

République Algérienne Démocratique et Populaire
Minis République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche
Scientifique

Université Ahmed Draia Adrar
Faculté Des Sciences et de Technologies
Département Des Sciences et Technologies



Mémoire De Fin D'étude En Vue De L'obtention Du Diplôme :
Master En Génie Civil
Option : Matériaux en Génie Civil

Présenté Par:
DJEBBARI Hanane
RAHMANI Nemira

Thème:

Pathologie des ouvrages en béton armé (Diagnostic, causes et conséquences, dégradation des ouvrages dans une zone aride)

Soutenu devant les membres de jury composé de :

Dr. DJAFARI Driss	Univ. Adrar	Examineur
Dr. ABBADI Mohamed Salem	Univ. Adrar	Examineur
Dr. ABDELJALIL M'hammed	Univ. Adrar	Encadreur

Année Universitaire: 2021 / 2022



شهادة الترخيص بالإيداع

انا الأستاذ(ة): عبد الجليل احمد

المشرف مذكرة الماستر.

الموسومة بـ: Pathologie des ouvrages en béton armé (Diagnostic des causes et conséquences, Dégradation des ouvrages dans Zone urbaine)

من إنجاز الطالب(ة): رحماتي حميرة

و الطالب(ة): جباري حنان

كلية: العلوم والتكنولوجيا

القسم: العلوم والتكنولوجيا

التخصص: مواد الهندسة المدنية

تاريخ تقييم / مناقشة:

أشهد ان الطلبة قد قاموا بالتعديلات والتصحيحات المطلوبة من طرف لجنة التقييم / المناقشة، وان المطابقة بين النسخة الورقية والإلكترونية استوفت جميع شروطها.

وبإمكانهم إيداع النسخ الورقية (02) والأليكترونية (PDF).

= امضاء المشرف:

ادرار في :
مساعد رئيس القسم:



سورة التوبة

شكر والعرفان

قال تعالى: "ومن يشكر فإنما يشكر لنفسه" سورة لقمان الآية 12.
وقال رسوله ﷺ: "من لم يشكر الناس، لم يشكر الله عز وجل
ومن أهدي إليكم معروفا فكافئوه فإن لم تستطيعوا فادعوا له"
نحمد الله تعالى حمدا كثيرا طيبا مباركا ملئ السموات والأرض
على ما أكرمنا به ووفقنا وألهمنا الصبر على المشاق التي
واجهتنا على إتمام هذا العمل المتواضع التي نرجو أن ينال
رضاه.

ونتوجه بالشكر الجزيل إلى أستاذنا ومشرفنا الفاضل
"دكتور **المجد عبد الجليل**"، الذي له الفضل على البحث منذ كان
عنوانا وفكرة إلى أن صار مذكرة وبحثا، فله منا الشكر كله
والتقدير والعرفان.

ونتقدم بالشكر إلى **جميع الأساتذة الفضلاء في قسم الهندسة
المدنية**. نخص بالذكر **الدكتور جعفاري ادريس والدكتور
عبادي محمد السالم**.

وفي الأخير لا يسعنا إلا أن ندعو الله عز وجل أن يرزقنا السداد
والرشاد، والعفاف والغنى وأن يجعلنا هداة مهتدين.

إهداء

إلى حجة الله في خلقه ، وسراجة في أرضه.. إلى سليل الأخيار ونور الأنوار وزين الأبرار
إلى قائم آل محمد (عليه السلام)

إلى أبي ثم أبي ثم أبي...

ليس فقط لأنك آويتني في رحمك الدافئ تسعة أشهر، وتعاركتي مع الموت لتمنحيني الحياة في
ميدان المخاض.. فكل الأمهات تفعلن ذلك،، إنما لأنك كنت منذ انجبتني حتى هذه اللحظة.. أما
عظيمة إلى الحد الذي أشعر فيه بأنك كثيرة علي..

وإلى أبي..

أنت الإجابة الثابتة.. الفورية السريعة التي لا تقبل المراجعة او التراجع عنها.. إذا سئلت
أجمل الأقدار في حياتي..

يا من هم عزوتي وبهم تكتمل فرحتي.. لإخوتي... (عبد الوهاب، المعتز بالله، عبد الغني، إلياس)
يا من هن شواطئ دفاء أشتاق إليها ممها نأت.. أخواتي... (نفيسة، أمينة)
وأفتخر بوجود جدتي وجدي أطل الله في عمرهم.. وعائلتي الكريمة، فلهم في النفس منزلة إن لم
يسعف المقام لذكرهم، فهم أهل الفضل والخير والشكر.

إلى الروح التي عاقت روعي زوجي.. (أحمد).. هذه الحضارة التي دخلت روعي قبل أشهر..
إلى عائلتي الثانية،، عائلة زوجي وأخص بالذكر (أمي سعيدة، عمي محمد)
إلى رفاق الخطوة الأولى والخطوة ما قبل الأخيرة،، إلى من كانوا في السنوات العجاف سبحا
مطرا أنا ممتنة لكم جميعا أصدقائي..

إلى الصديقة والاخت التي شاركتني في هذا العمل "نيرة"
إلى من ساعدنا في إتمام هذا البحث (الدكتور محمد عبد الجليل)

اليوم وبكل فخر تخرجت من "مرحلة الماجستير"

تخصص مواد في الهندسة المدنية

فالحمد لله على البدء وعند الختام

جباري حنان

إهداء

الحمد لله وكفى والصلوة والسلام على الحبيب المصطفى وأهله ومن وفى أم
الحمد لله الذي وفقنا لتثمين هذه الخطوة في مسيرتنا الدراسية بمذكرتنا هذه، ثمرة الجهد
والنجاح بفضلته تعالى مهداة :

إلى من جرعت الكاس فارغا لتسقينني قطرة حب ..إلى من حصدت الأشواك عن
دري ليمهد لي طريق العلم
"أمي فاطمة"

إلى من كلفه الله بالهيبة والوقار ...إلى من علمني العطاء بدون انتظار...إلى من أحمل
اسمه بكل افتخار..
"أبي مسعود"

إلى من كان أقرب من روعي..إلى من وقف بجانبي بأسوء ظروف..إلى من يواسيني
بجزني ويشاركني فرحي..إلى من أعجز عن وصفه "أختي نور جهان"
إلى أخواتي "أحمد ملين وطيب"

إلى التي وقفت بجانبي طوال مسيرتي الجامعية "خالتي يمينه"
إلى صديقتي وزميلتي في البحث "حنان" تشاركنا الجهد والتعب ،الفرح والفرح
،فشعرنا بلذة الجهد وهانحن نتربعها، نستنشق نشوة هواء مكتظ لآخره بالنجاح
إلى كل من شجعنا "إخوتي، أحبتي وأصدقائي" أحبكم حبا لو على مر أرض قاحلة
لتفجرت منها ينابيع المحبة هنا سنبادلكم الإحسان بالإحسان نهديكم جهد أشهر عجاف
عله يشفع لنا تقصيرنا

رحماني نهيمة

المخلص:

يستدعي علم أمراض البناء تحليل الظواهر التي من المحتمل أن تؤدي إلى اضطرابات أو تدهور في مجال البناء. دراسة علم الأمراض ضرورية لمنع الضرر والحفاظ على حالة المبنى أو لإعادة تأهيل الهياكل في حالة التدهور. يجب أن يعتمد على تشخيص دقيق للهياكل. بدأت هذه الدراسة بجمع أكبر قدر ممكن من المعلومات المتعلقة بأمراض الخرسانة المسلحة، وتحديد أسبابها ونتائجها، وإعطاء بعض التوصيات من خلال رؤية واضحة لجزء من العمل المنجز. في هذا العمل، اخترنا مبنين في منطقة قاحلة أصيبت هياكلهما بأمراض الخرسانة المسلحة. الأول حديث البناء حيث تعرض لأضرار جسيمة بعد 5 سنوات من اكتماله. والثاني مبنى قديم تعرض لأضرار جسيمة، وقد حاولنا تشخيص الاضطرابات التي أصابتهم وتحديد أسبابها ونتائجها.

الكلمات المفتاحية: علم الأمراض، التدهور، الاضطرابات، الخرسانة المسلحة.

Résumé :

La pathologie de la construction appellé analyse des phénomènes susceptibles d'entraîner des désordres ou des dégradations dans le domaine de la construction. L'étude de la pathologie est nécessaire pour prévenir les dommages et maintenir l'état du bâtiment ou pour réhabiliter les structures en cas de dégradation. Elle doit s'appuyer sur un diagnostic précis des ouvrages.

Cette étude a commencé par collecter maximum d'informations possible liées aux pathologies du béton armé, en identifiant leurs causes et leurs conséquences, et en donnant quelques recommandations à travers une vision claire était parmi les objectifs de notre étude. Dans ce travail, nous avons sélectionné deux bâtiments dans la région aride dont les structures étaient infectées par des pathologies du béton armé. Le premier a été récemment construit, car il a montré de graves dommages cinq ans après son achèvement. Le second est un ancien bâtiment qui a subi de graves dégradations. Nous avons essayé de diagnostiquer les désordres qui leur sont arrivés et d'en déterminer les causes et les conséquences.

Mots clés : Pathologie, dégradation, désordres, béton armé.

Summary:

The pathology of construction calls an analysis of the phenomena likely to lead to disorders or degradation in the field of construction. The study of pathology is necessary to prevent damage and maintain the condition of the building or to rehabilitate structures in the event of deterioration. It must be based on a precise diagnosis of the structures.

This study began by collecting the maximum informations as possible related to the pathologies of reinforced concrete, identifying their causes and consequences, and giving some recommendations through a clear vision of part of the work carried out. In this work, we selected two buildings in the arid region whose structures were infected with reinforced concrete pathologies. The first was recently built, as it showed severe damage five years after its completion. The second is an old building which has suffered serious damage. We have tried to diagnose the disorders that have happened to them and to determine their causes and consequences.

Keywords: Pathology, degradation, arid region, reinforced concrete.

Liste des figures Chapitre I

Figure I.1 : Schéma de dégradation	16
Figure I.2 : Schéma explique bâtiments construits à différente	19
Figure I.3 : Schéma explique bâtiments accolés construits	19
Figure I.4 : Processus de carbonatation	23
Figure I.5 : Tassement uniformément réparti	25
Figure I.6 : Tassement différentiel	25
Figure I.7 : Le centre intensif des langues à l'université de Biskra	26
Figure I.8 : Le côté stable et le côté dégradé du centre	26
Figure I.9 : Des fissures inclinées sur les murs	27
Figure I.10 : Apparition de végétations (indice de longue période d'infiltration d'eau)	27
Figure I.11: Les racines des arbres et les plantes ont provoqués l'éclatement et gonflement des carrelages	27
Figure I.12 : L'existence d'une crevasse sous et à côté d'une conduite d'eau pluviale.	29
Figure I.13 : Dégradation d'un regard des eaux usées.	29
Figure I.14 : Carbonatation du béton	29
Figure I.15 : Fissuration verticale au niveau des murs cloisons provoquant leur décollement du poteau	30
Figure I.16 : Fissure verticale au niveau d'un mur en brique (Longues lézardes)	30
Figure I.17: Décollement de l'enduit et éclatement d'une partie d'un mur dû à un tassement différentiel	30
Figure I.18 : Fissure inclinée au niveau d'un mur cloison	31
Figure I.19 : Détérioration des murs en maçonnerie dans la salle d'internet	31
Figure I.20: Détérioration des cloisons du Hall	31
Figure I.21 : La structure porteuse, jusqu'à maintenant reste non dégradée	32
Figure I.22 : Vue de façade du bâtiment R+3	34
Figure I.23 : Fissures profond (le dernier étage)	35
Figure I.24 : Fissure superficielle en diagonale 45°	35
Figure I.25: Fissure en double diagonales (crois) due au mouvement sismique	36

Figure I.26 : Fissure horizontale	37
Figure I.27 : Les pathologies constatées dans les planchers	37
Figure I.28 : Dégradation des éléments décoratifs de plâtre	38
Figure I.29 : Démolition des murs pour l'évacuation des équipements du moulin (Façade interne)	39
Figure I.30: Situation de lycée Dr BENZEDJEB (Google Earth)	40
Figure I.31 : Coupe A-A du bloc des classes spécialisées	41
Figure I.32 : Plan représente les parties du bâtiment	41
Figure I.33 : Relevé des fissures dans la façade du sud0	42
Figure I.34 : Humidité aux niveaux des tuyaux d'évacuation des eaux pluviales	43
Figure I.35: Les désordres observés au niveau des poteaux	43
Figure I.36 : Les désordres observés au niveau des poteaux	44
Figure I.37 : Les désordres observés au sous-sol	45
Figure I.38 : La présence de végétation plus proche de bâtiment	46
Figure I.39 : Les désordres observés au niveau des dalles	48
Figure I.40: Les désordres observés au niveau des Joints de dilatations	49
Figure I.41 : Relevé des fissures dans la cage d'escalier	50
Figure I.42 : Relevé des fissures dans les murs extérieurs et les murs de couloir	50
Figure I.43 : Relevé des fissures dans les murs cloisons	51

Chapitre II

Figure II.1 : Agence Locale de l'Emploi d'Adrar	56
Figure II.2 : Situation de Agence Locale de l'Emploi (Google Earth)	56
Figure II.3 : Plan de masse E : 1/1000	56
Figure II.4 : Façade principale	57
Figure II.5 : Coupe verticale de (AWEM)	57
Figure II.6 : Plan de R.C.D et 1 ^{er} étage	57
Figure II.7 : Résultat de sondage carotté	60
Figure II.8 : Jeter les fondations	61

Figure II.9 : Les photos représentant une partie des dégâts du bâtiment	62
Figure II.10 : Photos montrant des fuites d'eau sur le site	63
Figure II.11: Fissuration aux niveaux de terrasse entre bloc B et C	64
Figure II.12 : Fissures inclinées sur les murs	66
Figure II.13 : Fissures des murs clôturent	68
Figure II.14 : Des fissures visibles sur les murs de terrasse	69
Figure II.15 : Fissure au niveau de béton	70
Figure II.16 : Dégradation des éléments décoratifs	70
Figure II.17: Eclatement de mur en maçonnerie	71
Figure II.18 : Eclatement une partie d'un mur dû à un tassement différentiel	72
Figure II.19 : Fissures au niveau de mur	72
Figure II.20: Fissuration verticale au niveau de mur cloison	73
Figure II.21 : Le dégât de mur maçonnerie au niveau de la brique	74
Figure II.22 : Dégradation au niveau de planche	74
Figure II.23 : Le dégât du revêtement en céramique	75
Figure II.24 : Fissure incliné au niveau de mur cloison	76

Chapitre III

Figure III.1 : L'école primaire AICHA OUM AL-MOMINEEN d'ADRAR	79
Figure III.2 : Situation de l'école primaire AICHA OUM AL-MOMINEEN (Google Maps)	80
Figure III.3 : Extra de plan de cadastral en 2010	81
Figure III.4 : Des fissures diagonales du revêtement	82
Figure III.5 : Fissure verticale sur mur cloison	82
Figure III.6 : Fissure des enduits sur mur cloison.	83
Figure III.7 : Des Fissures horizontales sur planche	83
Figure III.8 : Des fissures profondes avec éclatement sur les poteaux	84
Figure III.9 : Gonflement et fissure de carrelage	85
Figure III.10 : Détérioration du sol en béton	86
Figure III.11: L'incarnation de la séparation dans les fermes du plancher	87

SOMMAIRE:

INTRODUCTION GENERALE	14
CHAPITRE I Etude bibliographie.....	18
I.1 Introduction.....	18
I.2 <i>Partie 01 : Dégradation de béton et béton armé</i>	18
I.2.1 Le béton	18
I.2.2 Dégradation du béton.....	18
I.2.3 Les causes de dégradation de béton	18
I.2.4 Conséquence de dégradation du béton :	20
I.2.5 Pathologie du bâtiment :	20
I.2.6 Les phénomènes des pathologies :	25
I.3 <i>Partie 02 : Des cas précédents des pathologies du bâtiment au niveau national ..</i>	28
I.3.1 <i>Projet 01 : Expertise du centre intensif des langues à l'université de Biskra</i>	28
I.3.2 <i>Projet 02 : Etude d'induction d'un bâtiment industriel</i>	36
I.3.3 <i>Projet 03 : Lycée Dr Benzedjeb</i>	42
I.4 Conclusion	54
CHAPITRE II : Etude d'un Ouvrage récent	56
II.1 Introduction	56
II.2 Présentation de l'ouvrage	56
II.3 La situation.....	57
II.4 Description	58
II.5 Eléments structuraux du:	bâtiment 59
II.6 Étude du sol.....	60
II.7 Dégradation de bâtiment	62
II.8 Inspection en bâtiment	64
II.9 Conclusion.....	78
CHAPITRE III : Etude d'un Ouvrage ancien	80

III.1	Introduction.....	80
III.2	Présentation du projet	80
III.3	Historique.....	81
III.4	La situation.....	81
III.5	Description	81
III.6	Détériorations de ce bâtiment	82
III.7	Conclusion	90
	CONCLUSION GENERALE	91
	Référence	91



INTRODUCTION

GENERALE

Le béton armé a été inventé et utilisé au XIXe siècle, c'est un mélange de béton et d'acier, il permet à la pièce qui le compose de résister aux pressions qui lui sont exposées, qu'elles soient externes ou internes, et contribue également à son maintien car il a une bonne résistance mécanique (traction et compression), et c'est l'un des matériaux de construction les plus utilisés dans le monde entier dans les bâtiments résidentiels, les ponts, les tunnels, les systèmes d'égouts et autres structures en béton armé.

Ces ouvrages sont soumis à diverses agressions et contraintes, car le béton armé, comme tous les autres matériaux, est soumis à de multiples variables, ce qui réduit ses propriétés dans le temps. La pathologie au béton armé qui affecte les structures, et surtout, qui est classée comme dangereuse, sera la cause de sa détérioration si elle est ignorée.

Ces dernières années en Algérie, de nombreuses bâtiments sont apparues, dont la détérioration a été constatée jour après jour au niveau des différents ouvrages, quel que soit anciens au nouveaux, et même en phase de la construction, et de là on dit que ce phénomène s'est généralisé, et dans notre étude, nous mentionnerons certaines structures locales (anciennes et nouvelles) auxquelles nous nous référons à les pathologies évidentes à la suite de la détérioration des structures.

Notre objectif est d'étudier des projets réalisés dans une zone aride, situé au sud de l'Algérie (cas de la ville d'Adrar), Comme la plupart de ses structures ont subi des désordres qui ont affecté les structures en béton armé, nous avons donc choisi deux structures de notre région, la première est l'un des bâtiments récents et la seconde est un bâtiment ancien, afin de diagnostiquer la dégradation de chacun d'eux et de faire une comparaison indirecte entre eux et de connaître leur impact sur la durabilité .Nous essayons de connaître les principales causant ces désordres.

Les causes de dégradation sont classées selon leurs origines, c'est-à-dire est-il lié aux matériaux utilisés ou au l'environnement dans lequel ils sont construits le bâtiment, ou y a-t-il eu un échec dans l'étude ou la réalisation de l'ouvrage. Les désordres vont de micro ou macro-fissures à un état grave entraînant un gonflement partiel ou complet dans la structure, de sorte que toute dégradation notable ne doit pas être négligée. [1]

Les pathologies et les causes doivent être diagnostiquées afin de les réparer et de rendre à la structure ses caractéristiques initiales pour assurer au moins une espérance de durabilité dans un premier temps, ainsi que pour limiter la détérioration dans le futur. Et cela ne suffit pas, car nous sommes obligés d'être prudents lors de l'étude et lors de la réalisation des travaux. [1]

La structure de notre mémoire de fin d'étude est divisée en trois chapitres comme suit :

– **Chapitre I**: est une synthèse bibliographique liée au sujet, il s'agit des pathologies du béton armé et de ses origines (mécaniques et physico-chimiques) et des facteurs qui les accélèrent. Deuxièmement, nous avons cité quelques travaux antérieurs qui ont traité ce sujet dans le cadre de valorisation de leurs résultats.

– **Chapitre II** : le présent chapitre est consacré à un diagnostic d'un bâtiment réalisé récemment situé dans une arides et exposé à de nombreuses causes de dégradations.

– **Chapitre III** : la troisième chapitre est un diagnostic d'un ancien bâtiment dégradé.

Nous visons dans ce travail en tant qu'étudiants à acquérir de l'expérience dans ce domaine "diagnostiqué les pathologies structurelles. Nous nous intéressons également à déterminer les causes de ces pathologies et de leurs conséquences afin de les éviter à l'avenir dans notre région aride.



CHAPITRE I :
ETUDE
BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I Etude bibliographique

I.1 Introduction

Pendant de nombreuses années, la pathologie des bâtiments a suscité l'intérêt des ingénieurs, ce qui a permis de mieux construire avec l'application de recommandations. Tous les bâtiments, quelle que soit la méthode ou la date de leur construction, peuvent être sujets à des pathologies structurelles.

La pathologie est un trouble qui affecte la structure et sa stabilité. Les maladies peuvent être distinguées de deux manières ; Pathologies liées à une Dégradation matérielle ou à un défaut associé à une défaillance structurelle. Les questions posées demeurent, qui est courant dans le domaine du génie civil, est représenté à savoir quelles sont les principales causes qui fragilisent les liaisons des matériaux de construction dans les ouvrages, et l'apparition des désordres sur les structures des bâtiments ? Alors connaître les conséquences et le degré de résistance des constructions après l'apparition des perturbations ? Et enfin, est-ce qu'il pourrait y avoir des solutions radicales qui protègent les ouvrages et évitent les catastrophes ? À travers cette étude bibliographique, nous essayons de trouver des réponses scientifiques à ces questions communes, ce qui nous permet d'aborder plus facilement le sujet de notre projet, qui est l'étude de cas similaires dans notre région aride.

I.2 *Dégradation de béton et béton armé*

I.2.1 Le béton

Le béton est un corps interne, mais il se développe néanmoins avec le temps, c'est un composé vivant qui subit des changements, dilatations, des fissures, dégradation continues, ruptures et plus encore ! Le béton ne peut pas être simplement abandonné après coulage, il faut faire attention à ne dégrader, auquel cas il faudra penser à des remèdes pour le soigner.

I.2.2 Dégradation du béton

Il s'agit d'une détérioration progressive des bâtiments résultant de l'environnement, du temps, de l'action humaine ou d'autres facteurs, et nous le constatons à travers les effets et les désordres qui apparaissent sur la structure.

I.2.3 Les causes de dégradation de béton

On a appliqué ce schéma pour expliquer

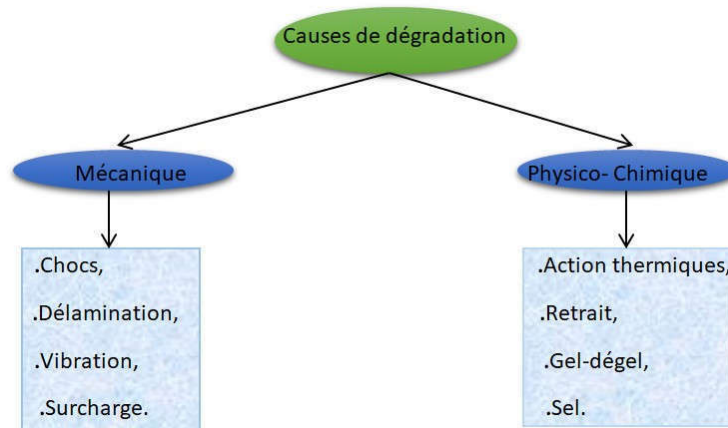


Fig. I.1 : Schéma de dégradation

I.2.3.a Facteurs mécaniques

- **Chocs**

Provoqués par l'impact de véhicules de transport de marchandises lourds et encombrants.

- **Délamination** [2]

La délamination est provoquée par l'action conjuguée des sollicitations climatiques des sels anti-verglas et du trafic circulant directement sur le béton constitutif des hourdis de pont. Dans les cas les plus graves, cette pathologie aboutit à la chute des plaques de béton et à la création de trous dans les tabliers de pont.

- **Vibration**

Elle résulte de la fissuration et de la fragmentation du béton, dû au passage fréquent des piétons et des véhicules de toutes sortes. Mais principalement en raison du manque de consistance du béton lors de la mise en œuvre.

I.2.3.b Facteurs physico-chimiques

- **Action thermique** [3]

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 :

- La chaleur d'hydratation du ciment.
- La variation de la température atmosphérique.

- **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.

On distingue 4 types de retrait : [1]

- **Le retrait plastique** créé par la dessiccation de la pâte de ciment au début du phénomène d'hydratation.
- **Le retrait par auto-dessiccation** de la pâte de ciment au cours de l'hydratation.
- **Le retrait thermique** dû aux effets des gradients de température qui se manifestent dans le béton lors de la dissipation de la chaleur d'hydratation.
- **Le retrait à long terme du béton durci ou retrait proprement dit**, dû à l'évaporation de l'eau contenue dans le béton à la poursuite de l'hydratation du liant.

- **Gel-dégel [1]**

Les cycles de gel-dégel provoquent une expansion de la masse du béton jusqu'à fissurer le matériau s'il est de mauvaise qualité. Car la transformation de l'eau en glace se traduit par une augmentation de volume de 9 % qui provoque une expulsion de l'eau hors des capillaires.

- **Dégradation des revêtements**

La peinture est un matériau utilisée pour protéger et recouvrir, ou pour la décoration les murs et les terres. Il se détériore à mesure qu'il se gonfle ou se détache.

1.2.4 Conséquence de dégradation du béton :

- Fissures murs ;
- Déformation de l'aspect extérieur du bâtiment ;
- Gonflement ;
- Réduire la durabilité du béton.

1.2.5 Pathologie du bâtiment :

La pathologie du bâtiment est une science globale du bâtiment qui nécessite une connaissance de la conception, de la construction, des modifications et de l'utilisation des bâtiments.

Il existe de nombreux symptômes de détérioration du béton, notamment :

1.2.5.a Pathologies des fondations

Souvent, la construction a lieu n'importe où sans se soucier de la sensibilité du sol et de son interaction avec les systèmes hydriques locaux et des changements du niveau des eaux souterraines, avec des conséquences désastreuses. Par conséquent, il est nécessaire de mener une étude approfondie du site avant la construction.

- **Les causes principales [4]**

- Des études géotechniques insuffisantes ou mal menées ;
- Calcul imprécis des fondations hétérogènes sous la même structure ;
- La construction, à des époques différentes, de bâtiments accolés ;

- La construction de bâtiments accolés sans joint de structure, alors qu'ils sont en disproportion de masse, de volume ;
- La méconnaissance des caractéristiques du sol (force portante du terrain), voire du sous-sol en profondeur (bulbe de pression) ;
- La non reconnaissance de cavités, de points durs, pourtant récentes ;
- Les tassements d'ensemble ;
- Les interventions humaines résultant de travaux à proximité d'ouvrage (rabattement de nappe, passage de camions entraînant des vibrations, etc.) ;
- Les variations d'humidité suite à des changements de climat au cours des saisons, mais importantes dans la durée.

- ***Pathologies liées au type de fondation [4]***

Les études effectuées dans les années 1970 (analyse de 1200 dossiers de sinistres-étude de M. Logeais du Bureau Veritas) conduisent aux causes évoquées dans les paragraphes suivants :

➤ *Fondations superficielles*

Au nombre de sept telles que :

- Tassement de remblais servant d'assise à des constructions ;
- Venues d'eau, surtout en terrain argileux, avec modification des caractéristiques des terrains ;
- Fondations hétérogènes ;
- Fondations établies à une profondeur insuffisante ;
- Terrain de fondation très compressible et bâtiment de rigidité insuffisante ;
- Perturbation créée par la construction d'un nouveau bâtiment près d'un ouvrage ancien ;
- Sol instable.

➤ *Fondations profondes*

Trois types rencontrés :

- Absence, ou insuffisance, de reconnaissance de sol ;
- Mauvaise interprétation des résultats de sondages ou des essais consécutifs ;
- Erreur d'exécution, notamment des pieux de types très différents à l'époque.

- ***Les conséquences :***

- Des perturbations majeures dans la structure ;
- La tendance des deux bâtiments « s'ils sont construits simultanément » et se touchent en haut ; (Fig. 1.3)
- Les tassements ;
- Les fissurations ;
- Inclinaison de l'ancien bâtiment si des bâtiments voisins ont été construits à des époques différentes sur un sol pauvre. (Fig. 1.2)

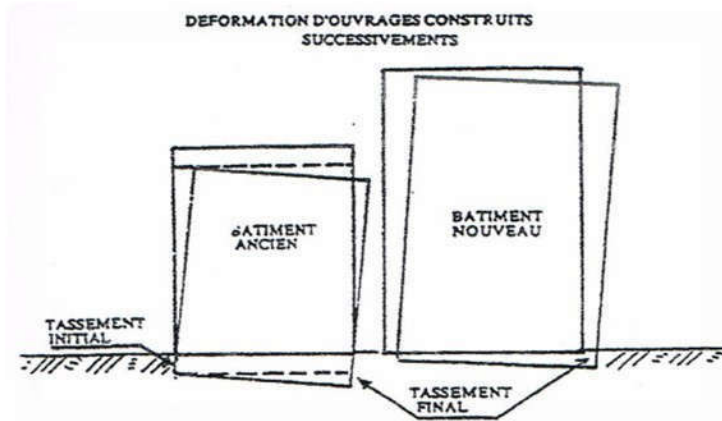


Fig. I.2 : Schéma explique bâtiments construits à différentes. [5]

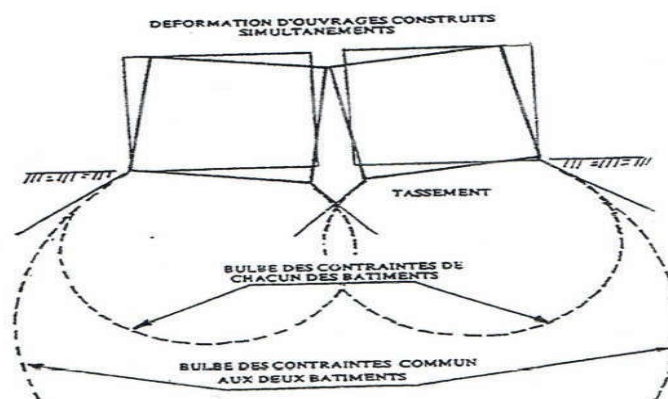


Fig. I.3 : Schéma explique bâtiments accolés construits. [5]

- **Recommandations :** [5]

Afin d'éviter les problèmes susmentionnés, ces recommandations doivent être prises en compte :

- ✓ Le sol en place doit être décapé, le compactage doit être méthodiquement réalisé. Des règles de bon compactage existent pour les remblais supports de fondations. Un bon drainage et une imperméabilisation des plates-formes évitent l'infiltration d'eau dans le sol ;
- ✓ Dans le cas de sols compressibles, la construction d'un bâtiment nouveau accolé à un bâtiment ancien nécessite des fondations profondes ;
- ✓ La distance entre les bâtiments doit être telle que l'on puisse prendre en compte les tassements (une éventuelle amélioration de sol peut être envisagée si ce n'est pas possible) ;
- ✓ Les bâtiments doivent avoir des fondations semi-profondes ou profondes pour éviter les conséquences de l'interaction réciproque des charges ;
- ✓ Dans les sols très mous, tels que les vases, la réalisation de pieux ne doit pas se faire par battage, mais par forage avec tubage ;
- ✓ La reconnaissance de sol doit permettre de reconnaître le sol sur une profondeur suffisante sous la base des pieux s'il n'y a pas d'anomalie. Le DTU 13.2 « Fondations profondes » ;

- ✓ Dans les sols sableux, il faut utiliser la technique de pieux forés ou similaires.

I.2.5.b Pathologies des dalles

Les dalles de béton sont parfois exposées à des affaissements partiels ou complets à partir de leur niveau spécifié, et à diverses perturbations, pour de nombreuses raisons, dont elles :

- Insuffisances de l'épaisseur du dallage ;
- La mauvaise qualité du béton ;
- Fuite de canalisation sous le dallage ;
- Mauvaise conception du réseau de drainage ;
- Erreur d'exécution, de conception et du dimensionnement ;
- Défaut d'étudier la géotechnique ;
- Construire dans des zones très humides ou à proximité de marécages.

- **Les conséquences :**

- Les affaissements de surface réduite ;
- Les soulèvements (ex : gonflement des argiles) ;
- L'augmentation de la porosité du béton et sa décomposition ;
- Les fissurations.

- **Recommandations :**

- ✓ Démolition et réparation de joints détériorés ;
- ✓ Utilisation de ciment à faible teneur en chaux dans les sols très humides.

I.2.5.c Pathologies des Planchers

Plancher est un dallage supérieur, ouvrage séparation horizontal entre deux étages d'un bâtiment. Il est sujet à détérioration selon sa nature pour des raisons que nous mentionnons.

- **Métallique :**

- Corrosion ;
- Mauvaise résistance mécanique ;
- Perte de tension de tenue.

- **Poutrelles-hourdis :**

- Éclatement des entrevous ;
- Rupture de poutrelles sous l'action de charges ponctuelles ;
- Mauvaise prise en compte des charges.

- **Béton armé ou précontraints :**

Cela se traduit surtout par des fissurations classiques, des épaufrures et de la corrosion d'armatures.

I.2.5.d Pathologies des murs maçonneries

Afin d'éviter les catastrophes et les risques qui surviennent dans les installations de construction porteuses, nous identifions les facteurs de causalité, puis suggérons quelques conseils que les responsables devraient prendre en compte.

- **Les causes :**

- Absence de joint de tassement ou de dilatation ;
- L'élançement des parois étudiées ;
- Manœuvres intempestives ;
- retard apporté au durcissement du mortier de hourdage ;
- charges excessives sur des trumeaux de trop faible dimension ;
- pression du vent.

- **Les conséquences :**

- Des fissures se produisent dans la construction porteuse en raison du grand espacement ;
- tension des structures du bâtiment ;
- Fissures superficielles ou profondes (risque élevé, faible) ;
- Faïençage.

I.2.5.e Pathologies des fissures

Les fissures sont des perturbations qui apparaissent sur les murs (intérieurs et extérieurs) qui expriment une déformation ou un manque de résistance, et elles se trouvent dans des éléments plats (sols, dallages...) et linéaires (arc, colonnes...etc.) ou entre murs et collines.

Ces dernières sont appelées fissures de séparation, causées par une pression excessive sur la structure ou un défaut de construction.

- **Classement des fissures selon leur direction :**

D'autres types de fissures peuvent avoir plusieurs directions :

➤ Diagonale (à 45 degrés) :

C'est l'encoche la plus excitante compatible avec :

- Soit le nivellement différentiel (en sols compressibles) ;
- Soit pour les contraintes horizontales (défaillance du ferrailage) ;
- Soit pour surcharge du porte-à-faux (arcs de mauvaises dimensions) ; etc.

➤ Verticale :

Compatible avec :

- Fissuration des murs en maçonnerie due à la mauvaise qualité des joints et à l'effet du gel ;
- Fissuration du colis surchargé ;
- Fissuration de la corniche ;
- Mouvement de la structure par rapport au pavage ;
- Eclatement du mur du à une déflexion excessive au milieu de la portée de la poutre située au-dessus ; etc.

➤ Horizontal :

- Fissure de traction horizontale à l'étage supérieur ;
- Fissuration par soulèvement dans l'angle d'une dalle en béton armé ;
- Une fissure le long du sous-sol .une fissure de hauteur moyenne dans la cloison, indiquant un glissement dans le plancher ;etc . [4]

- **Les fissurations liées au fonctionnement de l'ouvrage :**

- Fissuration fonctionnelle mécanique ;
- Fissuration fonctionnelle thermique :
- Le faïençage
- Les microfissures
- Les fissures
- Lézarde

- **Fissures dans les poteaux :**

Les fissures dans les poteaux sont toujours graves et devraient être examinés avec la plus grande attention.

1.2.6 Les phénomènes des pathologies :

1.2.6.a La carbonatation [1]

La carbonatation est un phénomène chimique présent dans l'épiderme du béton tout au long de sa vie, mais avec le temps, atteint des couches de plus en plus importantes.

La carbonatation du béton par le gaz carbonique de l'air (CO_2) est un phénomène naturel qui n'est pas nocif pour le béton. Au cours de la prise et du durcissement. Les ciments se combinent avec l'eau pour former des produits hydratés de caractère basique. Certains de ces produits [KOH , NaOH et $\text{Ca}(\text{OH})_2$] restent dissous dans la solution aqueuse interstitielle du béton (dont le pH est compris entre 12 et 13). Le CO_2 pénètre sous forme gazeuse dans le béton d'enrobage et réagit avec les hydrates du ciment, en particulier la portlandite $\text{Ca}(\text{OH})_2$, pour former en présence d'eau, de la calcite CaCO_3 suivant la réaction :



Cette réaction entraîne la consommation de bases alcalines présentes dans la solution interstitielle des bétons aboutissant à une diminution du pH qui passe d'une valeur de 13 à une valeur inférieure à 9. Le taux de carbonatation dépend principalement de l'humidité relative, de la concentration en CO_2 , des différentes pressions partielles de CO_2 et de la température de l'environnement où le béton est placé.

La progression du CO_2 dépend de la perméabilité de ce dernier. L'état hydrique du béton influe sur sa perméabilité. Lors de la réalisation d'ouvrage en béton, un seuil de perméabilité du béton est fixé de manière à limiter la pénétration d'agents agressifs comme le CO_2 . Ce seuil dépend de l'exposition de l'ouvrage (état hydrique).

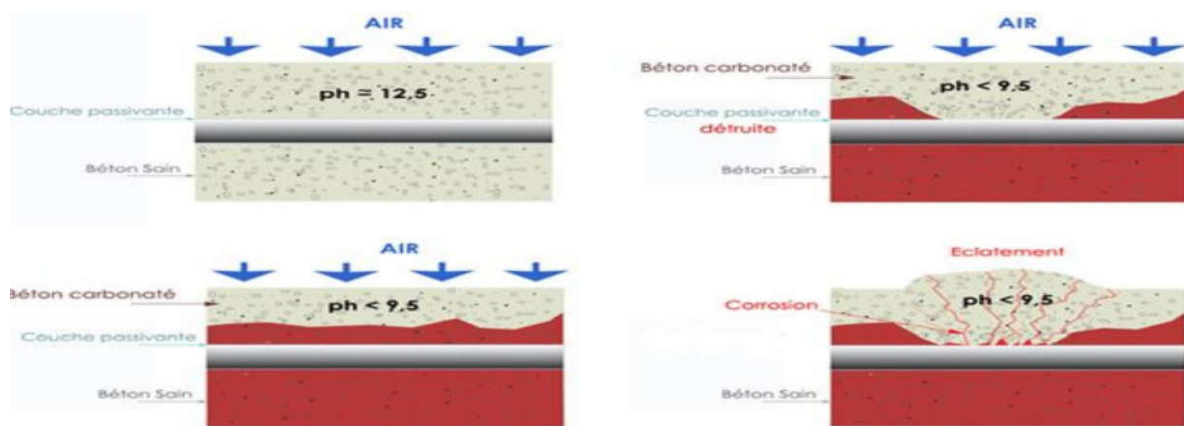


Fig. I.4 : Processus de carbonatation. [1]



Fig. I.5 : Carbonatation du béton. [3]

I.2.6.b Corrosions 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. [3]

La corrosion est liée à deux phénomènes distincts :

- **L'attaque des armatures par des chlorures : [3]**

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 O₂ et H₂O pour soutenir la réaction).

- **Les chlorures contenus dans le béton peuvent provenir : [1]**

➤ **Soit du béton lui-même** : par l'intermédiaire de l'eau de gâchage, d'un adjuvant ou de granulats contenant des chlorures ;

➤ **Soit de l'environnement extérieur** : embruns marins, sels de déverglaçage ou produits chimiques qui pénètrent dans le béton par diffusion et/ou par convection selon le taux de saturation du matériau.

I.2.6.c Traces d'humidité

Ce sont des tâches qui prennent une couleur légèrement différente de celle de mur, elle cause différents dommages :

- Diminution de l'efficacité de l'isolation ;
- Dégradation des enduits et peintures ;
- Corrosion des aciers du béton armé ;
- L'éclatement des briques sous l'effet du gel de l'eau.

I.2.6.d Tassement

L'affaissement fait référence à la déformation de parties du bâtiment à la suite de la chute du sol de base, due à plusieurs facteurs, notamment :

- L'erreur dans une étude géotechnique ;
- La pression est supérieure à ce que la structure peut supporter ;
- L'eau.

- **Tassements uniformes : [1]**

Les tassements uniformément repartis affectent peu la structure les mouvements qui en résultent peuvent cependant endommager les services et accessoires tels les conduites d'eau et les passages souterrains. (Fig. I.5).

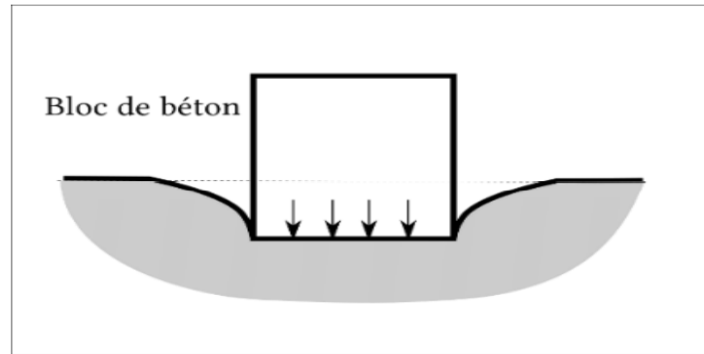


Fig. I.5 : Tassement uniformément réparti. [1]

- **Tassements différentiels :** [1]

Quand on parle de tassement différentiel on désigne le mouvement relatif de différentes parties de la structure qui résulte d'une consolidation inégale du sol d'appui. Cela peut parfois entraîner la ruine de l'ouvrage. (Fig. I.6)

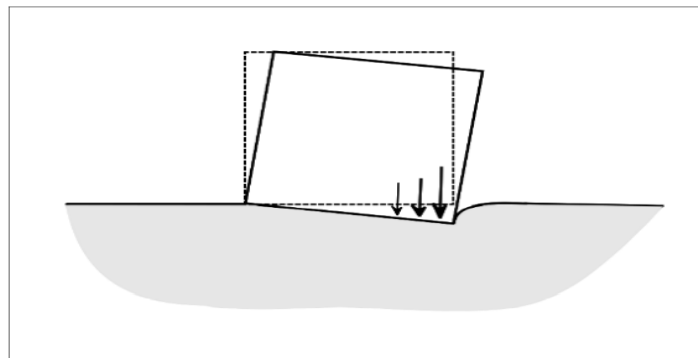


Fig. I.6 : Tassement différentiel. [1]

1.3 Des cas précédents des pathologies du bâtiment au niveau national

1.3.1 Projet 01 : Expertise du centre intensif des langues à l'université de Biskra [5]

Du Centre Intensif de Langues de l'Université de Biskra. Nous nous intéressons principalement à l'évaluation Atteindre le niveau des maladies pour identifier les causes des troubles et proposer des solutions réparations appropriées.



Fig. I.7 : Le centre intensif des langues à l'université de Biskra.

I.3.1.a Informations générale sur l'ouvrage

- Largeur : 50m
- Longueur : 50m
- Hauteur : 9m

Ce bâtiment a 4 façades, Il se compose d'un rez-de-chaussée et d'un premier étage. Il offre une gamme d'espaces pédagogiques, dont : 20 enfilades de cour, 01 salle équipée d'un laboratoire numérique, 04 autres salles sont en cours installation. Salle Internet, deux salles de réunion, administration (09 bureaux + éducation) et enfin une cafétéria.

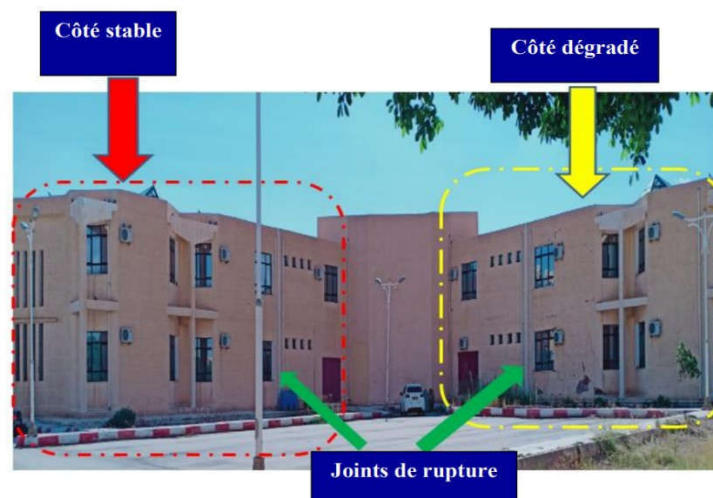


Fig. I.8 : Le côté stable et le côté dégradé du centre.

I.3.1.b Désordres constatés de ce bâtiment

- **Au niveau de la façade**
 - Dégradation d'enduit de la façade et éclatement de celui des murs extérieurs. (Fig. I.9)
 - Fissuration inclinée sur les parois extérieures des classes au deux niveau. (Fig. I.10)
 - Apparition des végétations. (Fig. I.11) (Fig. I.12)



Fig. I.9 : Éclatement de mur en maçonnerie



Fig. I.10 : Des fissures inclinées sur les murs.



Fig. I.11 : Apparition de végétations (indice de longue période d'infiltration d'eau).



Fig. I.12 : Les racines des arbres et les plantes ont provoqués l'éclatement et gonflement des carrelages

Infiltration d'eau dans le sol de fondation

Il s'agit ici de 4 sources d'infiltration d'eau :

- Eau d'arrosage de l'espace vert ;
- Eau usée venant du regard et des canalisations enterrées liées aux toilettes près des salles d'internet (Fig. I.13). Cette eau semble qu'elle a le plus grand impact sur le tassement constaté.
- Eau issue des fuites des citernes : celle qui se trouve à la terrasse et l'autre qui se trouve en bas du mur ;
- Eau pluviale sans système d'évacuation. (Fig. I.14)



Fig. I.13 : L'existence d'une crevasse sous et à côté d'une conduite d'eau pluviale.



Fig. I.14 : Dégradation d'un regard des eaux usées.

- **Au niveau du mur en maçonnerie**

- Apparaissent de longues lézardes causées par le tassement différentiel. (Fig. I.15, Fig. I.16)
- Décollement des enduits dans quelques cloisons. (Fig. I.17)
- Des fissures inclinées d'un angle 45° lié à au tassement différentiel. (Fig. I.18)
- Eclatement et détérioration des murs en brique. (Fig. I.19) (Fig. I.20)



Fig. I.15 : Fissuration verticale au niveau des murs cloisons provoquant leur décollement du poteau.

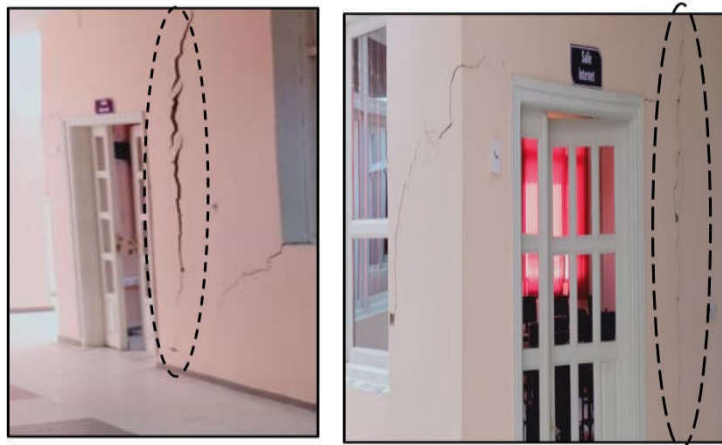


Fig. I.16 : Fissure verticale au niveau d'un mur en brique (Longues lézardes).



Fig. I.17 : Décollement de l'enduit et éclatement d'une partie d'un mur dû à un tassement différentiel.

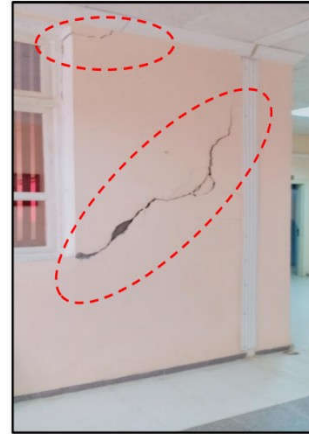


Fig. I.18 : Fissure inclinée au niveau d'un mur cloison.

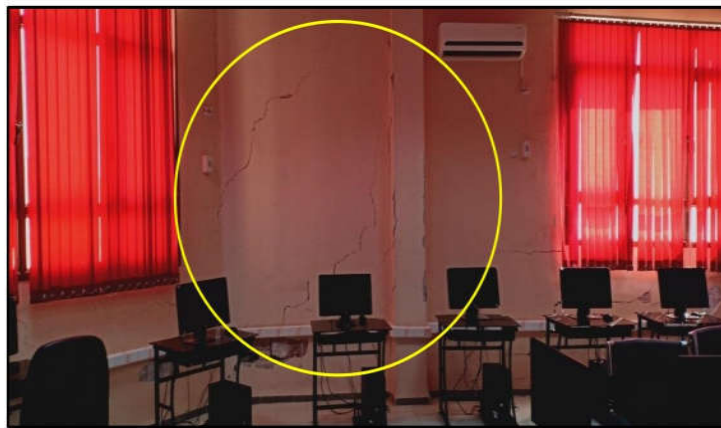


Fig. I.18 : Détérioration des murs en maçonnerie dans la salle d'internet.



Fig. I.19 : Détérioration des cloisons du Hall.

- **Au niveau des éléments porteurs :**

- Il n'y a pas de fissures sur les poteaux et les poutres et les planchers (la structure porteuse reste stable). (Fig. II.20)



Fig. I.20 : La structure porteuse, jusqu'à maintenant reste non dégradée.

I.3.1.c Interprétations du phénomène lié à la fissuration

- **Nature des couches le terrain de fondation**

Le sol composé d'une épaisseur de 1.5 m de la couche de remblais et une couche de sable argileux de plus de 4m, si elles sont le sujet d'infiltration d'eau, il y a des risques de tassement différentiel des fondations, surtout avec le type de semelles isolées. Comme il faut signaler qu'il y a une possibilité que les particules fines de sable soient transportées par l'eau, influant négativement sur la porosité, Ce qui favorise le tassement différentiel des fondations.

- **Effet d'infiltration d'eau :**

Il est connu par les géotechniciens, que la variation de l'état hydrique dans le sol durant une longue période peut engendrer plusieurs effets sur le comportement du sol, affectant finalement les fondations. Dans notre cas d'étude, les fissures apparues sur les murs, elles sont probablement issues d'un tassement différentiel des terrains sous-jacents. Donc les fondations seront la cause directe des fissures dans le mur, ces fissures peuvent nuire à la stabilité de l'ouvrage. La fissuration affecte d'avantage l'aspect esthétique que l'intégrité structurale de l'ouvrage. Il est donc important, lors de la conception et de la construction des ouvrages, de prendre les précautions nécessaires pour limiter la fissuration à un niveau acceptable.

I.3.1.d Les Causes

Plusieurs facteurs, ou leur combinaison peuvent être la cause de la fissuration :

- Un phénomène de retrait-gonflement d'une partie argileuse du sol dû à la sécheresse ;
- La rupture d'une canalisation enterrée ou la dégradation d'un regard d'eau usée, provoque l'infiltration d'eau dans le sol de fondation pendant une longue durée, ce qui change localement la consistance du sol en pied de mur ;

- La présence de remblai dans le sol d'assise avec la charge importante de structure ces derniers peuvent être à l'origine d'un affouillement sous les fondations. L'affouillement du sol est l'action de l'eau en mouvement qui creuse des cavités sous les fondations ;
- Manque d'avales dans cette zone, qui permettent l'évacuation des eaux pluviales et les eaux excédentaires des citernes de terrasse..
- A la négligence et au manque d'entretien.

I.3.1.e Solutions et mesures préventives

Après les constatations et l'étude des causes probables des dégradations du bloc de langue au niveau de l'université, il est nécessaire de prendre une décision définitive pour remédier aux anomalies et préciser l'ensemble des travaux à exécuter et des mesures d'entretien préventives qui seront prévus.

- **Les travaux d'assainissement**

On ce qui concerne les travaux à réaliser pour la réhabilitation de ces dernière :

- Eliminer les fuites d'eau dans les canalisations,
- Régler le problème des infiltrations des eaux usées et réparer les regards qui sont dans un état de dégradation très avancé,
- Reconstitution de ceux qui présentent des signes de dégradations très avancés.
- Réaliser des avaloirs pour évacuer l'eau pluviale et l'eau venant de la terrasse.

- **Les travaux concernant le sous-sol et les fondations**

Un renforcement du sol par des injections de coulis de ciment dans le sol. Cette 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, de coulis à base de produit chimique liquide ou de résines.

- **Les travaux pour la superstructure et les murs en maçonneries**

Les travaux doivent être réalisés après la stabilisation du sol :

- **Remplacement de la partie endommagée** : il s'agit de remplacer le matériau de la partie fissurée ou menacée par la dégradation et de reconstruire avec le même matériau ou d'autres dont la résistance et la déformabilité seront similaires.
- **Reprise des fissures** : Elle consiste à intercaler entre les lèvres de la fissure des éléments plus résistants et plus rigides tels des agrafes métalliques, des morceaux de brique, etc.
- **Injection** : les fissures dont l'épaisseur est comprise entre 0,3 et 3mm peuvent être réparées par injection de mortier de ciment.

I.3.2 Projet 02 : Etude d'induction d'un bâtiment industriel [6]

Etude d'induction d'un bâtiment industriel dans le style R+3 dans la période coloniale et a subi de grandes perturbations dues au récent tremblement de terre Aïn Témouchent en 1999.



Fig. I. 21 : Vue de façade du bâtiment R+3

I.3.2.a Description générale de l'ouvrage étudié

L'ouvrage est une construction en Rez-de-chaussée plus trois étages en forme d'un plan rectangulaire de (29,4 × 11,1) m.

L'ouvrage est utilisé comme un usine pour les différentes opérations de production de blé Cette construction est implantée sur un terrain situé en zone II a de moyenne séismicité, (Règles parasismiques Algérienne, RPA 99 version 2003. Ain-Témouchent), de hauteur totale de 16,60 m.

La structure porteuse verticale est assuré par des murs porteurs en moellon (50cm d'épaisseur environ) et des poteaux en béton armé, or la structure porteuse horizontale est composée de planchers en dalle nervuré, et reposant sur les murs porteurs en extrémité et d'une poutre principale au milieu,

L'ancrage de cette construction au sol est assuré par un système des fondations en rigole (assemblage des pierres dur avec la chaux) tout auteur de mur porteur, et des semelles isolé en béton armé sur les six poteaux centrale.

Les murs porteurs sont réalisés en maçonnerie de pierre calcaire à base de la chaux hydraulique (en moellon), plus un parement en brique pleine sur les façades extérieures.

La circulation verticale est assurée par des escaliers métalliques situés au milieu du bâtiment.

Les canalisations : Après la recherche qu'on a fait, nous allons trouver qu'il y a des canalisations pour l'évacuation des eaux de nettoyage de blé, mais on ne trouve pas tous les informations sur les dimensions et la position de ses canalisation, car l'unité n'est pas fonctionnelle et l'axé est impossible, et les fiches techniques n'existe pas.

I.3.2.b Relevé Pathologique

➤ Les murs porteurs

En général les désordres observées sur les murs porteurs se présentent sous forme de lézardes à 45° en

élévation créées par le séisme de 99, on peut trouver :

- Lézardes passantes : traversent le mur dans toute son épaisseur. (Fig. I.22)
- Lézardes non passantes : la fissuration n'est pas profonde. (Fig. I.23)
- Lézardes capillaires : elles sont à peine visibles (sur les enduits).

Il y a aussi des fissures en double diagonale (crois) due au mouvement sismique (Fig. I.24), et des fissures horizontales au niveau des appuis de plancher et entre les ouvertures. (Fig. I.25)

Le décollement des enduits qui est due en générale a l'humidité et les eaux de nettoyage de blé, sans oublier les dégâts du séisme.

- **Le dernier étage : est le plus endommagées, plusieurs fissures sont apparaître sur les murs porteur, et surtout au niveau des fenêtres et des ouvertures.**

Tous ses désordres sont évoluées a cause des vibrations des machines qui restent fonctionnelles pendent deux années après le séisme.



Fig. I.22 : Fissures profond (le dernier étage).



Fig. I.23 : Fissure superficielle en diagonale 45°.



Fig. I.24 : Fissure en double diagonales (crois) due au mouvement sismique



Fig. I.24 : Fissure horizontale

➤ **Les planchers** : Les plancher sont en dalle pleine nervuré appuient au milieu sur des poteaux en béton armé et poser à l'extrémité sur le mur porteur. Ses planchers a était affrontées plusieurs désordre tel que :

- Déformations importantes dans les nervures, flèche exagérée aux planchers (Fig. I.26.a).
- Endommagement par fatigue à cause de l'effet du séisme et de la charge importante.
- La corrosion des armatures dans les zones ou les aciers sont apparents.
- Des plusieurs ouvertures a était créés pour les conduites et les équipements des machines
- Des fissures au niveau de l'encastrement des nervures dans le mur porteur.
- Le vieillissement des matériaux (pierre, brique, béton...)



Fig. I.26 : Les pathologies constatées dans les planchers

La Fig. I.22 représente les dégâts relevés dans les différents planchers, en peut les définir comme suite :

- a) Flèche importante dans le plancher (2ème étage).
- b) Des trous pour les conduites des machines.
- c) Une nervure cassée.
- d) Fissures au niveau de l'encastrement des nervures dans le mur.
- e) La corrosion des armatures apparentes.
- f) Les taches de rouille.
- g) Effondrement des parties de plafond (le dernier étage).
- h) Des tuyaux et des conduites en bois traversent les planchers.

➤ La façade du bâtiment

- Les pathologies constatées dans les façades sont comme suite :

- Pollution urbaine et biologique des façades.
- Décollement des peintures de façade.
- Enduit de façade : fissures et décollement d'enduit façade sur certains endroits.
- Dégradation des joints des façades.
- Dégradation des éléments décoratifs en plâtre. (Fig. I.27 a)
- Endommagement des fenêtres (verre cassé, déformation dans les cadres, des salissures...). (Fig. I.27 b)
- Décollement locale par plaques des enduits. (Fig. I.28)
- L'apparition des fissures sur les corniches (quelques-unes dues au séisme).
- Démolition des murs dans la façade interne pour l'évacuation des équipements lourds du moulin. (Fig. I.29)



Fig. I.27 : a) Dégradation des éléments décoratifs de plâtre.
b) Décollement par plaques des enduits.

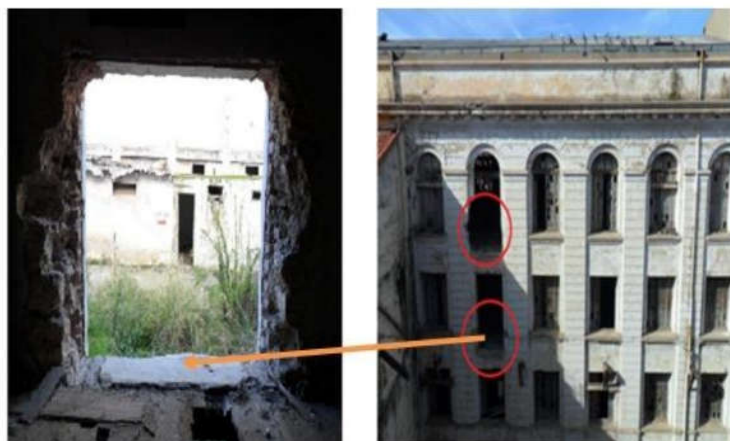


Fig. I.28 : Démolition des murs pour l'évacuation des équipements du moulin (Façade interne).

➤ La terrasse

- L'apparition des herbes sur le revêtement de la terrasse.
- Disparition d'une partie de toiture.

- Concentration des déchets.



Fig I.29 : L'état de la terrasse.

I.3.2.c Les causes des désordres

L'analyse et l'étude des désordres manifestés, commencer par la détermination des causes principales (et même secondaires) qui sont à l'origine de ses dégâts, on distingue :

- **Le séisme de 1999**

Tous les dégâts structurels sont créés à cause de séisme, tel que les fissures profondes dans le dernier étage et les déformations importantes dans les planchers.

- Les facteurs climatiques et environnementaux

L'action de la pluie qui est créé la dégradation mécanique directe par la violence avec laquelle les gouttes percute les surfaces des façades.

- L'humidité de l'air et l'eau souterraine qui induisent des pressions locales élevées
- Transport des gaz provenant de la pollution atmosphérique.
- Les effets du vent sur les façades.

- Le vieillissement des matériaux

A travers leur durée de vie, les matériaux de construction peuvent être sujet à des réactions physico-chimiques, ce qui peut diminuer de leur qualité, cela entraîne forcément des dégradations plus ou moins importantes du bâtiment.

- Les dégâts crée pendant le déménagement des équipements

- Plusieurs fenêtres et murs sont détruits pour sortir les équipements lourds.
- La création des plusieurs trous dans les planchers surtout dans les zones de fixation des machines et des conduites.

- Le poids des machines et leurs vibrations

La charge concentrée des machines, plus la vibration itérative des moteurs.

➤ La négligence et l'absence d'entretien

Qui est l'origine de beaucoup de désordres qui s'accroissent avec le temps.

I.3.2.d Recommandations et avertissements

- La première étape qui doit faire avant de commencer les travaux c'est le nettoyage des surfaces de travail (débarrasser les déchets qui restent après le déménagement des équipements).
- Il faut assurer des bons étais des planchers dégradés et des murs endommagés.
- Il faut ordonner les travaux et respecter le planning : commencer par la réparation des éléments structuraux et porteurs du bâtiment tel que les planchers et les murs puis passer aux éléments secondaires tels que les enduits, les fenêtres, les escaliers...
- Pour le bétonnage des éléments en béton on doit utiliser une granulométrie réduite et un adjuvant super plastifiant, éventuellement un accélérateur de durcissement ou, à défaut, lorsque les zones de réparation sont réduites (épaufures) utiliser un mortier commercial à faible granulométrie et bonne adhérence avec le vieux béton.
- Respecter le mode d'emploi lors de la préparation de mortier de chaux. Prendre un soin particulier pour l'installation des supports de coffrages des éléments de béton armé.
- Le décoffrage doit se faire après un durcissement avancé.
- Pendant toute l'opération de réfection il faut éviter de surcharger les éléments en béton et en libérant pendant les travaux.

I.3.3 Projet 03 : Lycée Dr Benzedjeb [7]

Le lycée Dr BENZEDJEB est situé au sud de la ville de Tlemcen. Ces coordonnées Lambert (centre du terrain) sont les suivantes : $X=132,850\text{m}$; $Y=182,800\text{m}$. De forme trapézoïdale, il est limité au sud par le boulevard de l'A.L.N., à l'est par le boulevard Hamsali Sayah, au nord par la maison des handicapés et à l'ouest par une rue secondaire.

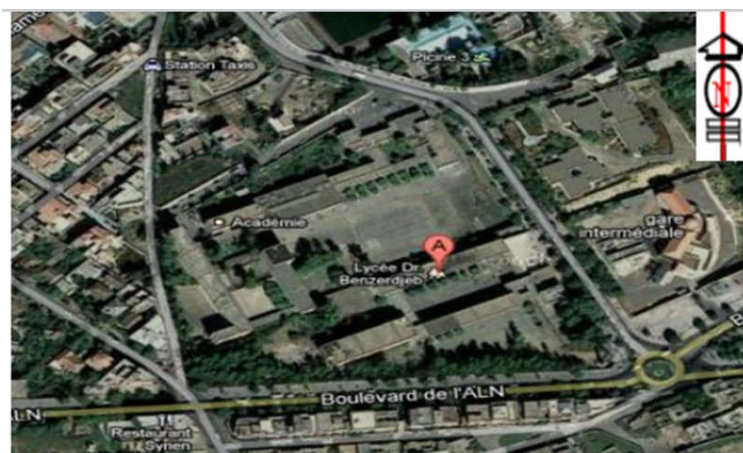


Fig. I.30: Situation de lycée Dr BENZEDJEB (Google Earth).

I.3.3.a Etude le bâtiment bloc des classes

Le bâtiment est composé de (sous-sol + RDC + 2 étages + terrasse inaccessible).

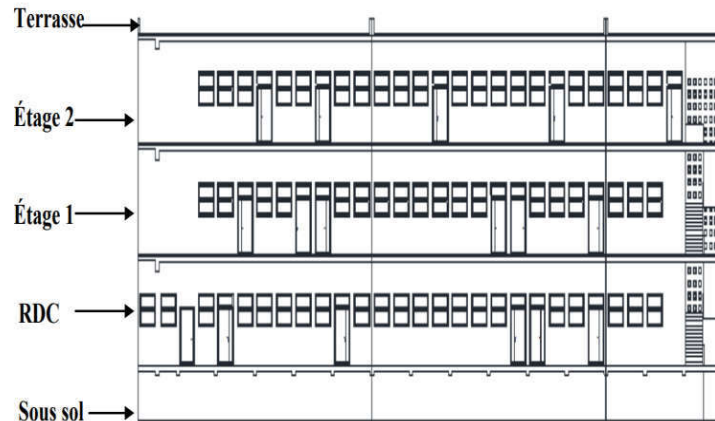


Fig. I 31 : Coupe A-A du bloc des classes spécialisées.

I.3.3.b Localisation des fissures

La majorité de fissures structurelles sont concentrées dans les parties 2 et 3.

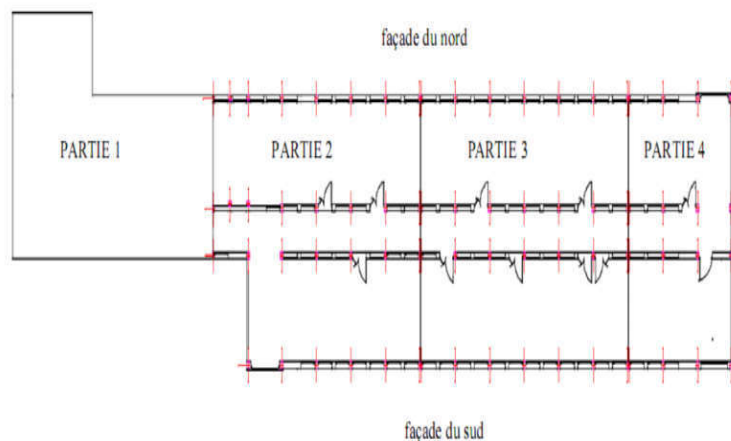


Fig. I.32 : Plan représente les parties du bâtiment.

I.3.3.c Relevé pathologique

- A l'extérieur de l'ouvrage

- Au niveau des Façades

Les murs du pourtour constituant l'extérieur du bâtiment sont généralement en état acceptable à l'exception de l'apparition des fissures inclinées et horizontales surtout en partie 2 et 3 qui nécessitent un traitement.

- Façades du sud

Les pathologies constatées dans cette façade sont comme suite :

- Décollement d'enduit en certains endroits.

- Ecaillage de la peinture et présence des taches humide dans le pied de mur et au niveau des bandeaux des fenêtres.
- Ravalement en enduit mortier bâtard, vétuste, bien que le corps d'enduit soit en état de conservation acceptable.
- Illustrations de la fissuration a la jonction de la dalle de la toiture terrasse avec son acrotère.
- Translation d'un bloc par rapport à un autre.
- Ouverture du joint de dilatation. - Dégradation des bandeaux (en béton armé) des fenêtres.
- Cage d'escaliers c'est la partie la plus touché par les désordres (fissure verticale et inclinée, décollement des enduits).
- Les menuiseries bois existantes sont pour leur âge en mauvais état (partie 2 et 3), surtout lorsqu'on considère l'absence totale de protection (peinture, auvent ...). Néanmoins, les ouvrants ne sont pas tous en mesure d'assurer l'étanchéité à l'eau et à l'air.
- Déformation des cadres, dessèchement / absence de joints mastic à l'huile de lin.


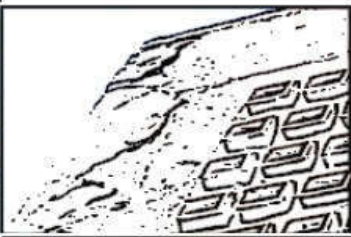

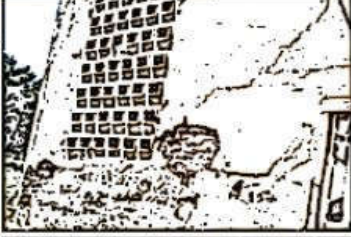

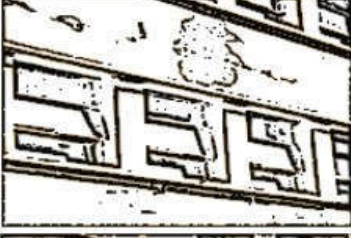


N°	Photo	Schéma	Type et mesure de fissure
01			fissure verticale très important au sommet de cage d'escalier avec une ouverture de 2mm jusqu'à 2cm.
02			fissure inclinée important (5mm) non passantes de 45°, décollement des enduits et microfissures.
03			Fissure horizontale non passant+ décollement des enduits.
04			Microfissures (fissures à peine visibles sur l'enduit), décollement de peinture.

Fig. I.33 : Relevé des fissures dans la façade du sud0.

➤ Façades du nord

Lors de notre inspection nous n'avons pas remarqué de fissures apparentes, cela n'empêche pas qu'il peut y avoir des microfissures qui ont été dissimulé derrière le revêtement mural.

- La vitre des fenêtres cassées et menuiseries en mauvais état (déformation des cadres) dans la partie 2 et 3. (Fig. I.33)
- Présence de l'humidité à cause de l'infiltration des eaux pluviales. (Fig. I.34)



Fig. I.34 : a) Humidité aux niveaux des tuyaux d'évacuation des eaux pluviales
b) Menuiseries en mauvais état.

➤ La végétation

La végétation se trouve très proche de bâtiment. (Fig. I.35)

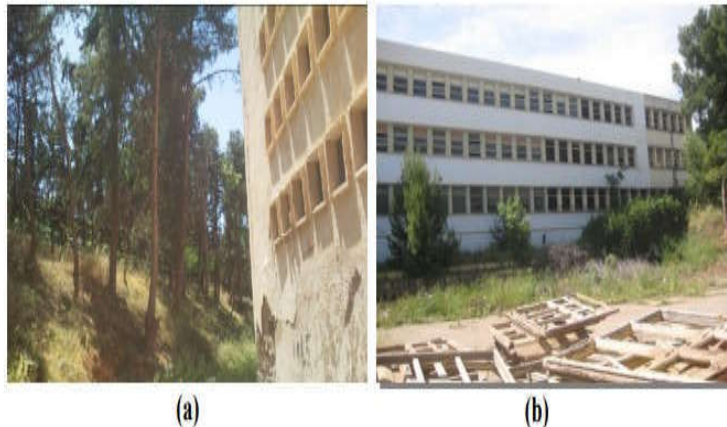


Fig. I.35 : La présence de végétation plus proche de bâtiment.

➤ L'étanchéité de la terrasse

L'étanchéité de la terrasse est défectueuse avec une dégradation laissant apparaître le support par endroit.

- Bouchage des drains par les graviers au niveau des terrasses et la stagnation des eaux.
- Infiltration des eaux pluviales.
- Fissuration éparses facilitant l'infiltration des eaux de pluie.

- Dégradation par vieillissement du liant de liaison.
- Points singuliers de dégradation sur chéneau (rejaillissements, dégradations).
- Le relever de l'acrotère qui protégé de pax aluminium de fin de vie.

- **A l'intérieure de l'ouvrage**

- *Au niveau de sous-sol*

Dans notre visite du sous-sol qui été difficile à cause de l'absence de la lumière on a distingué quelque désordre :

- Murs en maçonnerie de pierres généralement en bon état, sauf des dégradations des enduits de jointement (mortier de ciment) de pierre.
- La stagnation des eaux potables ou usées dus à l'endommagement de système d'évacuation des eaux.
- Accumulations des déchets (pierre, terre, Debré végétaux, cassure des tuyaux d'évacuation des eaux).
- Tuyauteries d'alimentation extrêmement endommagé.




N°	Desordre observé	Photo
01	Stagnation des eaux potables ou usées.	
02	Corrosion des tuyaux des eaux potable.	
03	Accumulations des déchets.	

Fig. I.36 : Les désordres observés au sous-sol.

- Illustration des désordres par élément de la partie 2 et 3

- *Au niveau des poteaux*




N°	Desordre observé	Photo
01	Eclatement du béton dans le poteau de joint de dilatation au deuxième étage avec la présence de corrosion des armatures.	
02	Fissure oblique non passant (L = 2m, Ep = 1,5cm) + éclatement de béton au pied de poteau (partie 2, premier étage)	
03	Séparation entre le poteau et le mur (cage d'escalier)	

Fig. I.37 : Les désordres observés au niveau des poteaux.

• Au niveau des murs cloisons


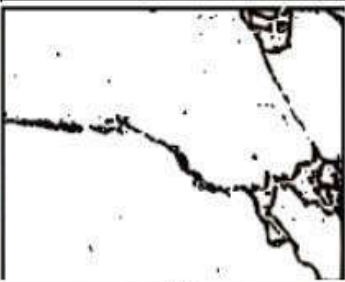



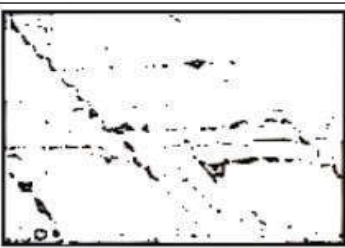






N°	Photo	Schéma	Type et mesure de fissure
01			Fissure en étoile traversent le mur dans toute son épaisseur, décollement des enduits de plâtre.
02			Fissure inclinée très importante d'un angle variant de plafond jusqu'à la dalle (L = 4,5m, Ep = 2cm).
03			Plusieurs fissures de 1mm jusqu'à 5mm (horizontales et inclinées de 45°) dans toute la surface du mur, décollement des enduits.
			Lézardes traversent le mur dans toute son épaisseur, décollement des enduits.
05			Lézardes passantes inclinées débutant du sommet de porte jusqu'à la dalle (L = 3m, Ep = 1,5 cm).
06			Lézardes passantes inclinées de 45° avec une ouverture de 8mm.

Fig. I.38 : Les désordres observés au niveau des poteaux.

- Au niveau des murs cloisons


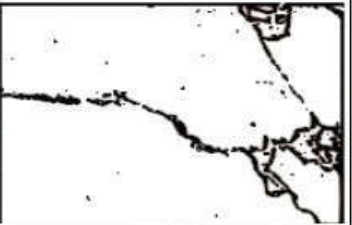

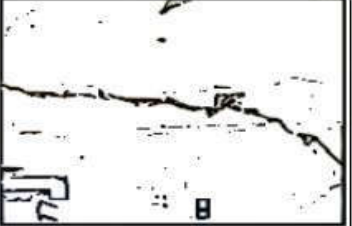

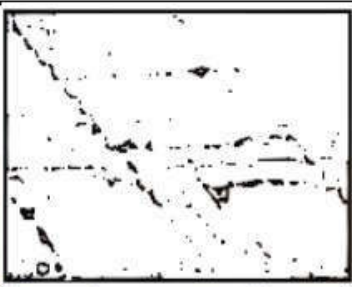






N°	Photo	Schéma	Type et mesure de fissure
01			Fissure en étoile traversent le mur dans toute son épaisseur, décollement des enduits de plâtre.
02			Fissure inclinée très importante d'un angle variant de plafond jusqu'à la dalle (L = 4,5m, Ep = 2cm).
03			Plusieurs fissures de 1mm jusqu'à 5mm (horizontales et inclinées de 45°) dans toute la surface du mur, décollement des enduits.
			Lézardes traversent le mur dans toute son épaisseur, décollement des enduits.
05			Lézardes passantes inclinées débutant du sommet de porte jusqu'à la dalle (L = 3m, Ep = 1,5 cm).
06			Lézardes passantes inclinées de 45° avec une ouverture de 8mm.

Fig. I.39 : Relevé des fissures dans les murs cloisons.

- Les murs extérieurs et les murs de couloir




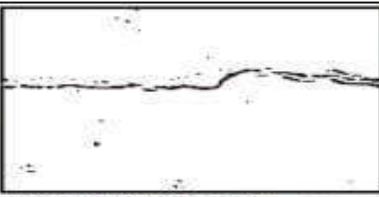










N°	Photo	Schéma	Type et mesure de fissure
01			Fissure vertical (7mm) dans la colonne courte entre fenêtres, microfissures.
02			Fissure horizontal d'une épaisseur de 4mm.
03			Lézard horizontale et vertical à côté de la fenêtre (RDC), microfissures et décollement des enduits.
04			Fissure vertical au niveau de coin de la fenêtre d'une ouverture de 1cm.
05			Fissure incliné fine non passant et décollement des enduits.
06			Lézardes verticale passante, décollement des enduits au sommet du mur, détachement des murs de la dalle et présence de l'humidité.
07			Lézardes oblique traversent le mur dans toute son épaisseur et microfissures.

Fig. I.40 : Relevé des fissures dans les murs extérieurs et les murs de couloir.

• Au niveau de cage d'escalier






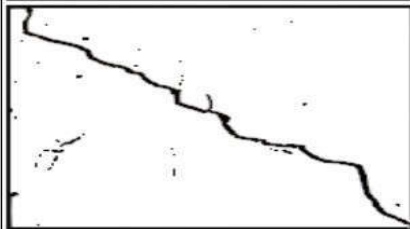
N°	Photo	Schéma	Type et mesure de fissure
01			Fissure de forme d'escalier (Ep=3mm) avec une hauteur de 1,5 m
02			Séparation entre poteau et le mur + fissure inclinée de 45° (L=3m, Ep=1 cm).
03			Fissure inclinée de 45° (L=4m, Ep=1,2cm).

Fig. I.41 : Relevé des fissures dans la cage d'escalier.

• Au niveau de Joints de dilatations




N°	Desordres observé	photo
01	Translation d'un bloc par rapport à l'autre entre la partie 2 et 3 plus des microfissures et le détachement de la dalle et l'acrotère .	
02	Translation d'un bloc par rapport à l'autre de 10cm (2 ^{eme} étage entre la partie 2 et 3).	
03	Ouverture de joint de dilatation de 7cm (RDC).	

Fig. I.42 : Les désordres observés au niveau des Joints de dilatations.

- **Au niveau des dalles**





N°	Desordre observé	photo
01	La peinture de plafond complètement terni du a la présence de Humidité (l'infiltration des eaux)(1ere étage de la partie 2).	
02	Eclatements d'enduit de plafond des dalles pleines, humidité (RDC).	
03	Décollements du béton et des armatures apparentes corrodées avec perte de section (section réduite) au niveau de poutre de joint de dilatation de la partie 2 (RDC).	
04	Détachement des murs au niveau de planché.	

Fig. I.43 : Les désordres observés au niveau des dalles.

I.3.3.d Les causes des désordres

- Le tassement différentiel ;
- Phénomène de retrait ;
- Phénomènes d'érosion interne ;
- L'humidité :
- Les sources d'humidité.
- Les remontées capillaires.
- L'humidité de condensation.
- L'humidité d'infiltration.
- La carbonatation
- Les travaux de démolition de la partie 1

I.3.3.e Recommandations

- Etablir un niveau de sécurité supérieur à l'état actuel
- Le choix du mode de réparation le mieux adapté importe. Ensuite, on conforte les solutions envisagées au problème posé en vue d'en vérifier la validité dans le contexte imposé.
- L'étude de faisabilité, qui tient compte des difficultés d'exécution, des produits et des matériels à mettre en œuvre, des méthodes d'exécution, des contrôles à effectuer l'étude économique qui conforte les couts respectifs des divers solutions possibles, et en fait la balance avec le cout d'un ouvrage neuf, auquel s'ajouterait le cout de la démolition.

Il a été procédé à la réhabilitation de la structure par :

- Reconstruction des murs cloisons endommagés.
- Protection de l'infrastructure.
- Intervention sur les planchers.
- Réfection de revêtement de sol en carrelage.
- Le traitement des fissures et des enduits.
- Traitements des menuiseries existant.
- Le traitement des façades.
- Le renouvellement des équipements techniques.

I.4 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté les résultats de certains travaux antérieurs que d'autres auteurs ont abordés, et ils ont présenté dans leurs projets diverses présentations qui montrent les causes des désordres des structures en béton, en particulier en béton armé. Nous nous sommes également appuyés sur les analyses fournies par les auteurs pour découvrir les causes communes et les résultats des désordres des projets en général. C'est ce qui nous a amenés à proposer de s'appuyer sur quelques recommandations pour remédier à de tels problèmes. A travers quelques-uns des constructions qui ont été étudiés auparavant, nous avons conclu à la fin de ce chapitre en disant que la raison principale de l'émergence des désordres des bâtiments anciens peut résider dans le vieillissement naturel de la structure, compte tenu des matériaux de construction utilisés, ainsi qu'en raison des effets du milieu environnant. Comme pour les bâtiments modernes, les principales causes des grèves sont les structures des constructions, soit la présence d'un défaut à l'étude, soit l'absence de bonne exécution des travaux. Cela nous amène à étudier les projets locaux (anciens et modernes) pour connaître les raisons principales et secondaires de travailler à les éviter lors de l'étude et de la mise en œuvre des projets des constructions.



CHAPITRE II :
Etude d'un Ouvrage récent

CHAPITRE II : Etude d'un Ouvrage récent

II.1 Introduction

Les principales raisons qui causent des dégradations aux ouvrages de construction, est soit la mauvaise exécution des travaux en raison du manque des moyens humaines ou matérielles qualifiée, soit la présence de défauts dans l'étude en raison de la négligence de certaines conditions de base, et en conséquence nous allons parler dans ce chapitre de l'une des ouvrages récentes qui situées dans la zone aride, et Il est représenté dans un bâtiment qui a été endommagé dans la ville d'Adrar après l'achèvement des travaux et avant de l'exploitation de l'ouvrage, et nous le considérerons comme un exemple pour le endommagé des ouvrages récentes, et nous étudierons les maladies auxquelles il a été exposé et chercherons les causes réelles et les conséquences de ses résultats.

II.2 Présentation de l'ouvrage

- **L'ouvrage :** Agence Locale de l'Emploi d'Adrar.
- **Maitre de l'ouvrage :** Agence Nationale de l'Emploi.
- **Localisation de l'ouvrage :** Adrar.
- **Maitre de l'œuvre:** Agence Polyvalente de Recherche et d'études d'Architecture et d'Urbanisme du sud (**APREAU sud**).
- **Control des travaux:** Contrôle Technique de la Construction (CTC Sud-ouest).
- **Dates de l'ordre de services :** 2014.
- **Délai de la réalisation:** 18 Mois.
- **Dates de réception des l'ouvrages:** 2015.
- **La superficie de l'ouvrage:** 900.00 m² (45*20 m).



Fig. II.1 : Agence Locale de l'Emploi d'Adrar.

II.3 La situation

Agence Locale de l'Emploi situé à **ADRAR** chef-lieu de commune et exactement sur le chemin de wilaya qui ment l'aéroport **Cheikh Sidi Mohammad Belkebir**, non lions de nouveau siège de la direction de l'emploi de la wilaya **ADRAR**. (Fig. II.3, Fig. II.4)



Fig. II.2 : Situation de Agence Locale de l'Emploi (Google Earth).



Fig. II.3 : Plan de masse E : 1/1000.

II.4 Description

Ce bâtiment contient trois façades. Il se compose d'un rez-de-chaussée, un étage, parking et trois blocs. Il contient également une réception, 19 bureaux pour les travailleurs, une salle de réunion et 08 salles de bain. (Fig. II.6)

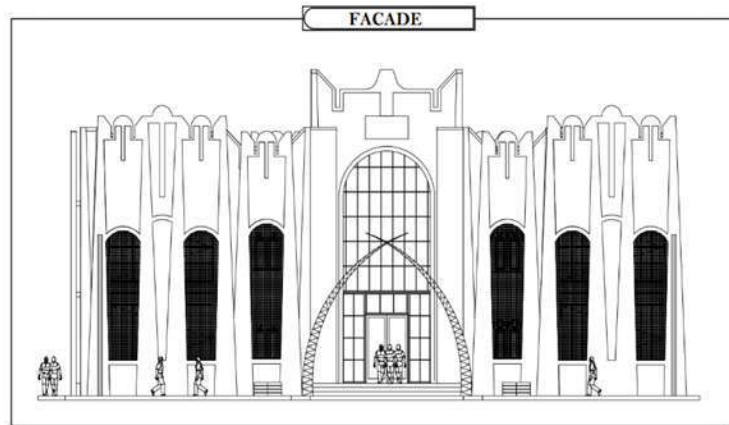


Fig. II.4: Façade principale.

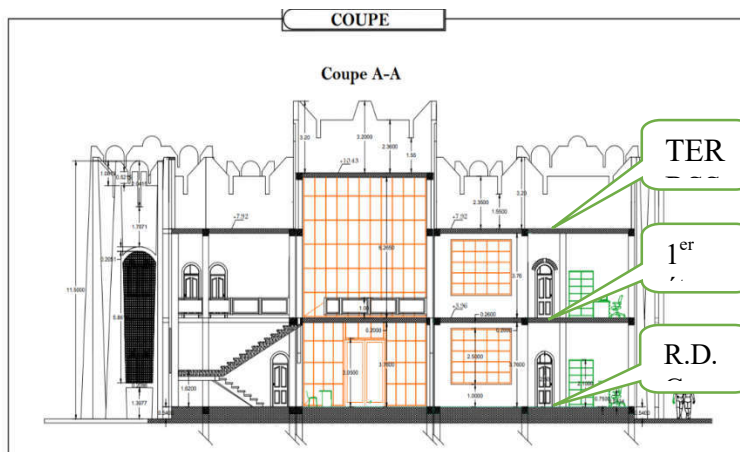


Fig. II.5 : Coupe verticale de (AWEM).

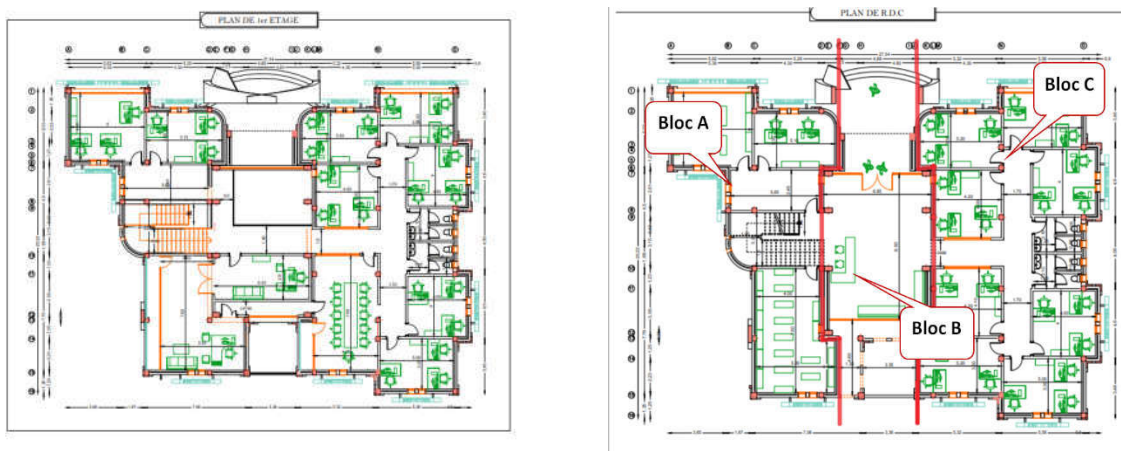


Fig. II.6 : Plan de R.C.D et 1^{er} étage

II.5 Eléments structuraux du bâtiment :

Dans cette agence il y a trois blocs, deux blocs qui ont les mêmes caractéristiques structurelles (**A et C**) et un bloc qui en diffère (**B**).

❖ Eléments structuraux des blocs (A et C)**Les poteaux**

Ils sont en béton armé, deux types des poteaux ont été utilisés :

- P1= (25x25) cm²
- P2= (25x30) cm²

Les poutres

Ils sont en béton armé, des sections :

- P1= (25x35) cm²
- P2= (25x45) cm²

Les chainages

Ils sont en béton armé, des sections :

- Ch1= (25x25) cm²
- Ch1= (25x30) cm²

Les longrines

Les fondations sont rassemblées par des longrines en béton armé des sections :

- L1= (25x30) cm²
- L2= (25x35) cm²

Les planches

Il y a deux types :

- Plancher en corps creux (16 + 4) cm = 20cm
- Dalle plein épaisseur 10cm

❖ *Eléments structuraux de blocs(B)***Les poteaux**

Ils sont en béton armé, trois types des poteaux ont été utilisés :

- P1= (25x30) cm²
- P2= (30x50) cm²
- P3= (1.50x50) cm²

Les poutres

Ils sont en béton armé, des sections :

- P1= (25x35) cm²
- P2= (30x60) cm²

Les chainages

Ils sont en béton armé, de sections:

- Ch1= (25x25) cm²

Les longrines

Les fondations sont rassemblées par des longrines en béton armé des sections :

- L1= (25x30) cm²
- L2= (30x40) cm²

Les planches

Il y a deux types :

- Planches en corps creux (16 + 4) cm = 20cm
- Dalles pleins épissure 10cm

II.6 Étude du sol

Afin de déterminer les propriétés pédologiques du site, a fait laboratoire **LHC SUD** du dossier **237/2012** en date **AOUT 2012**, a réalisé deux types d'expérimentation :

- Un sondage carotté

- Quatre sondages pénétrométrique.

Le sondage carotté(SN01) a été effectuée à une profondeur de 6 mètres (Fig. II.7). Le sol est constitué par une couche de sable moyennement grossier avec des passages de grés jusqu'à la fin du sondage. D'après l'étude de sol , laboratoire a conclu :

- **Contrainte admissible** : 1.50 bars
- **Profondeur d'ancrage** : 1.30 mètre, il y a lieu de dépasser toute épaisseur de remblai éventuel (Fig. II.8).
- **Type des fondations** : semelles isolées dans tous les blocs (A, B et C).

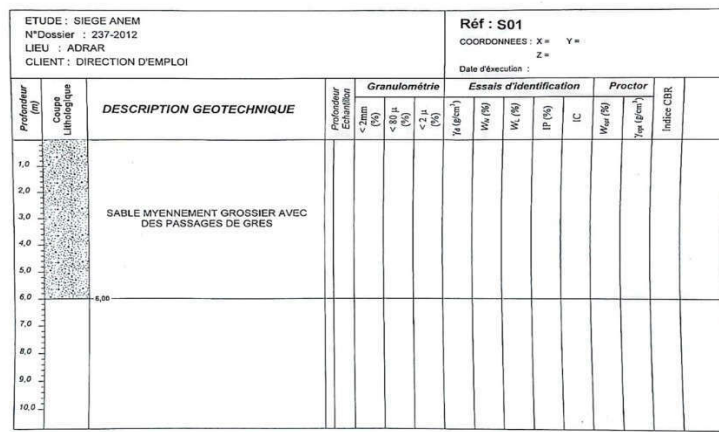


Fig. II.7 : Résultat de sondage carotté

Au début du projet le 2014 à examen de fond feuille, lors de l'observation du processus d'excavation, ils ont trouvé un bon sol mentionné dans le rapport de sol « **sable moyennement grossier avec des passages** ». (Fig. II.8)

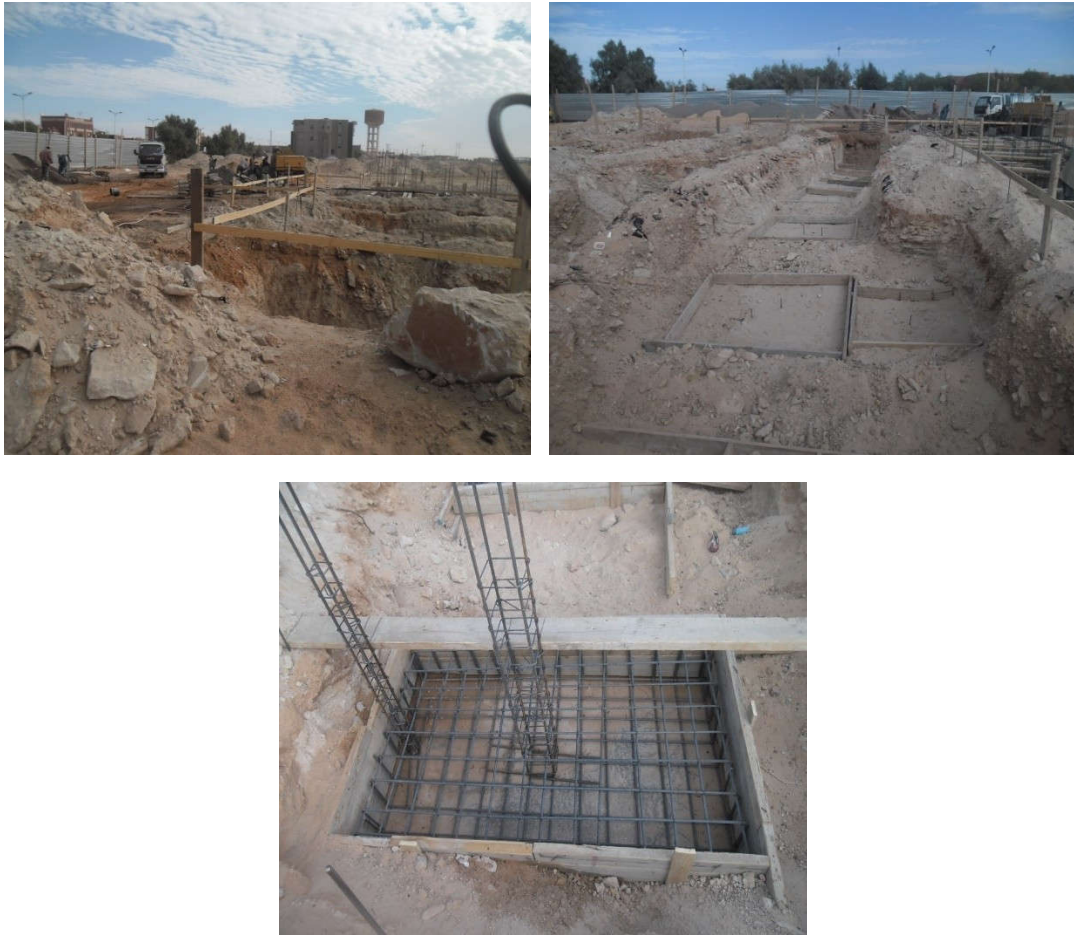


Fig. II.8 : Jeter les fondations

II.7 Dégradation de bâtiment

D'après 5 ans a la fin de projet, des graves dégradations sont apparues sur le bâtiment voir (Fig. II.9) qui ont été causées par le tassement différentes survenu dans la façade arrière du bâtiment du bloc A.

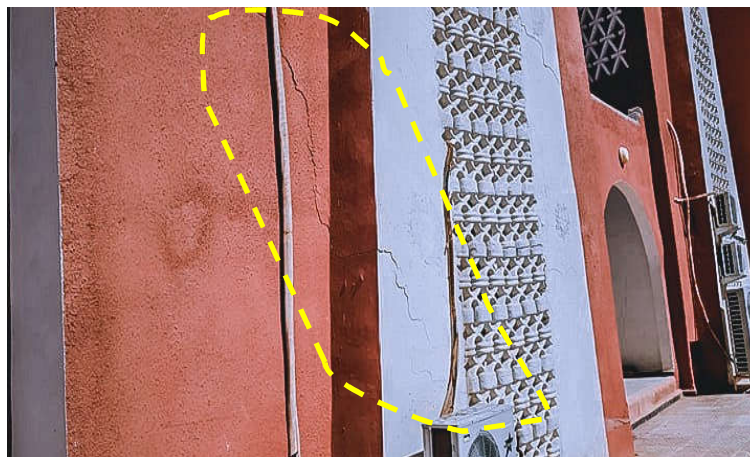




Fig. II.9: Les photos représentant une partie des dégâts du bâtiment.

Lors d'une réunion qui s'est tenu le 22/03/2020 concernant les troubles apparus sur le bâtiment, il a été convenu de fouiller à côté de la façade arrière afin de déterminer la cause du sinistre.

Après avoir foré la per-mécanique à 3 mètres de profondeur, il a été découvert qu'il y avait d'importantes fuites d'eau sur le site, ce qui a entraîné le mouvement de la terre. Cette eau s'est échappé du bâtiment voisin, qui est situé à un niveau plus élevé que lui, et comme ce site est bas, il a dérivé et recueilli cette eau. Voir (Fig. II.10)



Fig. II.10 : Photos montrant des fuites d'eau sur le site.

- a) Perçage à l'arrière du châssis
- b) Une fuite d'eau apparaît

II.8 Inspection en bâtiment

Lors de notre visite et des visites effectuées par les ingénieurs, nous avons constaté que les dégradations apparues dans le bâtiment n'étaient pas seulement causées par le tassement, mais aussi par des erreurs de construction, que nous mentionnons :

➤ Au niveau de terrasse




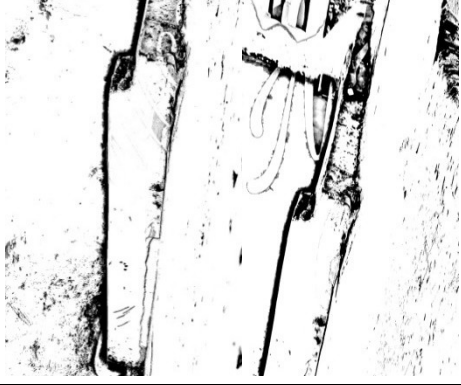

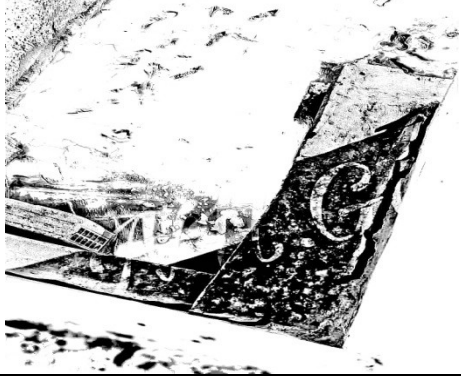


Photo	Schéma	Commentaire
<p>a</p> 		<p>Fissure horizontale très important entre des bloc B et C.</p>
<p>b</p> 		<p>Fissure verticale séparant les deux murs.</p>
<p>c</p> 		<p>Fissure horizontal profond entre les blocs B et C.</p>
<p>d</p> 		<p>Fissure horizontale entre des bloc B et C.</p>

Fig. II.11: Fissuration aux niveaux de terrasse entre bloc B et C

✚ Analyse : Représente photo (Fig. II.11.a)

Pathologie : Fissure infiltrer est un type de fissure qui part des murs maçonnerie.

Cause : La principale cause de ce problème est l'affaissement causé par le mouvement de la terre, ainsi qu'une erreur de construction, ne suivant pas les plans bien pensés.


Conséquence : Ce type de pathologie est très dangereux et entraîne la chute du mur et la fuite d'eau (comme l'eau de pluie.....etc.), il doit donc être entretenu et fermé immédiatement.

 **Analyse :** Représente photo (Fig. II.11.b)

Pathologie : La fissure verticale est un type de fissure qui commence de bas en haut ou vice versa.

Cause : Elle est principalement causée par le mouvement du sol, ainsi que le non-respect de l'ouverture du joint de dilatation.

Conséquence : Cette fissure n'est pas du tout dangereux, mais elle doit être comblée pour éviter tout dommage dans le temps.

 **Analyse :** Représente photo (Fig. II.11.c)

Pathologie : Fissure infiltré.

Cause : La principale cause de ce problème est l'affaissement causé par le mouvement de la terre, ainsi qu'une erreur de construction, ne suivant pas les plans bien pensés.

Conséquence : Ce type de pathologie est très dangereux et entraîne la chute du mur et la fuite d'eau (comme l'eau de pluie.....etc.), il doit donc être entretenu et fermé immédiatement.

➤ Mur cloison

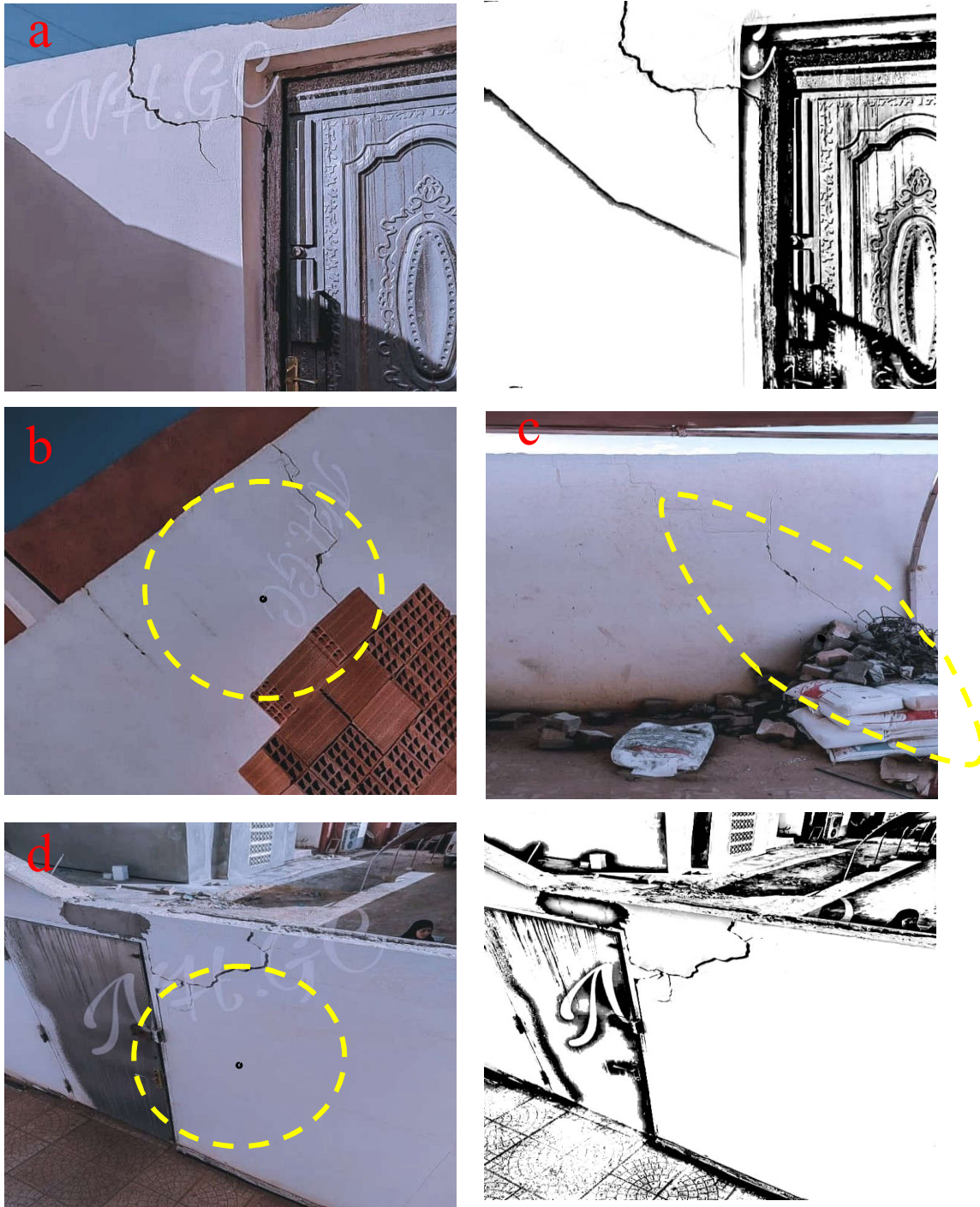


Fig. II.12: Fissures inclinées sur les murs

- a) Fissure en pente à côté de l'ouverture de la porte d'entrée.
- b) Fissure dans le mur de briques de maçonnerie
- c) Fissure sur mur externe
- d) Fissure en pente à côté de la trappe de port arrière.

✚ **Analyse** : Représente (Fig. II.12.a)

Pathologie : Fissure en moustache a l'intérieure de bâtiment, elle est un type de fissure qui part des coins des ouvertures (Les Portes et les fenêtres).

✚ **Analyse** : Représente (Fig. II.12.d)

Pathologie : Fissure en moustache a l'extérieure est un type de fissure qui part des coins des ouvertures (Les Portes et les fenêtres).

Cause : La raison principale de ce problème est le tassement différentiel qui s'est produit de ce côté de la structure, il y a aussi une erreur de mise en œuvre en ne rajoutant pas les entretoises. (Fig. II.12.d) et (Fig. II.12.a)

Conséquence : Cela entraîne un problème d'ouverture et de fermeture, il faut donc l'entretenir. (Fig. II.12.d) et (Fig. II.12.a)

✚ **Analyse** : Représente (Fig. II.12.b) et (Fig. II.12.c)

Pathologie : Fissure en escalier est un type de fissure qui apparaît sur les murs sous la forme d'un escalier.

Cause : La fissure de l'escalier s'est produite à la suite d'une inadéquation entre le bâtiment et les contraintes du terrain (sol fragile).

Conséquence : Il faut le réparer ou contacter un spécialiste car il entraîne la chute du mur, car il résulte du décollement du béton sur les briques.

➤ Au niveau mur de terrasse



Fig. II.13: Fissures des murs clôture.

- a) Fissure externe dans le mur clôture.
 b) Fissure interne dans le mur clôture.

✚ **Analyse** : Représente (Fig. II.13.a)

Pathologie : La fissure verticale apparaît dans le mur d'enceinte de l'extérieur.

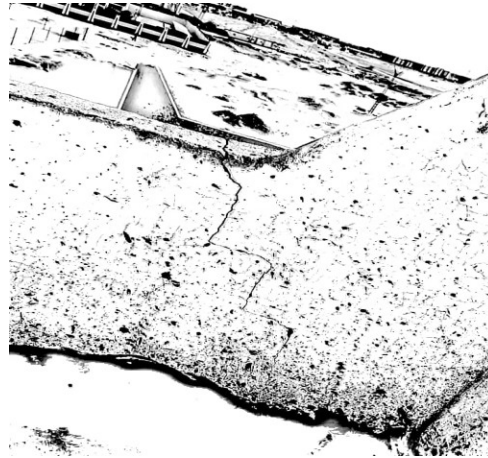
✚ **Analyse** : Représente (Fig. II.13.b)

Pathologie : La fissure verticale apparaît dans le mur d'enceinte de l'intérieur, de même que la fissure externe qui apparaît sur la figure (Fig. II.13.a).

Cause : La principale cause de ce problème est un défaut dans les fondations qui ne correspondait pas à la qualité du sol, ainsi qu'une erreur dans la mise en œuvre du défaut de placer des raidisseurs horizontales pour renforcer le mur.

Conséquence : La fissure doit être colmatée car avec le temps elle devient dangereuse et contribue à la fragilité du mur et entraîne ainsi sa chute.

➤ Éléments architecturaux



Fissure lézarde ouverte avec des briques.



Fissure inclinée ouverte avec des briques..

Fig. II.14: Des fissures visibles sur les murs de terrasse.

✚ **Analyse :** Représente (FigII.14.a)

Pathologie : Fissure en escalier qui apparaît sur le mur de terrasse.

Cause : Le mouvement de la **maçonnerie** est la principale cause de ce problème, et mauvaise construction

Conséquence : Cette fissure montre la séparation des briques entre elles, ce qui est dangereux et doit être réparé.

✚ **Analyse :** Représente (Fig.II.14.b)

Pathologie : Fissure en escalier qui apparaît sur le mur de terrasse.

Cause : Le mouvement de la **sol**, et mauvaise construction.

Conséquence : Cette fissure montre la séparation des briques entre elles, ce qui est dangereux et doit être réparé.

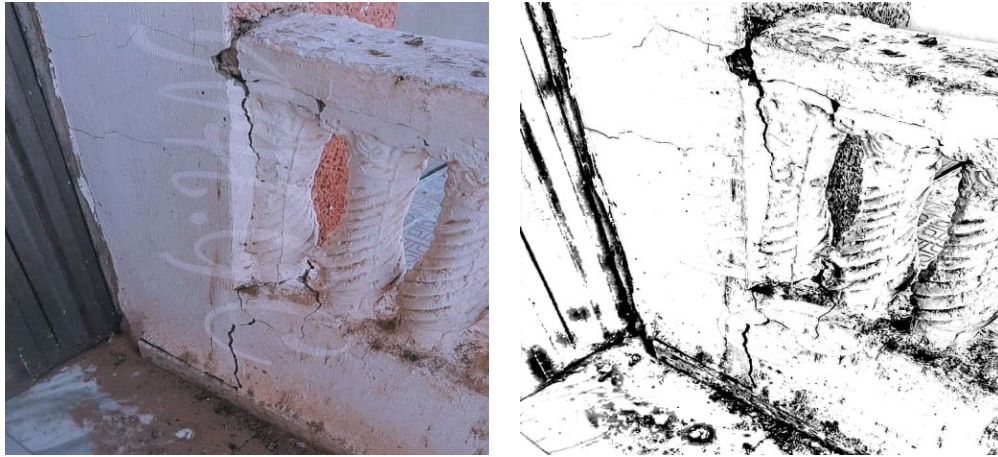


Fig. II.15: Fissure au niveau de béton

✚ **Analyse :** Représente (Fig II.15)

Pathologie : Fissure lézarde au niveau de **cocetrate**.

Cause : Le mouvement du **sol**, et absence de raidisseurs vertical (mauvaise construction).

Conséquence : Ces éléments tomberont avec le temps s'ils ne sont pas réparés.

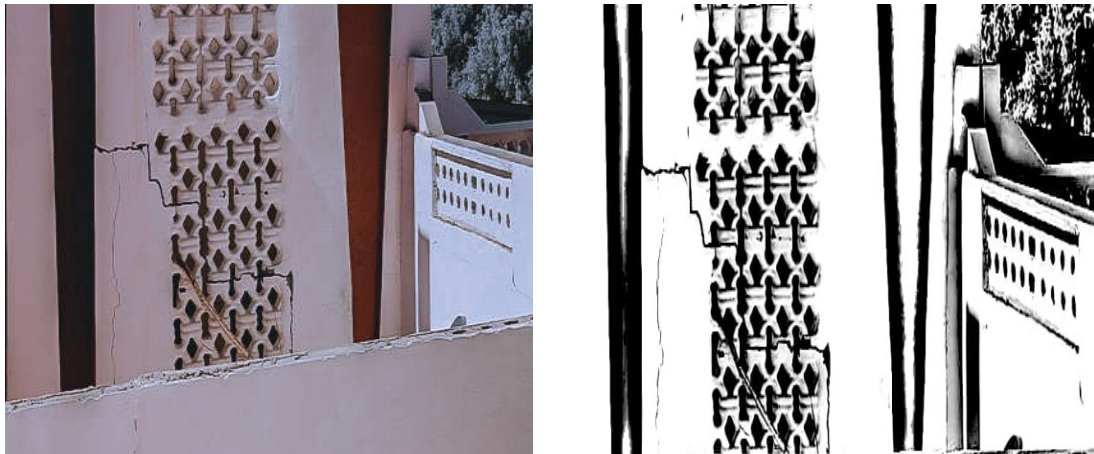


Fig. II.16: Dégradation des éléments décoratifs

Analyse : Représente (Fig. II.16)

Pathologie : Fissure lézarde au niveau d'élément architectonique.

Cause : Le mouvement du **sol**, et absence de raidisseurs vertical et horizontal (mauvaise construction).

Conséquence : Ces éléments tomberont avec le temps s'ils ne sont pas réparés.

➤ Au niveau mur maçonnerie

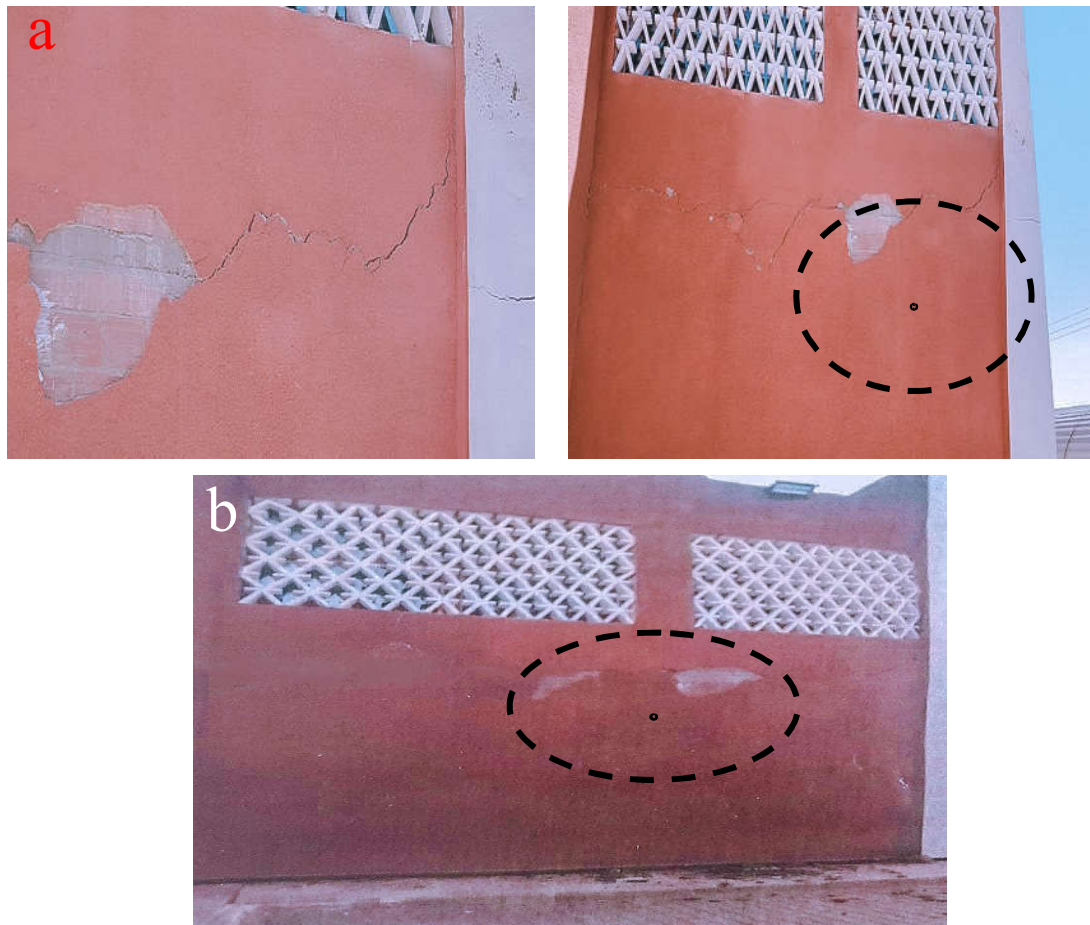


Fig. II.17: Eclatement de mur en maçonnerie
 a) Eclatement et fissure le béton.
 b) Eclatement de béton

✚ **Analyse** : Représente (Fig. II.17.a)

Pathologie : Fissure horizontal et éclatement de béton.

Cause : La principale cause de cette pathologie est le mouvement de la terre en plus d'une erreur de construction.

Conséquence : Il ne présente pas de danger, mais n'a besoin que de réformes.

✚ **Analyse** : Représente (Fig. II.17.b)

Pathologie : Détachement de béton extérieur.

Cause : Cela est dû au non-respect des modalités de mise en œuvre, vu que ces enduits sont réalisés en une seule couche.

Conséquence : Il ne présente pas de danger, mais n'a besoin que de réformes.

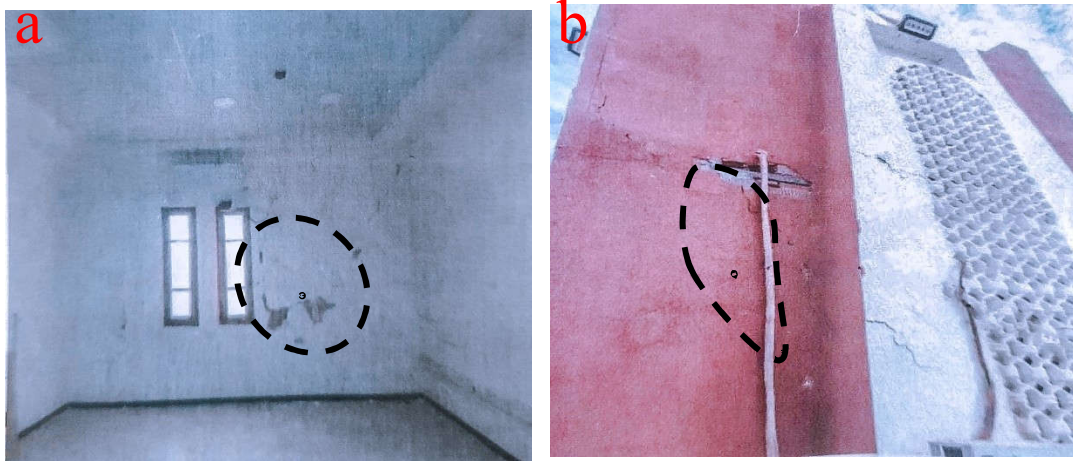


Fig. II.18: éclatement une partie d'un mur dû à un tassement différentiel.

✚ **Analyse** : Représente (Fig. II.18.a)

Pathologie : Détachement des enduits l'intérieur.

Cause : La raison principale de ce problème est le tassement différentiel, il y a aussi une mauvaise d'exécution.

Conséquence : Il doit être réparé pour éviter d'augmenter la fissure et d'autres problèmes avec le temps.

✚ **Analyse** : représente (Fig. II.18.b)

Pathologie : Lézarde et éclatement de béton.

Cause : La principale raison est mouvement du sol, mauvaise gestion des éléments architecturaux entraînant leur chute et provoquant des fissures dans le mur adjacent.

Conséquence : Il doit être réparé pour éviter d'augmenter les fissures et autres problèmes au fil du temps qui pourraient entraîner la chute de ces éléments architecturaux.

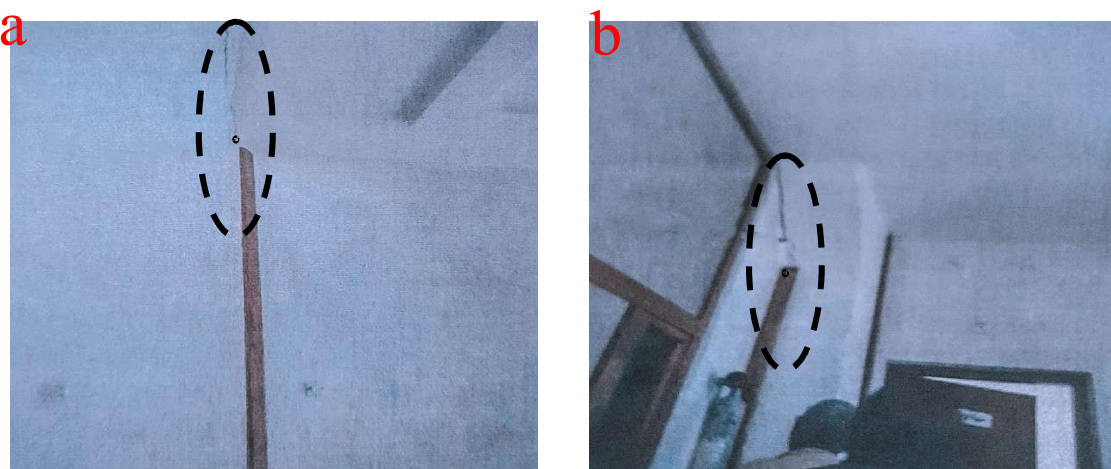


Fig. II.19: Fissures au niveau de mur.

✚ **Analyse** : Représente (Fig. II.19.a)

Pathologie : Fissure vertical aux niveaux de poteaux.

Cause : Le joint de dilatation a été fermé au milieu des deux colonnes, faisant apparaître la fissure dans le reste de l'espace.

Conséquence : Ce problème affecte la durabilité de la structure car l'arbre perd ses propriétés.

✚ **Analyse** : Représente (Fig. II.19.b)

Pathologie : Fissure diagonale aux niveaux de poteaux.

Cause : La principale raison est jointe de dilatation obturée par le faux plafond constitué par des plaques aux plâtres.

Conséquence : Ce problème affecte la durabilité de la structure car l'arbre perd ses propriétés.



Fig. II.20: Fissuration verticale au niveau de mur cloison.

✚ **Analyse** : Représente (Fig. II.20)

Pathologie : Fissure vertical séparé poteaux avec le mur.

Cause : La raison principale est que la connexion n'est pas bien faite entre la colonne et le mur.

Conséquence : Cette pathologie entraîne la chute du mur s'il n'est pas réparé.



Fig. II.21 : Le dégât de mur maçonnerie au niveau de la brique.

✚ **Analyse** : Représente (Fig. II.21)

Pathologie : Les briques sont cassées et fissurées.

Cause :

- Agencement incorrect des briques de maçonnerie et insuffisance des mortiers de hourdage. (FigureII.21)
- No respecter pas les dispositions réglementaires concernant les dispositions des maçonneries avec des épaisseurs suffisantes des mortiers de hourdage 2cm horizontalement et 1cm verticalement. (FigureII.21)

Conséquence : Le fait de ne pas disposer correctement les briques entraîne des ruptures entre les briques tombant les unes sur les autres, ce qui entraîne l'apparition de fissures.

➤ Au niveau de terrasse



Fig. II.22: Dégradation au niveau de planche.

✚ **Analyse** : Représente (Fig. II.22)

Pathologie : Les fissures dans d'un dalle.

Causes : Déséquilibre dans les quantités de matériaux de construction, mauvaise d'exécution.

Conséquence : Des fuites d'eau et un décapage du fer se produisent, ce qui entraîne de la rouille et de la corrosion.

➤ Au niveau de revêtement

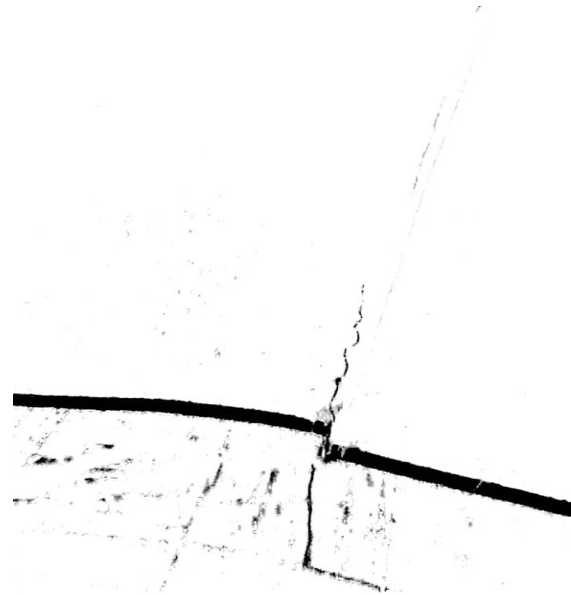
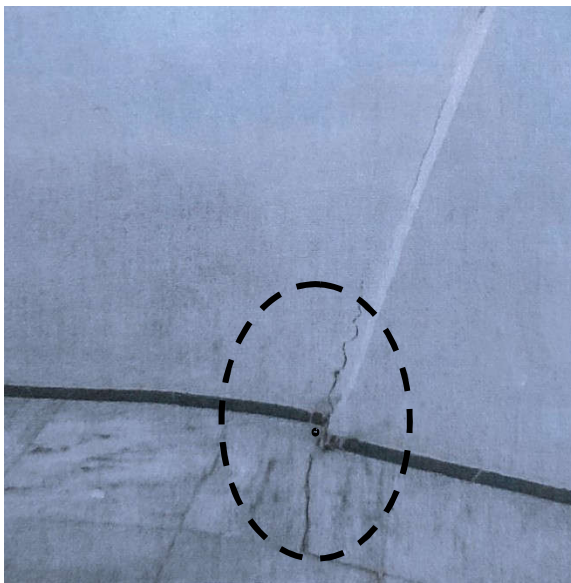


Fig. II.23: Le dégât du revêtement en céramique.

✚ **Analyse** : Représente (Fig. II.23)

Pathologie : Fissure sur les céramiques de terre.

Cause : Construire un mur sur le joint de dilatation, ce qui a conduit à son blocage. Le mur n'est pas inclus dans les plans.

Conséquence : Fuite d'eau à l'intérieur de dalle, déformation de la céramique.

Au niveau de mur intérieur



Fig. II.24: Fissure inclinée au niveau de mur cloison.

 **Analyse :** Représente (Fig. II.24)

Pathologie : Fissure en escalier sur un mur maçonnerie.

Cause : Provoqué par le tassement différentiel de la semelle liant la salle de réunion et l'extension de l'escalier.

Conséquence : Fuite d'eau à l'intérieur de dalle, déformation de la céramique

II.9 Conclusion

Après l'étude que nous avons menée sur ce bâtiment, nous avons conclu que la raison principale de ces détériorations est le tassement différentiel qui s'est produit en raison de l'infiltration d'eau souterraine d'une installation voisine, et parce que le sol sur lequel se trouve ce bâtiment est un peu sablonneux. Comme on le sait sur les sols sablonneux, sa résistance est faible et il se dissout dans l'eau, de sorte que la terre n'a pas supporté le poids du bâtiment et le mouvement du sol s'est produit.

Parmi les dommages les plus importants causés par cette pathologie :

- De nombreuses fissures de différentes tailles apparaissent sur l'ensemble de la structure comme nous l'avons vu précédemment (photos ci-dessus).
- Répartition des éléments structurels.
- Modification de la rigidité structurelle du bâtiment.
- Effondrement structurel.

Nous avons également mentionné dans cette section certaines causes secondaires de cette détérioration résultant d'une mauvaise construction et mise en œuvre en général en raison de son rôle important dans la détérioration ou la durabilité des ouvrages en béton. Elle ne peut être négligée, elle doit donc être prise en considération lors de la construction.



CHAPITRE III :
Etude d'un Ouvrage ancien

CHAPITRE III : Etude d'un Ouvrage ancien

III.1 Introduction

Dans le chapitre précédent, nous avons traité d'un bâtiment nouvellement construit, et nous avons mis en lumière la plupart désordres qui apparaissent sur les différents éléments, car les structures étaient nouvellement réalisées et la plupart désordres ont été classées en raison d'une mauvaise exécution ou d'un manque d'étude. Dans ce chapitre, nous avons choisi un autre ouvrage différent qui a été fait il y a longtemps (Ouvrage ancien). Nous mènerons une étude sur le cas du constructeur de l'école primaire **AICHA OUM AL-MOMINEEN** située dans la ville d'Adrar, et nous présenterons les dégâts qui ont affligé la plupart des structures, puis nous étudierons le diagnostic des désordres apparents et essayons d'identifier les différentes maladies qui ont affecté les structures en fonction de ce à quoi nous avons été exposés dans le premier chapitre pour les révéler et sur les principales causes, ainsi que leur gravité.

III.2 Présentation du projet

- **L'ouvrage:** L'école primaire AICHA OUM AL-MOMINEEN Adrar.
- **Année de construction :** 1925
- **Localisation de l'ouvrage:** Adrar
- **Surface total :** 16000.00 m².
- **Surface construit :** 11000.00 m².
- **Surface de la cour :** 1000.00 m².
- **Nombre de classe :** 18 classes.



Fig. III.1 : L'école primaire AICHA OUM AL-MOMINEEN d'ADRAR.

III.3 Historique

L'école AICHA OUM AL-MOMINEEN est la première école primaire de la ville d'Adrar, construite à l'époque coloniale française en 1925, et elle comprend deux départements et une administration. Certaines sections ont été ajoutées en 1965 à la demande des étudiants.

III.4 La situation

L'école primaire AICHA OUM AL-MOMINEEN est située dans la municipalité d'Adrar, près de la station de radio. Ces coordonnées lambertiennes (centre du champ) sont : $X=132.850m$; $Y= 182.800$, délimité au sud par la route menant vers l'arc de BOBERNUS, à l'est par le Palais de la Culture, au nord par la route menant vers la place des Martyrs, et à l'ouest par une route des temples, la radio bâtiment et résidences. (Fig. III.2)

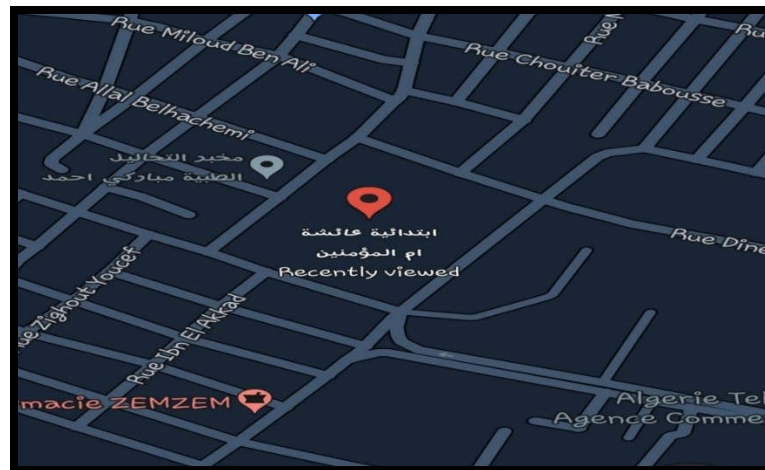


Fig. III.2: Situation de l'école primaire AICHA OUM AL-MOMINEEN (Google Maps).

III.5 Description

Cette école comprend deux bureaux (le bureau du directeur et le bureau du secrétariat) et 18 départements, dont deux départements préparatoires, 15 départements primaires et un à d'autres fins. Il comprend également une petite cour de récréation utilisée pour la classe de sport, une cour pour le repos des élèves, un restaurant, une salle pour le gardien et 8 toilettes (4 pour les femmes et 4 pour les hommes). (Fig. III.3)

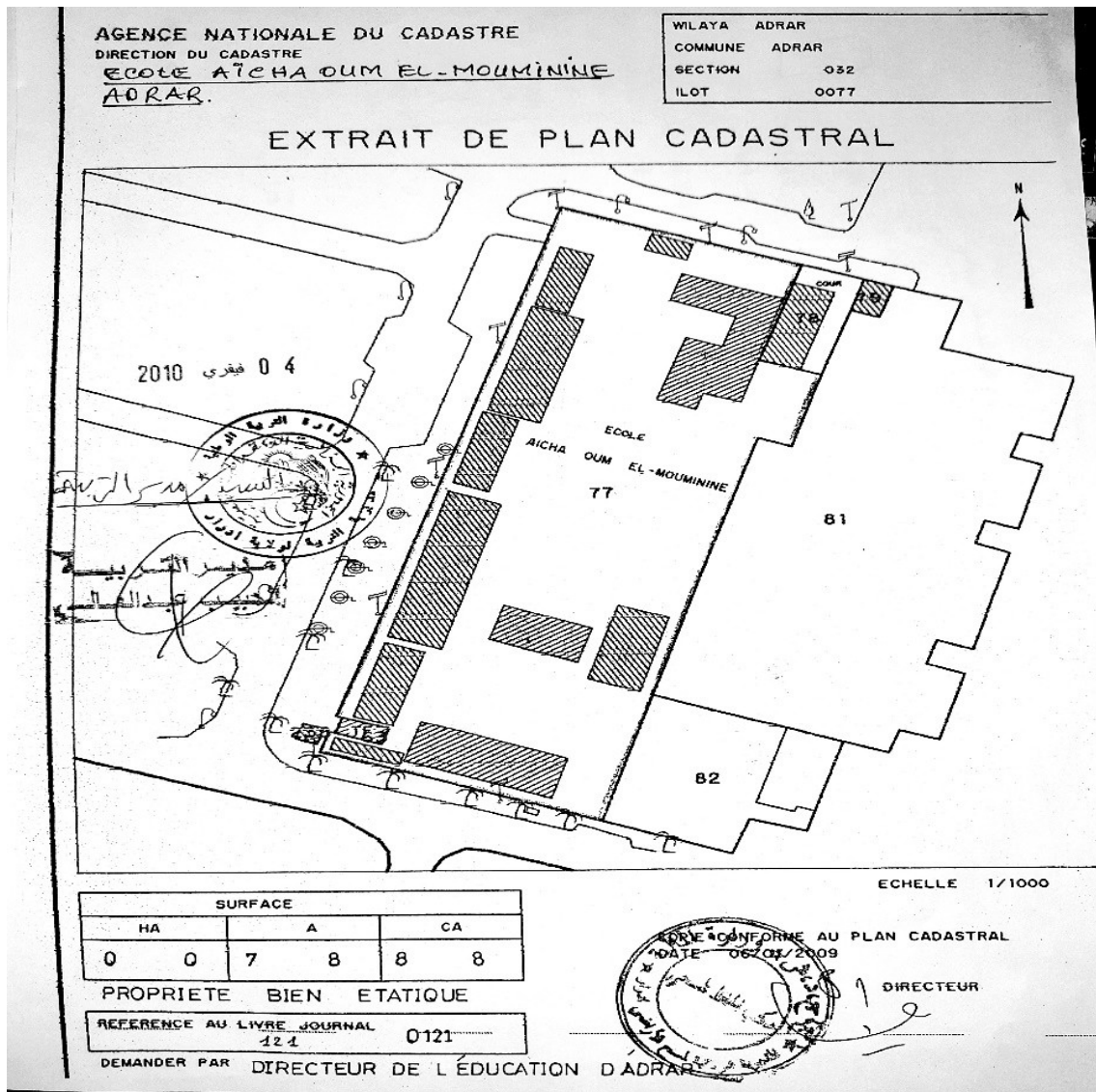


Fig. III.3 : Extra de plan de cadastral en 2010.

Comme on sait que ce n'était pas un moyen d'établir des plans et des comptes comme à notre époque, alors lorsque nous avons cherché sur cette institution, nous n'avons pas obtenu suffisamment d'informations en raison de son ancienneté.

III.6 Détériorations de ce bâtiment

Lors de notre visite à l'école primaire, nous avons constaté qu'il y avait divers dégâts au niveau du bâtiment :

➤ Au niveau de mur



Fig. III.4 : Des fissures diagonales du revêtement.

✚ **Analyse** : Représente (Fig. III.4)

Pathologie : Fissures lézardes diagonales a 45° du revêtement.

Cause : Sur la figure, nous pouvons voir que ces fissures apparaissent à partir de la dalle en raison de charges excessives.

Conséquence : Si ces fissures s'aggravent conduire à l'effondrement de cette classe.



Fig. III.5 : Fissure verticale sur mur cloison.

✚ **Analyse** : Représente (Fig. III.5)

Pathologie : Fissure verticale sur le mur de la restauration scolaire.

Cause : Les fondations défectueuses ne sont pas bien établies.

Conséquence : Cette fissure doit être prise en compte car avec le temps elle entraîne la chute de ce mur.



Fig. III.6 : Fissure des enduits sur mur cloison

✚ **Analyse** : Représente (Fig. III.6)

Pathologie : fissure de enduits sur mur cloison .

Cause : Cela est dû au non-respect des modalités de mise en œuvre, vu que ces enduits sont réalisés en une seule couche.

Conséquence : Il ne présente pas de danger, mais n'a besoin que de réformes.

➤ Au niveau de planche



Fissure III.7 : Des Fissures horizontales sur planche

a. Fissure horizontale sur le mur.

b. Fissure horizontale sur la dalle.

✚ **Analyse** : Représente (Fig. III.7.a)

Pathologie : Fissure horizontale du début à la fin de la dalle.

Cause : Surcharge ou erreur d'implémentation.

Conséquence : Cette fissure provoque l'infiltration d'eau dans la dalle et une carbonatation se produit.



Analyse : Représente (Fig. III.7.b)

Pathologie : Fissure horizontale séparé entre le mur et poutre.

Cause : Surcharge ou erreur d'implémentation.

Conséquence : La séparation de poutrelle entre le mur et la dalle réduit sa résistance et si la situation s'aggrave, elle s'effondrera.

Au niveau de poteaux



Figure III.8 : Des fissures profondes avec éclatement sur les poteaux.

- a. Gonflement de poteau.
- b. Fissure verticale entre poteau et mur.
- c. Eclatement et fissure en poteaux.

✚ **Analyse** : Représente (Fig. III.8.a)

Pathologie : Gonflement et fissure au niveau de poteau.

Cause : Le raison se manifestent par la présence d'erreurs dans la conception ou une mauvaise mise en œuvre, et peut-être mises.

Conséquence : Échec dans la résistance à la compression du béton et échoue dans la résistance à la traction des barres d'armature.

✚ **Analyse** : Représente (Fig. III.8.b)

Pathologie : Fissure verticale en poteau.

Cause : Ces fissures se produisent lorsque l'acier a un renforcement insuffisant et un béton de mauvaise qualité.

Conséquence : Faible capacité portante du poteau pour le stress, ce qui conduit à son effondrement.



Au niveau de terre



Fig. III.9 : Gonflement et fissure de carrelage.

✚ **Analyse** : Représente (Fig. III.9)

Pathologie : Renflement du sol en céramique.

Cause : Le fait de ne pas utiliser de ciment blanc pour coller le carrelage avec l'utilisation d'eau a conduit à son gonflement.

Conséquence :



Fissure III.10: Détérioration du sol en béton.



Analyse : Représente (Fig. III.10)

Pathologie : Fissure lézarde du sol en béton.

Cause : Fissures visibles dans les sols dues à des arrachements répétés des équipements du classe (armoire, tables, bureaux).

Conséquence : La fissure atteignant longrine, ce qui nuit à sa qualité et sa durabilité, et la présence d'eau peut atteindre le fer, ce qui provoque un cisaillement à son niveau sous l'effet de la rouille.



Au niveau de mur





Fig. III.11 :L'incarnation de la séparation dans les fermes du plancher.

- a. Fissure sur mur maçonnerie.
- b. Fissure horizontale sur chiénage.
- c. Fissure horizontale et trou enter acrotère et dalle.
- d. Fissure horizontale dans poutre.

✚ **Analyse : Représente (Fig. III.11.a)**

Pathologie : Fissure profonde et lézarde sur un mur clôture de classe.

Cause : Erreur dans l'installation des matériaux de construction et mauvaise d'exécution.

Conséquence : Eclatement du béton et déformation de ce mur.

✚ **Analyse : Représente (Fig. III.11.b)**

Pathologie : Fissure profonde sur un mur clôture de classe au niveau de chiénage.

Cause : Erreur dans l'installation des matériaux de construction et mauvaise d'exécution.

Conséquence : Le grenailage du béton a révélé du fer qui conduit à la corrosion de la rouille.

✚ **Analyse : Représente (Fig. III.11.c)**

Pathologie : Fissure profonde entre le mur et poutrelle.

✚ **Analyse : Représente (Fig. III.11.d)**

Pathologie : Fissure profonde entre le mur et poutrelle

Cause : La fissure horizontale apparaisse en raison de la génération de forces de traction dans les murs des bâtiments et les principaux facteurs de ces dernières sont les contraintes élastiques, le fluage et la contraction. (Fig. III.11.c) et (Fig. III.11.d)

Conséquence : Comme on peut le voir sur deux figures (Fig. III.11.c) et (Fig. III.11.d), cette fissure est dangereuse et entraînera la chute du l'acrotère.

➤ Au niveau de dalle



Fig. III.12 : Les taches de rouille.

✚ **Analyse** : Représente (Fig. III.12)

Pathologie : Les rouille sur le planche.

Cause : La raison de son apparition est la pénétration d'eau entre les fissures de la dalle, et la raison principale en est l'erreur de mise en œuvre dans l'industrie de la chape.

Conséquence : Corrosion des armatures en acier et par conséquent manque de solidité et de résistance.

III.7 Conclusion

Grâce à l'étude que nous avons menée dans ce chapitre, il nous est apparu clairement que la plupart des pathologies dont souffrait ce bâtiment sont des fissures de toutes sortes (horizontales, verticales, sol et carrelage...etc), et leurs localisations (colonne et mur ...etc).ce qui a aggravé sa détérioration et exacerbé ces fissures, c'est l'ancien bâtiment, qui a perdu les propriétés des matériaux utilisés dans sa construction, et ce sans référence au facteur de construction du bâtiment de perfection et de bonne étude. Cela permet à ces fissures de l'infiltration d'eau. Les éléments de base du bâtiment (fer), ce qui affecte sa résistance et sa durabilité.

Conclusion générale

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

Les travaux réalisés dans le cadre de ce projet de fin d'études ont permis d'identifier la principale technique d'examen structural, et l'importance du diagnostic des maladies des ouvrages en béton, leurs causes et leurs conséquences, a été confirmée. Cela est nécessaire pour fournir les mesures de protection qui doivent être mises en œuvre afin d'éviter ces maladies à l'avenir.

Ces missions étaient organisées selon une méthodologie bien agencée, et j'ai commencé par une recherche bibliographique basée sur les altérations qui affectent le béton et le béton armé, puis des investigations qui ont étudié le même sujet dans différentes régions. ont fait une étude sur la structure ancienne issue de la période coloniale.

Enfin, ce travail est une étude intéressante sur les structures en béton armé fortement endommagées. D'autre part, nous espérons qu'à travers ce travail, nous pourrions présenter les causes de certaines maladies dans notre région aride à éviter dans les établissements à l'avenir.

Les principales raisons que nous avons trouvées dans ce travail concernant les pathologies des structures les plus courantes sont de les conclure dans une ou les deux causes, à savoir :

- La première est la présence d'un défaut dans l'étude en termes de négligence de certains facteurs affectant directement le bâtiment, comme le choix du terrain approprié pour le bâtiment ou la prise en compte de l'environnement lié à la zone dans laquelle le bâtiment doit être construit, etc.

- La deuxième, il y a un manque dans la mise en œuvre des travaux en termes de

Conclusion générale

capacités humaines, comme un manque de compétence ou de qualification des personnes chargées de la réalisation des travaux, et dans de nombreux cas un manque des équipements, ce qui représente les capacités matérielles nécessaires pour réaliser le bâtiment.

Il existe également d'autres raisons qui ne sont pas moins importantes que celles décrites auparavant, mais chacune d'elles est liée à la nature de l'ouvrage à construire.



Référence

- [4] Cours de pathologie , Pr Khelifa ABBECHE ,université batna2.
- [5] Mémoire de «LA PATHOLOGIE DES OUVRAGES DE GENIE CIVIL EN BETON ARME»
Présenté par (_ GUELDESNI Soumia _ADJEROUD Karima _BOUMAIZA Meriem)
- [3] Mémoire de «Diagnostic des causes de dégradation des ouvrages en béton armé : cas de la faculté de technologie » présenté par : (Mr.MAHDAD Mohammed Younes-Mr.SI KADDOUR Feth Allah) ;
- [2] Mémoire de « Synthèse bibliographique sur les principales dégradations affectant les constructions en béton armé » présenté par : (BOUSMAT Abdalkader-BELHACEN Mohamed Alàa Eddine).
- [1] Mémoire de « Diagnostic des ouvrages en béton armé : Cas du centre intensif des langues à l'université de Biskra» présenté par : (Hamed Aboul kacem Moutie).
- [6] Mémoire de « La réhabilitation d'un ancien bâtiment industriel R+3 « AIN TEMOUCHENT »
présenté par : (MEGUENNI MUSTAPHA, BEKHALED ABDELOUAHAB).
- [7] Mémoire de « La réhabilitation de lycée Dr BENZERDJEB à TLEMCEN «Bloc de classes spécialisées » présenté par : (BENABDALLAH MOHAMMED, BELARBI ISMAIL