**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**

**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

**UNIVERSITE AHMED DRAIA- ADRAR**

**FACULTE DES SCIENCES ET DE LA TECHNOLOGIE**

**DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA TECHNOLOGIE**

**OPTION : MATERIAUX EN GENIE CIVIL**

## MEMOIRE DE FIN D'ETUDE EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME MASTER EN GÉNIE CIVIL

# Thème :

Causes et effet de la fissuration des constructions en zone aride, cas d'étude à Adrar.

**Présenté par :**

- LAASSAB Amina
- BELAL Oumelkher

**Encadré par :**

Pr KHELAFI H.

**Co-encadreur :**

Mr TAYEBI M.

**Année Universitaire : 2020 / 2021**

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République algérienne populaire et démocratique
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

UNIVERSITE AHMED DRAYA - ADRAR
BIBLIOTHÈQUE CENTRALE
Service de recherche bibliographique
N°.....B.C/S.R.B//U.A/2021

جامعة احمد دراية - ادرار
المكتبة المركزية
مصلحة البحث البيبليوغرافي
الرقم.....م.م/م.ب.ب /ج.ا/2021

# شهادة الترخيص بالإيداع

انا الأستاذ(ة): Pr KHECAF Hamid

المشرف مذكرة الماستر.

الموسومة بـــ : Causes et effets de la fissuration des Constructions en zone aride, Cas d'étude à Adrar

من إنجاز الطالب(ة): LAASSAB Amina

و الطالب(ة): BELAL Ouneltkar

كلية : ST

القسم : ST

التخصص: GC

تاريخ تقييم / مناقشة: 13 Juin 2024

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) والاليكترونية (PDF).

- امضاء المشرف:

ادرار في :.....

مساعد رئيس القسم:

د. محمدي رشيد
مساعد رئيس قسم علوم التسيير
والتقنيات في الكهرباء والتسيير لوجيا
والتقنيات في الكهرباء والتسيير لوجيا

ملاحظة :لاتقبل أي شهادة بدون التوقيع والمصادقة.

# Dédicace :

Merci Allah (mon dieu) de m'avoir donné la capacité d'écrire et de réfléchir, la force d'y croire, la patience d'aller jusqu'au bout du rêve.

A qui je le préfère à moi-même et pourquoi pas, je me suis sacrifié pour moi et elle n'a épargné aucun effort pour me rendre toujours heureuse

**« Chère mère »**

Nous marchons sur les chemins de la vie, et il reste qui contrôle nos esprits restent dans chaque cours que nous prenons le propriétaire d'un visage gentil et de bonnes actions, il ne m'a pas épargné toute sa vie

**« Mon cher père »**

Mon lien après mon cher frère, papa **« Kheirallah »**

À ma seconde main, qui me tient à cœur**« Faradji »**

À mes frères**« Hani, Ibrahim »**

À mes chères sœurs, ce sont les secondes mères :

**« Massouda, Nadjema, Djamaa, Mansoura »**

À mes chères amies dont je témoigne, qui ce sont des compagnons sur le chemin dans tous les domaines **: «Amina, Khadîdja, Chima, Djamila, Zinab et Hania »**

Tous ceux qui se tenaient à côté de moi et m'ont aidé :

**« Chers Professeurs »**

Je vous dédie mes humbles recherches et j'espère que vous serez satisfait

**Belal**

**Oumelkher**

# Dédicace :

Je dédie ce travail à :

**Mes parents :**

**Ma mère « AICHA »,** qui a œuvré pour ma réussite, de par son amour, son soutien, tous les sacrifices consentis et ses précieux conseils, pour toute son assistance et sa présence dans ma vie, reçois à travers ce travail, l'expression de mes sentiments et de mon éternelle gratitude.

**Mon père « BOUDJEMAA »**, qui peut être fier et trouver ici le résultat de longues années de sacrifices et de privations pour m'aider à avancer dans la vie. Puisse Dieu faire en sorte que ce travail porte son fruit ; Merci pour les valeurs nobles, l'éducation et le soutient permanent venu de toi.

À mes frères**«Abdel Aziz, Mohamed »** et **« Abdel Ghani , Abdel Karim»**

À mes sœurs**«Noura, « Nadjate» et « Mariam»**

À ma grande famille **« Laassab ».**

Atous mes amis de spécialités matériaux de construction **« Oumelkher, Ilham et Ahlem»** et

**« Structure »**

**Lassab**

**Amina**

# Remerciements :

Nous remercions notre Dieu ALLAH, de nous avoir donné les avoir la volonté et surtout la patience pour réaliser ce travail.

Nous tenons aussi à exprimer notre profonde gratitude aux Pr. **KHELAFI H.** Et **Mr TAYEBI M.** pour avoir accepté de nous encadrer et pour le suivi sans cesse dans l'élaboration de ce travail.

Nous remercions tout le personnel de laboratoire LTPS d'Adrar pour tous les moyens qu'ils ont mis à notre disposition pour que nous puissions effectuer notre stage pratique dans les meilleures conditions.

Nous n'oublions pas l'aide qui nous a été fournie par le laboratoire.

Nous saisissons cette occasion pour exprimer toute notre reconnaissance pour tous les enseignants de la spécialité

**Génie Civil.**

Enfin, que toutes celles et ceux qui, de près ou de loin, nous ont généreusement offert leurs encouragements à l'élaboration de ce travail, trouvent ici l'expression de notre profonde sympathie.

**Merci**

**Sommaire :**

Sommaire ..... 01

Remerciements..... 04

Résumé ..... 06

Introduction générale ..... 08

**Chapitre 01 : État de connaissances de la fissuration dans les constructions ..... 09**

Introduction..... 10

1) Définition de fissuration ..... 10

2) les types de fissuration ..... 10

3) Classification des fissures selon leurs morphologies ..... 11

4) Comment savoir si les fissures dans votre maison sont dangereuses ou non ..... 12

5) La fissuration du béton ..... 12

5.1) Ressuage ..... 12

5.1.1) Type de ressuage ..... 13

5.2) Le retrait de béton ..... 13

5.3) Les types de retraite..... 13

5.4) La mise en œuvre..... 17

6) La fissures et pathologie ..... 17

6.1) Comment caractériser une fissure ..... 17

6.2) Quand peut- on qualifier une fissure de pathologie ..... 19

Conclusion ..... 19

**Chapitre 02 : Exemple de cas d'étudede la fissuration dans la willaya d'Adrar ..... 20**

2.1) Introduction ..... 21

2.2) Cas d'étude de la fissuration dans la ville d'Aoulef ..... 21

2.2.1) Historique de la ville ..... 21

2.2.2) La fissuration dans les constructions de la ville ..... 24

2.2.2.1)Fissuration dans les éléments porteurs ..... 24

2.2.2.2)Fissuration dans les éléments non porteurs ..... 25

2.2.3) Prix de photo in situ des principales fissurations ..... 25

Conclusion …… ..... 34

Exemple de cas d'étude de la fissuration dans la ville Bordj Badji Mokhtar……..34

2.2) Introduction ..... 34

2.3) Cas d'étude de la fissuration dans la ville Bordj Badji Mokhtar..... 34

2.3.1) Historique de la ville ..... 35

2.3.2) La fissuration dans les constructions de la ville ..... 37

2.3.2.1) Fissuration dans les éléments porteurs ..... 37

2.3.2.2)Fissuration dans les éléments non porteurs ..... 38

2.3.3) Photo in situ des principales fissurations..... 39

Conclusion ..... 58

**Chapitre 03 : interprétation et discussion**

3) Introduction générale..... 60

3.1) Diagnostic et causes des fissurations..... 60

3.1.1) Introduction ..... 60

3.1.2) Les causes de la fissuration du béton ..... 60

3.1.2.1) Les causes naturelles et climatiques ..... 60

3.1.2.2) Fissures constructives ..... 61

3.1.2.3) Fissures non structurelles..... 62

3.1.3) Le diagnostic..... 63

3.1.3.1) Dans le cadre d'un diagnostic..... 64

3.2) Proposition de traitement et remèdes des fissurations..... 65

3.2.1) Effet de la fissuration dans le béton..... 68

Traitement des fissures ..... 70

3.2.2) Traitement des fissures dans un mur de béton..... 72

3.3.4) Considération technique ..... 73

Conclusion ..... 73

Conclusion générale ..... 75

Les références ..... 77

## Liste des Figures :

**CHAPITRE 1 :** Etat de connaissancesde la fissuration dans les constructions

**Figure 1.1 :** Organigramme de classification des fissures selon leurs morphologies .....11

**Figure 1.2 :** Règle plastique transparent 125*40 mm(fissuromètre) .....17

**CHAPITRE 2 :** Exemples d'études Aoulef et Bordj BadjiMokhtar

**Figure 2.1 :** graphe detempérature moyenne mensuelle .....22

**Figure 2.2 :** graphe del'humidité en fonction des années 2010 à 2020 .....23

**Figure 2.3 :** graphe de précipitation dans la ville d'Aoulef .....23

**Figure 2.4 :** graphe de précipitations (pluviomètre) dans la ville Bordj Badji Mokhtar .....36

**Figure 2.5 :** graphe de température dans la ville Bordj Badji Mokhtar .....37

**CHAPITRE 3 :** Interprétations et discussions

**Figure 3.1 :** Le micromètre optique comme le fissuromètre.....65

**Figure 3.2 :** jauge enregistreuse à 2 dimensions .....65

**Figure 3.3 :** jauge enregistreuse à 3 dimensions .....65

**Figure 3.4 :** les différents traitements des fissures.....71

**Figure 3.5 :** pontage d'une fissure avec incorporation d'une armature .....72

## Liste des tableaux :

**CHAPITRE 3 :** Interprétations et discussions

**Tableau 3.1 :** les différentes causes de fissuration.....63

## Liste des photos :

**CHAPITRE 2 :** Exemples d'études Aoulef et Bordj BadjiMokhtar

**Chapitre 2.1** : Exemples de cas d'études de la fissuration dans la willaya Adrar (Cas d'Aoulef)


**Dans le bâtiment d'habitation :**

**Photo 2.1 :** fissuration verticale dans le poteau d'une maison .....26

**Photo 2.2 :** fissuration angulaire dans le poteau d'une maison .....26

**Photo 2.3 :** fissuration verticale dans les poteaux d'une maison .....27

**Photo 2.4 :** fissuration angulaire dans la poutre.....27

**Photo 2.5 :** fissuration du mur d'une maison .....27

**Photo 2.6 :** fissuration verticale dans maison .....27

**Dans les lieux publics : a) Hôpital d'Aoulef**

**Photo 2.7 :** fissurations angulaires dans les mers.....28

**Photo 2.8 :** fissurations verticales dans le mur antérieur.....29

**Photo 2.9 :** fissuration de moustache dans les murs.....29

**Photo 2.10 :** fissuration dans la poutre .....29

**Photo 2.11 :** fissuration dans le mur .....29

**b) Collège Imam Malek :**

**Photo 2.12 :** fissurations verticales dans le mur.....30

**Photo 2.13 :** fissurations angulaires .....31

**Photo 2.14:** fissurations dans le mur .....31

**Photo 2.15 :** Fissurations dans le poteau .....31

**c) Ecole Mortaji Mbarak :**

**Photo 2.16 :** Fissurations verticales dans les murs.....32

**Photo 2.17:** fissuration dans la fenêtre .....33

**d) municipalité d'Aoulef :**

**Photo 2.18:** fissurations verticales dans le mur .....33

**Photo 2.19 :** fissurations angulaire .....
.....33

**Chapitre 2.2 :** Exemples de cas d'études de la fissuration dans la willaya Adrar (Cas de Bordj Badji Mokhtar)

## a) Ecole du martyre Badji Mokhtar :

**Photo 2.20 :** fissuration verticale dans une poutre .....40

**Photo 2.21 :** fissuration horizontale dans un poteau .....40

**Photo 2.22 :** fissuration horizontale dans un mur .....40

**Photo 2.23 :** fissuration horizontale dans un mur.....41

**Photo 2.24 :** fissuration en moustache dans un mur .....41

**b) Ecole Elouiam :**

**Photo 2.25 :** fissuration verticale dans un poteau .....42

**Photo 2.26 :** fissuration horizontale dans poteau .....42

**Photo 2.27:** fissuration verticale dans un mur .....42

**Photo 2.28 :** fissuration horizontale dans un mur .....43

**c) la municipalité :**

**Photo 2.29:** fissurations horizontales dans un poteau .....44

**Photo 2.30 :** fissuration en moustache dans la fénetre .....44

**Photo 2.31 :** fissuration horizontale dans un mur .....44

**Photo 2.32 :** fissuration verticale dans un mur .....45

**d) Hôpital :**

**Photo 2.33 :** lézardes ..... 46

**Photo 2.34 :** microfissures verticales dans le mur .....46

**Photo 2.35 :** microfissure horizontale dans le mur .....47

**e) Lycée comandant Ramdani Sidi Mohamed :**

**Photo 2.36 :** fissuration horizontale dans une poutre .....48

**Photo 2.37 :** lézardes .....48

**Photo 2.38 :** fissure horizontale dans le mur .....48

**Photo 2.39 :** fissures verticales aux angles dans le mur .....49

**f) College Abdel Hamid Ibn Badis:**

**Photo 2.40 :** fissurations verticales aux angles du bâtiment dans le poteau .....50

**Photo 2.41 :** fissuration verticale dans poteau .....50
**Photo 2.42 :** fissuration horizontale dans poutre .....50
**Photo 2.43 :** fissurations fines dans le mur .....51
**Photo 2.44 :** fissure verticale dans le mur .....51
**Photo 2.45 :** microfissure verticale dans le mur .....51
**Photo 2.46 :** microfissure horizontale dans le mur .....52
**Photo 2.47 :** fissuration horizontale dans le mur .....52
**Photo 2.48 :** fissurations fines dans le mur .....52
**g) Dans l'habitation :**
**Photo 2.49 :** fissuration horizontale dans le poteau .....53
**Photo 2.50 :** fissuration horizontale dans le poteau 53
**Photo 2.51 :** fissuration horizontale dans un poteau 53
**Photo 2.52 :** fissuration verticale aux angles d'une maison .....52
**Photo 2.53 :** fissuration horizontale dans une poutre 54
**Photo 2.54 :** fissuration horizontale à hauteur du plancher d'une maison .....54
**Photo 2.55 :** lézardes dans une poutre .....54
**Photo 2.56 :** fissuration horizontale à hauteur du plancher d'une maison .....55
**Photo 2.57:** fissurations traversantes dans la poutre d'une maison 26 février 2021 .55
**Photo 2.58 :** fissuration verticale à l'angle dans le mur .....56
**Photo 2.59 :** fissuration horizontale d'une maison 56
**Photo 2.60 :** fissuration horizontale dans le mur d'une maison .....56
**Photo 2.61:** microfissure horizontale dans le mur d'une maison.....57
**Photo 2.62 :** fissuration verticale dans le mur d'une maison .....57
**Photo 2.63 :** fissuration en moustache dans la porte d'une maison ..... 57
**Photo 2.64 :** fissuration en moustache dans la fenêtre d'une maison .....58 .....
**Photo 2.65 :** fissuration verticale à l'angle dans le mur d'une maison .....58

# Introduction générale

## Introduction générale :

On sait que les exigences de base pour les installations d'ingénierie sont la durabilité fonctionnelle, la beauté et l'économie, et nous avons des bâtiments d'ingénierie investissement si les conditions de durabilité ne sont pas remplies.

Les conditions de durabilité doivent être obtenues grâce à la résistance du bâtiment aux contraintes résultant de l'application de différentes formes de charges de conception sans que cela ne conduise à l'apparition de défauts ou de fissures dans le bâtiment.

Cependant, lors de la mise en œuvre et de l'investissement du bâtiment divers types de fissures apparaissent, dont certaines témoignent de la construction dangereuse et instable de l'installation, et certaines n'affectent pas la sécurité du bâtiment, mais donnent une indication claire, d'insécurité et de confort chez les investisseurs en bâtiment.

L'installation en béton armé est exposée à des fissures avec le temps, et ces fissures peuvent apparaitre plusieurs années, mois ou plusieurs semaines après la mise en œuvre de l'établissement, pour plusieurs causes différentes. Grâce à des recherches scientifiques dans certaines villes telles que l'Arabie Saoudite, la Syrie et la Jordanie, sur la construction de fissures dans le monde arabe, il a été prouvé que les causes de toutes ces fissures sont de premier ordre en raison d'une mauvaise mise en œuvre, suivies des facteurs météorologiques et de l'environnant. Des conditions telles que les fissures dues aux retraits et aux chaleurs, sont en deuxième et troisième place sont le classement des fissures. Cela est aussi dû à un problème de mécanique des sols et d'ingénierie des fondations, ainsi que de la rouille des armatures, qui est généralement concentrée dans les villes côtières et à proximité des rivières. La raison est également due aux substances chimiques et supplémentaires présentes dans les usines et autres, et en dernier lieu à l'échec de la conception, aux catastrophes naturelles, au mauvais travail et au manque d'entretien, ainsi qu'à des facteurs climatiques tels que l'humidité et les précipitations, en particulier. La température est l'une des causes les plus importantes de la fissuration, et dont souffrent la plupart des zones désertiques. On retrouve donc la plupart des pays, parmi eux l'Algérie, souffre du phénomène des bâtiments fissurés. Des études ont prouvé que les fissures dans le béton sont l'un des éléments les plus importants qui donnent une

indication claire de l'état d'origine,car ils varient en fonction des étapes et des effets sur les bâtiments, ainsi qu'en termes de largeur, profondeur, degré et influence sur l'origine.

Par conséquent, connaitre toutes les raisons de l'apparition de fissures nous permet de les traiter et de les réduire pour maintenir l'intégrité fonctionnelle du bâtiment, et à travers tout cela, notre étude se base sur l'étude des fissures des bâtiments dans les régions du Sud, en particulier Adrar, et plus précisément dans les zones d'Aoulef et de Bordj Badji Mokhtar, afin que l'étude vise à faire la lumière sur les types de fissuration. Et ses causes, ainsi que l'ampleur de l'impact de ces fissures sur l'intégrité du bâtiment, afin d'essayer de diagnostiquer et réduire leur apparence par des méthodes de traitement et de restauration.

Et notre mémoire est divisé en trois chapitres, à savoir :

**Première partie :** Nous ayons traité dans ce chapitre une connaissance générale de toutes les causes et facteurs affectant les bâtiments et aménagements urbains, ainsi que les différents types de fissures, graves ou non, et vise également à rendre compte des risques et des dommages auxquels les bâtiments sont exposés et qui affaiblissent leur résistance et leur performance fonctionnelles.

**Deuxième partie :** Elle est basée sur l'étude des fissures dans les bâtiments dans la wilaya d'Adrar, en particulier dans les villes d'Aoulef et de Bord Badji Mokhtar, en donnant à chaque ville un bref aperçu en matière de climat et d'humidité, ainsi que de précipitations et de qualité du sol. Ce chapitre vise à étudier tous les types de fissures auxquelles les bâtiments sont exposés dans chaque région en les photographiant dans le but de les étudier et de le traiter plus tard.

**Troisième partie :** Elle vise à connaitre les facteurs affectant les installations et les principales raisons de l'apparition de fissures, afin que l'étude de ces causes et facteurs nous permette de diagnostiquer avec précision ces fissures pour déterminer leur emplacement et leur étendue, ainsi que de déterminer la méthode de réparation et de restauration. Pour améliorer les performances fonctionnelles du bâtiment et restaurer la résistance et la rigidité.

# Chapitre 01 :

Etat de connaissance de la fissuration dans les constructions

**Introduction :**

Les fissures dans les bâtiments sont un phénomène dont souffrent la plupart des pays du monde, surtout les pays du monde arabe, où elles sont considérées comme dangereuses et menacent la vie humaine, et ces fissures sont exposées aux bâtiments et aux maisons et aux logements publics. A été prouvé par des études scientifiques dans le domaine génie civil que tous les pays du monde arabe souffrent de ce phénomène et plus important de ces pays que nous prenons par exemple : l'Arabie Saoudite, Jordanie, Emirat et de même l'Algérie présentent des constructions avec des fissures qui varient selon les villes. Il existe des villes côtières adjacentes aux mers par exemple : Constantine, Oran et des villes méridionales où désertiques comme : Ouargla, Adrar et cette dernière ville d'Adrar sont le sujet notre étude en particulier, par conséquent, nous avons remarqué que la principale cause des fissures est le facteur climatique représenté par les températures ainsi que par la qualité du sol.

Les principaux facteurs de fissurations des bâtiments ont été classés selon des études à environ 50% en raison d'une mauvaise mise en œuvre, des facteurs météorologiques et des conditions environnementales, ainsi que celle de la résistance mécanique du sol.

**1) Définition de fissuration :**

En général, une fissure est considérée comme une discontinuité dans le champ de déplacement à travers laquelle les contraintes de traction sont nulles ou diminuent en fonction de l'ouverture de cette même fissure. La fissuration peut se produire par compression, traction, cisaillement, aussi bien de sous chargement statique qu'en fatigue sous l'effet des charges permanentes ou des surcharges ou lors du déplacement des charges.

**2) Les types de fissuration :**

Il existe trois types de fissuration dans les constructions. Le choix est fait en fonction de la destination de l'ouvrage. Selon le degré de préjudiciabilité pour la structure et la limite de la contrainte de traction prise pour effectuer les dimensionnements des armatures, nous pouvons citer les types de fissurations comme suit :

- Fissuration non ou peu préjudiciable pour les ouvrages de forme simples en milieu peu agressif : la contrainte de traction des armatures est limitée à la valeur $f_e$, soit la limite d'élasticité des aciers utilisés.
- Fissuration préjudiciable pour les ouvrages en milieu moyennement agressif (bord de mer par exemple) : la contrainte de traction des armatures est limitée à la valeur ξ (MPa) donnée par l'expression».

  ξ =Min { $2/3f_e$ ; Max (0,5$f_e$; 110 *$\sqrt{f_{tj}}$ }

- Fissurationtrès préjudiciable pour les ouvrages en milieu fortement agressif (plateforme offshore) ou pour lesquels fissure n'est pas admise (réservoir ou centrale nucléaire) : « la contrainte de traction des armatures est limitée à la valeur 0,8 ξ (MPa).

**3) Classification des fissures selon leurs morphologies :**

Il est possible de classer les fissures selon leur morphologie, ce type de classement fait appel uniquement aux apparences :

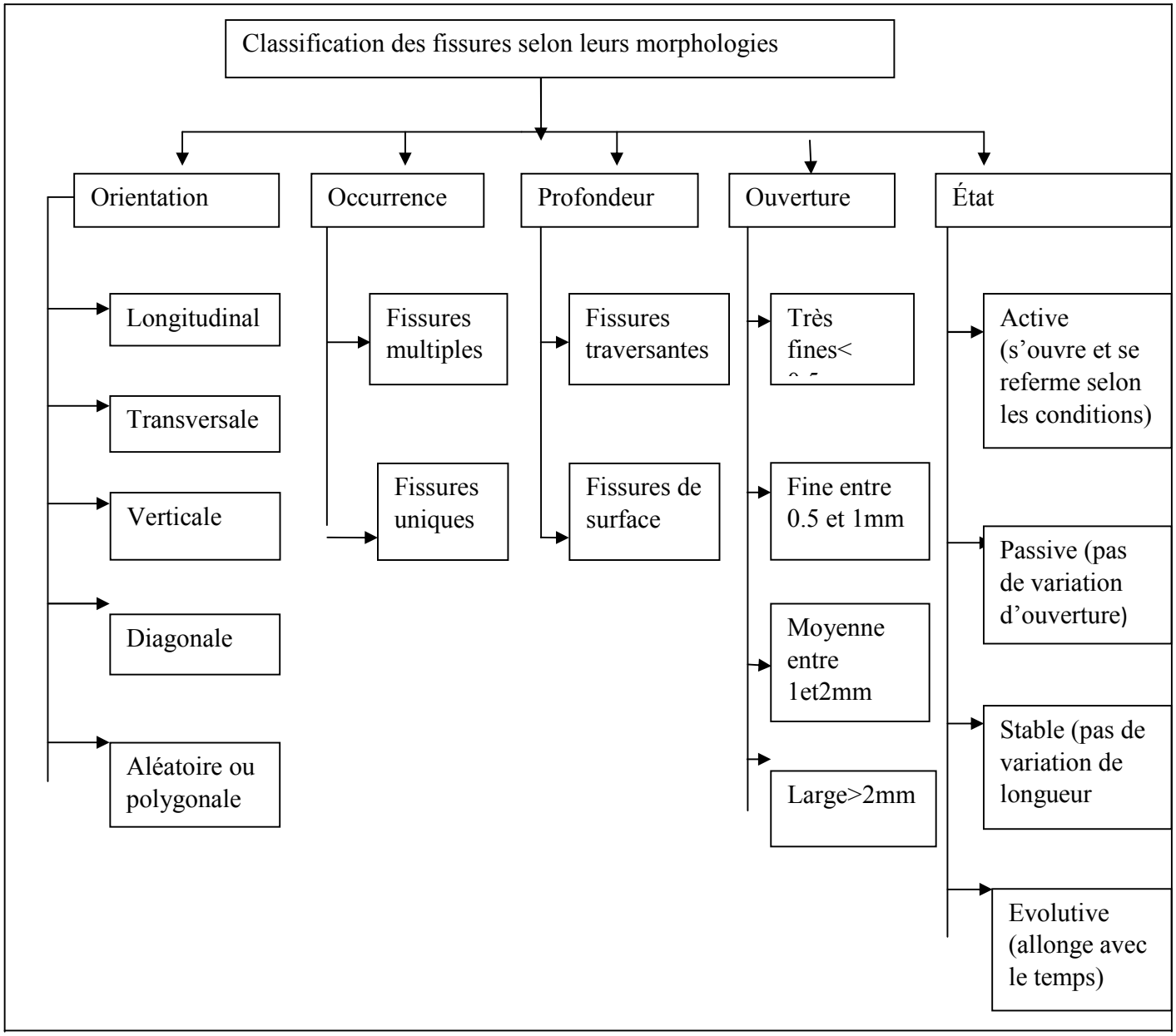



**Figure 01 :** Organigramme de classification des fissures selon leurs morphologies [1]

**4) Comment savoir si les fissures dans votre maison sont dangereuses ou non :**

**4-1) Fissuration horizontales** :

Elles se produisent dans les zones de rencontre entre les briques et sont causées par l'expansion et la contrainte, par la différence du facteur d'élasticité entre les deux matériaux et qui apparaissent des deux côtés de la pièce et ne sont pas dangereux.

**4-2) Fissures horizontales dans les colonnes** :

Une fissure très dangereuse est causée par l'effondrement complet de la base, qui a conduit au tirage de la colonne vers le bas. La colonne est soutenue par des bracelets métalliques.

**4-3) Fissures inclinées à un angle de 45°** : ces fissures sont souvent dangereuses et ont de nombreuses formes :

**4-3-1) Fissures inclinées à côté des ouvertures inférieures des fenêtres** :

Fissures dangereuses causées par l'existence d'un palier différentiel dans une ou plusieurs bases du bâtiment, il est nécessaire de consulter un ingénieur spécialise et un expert, surtout si la longueur de la fissure est importante.

**4-3-2) Fissures inclinées à côté des ouvertures supérieures de la porte** :

Courtes (25-30 cm) et étroites (1-2mm), ces fissures sont causées par le manque de longueur de l'ouverture supérieure de la porte ou elle n'est pas présente du tout. Ce qui conduit à la fissuration de plâtre et des briques parfois sous les coups de la porte, les fissures successives ne sont pas dangereuses [2]

**5- La fissuration du béton :**

La fissuration du béton peut être comparée à la rupture du maillon le plus faible d'une chaîne mise en tension, cela est dû à certains phénomènes par exemple : le ressuage, le retrait, les facteurs chimiques.

**5-1) Le ressuage :**

Le phénomène de ressuage correspond à l'apparition d'une pellicule d'eau claire à la surface libre horizontale du béton frais. Cette manifestation est liée à un tassement progressif du squelette sous la pesanteur et à une remontée concomitante de l'eau qui est ainsi "chassée".

Le ressuage peut entraîner la formation de fissures au droit des obstacles s'opposant au mouvement de tassement du béton.

Par conséquent, le ressuage provoque l'apparition de fissures au niveau du béton en raison de l'augmentation de l'eau vers à la surface du béton et que des fissures se développeront certainement à la surface, le pourcentage d'eau dans le béton doit donc être en fonction du mélange de conception de la qualité du béton pour une température élevée, l'évaporation de l'eau se produira et forme ainsi des fissures sur la surface de béton.

**5-1-1) Les types de ressuage :**

**5-1-1-1) Un ressuage normal** : il s'agit d'infiltration régulière d'eau sur toute la surface où les eaux sont emprisonnées sous l'armature, ce qui conduit à un affaiblissement des liaisons entre la pâte et ses éléments. Le but de l'eau est d'assurer la qualité du béton en lui permettant de s'évaporer et de réduire ainsi la porosité capillaire et les fissures de retrait plastique.

La perméabilité accrue fait que la surface du béton est exposée au passage d'un environnement agressif et se traduit par l'apparition de rayures, de plaies et de fissures prématurées.[2]

**5-2) Le retrait du béton :**

Le retrait correspond à des variations dimensionnelles mettant en jeu des phénomènes physiques avant, pendant ou après la prise des bétons. Lorsqu'elles ne sont pas maîtrisées par le ferraillage ou la présence de joints, ces variations dimensionnelles donnent lieu à l'apparition de fissurations précoces, d'ouverture conséquente. Les fissurations liées au retrait doivent être différenciées des phénomènes de fissuration fonctionnelle des ouvrages, ces dernières étant généralement maîtrisées par les règles de calcul, et restent compatibles avec la bonne tenue des ouvrages dans le temps, notamment en raison des faibles ouvertures des fissures. Quatre types de retrait peuvent être à l'origine de l'apparition de fissures sur la surface des parements : le retrait plastique, le retrait de dessiccation, le retrait thermique et le retrait d'auto-dessiccation [3]

**5-3) Les types de retrait :**

a) **Le retrait plastique :**

Est un phénomène exogène de dessiccation qui se produit avant et pendant la prise du béton, ce retrait est piloté dans une large mesure par la vitesse de dessiccation qui dépend de la température de l'air, de la température du béton, de l'humidité relative et de la vitesse du vent. Il est associé au ressuage car il s'agit de l'évaporation de la pellicule d'eau résultant de ce phénomène, l'ordre de grandeur du retrait plastique des bétons est de 1 mm par mètre, résulte d'une mauvaise rétention d'eau du béton, d'un support trop absorbant ou encore d'une cure mal conduite.

**b) Le rentait thermique :**

Lié au retour à température ambiante des pièces en béton ayant au préalable subi une élévation de température due aux réactions exothermiques d'hydratation du ciment. Ce retour à température ambiante est accompagné par une contraction qui génère des déformations empêchées susceptibles de conduire à l'apparition de phénomènes de fissuration. Ce type de retrait, qui ne concerne que des pièces d'épaisseur supérieure à 60 - 80 cm, se manifeste de quelques dizaines d'heures après la mise en œuvre, jusqu'à quelques semaines, sa durée étant dépendante de la nature des éléments en béton considérés (plus une pièce est massive et plus la contraction thermique sera lente)

**c) Le retrait de dessiccation :**

Est lié au séchage qui se manifeste avant, pendant et après la prise du béton. Dans des conditions courantes, il est de l'ordre de 1 mm/m. La fissuration qui en résulte est due à la dépression capillaire qui se produit lorsque des ménisques d'eau se forment dans les pores capillaires du béton frais. Ce retrait, qui est donc consécutif à l'évaporation de l'eau, peut se manifester quelques minutes après la mise en œuvre du béton, et se poursuivre quelques semaines après. Il est piloté par la cinétique de dessiccation.

**d) Le retrait d'auto-dessiccation :**

Est lié à la contraction du béton en cours d'hydratation et protégé de tout échange d'eau avec le milieu environnant. Il provient en fait d'un phénomène d'auto-dessiccation de la pâte de ciment consécutif à la contraction Le Chatelier (le volume des hydrates formés est plus petit que le volume de l'eau et du ciment anhydre initial). Le phénomène conduisant à la contraction est dû à des forces de traction capillaires internes, similaires à celles responsables du retrait plastique. Ce dernier type de retrait concerne plus particulièrement

les bétons à hautes performances (BHP) ou à très hautes performances (BTHP). Il devient négligeable pour les bétons ordinaires.

Ces quatre types de retrait peuvent se cumuler à l'échelle d'un même béton (on parle ainsi du retrait total comme la somme des différents retraits). Enfin, le retrait d'auto-dessiccation et le retrait thermique intéressant la masse du béton, alors que les deux autres types de retrait concernent la périphérie des éléments en béton. Il existe un cinquième type de retrait, le retrait de carbonatation, pour lequel il n'existe que peu de données expérimentales à l'heure actuelle. Ce retrait est lié aux réactions de carbonatation des constituants du ciment. [3]

**5-4) La mise en œuvre :**

**5-4-1) L'ajout d'eau** :

L'ajout d'eau à la livraison du béton est source de problèmes de fissuration. Certes, il augmente l'ouvrabilité du béton ce qui facilite le travail, mais il a une incidence très néfaste sur la résistance du béton du fait qu'il augmente le rapport E/C. Par conséquent les capillaires sont plus nombreux, ce qui diminue la résistance mécanique du béton et sa résistance aux agents agressifs, ce qui se traduit par l'apparition de fissures à long terme.[4]

**5-4-2) La météo :**

La météo et surtout la température extérieure à une influence sur la prise et le durcissement du béton.

Avec le froid, les réactions d'hydratation du ciment sont ralenties, d'où une augmentation du temps de prise et de durcissement, le phénomène de prise allant jusqu'à s'arrêter complètement lorsque la température du béton descend en dessous de 0°C.

Un béton durci, même depuis plusieurs mois, peut-être attaqué par une succession de cycles gel-dégel.

Par temps chaud, l'évaporation de l'eau du béton et sa dessiccation sont favorisées

La prise et le durcissement sont donc accélérés sans que ses performances soient augmentées pour autant, comme la chaleur accélère la prise du ciment, il faut en tenir compte pour la mise en œuvre qui devra être terminée avant le début de la prise.

L'évaporation a une grande influence sur le retrait avant la prise qui a lieu les premières heures de coulage et peut donc engendrer des fissures.[4]

**5-4-3) Les liaisons entre les éléments :**

**5-4-3-1) Les reprises de bétonnage :**

Sont des zones de faiblesse dans les structures en béton. Au contact du béton durci, le béton frais va développer un retrait bloqué qui favorise sa fissuration.

**5-4-3-2) Les clavetages :**

Prenons l'exemple d'un poteau qui constitue un appui pour 4 poutres. Dans une volonté de rendement, le choix a été fait de faire pré fabriquer les poutres. Pour les poutres, le transport et la mise en place peuvent être source de fissures vis-à-vis des chocs qu'ils peuvent générer sur ces éléments.

**5-4-4) La vibration :**

Vibrer le béton permet d'assurer le bon remplissage des coffrages et des moules, le serrage du béton et sa désaération en favorisant l'imbrication des granulats et en expulsant les bulles d'air. Cependant, il faut choisir le matériel adéquat à l'élément coulé et faire attention de ne pas mettre les armatures en vibration car cela peut entrainer des défauts de parements ou des fissures en accentuant le phénomène de ressuage vu précédemment [4]

**5-4-5) Les facteurs chimiques :**

Les facteurs qui provoquent les fissurations du béton après la coulée sont au nombre de 05 facteurs principaux [5] :

**5-4-5-1) La carbonatation :**

C'est une réaction entre le gaz carbonique ($CO_2$) existant soit en phase gazeuse, soit soluble dans l'eau (eaux pluviales) avec la chaux ($Ca(OH)_2$) pour former le carbonate de calcium ($CaCO_3$) appelé aussi calcite :

$$Ca(OH)_2 + CO_2 \Longrightarrow CaCO_3 + H_2O$$

La carbonatation est principalement limitée aux couches superficielles du béton, et la profondeur de carbonatation ne peut dépasser 20 mm en 50 ans, et donc lorsque le béton est perméable ou lorsque l'armature est trop proche de la surface en raison d'un revêtement insuffisant, la carbonatation conduit à la corrosion du ferraillage, qui aboutit

finalement à la fissuration et au démontage du béton où la carbonatation est plus rapide par temps sec.

Les fissures et les vides dans le béton aident à la carbonatation.

**5-4-5-2) L'attaque par les chlorures :**

Une solution chlorée hautement concentrée peut attaquer la pâte de ciment du béton et provoquer une perturbation qui finira par entraîner l'apparition de fissures.

**5-4-5-3) L'attaque sulfate :**

Les sulfates solubles réagissent avec le tri calcium d'aluminate le ciment en présence d'humidité et la forme des produits qui occupent un volume beaucoup plus grand que les ingrédients d'origine et ainsi les résultats des réactions d'expansion provoquent la désintégration et l'affaiblissement du béton, de la maçonnerie, du plâtre et la formation de fissures, la réaction est très lente et des fissures commencent à apparaître après 2 ans à 3 ans.

**5-4-5-4) L'attaque Acide :**

La chaux libre du ciment est soumise à une attaque rapide par les acides dans les lieux par l'acide. On préfère utiliser le ciment ppc (ciment portlandien pouzzolane) qui contient un faible pourcentage de chaux libre et peut donc présenter une résistance à l'attaque acide par exemple léger quand il interagit $H_2SO_4$ avec $Ca(OH)_2$ :

$$H_2SO_4+Ca(OH)_2 \Longrightarrow CaSO_4+2H_2O$$

Tout le ciment se désintègre progressivement et est interrompu par une attaque acide qui conduit à la fissuration du béton [5]

**5-4-5-5) L'alcali-réaction :**

Elle désigne un ensemble de réactions chimiques pouvant se produire avec certains types d'agrégats réactifs. Ce phénomène peut conduire à un certain nombre de désordres dans les bétons : Fissuration-expansion et baisse des performances mécaniques.

Dans le ciment Portland ordinaire, il existe des alcalis, qui sont dans une certaine mesure de l'oxyde de sodium ($Na_2O$) et de l'oxyde de potassium ($K_2O$),ces alcalis réagissent chimiquement avec certains minéraux siliciques, composantes de certains agrégats, et conduisent à l'expansion, la fissuration et la ruine du béton en raison de la diminution de l'alcalinité, où la rouille est également renforcée en présence d'humidité par exemple :

attaque de sulfate, la réaction est ceci et très lent, et il faut plusieurs années pour développer des fissures dans le béton.[4]

**6) La fissure et pathologie :**

**6-1) Comment caractériser une fissure ?**

On parle de fissure dès lors qu'on est en présence d'une ouverture de 0,2 à 2 mm.

On emploie les termes de lézardes ou de crevasses lorsque l'ouverture fait plus de 2 millimètres.

Une fissure peut être caractérisée par 4 éléments :

a. **Son ouverture :** largeur entre les lèvres qui peut être évaluée à l'œil nu et peut se mesurer avec précision à l'aide d'un fissuromètre.

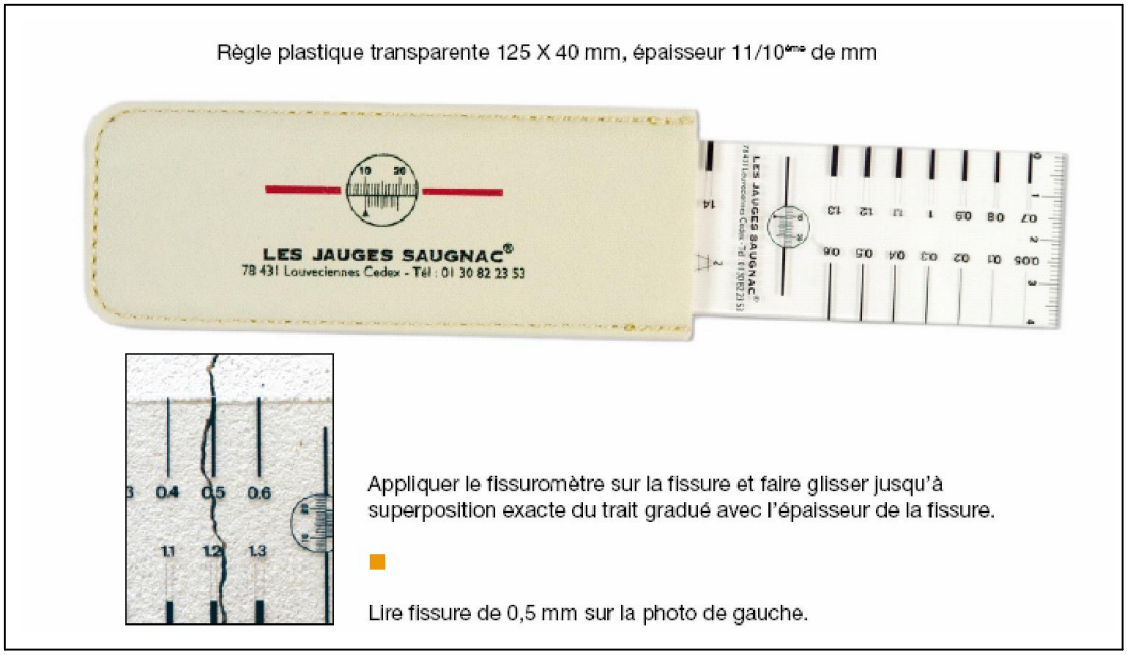



**Figure 02** : Règle plastique transparent 125*40 mm(Fissuromètre)

- **Définition le fissuromètre :** est un instrument de mesure permettant la surveillance de l'activité des fissures sur les ouvrages de maçonnerie.[6]

b. **Son tracé :** c'est le développement de la fissure visible, sur toutes les surfaces de la structure.

c. **Sa profondeur :** selon son caractère traversant ou non, la fissure peut être qualifiée de différentes façons :

- **Fissure de surface** : fissure qui ne traverse pas l'épaisseur de la structure, l'ouverture dans ce cas est maximum en surface et nulle au sein du matériau.
- **Fissure traversante :** fissure visible sur au moins 2 faces de la structure.
- **Fissure aveugle** : fissure traversant mais non accessible d'un ou plusieurs côtés de la structure.

**d. Son activité :**

- **Fissure passive :** fissure dont l'ouverture ne varie plus dans le temps, quelles que soient les conditions de températures ou de sollicitation de l'ouvrage, car leur cause a disparu ou est devenue négligeable.
- **Fissure active :** fissure qui varie dans le temps en fonction des gradients thermiques ou hygrométriques, des sollicitations de l'ouvrage ou des défauts d'exécution.

**- Souffle :** amplitude de la variation d'ouverture d'une fissure active.

Selon ses caractéristiques, une fissure peut être classée en plusieurs types :

- **Microfissure :** fissure très fine au tracé plus ou moins régulier et le plus souvent discontinu et à l'ouverture inférieure à 0,2 mm, elle peut évoluer jusqu'à former un réseau.
- **Fissure :** ouverture linéaire au tracé plus ou moins régulier dont la largeur est comprise entre 0,2 et 2 mm.
- **Lézarde :** fissure d'ouverture supérieure à 2 mm.

**6-2) Quand peut-on qualifier une fissure de pathologie ?**

Dans le cas d'une fissure, il faut pouvoir faire la distinction entre une fissure pathologique, c'est-à-dire qu'elle est le témoignage d'une « maladie », et une fissure pathogène qui peut engendrer une maladie, la différence entre ces 2 types de fissures dépend essentiellement de l'origine, de l'environnement et de l'ouverture de la fissuration :

**6-2-1) La fissuration pathogène :**

Une fissure, quelle que soit son origine, peut présenter un caractère pathogène à partir du moment où son ouverture atteint 0,3 mm et qu'elle est exposée à un environnement néfaste (exemple en façade non abritée). Cette limite a été établie en fonction des propriétés de l'eau et de ses capacités d'infiltration. En dessous de cette ouverture de 0,3

mm, "les forces de tensions superficielles" sont supérieures aux forces de gravitation et empêchent tout mouvement d'eau en phase liquide, si bien que l'eau qui peut y pénétrer, soit par capillarité, soit par condensation, et qui va alors dissoudre certains ions, ne peut en ressortir que par évaporation, et par conséquent sans déplacer les ions, et notamment sans lixivier la chaux qui assure le maintien d'un pH élevé, protecteur des aciers. A contrario, si une fissure a une ouverture supérieure à cette limite et qu'elle est exposée à la pluie, elle peut entrainer des désordres par une diminution du pH entrainant une oxydation des aciers et par la migration d'agents agressifs, d'où son caractère pathogène.[4]

**6-2-2) La fissuration pathologique :**

Les méthodes de calcul du béton armé intègrent cette limite d'ouverture des fissures de 0,3 muet la contrôle par les armatures (ferraillage passif, principe du béton armé). C'est pourquoi une fissure d'origine mécanique dont l'ouverture est supérieure à 0,3 mm doit être considérée comme pathologique car elle est le témoignage d'un dysfonctionnement de la structure vis-à-vis de son dimensionnement et présente un risque potentiel pour la pérennité de l'ouvrage à cause de l'atteinte de la limite élastique de l'acier et sa plastification. Si l'acier est plastifié, sa déformation augmente sous une sollicitation mécanique constante, sa section diminue, donc la contrainte devrait augmenter, ce qui entraine une rupture à plus ou moins long terme.

Une fissure qui résulte de la carbonatation du béton, de l'attaque par les chlorures ou les sulfates, ou l'alcali réaction, est considérée comme pathologique dès son apparition et ne dépend pas de son ouverture, car elle est le témoin d'une « maladie » du béton. [4]

**7) Conclusion :**

Les fissures sont des fissures qui apparaissent dans le plafond et les murs, dont certaines apparaissent rapidement et d'autres peuvent apparaitre après des années, et c'est l'un des éléments les plus importants qui donnent une indication claire de l'état du bâtiment d'origine car elle varie en fonction de sa gravité et de son influence et elle varie en matière de largeur et de profondeur, et nous pouvons conclure que les fissures sont parmi les plus dangereuses pour les bâtiments qui provoquent leur effondrement et leurs dommages, de sorte que tous ces dangers sont causés par différents facteurs et sources dont les types et les causes diffèrent selon les régions, les fissures doivent donc être

soigneusement étudiées pour éviter ou réduire ces dangers, et cela en connaissant toutes sortes de fissures, ceci fera l'objet d'étude dans le chapitre deux.

# Chapitre 2

## Exemple de cas d’étude de la fissuration dans la wilaya Adrar

# Chapitre 2.1 : Exemples de cas d'études de la fissuration dans la willaya Adrar (Cas d'Aoulef)

## 2.1) Introduction :

La wilaya d'Adrar est située au Sud-Ouest de l'Algérie et c'est la wilaya N°01. Elle est dominée par un climat désertique et la majorité de son terrain est sablonneuse. La ville d'Adrar est l'une des villes stériles et rocheuses située dans le Nord de la wilaya. Parmi les villes les plus importantes : Timimoune, Tsabit, Fenoughil, Aoulef et Bord Badji Mokhtar. À travers ce climat désertique de la wilaya, nous constatons le phénomène de fissuration dans la plupart des bâtiments, qui est devenu un problème majeur pour la wilaya et pour l'état.

Pour étudier ce phénomène, nous avons choisi deux villes à savoir Aoulef et Bord Badji Mokhtar.

## 2.2 : 1er cas d'étude ; la fissuration dans la ville d'Aoulef

### 2.2.1) Historique de la ville :

L'émergence et le développement des villes sont l'un des paramètres les plus importants qui nous donnent une image claire de l'histoire, du présent et même du futur d'une ville. La ville d'Aoulef s'est formée géologiquement à la fin de l'ère chrétienne.

#### 2.2.1.1) L'étiquette :

Le mot Aoulef est dérivé de la familiarité considérant que tout le monde qui l'habite en prend rapidement connaissance, et aussi que le mot Aoulef est un mot berbère dérivé du mot Aqlef signifiant la ruche parce que la région attire la population envers elle. La ville Aoulef était affiliée à Al Wahat (Ouargla), au district d'Ain Saleh et lorsque Adrar a été nommée wilaya et selon la division administrative de 1974, Aoulef a été rattaché au district de Reggan jusqu'à ce qu'elle devienne unedaïra en 1985.

La ville d'Aoulef est située à l'Est de Reggan, au sud-est d'Adrar, avec une superficie estimée à 2536 km$^2$. Elle comprend quatre municipalités ; Aoulef, Timokten, Tit et

Akebli. Aussi la ville d'Aoulef est située dans une zone appelée Tidikelt, qui est une plaine qui commence à l'extrémité du plateau de Tademaït délimitée au Nord par la municipalité de Tit, et au Sud par la municipalité d'Akebli,le tout a une superficie de 3020 $km^2$,situé à 1225 km d'Alger.

**2.2.1.2) Étude du climat :** Le climat a un impact important et direct sur notre vie quotidienne. C'est l'un des facteurs naturels qui contrôlent le caractère urbain et architectural de la ville, et il est dominé par un climat désertique continental caractérisé par un hiver froid et court et un été chaud et long avec des vents de sable constants.
Nous représentons cela par des courbes graphiques qui montrent la température, l'humidité et la précipitation de la région.

**a) Température moyenne :**

Graphe de température qui représente la température moyenne maximale et minimale durant les mois de l'année :

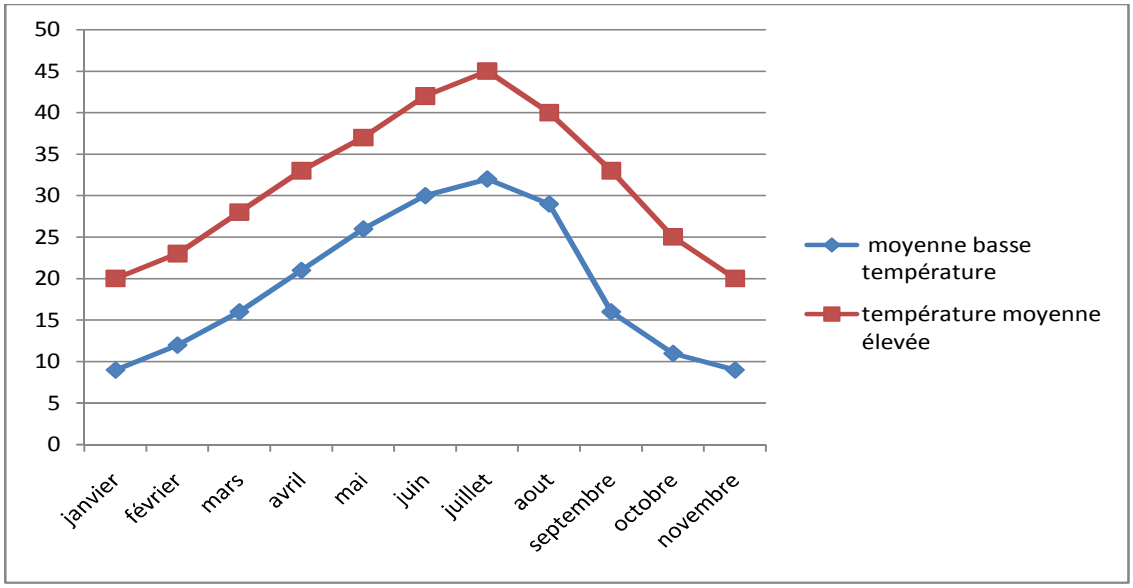



**Figure 01 : Température moyenne mensuelle**

**b) Humidité :**

Graphe qui représente l'humidité dans la ville d'Aoulef au cours de l'année.

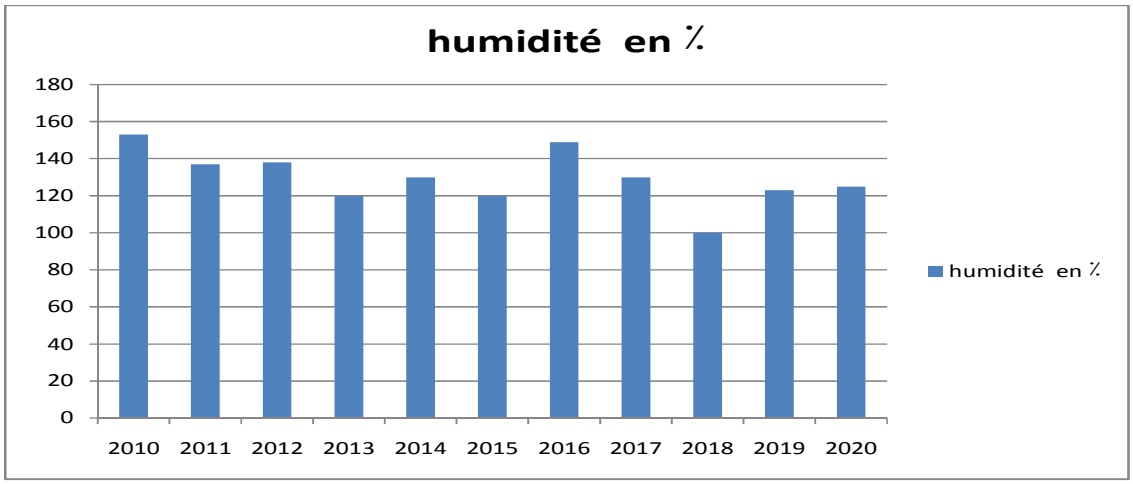



**Figure 02 : L'humidité en fonction des années 2010 à 2020**

**c) Précipitation :**

La précipitation dans la ville d'Aoulef par mois durant l'année.

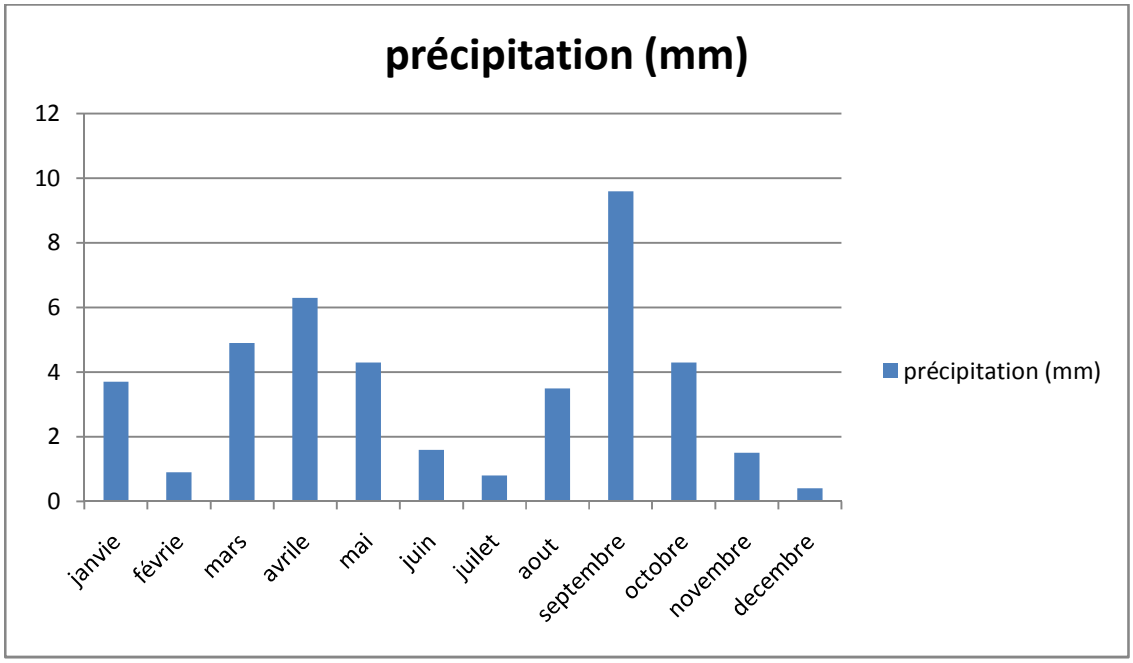



**Figure 03 : La précipitation dans la ville d'Aoulef**

**2.2.1.3) Couverture végétale** :

La plupart des plantes qui couvrent la zone sont des plantes épineuses, ceci est dû à la sécheresse de la zone, les palmiers représentant plus de 90% de ces plantes, avec d'autres arbres comme les cactus les caletus.

**2.2.1.4**) **Topographie de la ville** : la ville se compose de plateaux et de veines, en plus de marais dans lesquels la reconstruction et construction sont impossibles, et la zone est dépourvue de sources d'eau de surface en raison du manque de précipitation et du manque de vallées, mais la zone contient un grand réservoir d'eau souterraine qui a été utilisé depuis l'Antiquité par la technique du Foggara en creusant des puits et en utilisant des pompes, ce qui les rend suffisants pour répondre aux besoins de la population .

**2.2.2) La fissuration dans les constructions de la ville :**

La fissuration du béton et du béton armé est un phénomène normal compte tenu du principe de fonctionnement de ces matériaux. Aussi, c'est un défaut ou une discontinuité brutale apparue ou apparaissant dans un matériau sous l'effet de contrainte interne ou externe, où la matière est séparée sur une certaine surface. Tant que les forces de contraintes créent une grande concentration de contrainte à son fond, sa propagation, sous l'effet de contraintes suffisantes combinées ou non avec un environnement agressif mènent à la rupture.

La ville d'Aoulef souffre de nombreuses fissures dans ses bâtiments, dont les types sont différents selon chaque bâtiment et parmi ces types les plus présents dans la ville nous citons :

**2.2.2.1) Les fissurations dans les éléments porteurs :**

Le terme élément structurel (ou élément porteur ou élément portant) englobe tous les éléments de construction ayant une fonction portante. Il convient de faire une différence entre les éléments structurels et non structurels.

La structure composée de tous les éléments porteurs est appelée système porteur, il correspond au squelette du bâtiment. Le reste constitue l'enveloppe du bâtiment. [14]

**a) Fissures verticales aux angles du bâtiment :**

Elles proviennent d'un défaut du chainage vertical.

**b) Fissures horizontales à hauteur du plancher :**

Elles signalent une flexion ou un retrait de la dalle de la planche.

**c) Fissures traversantes :**

Les fissures traversantes ont pour caractéristique de traverser aussi bien le revêtement extérieur d'une maison, que le matériau de construction.

**d) Les fissurations verticales :**

Les fissurations verticales également fines et linéaires, se retrouvent généralement aux angles du bâtiment. Leurs causes peuvent être diverses, même si on relève souvent un problème de fondation.

**e) Les fissurations horizontales :**

Les fissurations horizontales se situent au niveau du sol, sur le plancher. Elles trouvent généralement leur origine dans le phénomène de retrait ou de gonflement des matériaux utilisés.

**2.2.2.2) Fissuration dans les éléments non porteurs :**

Le fléchissement d'un plancher porteur soumis à une certaine charge peut entrainer l'apparition de fissures dans les maçonneries non porteuses. [14]

**a) Les microfissures**

Ce sont des fissures étroites, filiformes de moins de 0,2mm de large. Sur un enduit extérieur, elles peuvent apparaitre comme un réseau serré de fissures à certains endroits de la façade, nous citons par exemple :

**b) Microfissures de retrait** :

Elles se présentent comme le faïençage ou au niveau des joints de la maçonnerie, le problème vient de l'enduit et des joints eux-mêmes.

**c) Microfissures horizontales ou verticales** :

Elles sont souvent dues au comportement hygrothermique des différents matériaux composant le mur.

**d) Fissures en moustache :**

Obliques ou verticales, elles partent des angles des fenêtres ou portes. Elles sont dues à un niveau des appuis des ouvertures.

**2.2.3) Prise de photos in situ des principales fissurations** :

Nous avons pris des photos de fissuration dans les éléments porteurs et les éléments non porteurs. Nous présentons dans ce qui suit, les principales photos :

**2.2.3.1) Fissuration dans les bâtiments d'habitation :**

Nous avons visité plusieurs bâtiments d'habitation et nous avons constaté les fissures suivantes :

**a) Photos des fissurations dans les éléments porteurs :**

Lorsque nous avons visité plusieurs bâtiments d'habitation, nous avons pris les différentes photos suivantes de la fissuration dans les éléments porteurs suivants :

**Photo 01 :** Fissuration verticale dans le poteau d'une maison

**Photo 02 :** Fissuration angulaire dans le poteau d'une maison

**Photo03** : Fissuration verticale dans poutre
les poteaux d'une maison

**Photo 04** : fissuration angulaire dans la

**Photo 05** : Fissuration du mur d'une maison

**Photo 06 :** Fissuration verticale dans une
Maison

**1.3.1.2) Photos dans les éléments non porteurs :**

Nous avons constaté que les principales fissurations concernent surtout les murs :

**2.2.3.2) <u>Dans les lieux publics :</u>**

Nous avons fait plusieurs visites dans les lieux publics dans le but de prendre des photos de fissuration, et parmi ces lieux publics nous donnons comme exemples :

**2.2.3.2.1) Hôpital d'Aoulef :**

Nous avons visité l'hôpital d'Aoulef, qui a été créé en 2008 et qui se compose de quatre départements et dix bureauxet nous avons constaté les fissures suivantes :

**a) Photo des fissurations dans les éléments non porteurs :**

Nous avons constaté que les principales fissurations concernent surtout les murs ;

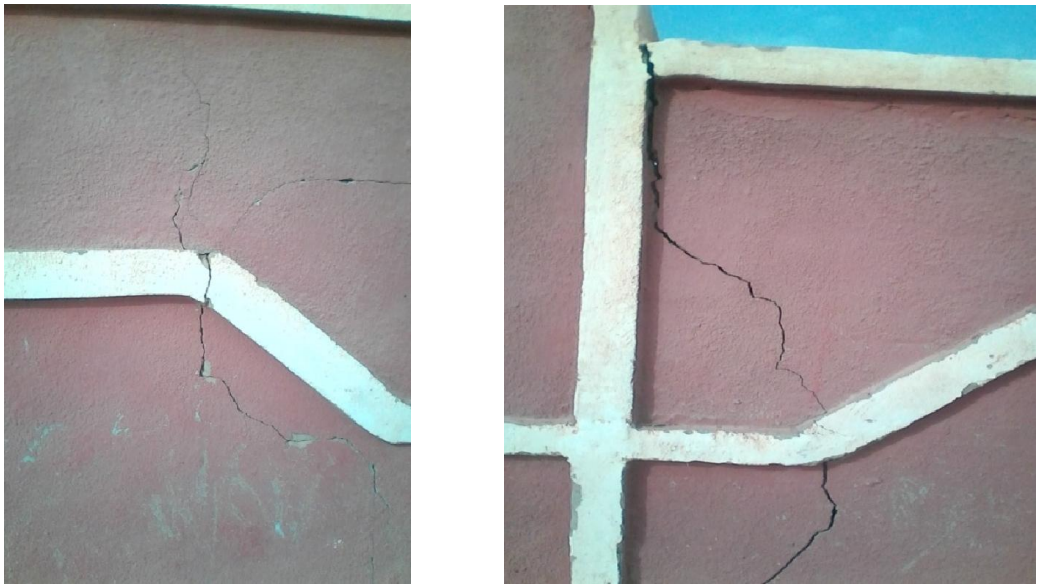


**Photo 07 :** Fissurations angulaires dans les mers

**Photo 08** : Fissuration verticales dans le mur intérieur

**Photo09** : fissuration de moustache dans les murs

**Photo 10 :** Fissuration dans la poutre

**Photo 11 : F**issuration dans le mur

**2.2.3.2.2) Collège Imam Malek :**

Nous avons visité le collège Imam Malek qui été créé en 1980 et comprennent 19 classes d'enseignement et 8 bureaux administratifs, ainsi que 5 résidences de fonction. Nous avons constaté plusieurs fissurations dans les éléments porteurs et non porteurs.

**a) Photo des fissurations dans les éléments porteurs :**

Nous avons constaté que les principales fissurations concernent aussi les murs :

**Photo 12 :** Fissurations verticales dans le mur

**Photo 13 :** Fissurations angulaires

**Photo : 14** Fissurations dans le mur

**Photo : 15** Fissurations dans le poteau

**2.2.3.2.3) École MORTAJI MBARAK :**

Nous avons visité l'école élémentaire Mortaji qui été créée en 2010/2011, elle se compose de cinq divisions, trois bureaux et elle est en cours d'extension, nous avons constaté plusieurs fissurations parmi elles :

**a) Photo des fissurations dans les éléments porteurs :**

Nous avons constaté que les principales fissurations concernent les murs :

**Photo 16 :** Fissurations verticales dans les murs

**b) Photo des fissurations des éléments non porteurs :**

Nous avons constaté que les principales fissurations concernent les murs :

**Photo 17** : fissuration dans la fenêtre

**2.2.3.2.4) Municipalité d'Aoulef :**

Nous avons visité la municipalité d'Aoulef qui a été créé en 2005 et comprend quatre services : le secrétariat général, qui comprend cinq bureaux, le département de l'organisation des affaires publiques et de l'activité sociale et culturelle qui est divisé en sept bureaux, ainsi que le département des intérêts financiers et de l'activité économique, il comprend trois bureaux, et enfin le département technique qui se compose de deux bureaux. Et nous avons remarqué plusieurs fissurations dans la municipalité et qui sont :

**a) Photo des fissurations dans les éléments porteurs**

**Photo : 18** fissurations verticales dans le mur

**photo19** : Fissurations angulaire

**Conclusion**

Aoulef est une ville du désert caractérisée par une vaste zone et un caractère plat, car elle se compose de plateaux plats et de veines en plus de marais impossibles à reconstruire et à construire. Elle se caractérise également par un climat continental dominé par des hivers froids et des étés chauds et longs, qui ont un impact important et direct sur la vie quotidienne dans ses différents aspects, car c'est l'un des facteurs naturels qui contrôlent le caractère urbain et architectural de la ville. La ville souffre du phénomène de fissuration dansles bâtiments, et cela est dû au climat dominant et à la qualité de son sol, ainsi qu'au vent permanent. Pour éviter ce phénomène où le réduire, les causes doivent être bien étudiées, précisément et diagnostiquées pour connaitre l'étendue du danger et pour assurer la sécurité structurelle du bâtiment et prendre les précautions nécessaires à cet effet.

# Chapitre 2.2 : Exemples de cas d'études de la fissuration dans la wilaya Adrar (Cas de Bordj Badji Mokhtar)

**2.2) Introduction :**

La wilaya d'Adrar est située au Sud-Ouest de l'Algérie et c'est la wilaya N°01 dans le classement des wilayas. Elle est dominée par un climat désertique et la majorité de son terrain est sablonneuse. Elle a des villes stériles et rocheuses situées dans le nord de la wilaya. Parmi les villes les plus importantes : Timimoune, Tsabit, Fenughel, Aoulef et Bord Badji Mokhtar. À travers ce climat désertique de la wilaya, nous remarquons le phénomène de fissuration dans la plupart des bâtiments, qui est devenu un problème majeur pour la wilaya et pour l'état.

Pour étudier ce phénomène, nous avons choisi deux villes à savoir Aoulef et Bordj Badji Mokhtar.

### 2.3 : 2ème cas d'étude ; la fissuration dans la ville Bordj Badji Mokhtar

#### 2.3.1) Historique de la ville :

Bordj Badji Mokhtar (également simplifiée en Bordj Al-Mokhtar ou BBM anciennement Bordj). Le prieur pendant la colonisation française de la région s'appelait (Aindaq), qui signifie l'argile par la nature de l'argile. Après l'indépendance, cette ville a été appelée le martyr « Badji Mokhtar ». Le 17 Avril 1919, elle est une commune de la wilaya de Bordj Badji Mokhtar, selle e situe à l'extrême Sud de l'Algérie à l'Est du désert du Tanezrouft près de la frontière malienne, limité au Nord par la wilaya d'Adrar, et de l'Ouest par la wilaya de Tamanrasset et au Sud par le Mali. Lors de l'occupation française de l'Algérie, la ville Bordj Badji Mokhtar est située à 500 km au Sud-Ouest de Tamanrasset, à 777 km au Sud-Est d'Adrar. La ville est nommée Bordj, le prieur fait partie du département de la Saoura. Après l'indépendance, elle prend le nom de Bordj Badji Mokhtar à la mémoire du militant indépendantiste l'Algérien Badji Mokhtar. La fondation de la ville de Bordj Badji Mokhtar commence lorsqu'un français nommé le prieur creuse un puits. Un peu plus tard, un fort fût construit tout près par l'armée française, ce fort sera appelé fort le prieur. A l'indépendance de l'Algérie le fort prend le nom d'un des premiers chefs combattants algériens, mort au combat, Badji Mokhtar. La superficie totale de Bordj Badji Mokhtar est de 120,026 $km^2$, et le nombre de ses population sest de 18000. La ville est caractérisée par l'élevage du bétail et des chameaux. Chaque année, on organise une "manifestation" appelée "jour de chameau" où la population présente différentes industries traditionnelles. Cette cérémonie dure trois

jours, ses habitants parlent Touareg. Les touaregs sont les peuples autochtones de la région et la langue arabe est considérée comme la langue nationale officielle.

Le climat varie dans la wilaya de Bordj Badji Mokhtar en raison de sa vaste superficie, météo : température 23°C, direction du vent Nord à23km/h et 14%d'humidité relative. Bien que le climat désertique sec y règne, on distingue trois régions climatiques : un climat semi-désertique, un climat désertique et un climat subtropical. Le climat prédominant dans la ville est le climat subtropical caractérisé par un été chaud et humide et un hiver sec, les pluies sont de mousson en été.

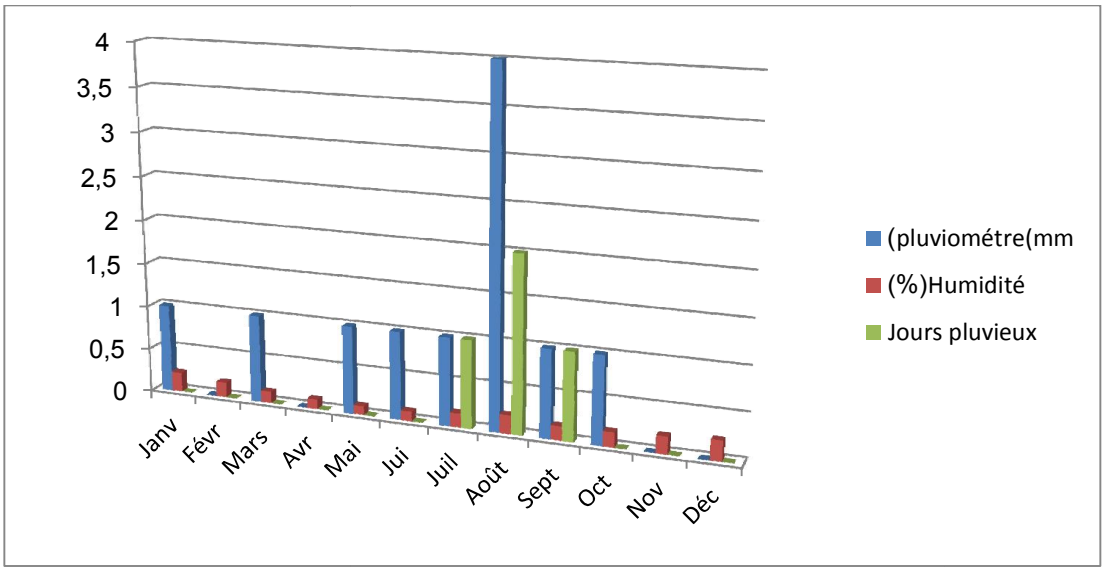



**Figure 04** : la précipitation (pluviomètre) dans la ville Bordj Badji Mokhtar

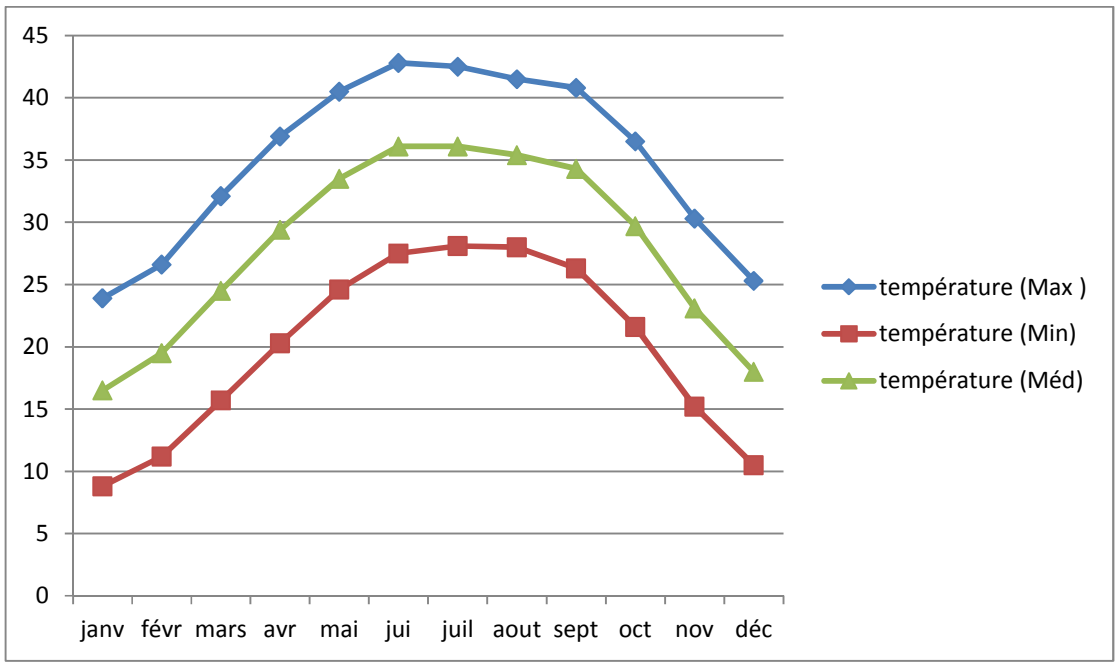



**Figure 05 :** la température dans la ville Bordj Badji Mokhtar

La ville de Bordj Badji Mokhtar a été nommée wilaya mandatée à la date 2019/11/26, elle est maintenant devenue la wilaya avec tous les pouvoirs à la date 2021/02/21 son code de wilaya est 50.

Bordj Badji Mokhtar est considérée comme l'une des villes économiques en raison de son emplacement important, ses habitants échangent de la nourriture contre des moutons qui est la source de viande rouge pour la nouvelle wilaya.

### 2.3.2) La fissuration dans les constructions de la ville de Bordj Badji Mokhtar :

Grâce à nos visites, nous avons constaté que dans la ville Bordj Badji Mokhtar, il y'a de nombreux types de fissuration qui peuvent être divisés en deux familles :

**2.3.2.1) Les fissurations dans les éléments porteurs :** en général, ce sont des fissures dues à une surcharge d'un élément porteur, quand l'élément n'a pas été bien dimensionné pour cette surcharge, il se déforme et entraîne des mouvements des ouvrages maçonnés ou en béton. Ces fissurations sont classées en plusieurs types :

**a) Les fissurations horizontales :** les fissurations horizontales se situent au niveau du sol, sur le plancher, elles trouvent généralement leur origine dans le phénomène de retrait ou de gonflement des matériaux utilisés.

**b) Les fissurations verticales :** les fissurations verticales, également fines et linéaires, se retrouvent généralement aux angles du bâtiment, leurs causes peuvent être diverses, même si on relève souvent un problème de fondations.

**c) Les fissurations traversantes :** les fissurations traversantes ont pour caractéristique de traverser aussi bien le revêtement de construction, d'un caractère grave, elles sont souvent dues à un défaut structurel de la construction.

**d) Les lézardes** : les lézardes sont les fissurations créant de véritables crevasses, elles sont larges de plusieurs millimètres, leur apparition est le plus souvent due à un sol instable, un choc comme un tremble de terre, ou une malfaçon dans la fabrication de la maison.

**e) Les fissurations verticales aux angles du bâtiment :** elles proviennent d'un défaut du chainage vertical.

**f) Les fissurations horizontales à hauteur du plancher :** elles signalent une flexion ou un retrait de la dalle du plancher.

**2.3.2.2) Les fissurations dans les éléments non porteurs :** un fléchissement excessif du plancher porteur peut engendrer des fissures dans les parois de maçonnerie non portantes où'il soutient ces fissures souvent horizontales, situées dans la partie inférieure de la paroi s'élargissent vers le milieu de la portée et deviennent indiscernables au droit des appuis du plancher. [14]

Ils sont divisés en plusieurs types :

**a) Les fissurations structurelles :** c'est des fissurations qui comme son nom l'indiquent touchent à la structure de la maison, les murs d'une maison sont souvent constitués de parpaings ou de briques assemblées par un mortier, leur face externe est recouverte d'un enduit ou d'un crépi, les fissures qui apparaissent sur l'enduit peuvent n'être que superficielles.

**b) Les fissurations fines :** elles font entre 0.2 et 2 mm de large, elles peuvent ne concerner que l'épaisseur de l'enduit ou concerner également la maçonnerie leurs emplacements détermine souvent la cause de leur apparition, ils sont divisés en trois types :

**c) Fissuration en moustache :** elles sont obliques ou verticales, elles partent des angles des fenêtres ou portes, elles sont dues à une faiblesse de la maçonnerie au niveau des appuis des ouvertures.

**d) Les microfissures :** ce sont de petites fissures inférieures à 0,2 mm. On parle par contre véritablement de microfissures lorsqu'elles attaquent l'enduit sur toute son épaisseur, nous citons :

**e) Microfissures de retrait :** elles se présentent comme le faïençage ou au niveau des joints de la maçonnerie, le problème vient de l'enduit et des joints eux-mêmes (trop d'eau de gâchage, mauvaise qualité du mortier, mauvaise adhérence de l'enduit).

**f) Microfissures horizontales ou verticales :** elles sont souvent dues aux comportements, hygrothermiques différentes des matériaux composant le mur, par exemple jonction entre les parpaings et un linteau en béton coulé ou un chainage en béton armé.

### 2.3.3) Prise de photos in situ des principales fissurations dans la ville Bordj Badji Mokhtar :

Nous avons pris des photos de fissurations de différents endroits de la ville Bordj Badji Mokhtar représentées dans les habitations, les écoles et les hôpitaux…etc.

#### 2.3.3.1) Fissurations dans l'école du martyre Badji Mokhtar :

C'est la premiére école primaire construite à la ville Bordj Badji Mokhtar en 1980,le nombre de ses classes 10,sa capacité depuis l'année de sa création jusqu'à maintenant, cela fait maintenant 41 ans, c'est ce qu'on appelle la durabilité.

**N**ous avons visité l'école du Martyre Badji Mokhtar et nous avons remarqué les fissures suivantes :

**a) Fissurations dans les éléments porteurs :** nous avons constaté que les principales fissurations concernent les poteaux :

**Photo 20** : Fissuration verticale dans une poutre

**Photo 21 :** Fissuration horizontale dans un poteau

**b) Fissurations dans les éléments non porteurs** : nous avons constaté que les principales fissurations concernant les murs non porteurs et sont :

**Photo 22 :** Fissuration horizontale dans un mur

**Photo 23 :** Fissurations horizontales dans un mur

**Photo 24 :** Fissuration en moustache dans un mur

**2.3.3.2) Fissurations dans l'école "Elwiam" :**

Elle a été construite un en 2001, elle contient 06 classes, elle est âgée donc de 20 ans.

Nous avons visité l'école "Elwiam" et nous avons remarqué les fissures suivantes :

**a) Fissurations dans les éléments porteurs :** nous avons constaté que les principales fissurations concernent les poutres et poteaux sont:

**Photo25:** Fissuration verticale dans un poteau

**Photo 26:** Fissuration horizontale dans un poteau

**b) Fissurations dans les éléments non porteurs :** nous avons constaté que les principales fissurations dans les éléments non porteurs concernent les murs :

**Photo 27 :** Fissuration verticale dans un mur

**Photo 28 :** Fissuration horizontale dans un mur

**2.3.3.3) Fissurations dans la municipalité :**

Elle a été construite en 1989, elle contient 06bureaux de différents services, elle est âgée donc de 32 ans.

**N**ous avons visité la municipalité de Bordj Badji Mokhtar et nous avons remarqué qu'il y a des fissures et qui sont :

**a) Fissurations dans les éléments porteurs :** nous avons constaté que les principales fissurations concernent les poteaux :

**Photo29 :** Fissurations horizontales dans un poteau

**b) Fissurations dans les éléments non porteurs :** nous avons constaté que les principales fissurations concernent les murs :

**Photo 30** :Fissuration en moustache **Photo 31** :Fissuration horizontale dans

dans la fénetre un mur

**Photo 32** : Fissuration verticale dans un mur

**2.3.3.4) Fissurations dans l'hôpital :**

C'est le premier hôpital de la ville qui a été construit en 1972, il est âgé donc de 49 ans, il contient trois bureaux pour consultation médicale et d'autres bureaux de différents services, actuellement il est surtout opérationnel en qualité de morgue.

Nous avons visité l'ancien hôpital de la ville Bordj Badji Mokhtar et nous avons remarqué quelques fissures que nous citons comme suit :

**a) Fissurations dans les éléments porteurs :** nous avons constaté que les principales fissurations concernent les poteaux :

**Photo 33 :** Lézardes

**b) Fissurations dans les éléments non porteurs :** nous avons constaté que les principales fissurations concernent les murs :

**Photo 34 :** Microfissures verticales dans le mur

**Photo 35 :** Microfissure horizontale dans le mur

**2.3.3.5) Fissurations dans le lycée commandant Ramdani Sidi Mohamed :**

C'est le seul lycée de la ville, il a été construit en 2009, il contient un premier étage avec des bureaux administratifs, et un rez-de-chaussée qui se compose de 20 classes et 04 laboratoires d'études dans différentes spécialisations.

Nous avons visité le lycée et nous avons constaté de nombreuses fissures :

**a) Fissurations dans les éléments porteurs :** nous avons constaté que les principales fissurations concernent les poutres et poteaux :

**Photo 36 :** Fissuration horizontale dans une poutre

**Photo 37:** Lézardes

**b) Fissuration dans les éléments non porteurs :** nous avons constaté que les principales fissurations concernent les murs :

**Photo 38 :** Fissure horizontale dans le mur

**Photo 39 :** Fissures verticales aux angles dans le mur

**2.3.3.6) Fissurations dans le collège Abdel Hamid Ibn Badis :**

C'est le premier collège de la ville, il a été construit en 2003, il contient 19 classes d'étude et 02 laboratoires.

Nous avons visité le collège Abdul Hamid Ben Badis et nous avons constaté de nombreuses fissures :

**a) Fissurations dans les éléments porteurs :** nous avons constaté que les principales fissurations concernent les poutres et les poteaux :

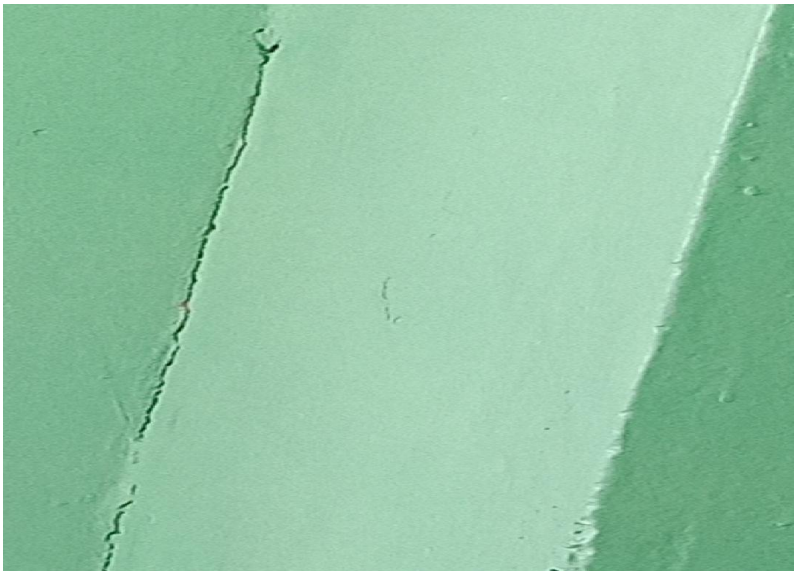


**Photo 40 :** Fissurations verticales aux angles du bâtiment dans le poteau

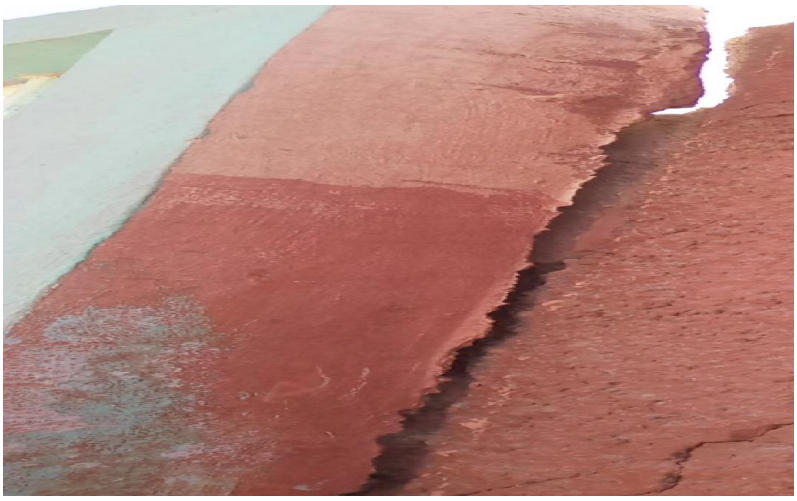


**Photo 41 :** Fissuration verticale dans poteau A

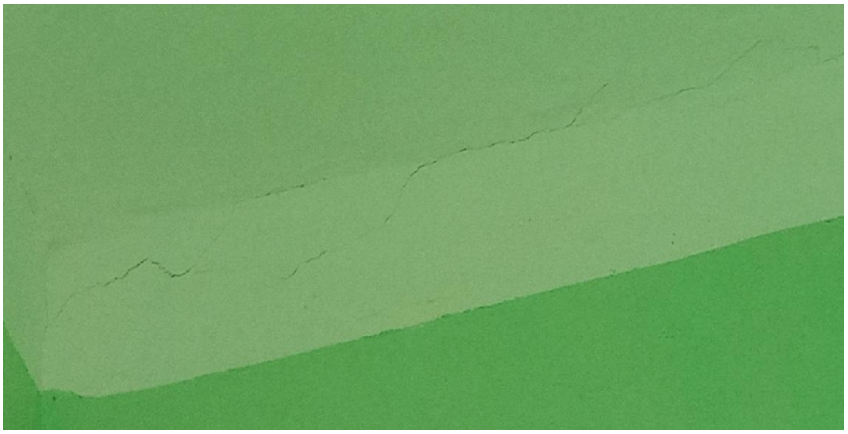


**Photo 42 :** Fissuration horizontale dans poutre

**b) Fissurations dans les éléments non porteurs :** nous avons constaté que les principales fissurations concernent les murs :

**Photo 43:**Fissurations fines dans le mur

**Photo 44 :** Fissure verticale dans le mur **Photo 45 :** Microfissure vertical dans le mur

**Photo 46 :** Microfissure horizontale dans le mur

**Photo 47 :** Fissuration horizontale dans le mur.

**Photo 48 :** Fissurations fines dans le mur

**2.3.3.7) Fissurations dans les habitations** : nous avons visité quelques habitations et nous avons remarqué plusieurs types de fissurations :

**a) Fissurations dans les éléments porteurs :** nous avons constaté que les principales fissurations concernent les poutres et les poteaux **:**

**Photo 49 :** Fissuration horizontale dans le poteau

**Photo 50 :** Fissuration horizontale dans le poteau

**Photo 51 :** Fissuration horizontale dans un poteau **Photo 52 :** Fissuration verticale aux angles

d'une maison

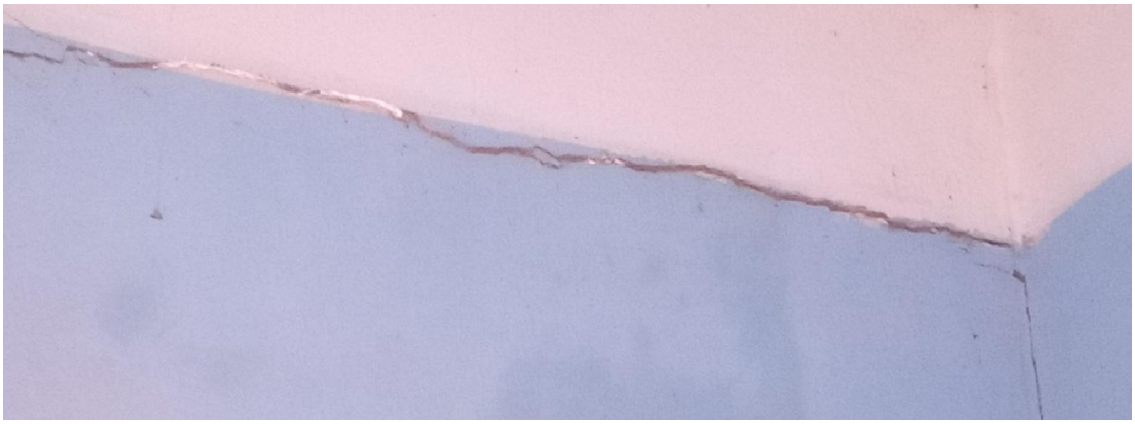


**Photo 53 :** Fissuration horizontale dans une poutre

**Photo 54 :** Fissuration horizontale à hauteur du plancher d'une maison

**Photo 55 :** Lézardes dans une poutre

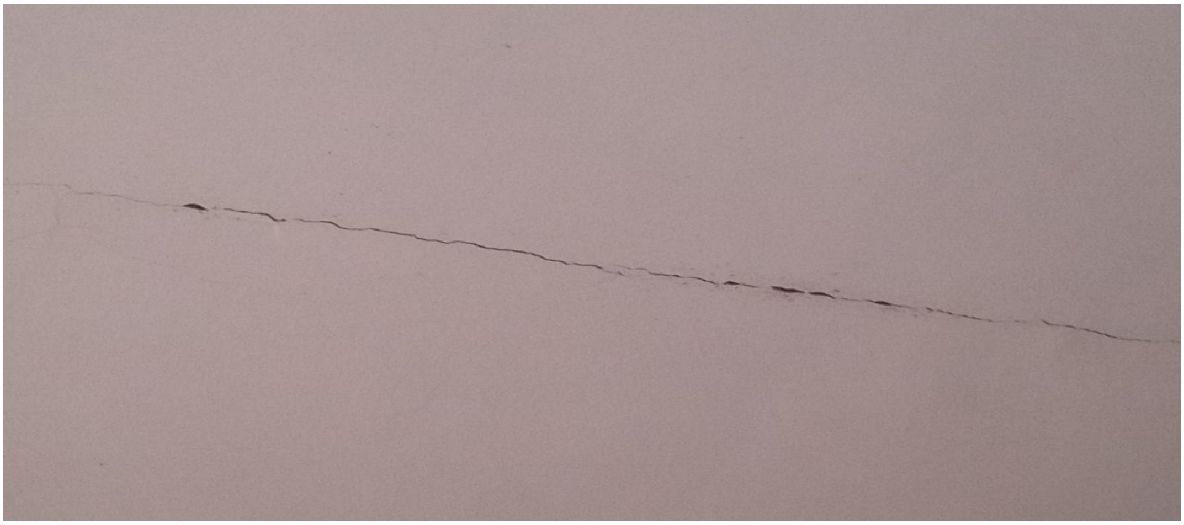


**Photo 56 :** Fissuration horizontale à hauteur du plancher d'une maison

**Photo 57 :** Fissuration traversantes dans la poutre d'une maison

**b) Fissurations dans les éléments non porteurs :** nous avons constaté que les principales fissurations concernant les murs sont :

**Photo 58 :** Fissuration verticale à l'angle d'un mur

**Photo 59 :** Fissuration horizontale dans le mur d'une maison

**Photo 60 :** Fissuration horizontale dans le mur d'une maison

**Photo 61 :** Microfissure horizontale dans le mur d'une maison

**Photo 62 :** Fissuration verticale dans le mur d'une maison

**Photo 63 :** Fissuration en moustache dans la porte d'une maison

**Photo 64 :** Fissuration en moustache dans la fenêtre d'une maison

**Photo 65 :** Fissuration verticale à l'angle dans le mur d'une maison

**Conclusion :**

La ville Bordj Badji Mokhtar est considérée comme l'une des villes du désert, elle a un solde nature argileux. Elle est caractérisée par une vaste surface et un multi-climat :climat désertique,climat tropical, climat subtropical et climat semi-désertique. Le climat dominant de la ville est un climat subtropical : un été chaud et humide et un hiver sec, les pluies de mousson sont en été. Ce climat a un grand impact sur le caractère urbain

des bâtiments, il laisse des dommages sous forme de fissures qui peuvent être dangereuses et menacent la vie des gens. Ces fissures peuvent exister suite à des facteurs normaux, pour éviter ces fissures il faut en étudier les causes et les diagnostiquer afin de réduire sa propagation et appliquer un traitement surtout en ce qui concerne les bâtiments publics tels que : les écoles, les lycées, les collèges, les hôpitaux, la municipalité…etc.

Enfin, on peut dire que le climat est l'un des facteurs les plus importants qui affectent les bâtiments de construction, et il varie d'une ville à l'autre, en fonction de la topographie de cette ville et du climat qui y règne.

**Conclusion générale :**

La plupart des bâtiments souffrent désormais du phénomène de fissuration, qui constitue un grand danger pour les équipements urbains, de sorte que notre étude est réalisée dans la wilaya d'Adrar, en particulier l'étude des fissures dans les villes : Aoulef et Bordj Badji Mokhtar, nous constatons donc que ces fissures différentes d'une région à l'autre en matière de localisation stratégique de la ville et de terrain. Dans celle-ci, ainsi que des facteurs climatiques tels que la température, l'humidité et la pluviométrie, qui est l'une des principales causes de fissuration, ainsi que la qualité du sol par exemple :(salée, argileuse,…etc.), et les types de fissures dans les villes Aoulef et Bordj Badji Mokhtar différent en fonction des facteurs environnants, nous avons donc étudié chaque ville séparément pour connaître les types de fissures. L'un d'eux souffre de prendre des photos de ces fissures pour les étudier, les diagnostiquer et suggérer des moyens de les traiter plus tard.

# CHAPITRE : 03

Interprétation et discussions

**3) Introduction**

Tous les bâtiments soufrent aujourd'hui du phénomène des fissures, qui ont de nombreuses causes et type, y compris ce qui est dangereux pour l'installation et d'autres non. Par conséquent, il est nécessaire de connaitre et d'étudier toutes les causes qui les affectent, des diagnostics et de les traiter, ainsi que de limiter ce phénomène tout en donnant des recommandations et des instructions adéquates pour éviter de tomber dans un tel phénomène afin de préserver l'intégrité de l'origine du point de vue fonctionnel et esthétique.

**3.1) Diagnostics et causes des fissurations :**

**3.1.1) Introduction :**

La première étape à franchir pour intervenir efficacement sur un ouvrage en béton consiste à déterminer les causes des dommages existants. Cette étape peut aussi être la plus importante du processus de réfection ou d'entretien. Car si, par exemple, le phénomène qui provoque la détérioration du béton de base n'est pas contrôlé, ou si son diagnostic est incorrect, il est fort probable que ce mécanisme de dégradation affecte aussi le béton de réparation. Une identification incorrecte de la source du problème se traduit alors par des interventions couteuses, infructueuses et surtout récurrentes, ce qui n'est certainement pas intéressant du point de vue de la durabilité des travaux et des budgets, parfois limités, des gestionnaires.

Il est donc important en premier lieu à mettre en place une méthode de diagnostic afin de préciser convenablement dans un délai adéquat l'origine de ses endommagements (fissuration) et les opérations nécessaires d'entretien ou de remise en état. Ceci permettra d'aboutir à un diagnostic général de cet ouvrage qui va nous tenir à jour d'une connaissance suffisante de l'état de dégradation et par conséquent de faciliter le choix postérieur des actions et des matériaux requis lors de l'intervention sur la structure.

**3.1.2) Les causes de la fissuration du béton :**

Les fissures dans les murs et les plafonds sont l'un des problèmes les plus gênants pour les propriétaires et les résidents de les montrer d'une manière déformée et inesthétique, et la raison de l'émergence de ces fissures est due à plusieurs causes :

**3.1.2.1) Les causes naturelles et climatiques** :

Elle est causée par la nature ou par les effets du site et du climat dans lequel se trouve le bâtiment

**a) Températures :**

Lorsque le matériau est soumis à des conditions de séchage, en même temps, que l'hydratation évolue, les déformations plastiques qui en résultent sont une combinaison complexe de mécanismes apparaissant à différentes échelles. Les résultats (déformation plastique et phénomènes corollaires) sont présentés suivant deux conditions de séchage (avec et sans vent). [3]

**b) Vent :**

L'évaporation de l'eau de surface augmente si le vent souffle lors de la mise en place et de la finition de béton. Par exemple, une augmentation de la vitesse de vent de 0 à 15km/h multiplie par 4 la vitesse d'évaporation. [3]

**c) Humidité atmosphérique** :

Bien que les précipitations et la température soient les facteurs essentiels de l'aridité, d'autres facteurs interviennent également. L'humidité de l'air a une importance pour l'équilibre hydrique du sol. Lorsque la teneur du sol en humidité est plus élevée que celle de l'air, l'eau a tendance à s'évaporer dans l'air. Dans le cas contraire, l'eau se condensera dans le sol [3]

Les fissures peuvent également être divisées en termes de construction pour :

**3.1.2.2) Fissures constructives :** ce sont les fissures qui sont causées à partir de la même origine, telles que :

**a) Les erreurs de conception :**

Dans ce cas, il peut résulter de ce qui suit :

- L'utilisation d'un renforcement insuffisant,
- La négligence de l'effet de stress thermique,
- La négligence des conditions entourant le site qui affecte la conception comme le changement attendu du niveau d'eau et des eaux souterraines,
- Mauvais choix de fondations adaptées à l'origine du sol. [13]

**b) Les erreurs de mise en œuvre** : ces fissures ne sont pas moins dangereuses que les fissures d'erreurs de conception. Au contraire, les chances de fissures dans la mise en œuvre représentent un pourcentage élevé et se produisent en conséquence :

- Cela se traduit par le fait de ne pas avoir une distance suffisante entre l'armature en acier et la couverture en bois pour obtenir la couverture appropriée.
- L'utilisation d'eau inadaptée au mélange telle que l'eau de mer ou les eaux souterraines contenant des sels ou des acides nocifs.
- Le manque d'isolement des fondations dans le cas où le niveau des eaux souterraines dépasse le niveau des fondations. [13]

**3.1.2.3) Fissures non structurelles :** ce sont les fissures qui sont causées par l'extérieur de la même origine, telles que :

a) **Fissures dues à la corrosion de l'armature :** elles résultent de l'oxydation du fer d'armature due à l'humidité de l'atmosphère environnante, ou à la fuite d'eau des conduites d'eau, ou à uneaugmentation de la proportion de chlorures dans le mélange, ou carbonisation du béton extérieur, ou l'apparition de fissures pour des raisons autres que la rouille, ce qui facilite l'arrivée d'humidité dans l'armature et la rouille commence.

**b) Fissures de retrait plastique** : principalement causées par un séchage rapide suite à l'exposition des surfaces à des courants d'air intenses, ce qui conduit à l'évaporation de l'eau à un taux plus élevé que le taux d'eau de drainage dans le béton et cela se traduit par des contraintes de traction qui mènent à des fissures. [12]

**c) Fissures de contraction thermique précoce** : de la chaleur est générées pendant le processus de durcissement précoce en raison de la réaction chimique entre le ciment et l'eau, et souvent une grande quantité de chaleur sont générée. La température de béton augmente beaucoup plus que la température ambiante, en particulier dans les

encombrants éléments, et après quelques jours (pas plus de 10 jours), le taux de génération de chaleurs tombe à moins que le taux de sa perte (en raison de la diminution), de sorte que la température du béton diminue à la température de l'atmosphère environnante, et lors de ces changements de température du béton, le mouvement de retraite résultant de la diminution de sa température est entravé, et par conséquent des contrainte de tractions sont générées et qui provoquent des fissures. [12]

**3.1.2.4)** Il existe également deux types de fissures en termes de béton atteignant la dureté :

**Tableau 01 :** Les différentes causes de fissuration [1]

| | **Avant durcissement** |
|---|---|
| Physique | -Gel prématuré<br>- Ségrégation |
| Mouvement durant la construction | -Des coffrages du sol, ou la fondation |
| **Après durcissement** | |
| Chimique | - Corrosion de l'armature, réaction alcali-granulats<br>- Pénétration de corps étranges (ions chlorure sulfates, dioxyde de carbone)<br>- Composition de ciment, |
| Thermique | - Cycle de gel –dégel (variation saisonnière de température)<br>- Retrait thermique : gradient de température interne |
| Accidentel | -Tremblement de terre<br>- Feu |

**3.1.3) Le diagnostic :**

Après avoir abordé les principales causes des fissures et des effondrements dans les structures en béton en termes de :

Les causes qui surviennent avant de commencer la construction du bâtiment lui-même.

Les causes qui découlent d'une mauvaise sélection des matériaux utilisés dans la construction et de leur non-conformité aux spécifications, après avoir connu les causes, nous sommes arrivés au diagnostic. Ce qui nous amène à la méthode de traitement et aux matériaux à haute efficacité pour compléter ce traitement, à cette sélection du personnel formé pour une mise en œuvre sous la supervision d'ingénieurs ayant une expérience pratique et l'importance des matériaux.

**3.1.3.1) Pourquoi un diagnostic :**

Le diagnostic d'un ouvrage c'est l'ensemble des investigations nécessaires pour définir l'origine et l'étendue des désordres constatée, il permet de vérifier s'il satisfait aux conditions de sécurité et d'utilisation qui sont définies par la réglementation et par les besoins de son propriétaire ou usager. Le vieillissement d'un ouvrage est marqué par l'apparition de désordres spécifiques. [1]

**3.1.3.1) Dans le cadre d'un diagnostic, 6 étapes de missions peuvent être réalisées :**

**1ère phase : identification de l'ouvrage**

- Date de construction,
- Historique de la construction,
- Compte rendu de chantier,
- Dossier photo,
- Transformations éventuelles,
- A-t-il fait l'objet d'intervention de réparation,
- Connaissance du terrain et des fondations,

Fait-il l'objet d'une surveillance. [7]

**2ème Phase : observation et enquête**

C'est la première opération à effectuer.

Je reporte sur un plan les désordres visibles :

- les fissures,

- les éclats de béton,
- les déformations éventuelles et leur évolution.

Je note les éléments relatifs à l'environnement de l'ouvrage et aux conditions d'exploitation.

J'examine les environs de l'ouvrage [7]

**a) Suivi des fissures :** Les remèdes à apporter dépendent des mouvements des fissures.

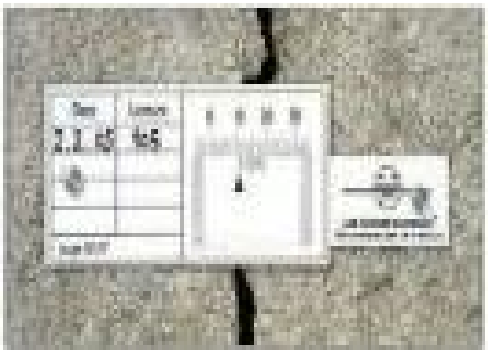
Il ne faut pas limiter les recherches et vérifier que les fissures évoluent en observant la rupture de témoins en plâtre, mais il est nécessaire d'apprécier précisément et périodiquement leurs mouvements. Le suivi fissurométrique permet notamment d'apprécier les variations d'origine thermique ainsi qu'une tendance à l'ouverture ou à la fermeture noyée dans la réparation de la fissure.

Ces examens devront permettre de distinguer les fissures isolées vivantes ou fissures évolutives, des fissures mortes.

En ce sens, le choix de technologies de mesure adaptées, qu'elles soient mécaniques, optiques ou électriques, est une étape primordiale. Le principe de mesure ainsi que les caractéristiques de ces appareils sont présentés ci-après.

Les techniques peuvent être combinées dans les trois directions pour permettre le suivi non seulement de l'ouverture mais également du rejet et du cisaillement. [7]

**2.2) Méthode optique (Doc. JAUGES SAUGNAC)**



Le micromètre optique comme le fissuromètre, permet d'apprécier l'ouverture absolue en appliquant directement sur la fissure une réglette graduée. Il permet également de mesurer les variations dans le temps.

**Figure 01 :** le micromètre

Si cela ne suffit pas, on pourra alors utiliser du matériel plus performant, à savoir :

**Figure 01** : Jauge enregistreuse en Trois dimensions

**figure 02** : Jauge enregistreuse en deux dimensions

**a) Déformètres à billes :**

Une bille est calée sur chaque lèvre de la fissure et un appareil portable appliqué périodiquement sur la base ainsi définie permet de suivre l'ouverture la fissure.

**b) Capteurs mécaniques :**

Des équerres métalliques sont installées sur chaque lèvre de la fissure et un comparateur mécanique installé à demeure ou applique ponctuellement permet le suivi de l'évolution de la fissure.

**c) Capteurs électriques**

Ces capteurs installés sur la fissure à l'aide d'équerres métalliques permettent notamment, lorsqu'ils sont connectés à une station d'acquisition de données, le suivi centralisé des fissures ainsi que l'observation de phénomènes dynamiques.

**3$^{éme}$ phase : Analyse**

**a) Pathologie de parement :**

J'engage des investigations complémentaires pour la connaissance des matériaux.

Je recherche :

- la profondeur de carbonatation des bétons,
- la présence d'armatures corrodées,
- la présence d'agents agressifs.

**b) Pathologie de structure :**

Il faut déterminer l'origine des désordres qui se traduisent le plus souvent par une fissuration.

Je vérifie les conditions d'exploitation ; je recherche :

- Les effets des gradients thermiques,
- Les causes accidentelles…

J'engage une vérification de la structure.

**c) Pathologie de fondations :**

J'engage des recherches :

- À partir des éléments contenus dans le dossier de l'ouvrage que l'on a complété par une intervention d'un géomètre,

Je réalise une reconnaissance géotechnique. [7]

**4ième phase :conclusion**

J'effectue une synthèse des éléments d'observation et d'investigation et je me fixe un objectif. Cela peut-être effectuait par :

- Augmenter la charge de service,
- Redonner l'aspect extérieur,
- Remettre en conformité,
- Poursuivre l'exploitation pour une durée limitée,
- Répondre à des exigences de sécurité,
- Garder l'ossature et modifier la destination de l'ouvrage,

Rester dans une enveloppe budgétaire…etc. [7]

**5éme phase : stratégie et projet**

A un problème du parement, je réponds par :

- Un ragréage des bétons,
- Une application d'un revêtement (revêtement d'imperméabilité),
- Un pontage de fissures…etc.

**5.1) Plus rarement :**

-Une protection cathodique,

-Une extraction de chlorures,

- Un réalcalinisation des bétons.

A un problème de structure, je réponds par :

- Une simple injection des fissures,
- Un béton projeté avec ajout d'armatures,
- Des éléments collés (plats carbones par exemple),
- Une précontrainte additionnelle.

A un problème de fondations

J'effectue une reprise en sous-œuvre par réalisation de :

- Micro pieux,
- Longrines armées.

Je vérifie l'ouvrage.

Je réalise des travaux de drainage.

Je réalise des injections de mousse expansive. [7]

**6ème phase : réparation.**

### 3.2) Propositions de traitements et remèdes des fissurations :

Grâce à notre étude des bâtiments, nous connaissons les causes de ces fissures et après le diagnostic et connaissant leurs effets sur durabilité le béton que nous proposerons un traitement approprié pour ces fissures.

#### 3.2.1) Effets de la fissuration dans le béton :

Parmi les effets les plus importants, il y a l'effet du ressuage, du retrait et des facteurs chimiques :

**a) Effet du ressuage :**

Les ressuages de béton perdant en homogénéité, le ressuage est responsable de la perméabilité du béton et en termes de sécurité, l'eau qui s'accumule sous les tiges d'armature réduite l'adhérence entre l'armature et le béton. La capacité de pompage du béton est réduite et le rapport eau / ciment augmente en haut, ce qui conduit à une accumulation d'eau en haut et retarde la finition de surface.

Le ressuage n'est pas complètement nocif si le taux d'évaporation de l'eau est égal au taux de ressuage, le ressuage normal est très bon pour les propriétés du béton car il améliore la maniabilité du béton, le ressuage remplace l'eau perdue par évaporation et empêche la surface de sécher rapidement avant qu'elle n'atteigne une force suffisante pour résister à la fissuration. Le ressuage précoce lorsque le bloc de béton est entièrement en plastique, il peut ne pas causer beaucoup de dommages, car le béton est dans un état complètement plastique, il va s'affaisser et se comprimer. [3]

**b) Effet du retrait :**

La conséquence essentielle du retrait est l'apparition de phénomène de fissuration, pouvant diminuer la durabilité de l'ouvrage en béton et limiter leur capacité à reprendre des efforts notamment lorsque la fissuration se manifeste dans la masse. [8]

**c) Effet les facteurs chimiques :**

Nous avons cinq facteurs principaux qui causent des fissures dans le béton, cela nous produit des effets et conduit à des dommages à long terme du béton. [11]

**d) Effet de la carbonatation :**

La carbonatation a deux effets :

Elle augmente la résistance mécanique du béton mais réduit également l'alcalinité. L'alcalinité est essentielle pour éviter la corrosion de l'acier armé. A un pH inférieur à 10, le film d'acier se décompose de la surface du velours et augmente ainsi la corrosion pour la dernière raison mentionnée, la carbonatation est un processus indésirable dans la chimie du béton. Il peut être testé en appliquant une solution phénophtaléine, qui est un indicateur de pH, sur une surface fraîchement craquelée, ce qui indique des zones non carbonisées et donc alcalines avec une teinte violette.

**e) Effet l'attaque des sulfates :**

Les sulfates sont des sels minéraux naturels présents dans le sol ou l'eau, certains sols sont riches en gypse, qui est sous forme de $CaSO_4$ ainsi que le sulfate de magnésium $MgSO_4$.

Lorsque le sol est mouillé à cause de l'irrigation ou la pluie, certains de ces sulfates se dissolvent dans l'eau et pénètrent dans le béton de mauvaise qualité qui contient de nombreux pores, puis les sulfates attaquent le béton.

Les attaques de sulfates sur le béton commencent à apparaître sous la forme de fissures capillaires ou sous la forme d'une poudre blanche appelée « Efflorescence », mais il convient de noter que toutes les poudres blanches qui apparaissent sur le béton n'indiquent pas que c'est le sulfate qui a attaqué le béton

La formation d'ettringite est considérée comme la cause de la majeure partie de l'expansion et de la perturbation des structures en béton affectées par l'attaque du sulfate.

**f) Effet de l'attaque des chlorures :**

La corrosion se produit lorsque les ions chlorures rencontrent l'acier environnant et les matériaux pour produire un processus chimique qui forme de l'acide chlorhydrique, l'acide chlorhydrique corrode l'armature en acier, provoquant ainsi la fissuration, l'écaillage et la rupture du béton.

**g) Effet de l'attaque de l'acide :**

Les acides peuvent facilement attaquer le béton, car le béton n'est pas complètement résistant aux acides, certains acides tels que l'acide oxalique et les acides phosphoriques ne sont pas nocifs pour le béton.

Les agrégats de chaux sont plus affectés par les acides tandis que les agrégats de silicate ont une bonne résistance. Les niveaux de dommages sont très graves si la valeur du pH est trop basse, ils atteignent l'armature par des fissures ou des pores, ils corroderont les tiges et le béton se fissure.

**h) Effet de l'alcali-réaction :**

Les réactions de la silice alcaline et du carbonate alcalin provoquent la fissuration du béton, et les réactions des cœurs de carbonatation se produisent dans le ciment et un groupe de calcaire en milieu humide. L'expansion qui en résulte provoque des fissures dues à la réaction alcaline. La silice est un gel formé par la réaction entre l'hydroxyde de potassium et la silice réactive au total, qui est expansé en absorbant de l'eau, ce qui provoque des fissures internes dans le béton.

**3.2.2) Traitement des fissures :**

Les fissures étant inévitables, elles sont donc traitées a posteriori par diverses méthodes de cure ayant pour but d'établir une liaison et une étanchéité pour éviter la corrosion des armatures.

Il existe 06 principales techniques de traitement des fissures, qui sont :

**a) L'injection :** C'est une « colle » (classiquement du coulis de ciment) : est injectée dans la fissure et vient la boucher. Une liaison est ainsi créée et l'étanchéité est conservée.

Elle a pour but de faire pénétrer dans des fissures un produit susceptible de créer une continuité mécanique et/ou une étanchéité entre les parties disjointes. [10]

**b) Colmatage :** il a pour but l'obturation d'une fissure, vide, interstice ou joint par un remplissage partiel au moyen d'une injection ou de toute autre méthode sur une certaine profondeur et sans élargissement.

**c) Cachetage :** (le terme calfatage est parfois utilisé) : il a pour but d'obturer provisoirement une fissure pendant l'injection afin de contenir le liquide injecté dans la fissure jusqu'à sa prise.

**d) Le calfeutrement :** la fissure est colmatée par des matières non solides offrant ainsi une étanchéité tout en laissant la fissure libre d'évoluer.

Il a pour but de colmater définitivement et en profondeur une fissure au moyen d'un produit souple (mastic ou mortier) après élargissement par une saignée.

Afin de rétablir une étanchéité à l'air ou à l'eau mais sans bloquer les mouvements de la fissure.

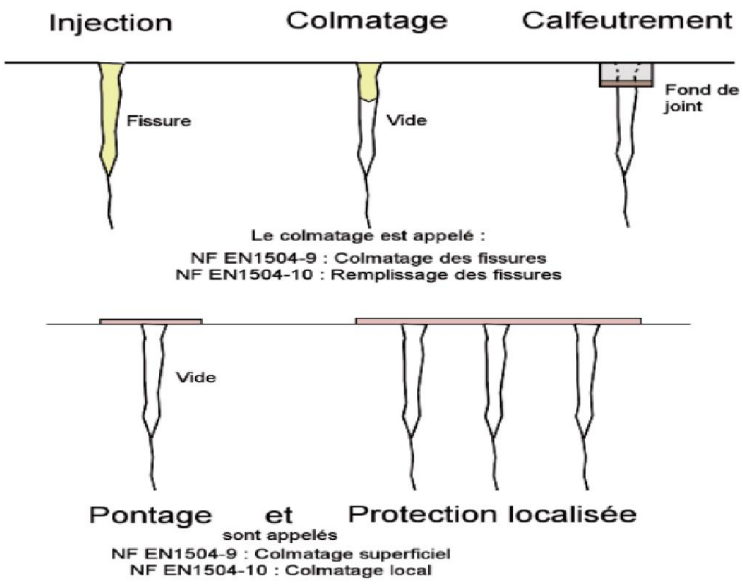



**Photo1 :** Les différents traitements des fissures

**e) Le pontage et la protection localisée :** C'est la pose d'éléments au-dessus des fissures pour les protéger du ruissellement ou de l'infiltration d'eau. Ils ont pour but de recouvrir une fissure au moyen d'un produit souple adhérent à la surface du support (revêtement, feuille préfabriquée…etc.) afin de rétablir une étanchéité à l'air où à l'eau mais sans bloquer les mouvements de la fissure pour éviter une rupture du pontage, celui-ci ne doit pas être adhérent à proximité de la fissure (c'est ce que l'on appelle la rupture d'adhérence). Ces traitements sont applicables aux fissures qui n'engagent pas la résistance de la structure.

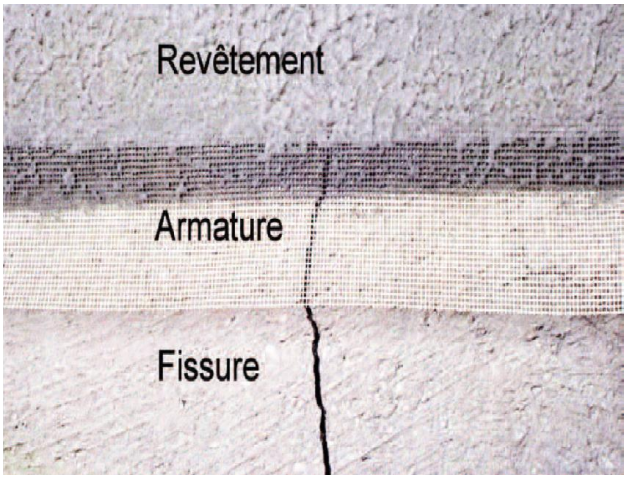



**Photo2 :** Pontage d'une fissure avec incorporation d'une armature

**f) Protection généralisée :** cette technique consiste à mettre en œuvre sur la surface de la structure non fissurée ou fissurée, sous réserve que les fissures n'engagent pas la résistance de la structure, un revêtement qui ferme les fissures et qui peut remplir d'autres rôles, tels que :

- la protection contre les pénétrations (eau, gaz, agents agressifs…etc.),
- la protection contre des actions physiques (abrasion, érosion, gel/dégel…etc.),
- l'aspect.

**3.2.3) Traitement des fissures dans un mur de béton :**

Les fissures dans le béton peuvent entraîner des infiltrations d'eau et d'éventuelles dégradations structurelles ; il faut donc les traiter.

Ces fissures où lézardes se classent selon la stabilité dimensionnelle ; de sorte que si elles sont stabilisées, on dira que ce sont des fissures passives, dans le cas contraire, on dira que ce sont des fissures actives. [9]

**3.2.3.1) Analyse préalable :**

Il faut d'abord évaluer le type de fissure que l'on va traiter :

**a) Fissures passives ou inertes :**

Ces sont celles qui ne sont soumises à aucun type d'évolution.

**b) Fissure actives :**

Ce sont celles qui continuent d'être affectées par une évolution quelconque. Pour connaître le type et l'évolution, on se servira d'un témoin de plâtre sur la fissure. Lorsque ce témoin se fracture, on conclura qu'il s'agit d'une fissure active.

**3.3.4) Considérations techniques :**

**a) Fissures passives ou inertes :**

Celles-ci sont à leur tour divisée en deux types :

Si les fissures se trouvent à la surface du béton (et que la profondeur maximale est celle du propre revêtement des armatures) :

- On ouvrira d'abord la fissure en forme de « V » avec une scie radiale,

- Puis, on nettoiera, humidifiera et remplira avec un mortier de réparation de la Game GECOL Réparâtes, selon s'il s'agit de réparations esthétiques ou structurelles,
- On terminera en talochant ou lissant la surface,
- Après 24 heures, on pourra appliquer un mortier de revêtement.

**b) Fissures actives :**

Leur réparation, selon le cas, se fera comme suit :

- Les fissures avec une évolution allant jusqu'à 1/3 par rapport à leur largeur initiale se répareront en appliquant un revêtement flexible ou élastique,

- Si les fissures présentent une évolution supérieure à cela, elles seront considérées comme étant des joints de mouvement et comme telles, elles devront être traitées avec des mastics élastiques comme : (GECOL El astic-MS), sur lesquels on ne devra pas mettre de revêtements rigides.

**Conclusion :**

Les fissures dans les constructions sont différentes, selon leurs types, et afin de connaître ces types, nous les diagnostiquons et connaissons leurs causes, et c'est ce que nous avons étudié dans ce chapitre où nous avons appris les causes les plus importantes et elles peuvent être des causes naturelles et climatiques comme par exemple ; la température, le vent, l'humidité…etc. La fissure peut aussi être le résultat d'une erreur dans la phase de mise en œuvre ou conception, sur la base de ces causes nous faisons un diagnostic général, qui passe par des phases que nous résumons en : identifiant l'ouvrage, observant et enquêtant, concluant, réparant.

Après, on traite ces fissures en connaissant l'effet des principaux facteurs provoqué par la fissuration, comme par exemple ; l'effet de ressuage, le retrait et les facteurs chimiques. Les fissures sont traitées avec 06 techniques principaux : l'injection , le colmatage, le cachetage, le calfeutrement, le pontage ou la protection localisée.

Pour le traitement des fissures de mur, il est associé au type de fissure ; s'il s'agit d'une fissure active ou une fissure passive.

# Conclusion générale

## Conclusion générale :

Nous avons atteint l'objectif de nos recherches scientifiques liées à la fissuration des constructions dans les zones arides. L'étude a été effectuée dans la wilaya d'Adrar, et nous avons choisi le sujet car il est d'une grande importance dans la période actuelle, là où la fissuration est devenue un problème affectant la plupart des pays du monde, en particulier les pays du tiers monde, nous mentionnons l'Algérie, en particulier avec ses villes du Sud.

Nous avons essayé autant que possible d'analyser, de détailler et de conclure sur la gravité des fissures sur la vie humaine, ainsi que d'en connaître les causes et les effets, où nous avons classé les principales causes de fissuration, qui étaient des facteurs climatiques tels que l'humidité, la température, les précipitations de mousson, tout cela relève des conditions météorologiques, et l'autre facteur principal qui est le contrôle de la construction. Nous prenons l'exemple du sol argileux qui contient une grande proportion d'argile ; parce que le sol argileux de par sa nature se produit tassement, et s'il se mélange à l'eau du sol, cela entraînera un gonflement et nous causera ainsi un problème au niveau des bâtiments, ce qui est représenté dans le phénomène de fissuration.

Après nos enquêtes dans les villes d'Aoulef et de Bordj Badji Mokhtar, nous avons remarqué la présence de fissures à grande échelle dans la ville de Bordj Badji Mokhtar, et la principale raison est due à la nature de son sol argileux qui y prédomine. Après la construction pendant un certain temps, nous remarquons l'apparition de fissures dues à l'eau sous le sol et aussides effets deretrait ainsi que des facteurs chimiques contribuant de manière significative à ce processus, et provoquent des perturbations dans le sol et affectent le bâtiment, ce qui conduit à l'apparition de fissures qui est étudié par des spécialistes dans domaine du génie civil pour découvrir le problème,le diagnostiquer et y trouver une solution rapide à cela.

En ce qui concerne la ville d'Aoulef, il y a quelques raisonsde mauvaise conception et de mauvaise mise en œuvre et le non-respect des normes utilisées dans la construction. C'est cette négligence qui a fait apparaître des fissures dans la ville, et dans les deux villes, nous avons pris une série des photos de fissures à étudier et les prendre comme exemple dans le sujet de notre recherche, y compris les lieux publics tels que les écoles, les

collèges, les lycées, les hôpitaux, les municipalités, ainsi que dans les maisons d'habitation.

Malgré toutes les difficultés que nous avons rencontrées au final, après avoir étudié ces fissures, nous avons proposé plusieurs méthodes pour traiter ces fissures et un moyen de les réduire, la chose la plus importante à traiter est les fissures générales, dans lesquelles nous avons cité 06 méthodes de traitement de base dont les plus importantes sont l'injection, la protection générale, le pontage, le colmatage, le cachetage, le calfeutrement, ce sont les méthodes les plus utilisées pour traiter les fissures générales.

La méthode la plus courante est la méthode de thérapie par injection Elle a pour but de faire pénétrer dans des fissures un produit susceptible de créer une continuité mécanique et/ou une étanchéité entre les parties disjointes.

Quant aux fissures dans les murs, cela dépend de la classification des fissures. Elles sont actives ou inertes. Il ya des fissures inertes qui ne présentent pas de dommage à long terme. Quant aux fissures actives, ce sont elles qui doivent être traitées rapidement, car elles produisent des dommages rapides, elles devront être traitées avec des mastics élastiques.

Ce traitement a lieu après un diagnostic bon et précis de ces fissures, en passant par plusieurs étapes : identification de l'ouvrage, observation et enquête, analyse, conclusion, stratégie et projet, réparation. Elles ont eu lieu après en avoir connu les causes à l'origine et à partir desquelles nous avons proposé les méthodes de traitement évoquées précédemment.

En conclusion, le processus de recherche scientifique se poursuit sans s'arrêter dans notre pays où il y a de nombreux aspects privilégiés par les chercheurs en ce qui concerne la question des fissures dans leurs recherches scientifiques mais nous n'avons qu'une petite quantité de ces informations, et c'est un sujet récent, notamment en ce qui concerne la fissuration en zones arides, et il peut y avoir des lacunes dans nos recherches, par conséquent nous demandons à dieu de nous guider dans toutes les connaissances qu'ils fournissent et qui contribuent à surmonter les inconvénients dont nous souffrons

dans le monde de la nouvelle recherche scientifique et attirer l'attention à ce type d'études appliquées dans le domaine du génie civil.

**Les références bibliographiques :**

# Références bibliographiques

**Les références bibliographiques :**


[1] OUIZA KACI « Outil d'aide à la décision applique aux ouvrages d'art », Mémoire de fin d'étude, promotion 2016/2017. Page (11-12-17)

[2] https://www.muhandes.net.

[3] KAMARI KELTHOUM, MANSOURI WAFA « Effet du ressuage sur le comportement mécanique du béton dans une région aride (cas d'Adrar) État de l'Art ». Mémoire de master : université Ahmed Daraia Adrar, 2019/2020, page (17-31)

[4] LISSANDRE LAURE « Analyse de la fissuration de béton et des techniques de mise en œuvre en d'optimiser la réalisation des ouvrages ». Rapport PFE, juin 2006, page (23-33)

[5] http://www.Almaqub.me.cdn.ampproject.org.

[6] http//:www.fr.m.wikipidia.org/wiki/fissurométre

[7]https://books.google.dz/books?id=08TPDwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=fissuration+du+b%C3%A9ton&hl=en&sa=X&ved=2ahUKEi_h7vO6cnuAhXnx4UKHX9MAbUQ6AEwA3oECAQQAg#v=onepage&q=fissuration%20du%20b%C3%A9ton&f=false

[8] https://www.tout sur le béton.fr/le-ba-du béton/le retrait-du béton

[9] http://gecol.com/fr /traitement. fissures.mur.béton

[10] http://www.straes.org/fichier.utilijateur/fichiers/FABEM/FABEM-3-version-2-pdf

[11] https://e3arabi.com.cdn.ampproject.org

[12] https://www.homefix.bh

[13] حسين جمعة « الشروخ و الترميمات »

[14] Types de fissures : les différents types de fissures de maison

http://opengroupe.fr/type-fissures

**Résumé :**

Le but de ce projet de fin d'études est de présenter les causes et les effets connus de la fissuration dans les bâtiments dans la wilaya d'Adrar, en particulier dans les villes d'Aoulef et de Bordj Badji Mokhtar. Avec la contribution des citoyens de chaque ville, nous avons donné un aperçu historique de ces villes, en mentionnant les types de fissures dont souffrent les bâtiments et nous avons pris des photos de ces fissurations. Ceci nous offre la possibilité de diagnostiquer et de trouver un moyen de traiter ces fissures afin d'améliorer les performances fonctionnelles des bâtiments et d'augmenter leur résistance, et aussi afin que les structures en béton armé ne puissent pas être affectées par des perturbations très variables, à causes multiples. Nous avons enquêté sur ces fissures. L'étape suivante consiste à les diagnostiquer, le but de bien connaitre les causes des fissures et leur diagnostic.

La dernière étape étudiée est son traitement qui dépend de plusieurs méthodes à savoir : (l'injection- calfeutrement -colmatage – cachetage -pontage – protection générale et localisée).

**Mots clés :**

Fissuration – zone aride – retrait – température – climat – Aoulef – Bordj Badji Mokhtar – Adrar

**ملخص :**

يهدف مشروع التخرج هذا إلى عرض الأسباب و التأثيرات المعروفة للتشقق في المباني في ولاية ادرار تحديدا في مدينتي أولف و برج باجي مختار بمساهمة من مواطني كل مدينة قدمنا لمحة تاريخية عن هذه المدن مع ذكر أنواع التشققات التي تعاني منها الأبنية و التقطنا صور لهذه التشققات التي تعان و هذا يعطينا إمكانية تشخيص و إيجاد طريقة لمعالجتها من اجل تحسين الأداء الوظيفي للمباني و زيادة مقاومتها و أيضا حتى لاتتاثر الهياكل الخرسانية المسلحة بالاضطرابات الشديدة والمتغيرة ذات الأسباب المتعددة قمنا بالتحقق في هذه التشققات التالية هي تشخيصها لمعرفة أسباب الشقوق و تشخيصيها

الخطوة الأخيرة التي تمت دراستها هي علاجها الذي يعتمد على عدة طرق وهي (الحقن – السداد – الختم – التجسير - حماية عامة ومحصورة

**كلمات مفتاحية:**

تشقق – منطقة جافة – انكماش – حرارة – مناخ – أولف – برج باجي مختار - ادرار