

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة غرداية

N°d'enregistrement

Université de Ghardaïa

/...../...../...../...../.....



كلية العلوم والتكنولوجيا

Faculté des Sciences et de la Technologie

قسم الهندسة المدنية و الري

Département de génie civil et hydraulique

Memoire

Pour l'obtention du diplôme de master

Domaine: Sciences et Technologie

Filière: génie civil et hydraulique

Spécialité: génie civil

Theme : Pathologies de l'ancien bâti cas du ksar de Ghardaia

Déposer le 05/06/2022

Par

TEBBAKH ABDELHAMID

TELLAI SALAH

Devant le jury composé de:

- Cady.M
- Saiti .I
- Laroui abdelbaset
- Tebbakh mahfoud

M.C.B Université de ghardaia
M.A.A Université de ghardaia
M.A.A Université de ghardaia
BET ARSET

Examineur.
Examineur.
Encadrant.
CO- Encadrant.

Année universitaire 2021/2022

REMERCIEMENTS

Tout d'abord nous remercions le Dieu de nous avoir nous aidée et nous donnée la force pour terminer ce modeste travail tout en espérant qui soit bon.

Nous tenons à remercier chaleureusement notre encadreur Mer LAROUI A. Pour son soutien, ses encouragements et sa disponibilité, et ses conseils précis.

Nous tenons à remercions Tout le personnel pédagogique et administratif du département de génie civil de L'Université Ghardaia.

Nous remercions également l'honorable jury qui a bien voulu examiner notre travail.

Je remercie tous mes amis en particulier ceux de ma promotion spécialement,

Et tous les étudiants génie civil à l'université de Ghardaia générale.

Et enfin je remercie tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour la réalisation de ce travail.

ABDELHAMID et SALAH





DEDICACE

Je dédie ce modeste travail a

*Mon idéal, l'être le plus généreux, mon très cher père
Ma source de tendresse, la femme la plus patiente, ma très
chère mère*

A ma sœur et mes frères

*Et à tous ce que je porte dans mon cœur,
A tout qui mon donné le point de départ pour
mes études supérieures,
et la main d'aide durant mon cursus universitaire.*

Je dédie aussi à mes chères amies.

*A tous mes profs pendant mes études. A
tous les étudiants du département de
génie civil*

ABDELHAMID

SALAH

Résumé

Aujourd'hui, l'étude des pathologies dans le bâtiment nécessite une grande attention, dans divers domaines, bien qu'il soit difficile de les diagnostiquer et de localiser leurs origines, et en raison de l'importance de ces études dans le développement économique et stratégique du pays, des chercheurs experts devrait donner la priorité scientifique, pratique et exécutive à ce type d'études.

la structure du bâtiment subit de nombreux types de dommages, à la fois mineurs et graves. La fissuration est l'une des principales causes de détérioration du béton et nuit à la durabilité du béton en raison de son origine chimique, physique et mécanique.

Dans cette étude, notre objectif est d'introduire différents traitements fissures pathologiques, mais il faut d'abord collecter et classer les différents types fissures, et identifier la cause principale ou probable et Parties importantes d'un bâtiment, telles que le toit et les murs. après visite de terrain nous avons collecté toutes les informations préliminaires sur le bâtiment, Ce diagnostic, Permet de catégoriser les fissures selon leur orientation et leur importance et leur gravité probable et le traitement suggéré.

Mots-clés : béton, pathologie, fissures, traitement, diagnostic, réhabilitation, humidité, Bâti ancien , altération , conservation .

ملخص

اليوم ، تتطلب دراسة التشققات في الهياكل الخرسانية المسلحة اهتمامًا كبيرًا في مختلف المجالات ، على الرغم من صعوبة تشخيصها وتحديد موقعها ، ونظرًا لأهمية هذه الدراسات في التنمية الاقتصادية والاستراتيجية للبلاد ، يجب على العلماء الخبراء أن يبدوا اهتمامًا كبيراً إعطاء الأولوية العلمية والعملية والتنفيذية لهذا النوع من الدراسة.

تعاني الهياكل الخرسانية المسلحة من أنواع عديدة من الأضرار، سواء كانت بسيطة أو خطيرة. التكسير هو أحد الأسباب الرئيسية لتدهور الخرسانة ويؤثر على متانة الخرسانة بسبب أصلها الكيميائي والفيزيائي والميكانيكي.

في هذه الدراسة ، هدفنا هو تقديم علاجات مختلفة الشقوق المرضية ، ولكن أولاً نحتاج إلى جمع وتصنيف أنواع الشقوق المختلفة ، وتحديد السبب الرئيسي أو المحتمل والأجزاء الهامة للمبنى ، مثل السقف والجدران. بعد الزيارة الميدانية ، قمنا بجمع كافة المعلومات الأولية عن المبنى ، على سبيل المثال تسرب مياه أو وجود أشجار قريبة ... إلخ. يسمح هذا التشخيص بتصنيف التشققات حسب اتجاهها وأهميتها وخطورتها المحتملة والعلاج المقترح.

الكلمات المفتاحية : خرسانة، أمراض، تشققات معالجة، تشخص، البناء العتيق . تلف . الحفظ.

Abstract :

Today, the study of pathologies in the building requires great attention, in various fields, although it is difficult to diagnose them and locate their origins, and because of the importance of these studies in the economic development and strategy of the country, expert researchers should give scientific, practical and executive priority to this type of study.

the structure of the building suffers many types of damage, both minor and severe. Cracking is one of the main causes of deterioration of concrete and affects the durability of concrete due to its chemical, physical and mechanical origin.

In this study, our aim is to introduce different treatments pathological cracks, but first we need to collect and classify the different types cracks, and identify the main or probable cause and important parts of a building, such as the roof and the walls. after a field visit, we collected all the preliminary information on the building, This diagnosis, Allows to categorize the cracks according to their orientation and their importance and their probable gravity and the suggested treatment.

Keywords: concrete, pathology, cracks, treatment, diagnosis, rehabilitation, humidity, old building, alteration, conservation

SOMMAIRE :

CHAPITRE I : chapitre introductif

I.1 Problématique :	1
I.2 Le vieux bâti à Ghardaïa :	2
I.3 L'hypothèse :	2
I.4 Objectif :	2
I.5 La présentation de la méthodologie :	3
I.5.1 La collecte des données :	3
I.5.1.1 La recherche bibliographique :	3
I.5.1.2 L'investigation sur le terrain :	3
I.5.2 La synthèse de différentes données :	3
I.6 Présentation du cas d'étude :	4
I.7 La structure de mémoire :	4

La première partie : Le volet théorique

CHAPITRE : II Caractérisation et recensement des fissures

II.1. Introduction :	6
II.2. Caractéristiques des fissures :	6
II.2.1. L'âge :	6
II.2.2. Le tracé :	6
II.2.3. L'ouverture :	7
II.2.4. La profondeur :	7
II.2.5. L'activité :	8
II.3. Différents types de fissures :	8
II.3.1. Classification selon le type de fissure :	8
II.3.2. Le faïençage :	9
II.3.3. Les microfissures :	9
II.3.4. Les fissures :	9
II.3.5. Les lézardes :	9
II.4. Mécanisme de la fissuration :	12
II.5. Recensement du fissures :	13
II.5.1. Les Plancher :	13
II.5.2. Eléments Façade :	14
II.5.2.1. Mur et Enduit :	14
II.6. Réalisation d'un diagnostic :	14

II.6.1.Le diagnostic :	15
II.6.2.Les principales étapes d'un diagnostic :	15
II.7.Les méthodes de suivi de la fissuration :	15
II.7.1.Les outils traditionnels :	16
II.7.2.Des méthodes plus modernes :	17
II.7.3.Exemple Suivi de certaines fissures :	17
II.8.Les méthodes d'approches:	19
• La connaissance préalable:	19
• Les points clefs:	19
• Le Relevé:	20
• Le relevé architectural et dimensionnel:	20
• Le rapport technique:	21
• Le relevé photographique:	21
II.9.L'altération du bâti :	21
II.10.Les causes des altérations :	21
II.10.1.La typologie pathologique :	23
II.11.L'évaluation du bâti :	23
II.12.Les types d'intervention conservatrice :	24
II.12.1.Entretien:	24
II.12.2.Reconstruction:	24
II.12.3.Reconstitution:	24
II.12.4.Réhabilitation:	24
II.12.5.Anastylose:	24
II.12.6.Rénovation:	24
II.12.7.Réparation:	24
II.12.8.Restauration:	25
II.12.9.Restitution:	25
II.12.10.Modifications:	25
II.12.11.Nettoyage:	25
II.13.CONCLUSION :	25

CHAPITRE III :Les caractéristiques de l'ancien bâti dans la région de Ghardaia

III.1.INTRODUCTION:	26
III.2.Les matériaux de constructions :	26
III.2.1.La pierre :	23
III.2.2.La brique et la terre cuite:	27

III.2.3.Les liants :	27
III.2.3.1.La chaux:	27
III.2.3.2.Le ciment :	28
III.2.3.3.Le plâtre:	29
III.2.4.Le bois :	29
III.2.5.Les métaux :	30
III.2.5.1.Le fer :	30
III.2.5.2.Le verre :	30
III.3.Les techniques de construction :	31
III.3.1.L'infrastructure:	31
III.3.1.1.Les rigole en maçonnerie:	31
III.3.1.2.Les murs banchés :	31
III.3.1.3.Les fondations en béton armé:	32
III.3.2.La superstructure:	32
III.3.2.1.Le système des murs porteurs :	32
III.3.2.2.Le système poteaux-poutres :	33
III.3.3.Les toitures et les enveloppes :	33
III.3.3.1.Le plancher:	33
III.3.3.1.1.Le plancher en bois :	33
III.3.3.1.2.Le plancher en voutain :	34
III.3.3.1.3.Les dalles en béton armé :	35
III.4.CONCLUSION :	36

La deuxième partie: Le volet pratique

CHAPITRE IV: Étude de CAS et l'opération proposées

IV.1.Introduction.....	37
IV.2.Présentation de la wilaya de Ghardaïa:	37
IV.2.1.Situation géographique et administrative:.....	37
IV.2.1.1.Situation géographique:	37
IV.2.1.2.Situation administrative:	37
IV.2.1.3.Ressources humaines (population et démographie) :	38
IV.3.Présentation du ksar de ben isguen comme interface d'intervention:	38
IV.3.1.Fiche technique: [16]	38
IV.3.2.Techniques de construction:.....	39
IV.3.3.Toponyme de ksar de Beni Isguen:	39
IV.3.4.Population:	39
IV.3.5.L'organisation du Ksar :	39

IV.3.6.Les éléments structurants le ksar:	40
IV.3.6.1.La place du marché :	40
IV.3.6.2.Les voiries:.....	40
IV.3.6.3.La maison:.....	40
IV.3.6.4.La maison d’été:.....	40
IV.3.6.5.Maison d’hiver:	40
IV.3.7.Les éléments architectoniques :	41
IV.4.Diagnostic:	44
IV.4.1.Système bâti:.....	44
IV.4.1.1.Présentation de la structure existante:	46
IV.4.1.1.1.Description de l’ouvrage:.....	46
IV.4.1.1.2.Donnée géométrique de l’ouvrage:	46
IV.4.1.1.3.Les matériaux de construction:	48
IV.4.1.1.4.Les pathologies:	49
IV.4.2.Système viaire:.....	52
IV.4.2.1.Les pathologies:	52
IV.4.3.Les différents réseaux:	55
IV.4.3.1.Les réseaux AEP et réseaux eau usée:	55
IV.4.3.1.1Réseaux d’eaux usées:	55
IV.4.3.1.2Réseaux d’eaux:	55
IV.4.3.2.Les réseaux électriques et gaz:.....	56
IV.4.3.2.1.Réseaux électriques:.....	56
IV.4.3.2.2.Éclairage public:	56
IV.4.3.2.3.Réseaux de gaz:.....	56
IV.5.Les recommandations proposées:	57
IV.6.Conclusion :	58
IV.7.Etude de Diagnostic et analyse des cas pathologiques:	59
IV.7.1.L’humidité:	59
IV.7.1.1.Causes possibles:	59
IV.7.1.2.Analyse du désordre:.....	59
IV.7.1.3.Remèdes possibles:	59
IV.7.2.Les fissures :	59
IV.7.2.1.Causes possibles:	59
IV.7.2.2.Causes possibles:	59
IV.7.2.3.Remède:	59
IV.7.3.FISSURE LONGITUDINALE.....	60
IV.7.3.1.Causes possibles:	60

IV.7.3.2.Analyse du désordre:.....	60
IV.7.3.3.Remèdes possibles:	60
IV.7.4.FISSURE TRANSVERSALE.....	60
IV.7.4.1.Causes possibles:	60
IV.7.4.2.Analyse du désordre:.....	60
IV.7.4.3.Remèdes possibles:	60
IV.7.5.Problèmes liés aux traitements des bois :.....	60
IV.7.5.1.Causes possibles:	60
IV.7.5.2.Analyse du désordre:.....	61
IV.7.5.3.Remèdes possibles :	61
IV.7.6.Pathologies liées à l'étanchéité:	61
IV.7.6.1.Causes possibles:	61
IV.7.6.2.Remèdes possibles:	61
IV.7.7.La corrosion :	61
IV.7.7.1.Causes possibles:	62
IV.7.7.2.Analyse du désordre:.....	62
IV.7.7.3.Remèdes possibles:	62
IV.7.8.Le décollement de la peinture :	62
IV.7.8.1.Causes possibles:	62
IV.7.8.2.Analyse du désordre:.....	62
IV.7.8.3.Remèdes possibles:	62
IV.7.9.Pathologies liées au sol:	63
IV.7.9.1.Causes possibles:	63
IV.7.9.2.Analyse du désordre:.....	63
IV.7.9.3.Remèdes possibles:	63
IV.7.10.Le tassement du dallage:	63
IV.7.10.1.Causes possibles:	63
IV.7.10.2.Analyse du désordre:.....	63
IV.7.10.3.Remèdes possibles:	63
IV.7.11.Corrosion beton :.....	64
IV.7.11.1.Causes possibles:	64
IV.7.11.2.Analyse du désordre:.....	64
IV.7.11.3.Remèdes possibles:	64
IV.7.12.Mouvement du sol/gonflement et retrait du sol :	64
IV.7.12.1.Causes possibles:	64
IV.7.12.2.Analyse du désordre:.....	64
IV.7.12.3.Remèdes possibles:	64

IV.7.13.Le fluage du plancher.....	64
IV.7.13.1.Causes possibles:	64
IV.7.13.2.Analyse du désordre:.....	65
IV.7.13.3.Remèdes possibles:	65
IV.7.14.Pathologies des canalisations eaux vannes-eaux usées et interfaces avec le VRD :.....	65
IV.7.14.1.Causes possibles:	65
IV.7.14.2.Analyse du désordre:.....	65
IV.7.14.3.Remèdes possibles :	66
IV.8.CONCLUSION:.....	66

CHAPITRE V: Travaux et technique de réhabilitation

V.1.INTRODUCTION:.....	67
V.2.Définition de la réhabilitation.....	67
V.3.Les plus importants facteurs de détérioration:.....	68
V.4.Diagnostic:	68
V.5.Planning des tâches:	69
V.6.Méthode de GANNT:.....	69
V.7.Fiche technique:	70
V.8.Réparation et entretien:	70
V.8.1 Réparer les fissures des murs:.....	70
V.8.2 Réparation des entretoises entre les Pierre endommagées:.....	72
V.8.2.1.Description du problème et de ses causes:	72
V.8.2.2.Moyen d'intervention:.....	72
V.8.3 Les traitements des sels cristallisés sur la surface:	73
V.8.3.1.Description du problème et de ses causes:	73
V.8.3.2.Nature des dégradations provoquées par les sels:	73
V.8.3.3.Méthode d'intervention:.....	74
V.8.4 Reconstruction des façades en pierre :.....	74
V.8.4.1.Description du problème:	75
V.8.4.2.Moyen d'intervention :	75
V.8.5 Traitement d'un pont en bois sur le niveau de la paroi:.....	76
V.8.5.1.Les facteurs de détérioration:	76
V.8.5.2.Méthode d'intervention:.....	77
V.8.6 Réparation de la couche traditionnelle pour isoler les eaux pluviales:.....	78
V.8.6.1.Intervention et entretien:	78
V.8.7 Traitement de la remonté capillaire:	79

SOMMAIRE

V.8.7.1.Description du problème et de ses causes:	79
V.8.7.2.Méthode d'intervention:.....	79
V.8.8 Renforcement des fondations :.....	80
V.8.8.1.Description du problème :	80
V.8.8.2.Moyen d'intervention.....	81
V.9.CONCLUSION :	81
Conclusion générale:.....	82
Bibliographie :.....	83

Liste des figures :

Figure 1: Fonctionnement et cause des fissures, source : auteurs.....	11
Figure 2: Désignations de fissure. [3]	12
Figure 3: Fissures probables affectant les plancher. [1].....	13
Figure 4: Fissures probables affectant les Murs.[1]	14
Figure 5: Mesure d'ouverture de fissure. [4].....	16
Figure 6: Témoin au plâtre traditionnel.[4]	16
Figure 7: Les jauges Sagnac. [4]	17
Figure 8: Fissurometre digital.[4].....	17
Figure 9: Les sources de la connaissance, source : auteurs.....	19
Figure 10: Les points clefs pour réussir un relevé, source : auteurs.	20
Figure 11: Les types de relevé, source : auteurs.	21
Figure 12: Les propriétés de la terre cuite, source : auteurs.....	27
Figure 13: Les types de chaux, source : auteurs.....	28
Figure 14: Les types des ciments, source : auteurs.	28
Figure 15: La fabrication de plâtre, source : auteurs.....	29
Figure 16: Les propriétés du bois, source : auteurs.....	29
Figure 17: Les produits de fer, source : auteurs.	30
Figure 18: Fondation en rigole,[25]	31
Figure 19: Les types de béton pour les murs banchés,source : auteurs.....	31
Figure 20: Les systèmes de consolidation des murs en maçonnerie. [25]	32
Figure 21: murs en pierre.source : auteurs.	32
Figure 22: Les types des matériaux utilisés pour le système poteaux-poutres, source : auteurs.	33
Figure 23: Les types des dalles en bois, [25]	33
Figure 24: coupe sur plancher.source : auteurs.	34
Figure 25: Les composants d'un plancher en voutain, source : auteurs.....	34
Figure 26: Les principales phases de développement des planchers en voutain.[25]	34
Figure 27: Les types des dalles en béton armé, source : auteurs.....	35
Figure 28: Les types des dalles en béton armé, [25].	35
Figure 29: la carte d'Algérie. [12].....	38
Figure 30: Carte de la wilaya de [13]	38
Figure 31: La situation de ksar de ben isguen par rapport au ksar de tafilelte. [17]	38
Figure 32: Coupe représente l'implantation du ksar. Source: auteurs.	39
Figure 33: vue sur les maisons dans le ksar. Prise par les étudiants.....	40
Figure 34: utilisation d'arc plein centre	41
Figure 35 :arc prisé.....	41
Figure 36: les piliers et les colonnes	41
Figure 37: Chapiteau	41
Figure 38: Bordure des portes	42
Figure 39: les différentes formes d'ouverture.....	42
Figure 40: moucharabié en plâtre.....	42
Figure 41: les différentes formes de fenêtr.....	42
Figure 42: les couronnements	42
Figure 43: toitures en voute.....	43
Figure 44: les niches.....	43

LISTE DES FIGURES

Figure 45: les étagères.....	43
Figure 46: les portes d'objet	43
Figure 47: traitement du sol	43
Figure 48: cercle de pourcentage de l'état du cadre bâti dans le ksar de Beni Isguen, source: auteurs.	45
Figure 49: état de conservation de ksar de Beni Isguen, source : auteurs.	45
Figure 50: plan d'une maison dans le ksar. [21]	46
Figure 51: Pathologie sur les murs et les plafonds. Pris par les étudiants.....	49
Figure 52: Pathologie sur les façades. Pris par les étudiants.....	50
Figure 53: Pathologie sur la cage d'escalier. Pris par les étudiants.	51
Figure 54: maison effondré. Pris par les étudiant.....	52
Figure 55: la dégradation de soubassement. Pris par les étudiants	52
Figure 56: pavage dégradé. Pris par les étudiants	52
Figure 57: enduit détérioré. Pris par les étudiants	53
Figure 58: L'utilisation de ciment et de Fayence. Pris par les étudiants	53
Figure 59: Dégradatio éléments décoratifs.....	53
Figure 60Matériaux au niveau de façade.	53
Figure 61: fissure incliné.....	54
Figure 62: fissure verticale.....	54
Figure 63: infiltration des eaux pluviales et eaux usé. Pris par les étudiants	54
Figure 64: Accumulation des déchets. Pris par les étudiants	54
Figure 65: humidité sur la façade. Pris par les étudiants.....	55
Figure 66: fuite au niveau du compteur.	55
Figure 67: Fils d'électricité apparent qui défiguré le.....	56
Figure 68: les lampes non adopté avec le style traditionnel. Pris par les étudiants.....	56
Figure 69:Compteur de gaz	56
Figure 70:Déformation des plancher [22].....	67
Figure 71: Dégradation de la mortiers [22].....	67
Figure 72:Travaux de rehabilitation [22].	70
Figure 73: Réparer les fissures [22].	71
Figure74:Détérioration de Mur [22].....	72
Figure 75: Réparation des entretoises entre les Pierre endommagées [22].....	72
Figure 76:Traitement de dégradation des mortiers. , source: auteurs.	73
Figure 77:Traitements des sels [22].	73
Figure 78:Traitements des sels [22].	74
Figure 79: détérioration de mur [22].	74
Figure 80:Deterioration de mur [22].	75
Figure 81:Traitement d'un pont en bois[22].	77
Figure 82:Réparation d'étanchéité [22].	78
Figure 83:Réparation d'étanchéité [22].	78
Figure 84:remonté capillaire [22].....	79
Figure 85:Drainage[23]	80
Figure 86:fissure vertical [22].	80
Figure 87:Renforcement des fondations[22].....	81

Liste des tableaux :

Tableau 1: Type et cause des fissures [2].....	10
Tableau 2: Mécanisme des fissures. source : auteurs.....	12
Tableau 3: Les causes majeures de l'altération du bâtiment, source : auteurs.....	22
Tableau 4: Les formes d'altération du bâti, source : auteurs.....	23
Tableau 5: La synthèse de l'évaluation, source : auteurs.....	23
Tableau 6: les éléments architectoniques. source : auteurs.....	43
Tableau 7: classement du cadre bâti dans le ksar de beni isguen. source : auteurs.....	45
Tableau 8: Description des taches.....	69
Tableau 9: Tableau de GANNT.....	69

CHAPITRE I :

INTRODUCTIF

I.1 Problématique :

La dégradation des ouvrages, anciens et récents, est inéluctable et concerne les différents acteurs à tous les niveaux, Elle concerne tout particulièrement l'ingénieur qui doit en connaître les mécanismes, établir et justifier des propositions et mener des actions correctives tout en gérant la sécurité d'utilisation puis en tirer la leçon d'une part pour définir une politique de gestion et de maintenance, d'autre part pour améliorer la conception et l'exécution des ouvrages futurs.

La durabilité des constructions dépend de leur comportement face aux conditions climatiques et environnementales qui existent dans les milieux où ils sont construits.

Ces ouvrages sont souvent exposés à de nombreuses agressions physico-chimiques et même parfois mécanique auxquelles ils doivent résister afin de remplir de façon satisfaisante pendant leur période d'utilisation, toutes les fonctions pour lesquelles ils ont été conçus.

Ces ouvrages sont nécessaires au bon fonctionnement de notre société, car ce sont des éléments facilitant ou améliorant la vie des usagers. Pour leur permettre de remplir leur rôle, il est nécessaire de s'assurer de leur bonne santé et dans le cas contraire les réparer.

Les défauts constatés sur un ouvrage en service pouvant rapidement devenir très importants, la surveillance des constructions est indispensable et toute intervention ayant pour objet l'entretien ou la réparation, doit être aussi rapide que possible, afin d'éviter toute aggravation.

I.2 Le vieux bâti à Ghardaïa :

Pour cela, plusieurs questions se posent:

- ❖ Comment peut-on faire pour aboutir à un bon diagnostic, dont il nous oriente vers une meilleure réparation durable?
- ❖ Que peut-on faire pour prendre ce travail autant que projet de fin d'études. En accédant bien évidemment à l'un des axes de recherche d'une complexité major vis-à-vis du domaine la Pathologies des structures en génie civil ?
- ❖ Quels types de dégradations affectent ce patrimoine bâti et leurs influences sur ce dernier? Et quelles sont leurs origines ?

I.3 L'hypothèse :

- Ce parc immobilier vétuste peut être conservé sans aucun problème. Il représente le noyau et la référence de la ville, dont les citoyens s'identifient grâce à son architecture et sa centralité.
- D'un côté, on suppose que l'altération n'a touché que des parties réparables de l'ensemble, et la structure dans sa globalité a le pouvoir de supporter d'autres années en plus. Et leur origine revient à des effets physico-chimiques plutôt que mécanique

I.4 Objectif :

L'objectif de cette étude est de s'intéresser aux principales causes des dégradations et les identifier donc c'est une des étapes les plus importantes et les plus difficiles de tout le processus de réparation des structures endommagées.

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

Pour effectuer un diagnostic, différents moyens d'investigation sont disponibles. On a d'une part les méthodes destructives, pour les structures pouvant être localement dégradées et les méthodes non destructives pour les ouvrages nécessitant d'être préservés tels que les bâtiments classés monuments historiques.

À partir du moment où une pathologie est diagnostiquée, même si cela ne remet pas en cause la stabilité de l'ouvrage, il est important de diagnostiquer d'où vient le problème, et à quel degré il affecte l'édifice ensuite, il est nécessaire de supprimer le problème à la source et de réparer l'ouvrage.

Assuré la continuité urbain par la reconstruction des maisons effondré dans le ksar.

I.5 La présentation de la méthodologie :

Compte tenu des objectifs déjà fixé notre méthodologie de recherche se doit d'être logique et cohérente afin d'apporter une réponse à notre problématique, pour ce faire nous s'appuyant sur les axes suivants :

I.5.1 La collecte des données :

I.5.1.1 La recherche bibliographique :

Qui constitue une base documentaire à travers la consultation de plusieurs sources, grâce auxquelles, on peut définir les concepts de base et découvrir les différentes relations entre eux, et élargir notre connaissance sur l'actualité des recherches concernant pathologies des constructions, la vallée du M'Zab et le ksar de Beni Isguen.

I.5.1.2 L'investigation sur le terrain :

Qui comportera l'observation in situ afin de cerner les différents problèmes.

- a- Etablir un diagnostic par des visites sur le terrain et relever des observations générales sur le ksar.
- b- Elaborer des relevés des maisons et des places et des façades.
- c- Elaboré un dossier photographique pour relever tous les pathologies des constructions et relevé les éléments architectonique caractérisant le Ksar de Ben Isguen
- d- enquête exploratoire comporte des entretiens interviews informels

La collecte des données a permis de découvrir les différent technologies et approches qui peuvent nous aider dans notre démarche scientifique

I.5.2 La synthèse de différentes données :

Afin de comprendre et connaître la structure urbaine et historique et définir les différentes phases de constitution de ksar à travers une analyse documentaire et cartographique et identifier le cachet architectural du ksar et les cataloguer pour le réutiliser et l'intégrer dans les nouvelles constructions.

I.6 Présentation du cas d'étude :

La présente étude s'inscrit dans un cadre pédagogique, c'est l'aboutissement de formation pour l'obtention d'un diplôme de master option architecture et patrimoine, à l'université de Ghardaïa.

Ghardaïa et ses ksour sont considérés comme un grand gisement patrimonial, touristique, elles drainent un flux important de chercheurs et de touristes, ce sont des façades reflétant et témoignant de plusieurs événements, festivités et patrimoine de renommé international ... mais actuellement cette entité est en voie de dégradation réelle , elle est appelée à disparaître à travers la vétusté du bâti , les modifications et les transformations faites par les habitants si des opérations de préservations pareilles ne seront pas réalisées

On a choisi de traiter un thème d'actualité « La Préservation du ksar de Beni-Isguen» parce que à chaque instant, des parties irremplaçables disparaissent à jamais, et en tant que futures l'ingénieur spécialises dans la préservation du patrimoine, nous avons jugé utile de contribuer par cette recherche pour préserver, sauvegarder, a notre façon, ce patrimoine qu'on doit transmettre aux générations futures.

I.7 La structure de mémoire :

Pour une bonne configuration de travail nous avons structuré le mémoire en deux partie

Chapitre I : chapitre introductif :

Dans ce chapitre figuré l'introduction générale portant un aperçu générale sur les Ksour, suivi par la formulation de problématique général puis la problématique spécifique, donne un aperçu sur le cas d'étude et ses objectifs et présenter la méthodologie suivie dans la recherche.

La première partie : Le volet théorique

Chapitre II : Caractérisation et recensement des fissure :

Dans ce chapitre une présentation détaillé de la fissuration et de ces caractéristiques plus un recensement des divers fissures rencontrées dans les constructions.

L'altération est un phénomène naturel et inévitable, mais il mérite l'étude et la compréhension pour qu'on puisse le contrôler et traiter ses dégâts. C'est la cause pour laquelle on a consacré ce chapitre à expliquer tous ce qui tourne autour de la détérioration du vieux bâti, et exposer les meilleures approches méthodiques de ce type étude.

Chapitre III :Les caractéristiques de l'ancien bâti dans la région de Ghardaia :

Aucune analyse ou synthèse de ces constructions ne peut se faire sans passer par la connaissance des matériaux et des anciennes techniques de construction, c'est la base de toute étude ou bien intervention. Et ce chapitre est un inventaire des chantiers du 19^{ème} et début 20^{ème} siècle.

La deuxième partie : Le volet pratique

Chapitre IV : étude de cas et l'opération proposées :

C'est un travail , à savoir la préservation du Ksar de Beni Isguen, notamment l'analyse morphologique du tissu traditionnel et le diagnostic ou sera conclue par des recommandations.

Le chapitre V : Travaux et technique de réhabilitation.

La première partie : Le volet théorique

CHAPITRE : II

Caractérisation et recensement des fissures

II.1. Introduction :

La fissuration est un phénomène normal compte tenu des principes fonctionnels. Cependant, l'ouverture de ces fissures doit être contrôlée, que ce soit pour des raisons esthétiques ou de durabilité.

Deux types de fissures peuvent être trouvés : les fissures structurelles et les fissures esthétiques. Les fissures esthétiques sont autorisées dans divers textes normatifs.

La fissuration est normale pour les structures lorsqu'elles sont soumises à des contraintes de flexion, de cisaillement, de torsion ou de traction causées par un chargement direct ou par des déformations résistées ou appliquées. Les fissures sont acceptables tant qu'elles n'altèrent pas la fonction de la structure sans chercher à limiter leur ouverture.

Dans ce chapitre, nous décrirons les caractéristiques et les différents types de fissures et les raisons de leur développement. Un recensement des fractures sera effectué en fonction du type de chaque élément de construction.

II.2. Caractéristiques des fissures :

Les fissures sont caractérisées par :

II.2.1. L'âge :

Il est difficile d'identifier avec précision les fissures lorsqu'elles ne sont pas causées par un accident et qu'elles sont signalées. Cependant, prendre connaissance de ces données n'est pas sans intérêt. On peut, selon les conditions environnementales, avoir une idée de l'insécabilité de la fissure. Il est généralement admis que les "jeunes" fissures de moins de deux ans ne connaîtront pas de difficultés d'injection, et l'issue des fissures de plus de deux ans est plus incertaine.

II.2.2. Le tracé :

Une fissure se définit par son orientation et sa longueur mesurable sur l'ouvrage, l'orientation de la fissure est souvent révélatrice de son origine. Lorsque la fissure est continue sur l'axe d'orientation, elle est dite fissure **franche**, et si l'axe d'orientation est défini par plusieurs fissures successives, elle est dite **discontinue**.

✓ Orientation:

- Verticale
- Horizontale

- Inclivée (préciser l'angle par rapport à l'horizontal)
- Mixte (plusieurs directions)
- Quelconque
- ✓ **Tracé ou forme:**
- Rectiligne
- Courbé
- Quelconque
- Simple, multiple et composé

II.2.3. L'ouverture :

La fissure peut s'évaluer facilement à l'œil nu sur son tracé en prenant un repère sur un réglet, ou un moyen d'appareils de mesure spécialisés. Il est couramment admis de définir l'ouverture d'une fissure par l'ouverture maximale relevée sur le tracé.

Aujourd'hui il existe plusieurs types de matériels de mesure d'ouverture de fissures pour le bâtiment aux précisions et aux facilités d'utilisation différentes. Des appareils permettant des mesures de fissures de l'ordre du centième de précision comme le déformer à bille, la jauge Ginger CEBTP, le cataloguer (qui lui enregistre les données), et des appareils de plus faible précision comme le Fissurotest, la règle graduée, ou la lunette micrométrique.

Afin de choisir le matériel adapté à la surveillance des fissures en fonction de l'importance de l'ouvrage (ouvrages d'art, constructions d'habitation ou équipement ..., etc.).

II.2.4. La profondeur :

Une fissure est dite traversant lorsqu'elle est visible sur ou moins deux faces de la structure.

Elle est dite aveugle quand elle est supposée traversant, Mais débouche sur une face non accessible de la structure. Une fissure aveugle est souvent d'ouverture importante et peut donc laisser passer les fluides corrosifs-eau ou air.

Une fissure est dite de surface quand son ouverture est maximale en surface et devient nulle au sein du matériau. Sa profondeur peut néanmoins être importante si l'épaisseur du matériau est, elle-même, importante. [1]

II.2.5. L'activité :

Caractérise la variation dimensionnelle de l'ouvrage de la fissure dans le temps.

- ✓ Les fissures passives ou mortes, pour les fissures dont les ouvertures ne varient plus dans le temps, quelles que soient les conditions de température, d'hygrométrie ou de sollicitation de l'ouvrage. Cependant, elles sont rares, car les matériaux alentour à la fissure varient selon la température, c'est le phénomène de dilatation thermique.
- ✓ Les fissures stabilisées, lorsque leur ouverture varie dans le temps en fonction de la température.
- ✓ Les fissures actives ou évolutives, lorsque leur ouverture continue à évoluer indépendamment des cycles de température.

II.3. Différents types de fissures :

Il est important avant tout de souligner qu'il est impossible aujourd'hui d'éviter la fissuration du béton armé, que ce soit lors de la mise en œuvre, due par exemple au retrait de dessiccation ou sur le béton durci, dû au vieillissement du matériau.

- ✓ Les causes dues aux propriétés des matériaux, avec par exemple le retrait suite à l'évaporation de l'eau de gâchage, le gonflement engendré par la réaction exothermique du liant ou encore à la résistance mécanique de la cohésion du liant.
- ✓ Les causes directes externes, avec notamment les déformations excessives sous l'action des charges ou encore des déformations sous l'action des variations de température ou sous l'action de l'humidité.

Les causes externes indirectes, à savoir les répercussions sur certaines structures d'actions provenant d'autres éléments tels que les tassements différentiels des fondations.

Les causes dues à un phénomène de corrosion des armatures, les armatures corrodées ayant un volume plus important que les aciers en bon état, l'état de contrainte du béton au droit d'une armature corrodée est plus important et la fissuration s'enclenche. [1]

II.3.1. Classification selon le type de fissure :

On trouve quatre types de fissures comme il est indiqué au tableau (I.1), sont défini par les caractères morphologiques suivant.

II.3.2. Le faïençage :

C'est un réseau caractéristique de microfissures qui affecte principalement la couche superficielle du béton qui ne pénètrent pas assez sous la surface et sont d'habitude des problèmes d'aspect uniquement, ils ne sont pas visible, sauf quand le béton sèche après que la surface a été humidifié. [1]

II.3.3. Les microfissures :

Ce sont des fissures étroites, filiformes de moins 0.2 mm de large. Elles attaquent l'enduit sur toute son épaisseur :

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

Microfissures horizontales ou verticales : elles sont souvent dues aux comportements hygrothermiques différents des matériaux composant le mur. Par exemple, jonction entre les parpaings et un linteau en béton coulé ou un chaînage en béton.

Bien que superficielles, elles sont à surveiller car elles peuvent entraîner des infiltrations d'eau sous l'enduit et endommager celui-ci. Il convient également de veiller à ce que ce ne soit pas en fait une fissure structurelle importante qui sous le poids de la maçonnerie se soit refermée... [1]

II.3.4. Les fissures :





Ce sont des ouvertures linéaires au tracé plus ou moins régulier dont la largeur est de moins 0.2mm. [1]

II.3.5. Les lézardes :

Ce type de fissure est plus sérieux. Aussi appelées crevasses, ces fissures dépassent les 2 mm de large. Les lézardes sont souvent causées par des malfaçons dans la construction ou par un terrain instable. Elles représentent un danger.

Dans les processus de la réhabilitation d'un ouvrage, il est important de mesurer la largeur d'une fissure. [1]

Tableau 1: Type et cause des fissures [2]

Types	Epaisseurs	Forme	L'apparition	cause
 Le faïençage	$e \leq 0.2\text{mm}$	Réseau en mailles	Superficiel sur l'enduit	Trop d'eau de gâchage, mauvaise qualité du mortier, mauvaise adhérence de l'enduit
 les microfissures	$e \leq 0.2\text{mm}$	Maillage ou Oblique	Au niveau des joints de maçonnerie	Trop d'eau de gâchage, mauvaise qualité du mortier, mauvaise adhérence de l'enduit, Joint de la maçonnerie
		horizontales ou verticales	Maçonnerie et enduit, (parpaings et éléments en béton)	humidité infiltration d'eau.
 les fissures	$2\text{mm} \geq e \geq 0.2\text{mm}$	Oblique ou verticales	Angles des fenêtres et portes	Faiblesse de la maçonnerie et l'instabilité des appuis des ouvertures
		Verticale aux angles du bâtiment	Au niveau des éléments porteurs, joint entre deux bâtiments	Défaut de chaînage vertical, défaut de joint même ou manque de joint (structure en chaîne)
		Horizontales à hauteur du plancher	Au niveau du plancher	Flexion ou retrait du plancher
		Traversant	Traversent le mur	Instabilité de terrain, Mauvaise matériaux, Mouvement des fondations, séisme
		Escalier	Elles suivent les joints des parpaings	
 les lézardes	$e \geq 2\text{mm}$ plus de 2cm	toute l'épaisseur de maçonnerie	L'Effondrement des murs	Instabilité de terrain, Mauvaise matériaux, Mouvement des fondations, séisme

II.3.1 Classification selon le fonctionnement :

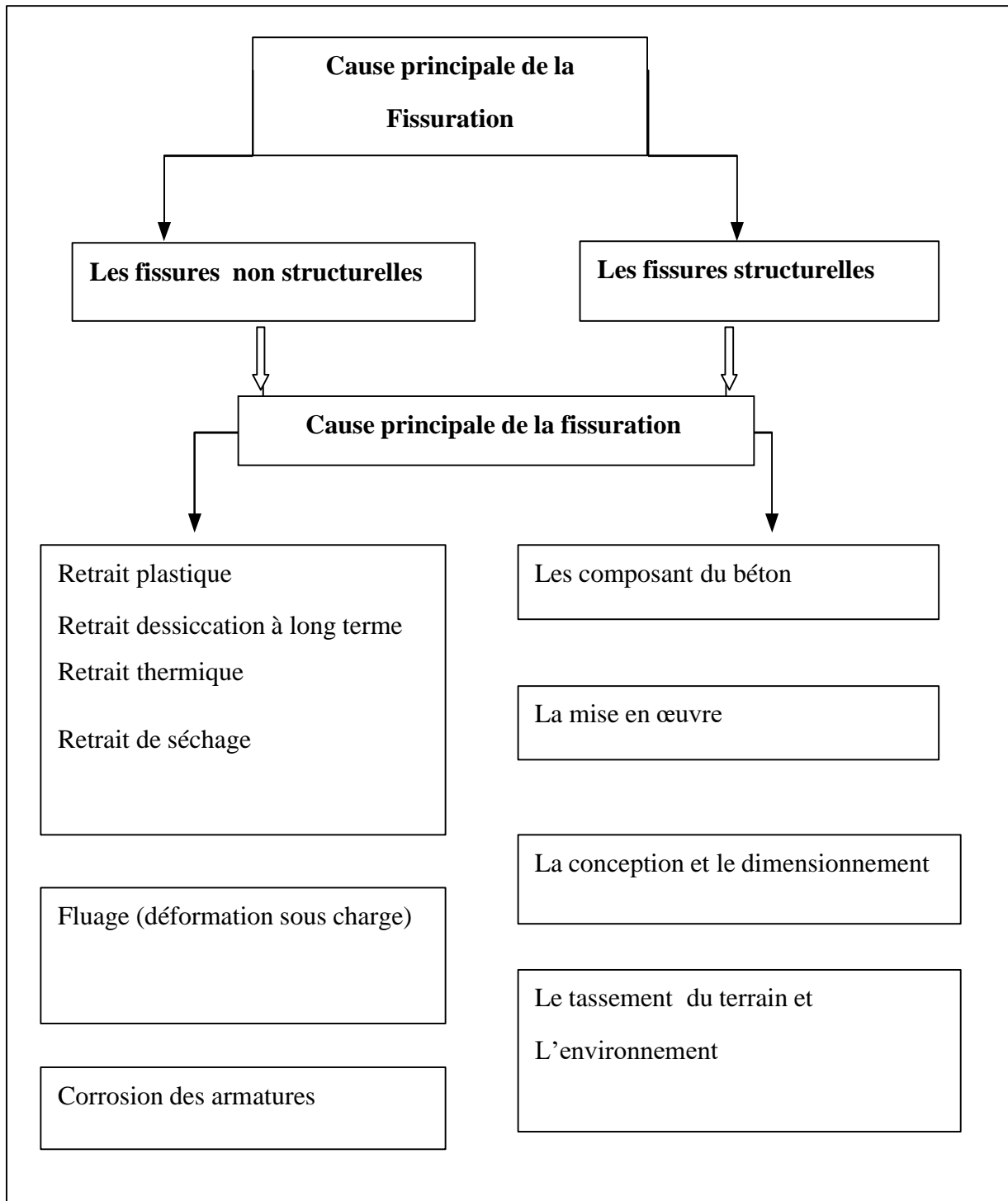


Figure 1: Fonctionnement et cause des fissures, source : auteurs.

II.4. Mécanisme de la fissuration :

De point de vue général on peut distinguer les fissures suivant leur forme.

Transversale, Horizontale, Oblique ou incliné de 45°. Il est couramment admis par les chercheurs et les experts, les causes et les cas des fissures dans les structures. (Figure II-2) et tableau (Tableau I-2)

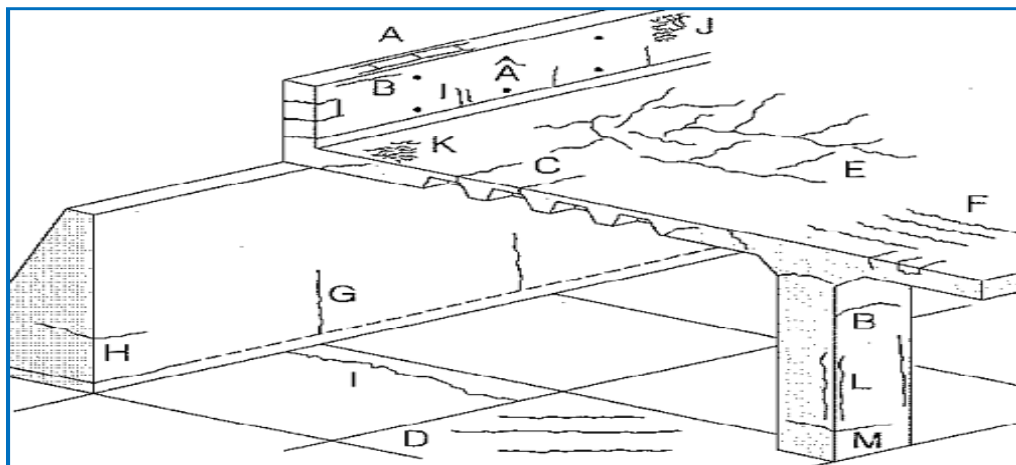


Figure 2: Désignations de fissure. [3]

Tableau 2: Mécanisme des fissures, source : auteurs.

Descriptions du Phénomène	Réf	Manifester	Cause	Remèdes/précautions
Fissures dues au tassement du béton frais	A	Ressuage et ségrégation	Dessèchement rapide	Diminuer la teneur en eau, améliorer la stabilité des mélanges
	B		Proximité armatures, forme du coffrage	
	C			
Fissures dues au Retrait plastique	D	Dessiccation-La Cure	Mouvement de coffrage -tassement	Exécution de coffrage
	E		Dessèchement prématuro	Post-traitement
	F			
	I	Dessiccation-à long-Terme		Réduire la dégradation de chaleur
Fissures dues à la déformation sous charge	O	Fluage	Traction en flexion	Préparation de la surface –composition du mortier
	P		Cisaillement	composition du mortier-séchage couvet
Fissures dues à la corrosion sous charge	L	Corrosion d'armature	Mauvaise qualité du béton	Sujet de conception, composition du béton, exécution
	M			

II.5. Recensement du fissures :

Souvent, on rencontre des fissures de formes variantes avec des caractéristiques différentes selon leur fonctionnement et la cause provoquant ces derniers. On essaye de présenter un recensement selon le fonctionnement de l'élément affecté, l'orientation de la fissure et son ouverture. .

II.5.1. Les Plancher :

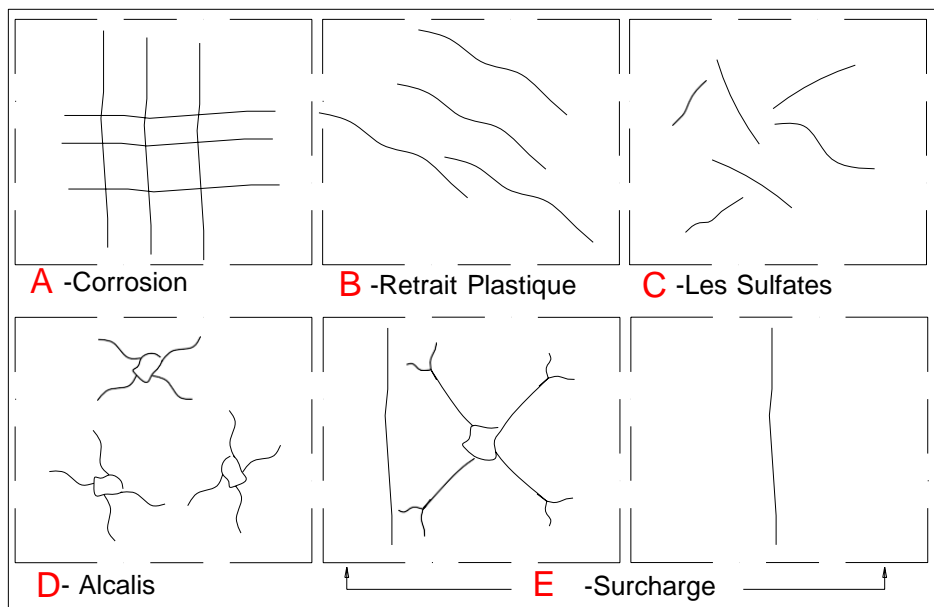


Figure 3: Fissures probables affectant les plancher. [1]

A : : Fissures dues à la Corrosion.

B : Fissures dues au retrait plastique.

C : Fissures dues aux sulfates.

D : Fissures dues à l'alcalin.

E : Fissures dues à la surcharge

II.5.2. Eléments Façade :

II.5.2.1. Mur et Enduit :

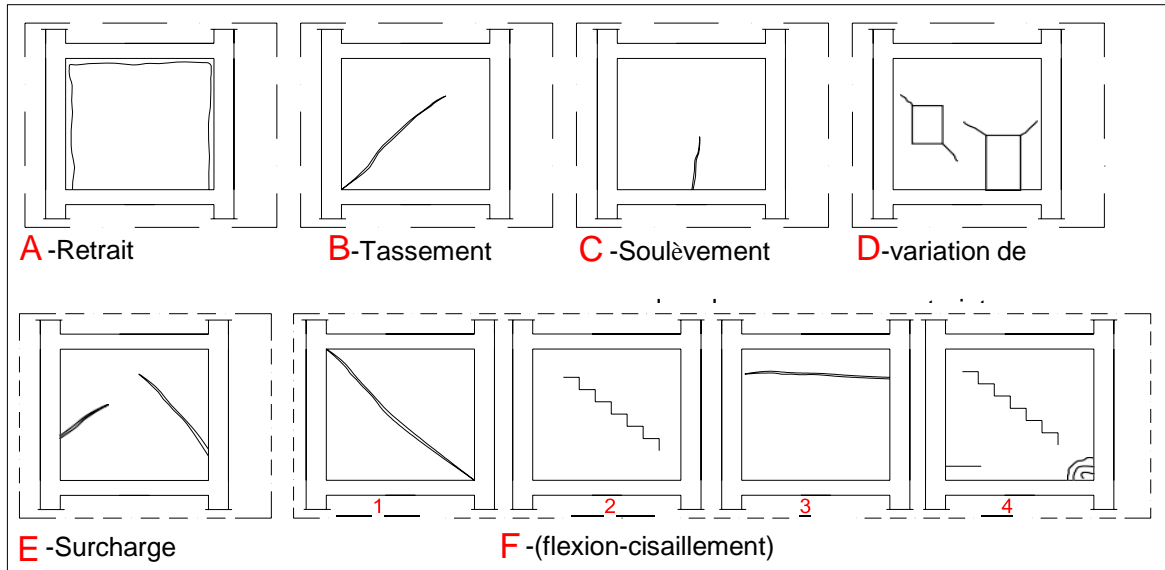


Figure 4: Fissures probables affectant les Murs.[1]

A : Fissures dues au retrait.

B : Fissures dues au tassement différentiel.

C : Fissures dues au soulèvement de sol.

D : Fissures dues à la variation de contrainte dans les ouvertures.

E : Fissures dues à la surcharge.

F : Fissures dues à l'action de flexion et de cisaillement.

1.2.3.4 : La résistance de la paroi est faible pour résister aux contraintes de cisaillement.

4: La résistance de la paroi est faible pour résister aux contraintes de flexion et traction.

II.6. Réalisation d'un diagnostic :

Le diagnostic d'un ouvrage est une étape importante dans le processus de sa réhabilitation. Il permet avant tout de se prononcer sur son état de santé. Pour comprendre l'influence des fissures dans l'ouvrage il faut effectuer un diagnostic.

II.6.1. Le diagnostic :

La surveillance des fissures ne suffit pas à établir les causes à l'origine de la fissuration.

Pour cela, il faut la compléter avec des méthodes d'investigation complémentaires.

II.6.2. Les principales étapes d'un diagnostic :

Le diagnostic d'une structure se compose de différentes étapes.

❖ Une visite préliminaire

Elle a pour objet d'améliorer la compréhension de l'état et du fonctionnement de la structure, de préciser les conditions environnementales. Les désordres visibles, l'accessibilité des parties dégradées.

❖ Collecte des documents

Appareil photos, Bloc note, Règle, Stylo, Sont des nécessaires outils pour la premier visite.

Un maximum d'informations concernant la structure doit être noté.

-l'historique de la structure.

-les plan (Architecture, Ferrailage).

-l'orientation de la structure.

-l'environnement.

-types de sols

❖ Inspection détaillée

Une inspection visuelle de la totalité de la structure est mise en œuvre afin de détecter tous les signes de détérioration et d'identifier toutes les sources potentielles tels que: La présence de fissures, détérioration de la peau du béton, la corrosion des armatures, la présence de l'humidité.....).

II.7. Les méthodes de suivi de la fissuration :

Pour caractérisée une fissure, il est nécessaire de mettre en place des témoins permettant de mesurer son ouverture. Une fois le diagnostic établi, il sera possible d'envisager une réparation utile et durable.

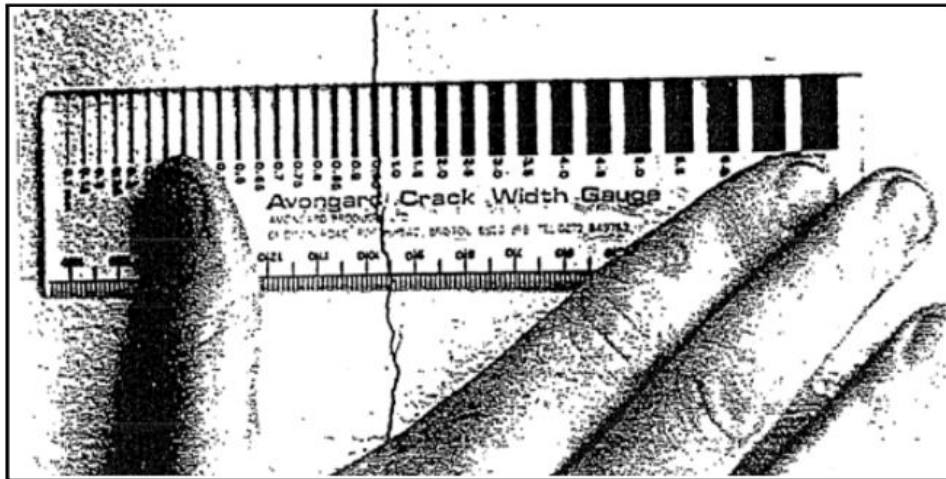


Figure 5: Mesure d'ouverture de fissure. [4]

II.7.1. Les outils traditionnels :

❖ **le fis uromètre** : il s'agit d'une jauge qui permet de mesurer simplement l'ouverture d'une fissure.

- les témoins : la pose de témoins est une méthode ancienne qui conduit à ponter la fissure par des plots en plâtre ou en ciment, voire des plaques de verre scellées (Fig. I-6).

La mise en œuvre de témoins de cette nature est délicate, il n'est pas rare de constater que les témoins se décollent avant de se fissurer. La pose d'un témoin en plâtre peut renseigner sur l'évolution d'une fissure en intérieur, mais son usage sur un mur extérieur ne fournit pas d'éléments probants.

Poser un témoin et mesurer l'ouverture de sa fissuration suppose d'apprécier la température du support. [4]



Figure 6: Témoin au plâtre traditionnel.[4]

II.7.2. Des méthodes plus modernes :

❖ **les jauges Saignac** : le suivi de l'évolution des fissures d'un ouvrage suppose des mesures régulières. il est fréquent d'utiliser des pointes clouées de part et d'autre de la fissure. L'observateur mesure avec un pied à coulisse la distance entre les pointes à intervalles réguliers. Cette méthode a été développée il ya quelques années par un expert en bâtiment bien connu, M.Saignac. Les jauges Saignac peuvent être mises en œuvre commodément au droit des fissures que l'on veut surveiller (Fig. I.-7). L'évolution de l'ouverture des fissures peut être appréciée au 1/10 de millimètre grâce à l'échelle dont sont dotées les jauges. la lecture des jauges doit être interprétée avec prudence. .[4]



Figure 7: Les jauges Saignac. [4]

II.7.3. Exemple Suivi de certaines fissures :

Nous avons effectué un suivi de l'évolution de l'ouverture de 5 fissures en utilisant un fissurometre digital. (Fig. I.-8)

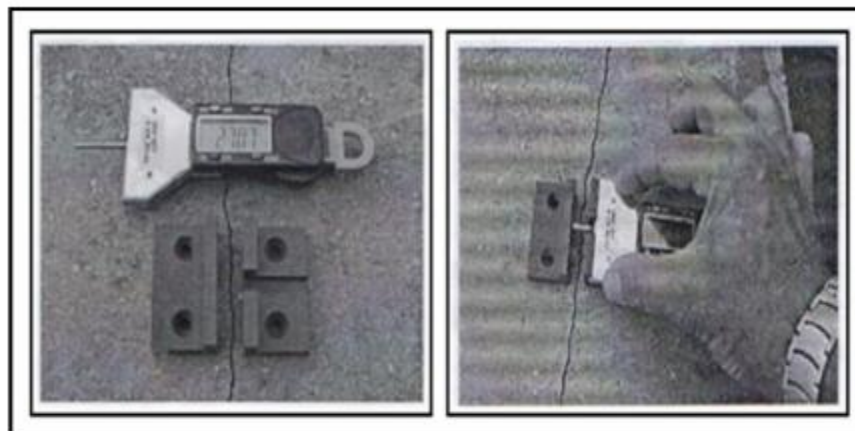


Figure 8: Fissurometre digital.[4]

Les fissures concernées sont présenté dans la photo suivante.[4] :

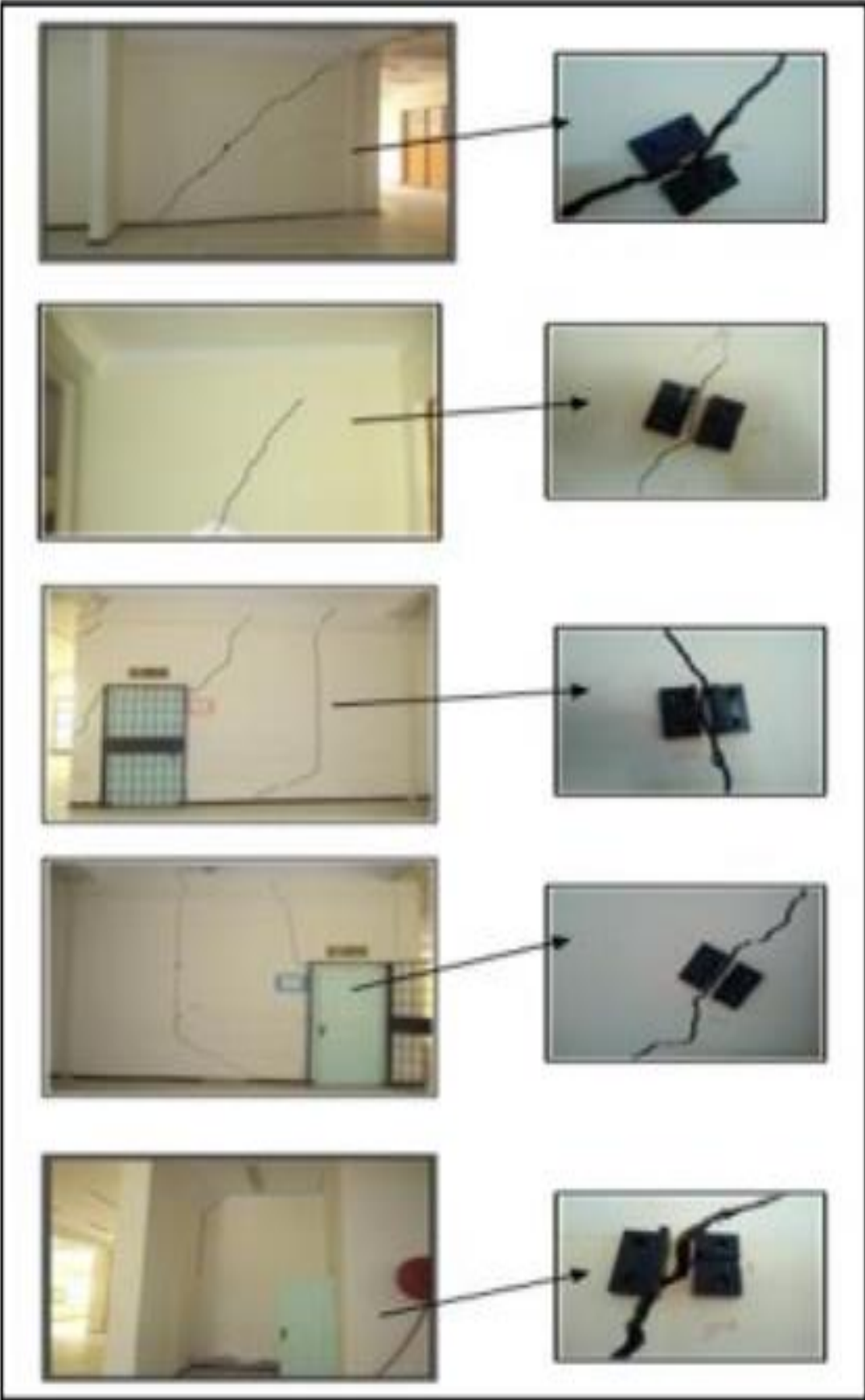


Tableau II - 1: Résultats du suivi de l'évolution de l'ouverture de certaines fissures.[4]

II.8. Les méthodes d'approches:

I.7.1 La méthode d'inspection :

L'inspection est définie comme « l'action d'examiner ce qu'on a mission de contrôler, de surveiller, d'évaluer »[5]

L'inspecteur doit avoir le bagage scientifique nécessaire et l'expérience dans ce domaine pour qu'il puisse effectuer cette tâche avec succès.

❖ La connaissance préalable:

C'est l'action d'approfondir les connaissances de ce bâtiment à travers la collecte de différents types d'informations sur le sujet par deux méthodes qui sont :

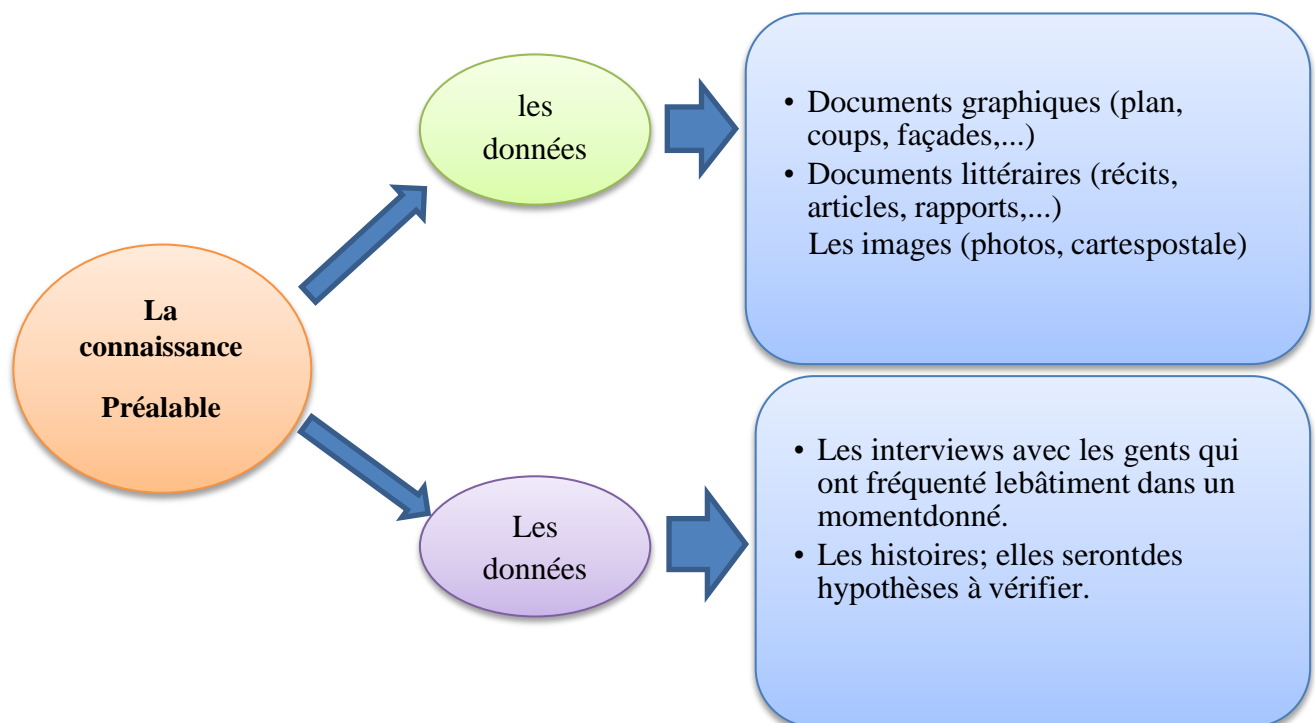


Figure 9: Les sources de la connaissance, source : auteurs.

❖ Les points clefs:

Lors des visites au bâtiment concerné, l'expérience et le discernement du technicien jouent un rôle important dans la découverte des secrets du site. Ces deux paramètres influencent la qualité du rapport final et l'exactitude de l'intervention qui va le suivre.

Afin de réussir la visite, il y a trois points à ne pas négliger qui sont:

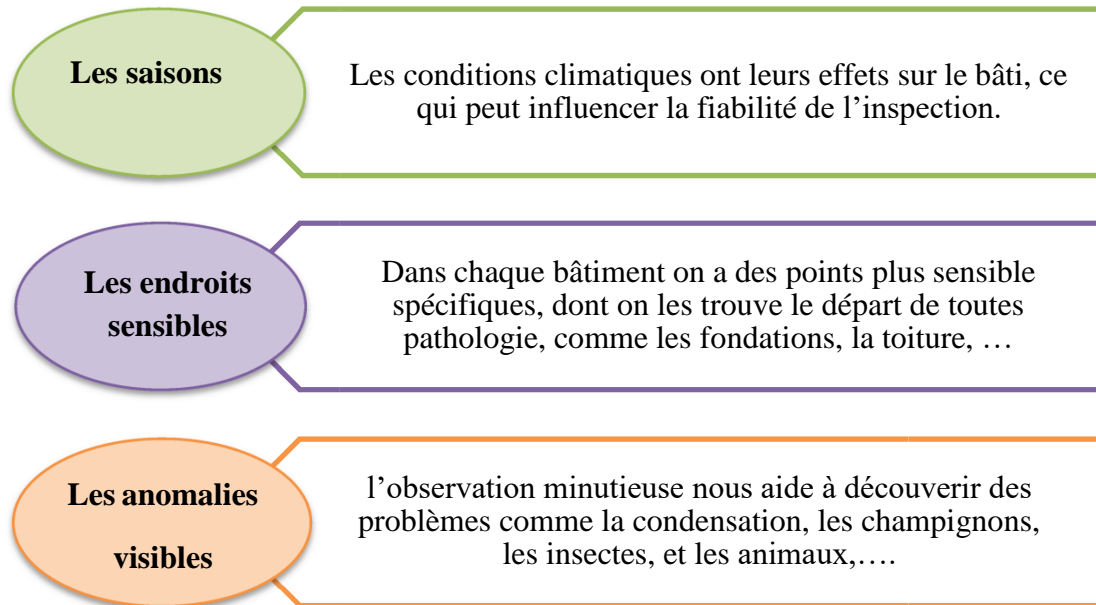


Figure 10: Les points clés pour réussir un relevé, source : auteurs.

❖ Le Relevé:

Le dossier du relevé se compose de trois parties qui forment un document descriptif du bâtiment relevé.

➤ Le relevé architectural et dimensionnel:

C'est le relevé des proportions exactes d'un bâtiment existant sous forme d'un croquis pour pouvoir le représenter sous forme graphique selon les normes internationales de dessin technique.

Le passage par cette opération est obligatoire, même si les plans originaux du bâtiment ont été récupérés dans les archives ; puisque on ne peut jamais être sûr que la réalisation du bâtiment était fidèle au plan, en plus l'usage et l'âge peuvent entraîner à des déformations ou des modifications de l'œuvre originale. On a alors :

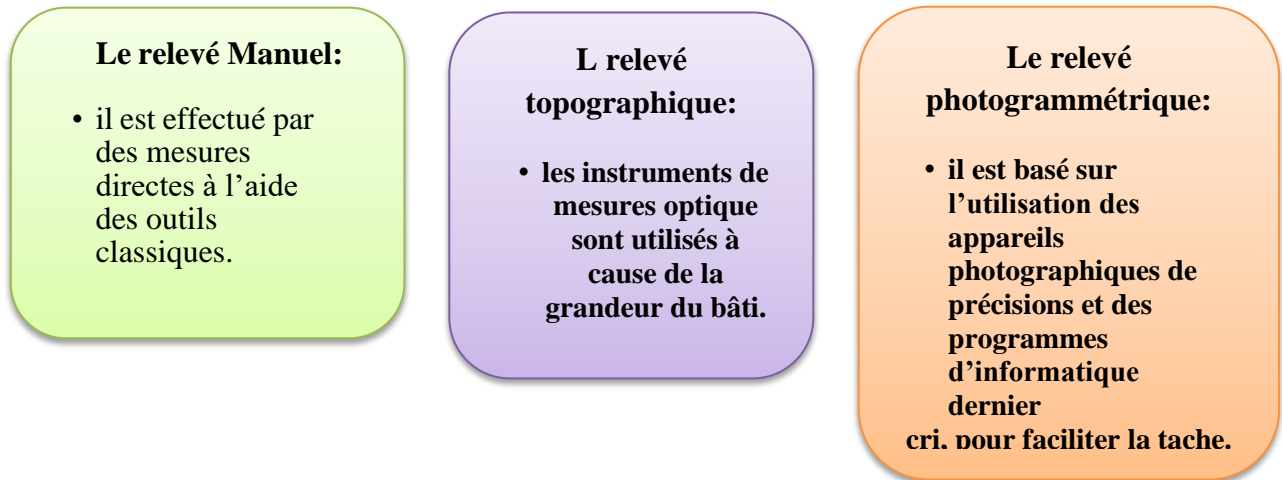


Figure 11: Les types de relevé, source : auteurs.

Le choix de la méthode optée pour effectuer le relevé dépend de la difficulté du cas et des moyens disponibles.

➤ **Le rapport technique:**

Il décrit l'état des lieux, et rassemble les informations qui ne peuvent pas être représentées sur le dessin, mais qui ont de l'importance pour mieux comprendre le bâti relevé.

➤ **Le relevé photographique:**

Il complète et enrichi le relevé architectural et dimensionnel grâce aux Informations contenues dans les photos que soit les détails, la couleur, la volumétrie ...,vue que les prises de vues nous donne l'état actuel du sujet gelé dans la photo.

II.9. L'altération du bâti :

« Changement qui dénature l'état normal de quelque chose ». [6]

« Modification de l'état qui réduit l'intérêt patrimonial ou la stabilité, qui peut être physique, chimique, biologique, etc. ». [7]

D'après les définitions, l'altération du bâti signifie la détérioration de ses différentes direct, son état devient vétuste ; ce qui le rend inhabitable et risque d'effondrement.

II.10. Les causes des altérations :

L'altération des constructions a ses causes qui peuvent être découverts après des études et des investigations.

Cet inventaire des causes possibles des dégradations, rassemble les facteurs et les phénomènes dont chacun des effets connus d'après des recherches spécialisés antérieurs sur le bâtiment. Dans les conditions de vie normale, la combinaison d'un nombre de ces causes aggrave l'état du bâtiment dans un laps du temps court.

Tableau 3: Les causes majeures de l'altération du bâtiment, , source : auteurs.

La nature	La cause		L'effet sur le bâti
Naturelle	Vieillessement		<ul style="list-style-type: none"> • Réduire les qualités des matériaux de construction.
	Agents climatiques	Vent	<ul style="list-style-type: none"> • Réduire les qualités des matériaux de construction. • La déstabilisation physique du bâtiment.
		Pluie	
		Rayons solaire	
		Humidité	
	Catastrophes naturelles	Séisme	<ul style="list-style-type: none"> • Pousser la résistance du bâtiment à ses limites. • Altération de la structure. • Risque d'effondrement.
		Inondation	
		Orage	
		Glissement	
	Facteurs biologiques	végétation	<ul style="list-style-type: none"> • La déstabilisation physique du bâtiment. • Toucher la structure ou l'enveloppe, ça dépend du facteur, de la nature du bâtiment.
Animaux			
Micro-organismes			
Naturelle	Conditions environnantes	Air	<ul style="list-style-type: none"> • Le tassement. • Altération de la structure. • La déstabilisation physique du bâtiment.
		Eau	
		Sol	
Humaines	Pollutions	Chimique	<ul style="list-style-type: none"> • Réduire les qualités des matériaux de construction. • La déstabilisation physique du bâtiment.
		Sonore	
		Lumineuse	
	Interventions	Manque d'entretien	<ul style="list-style-type: none"> • Dénaturer l'édifice. • Réduire sa valeur patrimoniale. • La déstabilisation physique du bâtiment.
		Vandalisme	
		Transformations	
		Modernisation	

II.10.1. La typologie pathologique :

Les grandes familles des altérations sont regroupées dans le tableau suivant, avec leurs définitions et leurs sous-types qui nous donnent la gravité de la situation des bâtisses victimes:

Tableau 4: Les formes d'altération du bâti, , source : auteurs.

Le type pathologique	La définition	Les sous-types pathologiques
Fissure	Discontinuité linéaire plus ou moins régulière à la surface ou dans la masse d'un matériau. [8]	Superficielle
		Profonde
Endommagement	État à partir duquel un solide se sépare en parties disjointes. [9]	Avec la présence des parties
		Avec des parties manquantes
Déformation	Ensemble des variations dimensionnelles et des distorsions qui affectent un solide autour d'un point. [10]	De la forme
		De la composition
Pourriture	État d'un corps en décomposition. [11]	Moisissure
		Corrosion
		Erosion

II.11. L'évaluation du bâti :

Pour faciliter la lecture et la compréhension du rapport d'évaluation du bâtiment, on a opté pour le représenter sous forme d'un tableau qui résume les informations récoltées sur le site et notre évaluation. Donc les cases vides sont à remplir dans le cas d'étude.

Tableau 5: La synthèse de l'évaluation, source : auteurs.

	Détaille des éléments évalués	Ampleur des désordres	Evaluation
La structure
Les façades
La toiture et les couvertures
La menuiserie
Les reseaux
Les équipements
L'espace libre

II.12. Les types d'intervention conservatrice :

Le Principe est de limiter les dégâts et de prolonger la vie de l'ancien bâtiment au profit des futures générations; dans ce contexte apparait le concept de « conservation ».

II.12.1. Entretien:

Action périodique destinée à préserver la totalité de l'ouvrage par la correction des effets du temps et de son utilisation.

Cette opération se déroule sans modifier le bâtiment pour conserver sa valeur patrimoniale.

II.12.2. Reconstruction:

Une construction à nouveaux de la totalité d'un bâtiment ou bien de ses parties endommagées avec ou sans prise en considération de sa forme initiale.

II.12.3. Reconstitution:

Vue l'altération des matériaux d'origine de l'ancien bâtiment, cette opération nous permet de les remplacer par des matériaux neufs.

Mais cette réfection à l'identique est conditionnée par la lisibilité des travaux et la clarté de l'intervention.

II.12.4. Réhabilitation:

Ensemble des travaux d'amélioration du confort et de mise en conformité dans un bâtiment.

Interventions sur un bien immobilier afin de lui restituer une fonctionnalité antérieure présumée, de l'adapter à une fonction différente ou à des normes de confort, de sécurité et d'accès. [12]

II.12.5. Anastylose:

C'est un remontage des parties effondrées à partir des éléments retrouvés sur les lieux.

II.12.6. Rénovation:

Cette opération n'impose pas le respect de l'œuvre d'origine, par la prise en considération des matériaux de construction, de la forme ou du fonctionnement, ce qui ravisse au bâti son intérêt patrimonial.

II.12.7. Réparation:

Le but de la réparation est de lui mettre en état fonctionnelle et/ou formelle, en plus stopper les détériorations.

II.12.8. Restauration:

L'action vise la protection de l'authenticité du monument, améliorer sa stabilité et le rendre apte à l'usage.

II.12.9. Restitution:

La restitution est basée sur le dessin ou la maquette, et désigne toutes les figurations virtuelles, sa traduction matérielle est la reconstitution.

II.12.10. Modifications:

Ces travaux comprennent tous les travaux qui ne sont ni d'entretien, ni de réparation, ni de restauration, c'est à dire les constructions et aménagements nouveaux réalisés dans ou sur un monument historique.

II.12.11. Nettoyage:

L'action d'éliminer les saletés et les dépôts de la surface des bâtiments, afin d'éviter l'influence néfaste de ces substances étrangères sur l'image ou la sauvegarde de ce bien.

Cette opération ne vise pas le rajeunissement de l'édifice, par l'effacement des signes de vieillissement naturel, ni l'altération de la surface originelle.

II.13. CONCLUSION :

La deuxième chapitre est consacré à l'étude de la fissuration dans les constructions en béton, est de présenté les causes des fissures dans les bâtiments, et leur classification en fonction des caractéristiques. Nous avons également recensé ces fissures en fonction de leur présence dans l'élément de construction.

Le bâti est l'abri qui nous protège de tous types de danger, donc il faut qu'on évite qu'il soit en danger Son état est un point très important, donc l'entretien et l'inspection périodique des constructions sont des opérations primordiales pour que le bâti garde sa fonction et son attractivité.

Le chapitre III:
Les caractéristiques
de l'ancien bâti dans la région
de Ghardaia

III.1. INTRODUCTION:

Pour mieux comprendre les bâtiments d'une période donnée, il est nécessaire de comprendre leur composition et leurs techniques de construction. Ainsi, les matériaux de construction et le niveau de développement scientifique du 18^{ème} et du début du 20^{ème} siècle entrent directement dans notre champ d'étude, car ils recoupent l'axe principal qui traite de l'évaluation de ce bâtiment.

Le chapitre commence par une description des matériaux de construction et une explication des systèmes de construction utilisés dans le ksar de Beni Isguen depuis plus d'un siècle, en référence aux spécificités locales.

III.2. Les matériaux de constructions :

L'homme a domestiqué la nature à son service. Il l'a exploité depuis des millénaires tels que les matériaux de construction.

« Jusqu'à la fin de 18^{ème} siècle, l'architecture est dépendante des matériaux offerts par la nature. Les constructions sont en bois, en argile et en pierre. La forme architectonique est imposée par les propriétés de ces matériaux et par la force limitée de l'homme ». [24]

Mais avec les découvertes du 19^{ème} siècle, et l'apparition de la machine, l'extraction de ces matériaux est devenue plus facile, abondante et variée, dont on peut les classer en cinq grandes familles :

- La Pierre.
- La brique et la terre cuite.
- Les chaux, ciments et mortiers.
- Les bois.
- Les métaux.

III.2.1. La pierre :

Les roches sont des produits naturels qui diffèrent par leur origine géologique et leur composition minérale. Que ses propriétés la classent comme un matériau de construction ; que l'on trouve largement dans la pierre de construction ; elles varient en termes de fonction, de disponibilité et de coût. Ces paramètres donnent à chaque famille son propre rôle dans le processus de construction, par exemple :

- **Le calcaire** est apprécié pour la construction.
- Les pierres volcaniques comme **le trachyte** sont utilisés pour les appareils.
- **Le granite** qui est une pierre lourde, dure et très difficile à tailler, utilisée pour les travaux maritimes (jetées, phares,...) et le soubassement des édifices.
- **L'ardoise** qui se divise en feuillets minces et résiste à l'action mécanique et

chimique de l'atmosphère, luisante et solide, utilisée pour le dallage et les revêtements.

- **Le marbre** utilisé dans son état brut comme moellon, taillé, ou bien poli pour servir à la décoration architecturale.
- Les pierres dures et économiques comme **les grès** utilisés pour le pavage.

❖ **L'Algérie** est riche en matériaux de construction durs de toutes natures.

Les autochtones exploitent peu les carrières et n'utilisent que les pierres détachés pour la construction, à l'exemple des moellons et les cailloux des oueds.

III.2.2. La brique et la terre cuite:

La terre cuite est une pierre artificielle, de forme varié à dimensions inégales, originaire du Moyen-Orient et remonte à des milliers d'années.

C'est un produit à base d'argile (avec l'ajout du sable et des escarbilles), utilisé d'abord crue, puis avec le temps ce produit a passé par la cuisson pour améliorer sa résistance. Il y a une variété de produits qui se différencient dans les couleurs.

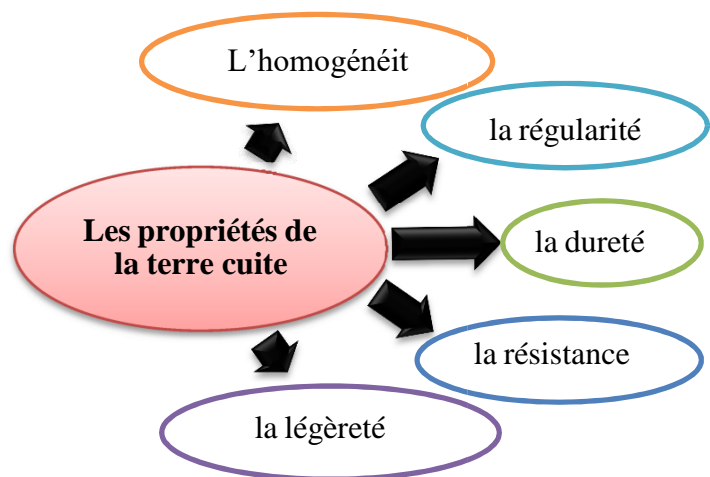


Figure 12: Les propriétés de la terre cuite, source : auteurs.

- **La brique** des structures massives, nous donne aussi les maçonneries légères, utilisé dans la confection des arcs et des voutes, et des maçonneries ponctuelles.
Elle est facile à exécuter, et très résistante, avec une valeur décorative remarquable.
- **Les tuiles** sont des tablettes en terre cuites utilisées comme couverture des bâtisses. Elle garantit la protection aux intempéries.
- **Les carreaux** sont utilisés comme revêtement horizontale des sols et verticale pour les murs.

III.2.3. Les liants :

III.2.3.1. La chaux:

La fabrication des chaux est basée sur la calcination des calcaires, que soit des calcaires purs ou avec d'autres ajouts selon la nature de la chaux voulue.

La chaux se divise en trois types comme suit :

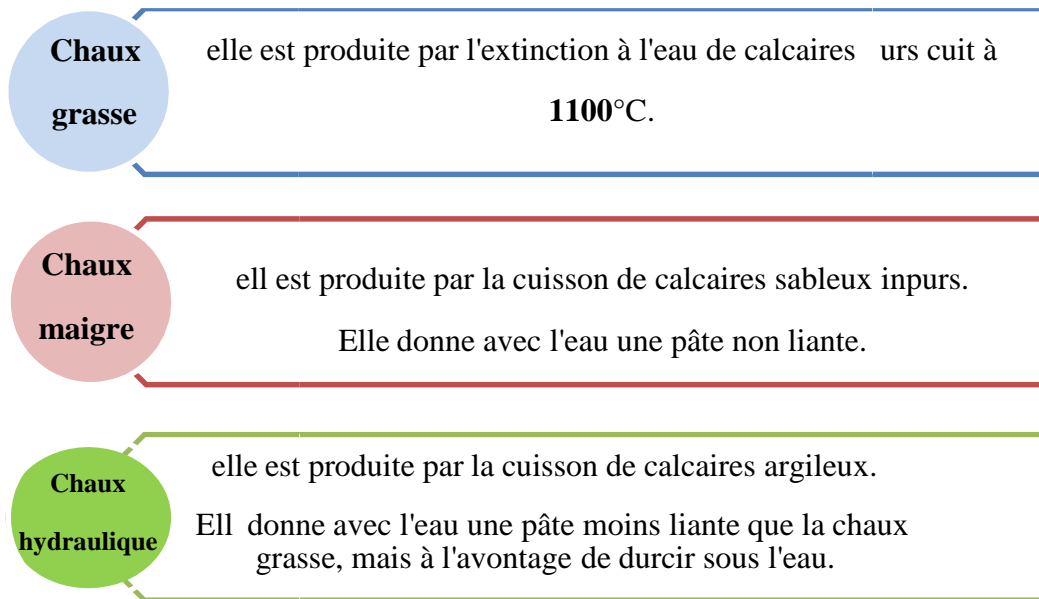


Figure 13: Les types de chaux, source : auteurs.

❖ La pierre calcaire était abondante en Algérie, surtout dans la province de GHARDAIA au temps de la colonisation. Il y avait une fabrication locale importante.

III.2.3.2. Le ciment :

Le ciment est un liant hydraulique, qui donne en quelques jours un maximum de résistance. Il résulte de la cuisson et le broyage de la pierre calcaire avec l'argile.

On trouve qu'il y a des types de ciments qui se distinguent selon leur cuisson :

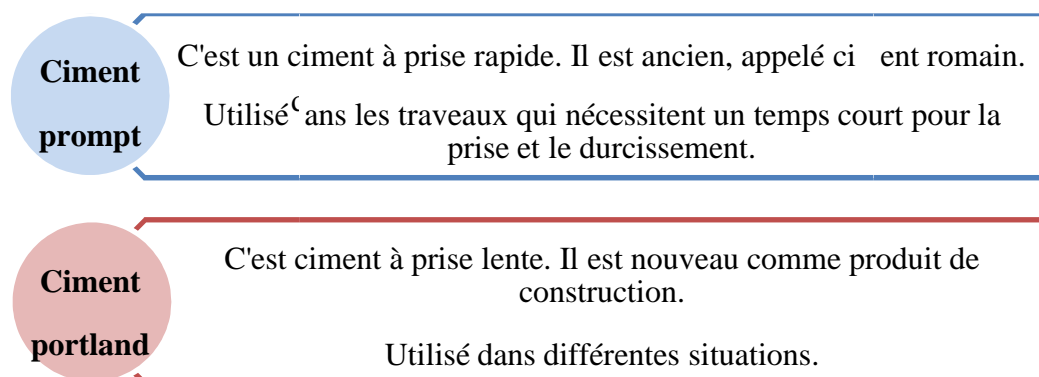


Figure 14: Les types des ciments, source : auteurs.

Ce produit se différencie de la chaux hydraulique par la nature de ses éléments constitutifs (la silice, l'alumine) et leurs proportions.

III.2.3.3. Le plâtre:

C'est un produit artificiel qui résulte d'un processus de fabrication :

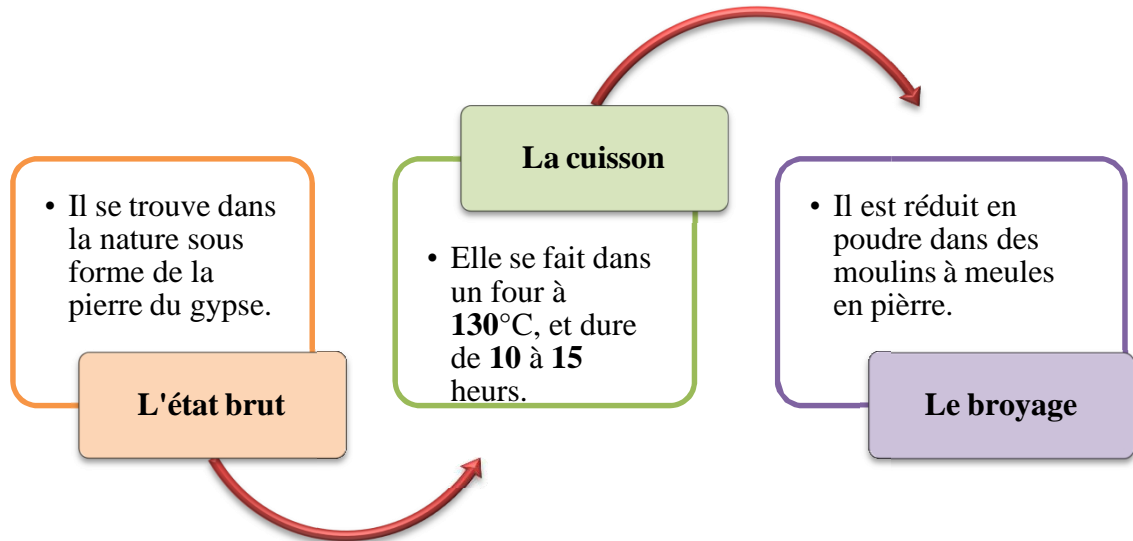


Figure 15: La fabrication de plâtre, source : auteurs.

Au contacte d'eau le plâtre fait prise et durcit très vite.

Il faut éviter de l'utiliser dans les endroits humides puisqu'il reste toujours soluble à l'eau.

- ❖ La pierre de plâtre ne manque pas en **Algérie** avec sa qualité très élevée et la majorité des gypses sont purs.

III.2.4. Le bois :

Le bois est un matériau de construction primitif. Chaque région du monde l'utilise selon ses propres techniques guidés par sa disponibilité et ses qualités.

On a trois genres du bois naturels : le bois dur, le bois blanc et le bois résineux, en plus du bois artificiel, dont chacun d'eux a ses caractéristiques, ses domaines d'utilisation, et sa durée de vie.

Grace aux nouvelles techniques de construction, le matériau a participé dans l'essor des villes sauf que l'incendie reste son plus grand point faible. Il était employé pour les charpentes, les planchers, les parquets, les escaliers, les fenêtres et les portes,....

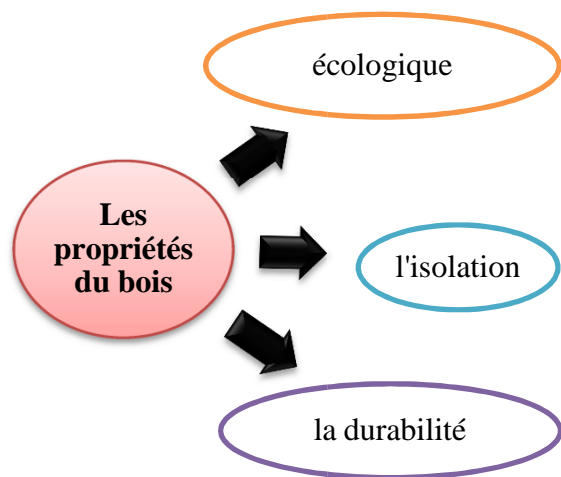


Figure 16: Les propriétés du bois, source : auteurs.

III.2.5. Les métaux :

III.2.5.1. Le fer :

Le développement de la technologie au 19ème siècle a conduit à l'émergence de l'industrie sidérurgique, et le métal est finalement devenu un matériau de construction prééminent. Différents processus de fabrication nous fournissent trois produits, qui sont :

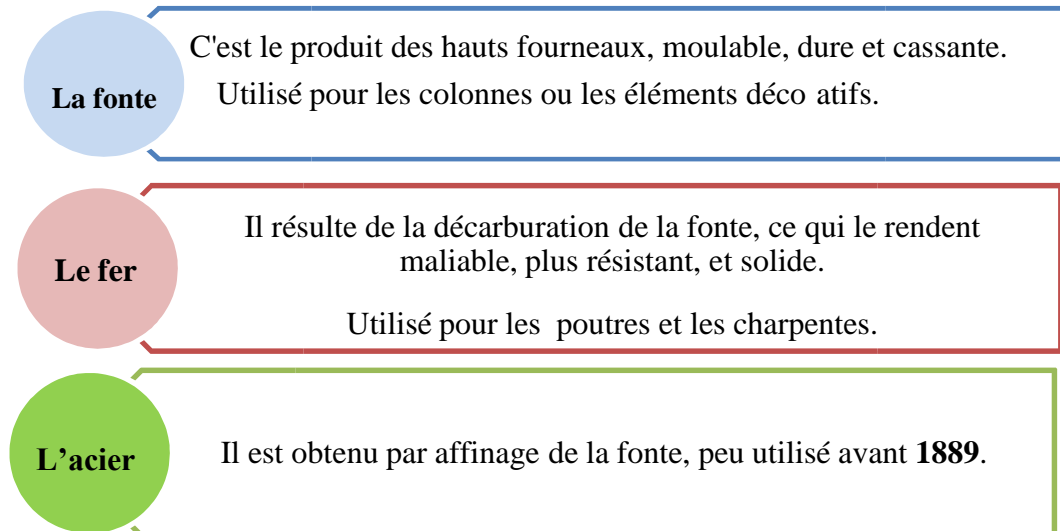


Figure 17: Les produits de fer, source : auteurs.

III.2.5.2. Le verre :

Le verre est le produit de la cuisson de la silice, qui est le premier constituant du sable.

III.2.5.3. La peinture :

C'est un matériau utilisé pour la protection des autres matériaux de construction.

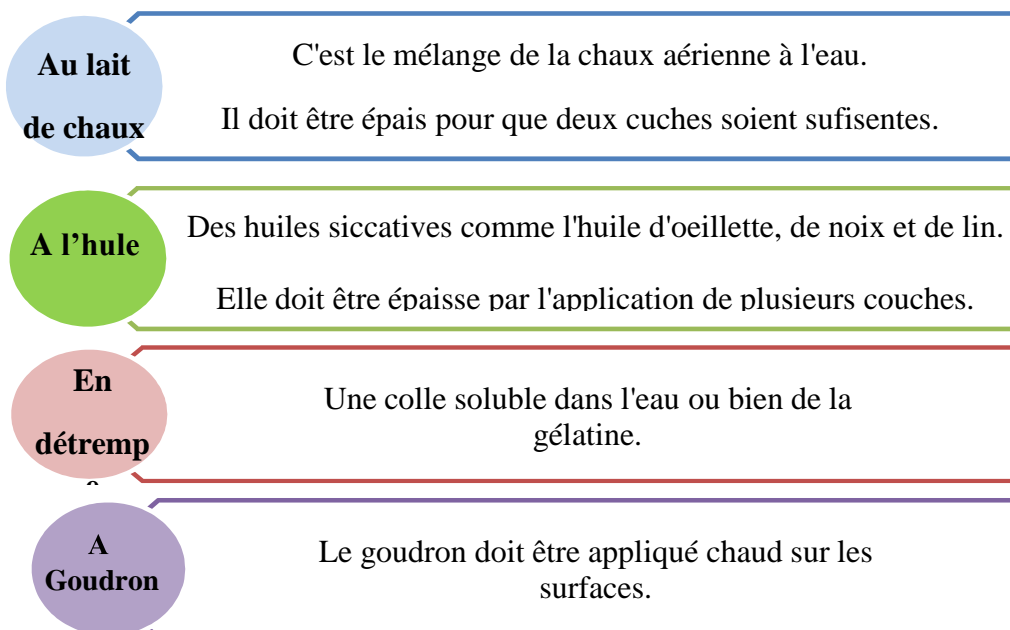


Figure 18: Les types de peintures, source : auteurs.

III.3. Les techniques de construction :

Le choix des techniques dépend des matériaux de construction utilisés et de la date de la réalisation puisque le domaine était en évolution continue.

III.3.1. L'infrastructure:

C'est la partie enterrée d'un bâtiment, réalisé en dessous du niveau du sol, pour ancrer la construction dans son terrain d'assiette.

III.3.1.1. Les rigole en maçonnerie:

Ce sont des murs épais en moellons ou bien en pierres taillées construits à l'aide d'un mortier.

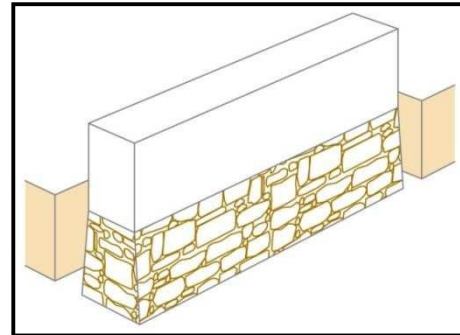


Figure 18: Fondation en rigole,[25]

III.3.1.2. Les murs banchés :

On est toujours dans le même principe des murs, mais dans ce cas le matériau utilisé est le béton qui se compose d'éléments solides sous forme des moellons ou des pierres et d'un liquide qui représente le liant.

Il y avait deux types de bétons utilisés dans les infrastructures :

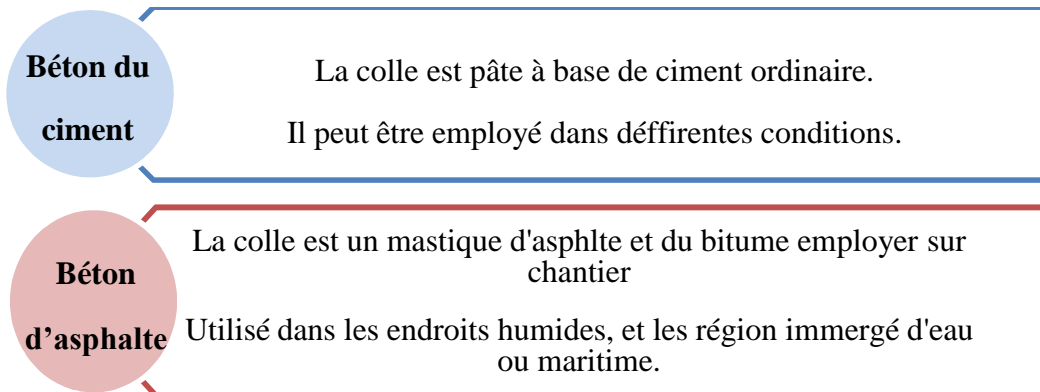


Figure 19: Les types de béton pour les murs banchés, source : auteurs.

- ❖ L'utilisation des coffrages s'impose puisque les banches gardent la forme voulue de ce mélange avant son durcissement.

III.3.1.3. Les fondations en béton armé:

Elles résultent du coulage du béton sur des armatures en acier, qui sont posées dans des fouilles isolées ou en tranchés.

III.3.2. La superstructure:

III.3.2.1. Le système des murs porteurs :

Ce sont des murs épais en maçonnerie qui fonctionnent en transmettant les charges (la charge d'exploitations et le poids propre) aux fondations.

Ils sont construits en maçonnerie (pierre, brique) sous différents appareils et consolidé par un choix varié d'éléments, des chaînes d'angles, des chaînes verticales, des arcs de décharges, des éléments rectilignes (bois, métal) de contreventement et des tirants.

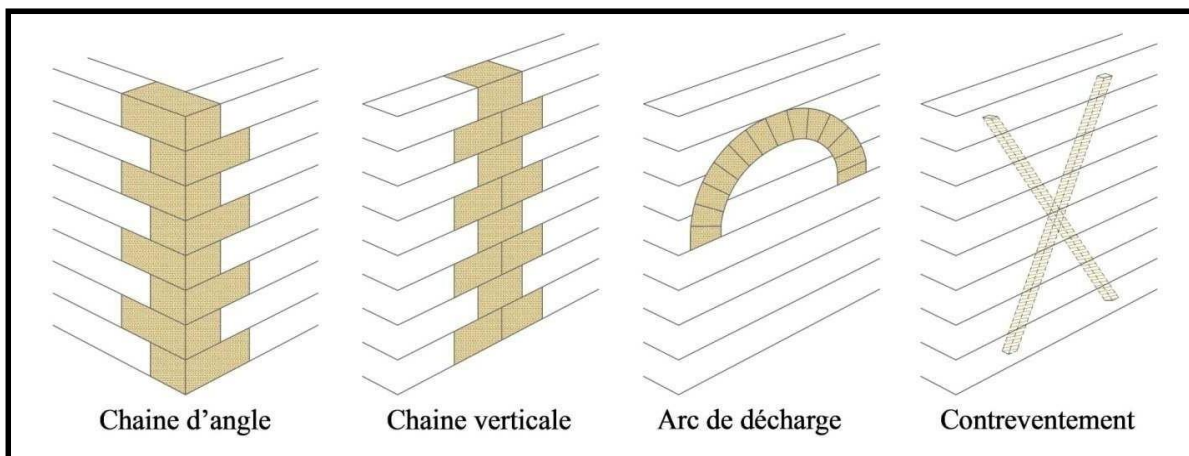


Figure 20: Les systèmes de consolidation des murs en maçonnerie. [25]

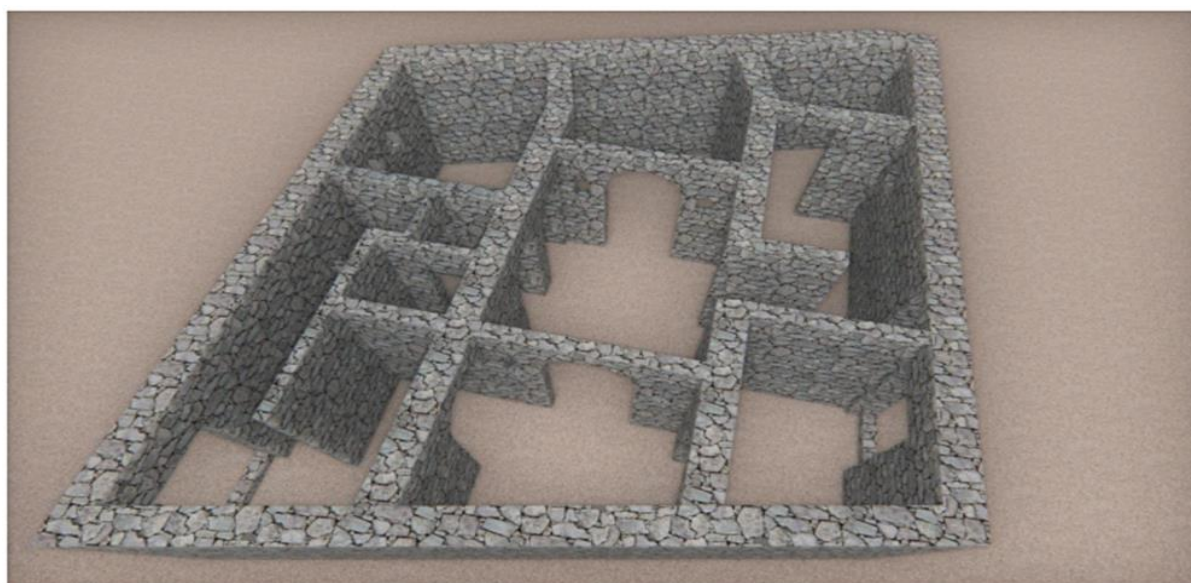


Figure 21: murs en pierre.source : auteurs.

III.3.2.2. Le système poteaux-poutres :

Ce système est basé sur la transmission des charges au niveau des appuis. Il est composé des éléments qui ont prouvé leur résistance aux différentes formes d'effort pour former une ossature légère et plus pratique.

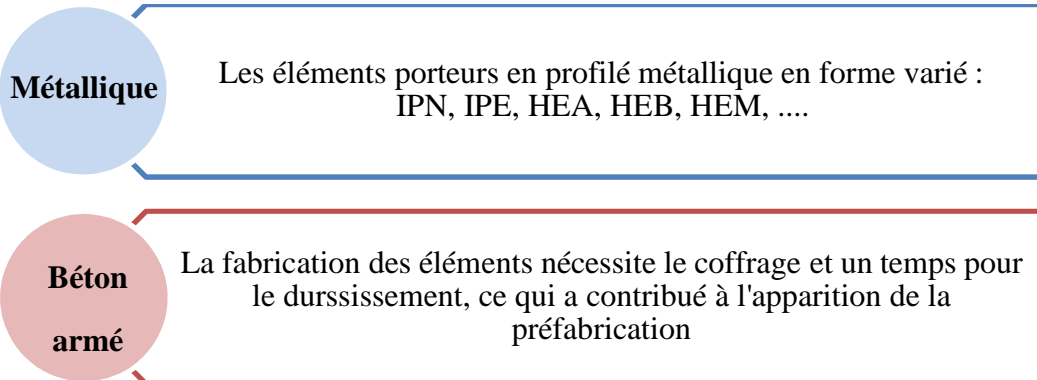


Figure 22: Les types des matériaux utilisés pour le système poteaux-poutres, source : auteurs.

III.3.3. Les toitures et les enveloppes :

III.3.3.1. Le plancher:

Élément porteur horizontal et séparatif qui forme le plafond pour des espaces et le sol pour d'autres.

III.3.3.1.1. Le plancher en bois :

On retrouve des structures traditionnelles avec des murs porteurs en maçonnerie et des planchers en bois (figure 19)

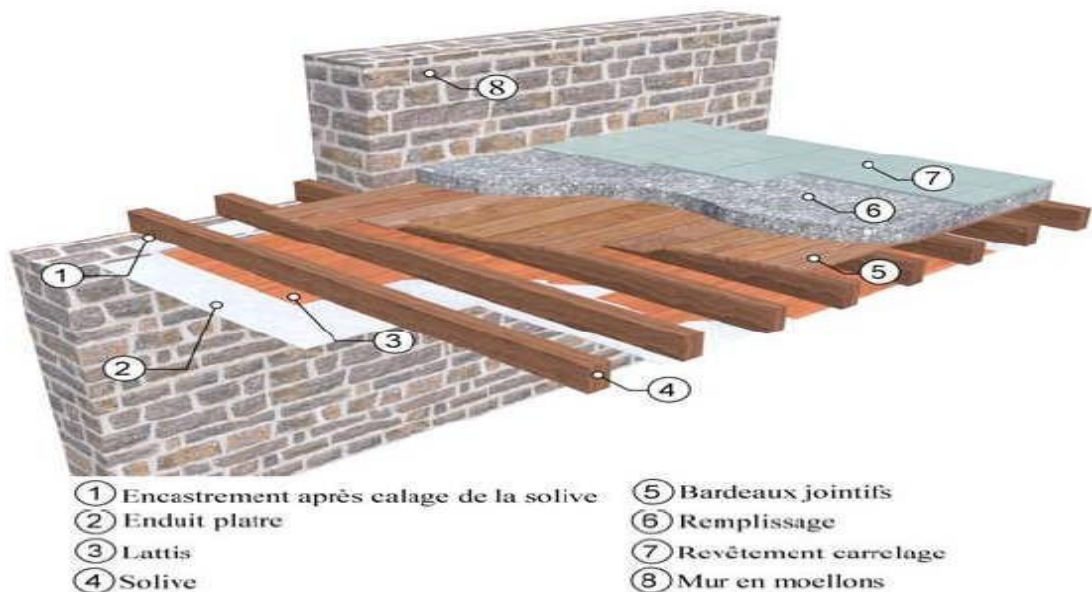


Figure 23: Les types des dalles en bois, [25]

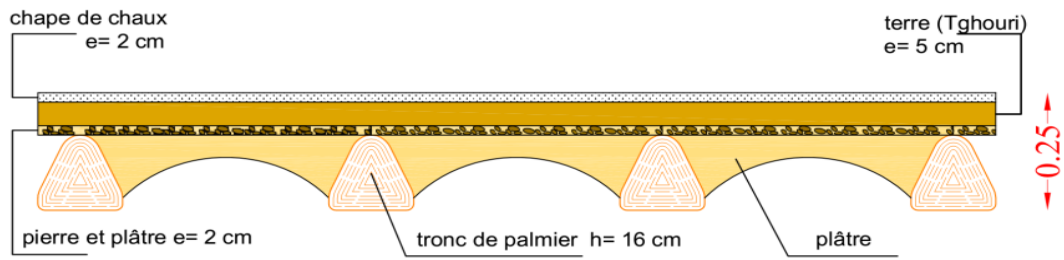


Figure 24: coupe sur plancher. source : auteurs.

III.3.3.1.2. Le plancher en voutain :

Il se compose de trois couches principales superposées :

- Poutraison** Une couche structurale, qui a changé dans le temps, dont on a des troncs d'arbre, les madriers en bois et les profilés métalliques.
- Coffrage perdu** Une couche qui est le support de la dalle. Elle peut être des planches, des dalles de pierres taillées ou de terre cuite.
- Dalle** Une couche de remplissage fabriqué par coulage d'un mortier à base de terre, de plâtre ou de chaux, ou bien de la terre battue.

Figure 25: Les composants d'un plancher en voutain, source : auteurs.

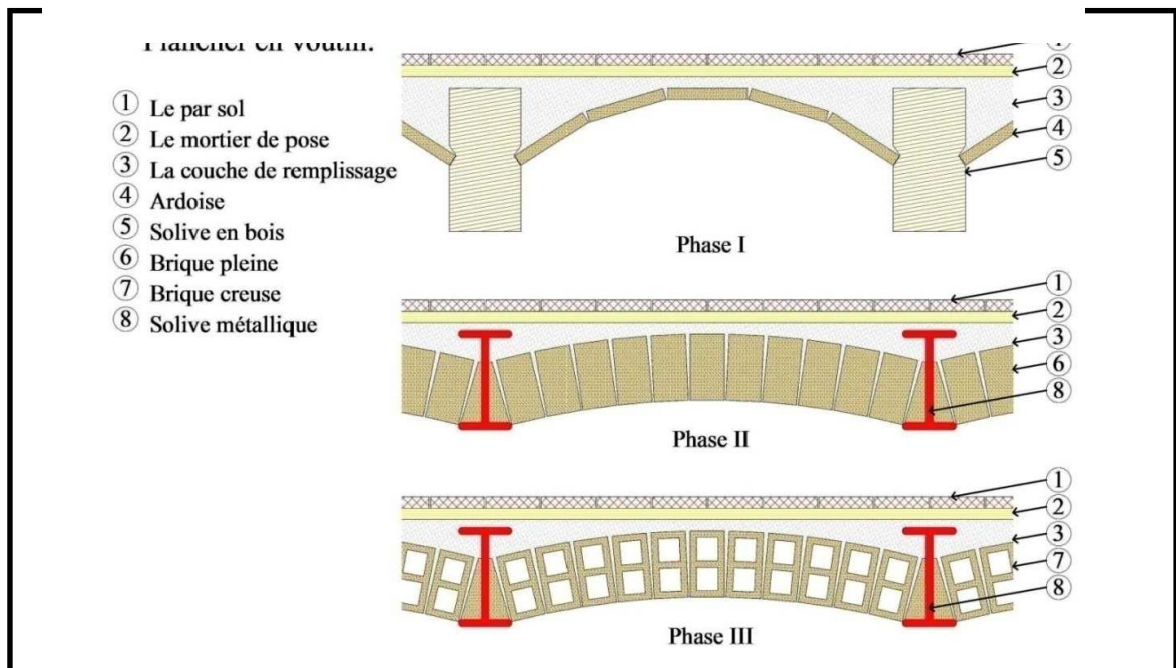


Figure 26: Les principales phases de développement des planchers en voutain.[25]

III.3.3.1.3. Les dalles en béton armé :

Ce sont des corps en béton armé, elles peuvent être fabriqués sur chantier ou préfabriqué :

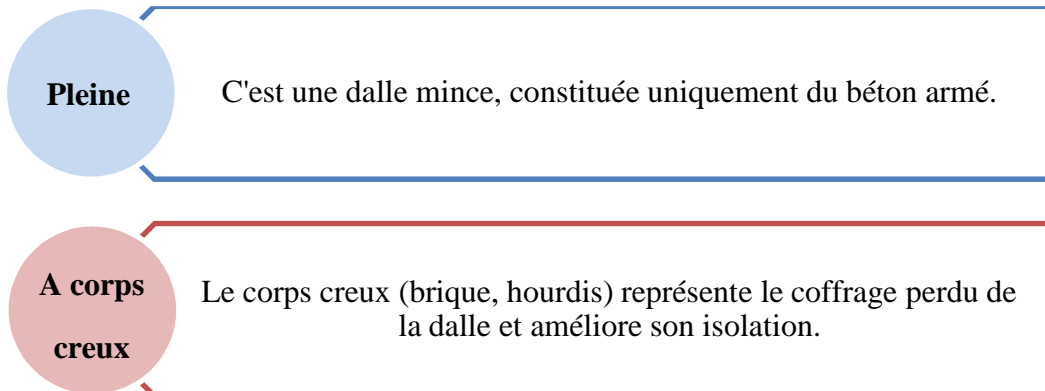


Figure 27: Les types des dalles en béton armé, source : auteurs.

durant l'année 1955 la naissance des Structures en béton armé avec des fondations en béton armé et des planchers monolithes sous forme de dalle pleine ou plancher préfabriqué avec hourdis et poutrelles préfabriquées en béton armé.

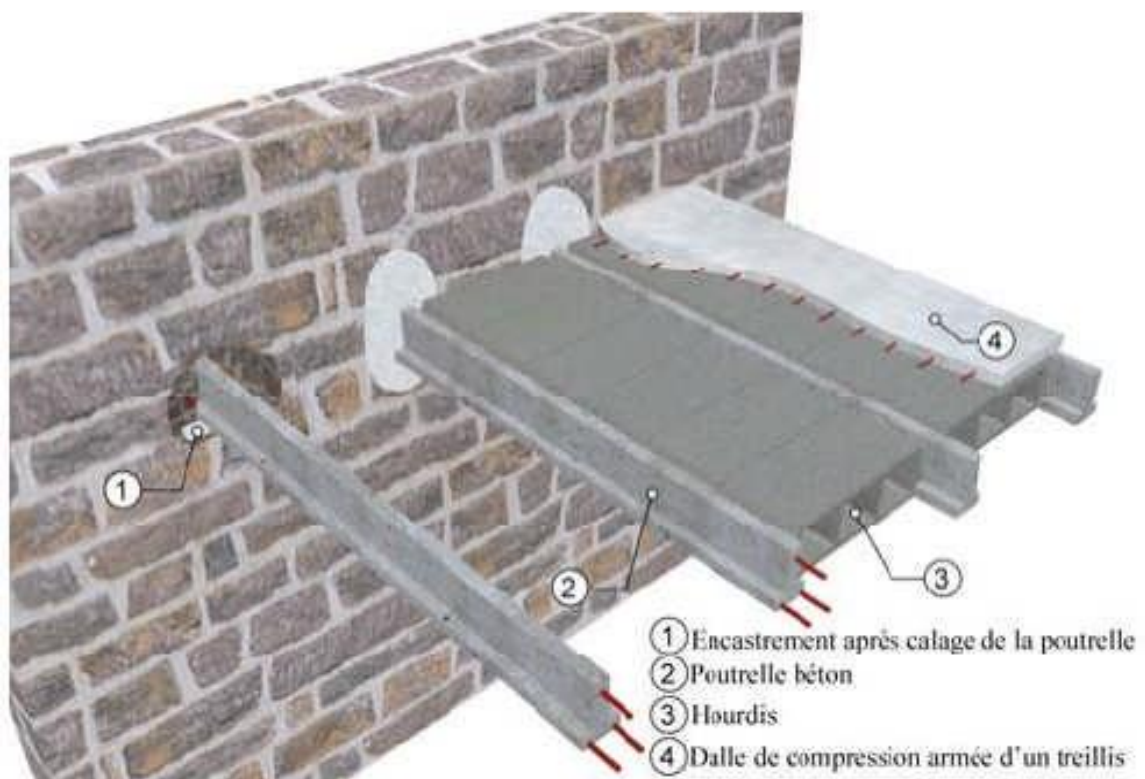


Figure 28: Les types des dalles en béton armé, [25].

III.4. CONCLUSION :

- Une grande partie des matériaux qui composaient les bâtiments du 18ème et du début du 20ème siècle étaient issus de la nature, avec une touche humaine dans la réalisation.
- Mais les concepts d'industrialisation, de gain et d'optimisation du temps ont changé le processus de construction. Ainsi, cette période marque un moment charnière dans le développement humain.
- La composition riche de l'ancien bâti le rend un trésor qui mérite la conservation.

La deuxième partie: Le volet pratique

CHAPITRE IV :
ETUDE DE CAS ET
OPERATIONS
PROPOSEES

IV.1. Introduction

Plusieurs études ont déjà été faites sur la vallée du M'Zab elles renseignent amplement sur la géologie, le climat, l'anthropologie, etc, dans notre cas nous nous contenterons de résumer brièvement l'essentiel afin de situer l'objet de notre étude dans son cadre géographique, historique, social et urbain.

Pour commencer toute analyse urbaine on doit faire une étude globale sur l'évolution de la ville au cours des siècles d'histoire et les problèmes qu'a connu suite à ce développement et ces problèmes ont fait naître une discipline dont l'objectif de préservation du ksar de Ben Isguen.

IV.2. Présentation de la wilaya de Ghardaïa:

IV.2.1. Situation géographique et administrative:

IV.2.1.1. Situation géographique:

La wilaya de Ghardaïa est située au nord centre de Sahara et a 630 KM au sud d'Alger sa superficie total est de 86105 km² avec une longueur de 450 KM du nord au sud et une largeur varient entre 200 et 250 KM d'Est en Ouest son altitude de 468 m.

L'ensemble géomorphologique dans lequel s'inscrit le M'Zab est un plateau rocheux.



Figure 29: la carte d'Algérie. [12]

IV.2.1.2. Situation administrative:

La wilaya de Ghardaïa occupe une position importante "porte de Sahara" vue sa situation à point de rencontre entre le Nord et le Sud reliait par la route nationale N°01.

Les limites:

Au Nord par la [wilaya de Laghouat](#) (200 km).

Au Nord Est par la [wilaya de Djelfa](#)(300 km).

A l'Est par la [wilaya d'Ouargla](#) (200 km).

Au Sud par la [wilaya de Tamanrasset](#) (1470km).

Au Sud-Ouest par la [wilaya d'Adrar](#) (400km).

À l'Ouest par la [wilaya d'El-Bayad](#) (350km).

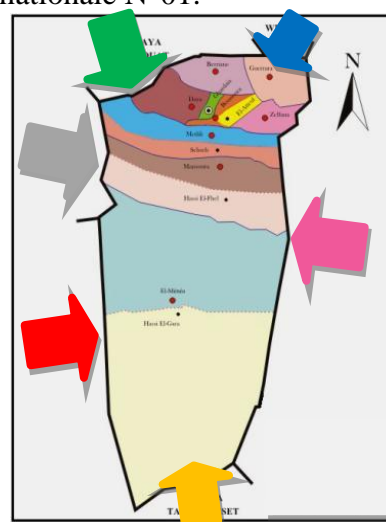


Figure 30: Carte de la wilaya de [13]

IV.2.1.3. Ressources humaines (population et démographie) :

La population de la wilaya de GHARDAIA, est estimée à 439000 au 31/12/2014 avec un taux de croissance de 2.43% dont 97% vivant en zones urbaines ou agglomérations.

La commune de Ghardaïa qui constitue la commune la plus importante regroupe 123 569 et Bounoura 40 712 tandis qu'ElAtteuf 18 165. [14]

IV.3. Présentation du ksar de ben isguen comme interface d'intervention:

Le ksar est situé sur le flanc d'un piton à équidistance entre Bounoura et Mélika au confluent de l'Oued M'Zab et de l'Oued N'Tissa, ce dernier constituant sa limite naturelle.

Beni-Isghuen (At Isdjen) a depuis sa fondation en 1347, conservé entièrement son modèle organisationnel, y compris la totalité de son enceinte bordée du côté intérieur par une ruelle sur tout son périmètre et parsemée de tours et de portes. Jean Bisson l'a décrit comme une ville sainte « n'est-elle pas la ville sainte du M'Zab, et à ce titre le symbole le plus affirmé des valeurs mozabites...? » [15]

IV.3.1. Fiche technique: [16]

La fiche technique ci-dessous nous donne un aperçu sur le projet

- **Titre de Projet** : ksar de ben isguen
- **Lieu** : Ville Beni-Isguen –Ghardaïa –Algérie
- **surface du site** : 13 230 m²
- **Nombre de logement**: 1812 logements.
- **Site naturel** : Terrain rocheux
- **Matériaux de construction**: Pierre, sable, argile, timchemt, chaux, troncs de palmiers.

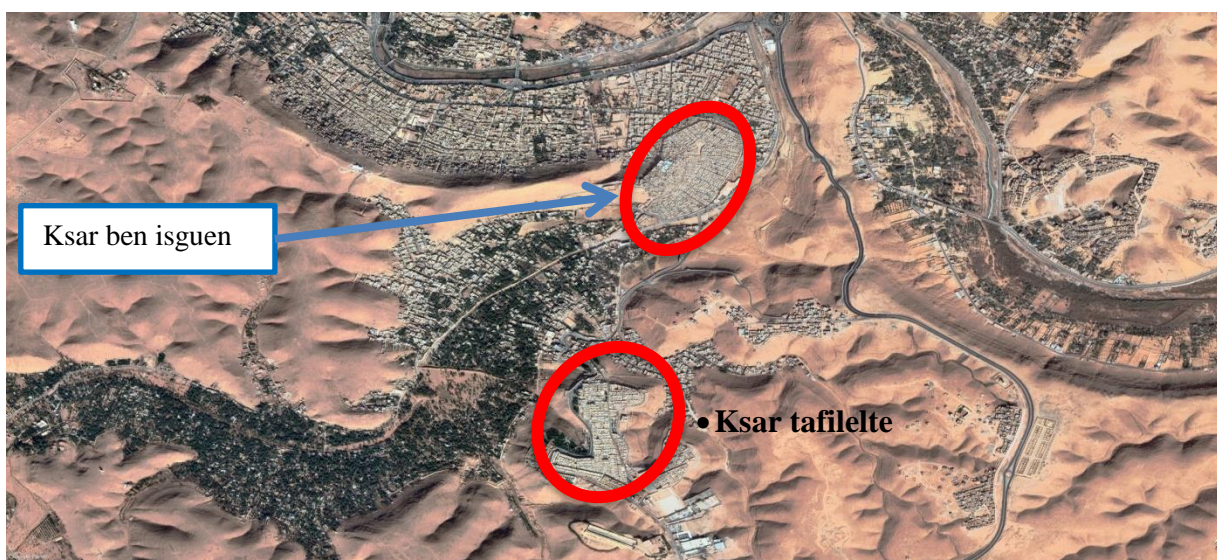


Figure 31: La situation de ksar de ben isguen par rapport au ksar de tafillelte. [17]

IV.3.2. Techniques de construction:

- a- Utilisation des matériaux locaux.
- b- Plancher a voutain de plâtre.
- c- Mur en Pierre avec enduite intérieur au mortier de chaux.
- d- Utilisation des passages ombragés.
- e- Jeux de terrasse.
- f- Galerie à arcades.
- g- Utilisation la cour comme un régulateur thermique.

IV.3.3. Toponyme de ksar de Beni Isguen:

Beni isguen d'après quelques-uns ; ce nom viendrait « d'atizgene », (appellation Zénète, qui signifie moitié, par ce que dit-on cette ville n'était d'abord qu'un petit village, autour du quel vinrent plus tard se groupé de nouveaux habitants et que le hameau primitif était précisément la moitié de ce qui est devenu la bourgade actuelle. [18]

Isguen. Le nom du une tribu (achira) berbère. [19]

IV.3.4. Population:

La population est sociologiquement homogène composée d'une population berbérophone de rite ibadite.

Beni-Isguen reste même qualifiée de ville sainte : les étrangers ne peuvent y demeurer ou y passer la nuit ; ils ne doivent pas en principe, s'y promener seuls, ni prendre des photographies ; pour les habitants eux-mêmes et il est interdit de fumer ou de consommer de l'alcool « Beni Isguen est l'exemple des villes du M'Zab qui réussissent à préserver leur spécificité tant sur le plan social que spatial ». [20]

IV.3.5. L'organisation du Ksar :

Le ksar est constitué d'un ensemble de bâtisses qui constituent dans leur ensemble le tissu urbain, au sommet la mosquée qui occupe le haut de la colline et autour sont érigés des édifices polyvalents parmi lesquels des maisons qui forment un ensemble épousant la configuration d'un terrain de colline jusqu'à parvenir au rempart entourant le ksar.

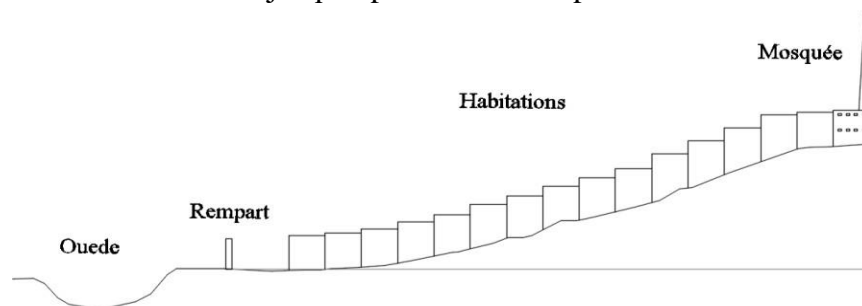


Figure 32: Coupe représente l'implantation du ksar. Source: auteurs.

IV.3.6. Les éléments structurants le ksar:

IV.3.6.1. La place du marché :

nommé «Souk Lalla Achou» forme triangulaire, munie d'un puits et entouré de salles de réunions, elle était à son origine extérieur au ksar le marché s'est tenu autrefois dans deux autres lieux, l'un au centre du noyau historique du ksar, l'autre au niveau d'une ancienne porte du ksar, le marché connu par la ventes aux enchères à la criée.

IV.3.6.2. Les voiries:

A l'intérieur de ksar, la circulation s'effectue par des ruelles, parfois partiellement couverte. Suivant le terrain, elles sont souvent tortueuses et de forte déclivité.

IV.3.6.3. La maison:

Les habitants de la vallée dispose de deux types de maison :

IV.3.6.4. La maison d'été:

C'est un espace d'habitation temporelle, se trouve dans la palmeraie, dans un micro climat créer par son environnement immédiat, elle est occupé seulement dans les périodes chaudes.

IV.3.6.5. Maison d'hiver:

Se trouve dans le ksar, elle est généralement de forme cubique avec un patio au milieu, juxtaposé l'une à l'autre, elle est simple de l'extérieur pour des raisons socio-économiques, une façade aveugle, construit suivant deux principes :





- Le premier principe: repose sur le droit au soleil.
- Le deuxième Principe: est celui d'intimité.








Figure 33: vue sur les maisons dans le ksar. Pise par les étudiants.

IV.3.7. Les éléments architectoniques :

Le ksar de Ben-Isguen riche des éléments architectoniques, la plupart des éléments ont un caractère fonctionnelle que décoratif, en cite les éléments suivant:

Elément	Photo
<p>Arc plein centre : Ce type d'arc est utilisé dans les galeries, des places, ikomar dans la maison, les portes d'entrée, la mosquée.</p>	 <p style="text-align: center;">Figure 34: utilisation d'arc plein centre</p>
<p>Arc brisé: Ce type d'arc est utilisé dans les ports d'entrée.</p>	 <p style="text-align: center;">Figure 35 :arc prisé</p>
<p>Colonne et pilier :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Les colonnes sont utilisées dans les galeries des places, ikomar dans la maison. - Les piliers sont utilisés dans la mosquée El Atike. 	 <p style="text-align: center;">Figure 36: les piliers et les colonnes</p>
<p>Chapiteaux : Utilisation des chapiteau dans le traitement de la</p>	 <p style="text-align: center;">Figure 37: Chapiteau</p>

Elément	Photo
<p>Bordure de portes : des bordure simple traité avec le plâtre.</p>	 <p style="text-align: center;">Figure 38: Bordure des portes</p>
<p>Ouverture : Différent forme d'ouverture (carré, rectangulaire, triangulaire, cercle)</p>	 <p style="text-align: center;">Figure 39: les différentes formes d'ouverture</p>
<p>Moucharabiés : Utilisation de moucharabié confectionné en plâtre.</p>	 <p style="text-align: center;">Figure 40: moucharabié en plâtre</p>
<p>Fenêtre : Les différent forme de fenêtr.</p>	 <p style="text-align: center;">Figure 41: les différentes formes de fenêtr</p>
<p>Couronnement : - les couronnement des maisons sont plat non triaté. -les couronnements de la structure défensif sont traité.</p>	 <p style="text-align: center;">Figure 42: les couronnements</p>




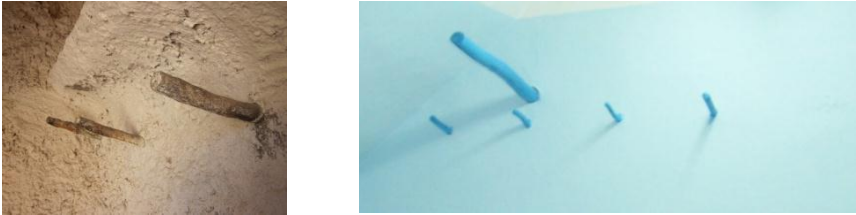

<p>Voutain : Les toitures envoutain fait par le plâtre.</p>	 <p>Figure 43: toitures en voute</p>
<p>Niche : utilisation des niche avec différent forme.</p>	 <p>Figure 44: les niches</p>
<p>Etagère : gneéralement utilisé dans la cuisine.</p>	 <p>Figure 45: les étagères</p>
<p>Porte d'objet : Des morceau enbois fixé dans les murs pour porté des objets.</p>	 <p>Figure 46: les portes d'objet</p>
<p>Sol : utilisation depierre et makate.</p>	 <p>Figure 47: traitement du sol</p>

Tableau 6: les éléments architectoniques. Elaboré par les étudiants.

IV.4. Diagnostic:

Dans le ksar de Beni Isguen les matériaux de construction étaient recherchés dans la nature, à proximité du lieu de la construction, notamment la pierre, le sable, la terre et le bois. Tous ces matériaux sont sensibles à l'action de l'eau et des autres facteurs climatiques.

Afin d'aboutir aux objectifs soulignés pour la préservation de ksar de Beni Isguen et savoir tous les aspects et les phénomènes de dégradation, il est nécessaire de suivre une démarche logique, allant de la simple observation visuelle des désordres jusqu'au diagnostic détaillé qui permet d'élaborer le concept de réhabilitation ou d'entretien ainsi que le suivi des travaux pendant et après l'exécution.

Pour bien diagnostiquer on répartit l'aspect de dégradation dans le ksar en quatre parties (système bâti, système viaire, Les différents réseaux, système espace libre).

IV.4.1. Système bâti:

Le ksar de Beni-Isguen caractérisé par un bâti traditionnel d'une architecture introvertie et des façades aveugle mais l'état actuel de ce système est en cours de perdre son cachet patrimonial à l'effet de plusieurs facteurs « l'effet de temps, vétusté de bâti, facteur climatique, manque d'entretien », ce qui nécessite une opération d'intervention et parfois des mesures d'urgence sur quelques bâtisses qui ont des risques d'effondrement sur les habitants.

D'après le sondage qu'on a fait sur l'état de conservation de ksar on a classifié le cadre bâti selon son état de dégradation (le sondage fait par un constat de l'état de bâti extérieur) :

Etat de bâti	Remarque	Le nombre	Le pourcentage %
Bon état	Structure stable , construction neuf	1122	61.92
Moyen état	Structure stable, dégradation Peinture et enduite	535	29.52
Mauvaise état	Fissure profonde et gonflement de mur	113	6.24
détérioré	Effondrement partiel ou total	42	2.32
total	/	1812	100

Tableau 7: classement du cadre bâti dans le ksar de Beni Isguen , source : auteurs.

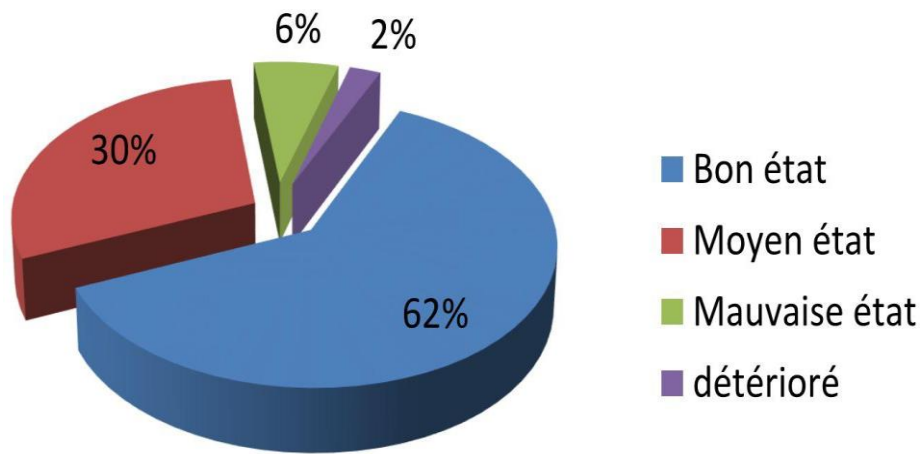


Figure 48: cercle de pourcentage de l'état du cadre bâti dans le ksar de Beni Isguen, source: auteurs.

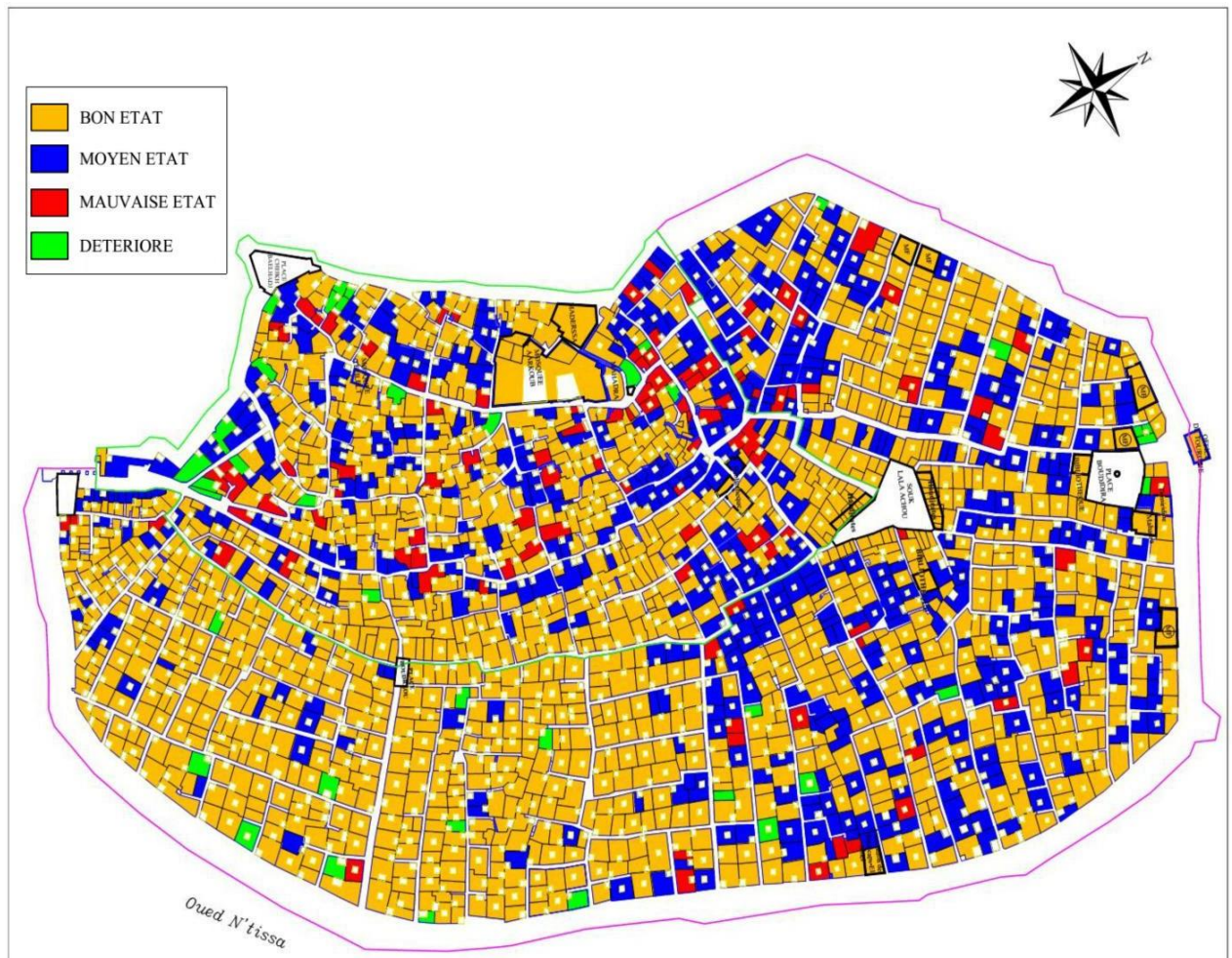


Figure 49: état de conservation de ksar de Beni Isguen, source : auteurs.

IV.4.1.1. Présentation de la structure existante:

IV.4.1.1.1. Description de l'ouvrage:

La maison : Le logement individuel d'une surface moyenne de quatre-vingt-dix (90m²) mètres carrés, comprend RDC + sous sol + terrasse accessible + cour de 16m², Salon (homme), Quatre chambre, une grande salle d'exposition, Salon femme (tizefri), Oustda, Cuisine, SDB, Escalier de terrasse

Le schéma ci-dessous représente plan de la maison:

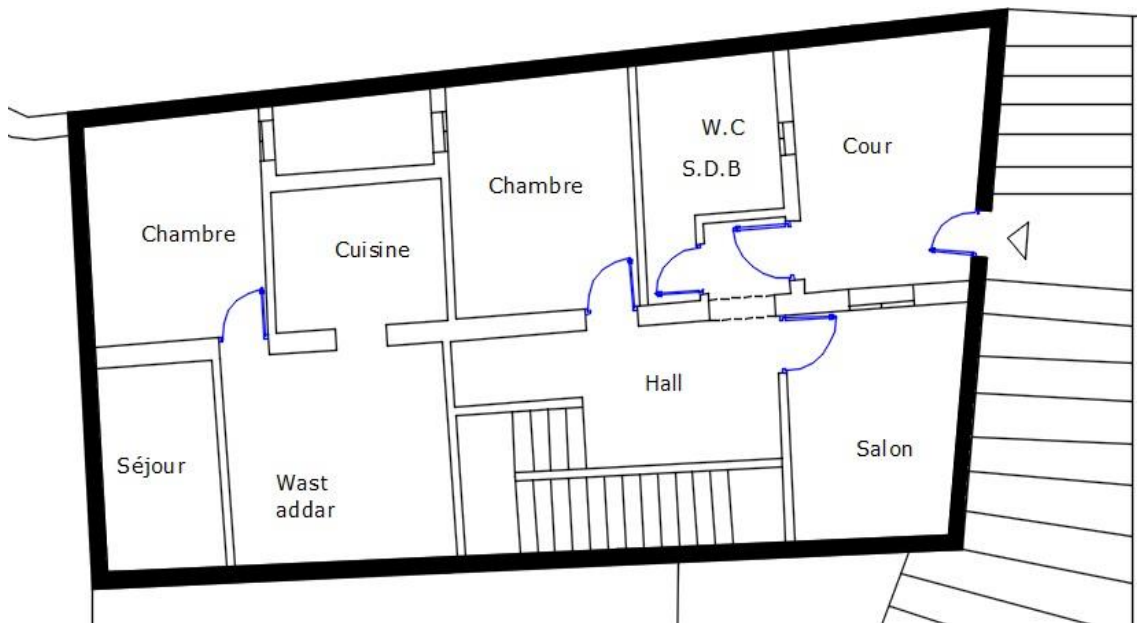


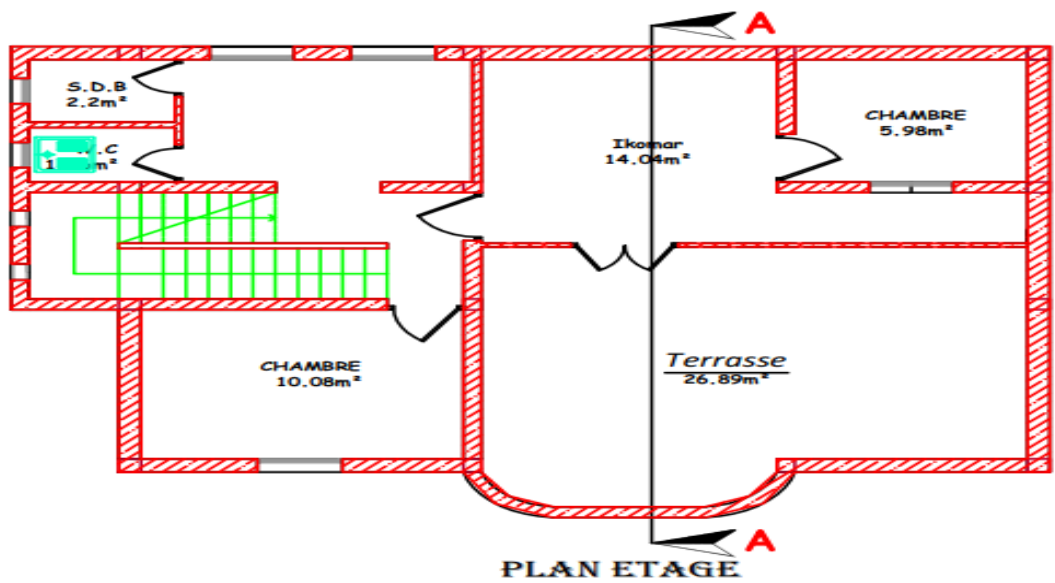
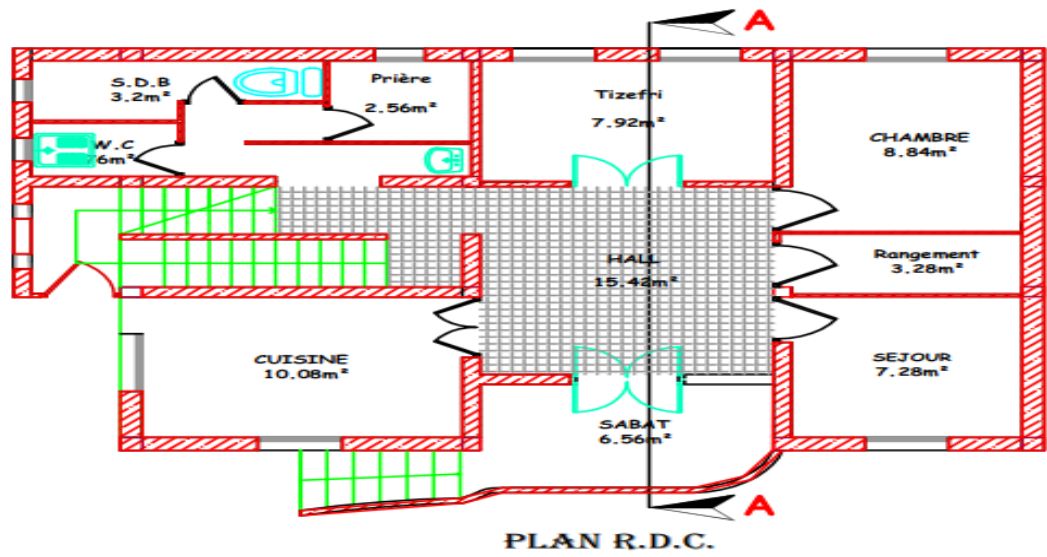
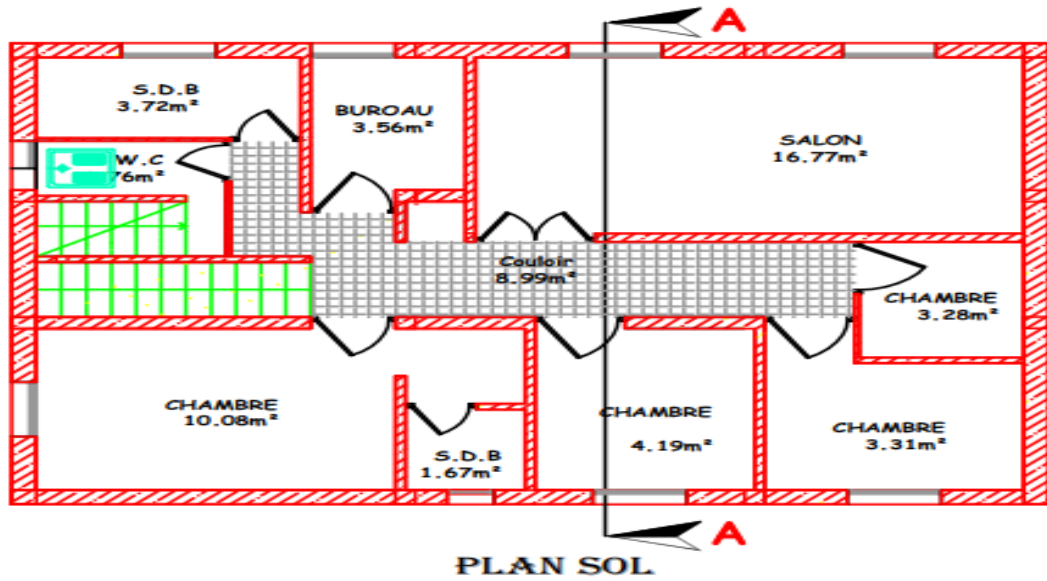
Figure 50: plan d'une maison dans le ksar. [21]

IV.4.1.1.2. Donnée géométrique de l'ouvrage:

Notre bâtiment est de la forme rectangulaire en vue plan dans les dimensions suivent:

- Longueur total**L = 8m**
- Largeur total**B =10.40 m**
- Hauteur totale**Ht = 7.40m**
- Hauteur de l'acrotère**Ha = 1.90 m**
- Hauteur d'étage**Hé = 2.75m**
- Hauteur du RDC **H_{RDC} = 3,6m**

Les Plans :



IV.4.1.1.3. Les matériaux de construction:

Utilisation des matériaux locaux telles que :

1. La Pierre.**2. La brique crue.****3. Les mortiers:**

- Mortier de sable argile.
- Mortier de chaux.
- Mortier de timchemt (plâtre)

Dérivés de palmier: Le système constructif (plancher):

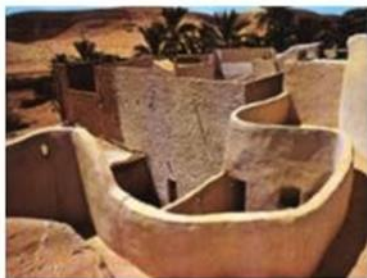
- Technique de toiture avec des troncs de palmier.
- Technique de toiture avec des pierres plates.
- Technique de toiture en voute.



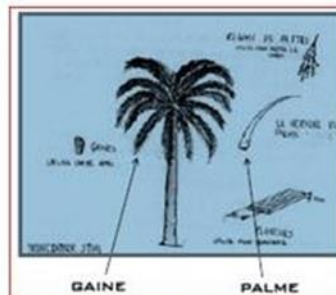
La pierre



Le sable

Platre

La chaux



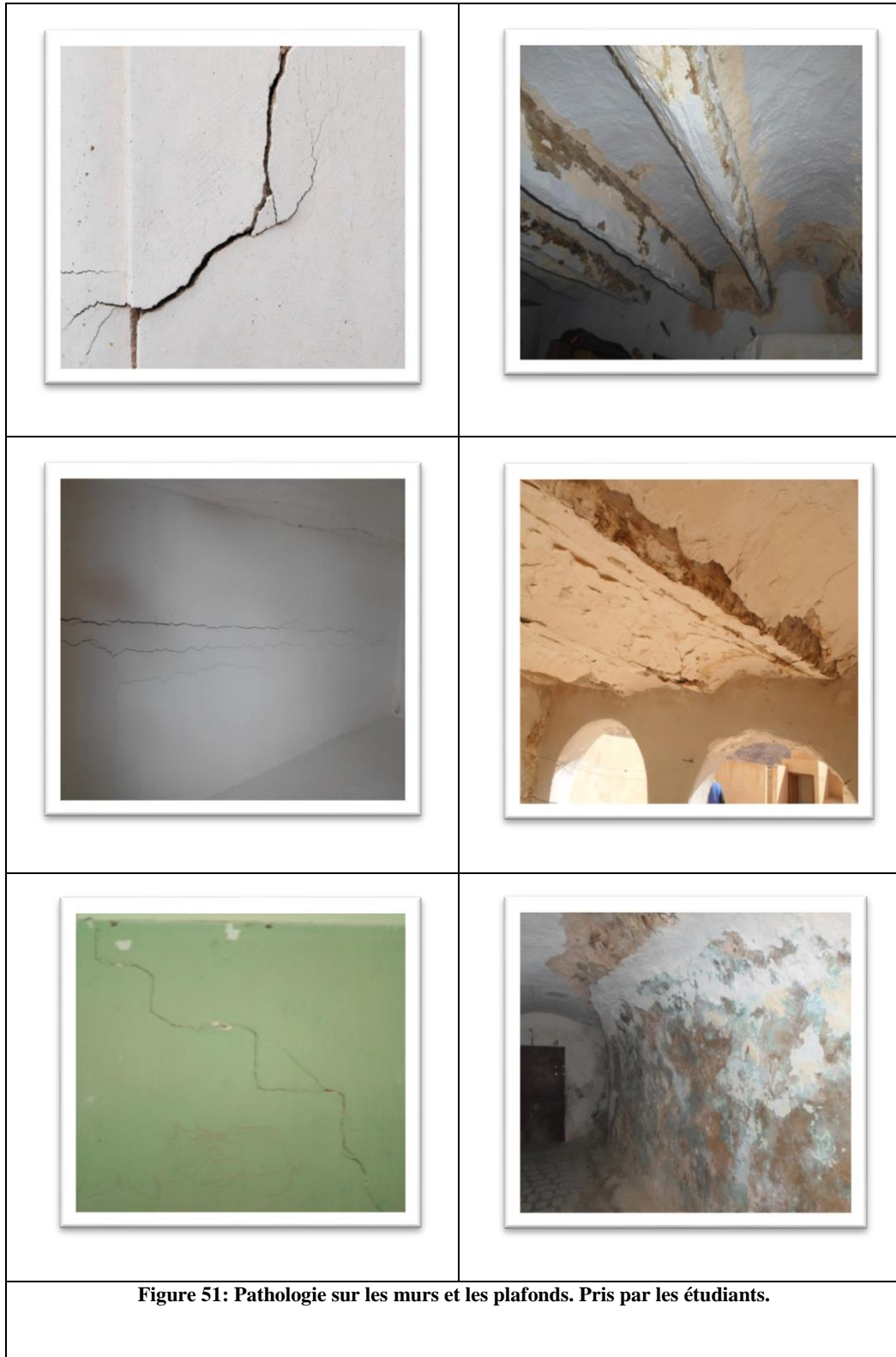
palmier



Le stipe

IV.4.1.1.4. Les pathologies:**A). Murs et plafonds:**

- Fissure structurelles traversantes sur les murs et les planchées
- Fissuration sur et au-dessus des arcs et les linteaux
- Vieillessement des joints de mortier des murs
- remontées capillaires sur les murs
- Éclatement d'enduit de mortier sur certains endroits



B). Façades:

-faïençage présente sur les murs des façades

-Ecaillage de la peinture et présence de taches humide.

-Décollement d'enduit sur certains endroits de la façade

- Apparition de fissures sur les corniches, bandeaux, acrotères et tous les éléments décoratifsdes façades.

Végétations un peu partout sur les façades.

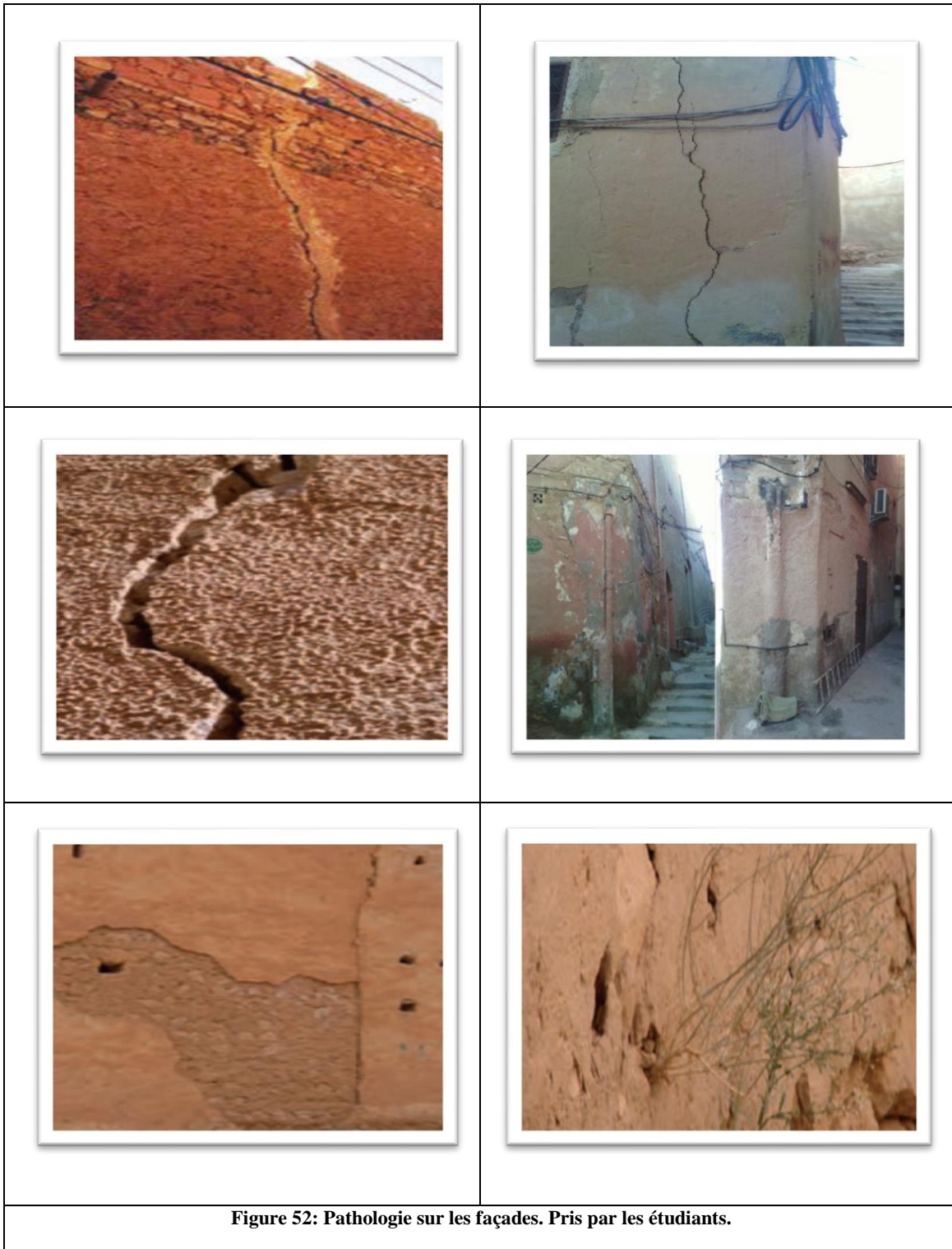


Figure 52: Pathologie sur les façades. Pris par les étudiants.

C). Cage d'escaliers:

- Enduit et peinture défectueux par l'effet de l'humidité et infiltration deseaux pluviales à travers les terrasses, murs en maçonnerie
- Fissuration du mur porteur
- Endommagement de la rampe et des marches
- pourrissement
- Conséquences dommageables des variations de teneur en eau
- Dégradation du revêtement
- Vieillessement des joints de mortier des murs
- remontées capillaires sur les murs



Figure 53: Pathologie sur la cage d'escalier. Pris par les étudiants.

IV.4.2. Système viaire:

Les voies à l'intérieur du ksar est en grande partie en moyenne état, elle connue des détériorations dans certaines parties.

IV.4.2.1. Les pathologies:

- Maison effondrer menacent de s'effondrer les maisons à proximité.



Figure 54: maison effondré. Pris par les étudiant.

- La dégradation des murs ou niveau de soubassement (humidité)



Figure 55: la dégradation de soubassement. Pris par les étudiants

- Dégradation du pavage des voiries.



Figure 56: pavage dégradé. Pris par les étudiants

- Dégradation des enduits



Figure 57: enduit détérioré. Pris par les étudiants

- Utilisation des matériaux non adapté (ciment et Faïence)



Figure 58: L'utilisation de ciment et de Faïence. Pris par les étudiants

- Dégradation des éléments décoratifs. Peinture gonflement
- L'hétérogénéité des matériaux au niveau de façade



Figure 59: Dégradatio éléments décoratifs.

Pris par les étudiants



Figure 60 Matériaux au niveau de façade.

Pris par les étudiants

- Fissuration sur les murs.



Figure 61: fissure inclinée.

Pris par les étudiants



Figure 62: fissure verticale.

Pris par les étudiants

- Problème d'évacuation des eaux usées et pluviales



Figure 63: infiltration des eaux pluviales et eaux usées. Pris par les étudiants



- Pollution Olfactive et visuelle liée à disposition des déchets urbains solides.



Figure 64: Accumulation des déchets. Pris par les étudiants

IV.4.3. Les différents réseaux:

IV.4.3.1. Les réseaux AEP et réseaux eau usée:

L'état du réseau d'eau est généralement moyenne état, mais il y avait quelque fuites au niveau des compteurs des maisons, ce qui pourrait menacer la sécurité de la maison, ce problème est exacerbé dans les maisons traditionnelles où le matériau de construction est très sensible à l'eau.

IV.4.3.1.1 Réseaux d'eaux usées:

Réseaux eau usée souffrent de nombreux problèmes surtout les fuites, où on trouve des canalisations détériorées sur les façades.



Figure 65: humidité sur la façade. Pris par les étudiants

IV.4.3.1.2 Réseaux d'eaux:

Les eaux pluviales:

Sur planché, la stagnation d'eau après la pluie, conduit à la pénétration d'eau dans les murs et les planchers.

Fuite d'eau provenant des réseaux d'AEP ceci est noté auniveau:

- Des compteurs qui posent un grand impact sur les murs.
- les canaux, qui affectent les fondations et les planchersintérieurs.



Figure 66: fuite au niveau du compteur.

Pris par les étudiants

IV.4.3.2. Les réseaux électriques et gaz:

IV.4.3.2.1. Réseaux électriques:

Nous avons remarqué quelques anomalies sur les réseaux électriques que nous citons dans les points suivants:

- La mauvaise installation de réseau moderne.
- laissé l'ancien réseau avec ses annexe (fils - supports - colonnes ...) est un phénomène qui défigure la vue du ksar.
- Certaines boîtes d'installation électrique apparente, ce qui représente un danger pour les habitants.



Figure 67: Fils d'électricité apparent qui défigure le façades. Pris par les étudiants

IV.4.3.2.2. Éclairage public:

En ce qui concerne l'éclairage public, on remarque le manque de l'éclairage dans certains quartiers dans le ksar, est un éclairage modeste, il n'est pas intégré avec le cachet architectural(non intégré et non unifié).



Figure 68: les lampes non adopté avec le style traditionnel. Pris par les étudiants

IV.4.3.2.3. Réseaux de gaz:

Le réseau de gaz est bon dans la plupart des points. Mais dans certains cas, nous voyons le compteur apparent sur la façade, qui défigure la façade



Figure 69:Compteur de gaz

IV.5. Les recommandations proposées:

Sur la base de l'évaluation de l'état de lieu des différents composants et système du ksar, on peut avoir une vision globale sur les différents problèmes majeurs qui nécessite des solutions répondant aux besoins actuels des habitants tout en gardent le potentiel patrimoniale et architectural du ksar; pour cela, on cite quelque solution que nous pouvons envisager pouvons préserver le ksar de Ben Isguen y compris:

1- Réhabilitation des espaces libre :

- Ravalement des façades
- Faire les travaux de réfection et de pavage de l'ensemble des ruelles.
- Unifier l'éclairage public sur toutes les places et les voies en gardant un aspect qui ne défigure pas l'aspect original.
- Réaménagements des places et donner une fonction vitale.
- Réalisation des panneaux qui représente l'historique de chacune des places, et les monuments.

2- Aménagements :

- Proposition d'un parcours touristique reliant les cinq places et les deux portes principales (Est et Ouest) et la tour de Boulila et passe également par toutes les extensions historiques du ksar.
- Parcours culturel religieux, qui traverse des bibliothèques privées, des mosquées et divers établissements religieux.
- Implication des habitants à travers des programmes de sensibilisation et la prise de conscience de la nécessité de préserver le patrimoine bâti hérité.
- Aménagement des panneaux d'affichage.
- Pavage sue l'ensemble des ruelles avec un matériau adapté.
- Proposition d'une nouvelle installation électrique et éclairage de telle façon à ne pas défigurer l'aspect patrimonial.
- Proposition d'un programme pour organiser le stationnement des véhicules à l'intérieur du ksar et résoudre aussi le problème de des parkings.

3- Préservation du cadre bâti :

- La reconstruction des maisons détruites en se référant des éléments architectonique et les principes conceptuels du ksar.
- Restauration des bâtiments dégradés.
- Réparation de réseaux d'eau, et des conduites des eaux pluviales et le gargouille.

IV.6. Conclusion :

D'après l'analyse morphologique on a pu ressorti les caractéristiques qui présent l'identité du ksar de Ben Isguen qu'on doit pris en compte dans des éventuelles interventions dans le ksar.

1/système viaire:

*le tissu est caractérisé par deux système viaire:

- inclusion du système linéaire arborescent dans un système en boucle.
- superposition du système en résille et d'un système linéaire.

*la largeur de voie principale se varié de 03m à 08m; et dans voies secondaire entre 1.5 m et 2.20m.

2/système bâti:

*Il regroupe l'ensemble des masse construit de la forme urbaine qui peut former un tissu a bâti planaire perfore.

*Architecture introverti avec des maisons à patio comme unité de base.

*la surface des patios est d'une dimension qui varié entre 08m² à 10m².

*Le gabarit de construction est en R+1+terrasse accessible et d'une hauteur ne dépassant pas les 7.5 m.

3/Système des espaces libres:

On distingue quatre types des espaces libres existant dans le tissu de ksar de Ben Isguen sont comme suit:

- Les espaces libres public (les place) caractérisé par une géométrie détalé ou orthogonale
- Les espaces libres semi public (les voies) sont hiérarchisées et structuré.
- Les espaces libres semi privé (les impasses) Généralement la forme des impasses rectangulaires les passages entourés par des maisons (3ou4).
- Les espaces libres privative (patio) Généralement la forme des patios sont carré ou rectangulaire.

IV.7. Etude de Diagnostic et analyse des cas pathologiques:

IV.7.1. L'humidité:

IV.7.1.1. Causes possibles:

Plusieurs causes peuvent expliquer le problème d'humidité :

- La condensation
- Les remontées capillaires
- La façade poreuse
- Les joints de maçonnerie dégradés

IV.7.1.2. Analyse du désordre:

Au vu des désordres, on relève l'absence ou le mauvais fonctionnement des dispositifs de protection, cuvelage non prévu, drainage manquant autour du bâtiment, la défaillance de la paroi verticale, présence de fissures traversant la paroi, défaut d'aménagement des abords, dallages dont la pente ramène l'eau vers le bâtiment et non l'inverse.

IV.7.1.3. Remèdes possibles:

- Réaliser impérativement et préalablement une étude de sol approfondie.
- Veiller tout particulièrement à la réalisation des points singuliers et au traitement des abords.

IV.7.2. Les fissures :

IV.7.2.1. Causes possibles:

D'après le diagnostic effectué et la lecture des photos prises nous avons observé que :

- la plus part des fissures rencontrées sont superficielles (fissuration de l'enduit seul) et les reste sont traversante.
- les fissures diagonales apparues dans les murs sont dues à un tassement différentiel.
- les fissures diagonales apparues dans les ouvertures sont dues soit au :
 - ✓ Tassement différentiel des fondations.

IV.7.2.2. Causes possibles:

L'origine de ces désordres peut être liée à une erreur de dimensionnement, à un défaut d'exécution (erreur dans l'élément porteur, décoffrage prématuré) ou à une utilisation anormale (surcharge d'exploitation).

IV.7.2.3. Remède:

- Il faut poursuivre l'évolution des fissures ;
- un colmatage de la fente
- Renforcer les armatures puis reconstituer le béton.

IV.7.3. FISSURE LONGITUDINALE

IV.7.3.1. Causes possibles:

Défauts qui traduisent de façon très nette une modification du comportement de la structure et qui mettent en cause la durée de vie de l'ouvrage.

Défauts indiquant la proximité d'un état limite et nécessitant soit une restriction d'utilisation, soit la mise hors service de l'ouvrage.

IV.7.3.2. Analyse du désordre:

Fissure parallèle à l'axe neutre de l'ouvrage. Dans le cas du béton, fissure dont l'ouverture a évolué de plus de 2mm Fissure dont l'emplacement et évolution compromettent la stabilité de l'ouvrage

IV.7.3.3. Remèdes possibles:

Ajout d'armatures passives par collage d'armatures métalliques Nécessite un diagnostic global de la structure et des fondations

IV.7.4. FISSURE TRANSVERSALE

IV.7.4.1. Causes possibles:

Défauts qui traduisent de façon très nette une modification du comportement de la structure et qui mettent en cause la durée de vie de l'ouvrage.

Défauts indiquant la proximité d'un état limite et nécessitant soit une restriction d'utilisation, soit la mise hors service de l'ouvrage.

IV.7.4.2. Analyse du désordre:

Fissure dans un plan perpendiculaire à l'effort principal considéré.

Dans le cas du béton armé, fissure qui a évolué de plus de 1mm d'ouverture. Fissure dont l'emplacement et évolution compromettent la stabilité de l'ouvrage.

IV.7.4.3. Remèdes possibles:

- Fissures profondes par injection.
- Ajout d'armatures passives par collage d'armatures métalliques

IV.7.5. Problèmes liés aux traitements des bois :

IV.7.5.1. Causes possibles:

Un agent biologique est à l'origine des dégradations observées sur les bois en œuvre mal préservés :

Il s'agit de champignons : La présence des champignons est quant à elle le plus souvent mise en évidence visuellement par une dégradation de l'aspect du revêtement du bois.

IV.7.5.2. Analyse du désordre:

Attaque par les champignons:

Le développement de champignons dans le bois est la conséquence du maintien d'une humidité > 20 % dans tout ou partie d'éléments de construction. Les champignons se développent alors dans les vaisseaux du bois afin de trouver leur nourriture, pour ne laisser derrière eux que ce que l'on appelle communément la pourriture.

IV.7.5.3. Remèdes possibles :

- Pour remédier à ce problème il faut éviter le risque de développement de champignons consiste avant tout à supprimer tout risque d'exposition prolongée à l'eau, si l'on ne peut se prémunir de l'arrivée des insectes « volants », un traitement en surface du bois permet de tuer leurs larves dès qu'elles commencent à se nourrir et ainsi de protéger le bois.
- Protéger le bois par des produits (peinture imperméable) qui permettent de l'isoler et de le protéger contre les insectes et les intempéries telle la pluie qui favorise l'apparition des champignons.
- Utiliser l'étanchéité en cas de toiture en bois.
- Vous trouverez ci-dessous toutes les étapes pour vous aider à traiter un bois déjà attaqué par la vermine.
 - ✓ Etape 1 : nettoyage du bois
 - ✓ Etape 2 : dépoussiérer
 - ✓ Etape 3 : Percer le bois
 - ✓ Etape 4 : Injecter et appliquer le traitement

IV.7.6. Pathologies liées à l'étanchéité:

IV.7.6.1. Causes possibles:

Points faibles de la protection lourde

protection par dallage en béton des dalles sur plots Sur les toitures-terrasses accessibles, la protection lourde assume à la fois la viabilité et la protection du revêtement d'étanchéité contre les agressions climatiques et mécaniques.

Qu'il s'agisse d'une protection lourde par dalle béton ou dalles sur plots, il existe des risques d'infiltration d'eau.

IV.7.6.2. Remèdes possibles:

- Protection par dallage en béton des dalles sur plots

IV.7.7. La corrosion :

IV.7.7.1. Causes possibles:

Les portes, les fenêtres, sont affectées par la corrosion du au contact direct avec l'atmosphère.

IV.7.7.2. Analyse du désordre:

Plusieurs causes peuvent expliquer le problème de la corrosion :

- Une couche de protection d'une faible épaisseur (peinture) : permet le contact du fer avec l'atmosphère.
- L'infiltration des eaux des pluies.

IV.7.7.3. Remèdes possibles:

En cas de corrosion de faible évolution :

- Pour remédier à ce problème il faut d'abord décaper la rouille de la pièce
- Et par la suite appliquer une peinture de protection durable.

En cas de corrosion à grave dégradation :

- On peut soit remplacer seulement la partie détruite par la corrosion en utilisant le soudage :
- ✓ Eliminer la partie détruite par la corrosion et nettoyer la surface.
- ✓ Remplacer la partie éliminée par une autre neuve par soudage.
- ✓ Nettoyer toute la pièce puis appliquer une peinture antirouille sur l'ensemble.
- On peut remplacer tout la pièce si sa réparation semble impossible.

IV.7.8. Le décollement de la peinture :**IV.7.8.1. Causes possibles:**

Cette anomalie est causée par :

- Une mauvaise préparation du support.
- Vieillesse de la peinture.
- Une épaisseur insuffisante.

IV.7.8.2. Analyse du désordre:

Une reconnaissance insuffisante des supports, un choix inapproprié des produits, le non-respect des temps de séchage, et des conditions de chantier mal maîtrisées sont à l'origine de ce type de pathologies caractéristiques.

La présence d'humidité résiduelle de gâchage des dalles est donc la principale cause de désordre, avec des défauts dont la chronologie

Il s'agit d'une usure de peinture se manifeste sous forme d'un décollement des couches de peinture

IV.7.8.3. Remèdes possibles:

Pour remédier à ce problème il faut au premier lieu nettoyer le support et appliquer la couche de peinture d'une manière correcte et dont la durabilité est suffisante.

IV.7.9. Pathologies liées au sol:

IV.7.9.1. Causes possibles:

Pathologies liées au sol: Un tassement est une déformation verticale qui se produit lorsqu'on sollicite un sol par des surcharges.

IV.7.9.2. Analyse du désordre:

- Hétérogénéité naturelle du sol.
- Approche des calculs de tassement qui donnent une valeur approchée de la valeur réelle.
- Fondations hétérogènes faites sans précautions.

IV.7.9.3. Remèdes possibles:

- Traiter le terrain par recompactage pour qu'il soit moins affaissable.
- Réaliser une étude géotechnique spécifique à l'ouvrage la plus complète possible.
- Eviter de faire circuler les canalisations sous la construction.

IV.7.10. Le tassement du dallage:

IV.7.10.1. Causes possibles:

Les principales causes d'affaissement de dallages sur terre-plein sont :

- Des terrains inaptes à recevoir un dallage sur terre-plein, parmi les sols inadaptés, on trouve en particulier :
 - ✓ Les Sols meubles.
 - ✓ Les Sols de nature hétérogène pouvant entraîner des tassements différentiels de la forme et donc du dallage.

IV.7.10.2. Analyse du désordre:

La dalle de plancher s'installe au pied du mur d'enceinte. Ils provoquent un espace entre le revêtement de sol et le début du mur. Fissure .Il l'accompagne dans les clins et les revêtements de sol.

IV.7.10.3. Remèdes possibles:

Il faut bien se renseigner sur la nature du terrain et le niveau de la nappe phréatique et utiliser des matériaux adéquats pour la constitution de la forme aussi il faut compacter soigneusement la forme par couches de 20 cm maximum, en ne négligeant pas la périphérie contre murs de façade

IV.7.11. Corrosion béton :

IV.7.11.1. Causes possibles:

Causes probables et action de l'eau ou d'ambiance agressive, effet du gel

IV.7.11.2. Analyse du désordre:

Modification du béton, s'observe par gonflement, pelade du béton, désagrégation des composants du béton (granulats, ciments etc.)

IV.7.11.3. Remèdes possibles:

- Préparation des surfaces par sablage ou meulage : projection d'eau sous pression plus . . . soufflage.
- Création d'un joint.

IV.7.12. Mouvement du sol/gonflement et retrait du sol :

IV.7.12.1. Causes possibles:

Le gonflement est dû toujours à une variation de la teneur en eau du sol, et en particulier à une absorption d'eau plus ou moins importante selon la nature de l'argile. C'est cette variation de la teneur en eau, qui cause les gonflements différentiels.

IV.7.12.2. Analyse du désordre:

Lorsque le seuil du mouvement différentiel est dépassé, on assiste à des fissures caractéristiques en V. Les désordres induits sont en général de plusieurs types selon chaque cas particulier, en fonction de la structure et des fondations.

IV.7.12.3. Remèdes possibles:

En cas de sol gonflant, il faut prendre les dispositions suivantes :

- Etancher les alentours de la construction.
- Adopter des couches tampons de sol stable.
- Eviter de faire circuler les canalisations sous la construction.
- Adopter une structure souple dans son ensemble et rigide par blocs avec des joints qui ne dépassant pas 15 m.
- Éviter les variations localisées d'humidité

IV.7.13. Le fluage du plancher

IV.7.13.1. Causes possibles:

La cause principale est une mise en compression du revêtement due :

- Au retrait du support si le carrelage est posé prématurément.
- Aux variations dimensionnelles thermo-hygrométriques.
- À l'absence de joints périphériques et de fractionnement (facteur le plus souvent aggravant).
- À la flexion des planchers.

IV.7.13.2. Analyse du désordre:

Il est d'usage d'attribuer le soulèvement d'un carrelage collé sur un plancher en béton à son fléchissement excessif. L'explication correspondante est séduisante. Le carrelage subit les effets de cette compression. Il flambe et se soulève.

IV.7.13.3. Remèdes possibles:

Première solution qui s'offre à vous : demander la garantie décennale à votre constructeur pour éviter de vous retrouver à réinvestir dans un nouveau revêtement. En effet, les professionnels se doivent de fournir un résultat durable, voilà pourquoi, si la pose a moins de 10 ans, c'est à eux de réaliser les réparations.

Sinon, vous pouvez également faire appel à un professionnel pour la réparation de vos carreaux soulevés. De plus, seul un professionnel sera en mesure de choisir entre une réparation totale ou partielle.

IV.7.14. Pathologies des canalisations eaux vannes-eaux usées et interfaces avec le VRD :**IV.7.14.1. Causes possibles:**

Les causes principales qui peuvent générer des désordres sont les suivantes:

- Les défauts de pente et les ovalisations de conduite sont les problèmes les plus fréquents
- Les connections entre conduites tout comme le fond des regards, peuvent présenter des défauts de profilage hydraulique
- La classe résistance des tuyaux est souvent mal adaptée à la situation des ouvrages
- Le dimensionnement des conduites n'est pas toujours adapté aux besoins
- Des réseaux parfois difficiles voire impossibles à entretenir
- Des retours d'effluents provenant du réseau public.
- Des remontées d'odeurs.

IV.7.14.2. Analyse du désordre:

Les difficultés permanentes d'écoulement d'un réseau extérieur ont fini par provoquer une obstruction complète du système d'évacuation avec débordement dans les parties habitables. De nombreuses causes peuvent provoquer ces difficultés d'écoulement (défaut de pente, ovalisation, défaut d'entretien, ...). L'absence d'un plan de réseau et de dispositifs visitables d'accès aux conduites sont des facteurs aggravants qui empêchent un entretien correct et une investigation sur ces réseaux de manière efficace.

IV.7.14.3. Remèdes possibles :

- Pente minimale fixe de 1 cm par mètre pour les collecteurs d'eaux usées enterrés.
- Le diamètre des conduites enterrées ne sera jamais inférieur à 80 mm.
- Prévoir des regards de visite en nombre suffisant
- Soigner le profilage hydraulique des ouvrages :
- Intervention d'un bureau d'étude spécialisé
- Le remblaiement des tranchées reste toujours un point délicat.

IV.8. CONCLUSION:

Les recherches qu'on a effectuées nous ont permis de comprendre et d'approfondir nos connaissances sur les problèmes que pourrait engendrer un ouvrage après sa construction et de connaître désormais quelques méthodes préventives favorables pour sa bonne durée de vie.

L'achèvement de ce travail représente pour nous un élément énormément positif et enrichissant qui prend sa réelle dimension dans un contexte universitaire.

D'une part, l'étude presque complète des connaissances sur les pathologies des ouvrages de Génie Civil qu'on ignorait. En plus ce document représente pour nous le premier qui possède un caractère quasi professionnel.

CHAPITRE V :
Travaux et technique de
réhabilitation

V.1. INTRODUCTION:

Les bâtiments sont souvent fragilisés par les pathologies et les conditions qui les affectent au cours de leur cycle de vie, résultant d'une mauvaise prise en compte de l'environnement.

Si les conditions affectant le bâtiment, en particulier celles classées comme dangereuses, sont ignorées, elles seront la cause de son effondrement.

Pour ne pas en arriver là, il faut ralentir sa progression ou l'éliminer au plus vite en prenant les mesures nécessaires.

Après avoir compris les différentes anomalies qui peuvent attaquer cette structure, il est important de réaliser une étude de cas comprenant un diagnostic pour toutes les failles qui existent dans ksar de ben isguen.



Figure 70: Déformation des plancher [22].



Figure 71: Dégradation de la mortiers [22].

V.2. Définition de la réhabilitation

Elle comprend plusieurs travaux de conservation ayant pour but la sauvegarde et la mise en valeur du tissu historique en leur présentant les commodités nécessaires, car le patrimoine architectural est dans un état de vétusté avancée.

Elle consiste à modifier un immeuble ou groupe d'immeubles ou d'équipement en vue de leur donner les commodités essentielles et nécessaires aux besoins de base des locataires ou d'utilisateurs (alimentation en eau, électricité, sanitaires...). Ce type d'opération peut conduire à une redistribution interne des locaux, le souci majeur étant l'amélioration des conditions d'habitat. [14]

V.3. Les plus importants facteurs de détérioration:

- Utilisation excessive d'eau sans système de drainage efficace.
- Détérioration des bâtiments due à l'influence du temps.
- L'effondrement de certaines maisons anciennes a un impact négatif sur l'état des maisons voisines.
- Traitement d'isolation de routine régulier pour les pénuries d'eau de pluie.
- Les poutres en bois sont dégradées par des parasites (insectes).
- Détérioration due à une charge accrues.
- Le niveau d'eau dans la partie inférieure du mur augmente mensuellement.
- Fuites dans les réseaux d'eaux usées ou d'eau potable.
- Vibrations structurelles causées par l'utilisation de foreuses dans les projets de quartier.
- Effectuer des opérations de modification inconsidérées sur les structures des bâtiments.

V.4. Diagnostic:

Avant tout travail sur le bâtiment, nous pouvons obtenir une première compréhension de la taille, de la localisation, de la nature et des mesures des dommages au bâtiment sur la base d'observations et d'inspections sur place, en fonction de la classification du bâtiment au degré de détérioration.

L'ensemble des données et informations collectées constitue la base réelle de repères de diagnostic précis, l'analyse de ces données permettra d'identifier et de faire le point de manière exhaustive sur toutes les causes de dommages au bâtiment et d'essayer de trouver une solution appropriée pour chaque dommage, déterminant ainsi la nature appropriée selon les propriétés du bâtiment, l'étendue de la conservation et la durée de ces interventions.

V.5. Planning des tâches:

Description des tâches:

Activité	Taches	La durée (jours)	Taches commun
A	Intervention sur les murs	8	/
B	intervention sur le sol	2	A
C	Cage d'escalier	4	A
D	Drainage	5	A
E	Travaux d'étanchéité	6	A
F	Interventions sur les planchers	18	B
G	Faux plafond	3	B-C-D-
H	Revêtements de sol	8	EG
I	menuiserie	4	H
J	Peinture	6	I-H

Tableau 8: Description des tâches

V.6. Méthode de GANNT:

Activité	TEMPS (jours)									
	8	10	12	13	16	28	31	39	43	49
A										
B										
C										
D										
E										
F										
G										
H										
I										

Tableau 9: Tableau de GANNT

V.7. Fiche technique:

Afin d'avoir une idée générale de l'état actuel de la technologie de construction utilisée à cette fin, l'objectif principal de la carte est de collecter des informations liées à la construction, d'identifier les éléments structurels clés, les matériaux de construction et les conditions et dimensions de conservation, les travaux proposés, et par une inspection visuelle du bâtiment Examiner les données recueillies et considérer ces données comme des éléments de référence pour toutes les étapes du processus d'réhabilitation

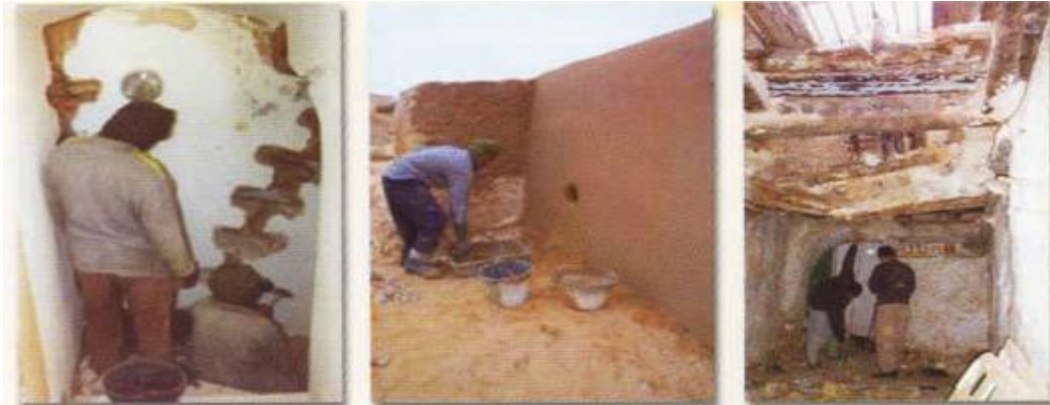


Figure 72: Travaux de réhabilitation [22].

V.8. Réparation et entretien:

V.8.1 Réparer les fissures des murs:

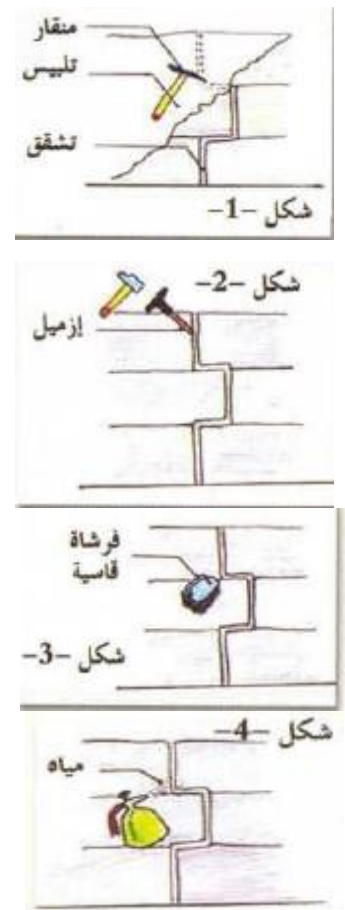
Méthode d'intervention:

a. Premièrement:

1. Enlever les revêtements de la partie endommagée en utilise un marteau et un burin. Cette couche est toujours soigneusement à partir de laquelle pour découvrir la région la moins possible de réparer à nouveau.

2. la suppression des Matériaux entre les pierres toujours soigneusement à l'aide d'un marteau et un burin. Et la profondeur obtenue suffisamment dans le but d'assurer l'arrivée de la nouvelle matière et de lui donner la durabilité requise.

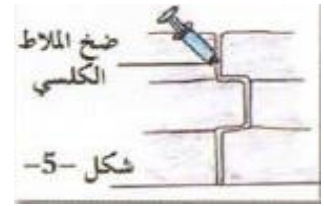
3. Nettoyer les séparateurs de poussière on utiliser une brosse dure.



4. intervalles hydratantes jusqu'à la saturation en eau et ce terme

pour assurer la cohésion d'un bon article association.

5. préparer un mortier de calcaire blanc assisté par une seule taille de coulis dans trois a deux tailles de sable. Ceci est dans le but de remplir les fissures de la cavité jusqu'à ce que le dernier point de lui, laissant des trous que nécessaire aux fins de l'injection de coulis.



6. prouvant un réseau de fibre plastique ayant des ouvertures plus de 2 cm pour permettre l'installation et une bonne adhérence de revêtement. Ceci est en fonction des besoins.

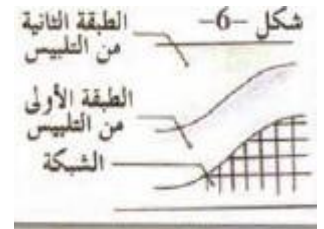


Figure 73: Réparer les fissures [22].

b. Deuxièmement:

Dans le cas des murs constitués de deux rangées de pierres et frappés par la fission qui peut être utilisé, y compris les liens métalliques selon les étapes suivantes:

1. Prouvant des connecteurs métalliques -10 mm dans les joints verticaux, après il a nettoyé les façades en pierre des restes de chaux.

connecteurs métalliques sont placés à un taux de un pour chaque rangée. Après la vidange des solutions existantes.

2. Prouver les connecteurs métalliques à l'aide d'un lien de ciment que pas moins de la distance entre la surface de la pierre et des connecteurs 1 à 2 cm.

3. hydrate mur à l'aide de l'eau et il y a une reprise de liens métalliques et la partie creuse de la pierre par la couche de ciment dosé a-350 kg / m³

V.8.2 Réparation des entretoises entre les Pierre endommagées:

V.8.2.1. Description du problème et de ses causes:

Les Séparateurs des murs en pierre a exposé de l'un dommage du fait de facteurs climatiques, en particulier l'eau, car cela peut les dommages causés par les mouvements des problèmes liés à la construction (gonflement, l'inclinaison, fissures) ou en raison de la croissance des plantes.



Figure74:Détérioration de Mur [22].

V.8.2.2. Moyen d'intervention:

1. Suppressions des parties de l'ancien coulis, des entretoises affectée et pour le nettoyage des outils que nous utilisons comme des lames, et afin d'enlever les entretoises de coulis large utilisation du burin et un marteau très soigneusement.
2. Nettoyer et dépoussiérer des entretoises avec une brosse dure.
3. Hydratantes jusqu'à saturation avec l'eau pour obtenir une bonne cohésion du mortier.
4. Préparer de mortier et Prenez la quantité de pâte et versez la quantité de lait de chaux dans la mesure où les rend liquide dans les joints étroits et lourds dans les grosses articulations.

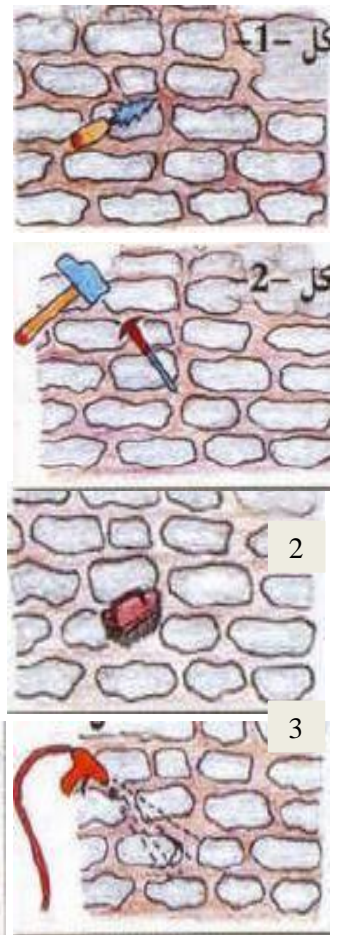


Figure 75: Réparation des entretoises entre les Pierre endommagées [22].

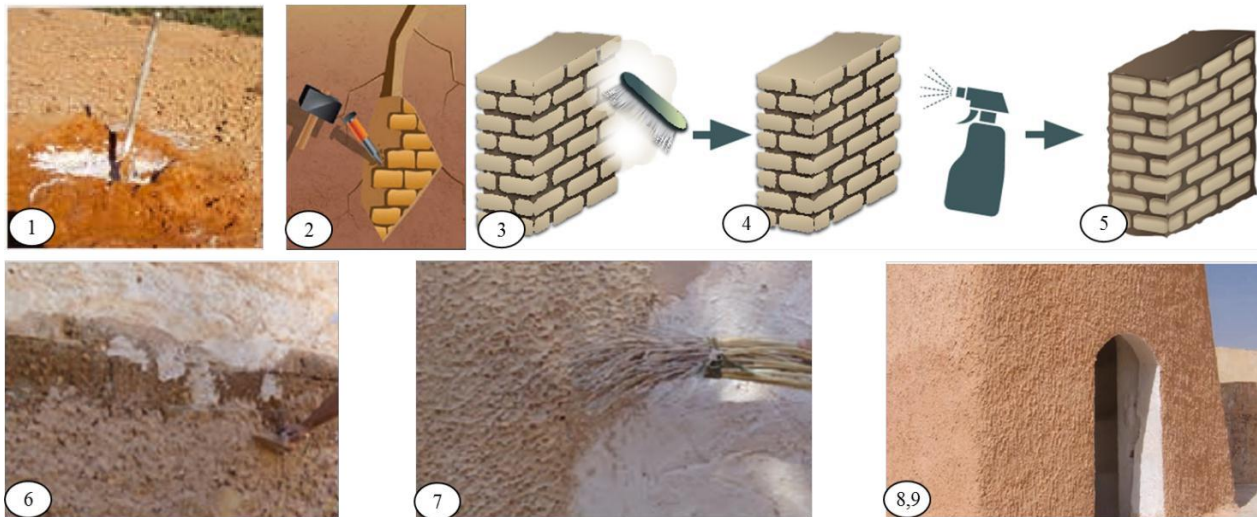


Figure 76: Traitement de dégradation des mortiers. , source: auteurs.

V.8.3 Les traitements des sels cristallisés sur la surface:

V.8.3.1. Description du problème et de ses causes:

Il peut être trouvé à l'avant de plus de 30 espèces de sels dissous, par exemple: certaines bactéries produisent de l'acide sulfurique qui réagit avec la pierre de carbonate de calcium pour donner du sulfate de calcium ou gypse, d'autres bactéries produisent de l'acide nitrique, ce qui rompt le carbonate de calcium au nitrate de calcium.



Figure 77: Traitement des sels [22].

V.8.3.2. Nature des dégradations provoquées par les sels:

Quand la cristallisation des sels se produit à l'intérieur du réseau poreux, elle y génère des fissures et des desquamations (écailles détachables plus ou moins grandes). La cristallisation en surface provoque des efflorescences en surface moins dangereuses pour le matériau.

V.8.3.3. Méthode d'intervention:

Après le diagnostic de la structure processus de pierre nous suivons ce qui suit: La suppression de dégradation par l'évacuation de l'eau de pluie (traitement d'étanchéité des plafonds évêque par des inclinaisons à l'extérieur) de l'interface de murs.

1- Nettoyez la zone détruite par les pinceaux frottement sec après lesquels vous devez retirer la poussière et de la poudre qui est tombé sur le sol et le bas du mur (pour éviter les sels solubles qui sont tombées pendant le nettoyage avec l'eau et les fuites à la terre à nouveau pour remonter à travers les pores de la pierre sur les murs).

2- Recharger les séparations avec le mortier pour éviter le passage de l'eau à l'intérieur de la structure de pierre de l'édifice.

3- Nettoyer l'espace destructif avec de l'eau et frotter avec une brosse et de plastique, ici il faut prendre soin d'utiliser aussi peu que possible pour éviter les sels solubles dans l'eau dans la terre et des pierres à l'intérieur et disposé sur l'interface

après évaporation de l'eau et nettoient de bas en haut afin de réduire les fuites d'eau à l'intérieur de la façade.



Figure 78: Traitements des sels [22].

4- La présence de couches de protection comme les revêtements ou peinture à la chaux de préférence placés à nouveau.

V.8.4 Reconstruction des façades en pierre :

Les murs des bâtiments dans la vallée du Mزاب



Figure 79: détérioration de mur [22].

Principalement composés d'une interface unique et certaines des facettes (deux murs intérieurs et extérieurs), les deux types construits avec des pierres en plus des murs de boue.

V.8.4.1. Description du problème:

Le problème est principalement dans la déformation des murs de pierre, et les façons de cette déformation, bombé façade, l'effritement paroi partielle ou totale Tout ce qui a grandement affecté l'interface de la paroi, qui appelle à une intervention urgente de résoudre ce problème et d'arrêter la détérioration.

V.8.4.2. Moyen d'intervention :

On savoir à intervenir dans le cas que si la paroi de la partie inconsciente de pierres par un autre, et ce compensée selon les étapes suivantes:

1. Enlever les Pierre endommagées et nettoyer l'espace à laisser en utilisant une brosse métallique.
2. Nécessite l'utilisation de pierres avec les mêmes qualités et caractéristiques physiques et mécanique des pierres originales du mur.
3. La pierre utilisée manuellement pour correspondre en termes de forme avec le reste de l'espace du mur.
4. Humidifier la surface et les bases de pierres utilisées avec l'eau.
5. Installer des Pierre sur le consensus de bâtiment en Pierre sur le mortier et les coins peuvent être utilisés pour installer une pierre selon les niveaux de hauteur désirée.
6. Dans le cas de l'utilisation du mortier de calcaire est augmenté par une comparaison de la taille de deux ou trois tailles de sable propre.

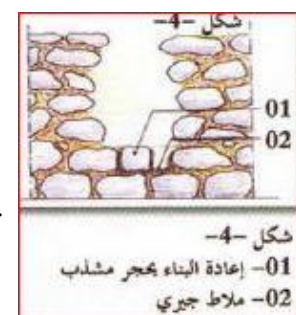
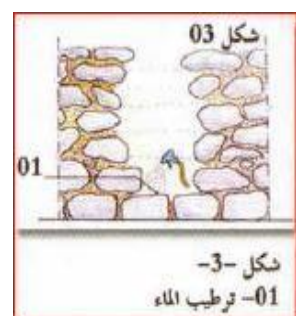
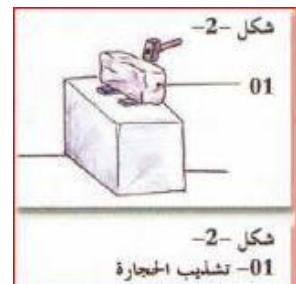


Figure 80:Deterioration de mur [22].

7. Couvrez les joints des murs en pierres.
8. Injection du mortier de calcaire fluide derrière d'un ranger de pierre pour remplir tous les vides.

V.8.5 Traitement d'un pont en bois sur le niveau de la paroi:

Utilisez en toiture poutres en bois des troncs de palmiers, un élément important. Donc, l'entretien périodique permettre de réusssi à savoir l'étendue des dommages à ses bâtiments, et donc la possibilité de contrôle avant qu'il atteigne la phase finale de dommages.

V.8.5.1. Les facteurs de détérioration:

1. Il pourrait être limité à une série de changements qui peuvent être définis par le bois au niveau de mur dans les bâtiments anciens:
2. Fissures se produisent au niveau des liens dans les poutres et dans les points de jonction avec les pièces porteuses.
3. Courbure des ponts en bois se produite la dégradation de plafond estimer les mesurer de petits ponts et parties sous l'influence de la gravité et les vents ... etc. Nous notons en particulier les dégâts au niveau de points de socialisation de bois avec éléments porteurs.
4. La croissance de certains champignons et les insectes en présence de climat humide et l'absence d'une ventilation adéquate qui conduit à endommager les ponts en bois installés dans le support mural.

V.8.5.2. Méthode d'intervention:

Cette opération est destinée à un traitement topique après avoir fait le diagnostic exact des changements qui ont défini la surface du bois selon le procédé suivant:

5. Estime que le risque de la chute de la couche isolante de surface et de la socialisation de la poutre sur le niveau de crainte paroi.

6. Soutenir la quille endommagée d'une part le support mural.

7. Retirez soigneusement les pierres et la pierre trouve ci- dessous.

8. Enlevé le bois endommagé pour atteindre le bois appropriée de la poussière dans toutes les parties.

9. Mettre une pierre avec formulaire approprié dans le mur porteur sous la utiliser comme un nouveau support. Cela dépasse la longueur de cette secti de la poutre.

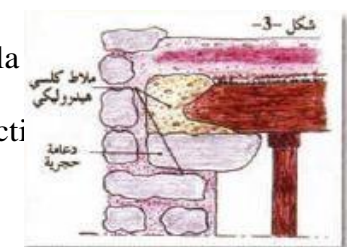
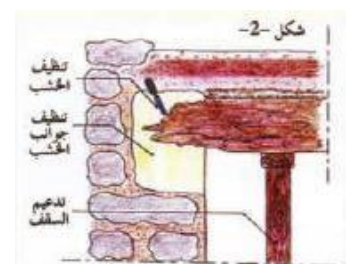
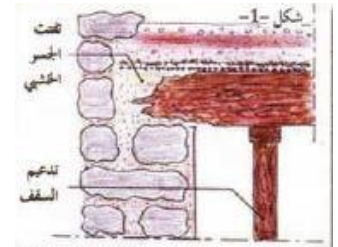


Figure 81: Traitement d'un pont en bois[22].

10. Démontez progressivement la consolidation initiale après la fin de la restauration.

V.8.6 Réparation de la couche traditionnelle pour isoler les eaux pluviales:

Remettre la couche d'isolant classique:

La couche d'isolation de l'eau de pluie dans l'habitat traditionnel à la vallée du Mzab se compose d'une couche de sable et d'autres de mortier de chaux. Une épaisseur allant de 07 à 10 cm. Fonction dirigée les eaux



Figure 82: Réparation d'étanchéité [22].

Les infiltrations d'eau de pluie :

Les infiltrations des eaux ont deux causes principales, l'absence d'entretien et de maintenance, conduisant à la dégradation des descentes d'eaux pluviales, des avaloirs et l'obstruction des gargouilles et des siphons..., la défektivité de l'étanchéité des terrasses et les murs des bâtiments qui sont presque pas étanches ; les matériaux poreux ainsi que les fissures laissent pénétrer l'eau de pluie.

V.8.6.1. Intervention et entretien:

1. Retirer la couche de chaux dégradée
2. Retirez l'ancienne couche de sable ou nettoyer et tamiser pour se débarrasser des restes.
3. Remettre une nouvelle couche de sable, puis humidifié avec l'eau.
4. Mettez une nouvelle couche de mortier de chaux préparé à l'avance en respecté l'inclinaison et frappé branche de palme pour régler.
5. Revêtement de la couche isolante de deux couches de lait de chaux.

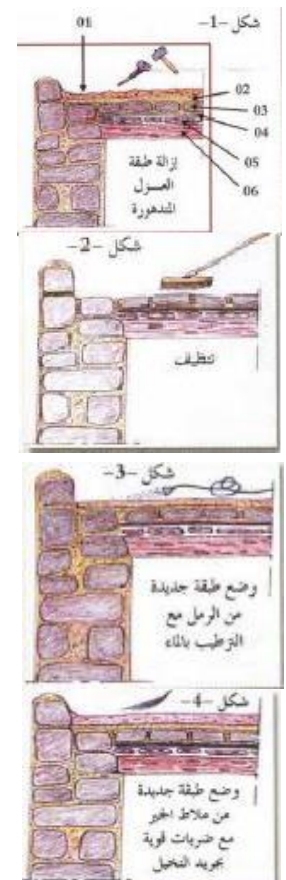


Figure 83: Réparation d'étanchéité [22].

V.8.7 Traitement de la remonté capillaire:

V.8.7.1. Description du problème et de ses causes:

Les eaux souterraines sont généralement riches en sels solubles ces eaux sont monter par la remonté capillaire dans la paroi du niveau des fondations et comme cela est bien connu paroi exposée ci-dessus de la surface de la terre à l'extérieur, ce qui accélère l'évaporation de l'eau et conduisent à la cristallisation des sels dissous des surface des pierres et ces sels cristallisé entraînant une pression sur la surface des matériaux et la saturé de l'humidité.



Figure 84:remonté capillaire [22].

V.8.7.2. Méthode d'intervention:

a). Par l'évacuation :

Repose cette méthode sur une distance de drainage de l'eau souterraine à partir de la construction de base en conformité avec les étapes suivantes:

1. Creuser une tranchée le long de la paroi de côté extérieure avec une largeur de 50 cm et le niveau de profondeur des fondations doivent être effectués pour l'évacuation des eaux souterraines loin de la construction, par exemple par un tube Plastique.

1 .Remplir la tranchée avec des pierres et dans la partie supérieure de gravier pour filtrer l'eau de pluie et la prévention de la remonté capillaire avec l'utilisation de grandes pierres de tailles ci-dessous, à l'aide de conserve les vides de fond pour filtrer l'eau et les fuites pour faciliter le drainage a la gouttière.

Faire la surface extérieure d'une pente pour drainer l'eau de pluie à l'écart des murs.

2/ par voie électrique:

Ce processus dépend de la différence d'énergie potentielle entre le mur et le sol à travers la tension électrique pour le transfert de l'eau et d'inverser la direction de la remonté capillaire

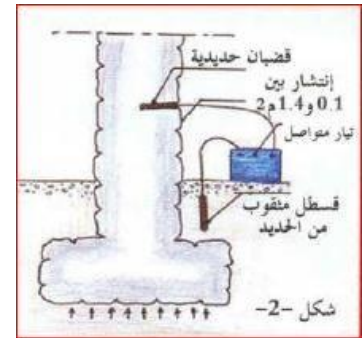


Figure 85: Drainage[23]

V.8.8 Renforcement des fondations :

V.8.8.1. Description du problème :

La fondation est un élément principal dans le bâtiment pour qu'il fonctionne sur la distribution des charges des murs et les fondements de tailles liées à la résistance de la nature de la terre, et la taille de construction et les matériaux de construction utilisés, qui est souvent une pierre solide liés par un mortier de chaux

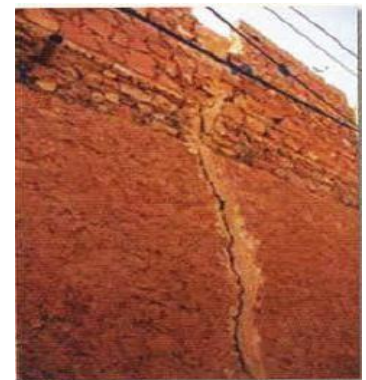


Figure 86:fissure vertical [22].

Avec le passage du temps conduit la descente du niveau du sol et de la variabilité du mur fissuré au premier plan et la terre, qui se traduira par la séparation des matériaux de construction sur les murs et les fondations, et donc endommager et écailler le revêtement au niveau de ces fissure, elle peut aussi conduire à la suspension des portes et fenêtres pour le travail.

Si vous souhaitez réaliser une réhabilitation, les ingénieurs structure pourront également mener une étude approfondie sur la répartition des nouvelles charges qui s'exerceront sur le soubassement de l'ouvrage. Ils seront alors en mesure de préconiser des mesures de renforcement si nécessaire, le type de technique à privilégier et le dimensionnement des matériaux et des éléments à mettre en œuvre.

V.8.8.2. Moyen d'intervention

Identifier les mesures de substrat à la discrétion du poids transféré vers le sol qui assuré la bonne stabilité de la paroi, et dans la bonne sol-suffisance peut élargir le substrat pour augmenter la répartition du poids sur la superficie des terres et ce, selon la méthode suivante:

- Creuser sous le substrat sur le milieu de leur épaisseur, vous devez travailler sur la partie d'une longueur ne dépasse pas deux mètres de celui-ci.
- Mettre en place un pilier de béton armée liée son mesures de gravité et identifié par la charge qui doit supporter.
- Gardez la jonction de fer pour relier le nouveau substrat de côté inverse.
- Perçage de l'autre côté de la première intervention de la hauteur et même longueur et largeur.
- Nettoyer le Ferrailage de jonction et le moulage de la deuxième section du substrat.

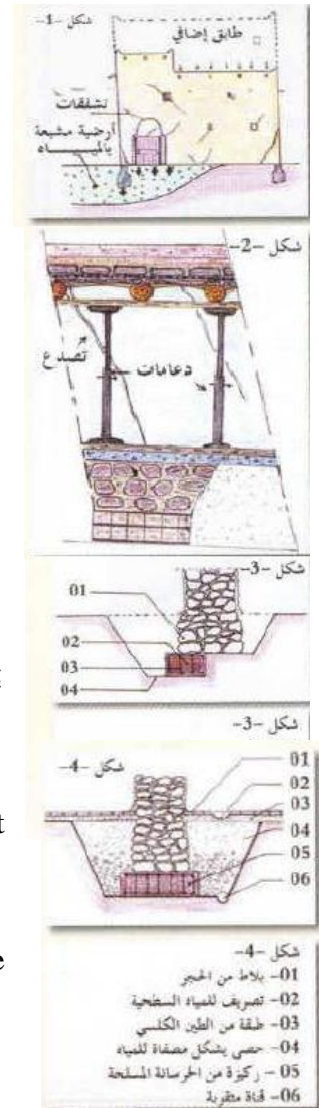


Figure 87: Renforcement des fondations[22].

V.9. CONCLUSION :

- Ce travail s'établi dans un contexte général, qui s'intègre dans une vision locale, nationale, qui met en exergue la mise en valeur et la sauvegarde du patrimoine ksourien qui représente la richesse de notre pays l'Algérie et contribue très largement au patrimoine mondial et à sa diversité.
- Parmi ces ksour, le ksar de Beni Isguen qui connait une expansion qui agit sur l'espace de Ksar et engendre un mode d'habitat différent et une marginalisation des places qui ont conduit à perdre leur vitalité.
- Nous avons pu voir dans ce travail les notions et les définitions des opérations ayant une relation avec la problématique du patrimoine et sa sauvegarde, on a structuré notre approche pour préserver le ksar de Beni Isguen selon deux volets, l'étude analytique et l'étude technique.

Conclusion générale:

Au terme de ce modeste travail, nous avons la possibilité d'appliquer et d'approfondir toutes les connaissances acquises lors de nos formations.

Cette expérience nous a également permis de mieux comprendre le domaine de la réhabilitation des bâtiments, d'une part, les différentes techniques, et d'autre part, la réglementation régissant les principes de réhabilitation et de calcul. Des livres dans le domaine et ont trouvé des idées en lisant diverses bibliographies et surtout grâce à des connexions avec des ingénieurs et des chercheurs dans le domaine du génie civil.

Nos recherches mettent en évidence les conséquences d'un mauvais entretien des bâtiments existants sur les obstacles constatés dans l'ouvrage, et les solutions proposées consistent d'une part à réparer les éléments endommagés et d'autre part à en introduire de nouveaux.

Il convient de noter que les opérations de renforcement ou de réparation ne sont efficaces que si la liaison entre les éléments anciens et nouveaux est correctement réalisée et les dispositions constructives faisant partie d'un ensemble de règles de conception.

Ce diagnostic qu'on a mené nous a permis d'établir l'état de conservation des bâtisses de ksar, et de ressortir l'état de dégradation des différents systèmes (viaire, espace libre), Ceci nous a conduits de proposer des recommandations dont nous en avons développés des aspects individuellement:

- Réhabilitation et réaménagement des espaces libres et la mise en valeur de ces espaces leurs aspects d'origine, la première partie d'intervention consacré au réaménagement et à la réhabilitation des places, la deuxième partie le ravalement et réanimation des voies reliant les cinq places du ksar.
- Projection d'un habitat individuel dans le ksar de Beni Isguen, ou nous avons procédé à la reconstruction des maisons dont les références architecturale et architectoniques qui respect l'architecture traditionnel et adopte aux commodités modernes.

Ces aspects développer est une première contribution qui vise la préservation du patrimoine des ksour, plusieurs aspects peuvent être traités ultérieurement.

Bibliographie :

- 1- Mémoire de magistère Diagnostique de la fissuration dans les constructions (Cause et classification) KHINECHE HOURIA Université Mohamed khider –Biskra page 25à 35.
- 2- Ciments Calcia-Italcementi Group, «La Principales pathologies», DENIS BETON
- 3- André PLUMIER, «Pathologies et réparations structurales des constructions», Université de liège, 2011.
- 4- Mémoire de magistère DIAGNOSTIC DES PATHOLOGIES APPARUES SUR LE BLOC (BIOLOGIE ET AGRONOMIE) A L'UNIVERSITE DE M'SILA. EVALUATION DES DEGATS, CAUSES ET METHODES DE REPARATIONS. LAYACHI NAFAA ... ;UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA
- 5- <http://www.définition/inspection>.
- 6- <http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/alt%C3%A9ration/2551?q=alt%C3%A9ration#2549>
- 7- <http://www.la-definition.fr/definition/alterer>
- 8- <http://www.editions-eyrolles.com/Dico-BTP/definition.html?id=4334>
- 9- <http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/rupture/70272?q=rupture#69512>
- 10- <http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/d%C3%A9formation/22743?q=d%C3%A9formation#22624>
- 11- <http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/pourriture/63142?q=pourriture#62433>
- 12- Guide des sites et monuments historique de la wilaya de Ghardaïa,OPVM,année 2012.
- 13- Monographie de la wilaya de Ghardaïa, direction de programmation et du Suivi Budgétaires, année 2014.
- 14- Monographie de la wilaya de Ghardaïa, direction de programmation et du Suivi Budgétaires, année 2014.

Bibliographie

- 15- Mémoire de magistère, Mise en valeur du patrimoine pour la promotion du tourisme dans le cadre du développement durable. « cas de la vallée du m'zab », Zerti Mouna, Université Mohamed Khider, Biskra, promo 2007, page : 139.
- 16- la revue vie de villes, projet a la une, un habitat durable en Algérie c'est possible ! la belle démonstration de l'association Touiza, N° 24, mai 2016.
- 17- www.googleearth.com
- 18- Mémoire d'ingénieur, « Projettation urbaine et architecturale », Djabir Benyahia, Université Saad Dahlab de Blida, page : 40 à 42.
- 19- كتاب تاريخ بني مزاب، يوسف بن بكير الحاج سعيد المطبعة العربية غرداية، سنة 2014، الصفحة 18 – 39
- 20- Mémoire de magistère, Mise en valeur du patrimoine pour la promotion du tourisme dans le cadre du développement durable. « cas de la vallée du m'zab », Zerti Mouna, Université Mohamed Khider, Biskra, promo 2007, page : 139.
- 21- la revue vie de villes, projet a la une, un habitat durable en Algérie c'est possible ! la belle démonstration de l'association Touiza, N° 24, mai 2016.
- 22- www.opvm.com.
- 23- Mémoire de magistère, ETUDE DE REHABILITATION D'UN MUSEE COMPOSE (RDC+1ETAGE) A AIN TEMOUCHENT, CHEKKAF Abd elhalim; Université Aboubakr Belkaid , promo 2012, page : 97.
- 24- [29]Lausanne, Suisse, 2001, P 19.
- 25- Mémoire de magistère; L'évaluation de l'ancien bâti de l'époque colonial; OUADAH Halima Saâdia. Université Aboubakr Belkaïd -Tlemcen –