



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



FACULTE DE TECHNOLOGIE – DEPARTEMENT DE GENIE CIVIL

Pour l'obtention du diplôme de :

MASTER

Filière : **Génie Civil**

Option : **Structure**

MEMOIRE

Intitulé

**Diagnostic des causes de dégradations des ouvrages
en béton armé : cas de la faculté de technologie**

Présenté par :

Mr MAHDAD Mohammed Younes

Mr SI KADDOUR Feth Allah

Soutenu devant le jury composé de :

Mr BOUMECHRA Nadir	Professeur	Université de Tlemcen	Président
Mme MEDJAHED Amina	MAA	Université de Tlemcen	Examinatrice
Mr MAACHOU Omar	MAA	Université de Tlemcen	Encadrant

° ° ° **REMERCIEMENTS** ° ° °

*En tout premier lieu, on remercie **ALLAH**, tout puissant, qui nous a dotés d'intelligence, et nous a maintenus en bonne santé pour mener à bien cette année d'étude.*

*On tient à exprimer nos profond respect et nos remerciements les plus sincères à notre encadrant Monsieur Omar **MAACHOU**, Maitre-assistant à l'Université A. Belkaïd de Tlemcen, pour nous avoir encadré et orienté avec une efficacité et une disponibilité permanente et de nous avoir fait bénéficier de ses connaissances.*

*On tient à exprimer toute notre reconnaissance à Monsieur Nadir **BOUMECHRA**, Professeur à l'Université A. Belkaïd de Tlemcen, qui nous a fait l'honneur d'accepter de présider le jury de ce mémoire.*

*On tient à adresser nos vifs remerciements et l'expression de notre profond respect à Madame Amina **MEDJAHED**, Maitre-assistant à l'Université A. Belkaïd de Tlemcen, pour l'honneur d'avoir accepté d'examiner notre travail.*

On adresse nos sincères remerciements également à l'équipe de scolarité qui nous ont fourni les documents nécessaires pour mener à bien notre travail.

Introduction Générale..... 1

CHAPITRE I : Terminologie des dégradations

I. Introduction.....	3
II. Description d'un ouvrage en béton armé.....	3
II. 1 Les éléments en béton armé.....	3
II. 2 La maçonnerie.....	6
III. Définition des dégradations.....	7
IV. Symptômes de dégradations.....	7
IV. 1 Fissure.....	7
IV. 2 Traces d'humidité.....	10
IV. 3 Corrosion des armatures.....	11
IV. 4 Dégradation des revêtements.....	12
V. Causes de dégradations.....	13
V. 1 Dégradations d'origine physique.....	13
V. 2 Dégradations d'origine mécanique.....	14
V. 3 Dégradations d'origine chimique.....	15
V. 4 Dégradations liées au sol.....	19
VI. Facteurs d'influence sur la dégradation des ouvrages en béton armé.....	22
VI. 1 Facteurs liées aux conditions climatiques et environnementaux.....	22
VI. 2 Facteurs liées à la nature des matériaux.....	22
VI. 3 Facteurs liées à la construction de la structure.....	23
VI. 4 Facteurs liées à la conception de la structure.....	23
VII. Conclusion.....	24

CHAPITRE II : Présentation du projet

I. Introduction.....	26
II. Description.....	26

Table des matières

II. 1 Description générale de la faculté de technologie	26
II. 2 Description structurelle des ouvrages objets.....	27
III. Historique de la faculté de technologie	30
IV. La nature du sol des blocs objets.....	36
V. Plan d'assainissement.....	37
VI. Conclusion.....	37

CHAPITRE III : Diagnostic et pathologie des bâtiments

I. Introduction.....	38
II. Les cas pathologiques observés	38
II. 1 Dégradations au niveau des blocs	38
II. 2 Dégradations du réseau de chauffage de la faculté de technologie.....	47
II. 3 Dégradations au niveau du vide sanitaire du bloc A.....	49
III. Origines et causes des dégradations	50
III. 1 Causes liées au non-respect de la réalisation des bâtiments suivant les règles de l'art	50
III. 2 Causes liées au non-respect de recommandation du laboratoire d'étude du sol.....	50
III. 3 Causes générales	51
III. 4 Causes de dégradations du réseau de chauffage de la faculté de technologie	51
III. 5 Causes de dégradations au niveau du vide sanitaire du bloc A	51
IV. Recommandations et techniques de réparation.....	52
V. Conclusion.....	54

Conclusion Générale	55
----------------------------------	-----------

Introduction Générale

Aujourd'hui, de nombreux ouvrages exposés aux diverses agressions ou sollicitations car le béton durci comme tous les autres matériaux connaît de multiples altérations, qui diminuent leurs caractéristiques dans le temps. Et d'une façon générale, on peut classer les dégradations selon leurs origines où on a des causes d'ordre chimiques (carbonatation, corrosion...), d'ordre physique (cycle gel - dégel, action du retrait ...) et d'ordre mécanique (Surcharge, séisme, explosion, incendie...). Et des autres défauts tels que les défauts de conception, de calcul... etc. D'où, la structure en béton armé n'est pas seulement menacée par les charges qui lui sont appliquées, mais aussi par l'environnement dans lequel elle est construite. Le diagnostic des ouvrages est obligatoire, car l'entretien ne commence pas par la réparation en premier lieu. Bien entendu, et au contraire c'est le diagnostic qui met au point la gravité ou non de la menace d'une certaine pathologie et de cela en découle la décision. Ce qui mène à une intervention et réparation dans l'immédiat ou au plus tard.

Depuis une quinzaine d'années, la ville de Tlemcen a connue de nombreux cas pathologiques de construction. Certaines de ces cas sont dues à des causes naturelles, d'autres à des interventions humaines. Parfois, c'est une combinaison de ces deux facteurs qui est le déclencheur du sinistre. Les blocs de la faculté de Technologie – TLEMEN font partie des ouvrages touchés par des désordres géotechniques. Nombreuses fissures ont été relevées.

Pour cerner avec une bonne précision les causes qui ont pu déclencher les différents désordres, ce travail a été proposé.

Ce modeste travail est structuré comme suit :

- Le premier chapitre consiste à une revue bibliographique sur les diverses pathologies des structures, leurs origines (chimiques, physiques, mécaniques ou autre), leurs mécanismes et aussi l'ensemble des facteurs qui accélèrent leurs cinétiques.
- Le deuxième chapitre a pour objectif de donner une recherche approfondie sur l'historique de la faculté de Technologie – TLEMCEN et l'identification de chaque bloc ainsi l'exploitation de notre cas d'étude (Bloc des grands Amphithéâtres, Bloc B des laboratoires, Bloc A des laboratoires, Le réseau de chauffage et le vide sanitaire du bloc A).
- Le troisième chapitre présente le diagnostic de l'état de l'ouvrage étudié. Les différentes pathologies constatées sont illustrées par des relevés photographiques. D'autre part, nous allons démontrer leurs causes de dégradations et leurs origines probables.
Ainsi nous allons donner des propositions d'opérations de réhabilitation les plus efficaces de chaque élément pour que l'ouvrage répond aux attentes et aux besoins des utilisateurs.

Au cours de ce travail, nous allons réaliser un diagnostic et une analyse visuelle sur une structure en béton armé. Ce rapport a pour but de présenter le déroulement d'un diagnostic ainsi que les moyens techniques à notre disposition pour caractériser les désordres. Cette étape est capitale pour préconiser à des réparations adaptées et les plus durables.

CHAPITRE I

Terminologie des dégradations

I. Introduction

En génie civil, les ouvrages en béton armé sont exposés à côté des phénomènes d'altération due à la mise en œuvre défectueuse (erreurs de calcul, enrobage insuffisant, mauvaise qualité des matériaux de construction...etc.) de différentes pathologies peuvent aussi exister et qui agissent négativement sur le béton et diminuent ses caractéristiques dans le temps. Cela nécessite une protection et des méthodes de réparation ou de renforcement basé sur un bon diagnostic.

Le présent chapitre s'adresse à présenter un état de connaissance sur les diverses pathologies des structures, leurs origines (chimiques, physiques, mécaniques ou autre), leurs mécanismes et aussi l'ensemble des facteurs qui accélèrent leurs cinétiques. Ainsi, la durabilité d'un ouvrage est caractérisée par sa capacité à conserver son niveau de fiabilité, et de sa résistance face aux agressions, et lorsqu'il ne peut résister, des désordres apparaissent dans le béton, dont les plus fréquents sont cités ci-dessous.

II. Description d'un ouvrage en béton armé

II.1. Les éléments en béton armé

II.1.1. Les poutres

Ce sont des éléments porteurs horizontaux. Elles sont dites élancées car leur longueur L est grande par rapport à leur hauteur h et à leur largeur b . Dans les bâtiments, elles sont destinées à supporter des charges entre et au-delà des points d'appui, et servent souvent d'intermédiaire entre les planchers et les éléments porteurs verticaux (surtout les poteaux).

Les poutres sont renforcées par des armatures longitudinales ayant pour but de redonner au béton sa forme initiale après un effort de traction.



Figure 1.1 : Poutre en béton armé

II.1.2. Les poteaux

Un poteau est un élément de structure d'un ouvrage sur lequel se concentrent de façon ponctuelle les charges de la superstructure et par lequel ces charges se répartissent vers les infrastructures de cet ouvrage pour la contribution à la stabilité de la construction. Les poteaux en béton supportent les charges verticales. Ils servent de chaînages verticaux, mais ils doivent également supporter des efforts horizontaux et obliques, donc de travailler en flexion.

Un poteau de béton est un élément dont la section de base est proportionnellement petite par rapport à sa hauteur. Son profil peut être en I ou L ou U. Un poteau de section rectangulaire ou approchante et à forme non allongée en plan de base sera appelé pilier ; un poteau de section circulaire ou approchante sera appelé colonne.

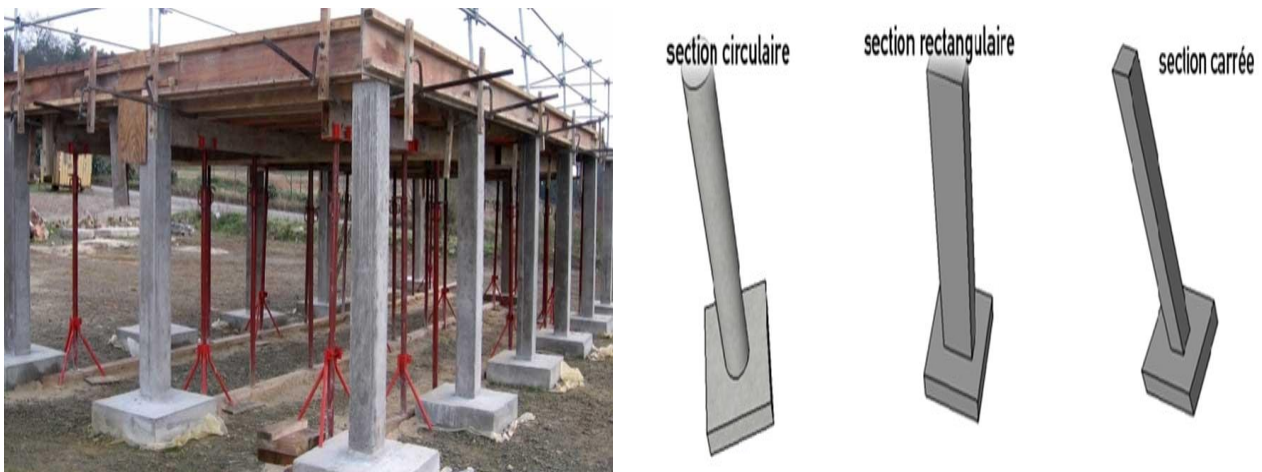


Figure 1.2 : Poteaux en béton armé en différentes section

II.1.3. Les planchers

Les planchers désignent les structures porteuses horizontales d'un édifice. Ces porteurs horizontaux supportent leur propre poids ainsi que celui des revêtements, des murs, des cloisons ainsi que des charges d'exploitation. Ils peuvent être réalisés à partir de divers matériaux dont le béton. Différents types de planchers en béton sont possibles selon l'usage de la construction d'où les principaux sont ;

- Les planchers à corps creux et poutrelles.
- Les planchers à dalle pleine en béton armé.
- Les planchers préfabriqués avec prédalles.
- Dans le cas du plancher le plus bas du bâtiment on parle de dallage.

Les planchers ont pour fonction de transmettre les charges entre autres aux murs, poteaux. Ils permettent de séparer plusieurs niveaux et servent de supports rigides pour les revêtements de sol (parquet, carrelage,...etc.). De plus, les planchers en béton ont des fonctions isolantes : isolation phonique, isolation thermique.

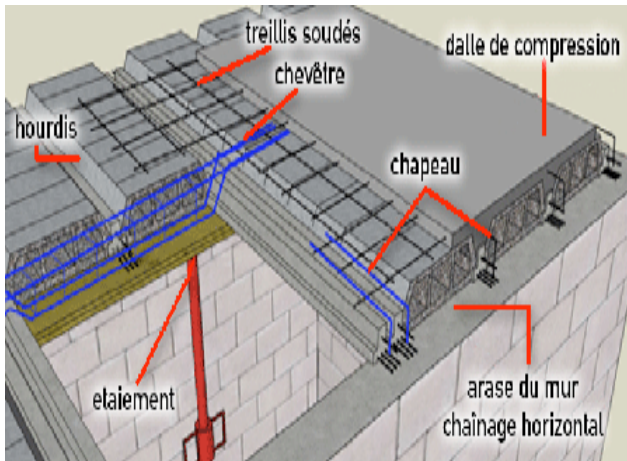


Figure 1.3 : Plancher poutrelles hourdis



Figure 1.4 : Plancher préfabriqué en béton armé

II.1.4. Les fondations

Toute structure a besoin d'une bonne base pour ne pas s'effondrer. C'est pour cela qu'une fondation fait office de relais entre la structure et le sol. Elle est comprise dans l'élément architectural d'un bâtiment. Les fondations peuvent être superficielles, semi- profondes ou profondes suivant le niveau du terrain sur lequel elles s'appuient.

Le béton de fondation est un béton, le plus souvent armé et enrichi de fibres polymères. Il devra résister aux efforts de compression liés au poids du bâtiment et tirer le meilleur parti du sol.

Les fondations sont conçues pour assurer les différents équilibres de l'ouvrage :

- Transmettre des charges au sol.
- Gérer les déformations du sol sous l'application de charges.
- Assurer l'équilibre global de l'ouvrage.
- S'opposer au tassement et aux infiltrations des eaux

II.1.5. Les voiles

Le voile en béton désigne une paroi verticale en béton armé dont l'épaisseur est très faible par rapport aux deux autres dimensions.

Les voiles sont destinés à :

- Reprendre les charges permanentes et d'exploitation apportées par les planchers.
- Participer au contreventement.
- S'opposer à la poussée de terre éventuellement d'eau.
- Assurer une isolation acoustique Assurer une protection contre l'incendie.

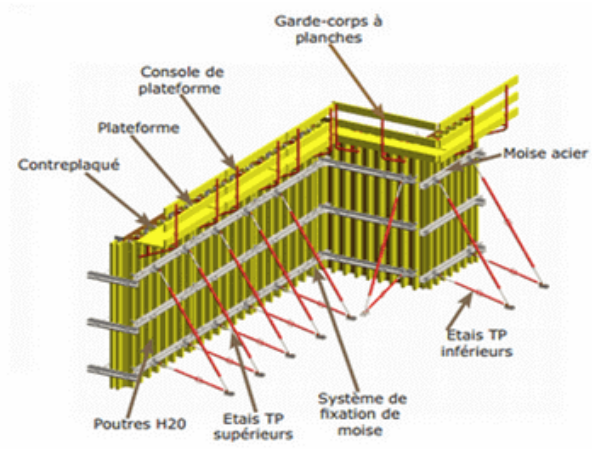


Figure 1.5 : Voiles en béton armé

II.2. La maçonnerie

La maçonnerie est considérée comme la technique de construction la plus ancienne et la plus répandue. En effet, comme elle n'utilise pour l'essentiel que des petits éléments tel que des matériaux (blocs béton, briques, pierres,...etc.) unis par un liant (mortier, ciment, plâtre,...etc.), elle ne nécessite pas de moyen de manutention important sur le chantier. Elle est donc applicable par toutes les entreprises, et en particulier par l'artisan maçon qui réalise d'ailleurs la plupart des constructions pavillonnaires.



Figure 1.6 : Maçonnerie

Les structures maçonnées ne se limitent pas seulement aux murs. Il y a également ; encadrements des ouvertures, linteaux, assellets, cintres, escaliers, dalles porteuses, encorbellements sont autant de structures.

L'harmonie créée par une structure fait de ce type de maçonnerie un véritable art qui exige de réelles compétences professionnelles. Une parfaite connaissance des matériaux et des techniques de construction est indispensable pour assurer la qualité de réalisation.

III. Définition des dégradations

Ce sont les désordres, qui apparaissent au niveau des matériaux et de la structure, ont des conséquences sur la stabilité et la longévité de l'ouvrage. Connaître l'origine de ces désordres permettra dès lors de mieux concevoir et construire les ouvrages, mais aussi de trouver des solutions adéquates pour les réparer.

IV. Symptômes de dégradations

La pathologie des ouvrages en béton nous enseigne qu'il existe une multitude de symptômes de dégradation de béton. Dans ce qui suit nous citons les principaux symptômes qui existent.

IV.1. Fissure

Fente visible plus ou moins longue et plus ou moins large affectant la surface d'une maçonnerie, d'un poteau, d'une poutre, d'un dallage, d'un appareil sanitaire,...etc. Par convention, la fissure a entre 0.2 et 2mm de largeur ; Au-dessous il s'agit d'un faïençage et au-dessus il s'agit d'une lézarde. Selon sa longueur et sa largeur, une fissure est considérée comme bénigne ou dangereuse.

Dans leur majorité, les fissures n'ont qu'un inconvénient esthétique, mais elles sont graves si elles portent atteinte à l'imperméabilité des parois (fissures pénétrantes laissant passer l'eau de pluie à travers un mur exposé) ; plus graves encore sont les fissures traduisant un affaissement des fondations, ou des mouvements du sol.



Figure 1.7 : Mesure de la largeur d'une fissure



Figure 1.8 : Fissure au niveau d'un mur

IV.1.1. Faïençage

C'est un réseau caractéristique de microfissures qui affecte principalement la couche superficielle. Craquelure superficielle des peintures, vernis, enduits et bétons, sous forme de fines microfissures de largeur inférieure à 0.2mm, disposées en mailles régulières fermées, de quelques cm de côté. Ce type de fissures se présente en réseaux plus ou moins hexagonaux. Cette petite fissure ne représente à priori pas de danger pour le bâtiment, les faïençages n'ont qu'un inconvénient esthétique.



Figure 1.9 : Faïençage

IV.1.2. Microfissures

Ce sont des fissures étroites, à peine visible à l'œil nu de moins 0.2 mm de large. Sur un enduit extérieur, elles peuvent apparaître comme un réseau serré de fissures à certains endroits de la façade. On parle alors de faïençage. A ce stade, elles ne concernent que la couche superficielle de l'enduit.

On parle par contre véritablement de microfissures lorsqu'elles attaquent l'enduit sur toute son épaisseur :

- **Microfissures de retrait** : Elles se présentent comme le faïençage ou au niveau des joints de la maçonnerie. Le problème vient de l'enduit et des joints eux-mêmes (Trop d'eau de gâchage, mauvaise qualité du mortier, mauvaise adhérence de l'enduit).
- **Microfissures horizontales ou verticales** : elles sont souvent dues aux comportements hygrothermiques différents des matériaux composant le mur. Par exemple, jonction entre les parpaings et un linteau en béton coulé ou un chaînage en béton armé

IV.1.3. Fissures fines

Elles font entre 0.2 et 2 mm de large. Elles peuvent que concerner que l'épaisseur de l'enduit ou concerner également la maçonnerie. Leurs emplacements déterminent souvent la cause de leur apparition.

- **Fissures en moustache** : obliques ou verticales, elles partent des angles des fenêtres ou portes. Elles sont dues à une faiblesse de la maçonnerie aux niveaux des appuis des ouvertures (porte, porte-fenêtre, baie vitrée,...etc.).
- **Fissures verticales** : se retrouvent généralement aux angles du bâtiment. Elles peuvent provenir de fondations inadaptées ou d'un défaut du chaînage vertical.
- **Fissures horizontales** : se situent généralement à la hauteur du plancher. Elles sont rattachées aux phénomènes de retrait ou dilatation des matériaux.

IV.1.4. Grosses fissures et les lézardes

Une grosse fissure fait plus de 2 mm de large. Quand elle atteint 2 ou 3 cm, on parle alors de lézarde. Elles sont les conséquences d'une instabilité du terrain (phénomène de retrait-gonflement de certains sols argileux par exemple) ou de mouvements des fondations ou des matériaux (fissures structurelles).

- **Fissures traversantes** : ce type de fissures traverse aussi bien le revêtement extérieur que le matériau de construction et généralement de longueur de plusieurs dizaines de centimètres. Elles sont souvent dues à un défaut structurel.
- **Fissure en escalier** : elles suivent les joints de la maçonnerie (parpaings, briques, etc.) qui compose le mur et sont souvent dues à un tassement excessif du sol d'assise des fondations d'un mur.



Figure 1.10 : Fissure en escalier

IV.2. Traces d'humidité

Ce sont des tâches qui prennent une couleur légèrement différente de celle de votre mur lorsqu'il est humide depuis peu de temps, par contre les tâches brunâtres qu'on appelle aussi « moisissures » reflètent généralement un problème d'humidité bien installé. Elle cause différents dommages : diminution importante de l'efficacité de l'isolant, dégradation des enduits et peintures, développement des moisissures et des efflorescences, pourrissement des structures en bois, éclatement des pierres ou des briques sous l'effet du gel de l'eau, corrosion des aciers du béton armé.

Les sources d'humidité dans les bâtiments se répartissent en trois grandes familles :

- **Les sources extérieures au bâtiment** : elles sont principalement constituées de la pluie (pénétration par la façade ou par la toiture) et des remontées capillaires (par les fondations ou les murs enterrés).
- **Les sources provenant du bâtiment lui-même** : que ce soit en neuf ou en rénovation, les matériaux possèdent une certaine humidité qu'ils vont dans certains cas devoir évacuer. C'est le cas du séchage du béton ou des enduits par exemple.
- **Les sources liées aux usagers** : une personne émet de la vapeur d'eau par respiration et par sudation. La cuisine et le sanitaire sont aussi des sources d'humidité liées à l'utilisation du bâtiment.



Figure 1.11 : Traces d'humidité

IV.3. Corrosion des armatures

La corrosion est une interaction physico-chimique entre un métal et son milieu environnant entraînant des modifications dans les propriétés du métal ; il peut augmenter jusqu'à 10 fois de son volume d'origine, et souvent résulte une dégradation fonctionnelle du métal lui-même, de son environnement ou de son système technique constitué par les deux facteurs. Les désordres dans le béton peuvent conduire à la corrosion des aciers lorsque les réactions surviennent proche des zones d'armatures. Elles ont pour effet, une diminution du pH de 13 à 8, conditions favorables à la corrosion des aciers.

La corrosion est liée à deux phénomènes distincts, ces deux derniers peuvent agir conjointement ou séparément :

- L'attaque des armatures par des chlorures.
- La carbonatation du béton.



Figure 1.12 : Corrosion des armatures

IV.4. Dégradation des revêtements

Un revêtement est un matériau de construction, naturel ou manufacturé, qui couvre le sol ou le mur. Comme tout autre revêtement, il sert pour protection ou pour décoration.

La dégradation des revêtements se manifeste sous forme d'un gonflement ou de décollage de matériaux.

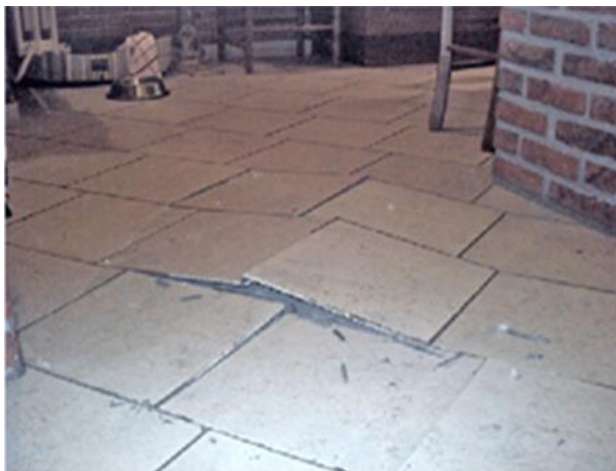


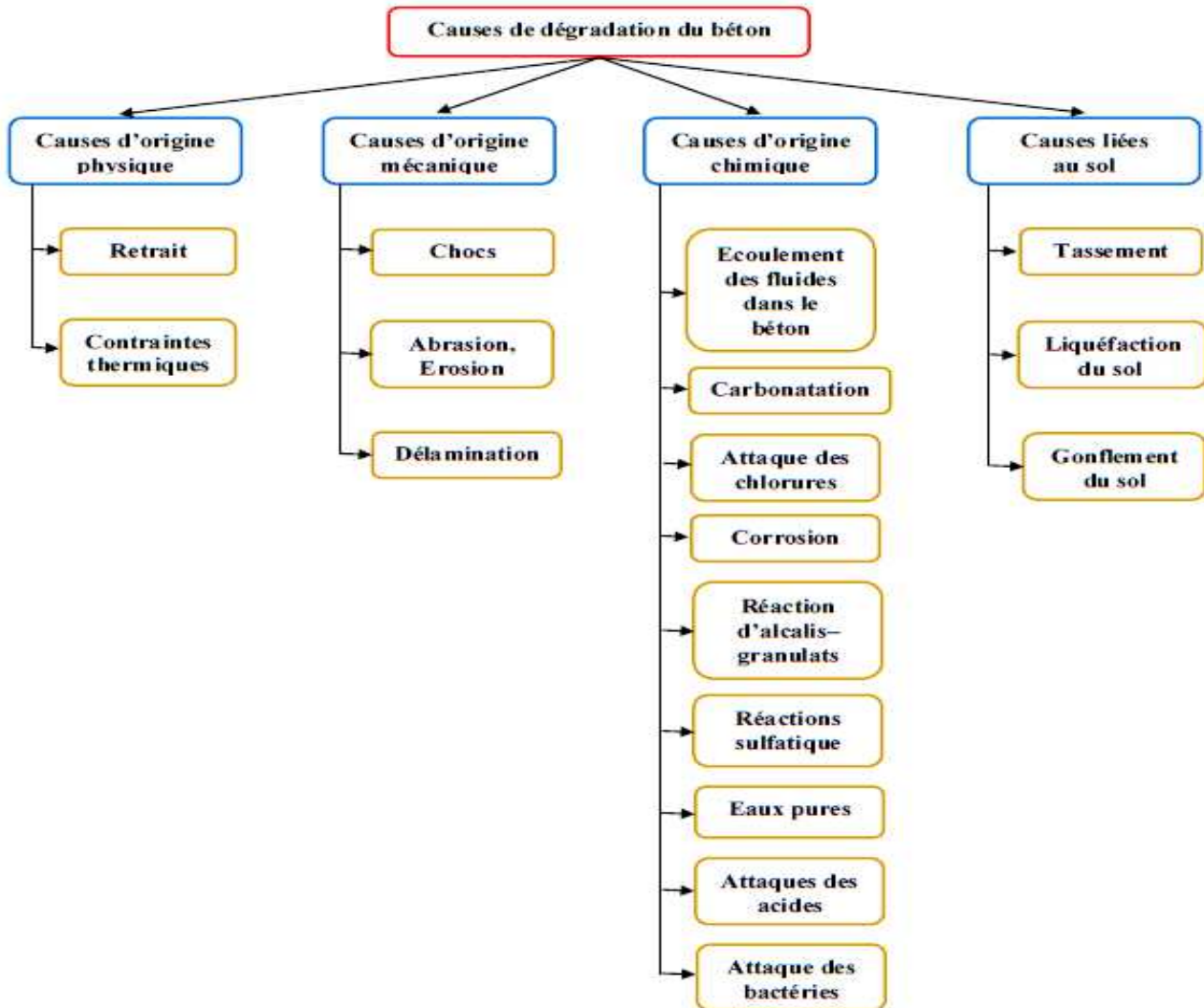
Figure 1.13 : Soulèvement de carrelage



Figure 1.14 : Fissuration d'enduit en façade

V. Causes de dégradations

Les principales causes de dégradation des infrastructures en béton armé peuvent être résumées dans le diagramme ci-dessous :



V.1. Dégradations d'origine physique

V.1.1. Retrait

Le béton peut subir des dégradations dont la cause est l'existence d'un retrait mal maîtrisé. Le retrait est en effet un phénomène physico-chimique qui existe de façon systématique au sein d'un béton et qui se développe sous diverses formes depuis la prise du béton jusqu'à son vieillissement. Ce qui engendre en fissuration superficielle de formes et direction quelconque [1].

V.1.2. Contraintes thermiques

Les variations de température à l'intérieur du béton durci entraînent des changements de forme et de volume. Ce changement de température est causé par [1] :

- **la chaleur d'hydratation du ciment** : L'augmentation de la température du béton durant l'hydratation du ciment engendre une augmentation du volume de la structure. Quand le béton se rigidifie et la température de la structure baisse, des contraintes de tension s'établissent.
- **La variation de la température atmosphérique** : Où on a trois aspects à prendre en considération :
 - L'hétérogénéité des structures en béton.
 - Une partie de la structure est soumise à un changement de température.
 - Le gel-dégel.



Figure 1.15 : Exemple de dommages causé par le gel-dégel

V.2 Dégradations d'origine mécanique

V.2.1. Chocs

Les désordres de ce genre concernant beaucoup plus les ponts. Les chocs les plus fréquents sont ceux du poids lourds hors gabarit contre l'intrados des ponts ; les chocs des bateaux ou d'objets flottants contre les piles en rivière, ainsi que les chocs de véhicules contre les barrières de retenue, ils peuvent créer des épaufrures, des éclats importants de béton, voir même des ruptures d'acier [1].



Figure 1.16 : Intrados des ponts dégradés



Figure 1.17 : Barrières de retenue dégradée

V.2.2. Abrasion, Erosion

Les phénomènes d'abrasion et d'érosion se rencontrent essentiellement dans des structures de génie civil en contact avec des circulations intenses d'eau comme les barrages (érosion des évacuateurs de crue) ou les galeries d'amenée d'eau, et dans les structures soumises à des charges mécaniques répétées comme les chaussées en béton [1].

V.2.3. Délamination

L'action conjuguée des sollicitations climatiques, des sels anti-verglas et du trafic circulant directement sur le béton constitutif des hourdis de ponts provoque des délaminations du béton sur un nombre considérable d'ouvrage d'art dans certains pays comme les Etats Unis et le Canada. Mais en France la cause principale du délaminations du béton est l'action conjuguée de la dissolution de la chaux du béton, du gel éventuel de ce béton gorgé d'eau et, le passage répété des roues de poids lourds qui ont provoqué un feuilletage local du hourdis et qui a abouti à la formation des trous dans le hourdis [1].

V.3. Dégradations d'origine chimique

V.3.1. L'écoulement des fluides dans le béton

La cause principale de toutes les dégradations d'origine chimique est la possibilité de pénétration ou d'écoulement des fluides dans le béton, qui dépend de la perméabilité et par suite de la porosité du béton. La porosité interne du béton et de la pâte du ciment hydraté gouverne la durabilité des ouvrages en béton car, plus la porosité diminue, plus la perméabilité diminue, cette faible perméabilité retarde la pénétration des fluides agressifs [1].

V.3.2. La carbonatation

La carbonatation est un phénomène chimique présent dans l'épiderme du béton tout au long de sa vie. C'est l'ensemble des processus engagés par l'action du gaz carbonique sur les composés hydratés du ciment. Une des conséquences principales de la carbonatation est de favoriser la corrosion des armatures, lorsque le front de carbonatation les atteint. Elle se traduit la plupart du temps par l'apparition d'épaufrures laissant apparaître des armatures oxydées [1].



Figure 1.18 : Carbonatation du béton

V.3.3. L'attaque des chlorures

Les ions chlorures sont les plus agressifs, vis-à-vis des armatures. Une teneur élevée en ion chlore ($>0,5\%$ de la masse de ciment) provoque la corrosion si le béton est dans un environnement humide (avec une présence suffisante de O_2 et H_2O pour soutenir la réaction) [1].

Dans les bétons carbonatés, même une très faible teneur en chlorures peut provoquer la dépassivation des aciers d'armatures.

V.3.4. La corrosion des armatures

Les armatures sont généralement placées à une dizaine de centimètres de la surface. Si les armatures entrent en contact avec l'air ou l'eau, différentes réactions chimiques se produisent au voisinage de ces armatures. Le volume d'oxyde produit par la corrosion est, environ, huit fois celui du métal duquel il est issu, ce qui provoque des fissures et des épaufrures [1].



Figure 1.19 : Eclats en formation



Figure 1.20 : Poutre support de réservoir



Figure 1.21 : Pile en zone de marnage

V.3.5. Réaction d'alcalis–granulats

Sous ce terme se regroupent toutes les réactions qui peuvent se produire entre les granulats du béton et les alcalins de la pâte de ciment. Trois conditions doivent être simultanément remplies pour que ces réactions puissent avoir lieu. Il faut que le granulats soit potentiellement réactif, que l'humidité relative excède 80 à 85% et que la concentration en alcalins dépasse un seuil critique. Il existe trois grands types d'alcali-réactions : les réactions alcali-carbonate, alcali-silice et alcali-silicate [1].

Les désordres occasionnés par l'alcali-réaction se présentent sous forme de faïençage ou d'éclatement du béton. Ces réactions n'apparaissent en général qu'après plusieurs dizaines d'années.

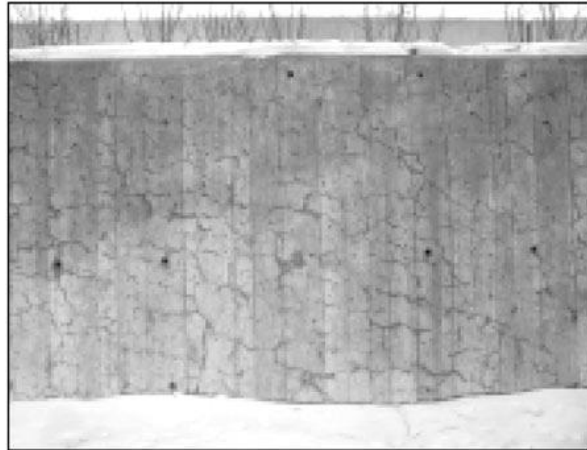


Figure 1.22 : Fissuration caractéristique en faïençage causée par la réaction alcalis-silice

V.3.6. Réactions sulfatique

Les sulfates présentent un risque majeur d'agression chimique pour le béton, ils peuvent être d'origine naturelle, biologique ou provenir de pollution domestique et industrielle. Ils peuvent réagir avec certains composés du béton (notamment les aluminates), pour produire de l'ettringite secondaire, également appelée sel de Candlot ou trisulfoaluminate de calcium. Lorsqu'ils sont produits en quantité importante, ces sels à caractère expansif conduisent à un gonflement du béton et à sa fissuration. Les fissures produites sont généralement assez fines et surtout sont organisées en un réseau de mailles, on parle de faïençage. L'attaque par les sulfates peut détériorer très significativement le béton dans un laps de temps relativement court (10 à 15ans) [1].



Figure 1.23 : Faïençage lié à une attaque sulfatique

V.3.7. Les eaux pures

L'eau pure peut lessiver le béton (lixiviation), en dissolvant les constituants basiques du ciment, ce qui augmente la porosité et accélère la dégradation dans les zones béton dans laquelle l'eau pure circule [1].

V.3.8. Attaques des acides

Le béton résiste mal aux acides ou des composés qui peuvent se transformer en acide. Plusieurs acides organiques et inorganiques peuvent arriver dans l'eau de mer ou dans les eaux souterraines qui contiennent des composés de soufre ferreux comme une conséquence d'activité bactériologique [1].

V.3.9. Attaque bactériologique

Ce type se produit en présence de bactéries du type Thiobacillus qui oxyde l'hydrogène sulfuré gazeux (H_2S) qui se condense sur les parois en acide sulfurique (H_2SO_4), ce dernier attaquant la portlandite pour former du gypse qui réagit à son tour avec les aluminates du ciment pour donner de l'étrangéité [1].

V.4. Dégradations liées au sol

V.4.1. Tassement

Le tassement d'une fondation d'un bâtiment ou d'une structure peut être défini comme le mouvement vertical (changement d'élévation) de la base de la semelle sous l'influence de leur surpoids ou dû à d'autres causes. En d'autres termes, le tassement est l'affaissement d'une structure dû à une déformation en compression du sol sous-jacent. L'effet du tassement dépend de nombreux facteurs tels que son ampleur, son uniformité et le type de structure [2].

- **Tassement uniforme**

Le tassement uniforme est le tassement, qui se produit lorsque l'ensemble de la structure, sous une répartition uniforme de la pression sur un matériau de sol uniforme et homogène, se tasse uniformément sans provoquer de contraintes supplémentaires dans la structure [2]. Ce type de tassements se rencontre principalement lorsque les fondations assez rigides reposent sur une importance couche de sol compressible ou une bicouche [3].

▪ Tassement différentiel

Les fondations des différents éléments d'une structure peuvent avoir des tassements inégaux et la différence entre ces tassements entraînera un tassement non uniforme ou différentiel, ce qui peut être désastreux, entraînant une fissuration des éléments structurels, une altération de la rigidité structurelle du bâtiment, et finalement à l'effondrement de la structure [2].

Les causes des tassements différentiels sont multiples, mais les plus fréquemment rencontrés sont [3] :

Les sols compressibles ; les remblais récents ; les remblais d'épaisseurs ; la non homogénéité du sous-sol de fondations ; l'emploi des fondations hétérogènes ; les affouillements du sol sous les fondations ; la modification du volume de certains sols en fonction de la teneur en eau...etc.

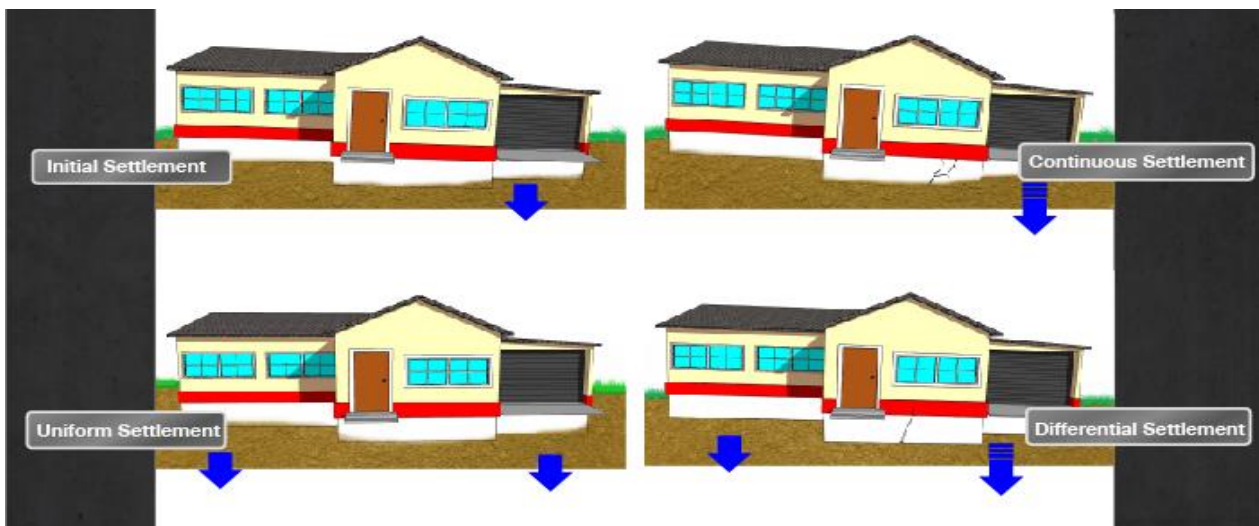


Figure 1.24 : Différents types de tassement

V.4.2. Liquéfaction du sol

La liquéfaction est un phénomène qui conduit à une perte soudaine de force d'un sol. Lors d'une liquéfaction, un sol perd sa résistance et sa rigidité. Le plus commun à la suite de secousses au sol lors d'un grand tremblement de terre ou d'un changement soudain des contraintes, la pression de l'eau interstitielle augmente, par laquelle les particules solides du sol se comportent comme un fluide visqueux. Un autre changement soudain de conditions de contrainte. La majorité des sols ne se liquéfient pas lors d'une secousse. Voici les caractéristiques des sols qui peuvent potentiellement se liquéfier ; les sols sableux, et les sols limoneux. Ces derniers n'ont pas la propriété de cohésion. Ils ne collent pas ensemble comme le font les sols argileux [4].



Figure 1.25 : Liquéfaction de la mobilité cyclique

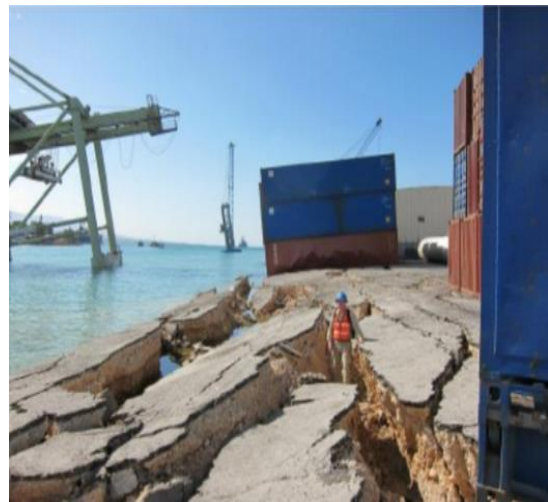


Figure 1.26 : Liquéfaction à éclatement latéral

V.4.3. Gonflement du sol

La pose des constructions sur des sols d'argileux gonflants génèrent des problèmes de résistance et de stabilité de ceux derniers. Si le sol de fondation est en contact avec de l'eau, il se gonfle. Ensuite, il soulève l'ossature et le plancher [5].

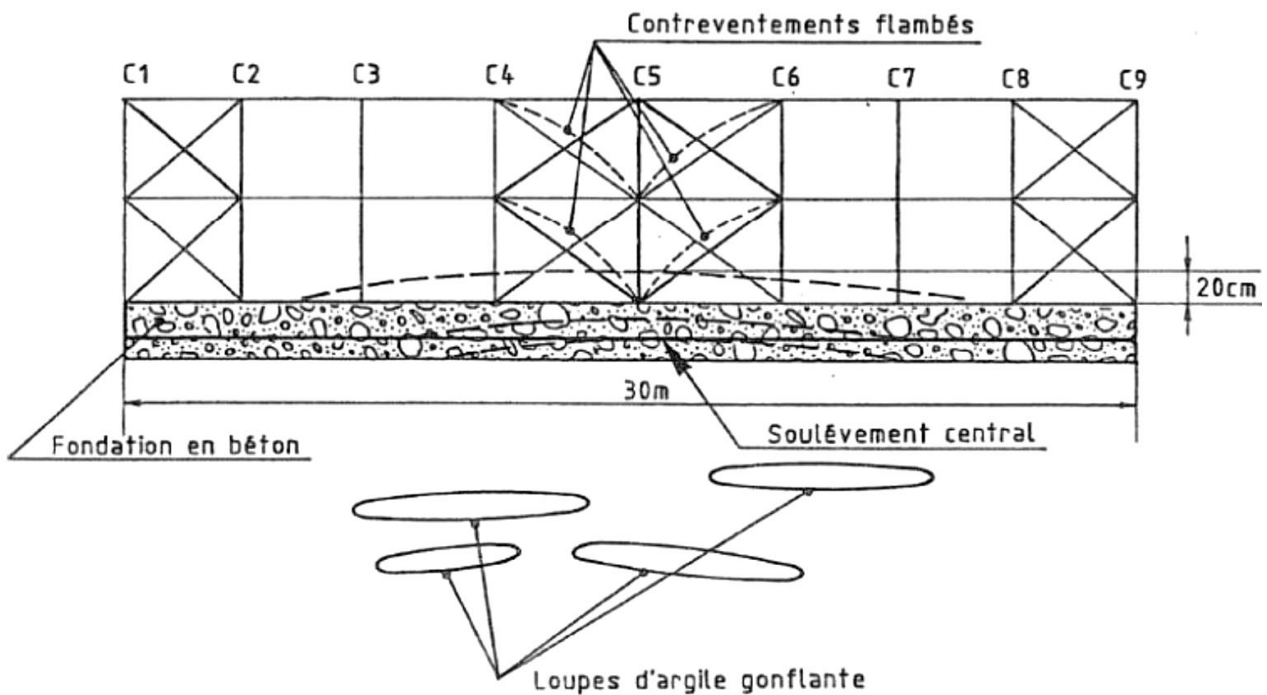
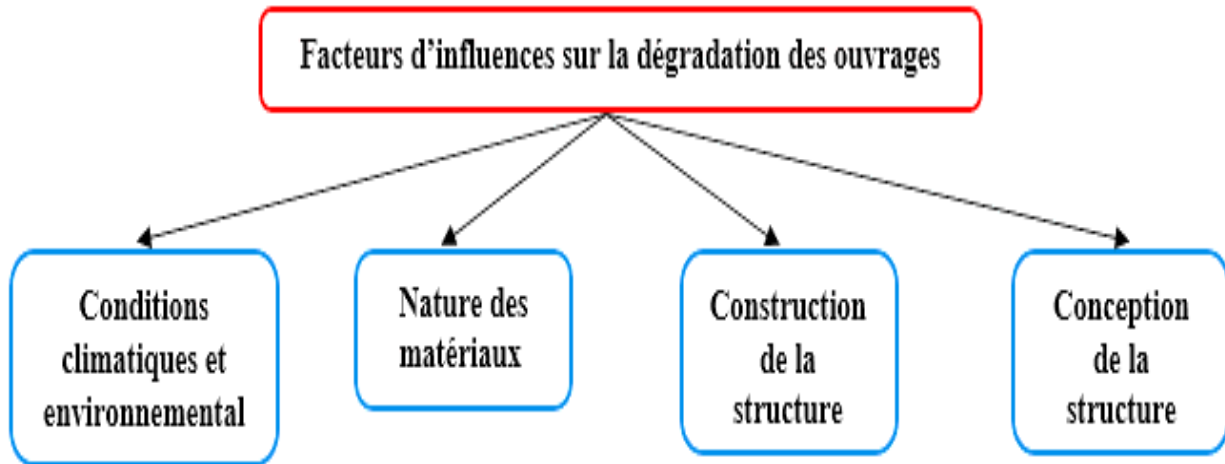


Figure 1.27 : Dommages de la structure dus au sol gonflant.

VI. Facteurs d'influence sur la dégradation des ouvrages en béton armé

Les principaux facteurs d'influence sur la dégradation des infrastructures en béton armé peuvent être résumés dans le diagramme ci-dessous :



VI.1. Facteurs liés aux conditions climatiques et environnementaux

Les différents mécanismes à la source des dégradations sont très souvent en fonction des conditions climatiques et du type d'exposition du béton. L'ouvrage va subir au cours de sa vie l'action du milieu extérieur : cycle d'humidification et de séchage, cycle de chaud et de froid, ou ses variations thermiques trop importantes font fissurer le béton si des dispositifs n'ont pas été prévus pour éviter les contraintes qui en résultent [1].

VI.2. Facteurs liés à la nature des matériaux

La composition d'un béton peut être l'origine de dégradation d'un ouvrage. Il faut que les matériaux employés doivent répondre à trois objectifs : ils doivent pouvoir être mis en œuvre, présenter une fois en place les propriétés mécaniques que l'on attend d'eux, et résister dans toute la mesure du possible aux agressions du milieu environnant [1].

Dans le choix des matériaux (ciment, granulats, ajout minéraux...etc.), il faut penser à la stabilité chimique interne de la pâte de ciment hydraté. En effet la pâte de ciment hydraté peut se dégrader dans sa masse par suite de certaines incompatibilités telles que la présence de sulfate, l'utilisation des granulats réactifs (réaction alcalis granulats) [1].

VI.3. Facteurs liées à la construction de la structure

Un certain nombre de dégradations du béton sont provoquées par une mauvaise exécution qui peut commencer dès la fabrication du béton et se poursuivre jusqu'à la mise en place de l'étanchéité. Les principaux défauts d'exécution rencontrés sont [1] :

- **Mauvaise formulation du béton** : qui engendre une porosité trop élevée (surdosage en eau ou d'un sous dosage en ciment).
- **Mauvaise exécution des coffrages** : l'absence d'écarteur de coffrage peut entraîner des nids de cailloux ou des défauts de bétonnage.
- **Mauvaise disposition des armatures** : le manque de recouvrement des armatures mène vers la corrosion qui crée des fissures parallèles aux armatures, des épaufrures et de éclats.
- **Mauvaise condition de transport du béton frais** : qui peut provoquer la ségrégation, ou un raidissement du béton par un départ d'eau résultant d'un délai de livraison trop long ou d'une température extérieure très élevée.
- **Mauvaise mise en œuvre du béton** : une mauvaise vibration peut provoquer des défauts d'homogénéité et une ségrégation qui peut nuire à la résistance du matériau.
- **Mauvaise manutention d'élément en béton** : le manque de soin apporté lors de la manutention d'élément lourd en béton peut provoquer des épaufrures et mêmes des cassures de parties appartenant à l'élément (clés d'assemblage).
- **Mauvaise étanchéité** : elle facilite l'apparition d'efflorescences ainsi que la pénétration d'agent agressif et son corollaire : la corrosion des aciers.

VI.4. Facteurs liées à la conception de la structure

Une structure mal conçue peut avoir une durabilité déficiente malgré l'utilisation d'un béton de bonne qualité. Les dégradations dues à une mauvaise conception (calcul et analyse) ou une mauvaise supposition (disposition constructive), c.-à-d. des éléments mal conçus qui, tout en respectant les exigences du cahier de charges, ne donne pas satisfaction en cours d'application. Parmi les principaux critères de conception qui contrôlent la durabilité d'une structure sont [1] :

- Les aspects reliés au système de drainage et d'évacuation des eaux.
- Le calcul des aciers d'armatures et le choix de l'épaisseur de recouvrement des armatures.
- Les choix des enduits protecteurs ou des imperméabilisants.
- Le choix d'une géométrie particulière de la structure qui permette de diminuer le stress environnemental.

VII. Conclusion

La description de pathologies potentielles, qu'il s'agisse de problèmes liés aux études de conception architecturale et technique ou lors de l'exécution des travaux de réalisation, pouvant être détectés avant la réception des ouvrages et la mise en jeu des garanties apporte une contribution certaine à la prévention des désordres.

Comme cela a été montré précédemment le béton se dégrade sous l'action de nombreux facteurs. Compte tenu du coût des structures de génie civil, il est important de pouvoir les réparer afin d'augmenter leur durée de vie.

Références

- [1] K. GADRI, 2007.
- [2] G. Maharajpur, 2007.
- [3] S. KHOBIZI, 2017.
- [4] T. Rohit, 2020.
- [5] L. GUELMINE, 2019.

CHAPITRE II

Présentation du projet

I. Introduction

Ce chapitre a pour objectif de rassembler toutes les informations techniques disponibles de la faculté de technologie pour arriver à comprendre les sources des dégradations dans les lieux étudiés. En commençant d'abord par citer l'historique de notre structure, indiquer son emplacement, et donner la description structurelle des blocs endommagés et le type des fondations.

II. Description

II.1. Description générale de la faculté de technologie

La faculté de technologie est située au Nord-est de la ville de Tlemcen au bord de la rocade (route nationale 22C) à Chetouane. Elle se compose de différents blocs distincts de différentes formes et dimensions.

Les ouvrages objets de notre présent diagnostic sont les blocs pédagogiques (bloc B, les grands amphithéâtres et bloc A des laboratoires).

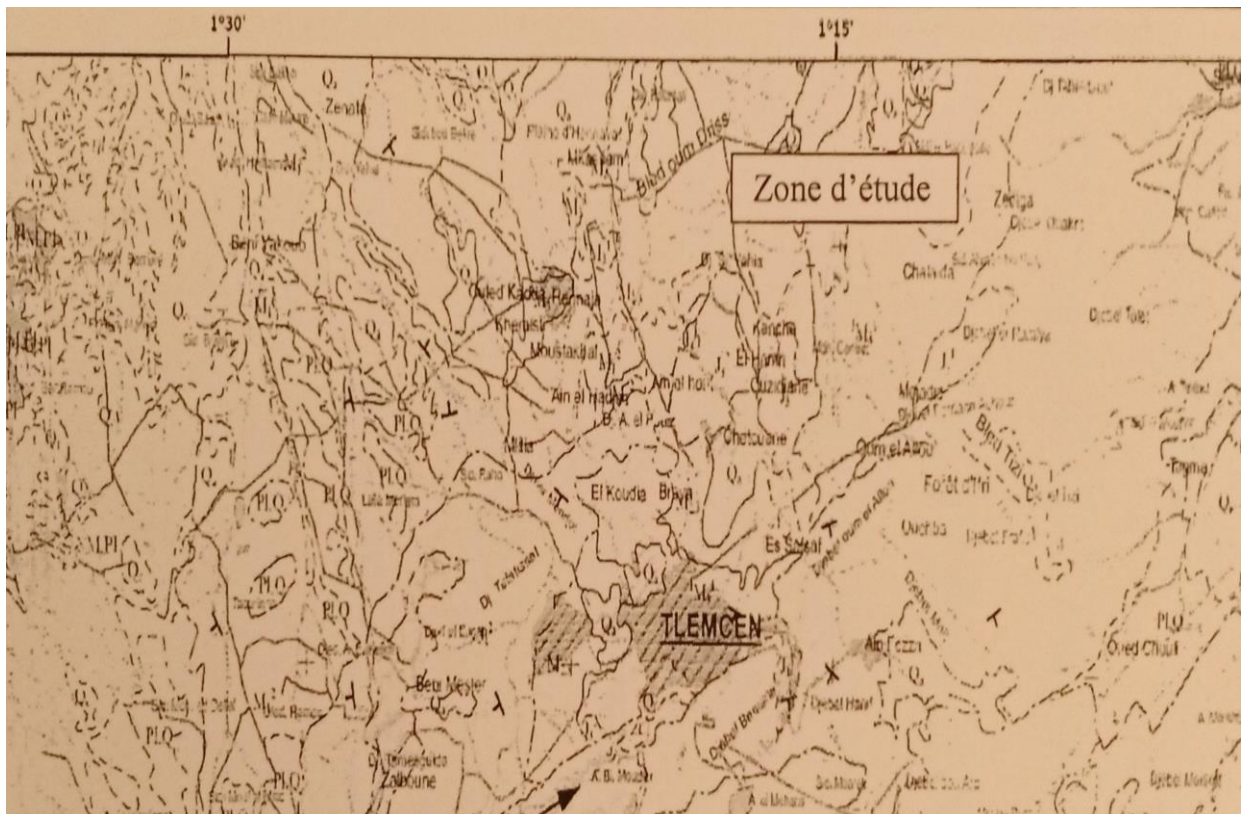


Figure 2.1 : Extrait de la carte géologique de la Wilaya de Tlemcen (échelle 1/200.000^o)

II.2. Description structurelle des ouvrages objets

II.2.1. Bloc des grands Amphithéâtres

L'ouvrage est situé au Nord de la faculté de technologie. Le bloc pédagogique est composé d'un hall d'entrée centrale, trois amphithéâtres pouvant accueillir 900 places, et des sanitaires.

Les structures des blocs pédagogiques (amphis) sont constituées principalement de portiques auto stables en béton armé, formées chacune de sept (7) portiques porteurs transversaux, deux (2) portiques longitudinaux et un plancher masqué par un faux plafond et des poteaux rectangulaire et circulaire. Le plancher est probablement traditionnel constitué de poutrelle en béton armé sur laquelle repose les corps creux en béton aggloméré et une dalle de compression en béton armé et une coupole dans la terrasse.



Figure 2.2 : Vue aérienne du bloc des grands amphis réalisé en 2003 [Google Earth Pro]

II.2.2. Bloc B des laboratoires

L'ouvrage est un bâtiment distinct, récemment construit en 2005, situé à l'extrémité Ouest de la faculté. Il est composé d'un seul bloc en R+1 de forme rectangulaire, il contient des laboratoires de physique et chimie ainsi que des laboratoires d'informatique. Cet ouvrage est constitué principalement de douze (12) portiques en béton armé dans chaque étage, les poteaux et les poutres sont de forme rectangulaire. Le plancher est probablement traditionnel constitué de poutrelle en béton armé sur laquelle repose les corps creux en béton aggloméré et une dalle de compression en béton armé.



Figure 2.3 : Vue aérienne du bloc B des laboratoires réalisé en 2005 [Google Earth Pro]

II.2.3. Bloc A des laboratoires

Ce bloc pédagogique est un ensemble de laboratoires de mécanique, génie civil, hydraulique et bureau d'enseignement, il est situé au Sud de la faculté, composé d'un seul bloc entre le sol et R+2 de forme rectangulaire, il est de 84.85m de longueur et de 31.25m de largeur. Les poteaux sont de forme rectangulaire de (60×40) cm. Le plancher est probablement traditionnel constitué de poutrelle en béton armé sur laquelle repose les corps creux en béton aggloméré et une dalle de compression en béton armé, les poteaux sont rectangulaire.



Figure 2.4 : Vue aérienne du bloc A des laboratoires réalisés en 1987 [Google Earth Pro]

III. Historique de la faculté de technologie

La faculté de technologie représente un site pédagogique très important pour l'université Abou Bekr Belkaid. L'étude de cette dernière est terminée le 8 mars de l'an 1979 par un bureau d'études américain nommé : THE ARCHITECT COLLABRATIVE INC.

La réalisation de cette faculté se divise en deux périodes résumés dans l'organigramme suivant :

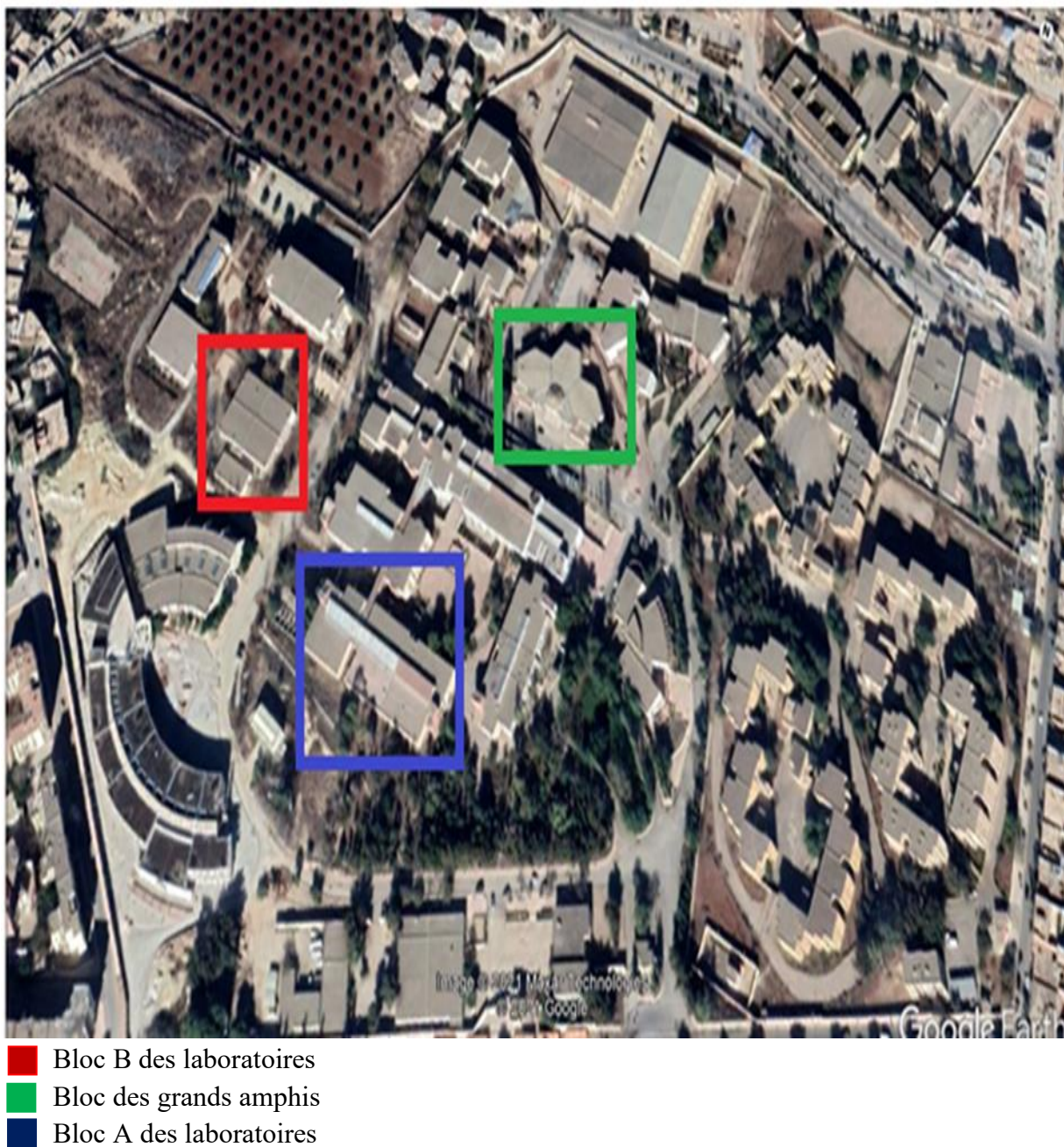


Figure 2.5 : Vue aérienne récente de la faculté de technologie Chetouane en 2020 [Google Earth Pro]

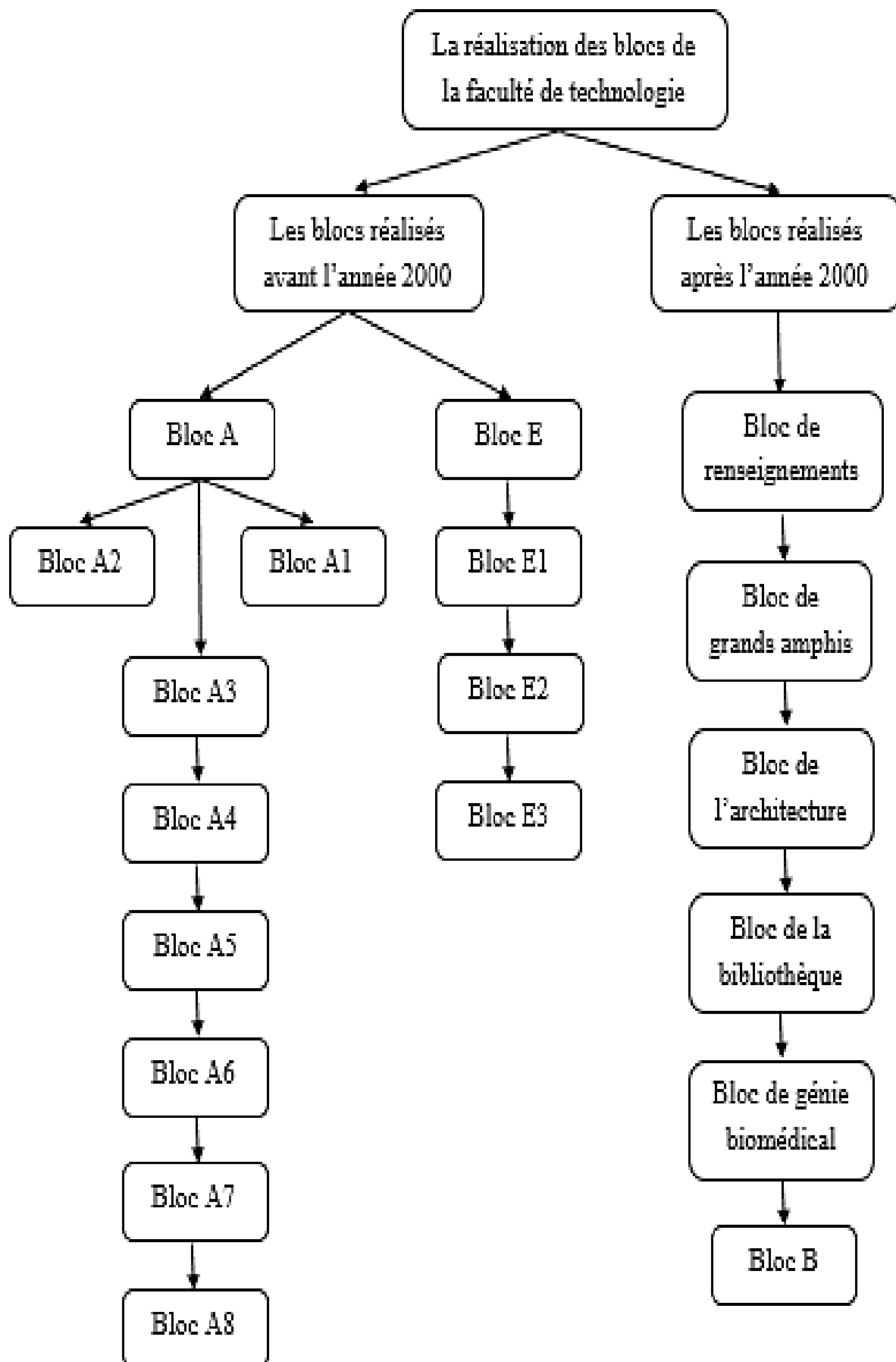




Figure 2.6 : Vue aérienne des blocs de la faculté construits en 2003 [Google Earth Pro]

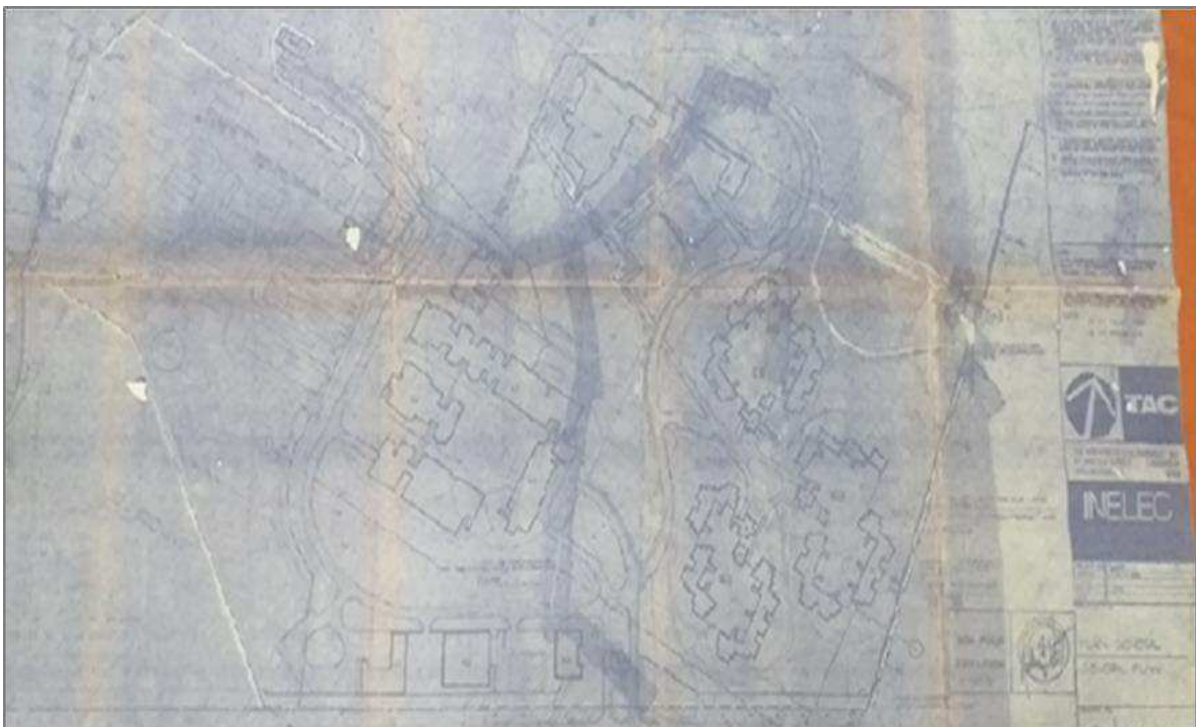


Figure 2.7 : Plan architectural général fait en 1979 par [The architectes collaborative INC]



Figure 2.8 : Vue aérienne du bloc des grands amphis réalisé en 2003 [Google Earth Pro]

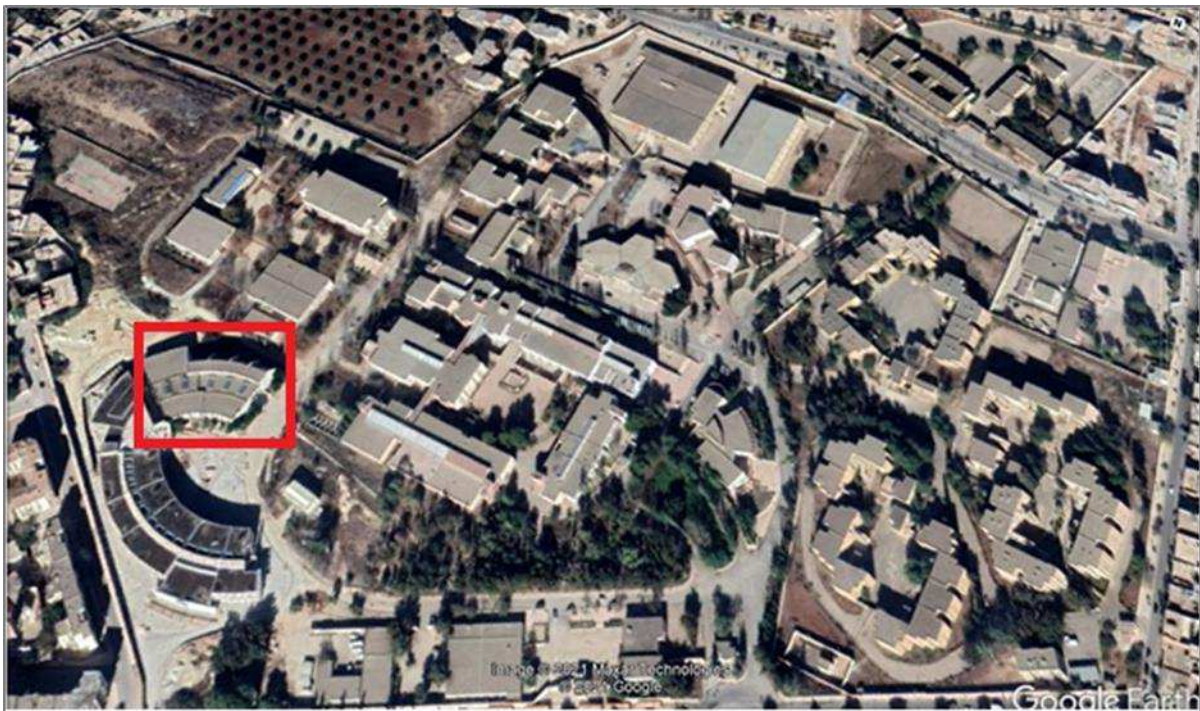


Figure 2.9 : Vue aérienne du bloc d'architecture qui est réalisé en 2008 [Google Earth Pro]

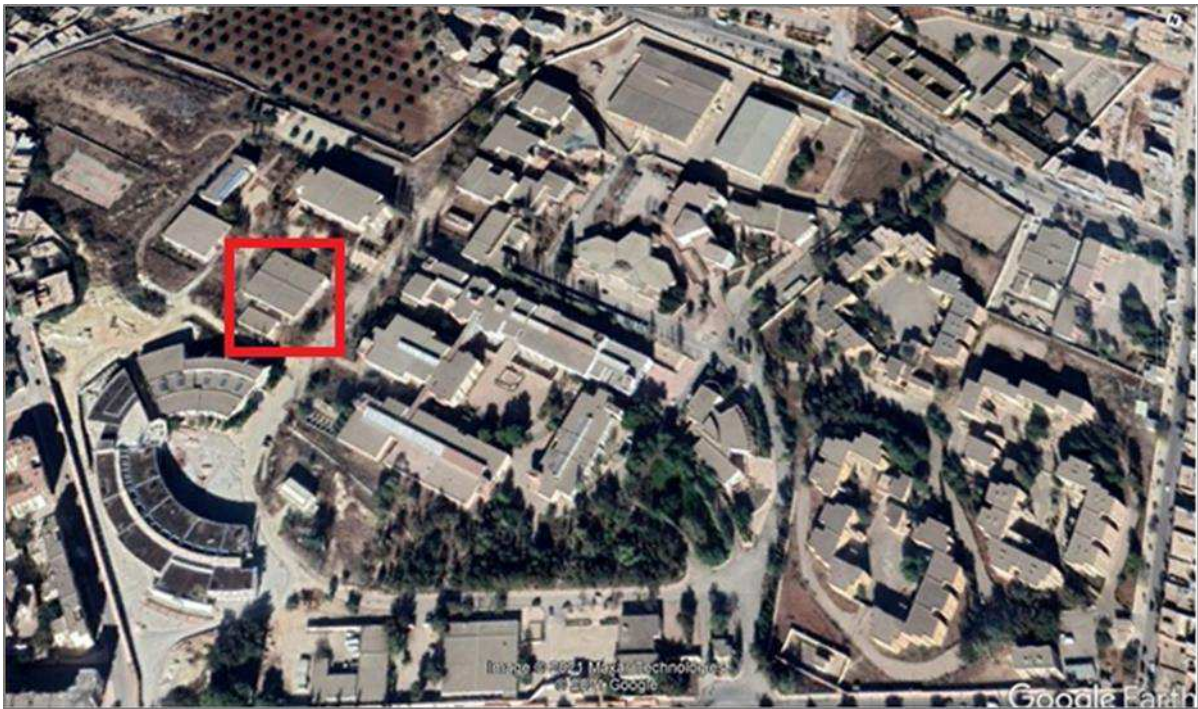


Figure 2.10 : Vue aérienne du bloc B réalisé en 2005 [Google Earth Pro]



Figure 2.11 : Vue aérienne du bloc de génie biomédical réalisé dans la période après l'année 2000



Figure 2.12 : Vue aérienne du bloc bibliothèque réalisé entre la période [2006 – 2008]



Figure 2.13 : Vue aérienne de l'extension du bloc d'architecture [Google Earth Pro]

IV. La nature du sol des blocs objets

D'abord, il est à signaler que le rapport géotechnique des blocs objets (bloc B, bloc A, bloc des grands amphis) n'était pas disponible. On a pu avoir seulement le rapport géotechnique du bloc d'architecture.

On a supposé que les blocs objets reposent sur le même sol que le bloc d'architecture.

D'après le rapport géotechnique, la programmation de la campagne de reconnaissance a comporté la réalisation de ; 08 sondages carottés, descendus verticalement à une profondeur allant de 12.00m à 16.00m, avec extraction d'échantillons pour l'analyse géologique et géotechnique (sachant que, seulement 07 sondages carottés ont été réalisés aux endroits accessibles aux engins). Et une série de 8 pénétrations dynamiques, poussé jusqu'au refus, au moyen du pénétromètre dynamique lourd.

Les résultats de la reconnaissance donnés dans le rapport géotechnique sont énumérés ci-dessous :

Le terrain destiné pour recevoir les blocs (A, B, et les grands amphis), implantés à l'intérieur de l'université Abou Bekr Belkaid-Tlemcen, est d'âge Miocène, composé essentiellement par une marne verdâtre, sableuse par endroit, d'aspects pâteux, comportant parfois des conglomérats gréseux, reposée sur un sable fin jaunâtre au droit de sondage N°04. Cette formation marneuse est étendue sur tout le terrain considéré et masquée par une couche de marno-calcaire bicolore, pâteux, d'une épaisseur allant de 0.7 à 3m ; l'ensemble est masqué par une couche de remblai et de terre végétale, d'une épaisseur très important ;

Ainsi les recommandations données par LTPO pour le système de transmission des charges des blocs au sol, sont comme suit :

- Passer par un système de fondations semi profondes, sur faut puits, rigidifiés par des longrines (compte-tenu du caractère gonflant et très plastique des sols en place).
- Les ancrés à 3.00 m de profondeur, après le déblaiement des couches de remblai et de la terre végétale.
- Les faire travailler à une contrainte admissible de 1,70 bar.
- Eviter la plantation des arbres à proximité des blocs.
- Prévoir des vides sanitaires ou une autre solution agréer par le BET, afin d'éviter le contact sol-structure, en cas de gonflement.
- Prévoir un trottoir périphérique pour éviter toute infiltration des eaux, avec un système de drainage.

- Utiliser des canalisations souples.
- Enfin, prendre en compte les recommandations contenues dans le manuel RPA99, version 2003, qui stipule que la région de Chetouane, Wilaya de Tlemcen se trouve dans la zone sismique 1.

V. Plan d'assainissement

D'après le plan de profil des égouts, on a remarqué que les canalisations sont des tuyaux en amiante ciment 300 mm, et les regards sont sous forme rectangulaire construit en béton armé ils sont ferrailé avec des armatures $\Phi 16$ mm mises en long et en travers à intervalles de 35 cm.

VI. Conclusion

Selon les informations recueillies nous pouvons conclure que l'ouvrage en question est ancien, il date du 20ème siècle.

Avant tout diagnostic, une phase de reconnaissance du site est prépondérante pour mieux orienter et préparer l'intervention des opérations a effectué.

Cette phase nous a permis de mieux comprendre l'historique du site et du département de technologie pour entreprendre le diagnostic proprement dit et de procéder à un plan d'action qui nous permet de réhabiliter les lieux étudiés sur de bonnes bases et des décisions qui s'imposent.

CHAPITRE III

*Diagnostic et pathologie
des bâtiments*

I. Introduction

Dans ce présent chapitre nous allons citer les différentes dégradations observées ainsi que leurs causes de dégradations constatées au sein de la faculté de technologie et leurs origines probables. Ainsi nous allons donner des propositions de solutions pour la réhabilitation de l'ouvrage.

Notre diagnostic va se limiter à une zone bien définie : bloc des grands amphis, bloc B, bloc A, le réseau de chauffage et le vide sanitaire du bloc A de la faculté de technologie. Ce diagnostic sera effectué en se limitant sur les lieux visibles et accessibles en fonction du peu des moyens existants, et de la difficulté d'accessibilité (pour raison de sécurité).

II. Les cas pathologiques observés

II.1. Dégradations au niveau des blocs

Suite au diagnostic et analyse visuel effectué au niveau des différents blocs de la faculté de technologie, on constate les cas pathologiques suivantes :

II.1.1. Bloc des grands amphis



Figure 3.1 : Fissure de 45° au niveau du grand amphi G3



Figure 3.2 : Fissure verticale au niveau du poteau du grand amphi G2



Figure 3.3 : Fissure verticale au niveau du poteau au hall de l'entrée du bloc du grand amphi



Figure 3.4 : Traces d'humidité sur le mur du grand amphi G2



Figure 3.5 : Fissure verticale au niveau du poteau au hall de l'entrée du grand amphi



Figure 3.6 : Traces d'humidité sur le mur et le poteau de l'entrée du sanitaire



Figure 3.7 : Fissure traversant le mur extérieure du sanitaire



Figure 3.8 : Fissure lézarde au niveau du mur extérieur du bloc des grands amphis



Figure 3.9 : Fissure traversant le mur extérieur du bloc des grands amphis



Figure 3.10 : Présence d'arbres à proximité du bloc des grands amphis

II.1.2. Bloc B



Figure 3.11 : Présence de végétation sauvage autour du bloc B



Figure 3.12 : Fissure en moustache au niveau de la maçonnerie du laboratoire de chimie



Figure 3.13 : Fissure en moustache au niveau de la maçonnerie du laboratoire 4



Figure 3.14 : Traces d'humidité sur le mur du laboratoire 3



Figure 3.15 : Eclatement du béton au niveau du joint de dilatation



Figure 3.16 : Fissure longitudinale au niveau de la poutre d'enrobage du laboratoire 3



Figure 3.17 : Fissure très importante au niveau du joint de dilatation de la salle 16



Figure 3.18 : Fissure lézarde au niveau du joint de dilatation de la salle 16



Figure 3.19 : Fissure lézarde au niveau du joint de dilatation de la salle 16



Figure 3.20 : Fissure au niveau du mur du laboratoire 4



Figure 3.21 : Fissure importante au niveau du mur du laboratoire logique

II.1.3. Bloc A des laboratoires (A4)



Figure 3.22 : Fissure transversale au niveau du mur extérieur du bloc des laboratoires



Figure 3.23 : Fissure en moustache au niveau de la maçonnerie du laboratoire de traitement des eaux



Figure 3.24 : Traces d'humidité très importantes au niveau du planché du laboratoire de traitement des eaux



Figure 3.25 : Fissure inclinée au niveau du mur du laboratoire de mécanique



Figure 3.26 : Fissure horizontale au niveau du sol du laboratoire de résistance des matériaux



Figure 3.27 : Fissure verticale au niveau de la poutre du hall du bloc des laboratoires



Figure 3.28 : Fissure lézarde au niveau du mur à côté du bloc des laboratoires



Figure 3.29 : Fissure inclinée au niveau du mur du laboratoire de géotechnique



Figure 3.30 : Traces d'humidité importantes au niveau de la poutre et au mur du laboratoire de matériaux de construction

II.2. Dégradations du réseau de chauffage de la faculté de technologie

Examen de l'état des lieux au sous-sol du bâtiment pédagogique et des réseaux du chauffage de la faculté de technologie [**Information obtenue du service des moyennes générales**].

Il a été constaté les anomalies suivantes :

II.2.1. Au niveau des réseaux des conduites

- Difficulté de pompage et perte de chaleur et cela est dû au long trajet des conduites et leurs surdimensionnement.
- La conduite de retour et de l'aller possèdent la même température ce qui n'est pas conforme.
- Corrosion superficielle à l'instant présent des conduites car elles sont non-calorifugé et non pente par la peinture antirouille.
- Insuffisance de température pour le chauffage des salles pédagogiques car les températures des colonnes d'aller et de retour sont de l'ordre de 42°C.
- Grande perte thermique (différence de 18°C) entre le coté d'aller des chaudières et les colonnes des salles.

II.2.2. Au niveau du chauffage (ensemble de chaudière)

- Existence de cinq chaudières de différentes capacités. Ainsi, leur bâti est non conforme à la réglementation génie civil.
- La vanne d'alimentation du gaz naturel se trouve à l'extérieur du bâti mais sans protection de sécurité. Ainsi, manque d'instruments de mesures de sécurité (de détection de fuites de gaz naturel, de détection de gaz brulés surtout CO et CO₂, et absence d'alarme en cas d'incendie).
- Absence des équipements de mesures de contrôle (débitmètre, manomètre, sonde de température).
- Le collecteur d'eau chaude coté départ est mal conçu.
- Détérioration éventuelle de ou des pompes qui est la conséquence de leur non fonctionnement optimal.
- Absence de pompes de secours dans le réseau de pompes installées.

II.2.3. Autres

- Blocage des eaux usées et des eaux de pluies dans le sous-sol car elles ne trouvent pas de systèmes d'évacuation. Ce qui provoque l'humidité.
- Existence des débris des conduites délaissées usées et neuves dans le sous-sol.
- Existence des fuites dans les canalisations des eaux usées qui sont proches des câblages électriques. Ce qui provoque un court-circuit.
- Panne au niveau de l'installation existante du réseau électrique d'éclairage.
- Existence de morceaux de ferrailles en suspensions par terre.

II.3. Dégradations au niveau du vide sanitaire du bloc A

Diagnostic de l'état des lieux du vide sanitaire du bloc pédagogique de la faculté de technologie.

Il a été constaté que les fondations du bloc sont réalisées en gradins symétriques (sous forme de V). Sous le hall du bloc, situé au milieu, est le point le plus bas. A l'axe transversal du bloc il existe un caniveau dont la pente est en direction du point le plus bas (sous le hall du bloc).

Il a été constaté également les anomalies suivantes :

- Tous les réseaux humides à l'intérieur du vide sanitaire sont en état vétuste et fuient à plusieurs endroits.
- Présence d'un stock en état détérioré d'ameublements.
- Blocage du caniveau servant à l'évacuation des eaux de pluies et de drainage. Ainsi, les conduites ne sont pas posées selon des normes et elles sont complètement bouchées.
- Les différents chemins de câbles croisent en plusieurs endroits les réseaux humides vétustes, et coupure de l'insolation de certains câbles et cela est dû à la présence d'un poste transformateur haute tension en arrêt au-dessus du caniveau.

III. Origines et causes des dégradations

Il convient de signaler tout d'abord que notre étude ne s'est porté que sur les parties visibles et accessibles de l'ouvrage, et on ne tient pas compte des anomalies cachées non décelables.

La visite sur les lieux a permis de conclure que la plupart des dégradations apparues sur les éléments de construction sont essentiellement dues aux problèmes suivants :

III.1. Causes liées au non-respect de la réalisation des bâtiments suivant les règles de l'art

- Non-respect des joints de dilatation dans la plupart des blocs.
- Absence des raidisseurs horizontaux et verticaux au niveau des murs (laboratoire RDM).
- Etanchéité dégradée sans aucun entretien.
- Absence de protection du complexe d'étanchéité.
- On remarque qu'il existe deux systèmes de fondations préconisés
 - Semelles filantes croisée au niveau du bloc A.
 - Fondation semi profonde sur faux puits au niveau du bloc amphi et bloc laboratoire de recherche.

III.2. Causes liées au non-respect de recommandation du laboratoire d'étude du sol

- Présence des arbres tout autour des blocs (grands amphi et bloc B).
- Présence de végétation sur les murs et toitures.
- Manque des réseaux de drainage dans chaque bloc.
- Manque des informations géotechniques et structurelles des différents blocs.
- Absence d'étude détaillée des propriétés physiques, chimiques et mécanique des sols.
- Absence d'étude de l'influence des facteurs environnementaux sur le comportement à long terme des constructions en béton.

III.3. Causes générales

- Stockage des eaux souterraines au niveau du vide sanitaire du bloc A.
- Absence du réseau d'évacuation des eaux au niveau du vide sanitaire.
- Absence de protection des infiltrations des eaux sous les murs et fondations pour l'évacuation des eaux pluviales.
- Mal fonctionnement du réseau d'assainissement extérieur de la faculté.
- Absence d'une nappe d'eau comme mentionner dans le rapport du sol réalisé le 11/06/2014 par le L.T.P.O – Unité de Tlemcen. Alors qu'on observe des eaux stagnées au niveau du vide sanitaire.
- Absence de liaison entre le réseau d'assainissement extérieur de la cours principale et le réseau d'assainissement extérieur de la partie entre sol.
- Absence du système d'absorption des vibrations (machines des laboratoires).
- Manque d'une étude de stabilité globale du site de la faculté de technologie.

III.4. Causes de dégradations du réseau de chauffage de la faculté de technologie

La principale cause des pannes répétées est l'inadéquation entre le système des chaudières et le système des conduites de chauffages. Ce qui nécessite une intervention immédiate.

[Information obtenue du service des moyennes générales]

III.5. Causes de dégradations au niveau du vide sanitaire du bloc A

Un risque majeur ce présente lors du remplissage et bouchage du vide sanitaire du bloc en eau surtout en période de pluie, ou il devient inaccessible. La faculté effectue un seul pompage permanent pendant l'année. Ce qui nécessite une intervention immédiate.

IV. Recommandations et techniques de réparation

Dans notre cas certaines techniques peuvent satisfaire à plusieurs objectifs, le but est de faire en sorte que la structure puisse reprendre à nouveau sa fonctionnalité, et pour que l'ouvrage réponde aux attentes et à l'évolution des besoins des utilisateurs.

En fonction des endommagements observés, suite à une visite sur terrain et suite aux deux rapports d'expertise de monsieur Benadda et du bureau CDE. On propose les recommandations suivantes :

- ✓ Faire une étude de stabilité globale du site de la faculté de technologie.
- ✓ Prévoir l'entretien et la réparation d'étanchéité des différentes terrasses périodiquement.
- ✓ Revoir le réseau d'assainissement extérieur.
- ✓ Refaire le réseau de drainage de bloc A et la mise en œuvre des réseaux de drainage des différents blocs.
- ✓ Déplacer les armoires électriques qui se trouvent dans le vide sanitaire.
- ✓ Réparer le réseau de chauffage.
- ✓ Dégager les joints de dilatation au niveau des poteaux, poutres et plateformes.
- ✓ Refaire les descentes des eaux pluviales.
- ✓ Renforcer les poutres et les poteaux par un chemisage.
- ✓ Refaire la maçonnerie des lieux endommagés. Ainsi prévoir des raidisseurs en béton armé au niveau de la nouvelle maçonnerie.
- ✓ Décaper la végétation sur les terrasses.
- ✓ Éloigner les arbres qui sont juste à côté de la faculté, ou mettre des écrans anti racines (métallique ou en béton armé).
- ✓ Fermer les vides entre les pierres et ne pas laisser d'espaces dans les joints afin d'éviter la repousse des plantes.
- ✓ Remplacement du réseau d'assainissement et d'évacuation des eaux usées.
- ✓ Réalisation de trottoirs périphériques pour protéger les alentours des blocs contre tout contact de leur sol avec l'eau.

- ✓ Régler les problèmes de pompage.
- ✓ S'équiper des instruments de mesures de sécurité (de détection de fuites de gaz naturel, de détection de gaz brûlés surtout CO et CO₂, et absence d'alarme en cas d'incendie).
- ✓ S'équiper des outils de mesures de contrôle (débitmètre, manomètre, sonde de température).
- ✓ Réparation de l'installation du réseau électrique d'éclairage qui est en panne.
- ✓ Traitement et réparation de tout type de fissures. On propose la procédure suivante :
 - Les fissures dont l'épaisseur est comprise entre 0.3 et 3 mm peuvent être réparées par injection de mortier de ciment très fluide.
 - Enlever la couche d'enduit dans les zones endommagées et nettoyer les fissures au jet d'eau ou à l'air comprimé.
 - Percer des trous sur l'axe de la fissure, distants de 30 à 60 cm suivant l'importance de la fissure.
 - Introduire les injections sur une profondeur de 5 cm environ dans les trous et les sceller avec du mortier de ciment.
 - Colmater la fissure avec mortier sur toute sa longueur.
 - Injecter le mortier fluide ou le lait de ciment avec une pression de 30 bars.
 - Si la fissure dépasse 3 mm de largeur, elle peut être injectée avec un mortier de ciment. Cependant, si la largeur dépasse 10 mm et si les briques sont endommagées le long de cette fissure, l'injection n'est plus efficace.

Dans ce cas si la fissure est approximativement verticale, la méthode de réparation consiste à dégager les briques sur une largeur de 15 à 20cm de part et d'autre de la fissure et de les remplacer par en utilisant un mortier très riche en ciment.

Après la réparation des fissures et des armatures on va traiter les façades et aussi l'intérieur de la faculté par l'application d'enduit et des opérations de peinture afin d'ajouter le côté esthétique aussi qui a une importance dans notre intervention.

Il est important de noter que la réparation devra être accompagnée d'un entretien et une maintenance de l'ouvrage pour maintenir une durée de vie plus longue des matériaux et ralentir les dégradations ultérieures.

V. Conclusion

Ce chapitre nous a permis de diagnostiquer, de connaître les phénomènes qui ont contribué à la dégradation des lieux étudiés.

Le diagnostic a montré que l'ouvrage est affectée par des fissures superficielles à profondes, la présence de l'humidité et d'une végétation abondante au niveau des terrasses, la flexion du plancher avec vieillissement des matériaux.

Conclusion Générale

Ce travail fut très enrichissant pour nous, car il nous a donné une occasion pour appliquer et approfondir toutes nos connaissances acquises durant le cursus de formation et nous a permis d'atteindre l'objectif fixé au départ.

L'objectif de ce modeste travail est de faire un diagnostic. Cela est nécessaire afin de prodiguer les réparations les plus adaptées ainsi que les protections à mettre en œuvre afin de retrouver la fonctionnalité de notre ouvrage.

Les missions menées dans le cadre de ce projet de fin d'études sont structurées dans une méthodologie bien ordonnée ;

- D'abord, on a commencé par une recherche bibliographique basée sur les pathologies des structures, leurs origines, leurs mécanismes et aussi l'ensemble des facteurs qui accélèrent leurs cinétiques.
- Ensuite, une description générale et structurelle des ouvrages objets qui nous a donné des informations (historique, emplacement, caractéristiques du sol, ...) sur le site du projet.
- Et enfin, on a réalisé une évaluation de l'état actuel du bâtiment qui nous a aidés à détecter les causes éventuelles des désordres constatés.

Nos conclusions correspondent alors, à des avis fondés sur nos constats, sur les parties visuelles de la structure. Ce diagnostic a été effectué en se limitant sur les lieux visibles et accessibles en fonction du peu des moyens existants par exemple manque d'informations et de données indispensables telles que ; le rapport du sol du projet qui date du 1979, et de la difficulté d'accessibilité (pour raison de sécurité).

Notre diagnostic aboutit finalement à une véritable prise de position, les solutions que nous avons adoptées visent le renforcement de la structure en priorité puis le traitement des causes et des effets des désordres. Parmi de nombreuses recommandations on cite :

- ✓ Faire une étude de stabilité globale du site de la faculté de technologie.
- ✓ Déplacer les armoires électriques qui se trouvent dans le vide sanitaire.
- ✓ Renforcer les poutres et les poteaux par un chemisage.
- ✓ Traitement et réparation de tout type de fissures.

Ainsi, nous espérons que notre méthodologie de travail a abouti sur un bon diagnostic qui recommande d'entreprendre les travaux de réhabilitation adéquats pour donner à la faculté de technologie l'opportunité de reprendre sa fonctionnalité.

الخلاصة

يمكن أن تتأثر الهياكل لاضطرابات شديدة وأسبابها متعددة، وتصبح هذه الاضطرابات أكثر وأكثر خطورة، مما يدفعنا إلى التفكير في الحالة الحالية لهذه الهياكل. يتعلق هذا العمل المتواضع بدراسة تشخيصية تستند إلى فحص بصري، يتم إجراؤه على عدد من الكتل المتأثرة بالاضطرابات في كلية التكنولوجيا الموجودة في تلمسان. بدأنا هذه الدراسة ببحث ببيولوجرافي لجمع أكبر قدر ممكن من المعلومات والتقنيات لتحديد الأضرار المختلفة التي لوحظت داخل الهيكل. بعد ذلك، قدمنا وصفاً لموقع المشروع المدروس وقمنا بتقييم الوضع الحالي للمبنى من خلال تقديم تقييم للاضطرابات مع تفسير الأسباب المحتملة لهذا الأخير. أخيراً، تم انتهاء هذا العمل بعدد من مقترحات للتقنيات التي سيتم اعتمادها لإعادة تأهيل هيكلنا بشكل أفضل.

الكلمات المفتاحية: الخرسانة المسلحة، علم الأمراض، الاضطراب، التدهور، التشخيص.

Résumé

Les ouvrages peuvent être affectés par des désordres de gravité très variables et dont les causes sont multiples, ces désordres deviennent de plus en plus dangereux, ce qui nous incite à réfléchir sur l'état actuel de ces ouvrages.

Ce modeste travail concerne une étude de diagnostic basée sur une inspection visuelle, menée sur quelques blocs touchés par des désordres à la faculté de technologie située à TLEMCEN.

Cette étude a été débutée par une recherche bibliographique pour recueillir le maximum d'informations et techniques pour bien savoir repérer et identifier les différents dommages constatés au sein de l'ouvrage. Ensuite, on a donné une description du site du projet étudié et évalué l'état actuel du bâtiment en fournissant un bilan des désordres avec interprétation des causes éventuelles de ces derniers. Enfin, ce travail a été finalisé par des propositions de techniques à adopter pour une meilleure réhabilitation de notre ouvrage.

Mots clés: Béton armé, Pathologie, Désordre, Dégradation, Diagnostic.

Abstract

Structures can be affected by very variable severity disorders whose causes are multiple, these disorders become more and more dangerous, which prompts us to reflect on the current state of these structures.

This modest work concerns a diagnostic study based on a visual inspection, carried out on a few blocks affected by disorders at the faculty of technology located at TLEMCEN.

This study was started with a bibliographic search to gather as much information and techniques as possible to properly identify the various damages observed within the structure. Then, we gave a description of the site of the studied project and assessed the current state of the building by providing an assessment of the disorders with interpretation of the possible causes of the latter. Finally, this work was finalized by proposals for techniques to be adopted for a better rehabilitation of our structure.

Keywords: Reinforced concrete, Pathology, Disorder, Degradation, Diagnosis.