite une surveillance continue.

Les réparations des ébranlements nécessitent toujours une étude préalable en vue de déterminer [5] :

- s'il est nécessaire, pour éviter le retour de l'avarie, de réaliser un renforcement de l'assemblage (par exemple : établissement d'une continuité entre longerons, pose d'un raidisseur sous dispositif d'attache de voie),
- si le diamètre du rivet ou boulon définitif est compatible avec les règles de trusquinage (pince...). Dans le cas contraire, il y aurait lieu de remplacer les pièces concernées.



Figure IV.6 : Rivets défectueux [5]

1.8- Méthode de réparation par soudage

La réparation par soudage est fréquemment utilisée pour traiter les fissures, ruptures ou défauts d'assemblages dans les structures métalliques. Elle consiste à refusionner localement le matériau endommagé avec un métal d'apport afin de rétablir la continuité mécanique. Cette méthode nécessite une préparation rigoureuse des bords, un nettoyage complet des surfaces à

souder, et la qualification du soudeur. Différents procédés sont disponibles : soudage à l'arc avec électrode enrobée pour les interventions sur chantier, ou fil fourré pour les soudures en atelier. Une fois la soudure réalisée, des contrôles non destructifs (magnétoscopie, radiographie ou ultrasons) sont essentiels pour vérifier la qualité et l'absence de défauts internes [5].

1.9- Méthode de réparation par boulonnage

La réparation par boulonnage consiste à remplacer ou renforcer un assemblage mécanique en utilisant des boulons, souvent à haute résistance. Cette méthode est adaptée lorsque le soudage est difficile ou non recommandé. L'opération commence par le retrait des éléments défectueux, suivi d'un éventuel alésage des trous si ceux-ci sont ovalisés. Les boulons sont ensuite installés et serrés selon des prescriptions techniques précises (serrage au couple ou par tension). Ce procédé est apprécié pour sa simplicité de mise en œuvre, sa réversibilité et son efficacité en milieu contraint. Il est souvent utilisé dans la réhabilitation des structures anciennes ou rivées [5].

1.10- Méthode de réparation par rivetage

Le rivetage est une technique plus traditionnelle, encore utilisée dans le cadre de réparations patrimoniales ou sur des structures initialement rivées. La réparation commence par le dérivetage des éléments endommagés, en coupant la tête du rivet puis en chassant son corps. Le trou est ensuite nettoyé et alésé si nécessaire, avant la pose d'un nouveau rivet chauffé à blanc, inséré à chaud, puis matricé pour former une seconde tête. Ce procédé exige un savoir-faire spécifique et un équipement adapté, mais il permet de conserver l'intégrité architecturale de certains ouvrages tout en assurant une excellente tenue mécanique [5].

1.11- Réparation et renforcement des fondations

Le choix de la méthode de renforcement dépend de la nature du problème rencontré, des conditions du sol, de la structure et du budget disponible. Une analyse géotechnique détaillée est souvent nécessaire pour déterminer la meilleure approche. Ces méthodes, bien que variées, visent toutes à assurer la stabilité et la sécurité de la structure dans le temps. Voici quelques-unes des principales méthodes de renforcement des fondations [33] :

a) Micro-pieux

La technique des micro -pieux consiste à exécuter des pieux de faible diamètre(60 à 250mm), forés à l'aide d'outils permettant de traverser et d'identifier, avec le même matériel, la roche, la maçonnerie, le béton et les couches de sol justifiant la consolidation. Dans la majorité des cas, les micro-pieux sont forés par rotation. Ce procédé de forage est parfaitement adapté à la reprise en sous-œuvre au voisinage d'ouvrages existants. Le bétonnage des micro- pieux s'effectue généralement en pression et on utilise un béton fortement dosé en ciment. Ce procédé confère aux micro-pieux une très grande adhérence au terrain et une bonne résistance. D'où une charge portante par frottement latéral élevée par rapport à leur section.

La disposition et le nombre des micro-pieux sont directement fonction des qualités des fondations auxquelles on doit les associer. On peut:

- Soit les sceller à la maçonnerie existante, à l'intervalle défini, par une voûte de décharge de micro -pieu à micro-pieu;
- Soit créer une structure additionnelle pour obtenir un écartement plus grand entre micro pieux; mais sa réalisation nécessite des travaux de démolition et de déblais plus important; de plus, elle est souvent difficile à intégrer dans la fondation existante.

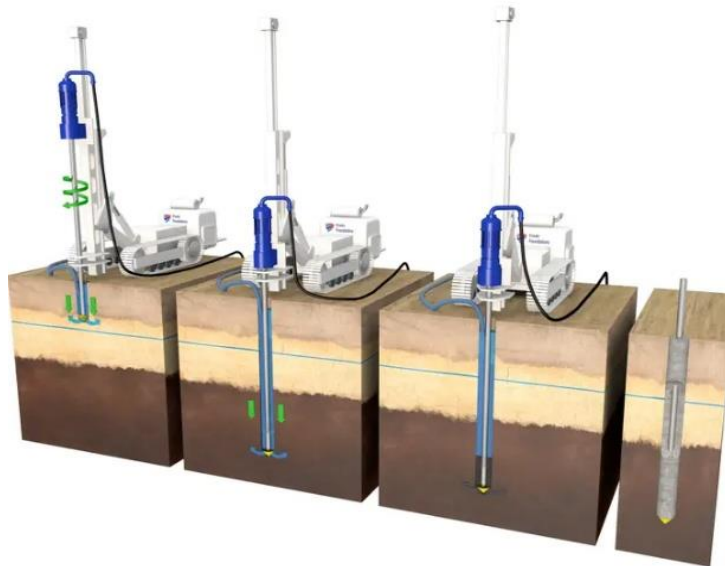


Figure IV.7 : Etape de réalisation des micro-pieux [35]

Il s'agit d'une technique délicate dont le prix est relativement élevé. Toutefois, la mesure où la reprise en sous-œuvre des fondations nécessite de descendre à plus de 3m de profondeur, les micro-pieux sont compétitifs. Le faible encombrement du matériel à utiliser permet de résoudre le problème des accès difficiles et des volumes de manœuvre exigus. On y a souvent

recours en cas de sinistres (tassements en cours de construction, désordres après affouillements limitrophes,...), pour le renforcement de monuments historiques ou pour la reprise de fondations profondes.

b) Injection du sol

La technique consiste à combler par injection sous pression les vides ou fissures du sol afin d'augmenter sa résistance à la compression. Les produits d'injection sont, selon les cas, constitués de coulis de ciment éventuellement additionné de pouzzolanes de cendre volante, de plastifiant et d'accélérateur de coulis d'argiles colloïdale ou de bentonite, de coulis à base de produit chimique liquide ou de résines organiques.



Figure IV.8 : injection du sol [36]

Cette technique permet :

- De combler en sous sol les vides qui n'auraient pas été détectés au moment de la construction ou qui se serait produit après coup, sous l'effet de venues d'eau par exemple;
- D'augmenter, si nécessaire la compacité des sols sous radier de fondation.

Simple dans son principe, elle doit cependant n'être appliquée qu'en tenant compte des conditions particulière à chaque cas. Elle n'est notamment pas utilisable dans tous les sols, certain n'étant pas injectable et d'autres risquant d'absorber des volumes énorme de coulis sans aucun effet de consolidation. Elle nécessite par ailleurs de grande précaution lors de sa mise en œuvre (risque de fissuration du bâtiment traité ou de désordre dans les bâtiments voisin). Cette technique ne peut donc être appliquée avec succès et économie qu'après une sérieuse étude géologique et uniquement par entreprise spécialisée ayant une grande expérience dans ce domaine.

Conclusion

Les techniques et matériaux de réparation présentés dans ce chapitre offrent des solutions variées pour remédier aux désordres des structures métalliques. Leur mise en œuvre dépend du type de pathologie, de son importance et du contexte d'intervention. Afin d'orienter efficacement le choix de ces solutions, une évaluation préalable rigoureuse est indispensable. C'est dans ce cadre que s'inscrit le chapitre suivant, consacré à l'élaboration d'une fiche d'évaluation adaptée aux structures existantes.

CHAPITRE V

***Proposition d'une fiche d'évaluation
des structures métalliques existantes :
Cas des structures implantées à Tizi-
Ouzou***

CHAPITRE V Proposition d'une fiche d'évaluation des structures métalliques existantes : Cas des structures implantées à Tizi-Ouzou

Introduction

Ce chapitre est discrétisé en deux parties. Dans la première, une présentation sommaire des fiches d'évaluations est donnée. Dans la seconde partie, une fiche d'évaluation est proposée pour l'inspection des structures implantées à Tizi-Ouzou.

1- Historique de la fiche d'évaluation

Selon plusieurs auteurs dont (AKKOUCHE 2020), l'histoire des outils d'évaluation du bâti en Algérie remonte au séisme d'El Asnam en 1980, qui a marqué un tournant dans la gestion post-catastrophe. À la suite de cet événement, le Centre Technique de la Construction (CTC) a mis en place une première version de fiche d'évaluation sommaire (voir annexe 1), destinée à l'identification rapide des structures sinistrées. Les séismes ultérieurs, notamment ceux d'Ain-Temouchent en 1999 et de Boumerdès en 2003, ont conduit à des révisions successives et à l'enrichissement du contenu de ces fiches.

Selon (Belazougui. 2008), en 2003, le Centre de Recherche en Génie Parasismique (CGS) a introduit des améliorations notables en intégrant des paramètres de vulnérabilité structurelle, en lien avec les nouvelles exigences du Règlement Parasismique Algérien (RPA).

Des travaux académiques ont également apporté leur contribution. En 2014, (Boukri et al) ont élaboré une fiche spécifique (voir figure V.1) à la ville de Constantine, prenant en compte les conditions du bâti local.

CHAPITRE V Proposition d'une fiche d'évaluation des structures métalliques existantes : Cas des structures implantées à Tizi-Ouzou

<u>NATIONAL EARTHQUAKE ENGINEERING RESEARCH CENTRE (CGS)</u>			
<u>BUILDING INVENTORY FORM OF CONSTANTINE CITY</u>			
Name:		Date...../...../.....	
N° of inventory form:			
District:			
Islet:			
Address:			
<u>Construction Type:</u>			
Building <input type="checkbox"/>	Single house <input type="checkbox"/>	Hangar <input type="checkbox"/>	Mosque <input type="checkbox"/>
Precarious <input type="checkbox"/>			
Other (precise)			
<u>Construction Use:</u>			
Dwelling <input type="checkbox"/>	Hospital <input type="checkbox"/>	Commercial <input type="checkbox"/>	Administrative <input type="checkbox"/>
Industrial <input type="checkbox"/>	School <input type="checkbox"/>	Socio-cultural <input type="checkbox"/>	Hydraulic <input type="checkbox"/>
Sports <input type="checkbox"/>			
Other (precise).....			
<u>Structure Type:</u>			
Reinforced concrete <input type="checkbox"/>	Masonry <input type="checkbox"/>	Steel <input type="checkbox"/>	Wood <input type="checkbox"/>
Other (precise).....			
If Reinforced concrete: Moment frame <input type="checkbox"/>			
Shear wall <input type="checkbox"/>			
Dual <input type="checkbox"/>			
If Masonry: Confined <input type="checkbox"/>			
Non-Confined <input type="checkbox"/>			
<u>Date of construction (approximately):</u>			
Before 1981 <input type="checkbox"/>	1981-1999 <input type="checkbox"/>	2000-2003 <input type="checkbox"/>	After 2003 <input type="checkbox"/>
Number of stories:		Number of basement:	
Existence of under floor space: Yes <input type="checkbox"/>			
No <input type="checkbox"/>			
<u>Dimension of the structure:</u> X =m ; Y =m ; Nb of bays:...			
<u>Plane regularity:</u> Regular <input type="checkbox"/>			
Light irregularity <input type="checkbox"/>			
Irregular <input type="checkbox"/>			
<u>Elevation regularity:</u> Regular <input type="checkbox"/>			
Light irregularity <input type="checkbox"/>			
Irregular <input type="checkbox"/>			
<u>Building implantation:</u>			
- On an unstable ground (settlement)	Yes <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	
- At the edge of a cliff	Yes <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	
- At top or bottom of a hill	Yes <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	
- At the border of a river	Yes <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	
- On a rough ground with break of significant slope	Yes <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	
<u>Construction is at:</u> Corner <input type="checkbox"/>			
Middle <input type="checkbox"/>			
Isolated <input type="checkbox"/>			
If existence of seismic joint:..... (Thickness):.....cm			
<u>General state of the construction:</u>			
Good <input type="checkbox"/>	Average <input type="checkbox"/>	Bad <input type="checkbox"/>	
<u>General observations:</u>			

Figure V.1 : Fiche d'évaluation des structures existantes Algériennes-ville de Constantine (Boukri et al.2014).

CHAPITRE V Proposition d'une fiche d'évaluation des structures métalliques existantes : Cas des structures implantées à Tizi-Ouzou

De même, (Bouzid2006 ; Akkouche2020) ont proposé d'autres méthodes d'évaluation dites semi-qualitative (voir chapitre 2).

C'est en s'appuyant sur ces expériences que la présente fiche (voir annexe 2) a été conçue, en tenant compte des dernières recommandations du RPA 2024 et des observations de terrain menées dans la wilaya de Tizi-Ouzou.

2- Avantages et inconvénients des fiches d'évaluations

a- Avantages

L'inspection visuelle basée sur la fiche d'inspection présente plusieurs avantages en particulier [AKKOUCHE 2020] :

- De contribuer à la fiabilité du processus d'inspection des dommages en favorisant une meilleure uniformité,
- De présenter un guide d'inspection en langage naturel compréhensif par tous les évaluateurs
- De mener une inspection individuelle et détaillée pour chaque structure,
- De faciliter la collecte de données correspondant aux informations recensées sur la structure et ses composants.

b- Inconvénients

Parallèlement aux avantages cités ci-dessus, nombreux désavantages peuvent découler de cette méthode, parmi eux:

- Un nombre d'expert variant relativement à la surface de la zone endommagée,
- Le remplissage de la fiche requière une bonne qualification dans le domaine d'inspection des dommages,
- L'importance du temps que prennent chaque inspection (environ 3 heures par construction),
- La prise de décision selon le formulaire, peut varier d'un expert à un autre pour le même état de dommage, c'est-à-dire la même construction, La fiche ne comporte aucune indication sur le choix des catégories de dommages à associer pour le composant.

CHAPITRE V Proposition d'une fiche d'évaluation des structures métalliques existantes : Cas des structures implantées à Tizi-Ouzou

3- Proposition de la fiche d'évaluation (annexe 2)

Fiche d'évaluation des structures implantées à Tizi-Ouzou			
Inspecteur :		Date :	
Identification de la construction			
Nom du propriétaire : / Adresse : / Position GPS :			
Entreprise :		B.E.T :	
Usage de la construction			
Habitation : « Collectif <input type="checkbox"/> Individuel <input type="checkbox"/> » / Commercial <input type="checkbox"/> / Habitation et Commercial <input type="checkbox"/> / Scolaire <input type="checkbox"/> / Sportif <input type="checkbox"/> / Hospitalier <input type="checkbox"/> / Industriel <input type="checkbox"/> / Socioculturelle <input type="checkbox"/> / Administration <input type="checkbox"/> / Réservoir d'eau <input type="checkbox"/> / Silo <input type="checkbox"/> / Pont <input type="checkbox"/> / Passerelle <input type="checkbox"/> / Autres <input type="checkbox"/>			
Description de la construction			
Année de construction :		Vide sanitaire : Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> / Hauteur :	
Nombre d'étage :		Sous-sol : Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> / Nombre :	
Joint de dilatation : Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>		Entresol : Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> / Nombre :	
		Hauteur RDC :m	
		Hauteur Etage :m	
		Hauteur Niveau-inf :m	
Régulière en plan : Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>		Réalisation :	
Régulière en élévation : Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>		- Entreprise qualifiée <input type="checkbox"/>	
		- Entreprise quelconque <input type="checkbox"/>	
		- Autres <input type="checkbox"/>	
		Calculé au séisme : Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>	
		Contrôlée par le CTC : Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>	
Sol de la construction			
Site :		Implantation :	
- S1 : Site rocheux <input type="checkbox"/>		- Sur un terrain instable <input type="checkbox"/>	
- S2 : Site ferme <input type="checkbox"/>		- Au bord d'une falaise <input type="checkbox"/>	
- S3 : Site Meuble <input type="checkbox"/>		- Au sommet d'une colline <input type="checkbox"/>	
- S4 : Site très meuble <input type="checkbox"/>		- Au bord d'une rivière <input type="checkbox"/>	
- S5 : Site nécessitant des Investigations <input type="checkbox"/>		- Sur un terrain accidenté <input type="checkbox"/>	
		Affaissement : Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>	
		Liquéfaction : Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>	
		Glissement : Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>	
Inspection de l'infrastructure			
Semelle Isolée <input type="checkbox"/> Semelle Filante <input type="checkbox"/>		Description :	
Radier général <input type="checkbox"/> Pieux en BA <input type="checkbox"/>		
Semelle mixte <input type="checkbox"/>		
Inspection de la superstructure			
Éléments porteurs :		Accessibilité : Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> / Etat : Bon <input type="checkbox"/> Mauvais <input type="checkbox"/> Moyen <input type="checkbox"/>	
Poteaux métalliques <input type="checkbox"/>		Description :	
Poutres métalliques <input type="checkbox"/>		
Autres <input type="checkbox"/>		
Autres indications : Poteau court <input type="checkbox"/> / Nbr de P-C : / Niveau : /			
Assemblage :		Etat : Bon Mauvais Moyen	
		- Boulons <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
		- Rivets <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
		- Soudure <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
		- Collage <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
		Description :	
		
Planchers :		Accessibilité : Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> / Etat : Bon <input type="checkbox"/> Mauvais <input type="checkbox"/> Moyen <input type="checkbox"/>	
Dalle pleine <input type="checkbox"/>		Description :	
Plancher mixte <input type="checkbox"/>		
Autres <input type="checkbox"/>		

Section 1.A

Section 2.A

Section 1.B

Section 2.B

Sous- Section
3.1.B

CHAPITRE V Proposition d'une fiche d'évaluation des structures métalliques existantes : Cas des structures implantées à Tizi-Ouzou

Contreventement : Portique ductile <input type="checkbox"/> Portique ordinaire <input type="checkbox"/> Palée triangulée en X <input type="checkbox"/> Palée triangulée en Y <input type="checkbox"/> Mixte : Portique & X <input type="checkbox"/> Portique & Y <input type="checkbox"/> Autres <input type="checkbox"/>	Accessibilité : Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> / Etat : Bon <input type="checkbox"/> Mauvais <input type="checkbox"/> Moyen <input type="checkbox"/> Description :																												
Toiture : Couverture Métallique <input type="checkbox"/> Couverture en tulle <input type="checkbox"/> Autres <input type="checkbox"/>	Accessibilité : Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> / Etat : Bon <input type="checkbox"/> Mauvais <input type="checkbox"/> Moyen <input type="checkbox"/> Description :																												
Escalier : Métallique <input type="checkbox"/> Béton armé <input type="checkbox"/> Bois <input type="checkbox"/> Autres <input type="checkbox"/>	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 60%;"></th> <th style="width: 10%; text-align: center;">Bon</th> <th style="width: 10%; text-align: center;">Mauvais</th> <th style="width: 10%; text-align: center;">Moyen</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>- Limon</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>- Marche</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>- Contre marche</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>- Support de marche</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>- Revêtement</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>- Dalle en béton armé</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> </tbody> </table> Description :		Bon	Mauvais	Moyen	- Limon	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	- Marche	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	- Contre marche	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	- Support de marche	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	- Revêtement	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	- Dalle en béton armé	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Bon	Mauvais	Moyen																										
- Limon	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																										
- Marche	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																										
- Contre marche	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																										
- Support de marche	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																										
- Revêtement	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																										
- Dalle en béton armé	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																										
Balcon :	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 60%;"></th> <th style="width: 10%; text-align: center;">Bon</th> <th style="width: 10%; text-align: center;">Mauvais</th> <th style="width: 10%; text-align: center;">Moyen</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>- Garde corps</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>- Poutre de chainage</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>- Console</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>- Revêtement</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>- Dalle en béton armé</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> </tbody> </table> Description :		Bon	Mauvais	Moyen	- Garde corps	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	- Poutre de chainage	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	- Console	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	- Revêtement	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	- Dalle en béton armé	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
	Bon	Mauvais	Moyen																										
- Garde corps	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																										
- Poutre de chainage	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																										
- Console	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																										
- Revêtement	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																										
- Dalle en béton armé	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																										
Isolation extérieur : Mur en maçonnerie <input type="checkbox"/> Panneaux sandwich <input type="checkbox"/> Autres <input type="checkbox"/>	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 60%;"></th> <th style="width: 10%; text-align: center;">Bon</th> <th style="width: 10%; text-align: center;">Mauvais</th> <th style="width: 10%; text-align: center;">Moyen</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mur en maçonnerie <input type="checkbox"/></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>- Eléments en maçonnerie</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>- Eléments de finition</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Panneau sandwich <input type="checkbox"/></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>- Eléments de fixation</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>- Le panneau</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> </tbody> </table> Description :		Bon	Mauvais	Moyen	Mur en maçonnerie <input type="checkbox"/>				- Eléments en maçonnerie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	- Eléments de finition	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Panneau sandwich <input type="checkbox"/>				- Eléments de fixation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	- Le panneau	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Bon	Mauvais	Moyen																										
Mur en maçonnerie <input type="checkbox"/>																													
- Eléments en maçonnerie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																										
- Eléments de finition	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																										
Panneau sandwich <input type="checkbox"/>																													
- Eléments de fixation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																										
- Le panneau	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																										
Isolation intérieur : En Maçonnerie <input type="checkbox"/> En Verre <input type="checkbox"/> En Placoplatre <input type="checkbox"/> En Panneau sandwich <input type="checkbox"/> Autres <input type="checkbox"/>	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 60%;"></th> <th style="width: 10%; text-align: center;">Bon</th> <th style="width: 10%; text-align: center;">Mauvais</th> <th style="width: 10%; text-align: center;">Moyen</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>- Eléments en maçonnerie</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>- Assemblage</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>-</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>- Eléments de finition</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> </tbody> </table> Description :		Bon	Mauvais	Moyen	- Eléments en maçonnerie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	- Assemblage	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	- Eléments de finition	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>								
	Bon	Mauvais	Moyen																										
- Eléments en maçonnerie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																										
- Assemblage	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																										
-	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																										
- Eléments de finition	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																										
Plafond : Plaque de plâtre <input type="checkbox"/> Bois <input type="checkbox"/> PVC <input type="checkbox"/> Autres <input type="checkbox"/>	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 60%;"></th> <th style="width: 10%; text-align: center;">Bon</th> <th style="width: 10%; text-align: center;">Mauvais</th> <th style="width: 10%; text-align: center;">Moyen</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>- Eléments de fixation</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>- Faux plafond</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>- Eléments de finition</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> </tbody> </table> Description :		Bon	Mauvais	Moyen	- Eléments de fixation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	- Faux plafond	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	- Eléments de finition	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>												
	Bon	Mauvais	Moyen																										
- Eléments de fixation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																										
- Faux plafond	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																										
- Eléments de finition	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																										

Sous-section 3.1.B (suite)

Sous-section 3.2.B

CHAPITRE V Proposition d'une fiche d'évaluation des structures métalliques existantes : Cas des structures implantées à Tizi-Ouzou

Acrotère :	Etat : Bon <input type="checkbox"/> Mauvais <input type="checkbox"/> Moyen <input type="checkbox"/> Description :	→ <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;">Sous-section 3.2.B</div>
Corniche :	Etat : Bon <input type="checkbox"/> Mauvais <input type="checkbox"/> Moyen <input type="checkbox"/> Description :	
Cheminée :	Etat : Bon <input type="checkbox"/> Mauvais <input type="checkbox"/> Moyen <input type="checkbox"/> Description :	
Élément vitré :	Etat : Bon <input type="checkbox"/> Mauvais <input type="checkbox"/> Moyen <input type="checkbox"/> Description :	
Élément pour évacuation des eaux :	Etat : Bon <input type="checkbox"/> Mauvais <input type="checkbox"/> Moyen <input type="checkbox"/> Description :	
Structure voisine : Danger permanent <input type="checkbox"/> Aucun danger <input type="checkbox"/>	Etat : Bon <input type="checkbox"/> Mauvais <input type="checkbox"/> Moyen <input type="checkbox"/> Description :	→ <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;">Section 4.B</div>
Autres indications :		
Structure : Non vulnérable <input type="checkbox"/> / Nombre de logements : / Nombre d'habitants : Vulnérable <input type="checkbox"/> / Indications : Enfants : / Vieux : / Handicapés :		→ <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;">Partie C</div>
Une évaluation profonde est nécessaire : Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>		
Autres informations :		

Figure V.2 : Fiche d'inspection proposée

3.1- Objectifs et champs d'application de la fiche

La fiche proposée répond à plusieurs objectifs :

- Réaliser une évaluation rapide et structurée des bâtiments existants ;
- Identifier les signes visibles de dégradation, de vieillissement ou de détérioration ;
- Classer les structures selon leurs vulnérabilités ;
- Déterminer la nécessité ou non d'une inspection approfondie complémentaire,
- Pouvoir passer à une quantification de l'indice de vulnérabilité, où chaque facteur pathologique de la fiche sera affecté d'un poids, afin d'avoir des fonctions calibrées liant l'indice de vulnérabilité au dommage.
- Constituer une base de données utile pour la gestion du patrimoine bâti et la planification des interventions.

CHAPITRE V Proposition d'une fiche d'évaluation des structures métalliques existantes : Cas des structures implantées à Tizi-Ouzou

Elle peut être appliquée dans différents contextes :

- Inspection de routine ou préventive ;
- Campagne de diagnostic post-sismique (post-catastrophe);
- Avant-projet de réhabilitation ou de renforcement ;
- Évaluation en vue d'un changement d'usage ou d'affectation.

3.2- Structure et contenu de la fiche

La fiche est divisée en trois grandes parties :

- La partie (A) : Informations générales sur la construction
- La partie (B) : Évaluation technique détaillée
- La partie (C) : Synthèse et décision finale

Chacune de ces parties regroupe plusieurs sections thématiques couvrant les aspects essentiels de l'inspection.

Partie (A) : cette partie de la fiche est répartie en deux sections, à savoir :

- **Section 1.A :** *Identification de la construction ainsi que son usage*

Cette section comprend des informations de base sur le bâtiment, telles que l'adresse, le nom du propriétaire,...etc. Pour l'usage de la construction, il s'agit d'évaluer l'usage actuel de la construction (par exemple, habitation, commerce, sport...etc.) et de vérifier si cet usage est pris en considération dans les calculs.

Inspecteur :	Date :
Identification de la construction	
Nom du propriétaire : / Adresse : / Position GPS :	
Entreprise :	B.E.T :
Usage de la construction	
Habitation : « Collectif <input type="checkbox"/> Individuel <input type="checkbox"/> » / Commercial <input type="checkbox"/> / Habitation et Commercial <input type="checkbox"/> / Scolaire <input type="checkbox"/> / Sportif <input type="checkbox"/>	
/ Hospitalier <input type="checkbox"/> / Industriel <input type="checkbox"/> / Socioculturelle <input type="checkbox"/> / Administration <input type="checkbox"/> / Réservoir d'eau <input type="checkbox"/> / Silo <input type="checkbox"/> / Pont <input type="checkbox"/> / Passerelle <input type="checkbox"/> / Autres <input type="checkbox"/>	

Figure V.3 : Section 1.A (identification de la construction ainsi que son usage)

CHAPITRE V Proposition d'une fiche d'évaluation des structures métalliques existantes : Cas des structures implantées à Tizi-Ouzou

- **Section 2.A** : *Description de la construction*

Cette section décrit en détail les caractéristiques de la construction, telles que l'année de construction, le nombre d'étage, la présence du joint de dilatation, de vide sanitaire, et d'autres caractéristiques physiques.

Description de la construction		
Année de construction :	Vide sanitaire : Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> / Hauteur :	Hauteur RDC :m
Nombre d'étage :	Sous-sol : Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> / Nombre :	Hauteur Etage :m
Joint de dilatation : Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>	Entresol : Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> / Nombre :	Hauteur Niveau-inf :m
Régulière en plan : Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>	Réalisation :	Calculé au séisme : Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>
Régulière en élévation : Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>	- Entreprise qualifiée <input type="checkbox"/>	Contrôlée par le CTC : Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>
	- Entreprise quelconque <input type="checkbox"/>	
	- Autres <input type="checkbox"/>	

Figure V.4 : Section 2.A (Description de la construction)

Partie (B) : cette partie de la fiche est répartie en quatre sections, à savoir :

- **Section 1.B** : *Sol de la construction*

Dans cette section, des informations liées au sol implantation sont données. Ces informations sont communiquées par plusieurs documents, à savoir : le rapport géotechnique, l'étude de stabilité, les rapports d'expertises sur les risques liés au terrain, ...etc.

Inspection de l'infrastructure	
Semelle Isolée <input type="checkbox"/>	Semelle Filante <input type="checkbox"/>
Radier général <input type="checkbox"/>	Pieux en BA <input type="checkbox"/>
Semelle mixte <input type="checkbox"/>	
Description :	
.....	
.....	

Figure V.5 : Section 1.B (sol de la construction)

- **Section 2.B** : *Inspection de l'infrastructure*

Cette section se concentre sur l'inspection des fondations. Cette évaluation se traduit par :

- L'adéquation du type fondation avec le site d'implantation et l'usage de la structure.
- L'évaluation de l'état des fondations, et le niveau de dégradation du matériau béton armé...etc.

**CHAPITRE V Proposition d'une fiche d'évaluation des structures métalliques
existantes : Cas des structures implantées à Tizi-Ouzou**

Inspection de l'infrastructure		
Semelle Isolée <input type="checkbox"/>	Semelle Filante <input type="checkbox"/>	Description :
Radier général <input type="checkbox"/>	Pieux en BA <input type="checkbox"/>	
Semelle mixte <input type="checkbox"/>		

Figure V.6 : Section 2.B (Inspection de l'infrastructure)

- **Section 3.B:** cette section dite « *Inspection de superstructure* » est composée de deux sous-sections, à savoir :
 - *Sous-section 3.1.B* : est réservée à l'évaluation des composants structuraux, tels que :
 - ❖ **Eléments porteurs** : Evaluation des poutres, colonnes et autres éléments structuraux essentiel pour la stabilité du bâtiment.
 - ❖ **Assemblage** : Inspection de l'état de serrage des boulons, présence de fissures dans les soudures, et la présence éventuelle de la corrosion.
 - ❖ **Planchers** : Inspection de l'état des planchers pour détecter des signes de déformation, d'affaissement, ou de détérioration.
 - ❖ **Contreventement** : Evaluation des systèmes qui assurent la stabilité latérale de la construction face aux forces comme le vent ou le séisme.
 - ❖ **Toiture** : Inspection de la toiture pour vérifier l'étanchéité, l'état des matériaux de couverture, et la présence de dommages.
 - ❖ **Escalier** : Evaluation de la solidité et de la sécurité des escaliers.

CHAPITRE V Proposition d'une fiche d'évaluation des structures métalliques existantes : Cas des structures implantées à Tizi-Ouzou

Inspection de la superstructure																													
Éléments porteurs : Poteaux métalliques <input type="checkbox"/> Poutres métalliques <input type="checkbox"/> Autres <input type="checkbox"/>	Accessibilité : Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> / Etat : Bon <input type="checkbox"/> Mauvais <input type="checkbox"/> Moyen <input type="checkbox"/> Description :																												
Autres indications : Poteau court <input type="checkbox"/> / Nbr de P-C : / Niveau : /																													
Assemblage :	Etat : <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td></td> <td align="center">Bon</td> <td align="center">Mauvais</td> <td align="center">Moyen</td> </tr> <tr> <td>- Boulons</td> <td align="center"><input type="checkbox"/></td> <td align="center"><input type="checkbox"/></td> <td align="center"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>- Rivets</td> <td align="center"><input type="checkbox"/></td> <td align="center"><input type="checkbox"/></td> <td align="center"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>- Soudure</td> <td align="center"><input type="checkbox"/></td> <td align="center"><input type="checkbox"/></td> <td align="center"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>- Collage</td> <td align="center"><input type="checkbox"/></td> <td align="center"><input type="checkbox"/></td> <td align="center"><input type="checkbox"/></td> </tr> </table> Description :		Bon	Mauvais	Moyen	- Boulons	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	- Rivets	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	- Soudure	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	- Collage	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>								
	Bon	Mauvais	Moyen																										
- Boulons	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																										
- Rivets	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																										
- Soudure	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																										
- Collage	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																										
Planchers : Dalle pleine <input type="checkbox"/> Plancher mixte <input type="checkbox"/> Autres <input type="checkbox"/>	Accessibilité : Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> / Etat : Bon <input type="checkbox"/> Mauvais <input type="checkbox"/> Moyen <input type="checkbox"/> Description :																												
Contreventement : Portique ductile <input type="checkbox"/> Portique ordinaire <input type="checkbox"/> Palée triangulée en X <input type="checkbox"/> Palée triangulée en Y <input type="checkbox"/> Mixte : Portique & X <input type="checkbox"/> Portique & V <input type="checkbox"/> Autres <input type="checkbox"/>	Accessibilité : Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> / Etat : Bon <input type="checkbox"/> Mauvais <input type="checkbox"/> Moyen <input type="checkbox"/> Description :																												
Toiture : Couverture Métallique <input type="checkbox"/> Couverture en tuile <input type="checkbox"/> Autres <input type="checkbox"/>	Accessibilité : Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> / Etat : Bon <input type="checkbox"/> Mauvais <input type="checkbox"/> Moyen <input type="checkbox"/> Description :																												
Escalier : Métallique <input type="checkbox"/> Béton armé <input type="checkbox"/> Bois <input type="checkbox"/> Autres <input type="checkbox"/>	Etat : <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td></td> <td align="center">Bon</td> <td align="center">Mauvais</td> <td align="center">Moyen</td> </tr> <tr> <td>- Limon</td> <td align="center"><input type="checkbox"/></td> <td align="center"><input type="checkbox"/></td> <td align="center"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>- Marche</td> <td align="center"><input type="checkbox"/></td> <td align="center"><input type="checkbox"/></td> <td align="center"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>- Contre marche</td> <td align="center"><input type="checkbox"/></td> <td align="center"><input type="checkbox"/></td> <td align="center"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>- Support de marche</td> <td align="center"><input type="checkbox"/></td> <td align="center"><input type="checkbox"/></td> <td align="center"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>- Revêtement</td> <td align="center"><input type="checkbox"/></td> <td align="center"><input type="checkbox"/></td> <td align="center"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>- Dalle en béton armé</td> <td align="center"><input type="checkbox"/></td> <td align="center"><input type="checkbox"/></td> <td align="center"><input type="checkbox"/></td> </tr> </table> Description :		Bon	Mauvais	Moyen	- Limon	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	- Marche	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	- Contre marche	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	- Support de marche	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	- Revêtement	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	- Dalle en béton armé	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Bon	Mauvais	Moyen																										
- Limon	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																										
- Marche	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																										
- Contre marche	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																										
- Support de marche	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																										
- Revêtement	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																										
- Dalle en béton armé	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																										

Figure V.7 : Sous-section 3.1.B (composants structuraux)

Remarque : d'un point de vue réglementaire, l'escalier est classé comme élément secondaire, mais, peut être classé comme élément important vue que c'est le principal moyen d'évacuation des usagers.

- *Sous-section 3.2.B* : est réservée pour l'évaluation des composants non structuraux, parmi eux, nous pouvons citer :

CHAPITRE V Proposition d'une fiche d'évaluation des structures métalliques existantes : Cas des structures implantées à Tizi-Ouzou

- ❖ **Balcon** : Dans le but de vérifier la stabilité, la sécurité des garde-corps, et l'état des matériaux...etc.
- ❖ **Isolation extérieure** : Evaluation de l'état des murs extérieurs, en vérifiant la présence de fissures, d'humidité, les revêtements...etc.
- ❖ **Isolation intérieure** : Evaluation des murs intérieurs pour des signes de dommages, d'humidité ou de dégradation.
- ❖ **Plafond** : dans le but de détecter tout signes de dégradations (présence de fissure, taches d'humidité...etc.).
- ❖ **Élément vitré** : Inspection des fenêtres et autres surfaces vitrées pour vérifier l'état des vitrages, des cadres, et l'étanchéité.
- ❖ **Cheminée** : Inspection des cheminées pour leur état structurel, leur fonctionnalité, et la sécurité.
- ❖ **Acrotère** : Evaluation des parapets ou des éléments surélevés en bordure des toits plats pour vérifier leur intégrité.
- ❖ **Corniche**: Inspection des corniches pour vérifier leur état et leur sécurité.
- ❖ **Éléments pour évacuation des eaux** : La connexion entre les éléments et la fixation entre eux.

CHAPITRE V Proposition d'une fiche d'évaluation des structures métalliques existantes : Cas des structures implantées à Tizi-Ouzou

Balcon :	Etat : Bon Mauvais Moyen - Garde corps <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> - Poutre de chainage <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> - Console <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> - Revêtement <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> - Dalle en béton armé <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Description :
Isolation extérieur : Mur en maçonnerie <input type="checkbox"/> Panneaux sandwich <input type="checkbox"/> Autres <input type="checkbox"/>	Etat : Bon Mauvais Moyen Mur en maçonnerie <input type="checkbox"/> - Eléments en maçonnerie <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> - Eléments de finition <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Panneau sandwich <input type="checkbox"/> - Eléments de fixation <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> - Le panneau <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Description :
Isolation intérieur : En Maçonnerie <input type="checkbox"/> En Verre <input type="checkbox"/> En Placoplatre <input type="checkbox"/> En Panneau sandwich <input type="checkbox"/> Autres <input type="checkbox"/>	Etat : Bon Mauvais Moyen - Eléments en maçonnerie <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> - Assemblage <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> - <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> - Eléments de finition <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Description :
Plafond : Plaque de plâtre <input type="checkbox"/> Bois <input type="checkbox"/> PVC <input type="checkbox"/> Autres <input type="checkbox"/>	Etat : Bon Mauvais Moyen - Eléments de fixation <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> - Faux plafond <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> - Eléments de finition <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Description :
Acrotère :	Etat : Bon <input type="checkbox"/> Mauvais <input type="checkbox"/> Moyen <input type="checkbox"/> Description :
Corniche :	Etat : Bon <input type="checkbox"/> Mauvais <input type="checkbox"/> Moyen <input type="checkbox"/> Description :
Cheminée :	Etat : Bon <input type="checkbox"/> Mauvais <input type="checkbox"/> Moyen <input type="checkbox"/> Description :
Elément vitré :	Etat : Bon <input type="checkbox"/> Mauvais <input type="checkbox"/> Moyen <input type="checkbox"/> Description :
Elément pour évacuation des eaux :	Etat : Bon <input type="checkbox"/> Mauvais <input type="checkbox"/> Moyen <input type="checkbox"/> Description :

Figure V.8 : section 3.2.B (composants non structuraux)

CHAPITRE V Proposition d'une fiche d'évaluation des structures métalliques existantes : Cas des structures implantées à Tizi-Ouzou

- **Section 4.B :** Cette section est réservée afin d’avoir une idée sur l’impact de l’état des structures voisines sur la vulnérabilité de la structure inspectée. Dans cette même section, une case est réservée pour signaler toutes autres anomalies non prises en considération dans cette fiche.
 - ❖ **Structure voisine :** Evaluation de l’impact des structures voisines, exemple : évaluation des risques de dommages dus à des travaux adjacents
 - ❖ **Autres indications :** Observations supplémentaires, notes sur des points spécifiques, recommandations particulières en fournissant des informations supplémentaires qui ne sont pas couvertes dans les sections précédentes mais qui sont importantes pour l'évaluation globale.

Structure voisine : Danger permanent <input type="checkbox"/> Aucun danger <input type="checkbox"/>	Etat : Bon <input type="checkbox"/> Mauvais <input type="checkbox"/> Moyen <input type="checkbox"/> Description :
Autres indications :	

Figure V.9 : section 4.B

La partie (C) est consacrée à la prise de décision finale reflétant l’état global de la structure.

- **Vulnérable ou non vulnérable :** Classification de la structure en termes de vulnérabilité par rapport à la solidité globale du bâtiment.
- **Une évaluation profonde est nécessaire :** Indication si une évaluation plus détaillée ou spécifique est nécessaire. On identifie les domaines nécessitant des tests spécifiques ou une analyse plus approfondie (méthodes quantitatives).

Autres indications :	
Structure : Non vulnérable <input type="checkbox"/> Vulnérable <input type="checkbox"/>	Nombre de logements..... / Nombre d’habitants : Indications : Enfants : / Vieux : / Handicapés :
Une évaluation profonde est nécessaire : Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>	
Autres informations :	

FigureV.10 : Partie (C)

CHAPITRE V Proposition d'une fiche d'évaluation des structures métalliques existantes : Cas des structures implantées à Tizi-Ouzou

Conclusion

De cette quatrième partie de notre travail, il est montré que l'évaluation qualitative peut être enrichie avec des descriptions claires et en renseignant les différentes rebiques de manière rigoureuse. Cette fiche se base sur des critères techniques, et vise à fournir un support pratique aux ingénieurs et aux autorités locales pour prioriser les interventions de réhabilitation ou de renforcement, tout en garantissant de façon rapide la sécurité des citoyens.

Les informations recueillies peuvent servir à une contribution pour établir une base de données à l'échelle communale ou régionale. Cette base est essentielle pour planifier des campagnes de réhabilitation ou estimer les besoins en renforcement.

CHAPITRE VI

Présentation et évaluation des structures métalliques existantes

Introduction

L'analyse des pathologies structurelles ne peut se limiter à des considérations théoriques : elle doit s'appuyer sur l'observation concrète d'ouvrages existants. Ce chapitre vise ainsi à appliquer la fiche d'évaluation élaborée précédemment (voir chapitre 4) à une sélection de structures métalliques implantées dans la région de Tizi-Ouzou. L'objectif est d'identifier les désordres apparents, puis d'évaluer leur état général au moyen d'outils d'inspection adaptés. Ainsi, deux structures sont identifiées :

- Salle omnisport « Meziane El-Bordj Boujemaa », Tizirt, Tizi-Ouzou
- Salle de sport du lycée colonel Amirouche, Tours villas, Tizi-Ouzou

1- Présentation et évaluation des structures existantes

1.1- Salle omnisports de Tizirt

La salle omnisport de Tizirt est une infrastructure couverte destinée à accueillir des compétitions sportives, des entraînements, ainsi que des manifestations culturelles et scolaires. Elle se situe dans la commune de Tizirt, au nord de la Wilaya de Tizi-Ouzou, à proximité immédiate du littoral méditerranéen.



Figure VI.1 : Salle omnisport de Tizirt

❖ Evaluation de la structure

En date du 20/05/2025, une sortie sur le terrain est effectuée afin d'évaluer la structure présentée ci-dessus.

➤ **Éléments porteurs**

✚ **Poteaux métallique**



Figure VI.2 : élément 2

Figure VI.2a : élément 1



Figure VI.2c : élément 3

Figure VI.2c : élément 4

Figure VI.2 : Poteaux métalliques

Analyse :

- Pathologie :
 - Corrosion
- Causes probables :
 - Manque d'entretien
 - Piège à poussière
 - Contacte avec l'eau
- Conséquence :
 - Perte de section efficace
 - Perte de résistance
- Solution :
 - Peinture anti corrosion
 - Entretien (dégager les pièges à poussière,...etc.)
 - Evacuation des eaux

✚ Elément en béton armé



Figure VI.3 : Poteau en béton armé

Analyse :

- Pathologie :
 - Eclatement de béton
- Causes probables :
 - Gonflement des armatures (carbonatation du béton)
 - Alkali-réaction
 - Ségrégation lors du collage ou mauvaise formulation du béton
- Conséquence :
 - Augmentation de risque de rupture par cisaillement (de l'élément)
 - Propagation des dommages
- Solution :
 - Ragraéage

✚ Ferme :



Figure VI.4 : Composants de la ferme

Analyse :

- Pathologies :
 - Voilement localisé
- Causes probables :
 - Erreurs de réalisation
- Conséquences :
 - manque de résistance dus a la présence de déformation résiduelle
- Solutions :

- Remise en état initial (avec renforcement)
- Changement de l'élément

➤ **Assemblage**



Figure VI.5a : élément 1



Figure VI.5b : élément 2



Figure VI.5c : élément 3

Figure VI.5 : Assemblage

Analyse

- Pathologies :
 - Corrosion
- Causes probables :
 - Piège à poussière
 - Infiltration d'eau
 - Manque d'entretien
- Conséquences :

➤ **Contreventement**

Figure VI.6a : contreventement en V inversé



Figure VI.6b : contreventement en X

Figure VI.6 : Contreventement

Analyse :

- Pathologies 1 (voir figure VI 6a) :
 - Piège à poussière
- Causes probables :
 - Manque d'entretien
- Conséquences :
 - Leur accumulation pourra conduire à la corrosion
- Solution :
 - Entretien périodique

- Pathologies 2 (voir figure 6b) :
 - Corrosion
- Causes probables :
 - Infiltration d'eau sur le contreventement
- Conséquences :
 - Perte de section efficace
- Solution :
 - Réparer les plaques de toiture endommagée

➤ **Toiture**

Figure VI.7a : Vue d'intérieur

Figure VI.7b : Vue d'extérieur

Figure VI.7 : Toiture

Analyse :

Aucune pathologie n'a été relevée au niveau de la toiture. L'ensemble de la couverture de ses points singuliers (jonctions, fixations, étanchéité) sont en bon état apparent (au moment de l'inspection).

➤ **Escaliers**



Figure VI.8a : Palier d'escalier N°01



Figure VI.8b : Palier d'escalier N°02

Figure VI.8 : Escaliers

Analyse :

❖ **Palier 1 :**

Aucun signe apparent de pathologie n'a été relevé sur l'ensemble de la structure de l'escalier. Les composants de l'escalier (marches, limons, garde-corps, etc.) présentent une intégrité matérielle satisfaisante.

❖ **Palier 2 :**

• Pathologies :

- désagrégation superficielle du béton

• Causes probables:

- Absence d'armature
- Exploitation excessive

• Conséquences :

- Exploitation désagréable

• Solution :

- Appliquer une couche fine de mortier et combler la perte de matière
- Rénovation des marches

➤ **Isolation extérieur**

✚ **Panneaux sandwich**

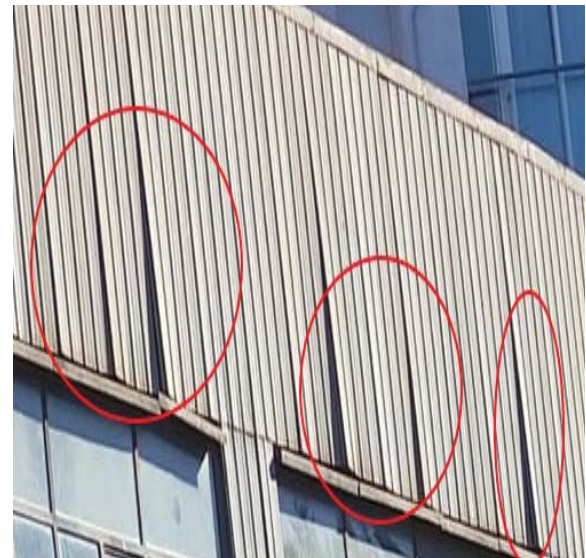


Figure VI.9 : Isolation extérieur (Panneaux sandwich)

Analyse :

• Pathologies :

- Décollement des panneaux
- Causes probables :
 - Mauvaise connexion entre les différents panneaux due aux techniques adoptés ou bien aux personnels employés.
- Conséquences :
 - Infiltration des eaux
 - Augmentation de la pression du vent interne
- Solutions :
 - Changement des panneaux

✚ *Isolation en maçonnerie*



Figure VI.10 : isolation extérieur (mur en maçonnerie)

Analyse :

- Pathologies :
 - Fissure verticale et horizontale
- Causes probables :
 - Mauvaise adhérence entre matériaux (béton et mortier)
- Conséquences :
 - Eclat des éléments de revêtement
- Solutions :
 - Refaire l'intégralité du revêtement

➤ **Isolation intérieur**



Figure VI.11a : fissure verticale



Figure VI.11b : fissure horizontale

Figure 11 : Isolation intérieur

Analyse :

- Pathologies :
 - Présence de fissures (verticale et horizontale)
- Causes probables :
 - Mauvaise qualité du matériau mortier
 - Méconnaissance de mise en œuvre
- Conséquences :
 - Déconsolidation des panneaux en maçonnerie
- Solutions :
 - Application d'un matériau plus adhérent entre les composants (éléments porteurs et maçonnerie)

➤ **Plafond**



Figure VI.12 : Plafond

Analyse :

- Pathologies :
 - Présence de moisissures et décollement de peinture
- Causes probables :
 - Manque d'entretien
 - Humidité
- Conséquences :
 - Perte d'esthétique.
- Solutions :
 - Refaire le revêtement

<p>Contreventement :</p> <p>Portique ductile <input type="checkbox"/></p> <p>Portique ordinaire <input type="checkbox"/></p> <p>Palée triangulée en X <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Palée triangulée en V <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Mixte : Portique & X <input type="checkbox"/></p> <p>Portique & V <input type="checkbox"/></p> <p>Autres <input type="checkbox"/></p>	<p>Accessibilité : Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> / Etat : Bon <input checked="" type="checkbox"/> Mauvais <input type="checkbox"/> Moyen <input type="checkbox"/></p> <p>Description :</p> <p><i>L'ensemble des contreventement reste fonctionnel, mais les points localisés nécessitent un traitement préventif pour éviter l'évolution des désordres.</i></p>
<p>Toiture :</p> <p>Couverture Métallique <input type="checkbox"/></p> <p>Couverture en tuile <input type="checkbox"/></p> <p>Autres <input type="checkbox"/></p>	<p>Accessibilité : Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> / Etat : Bon <input type="checkbox"/> Mauvais <input type="checkbox"/> Moyen <input type="checkbox"/></p> <p>Description :</p> <p><i>Rien à signaler</i></p>
<p>Escalier :</p> <p>Métallique <input type="checkbox"/></p> <p>Béton armé <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Bois <input type="checkbox"/></p> <p>Autres <input type="checkbox"/></p>	<p>Etat : Bon Mauvais Moyen</p> <p>- Limon <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>- Marche <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>- Contre marche <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>- Support de marche <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>- Revêtement <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>- Dalle en béton armé <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>Description :</p> <p><i>L'escalier reste fonctionnel avec un premier palier intacte et une légère altération superficielle localisée sur le deuxième palier.</i></p>
<p>Balcon :</p>	<p>Etat : Bon Mauvais Moyen</p> <p>- Garde corps <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>- Poutre de chaînage <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>- Console <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>- Revêtement <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>- Dalle en béton armé <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>Description :</p> <p><i>Pas de balcon.</i></p>
<p>Isolation extérieure :</p> <p>Mur en maçonnerie <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Panneaux sandwich <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Autres <input type="checkbox"/></p>	<p>Etat : Bon Mauvais Moyen</p> <p>Mur en maçonnerie <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>- Eléments en maçonnerie <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>- Eléments de finition <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>Panneau sandwich <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>- Eléments de fixation <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>- Le panneau <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>Description :</p> <p><i>Bien que les désordres soient localisés et n'affectent pas encore la structure portante, ils peuvent entraîner une dégradation progressive.</i></p>
<p>Isolation intérieure :</p> <p>En Maçonnerie <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>En Verre <input type="checkbox"/></p> <p>En Placoplâtre <input type="checkbox"/></p> <p>En Panneau sandwich <input type="checkbox"/></p> <p>Autres <input type="checkbox"/></p>	<p>Etat : Bon Mauvais Moyen</p> <p>- Eléments en maçonnerie <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>- Assemblage <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>- Eléments de finition <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Description :</p> <p><i>Les désordres constatés sont limités à des fissurations localisées et n'affectent pas de manière significative les performances de mur.</i></p>
<p>Plafond :</p> <p>Plaque de plâtre <input type="checkbox"/></p> <p>Bois <input type="checkbox"/></p> <p>PVC <input type="checkbox"/></p> <p>Autres <input type="checkbox"/></p>	<p>Etat : Bon Mauvais Moyen</p> <p>- Eléments de fixation <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>- Faux plafond <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>- Eléments de finition <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Description :</p> <p><i>La présence de moisissure et de dessèchement de finition indiquent un problème d'humidité.</i></p>

➤ Acrotère



Figure IV.13 : Acrotère

Analyse :

- Pathologies :
 - Présence de moisissures
- Causes probables :
 - Manque d'entretien
- Conséquences :
 - Propagation des désordres sur les éléments de façade
- Solutions :
 - Entretien périodiquement et efficacement les éléments exposés tel que l'acrotère

➤ **Éléments vitrés**

Figure VI.14 : Eléments vitrés

Analyse

- Pathologies :
 - Endommagement des verres
 - Corrosion des cadres
- Causes probables :
 - Vieillesse
- Conséquences :
 - Danger permanent pour les usagers
 - Propagation de la corrosion due à l'infiltration des eaux pluviales et agents agressifs

- Solution :
 - Réparation des cadres et remplacement des éléments en verre
- **Eléments pour évacuation des eaux**



Figure VI.15 : Eléments pour évacuation des eaux

Analyse :

- Pathologies :
 - Eclatement du béton
 - Endommagement et corrosion des systèmes d'évacuation d'eau.
- Causes probables :
 - Stagnation et infiltration des eaux
 - Manque d'entretien,
 - Travaux inachevés.
- Conséquences :
 - Accélération du processus de dégradation,
 - Danger permanent pour les usagers

• Solutions :

- Envisager des travaux d'entretien (pour les parties corrodées) et des travaux de réparation (pour les parties endommagées)
- A court terme réparation des parties endommagées, à long terme, refaire efficacement le système d'étanchéité.

Acrotère :	Etat : Bon <input checked="" type="checkbox"/> Mauvais <input type="checkbox"/> Moyen <input type="checkbox"/> Description : Un éclatement est indigne, mais reste limité et ne compromet pas encore les éléments structurels
Corniche :	Etat : Bon <input type="checkbox"/> Mauvais <input type="checkbox"/> Moyen <input type="checkbox"/> Description : Pas de corniche
Cheminée :	Etat : Bon <input type="checkbox"/> Mauvais <input type="checkbox"/> Moyen <input type="checkbox"/> Description : Pas de cheminée
Élément vitré :	Etat : Bon <input type="checkbox"/> Mauvais <input checked="" type="checkbox"/> Moyen <input type="checkbox"/> Description : La combinaison des cadres corrodés et d'un endommagement de vitrage rend ces éléments defectueux
Élément pour évacuation des eaux :	Etat : Bon <input type="checkbox"/> Mauvais <input checked="" type="checkbox"/> Moyen <input type="checkbox"/> Description : les altérations observées nuisent au bon fonctionnement du système d'évacuation
Structure voisine : Danger permanent <input type="checkbox"/> Aucun danger <input checked="" type="checkbox"/>	Etat : Bon <input type="checkbox"/> Mauvais <input type="checkbox"/> Moyen <input type="checkbox"/> Description : Aucune structure voisine est présente à proximité
Autres indications : /	
Structure : Non vulnérable <input checked="" type="checkbox"/> Vulnérable <input type="checkbox"/>	Nombre de logements : / / Nombre d'habitants : / Indications : Enfants : / / Vieux : / / Handicapés : /
Une évaluation profonde est nécessaire : Oui <input type="checkbox"/> Non <input checked="" type="checkbox"/>	
Autres informations : /	

1.2- Salle de sport du lycée colonel Amirouche

La salle de sport Colonel Amirouche est une infrastructure couverte dédiée à la pratique d'activités sportives telles que le basketball, le handball et le volley-ball, mais également susceptible d'accueillir des événements culturels ou éducatifs à caractère local. Elle est implantée dans le quartier résidentiel des Tours Villas, dans la commune de Tizi-Ouzou, au centre de la wilaya.



Figure VI.16 : Salle de sport du lycée colonel Amirouche

❖ Evaluation de la structure

En date du 30/05/2025 une sortie sur le terrain est effectuée afin d'évaluer la structure présentée ci-dessus.

➤ Eléments porteurs

✚ Poteaux



Figures VI.17a : Fissures verticales



Figure VI.17b : Présence de moisissures et taches.

Figure VI.17 : Eléments Poteaux

Analyse :

- Pathologies :
 - Fissures verticales
 - Présence de moisissures et taches
- Causes probables :
 - Mouvement structurelle (séisme, affaissement, ...etc.).
 - Vieillessement des matériaux
- Conséquences :
 - Perte de stabilité structurelle
 - Risque d'effondrement
- Solutions :
 - Engager des travaux de réhabilitation pour les éléments porteurs (chemisage ...)

✚ Poutre :



Figure VI.18 : Eléments poutres

Analyse :

- Pathologies :
 - Effritement du béton
 - Fissures verticales
- Causes probables :
 - Mouvement structurelle (séisme, tassement..., etc).
 - Gonflement des armatures
 - Vieillissement de la structure
- Conséquences :

- Altération de la capacité portante
- Risque d'effondrement
- Solutions :
 - Reconstitution des bétons endommagés
 - Injection de résine

✚ Ferme :



Figure VI.19 : composants de la ferme

Analyse :

- Pathologies :
 - Corrosion
- Causes probables :
 - Absence d'entretien
 - Infiltration des eaux
- Conséquences :
 - Perte de section efficace
 - Perte de résistance
- Solutions :
 - Remplacer les composants corrodés et entretenir les composants moins dégradés

➤ **Assemblage**



Figure VI.20 : Elément assemblage

Analyse :

- Pathologies :
 - Corrosion
- Causes probables :
 - Infiltration des eaux
 - Environnement agressif
- Conséquences :
 - Boulons défectueux
 - Dégradation de nombreux éléments d'assemblage
 - Risque de rupture
- Solutions :
 - Peinture anticorrosion
 - Changement des assemblages gravement corrodés

Fiche d'évaluation des structures implantées à Tizi-Ouzou		
Inspecteur : <u>Abdoul Salim - AKKOUTCHE Karim</u>		Date : <u>30/05/2025</u>
Identification de la construction		
Nom du propriétaire : / Adresse : <u>Tours Villes, Tizi-Ouzou</u> / Position GPS : <u>36.6999, 4.12059</u>		
Entreprise :		B.E.T :
Usage de la construction		
Habitation : « Collectif <input type="checkbox"/> Individuel <input type="checkbox"/> » / Commercial <input type="checkbox"/> / Habitation et Commercial <input type="checkbox"/> / Scolaire <input type="checkbox"/> / Sportif <input checked="" type="checkbox"/> / Hospitalier <input type="checkbox"/> / Industriel <input type="checkbox"/> / Socioculturelle <input type="checkbox"/> / Administration <input type="checkbox"/> / Réservoir d'eau <input type="checkbox"/> / Silo <input type="checkbox"/> / Pont <input type="checkbox"/> / Passerelle <input type="checkbox"/> / Autres <input type="checkbox"/>		
Description de la construction		
Année de construction :		Vide sanitaire : Oui <input type="checkbox"/> Non <input checked="" type="checkbox"/> / Hauteur :
Nombre d'étage : <u>04 Niveaux</u>		Sous-sol : Oui <input type="checkbox"/> Non <input checked="" type="checkbox"/> / Nombre :
Joint de dilatation : Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>		Entresol : Oui <input type="checkbox"/> Non <input checked="" type="checkbox"/> / Nombre :
Hauteur RDC : <u>3.50</u> m		Hauteur Etage : <u>0.3</u> m
Hauteur Niveau-inf :		
Régulière en plan : Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>	Réalisation : - Entreprise qualifiée <input checked="" type="checkbox"/> - Entreprise quelconque <input type="checkbox"/> - Autres <input type="checkbox"/>	Calculé au séisme : Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>
Régulière en élévation : Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>		Contrôlée par le CTC : Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>
Sol de la construction		
Site : - S1 : Site rocheux <input type="checkbox"/> - S2 : Site ferme <input type="checkbox"/> - S3 : Site Meuble <input checked="" type="checkbox"/> - S4 : Site très meuble <input type="checkbox"/> - S5 : Site nécessitant des investigations <input type="checkbox"/>	Implantation : - Sur un terrain instable <input type="checkbox"/> - Au bord d'une falaise <input type="checkbox"/> - Au sommet d'une colline <input type="checkbox"/> - Au bord d'une rivière <input type="checkbox"/> - Sur un terrain accidenté <input type="checkbox"/>	Affaissement : Oui <input type="checkbox"/> Non <input checked="" type="checkbox"/> Liquéfaction : Oui <input type="checkbox"/> Non <input checked="" type="checkbox"/> Glissement : Oui <input type="checkbox"/> Non <input checked="" type="checkbox"/>
Inspection de l'infrastructure		
Semelle Isolée <input checked="" type="checkbox"/> Semelle Filante <input type="checkbox"/> Radier général <input type="checkbox"/> Pieux en BA <input type="checkbox"/> Semelle mixte <input type="checkbox"/>	Description : <u>L'inspection des fondations n'a pas pu être réalisée en raison de l'inaccessibilité de ces éléments</u>	
Inspection de la superstructure		
Éléments porteurs : Poteaux métalliques <input type="checkbox"/> Poutres métalliques <input type="checkbox"/> Autres <input checked="" type="checkbox"/> <u>B.A</u>	Accessibilité : Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> / Etat : Bon <input type="checkbox"/> Mauvais <input checked="" type="checkbox"/> Moyen <input type="checkbox"/> Description : <u>Environ 10% (3/20) des poteaux sont jugés dans un état mauvais, dommages important sont constatés sur ces éléments porteurs</u>	
Autres indications : Poteau court <input type="checkbox"/> / Nbr de P-C : / Niveau : / <u>Pas de poteaux courts</u>		
Assemblage :	Etat : - Boulons <input type="checkbox"/> Bon <input type="checkbox"/> Mauvais <input type="checkbox"/> Moyen <input checked="" type="checkbox"/> - Rivets <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> - Soudure <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> - Collage <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Description : <u>Un nombre important d'assemblage sont corrodés.</u>	
Planchers : Dalle pleine <input type="checkbox"/> Plancher mixte <input type="checkbox"/> Autres <input type="checkbox"/>	Accessibilité : Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> / Etat : Bon <input type="checkbox"/> Mauvais <input type="checkbox"/> Moyen <input type="checkbox"/> Description : <u>Pas de plancher</u>	

➤ Contreventements

**Figure VI.21a** : Corrosion**Figure VI.21b** : Flambement**Figure VI.21** : Contreventement**Analyse :**

- Pathologies 1 (voir figure VI.21a) :
 - Corrosion
- Causes probables :
 - Infiltration des eaux
 - Environnement agressif
- Conséquences :
 - Perte de section efficace
 - Perte de résistance
- Solutions :
 - Remplacer les composants gravement corrodés
 - Entretien des composants moins corrodés (peinture anticorrosion)
- Pathologies 2 :
 - Voilement localisé (voir figure VI.21b)
- Causes probables :
 - Erreurs de réalisation
- Conséquences :
 - Perte de résistance dus à la présence de déformations résiduelles

- Solutions :
 - Remise en état initial (avec renforcement)
 - Changement de l'élément
- **Toiture**

Figure VI.22 : Toiture

Analyse :

- Pathologies :
 - Plaques de toiture endommagées
- Causes probables :
 - Effets d'intempérie / vent
 - Absence de maintenance
- Conséquences :
 - Infiltration des eaux
 - Corrosion
- Solution :
 - Remplacement des éléments endommagés
 - Renforcement des fixations

➤ Isolation extérieur



Figure VI.23a : Fissure oblique et sous forme d'escalier



Figure VI.23b : Fissures verticales et horizontales

Figure VI.23 : Isolation extérieur

Analyse :

- Pathologies :
 - Fissure horizontales et verticales
 - Fissures obliques et sous forme d'escalier
 - Fissures à la jonction poteau-mur
- Causes probables :
 - Affaissement
 - Gonflement des armatures
 - Infiltration d'eau répétés notamment autours de la descente d'eau
 - Vieillissement des matériaux
- Conséquences :
 - Effondrement partiel ou total du mur
 - Affaiblissement de la stabilité locale
- Solution :
 - Reprise du béton endommagé
 - Remplissage des fissures avec un mortier ou résine
 - Application d'un revêtement hydrofuge

<p>Contreventement :</p> <p>Portique ductile <input type="checkbox"/></p> <p>Portique ordinaire <input type="checkbox"/></p> <p>Palée triangulée en X <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Palée triangulée en Y <input type="checkbox"/></p> <p>Mixte : Portique & X <input type="checkbox"/></p> <p>Portique & V <input type="checkbox"/></p> <p>Autres <input checked="" type="checkbox"/> B.A</p>	<p>Accessibilité : Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> / Etat : Bon <input type="checkbox"/> Mauvais <input checked="" type="checkbox"/> Moyen <input type="checkbox"/></p> <p>Description : <i>Métallique : les éléments de contreventement en X est corrodé dans certains cas, les éléments flambés sont enregistrés pour d'autres cas.</i> <i>Béton armé : les portiques en béton armé sont dans un état mauvais (voir l'évaluation des éléments porteurs)</i></p>																												
<p>Toiture :</p> <p>Couverture Métallique <input type="checkbox"/></p> <p>Couverture en tuile <input type="checkbox"/></p> <p>Autres <input type="checkbox"/></p>	<p>Accessibilité : Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> / Etat : Bon <input type="checkbox"/> Mauvais <input checked="" type="checkbox"/> Moyen <input type="checkbox"/></p> <p>Description : <i>Un dysfonctionnement total sur une partie de la toiture.</i></p>																												
<p>Escalier :</p> <p>Métallique <input type="checkbox"/></p> <p>Béton armé <input type="checkbox"/></p> <p>Bois <input type="checkbox"/></p> <p>Autres <input type="checkbox"/></p>	<p>Etat :</p> <table border="0"> <tr> <td></td> <td>Bon</td> <td>Mauvais</td> <td>Moyen</td> </tr> <tr> <td>- Limon</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>- Marche</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>- Contre marche</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>- Support de marche</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>- Revêtement</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>- Dalle en béton armé</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table> <p>Description : <i>L'escalier est jugé d'un bon état mais des travaux d'entretien peuvent être envisagés</i></p>		Bon	Mauvais	Moyen	- Limon	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	- Marche	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	- Contre marche	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	- Support de marche	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	- Revêtement	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	- Dalle en béton armé	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Bon	Mauvais	Moyen																										
- Limon	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																										
- Marche	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																										
- Contre marche	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																										
- Support de marche	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																										
- Revêtement	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																										
- Dalle en béton armé	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																										
<p>Balcon :</p>	<p>Etat :</p> <table border="0"> <tr> <td></td> <td>Bon</td> <td>Mauvais</td> <td>Moyen</td> </tr> <tr> <td>- Garde corps</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>- Poutre de chaînage</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>- Console</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>- Revêtement</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>- Dalle en béton armé</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table> <p>Description : <i>Pas de balcon</i></p>		Bon	Mauvais	Moyen	- Garde corps	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	- Poutre de chaînage	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	- Console	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	- Revêtement	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	- Dalle en béton armé	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
	Bon	Mauvais	Moyen																										
- Garde corps	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																										
- Poutre de chaînage	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																										
- Console	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																										
- Revêtement	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																										
- Dalle en béton armé	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																										
<p>Isolation extérieur :</p> <p>Mur en maçonnerie <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Panneaux sandwich <input type="checkbox"/></p> <p>Autres <input type="checkbox"/></p>	<p>Etat :</p> <table border="0"> <tr> <td></td> <td>Bon</td> <td>Mauvais</td> <td>Moyen</td> </tr> <tr> <td>Mur en maçonnerie <input checked="" type="checkbox"/></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>- Eléments en maçonnerie</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>- Eléments de finition</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Panneau sandwich <input type="checkbox"/></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>- Eléments de fixation</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>- Le panneau</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table> <p>Description : <i>On remarque des fissures horizontales et verticales, séparant les murs du reste de la structure (fissures superficielles)</i></p>		Bon	Mauvais	Moyen	Mur en maçonnerie <input checked="" type="checkbox"/>				- Eléments en maçonnerie	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	- Eléments de finition	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Panneau sandwich <input type="checkbox"/>				- Eléments de fixation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	- Le panneau	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Bon	Mauvais	Moyen																										
Mur en maçonnerie <input checked="" type="checkbox"/>																													
- Eléments en maçonnerie	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																										
- Eléments de finition	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																										
Panneau sandwich <input type="checkbox"/>																													
- Eléments de fixation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																										
- Le panneau	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																										
<p>Isolation intérieur :</p> <p>En Maçonnerie <input type="checkbox"/></p> <p>En Verre <input type="checkbox"/></p> <p>En Placoplatre <input type="checkbox"/></p> <p>En Panneau sandwich <input type="checkbox"/></p> <p>Autres <input type="checkbox"/></p>	<p>Etat :</p> <table border="0"> <tr> <td></td> <td>Bon</td> <td>Mauvais</td> <td>Moyen</td> </tr> <tr> <td>- Eléments en maçonnerie</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>- Assemblage</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>- Eléments de finition</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table> <p>Description : <i>Pas d'isolation intérieure</i></p>		Bon	Mauvais	Moyen	- Eléments en maçonnerie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	- Assemblage	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	- Eléments de finition	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>												
	Bon	Mauvais	Moyen																										
- Eléments en maçonnerie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																										
- Assemblage	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																										
- Eléments de finition	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																										
<p>Plafond :</p> <p>Plaque de plâtre <input type="checkbox"/></p> <p>Bois <input type="checkbox"/></p> <p>PVC <input type="checkbox"/></p> <p>Autres <input type="checkbox"/></p>	<p>Etat :</p> <table border="0"> <tr> <td></td> <td>Bon</td> <td>Mauvais</td> <td>Moyen</td> </tr> <tr> <td>- Eléments de fixation</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>- Faux plafond</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>- Eléments de finition</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table> <p>Description : <i>Pas de Plafond</i></p>		Bon	Mauvais	Moyen	- Eléments de fixation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	- Faux plafond	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	- Eléments de finition	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>												
	Bon	Mauvais	Moyen																										
- Eléments de fixation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																										
- Faux plafond	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																										
- Eléments de finition	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																										

➤ **Éléments vitrés****Figure VI.24** : Eléments vitrés**Analyse :**

- Pathologies :
 - Endommagement des éléments
- Causes probables :
 - Vieillissement
- Conséquences :
 - Propagation de la corrosion due à l'infiltration des eaux pluviales et agents agressifs
 - Danger permanent pour les usagers
- Solutions :
 - Réparation des cadres et remplacement des éléments endommagés.

Acrotère :	Etat : Bon <input type="checkbox"/> Mauvais <input type="checkbox"/> Moyen <input type="checkbox"/>
	Description : Pas d'acrotère
Corniche :	Etat : Bon <input type="checkbox"/> Mauvais <input type="checkbox"/> Moyen <input type="checkbox"/>
	Description : Pas de corniche
Cheminée :	Etat : Bon <input type="checkbox"/> Mauvais <input type="checkbox"/> Moyen <input type="checkbox"/>
	Description : Pas de cheminée
Élément vitré :	Etat : Bon <input type="checkbox"/> Mauvais <input checked="" type="checkbox"/> Moyen <input type="checkbox"/>
	Description : Éléments en verre brisés et cadres en mauvais état
Élément pour évacuation des eaux :	Etat : Bon <input type="checkbox"/> Mauvais <input checked="" type="checkbox"/> Moyen <input type="checkbox"/>
	Description : Déconnexion et discontinuité des éléments pour évacuation des eaux
Structure voisine : Danger permanent <input type="checkbox"/> Aucun danger <input checked="" type="checkbox"/>	Etat : Bon <input type="checkbox"/> Mauvais <input type="checkbox"/> Moyen <input type="checkbox"/>
	Description : A une structure voisine est présente à proximité
Autres indications : /	
Structure : Non vulnérable <input type="checkbox"/> Vulnérable <input checked="" type="checkbox"/>	Nombre de logements..... / Nombre d'habitants :..... Indications : Enfants :..... / Vieux :..... / Handicapés :.....
Une évaluation profonde est nécessaire : Oui <input type="checkbox"/> Non <input checked="" type="checkbox"/>	
Autres informations : /	

Conclusion

L'inspection de cet ouvrage s'inscrit dans le cadre de l'évaluation de l'état de santé des structures métalliques existantes. L'observation visuelle et les relevés sur site ont permis de documenter l'état général des structures, en s'intéressant particulièrement à l'intégrité des éléments porteurs, à la présence éventuelle de pathologies (corrosion, déformations, fissures, etc.).

Conclusion Générale

Conclusion générale

La détection, l'évaluation et la gestion des pathologies affectant les structures existantes sont devenues des enjeux majeurs dans le domaine du génie civil, en particulier pour les structures métalliques souvent exposées à des environnements agressifs et à des sollicitations multiples au fil du temps. Ce mémoire s'est inscrit dans cette problématique, avec pour objectif principal de contribuer à une meilleure connaissance de l'état du patrimoine immobilier métallique de la Wilaya de Tizi-Ouzou, à travers l'acquisition de données fiables sur des cas réels lorsque les dommages sont minimes.

Les travaux menés ont permis, dans un premier temps, de dresser un état des lieux des principales pathologies pouvant affecter aussi bien les *superstructures métalliques* que les *fondations en béton armé*, en précisant les mécanismes de dégradation, les facteurs de vulnérabilité et les signes visibles d'altération. Une synthèse bibliographique a ensuite permis de regrouper les différentes méthodes d'inspection existantes (qualitatives, semi-qualitatives, quantitatives) en soulignant leur complémentarité et leurs domaines d'application respectifs.

La mise en œuvre de ces méthodes sur deux structures implantées dans la Wilaya de Tizi-Ouzou, à savoir la *salle omnisport de Tizirt* et la *salle de sport du lycée Colonel Amirouche*, a constitué une étape centrale de ce travail. À travers une *fiche d'évaluation structurée*, élaborée à partir de critères simples, observables et reproductibles, il a été possible de réaliser une inspection détaillée et de récolter des données représentatives sur l'état réel des ouvrages.

L'analyse des résultats a permis de mettre en évidence plusieurs types de désordres, d'en apprécier la gravité, d'identifier les causes probables et de formuler des recommandations techniques pour leur traitement ou leur suivi. Ces observations constituent une contribution précieuse à la constitution d'une base de données locale, susceptible de faciliter l'établissement de diagnostics comparatifs sur d'autres structures similaires dans la région.

Au terme de cette étude, plusieurs enseignements peuvent être retenus :

- Une démarche d'inspection structurée, même fondée sur des observations simples, permet d'identifier rapidement les pathologies les plus courantes et d'orienter les besoins d'intervention.
- L'intégration des fondations dans le processus d'évaluation est essentielle, car elles jouent un rôle déterminant dans le comportement global des structures métalliques.

Conclusion Générale

- La contribution à la constitution d'une base de données locale sur le bâti existant constitue un levier stratégique pour les communes, les services techniques et les décideurs, en leur permettant de planifier les opérations de maintenance, de hiérarchiser les investissements et d'organiser les interventions en situation post-sismique.

Ce mémoire se veut donc une première contribution à un travail de *recensement, de diagnostic et de valorisation du patrimoine immobilier métallique* de la Wilaya de Tizi-Ouzou. Il ouvre la voie à plusieurs suites possibles : étendre l'inspection à d'autres structures de la région, organiser les données dans un système d'information géographique (SIG), utiliser des outils numériques pour analyser les résultats, et mettre en place des protocoles simples pour l'entretien régulier des ouvrages.

Bibliographie

Bibliographie

- [1] ROUAIGUIA, Assia. (2023). Cours de construction métallique. Université 8 Mai 1945 Guelma, Algérie.
- [2] DJAFAR HENNI, Imane., (2022). Cours Pathologies et Réhabilitation des Structures. Université Hassiba Benbouali Chlef, Algérie.
- [3] MAYERS, Jacques. (2005). Inspection des structures métalliques. Techniques de l'ingénieur
- [4] BECHEUR, Abdelhamid., (2010). Pathologies des constructions métalliques. Les journées techniques d'Organisme National de Contrôle Technique de la Construction (CTC). Université Abderrahmane Mira Bejaia, Algérie.
- [5] Jean-Paul PERSY., (2014). Guide FAME 2 : Réparation et rénovation des structures métalliques. France.
- [6] BOUMECHRA, Nadir. (2013). Control des constructions métalliques cours master 1 génie civil option construction métallique.
- [7] BOUMEHRAZ, Mohammed- Amin & MELLAS, Mekki., (2015). Diagnostic des dégradations des structures métalliques sous l'effet de corrosion dans la région de Jijel. 2ème Conférence Internationale de Mécanique (ICM'15). Constantine, Algérie. 289-294.
- [8] HADDAD, Kahina. (2025). Cours Pathologies des ouvrages - Réhabilitation et Renforcement. Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou, Algérie.
- [9] AKKOUCHE, Karim., (2020). Développement d'un système Expert pour la réhabilitation des structures endommagées par des séismes. Thèse de doctorat. Université Mouloud Mammeri, Tizi Ouzou, Algérie.
- [10] DUFY, Mark. Maison abandonnée toit s'est effondré dans la ville pittoresque de la Saskatchewan, Canada.
- [11] LOUZAI, Amer. (2025). Cours Conception parasismique appliquées aux structures métalliques.
- [12] BOUZID, Leyla, (2022). Vulnérabilité et fiabilité des constructions auto-stables sur sols meubles. Thèse de doctorat. Université Mouloud Mammeri, Tizi Ouzou, Algérie.
- [13] GUELMINE, Layachi., (2019). Cours Pathologies des Constructions. Université Mohamed El Bachir El Ibrahim – Bordj Bou Arreridj, Algérie.
- [14] CHABBI, Radhia ; FERHOUNE, Noureddine & BOUABDALLAH, Fouzia, (2018). Pathologies, diagnostic à l'aide de CND et techniques de

Bibliographie

- réparation et protection des ouvrages en béton armé état de l'art. Université Larbi Ben Mhidi, Oum El Bouaghi, Algérie.
- [15] Peter H. EMMONS., (1994). Concrete Repair and maintenance illustrated. R.S. MEANS COMPANY, ING., Construction Published & Consultations, Construction Plaza, P.B. Kingston, MA 02364-0800.
- [16] Kassoul, Amer. (2015). Polycopié de cour de Vulnérabilité. Vulnérabilité et Réhabilitation des Structures – MASTER Génie Civil – Option: Structures et Constructions Industrielles. Université Hassiba Benbouali de Chlef, Algérie
- [17] IDRRIM. (2018). Inspection détaillée des ouvrages d'art : comment réussir sa commande ? Guide technique. IDRRIM – Cerema – IFSTTAR, France.
- [18] LOUZAI, Amer. (2016). Evaluation du facteur de comportement de structures en portique en béton armé sur la base d'analyse statique dynamique non linéaire. Thèse de doctorat. Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou, Algérie.
- [19] NEKMOUCHE, Aghiles. (2018). Évaluation des dommages plastiques des structures élancées sous sollicitations sismiques. Thèse de doctorat. Université Abderrahmane Mira Bejaia, Algérie.
- [20] BOUZID, Leyla. (2006). Caractérisation des sols et leurs influences sur la vulnérabilité du bâti existant. Mémoire de MAGISTER. Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou, Algérie.
- [21] Grünthal, G., & Levret, A. (2001). European Macro seismic Scale 1998 (EMS-98). Cahiers du Centre Européen de Géodynamique et de Séismologie. Luxembourg: Conseil de l'Europe.
- [22] BIDI, Lyes. (2018). *Contrôle Non Destructif (CND)*. Cours, Institut des Sciences et Techniques Appliquées (ISTA), Université Frères Mentouri – Constantine 1. Algérie.
- [23] KHEMAKHEM, Mehrez ; BENJEDDOU, Omrane. (2020). Diagnostic, entretien et réparation des ouvrages en béton armé : en 44 fiches pratiques. Le Moniteur Éditions, France.
- [24] BEN FRAJ, Boutheina. Contrôles Non Destructifs. Support de cours. Université de Sousse, Tunisie. Disponible sur GC.Algérie.com.
- [25] Bouyer Hervé., (2024). Les contrôles non destructifs. Article technique Alticontrol. NANTES, France.
- [26] ABDOU, Abdelhak. (2018). Étude et Modélisation Contrôle non Destructif (CND) : Capteur Inductif Contrôle non Destructif (CND) et

Bibliographie

- Modélisation d'un Capteur à Courants de Foucault. Thèse de doctorat. Université Batna 2.
- [27] EI GHOU, Islam Nacereddine. (2016). Réalisation d'un banc d'essais pour l'inversion des signaux en contrôle non destructif par courants de Foucault. Thèse de doctorat. Université Mohamed Khider, Biskra, Algérie.
- [28] ASCIA Ingénierie. (2009). Bureau d'études structure béton, bois et métal – diagnostics & expertises. SAS ASCIA Ingénierie, Haute-Goulaine France.
- [29] MONGI, Ben Ouezdou. (2013). Cours pathologies des constructions. École Nationale d'Ingénieurs de Tunis.
- [30] BENZAAMA, Abdellah. (2023). Contrôle des structures. Polycopié de cours. Université des Sciences et de la Technologie d'Oran Mohamed Boudiaf, Algérie.
- [31] XOMETRY. (2023). Essai de dureté des métaux : tests Rockwell, Brinell et Vickers. Article en ligne, Xometry Pro. Disponible sur [Xometry.fr](https://www.xometry.fr).
- [32] BOUALLAGA Ishak. (2007). étude de la carbonatation des bétons a base des ciments algériens. Mémoire de Magister. Université Saad Dahleb, Blida, Algérie.
- [33] OUZAA, Keira., (2015). Cours réhabilitation des structures. Université des sciences et de la technologie. Université Mohamed BOUDIAF d'Oran, Algérie.
- [34] Peinture de protection anti corrosion. Condamin signalisation marquage service. Saint Etienne, France.
- [35] DELENS, Jacques., (2024). Micropieu graphique d'exécution. Atlas fondation. France
- [36] Clément Fayat (2023). Injection du sol. SEFI-INTAFOR. Gustave Eiffel, France

Annexes

Wilaya de Boumerdès	
Fiche d'évaluation des dommages Séisme du 21 mai 2003	
Code inspecteur	
Date:	
Identification de la construction:	
Secteur	Zone
Adresse ou élément d'identification	
Construction calculée au séisme: Oui Non	
Construction contrôlée Oui Non	
Usage de la construction (*)	
Logement	scolaire
administratif	hôpitalier
socioculturel	sportif
autre (à préciser)	commercial
	industriel
	réservoir d'eau
Description sommaire	
Age approximatif	Vide sanitaire : oui non
nombre de niveaux	Sous sol: oui non
Nombre de joints de dilatation	éléments extérieurs indépendants
en élévation	(escalier, au vent, passage couvert)
infrastructure	
<u>Problème de sol autour de la construction</u>	
faille: oui non	affaissement
liquéfaction: oui non	glissement
	soulèvement oui non
	oui non
<u>fondation-infrastructure</u>	
<u>fondation</u>	
type de fondation	<u>infrastructure</u> (dans le cas de VS ou S/SOL)
type de dommages	voile béton continu 1 2 3 4 5
tassement uniforme	oui non poteaux béton avec remplissage 1 2 3 4 5
glissement	oui non
basculement	oui non
structure résistante	
<u>Elément porteurs (charges verticales)</u>	
murs en maçonnerie	1 2 3 4 5
voile béton	1 2 3 4 5
poteaux en béton armé	1 2 3 4 5
poteau bois	1 2 3 4 5
autre	1 2 3 4 5
<u>Elément de contreventement</u>	
murs en maçonnerie	1 2 3 4 5
voile béton	1 2 3 4 5
portiques en béton armé	1 2 3 4 5
portiques métalliques	1 2 3 4 5
palées triangulées	1 2 3 4 5
autre	1 2 3 4 5
<u>plancher-toiture terrasse</u>	
béton armé	1 2 3 4 5
solives métalliques	1 2 3 4 5
solive bois	1 2 3 4 5
<u>Toiture inclinée</u>	
charpente métallique	1 2 3 4 5
charpente bois	1 2 3 4 5
couverture tuile	1 2 3 4 5
couverture amiante ciment	1 2 3 4 5
couverture métallique	1 2 3 4 5

éléments secondaires**escaliers**

béton	1 2 3 4 5
métal	1 2 3 4 5
bois	1 2 3 4 5

remplissages extérieurs

maçonnerie	1 2 3 4 5
béton préfabriqué	1 2 3 4 5
bardages	1 2 3 4 5
autres	

autres éléments intérieurs

plafonds	1 2 3 4 5
cloisons	1 2 3 4 5
éléments vitrés	1 2 3 4 5

éléments extérieurs

balcons	1 2 3 4 5
garde corps	1 2 3 4 5
au vent	1 2 3 4 5
acrotère-corniche	1 2 3 4 5
cheminées	1 2 3 4 5
autres	1 2 3 4 5

influence des constructions adjacentes

la construction menace une autre construction	oui	non
la construction est menacée par une autre construction	oui	non
la construction peut être soutien d'une autre construction	oui	non
la construction peut être soutenue par une autre construction	oui	non

Victimes

oui - non - peut être	si oui combien?
-----------------------	-----------------

commentaire sur la nature et la cause probable des dommages

	sens transversal			sens longitudinal		
symétrie en plan	bon	moyen	mauvais	bon	moyen	mauvais
régularité en élévation	bon	moyen	mauvais	bon	moyen	mauvais
redondance des files	bon	moyen	mauvais	bon	moyen	mauvais

Autres commentaires**Evaluation finale****Niveau général des dommages****couleur à utiliser**

1 - 2 - 3 - 4 - 5

Vert - Orange - Rouge

mesure immédiate à prendre

Fiche d'évaluation des structures implantées à Tizi-Ouzou

Inspecteur :

Date :

Identification de la construction

Nom du propriétaire : / Adresse : / Position GPS :

Entreprise : B.E.T :

Usage de la construction

 Habitation : « Collectif Individuel » / Commercial / Habitation et Commercial / Scolaire / Sportif / Hospitalier / Industriel / Socioculturelle / Administration / Réservoir d'eau / Silo / Pont / Passerelle / Autres

Description de la construction

Année de construction :	Vide sanitaire : Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> / Hauteur :	Hauteur RDC :m
Nombre d'étage :	Sous-sol : Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> / Nombre :	Hauteur Etage :m
Joint de dilatation : Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>	Entresol : Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> / Nombre :	Hauteur Niveau-inf :m

Régulière en plan : Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>	Réalisation : - Entreprise qualifiée <input type="checkbox"/> - Entreprise quelconque <input type="checkbox"/> - Autres <input type="checkbox"/>	Calculé au séisme : Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>
Régulière en élévation : Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>		Contrôlée par le CTC : Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>

Sol de la construction

Site : - S1 : Site rocheux <input type="checkbox"/> - S2 : Site ferme <input type="checkbox"/> - S3 : Site Meuble <input type="checkbox"/> - S4 : Site très meuble <input type="checkbox"/> - S5 : Site nécessitant des investigations <input type="checkbox"/>	Implantation : - Sur un terrain instable <input type="checkbox"/> - Au bord d'une falaise <input type="checkbox"/> - Au sommet d'une colline <input type="checkbox"/> - Au bord d'une rivière <input type="checkbox"/> - Sur un terrain accidenté <input type="checkbox"/>	Affaissement : Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Liquéfaction : Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Glissement : Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Inspection de l'infrastructure

Semelle Isolée <input type="checkbox"/> Semelle Filante <input type="checkbox"/> Radier général <input type="checkbox"/> Pieux en BA <input type="checkbox"/> Semelle mixte <input type="checkbox"/>	Description :
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------

Inspection de la superstructure

Éléments porteurs : Poteaux métalliques <input type="checkbox"/> Poutres métalliques <input type="checkbox"/> Autres <input type="checkbox"/>	Accessibilité : Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> / Etat : Bon <input type="checkbox"/> Mauvais <input type="checkbox"/> Moyen <input type="checkbox"/> Description :
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

 Autres indications : Poteau court / Nbr de P-C : / Niveau : /

Assemblage :	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 25%;">Etat :</td> <td style="width: 25%;">Bon</td> <td style="width: 25%;">Mauvais</td> <td style="width: 25%;">Moyen</td> </tr> <tr> <td>- Boulons</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>- Rivets</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>- Soudure</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>- Collage</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table> Description :	Etat :	Bon	Mauvais	Moyen	- Boulons	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	- Rivets	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	- Soudure	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	- Collage	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Etat :	Bon	Mauvais	Moyen																		
- Boulons	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																		
- Rivets	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																		
- Soudure	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																		
- Collage	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																		

Planchers : Dalle pleine <input type="checkbox"/> Plancher mixte <input type="checkbox"/> Autres <input type="checkbox"/>	Accessibilité : Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> / Etat : Bon <input type="checkbox"/> Mauvais <input type="checkbox"/> Moyen <input type="checkbox"/> Description :
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p>Contreventement :</p> <p>Portique ductile <input type="checkbox"/></p> <p>Portique ordinaire <input type="checkbox"/></p> <p>Palée triangulée en X <input type="checkbox"/></p> <p>Palée triangulée en Y <input type="checkbox"/></p> <p>Mixte : Portique & X <input type="checkbox"/></p> <p style="padding-left: 20px;">Portique & V <input type="checkbox"/></p> <p>Autres <input type="checkbox"/></p>	<p>Accessibilité : Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> / Etat : Bon <input type="checkbox"/> Mauvais <input type="checkbox"/> Moyen <input type="checkbox"/></p> <p>Description :</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>																																			
<p>Toiture :</p> <p>Couverture Métallique <input type="checkbox"/></p> <p>Couverture en tuile <input type="checkbox"/></p> <p>Autres <input type="checkbox"/></p>	<p>Accessibilité : Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> / Etat : Bon <input type="checkbox"/> Mauvais <input type="checkbox"/> Moyen <input type="checkbox"/></p> <p>Description :</p> <p>.....</p> <p>.....</p>																																			
<p>Escalier :</p> <p>Métallique <input type="checkbox"/></p> <p>Béton armé <input type="checkbox"/></p> <p>Bois <input type="checkbox"/></p> <p>Autres <input type="checkbox"/></p>	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%;"></td> <td style="width: 20%; text-align: center;">Etat :</td> <td style="width: 20%; text-align: center;">Bon</td> <td style="width: 20%; text-align: center;">Mauvais</td> <td style="width: 20%; text-align: center;">Moyen</td> </tr> <tr> <td>- Limon</td> <td></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>- Marche</td> <td></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>- Contre marche</td> <td></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>- Support de marche</td> <td></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>- Revêtement</td> <td></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>- Dalle en béton armé</td> <td></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> </table> <p>Description :</p> <p>.....</p>		Etat :	Bon	Mauvais	Moyen	- Limon		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	- Marche		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	- Contre marche		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	- Support de marche		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	- Revêtement		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	- Dalle en béton armé		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Etat :	Bon	Mauvais	Moyen																																
- Limon		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																
- Marche		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																
- Contre marche		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																
- Support de marche		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																
- Revêtement		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																
- Dalle en béton armé		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																
<p>Balcon :</p>	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%;"></td> <td style="width: 20%; text-align: center;">Etat :</td> <td style="width: 20%; text-align: center;">Bon</td> <td style="width: 20%; text-align: center;">Mauvais</td> <td style="width: 20%; text-align: center;">Moyen</td> </tr> <tr> <td>- Garde corps</td> <td></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>- Poutre de chainage</td> <td></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>- Console</td> <td></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>- Revêtement</td> <td></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>- Dalle en béton armé</td> <td></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> </table> <p>Description :</p> <p>.....</p>		Etat :	Bon	Mauvais	Moyen	- Garde corps		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	- Poutre de chainage		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	- Console		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	- Revêtement		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	- Dalle en béton armé		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
	Etat :	Bon	Mauvais	Moyen																																
- Garde corps		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																
- Poutre de chainage		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																
- Console		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																
- Revêtement		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																
- Dalle en béton armé		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																
<p>Isolation extérieur :</p> <p>Mur en maçonnerie <input type="checkbox"/></p> <p>Panneaux sandwich <input type="checkbox"/></p> <p>Autres <input type="checkbox"/></p>	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%;"></td> <td style="width: 20%; text-align: center;">Etat :</td> <td style="width: 20%; text-align: center;">Bon</td> <td style="width: 20%; text-align: center;">Mauvais</td> <td style="width: 20%; text-align: center;">Moyen</td> </tr> <tr> <td>Mur en maçonnerie <input type="checkbox"/></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>- Eléments en maçonnerie</td> <td></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>- Eléments de finition</td> <td></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Panneau sandwich <input type="checkbox"/></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>- Eléments de fixation</td> <td></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>- Le panneau</td> <td></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> </table> <p>Description :</p> <p>.....</p>		Etat :	Bon	Mauvais	Moyen	Mur en maçonnerie <input type="checkbox"/>					- Eléments en maçonnerie		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	- Eléments de finition		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Panneau sandwich <input type="checkbox"/>					- Eléments de fixation		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	- Le panneau		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Etat :	Bon	Mauvais	Moyen																																
Mur en maçonnerie <input type="checkbox"/>																																				
- Eléments en maçonnerie		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																
- Eléments de finition		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																
Panneau sandwich <input type="checkbox"/>																																				
- Eléments de fixation		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																
- Le panneau		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																
<p>Isolation intérieur :</p> <p>En Maçonnerie <input type="checkbox"/></p> <p>En Verre <input type="checkbox"/></p> <p>En Placoplatre <input type="checkbox"/></p> <p>En Panneau sandwich <input type="checkbox"/></p> <p>Autres <input type="checkbox"/></p>	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%;"></td> <td style="width: 20%; text-align: center;">Etat :</td> <td style="width: 20%; text-align: center;">Bon</td> <td style="width: 20%; text-align: center;">Mauvais</td> <td style="width: 20%; text-align: center;">Moyen</td> </tr> <tr> <td>- Eléments en maçonnerie</td> <td></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>- Assemblage</td> <td></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>- Eléments de finition</td> <td></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> </table> <p>Description :</p> <p>.....</p>		Etat :	Bon	Mauvais	Moyen	- Eléments en maçonnerie		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	- Assemblage		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	- Eléments de finition		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>															
	Etat :	Bon	Mauvais	Moyen																																
- Eléments en maçonnerie		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																
- Assemblage		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																
- Eléments de finition		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																

Résumé

Ce mémoire s'inscrit dans une démarche d'inspection et d'évaluation des pathologies affectant les structures métalliques existantes, en tenant compte également des fondations en béton armé qui les supportent. L'objectif principal est de contribuer à la constitution d'une banque de données technique sur le patrimoine immobilier de la Wilaya de Tizi-Ouzou, afin d'appuyer les décisions en matière d'entretien, de réhabilitation et de gestion des risques.

Une première partie est consacrée à l'identification des différentes pathologies couramment observées, ainsi qu'à une synthèse des méthodes d'inspection (qualitatives et quantitatives) et des outils d'investigation (destructifs et non destructifs). Une fiche d'évaluation structurée a ensuite été élaborée pour guider l'inspection de terrain.

Cette méthode a été appliquée à deux structures représentatives : la salle omnisport de Tizirt et la salle de sport du lycée Colonel Amirouche à Tizi-Ouzou. L'analyse des résultats a permis d'identifier les désordres présents, d'en estimer la gravité, et de proposer des recommandations techniques. L'ensemble des données collectées permet d'alimenter une base de référence pour les futures interventions sur des structures similaires.

Ce travail ouvre la voie à un élargissement de la campagne d'inspection à d'autres ouvrages, à la numérisation des données dans un système d'information, et à la mise en place de protocoles d'entretien adaptés, en vue d'une gestion durable et préventive du patrimoine bâti de la région.

Mots-clés : Structures métalliques, pathologies, inspection, évaluation, fiche de diagnostic, patrimoine bâti, Renforcement.