

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

Université Abou Bekr Belkaid-Tlemcen-  
Faculté de Technologie



Département de Génie Civil  
Mémoire pour l'obtention du Diplôme  
De Master en génie civil  
Option ARTERE

**Thème**

**Etude de réhabilitation de l'ancienne Mairie de Ghazaouet**

**Présenté le 27-06-2013 par :**

BENDJEBBOUR Sidi Mohamed  
SEGHAIRI Amel

**Devant le Jury composé de :**

M. ABOU BEKR .N : Professeur.  
Mme. KEDROUSSI .H : Magister (CEM)  
M. MEDJAHED Lakhdar : Ingénieur Expert.  
M. ALLAL Mohammed Amine : professeur.  
Mme. BENACHENHOU ép. HAKIKI K.A : M. Assistante A.

Président  
Examineur  
Examineur  
Encadreur  
Encadreur

Année universitaire 2012-2013

## LISTE DES FIGURES

<b>Figure 1.1</b> Vue générale d'une ville coloniale .....	6
<b>Figure 1.2</b> Les acteurs du projet de la réhabilitation .....	8
<b>Figure 1.3</b> Le style renaissance, théâtre de Constantine.....	9
<b>Figure 1.4</b> Hiérarchisation verticale .....	10
<b>Figure 1.5</b> Plancher à ossature en bois .....	12
<b>Figure 1.6</b> Plancher à voutain avec brique creuse et profilés IPN .....	12
<b>Figure 1.7</b> Désordres observés à l'extérieur.....	14
<b>Figure 1.8</b> Dégradation et décollement causés par l'eau.....	14
<b>Figure2.1</b> Vue globale du bâtiment.....	20
<b>Figur2.2</b> Plan d'état du fait.....	21
<b>Figure 2.3</b> Localisation du bâtiment.....	21
<b>Figure2.4</b> Projection sur Ghazaouet par satellite.....	22
<b>Figure2.5</b> Plan de masse.....	23
<b>Figure 2.6</b> Indication des blocs.....	27
<b>Figure 2.7</b> Etat actuel du bâtiment.....	28
<b>Figure 2.8</b> Ville de Ghazaouet.....	29
<b>Figure 2.9</b> La mairie de Ghazaouet en 1905 .....	29
<b>Figure 2.11</b> Vue générale de Ghazaouet 1905 .....	31
<b>Figure 2.12</b> Les quatre côtés de bâtiment.....	32
<b>Figure 2.13</b> Typologie d'architecture .....	33
<b>Figure2.14</b> Couronnement et corniche .....	34
<b>Figure 2.15</b> Les consoles.....	34
<b>Figure 2.16</b> Chainage verticale (chaine de refend).....	35
<b>Figure 2.17</b> Les appuis de fenêtres.....	35
<b>Figure 2.18</b> Le fronton.....	36
<b>Figure 2.19</b> Le balcon.....	36
<b>Figure2.20</b> Analyse spatiale du bâtiment .....	37
<b>Figure2.21</b> Description de la façade.....	37
<b>Figure 2.22</b> Mur en moellons .....	38
<b>Figure2.23</b> Planché en voutains et IPN .....	38
<b>Figure2.24</b> Ossature en charpente traditionnelle.....	39
<b>Figure 2.25</b> La cage d'escalier .....	39
<b>Photos 3.1</b> Fissures relevées sur les parois.....	44
<b>Photos3.2</b> Démolition du mur intérieure .....	45
<b>Photos 3.3</b> Pathologie de plancher RDC .....	45
<b>Photos3.4</b> Dégradation d'étanchéité liée à l'infiltration de l'eau .....	46
<b>Photo 3.5</b> Toiture de l'immeuble.....	46
<b>Photos 3.6</b> La végétation sur les toitures .....	47
<b>Photos 3.7</b> La cage d'escalier .....	47
<b>Photos3.2</b> Décollement d'enduit sur certains endroits des murs.....	48
<b>Photo 3.6</b> Détérioration de la peinture.....	49

<b>Photo 3.7</b> La cour intérieure .....	50
<b>Photo3.8</b> Dégradation du revêtement de sol.....	51
<b>Photo3.9</b> Les éléments en menuiserie.....	52
<b>Photos 3.10</b> Les risques observés de l'électricité .....	53
<b>Photo 3.11</b> Les type de cheminé sur le bâtiment .....	53
<b>Figure 3.12</b> Exemple de poêle et cheminée.....	54
<b>Photos 3.13</b> Vide des conditionneurs d'air.....	54
<b>Figure4.1</b> Distribution des charges selon les types de fermettes.....	66
<b>Figure4.2</b> Rapport entre les axes principaux .....	70
<b>Figure4.3</b> Spectre de réponse .....	70
<b>Figure4.4</b> Modèle sap 2000 .....	71
<b>Figure 4.5</b> Effort tranchant .....	73
<b>Figure4.6</b> Contrainte des charges .....	73
<b>Figure4.5</b> Procédure de calfeutrement.....	76
<b>Figure4.6</b> Rejointoiement de mortier d'hourdage .....	77
<b>Figure4.7</b> Méthode traditionnelle et par injection .....	78
<b>Figure 4.8</b> Source et remède de traitement des pierres.....	80
<b>Figure 4.9</b> Cas vise de traitement par mortier .....	81
<b>Figure4.10</b> Zones concernées d'hydrofugation .....	82
<b>Figure 4.11</b> Réparation de la cour .....	83
<b>Figure 4.12</b> Exemple de pavés autobloquant.....	84
<b>Figure 4.13</b> Réparation des éléments de menuiserie dégradent .....	85
<b>Figure 4.14</b> Charpente de Toiture.....	85
<b>Figure 4.15</b> Ventilation mécanique .....	86
<b>Figure 4.16</b> Gouttières pendante .....	87
<b>Figure 4.17</b> Gouttière anglaise ancrée.....	87

## LISTE DES TABLEAUX

<b>Tableau 1.1</b>	Classification générale des pathologies.....	13
<b>Tableau 2.1</b>	Fiche d'identification technique de bâtiment.....	40
<b>Tableau 4.1</b>	Descente de charges .....	65
<b>Tableau 4.2</b>	Distribution selon les fermettes.....	66
<b>Tableau 4.3</b>	Tableau récapitulatif de la descente des charges.....	67
<b>Tableau 4.4</b>	Les valeur des forces horizontales .....	68
<b>Tableau 4.5</b>	Valeur de T1 et T2 selon le site .....	71
<b>Tableau 4.6</b>	Récapitulation des résultats.....	72
<b>Tableau4.7</b>	Dosage 2e couche d'enduit norme NF P 15-201-1 .....	79
<b>Tableau4.8</b>	Couche d'enduit de finition norme NF P 15-201-1.....	79

# Sommaire

<b>CHAPITRE I : la réhabilitation du bâtiment colonial</b>	
1. Introduction .....	5
2. l'essence de la réhabilitation .....	5
3. Définitions .....	6
3.5 Pourquoi choisir la réhabilitation ? .....	7
3.6 Qui sont les intervenants dans la réhabilitation ? .....	7
4 L'architecture et son évolution .....	8
4.1 Typologie par période .....	8
5 L'architecture du bâtiment colonial .....	9
6 Caractéristique du l'immeuble coloniale du 19 èm siècle .....	10
7 Étude typologique du bâtiment à l'époque coloniale .....	11
7.1 1 ère catégorie .....	11
7.2 2 ème catégorie .....	11
7.3 3 ème catégorie .....	11
8. Etat des lieux du bâtiment colonial .....	12
9 Les principes du déroulement de la réhabilitation .....	13
9.1 Le pré diagnostique .....	15
9.2 Étude pluridisciplinaire .....	15
9.2.1 domaines historiques (étude historique et documentaire) .....	16
9.2.2 domaines architecturaux .....	16
9.3 Les différents relevés .....	16
9.4 Analyse et diagnostic .....	17
9.5 État des lieux du bâtiment colonial .....	17
10 Conclusion .....	17
<b>CHAPITRE II : Description de la mairie de ghazaouet</b>	
1 Introduction .....	20
2 La démarche du Pré diagnostique .....	20
3 Description de la mairie .....	21
3.1 Type du bâtiment .....	21
3.2 Sa position géographique .....	21
3.3 Sa localisation géographique .....	21
3.4 Les relevés métriques .....	22
3.5 Attribution et délimitation des blocs .....	27
3.6 Identification des usagers de bâtiment .....	27
3.7 Occupation des locaux .....	28
4 Etude de l'environnement .....	28
5 Analyse et chronologie au milieu urbain .....	28
5.1 Historique du bâtiment .....	29
5.2 Historique de la ville .....	31
6. Etude pluridisciplinaire .....	32
6.1 Visite du lieu .....	32

6.2	Analyse typologique.....	33
6.3	Analyse architecturale.....	33
6.4	Analyse spatiale.....	36
7.	Définition du domaine constructif.....	38
7.1	Les murs porteurs.....	38
7.2	Les planchers.....	38
7.3	Cage d'escalier.....	39
8.	Regroupement des données.....	40
9.	Conclusion.....	41
<b>CHAPITRE III : relevé pathologique et causes</b>		
1	Introduction.....	43
2	Terminologie des désordres (gros œuvre).....	43
2.1	Les murs.....	43
2.1.	Fissuration externe.....	43
2.1.2	des murs démolis.....	44
2.2.	Les planchers.....	44
2.3	La toiture.....	46
2.3.1	Une toiture mal entretenue.....	46
2.3.2	La végétation sur toiture.....	47
2.4	La cage d'escalier.....	47
3	Terminologie de désordre (second œuvre).....	48
3.1	Décollement d'enduit.....	48
3.2	Détérioration de la peinture.....	49
3.3	Revêtement de sol.....	50
3.4	Dégradation des éléments de menuiserie.....	51
4	Terminologie de désordre des équipements.....	52
4.1	L'électricité.....	52
4.2	Le système de chauffage et climatisation.....	55
4.3	Le système d'isolation.....	55
5	Origines de désordres.....	55
6.	Compréhension des désordres.....	55
7.	Constatations.....	55
8.	Plan de relevé pathologique.....	56
9.	Conclusion.....	59
<b>CHAPITRE IV : Réhabilitation et recommandation</b>		
1	Introduction.....	61
2	Le règlement pour analyser la structure.....	61
2.1	Méthode d'analyse modale spectrale.....	62
2.2	le choix de la méthode.....	62
2.3	définir la procédure de la méthode dynamique.....	62
3	définir la force sismique totale.....	62
3.1	Coefficient d'accélération des zones.....	63
3.2	Facteur de qualité Q.....	63

3.3	Conditions sur les fils contreventement .....	63
3.4	Coefficient de comportement global .....	64
3.5	Facteur d'amplification .....	64
3.6	Poids totale de la structure .....	65
4	Le spectre de réponse .....	69
5	vérification de la structure selon le RPA.....	70
6	model de sap .....	71
7	La procédure de la réhabilitation.....	74
7.1	Le planning.....	74
7.2	Plan de réfection.....	74
7.3	Les réserves .....	75
7.4	Une réfection pour l'enveloppe .....	75
7.5	Action I.....	79
8	action1 Réparation de la cour.....	82
9	actions III Traitement des éléments en menuiserie.....	84
10	La toiture .....	85
11	Réception du projet .....	88
12	Mise en conformité .....	88
13	Conclusion.....	88
	<b>Conclusion générale</b> .....	91
	<b>Références bibliographiques</b> .....	94

L'évolution du secteur de l'habitat en Algérie reste incontestablement marquée par l'histoire du pays. Une grande partie de ce parc immobilier a été édifiée durant la période coloniale, sur un modèle européen ou mélangé avec le style traditionnel local.

En effet, c'est suite à la colonisation française (militaire puis civile) qu'un paysage urbain inédit commence à se dessiner avec l'apparition d'éléments typologiques nouveaux (façades sur rue richement décorées, balcons, etc.), tout en conservant quelques techniques anciennes et des procédés ornementaux du répertoire traditionnel du pays. Oscillant entre continuité d'un héritage ancien et rupture de tradition avec la modernité, la production constructive en Algérie de l'époque coloniale témoigne d'un grand renouvellement artistique et de la présence d'influences croisées.

Il est connu que l'Algérie adopte un nombre estimable de ce type de bâtiment et malheureusement la maintenance n'a pas eu sa place dans la vie de cette partie intégrante et contemporaine. Ainsi, le paysage traditionnel se trouve dans une situation dramatique ! Il se réduit à une perte régulière de son caractère social et culturel.

La mondialisation et le mouvement de l'urbanisme moderne ont entraîné le mépris de certains de ses cas, qui sont devenus pour la plus part du temps un symbole de la misère.

Et là, une intervention, venue d'un aspect architectural et socio-culturel, a donné naissance à plusieurs techniques regroupées sous noms des méthodes connues comme la réhabilitation, la restauration et la rénovation pour sauver ce patrimoine.

Le véritable enjeu de la réhabilitation, au-delà de la remise en état des logements, consiste à modifier la perception négative attachée à ce type de patrimoine, à « rendre l'estime, la considération d'autrui » aux populations qui l'occupent. Un tel objectif ne peut être atteint qu'au prix d'un travail de longue haleine.

La réhabilitation demande du temps, elle exige donc un personnel qualifié qui met l'accent sur la nécessité d'une bonne connaissance de l'objet d'étude avant d'engager l'opération afin de pouvoir évaluer la place de ce patrimoine et d'éviter les effets contraires aux objectifs fixés et aux résultats espérés.

Pour cela, on propose d'étudier un cas de ses bâtiments pour éclaircir les démarches de réhabilitations en générale, puis on donne une spécification pour délimiter les solutions utilisées sur site. Le fait de regrouper l'ensemble va donner une idée sur les tâches données pour le concepteur englobées dans l'espace d'ingénierie pour arriver au stade de réparation durable qui convient avec les problèmes trouvés.

Le mémoire présent comprend donc, après une introduction générale, quatre chapitres :

Le premier chapitre est une introduction qui nous mène à connaître l'historique des bâtiments coloniaux et l'évolution d'architecture classée sur des intervalles périodiques connus, ensuite une introduction au monde de réhabilitation et une approche sur les différentes démarches qui l'en contient.

Le deuxième chapitre est basé sur la description générale de notre cas étudié qui va définir une connaissance préliminaire et pluridisciplinaire du site : on trouve le rapport de notre inspection lors de visite, sa position géographique, l'étude historique de la ville et le

bâtiment, les différents relevés (métrique, architectural, constructif...) et nous concluons par un rapport de diagnostic qui présente le carnet d'identité pour ce bâtiment.

Le troisième chapitre : nous allons encadrer les désordres constatés et les définir (par catégories des éléments du bâtiment : mur, plafond...), on donne une compréhension de la nature de ses pathologies et on les regroupe sous forme de "carnet de santé du bâtiment".

Dans le dernier chapitre on va regrouper les informations pour proposer des solutions sur la totalité du bâtiment en commençant par une étude dynamique similaire par logiciel de calcul en arrivant aux actions proposées de réhabilitation.

Enfin, nous terminerons ce mémoire par une conclusion générale qui donne des recommandations connues dans l'outil de réhabilitation comme l'étape de "la vie utile et durable du bâtiment" (entretien) et les avantages d'avoir utilisé la réhabilitation comme solution et alternative.

## 1. Introduction

Dans le domaine de génie civil et de l'architecture, la réhabilitation désigne au sens large le fait de réaménager un local, un bâtiment ou un lieu (quartier, espace vert...). Elle consiste à garder l'aspect extérieur du bâtiment et à améliorer le confort intérieur.

La réhabilitation en général concerne le cadre de l'ancien bâti et des monuments. On peut parler de réhabilitation quand il s'agit des interventions suivantes :

- Réparations, adaptation aux technologies modernes (assainissement, intégration de panneaux solaires), mesures d'adaptation à des dysfonctionnements (par exemple dus aux aléas climatiques, à un tremblement de terre, etc.).
- Mise aux normes légales ou de confort d'éléments d'habitation (individuel ou collectif), intégration de dispositifs dans les édifices publics présentant des dangers pour la santé des occupants ;
- Mise ou remise en valeur de l'histoire d'un bâtiment, d'un quartier, d'une ville, d'un port, etc., par rénovation ou amélioration de son patrimoine architectural ;
- Changement de configuration d'image (sociale, économique, image de proximité, nationale ou internationale), pour le tourisme notamment.

Ce chapitre nous donnera une approche vers la spécialité de réhabilitation, dont on va spécifier sa terminologie parmi les autres outils de même nature (réparation) et définir la cause pour laquelle on a choisis cette technique. On cite ensuite les intervenants de l'élaboration du projet de réhabilitation.

L'ancien bâti s'est construit selon une multitude de styles architecturaux évolués à partir du 19<sup>e</sup> siècle sur des périodes bien définies qui ont donné l'image finale des villes à l'époque colonial (avant la révolution de la technique de béton armé), pour cela on donne :

- Un classement des styles architecturaux selon les périodes.
- L'influence de ses styles sur le bâti colonial et la typologie adaptées pour la réalisation de ses bâtiment, ainsi la configuration pour les éléments architecturaux et architectoniques.
- Les désordres les plus fréquentées sur ce type de bâtiments à nos jours.
- On conclue par donner les démarches de la méthode de diagnostic adaptée pour un déroulement efficace de traitement par réhabilitation.

## 2. L'essence de la réhabilitation

La réhabilitation est une pratique architecturale née, en Europe, à la fin des années 1960, en réaction contre les destructions massives des centres urbains effectués après la guerre mondiale, les italiens furent les premiers à réagir aux accusations d'insalubrité portées contre les centres villes, au nom de la mémoire et de la continuité urbaine. Et en réponse à ce vieux réflexe hygiéniste qui s'attaque au bâti, on accusait alors les immeubles anciens d'avoir été construits à l'économie, de n'être conformes ni aux besoins modernes ni au standard de l'hygiène.

En Algérie la prise de conscience, quant à la valeur historique des villes coloniales anciennes (figure1.1) ne sera reconnue qu'après des destructions ponctuelles, peu nombreuses mais irréparables de certains immeubles dont les occupants ont fait l'objet de déplacement et de relogement.

Réhabiliter ne devint alors une action positive qu'à la fin des années 1990, l'amélioration des centres anciens a été initiée par un double objectif : réhabiliter les bâtiments afin de les rendre plus habitable et rehausser l'estime du patrimoine.

Là, et pour la première fois, la réhabilitation était une pratique de correction et d'inflexion, par opposition à la démolition systématique, la réhabilitation a même investi les sites dont la valeur du patrimoine n'était pas réellement reconnue. Elle donna une lecture en négatif des consensus qui se nouent ou se dénouent autour de la valeur patrimoniale des bâtiments.



**Figure 1.1** : vue générale d'une ville coloniale (archive B. Ghazaouet, 2011)

### 3. Définitions

Dans le secteur du bâtiment, l'intervention sur les constructions existants regroupent différentes approches dont il est utiles d'éclaircir les terminologies.

#### 3.1. La restauration

C'est la sauvegarde ou la réfection de tout ou partie d'un bâtiment, en vertu de sa valeur patrimoine.

#### 3.2. La reconversion

C'est le changement de fonction d'un bâtiment pour éviter la désaffectation, on touche ici au statut temporaire du bâtiment face à son architecture et sa forme tout en respectant l'édifice et le lieu.

#### 3.3. La rénovation

C'est la procédure de toute intervention qui maintien la fonction originelle de l'ouvrage. La rénovation est donc une intervention qui consiste à remettre à neuf, à restituer un aspect neuf ou à restituer un état analogue à l'état d'origine d'un bâtiment ou d'un ouvrage dégradé par le temps et l'usure, en se donnant la possibilité de lui donner des caractéristiques techniques, réglementaires et esthétiques de meilleure qualité .

### 3.4. La réhabilitation

C'est l'action d'améliorer un édifice en conservant sa fonction principale ou de mise en conformité d'un logement ou d'un bâtiment avec les normes en vigueur (normes de confort électrique et sanitaire, chauffage, isolation thermique et phonique, équipement de confort, etc.)(*Dictionnaire général du bâtiment, 2008*).

### 3.5. Pourquoi choisir la réhabilitation ?

La réhabilitation est en effet un langage de communication plus adaptable à nos jours (la rénovation est aussi un mot courant dans le domaine de réparation).ses termes là sont plus souvent utilisés pour la description de telles maintenances (pour le public non spécialisé) Ces termes sont utilisés actuellement pour la communication avec le public par des instances de décision politique à la place de celui plus historique dit : « curetage urbain ».

La réhabilitation de bâtiments est donc l'action d'amélioration du cadre bâti du point de vue physique et social. On peut utiliser les techniques précédentes dans le cadre de réhabilitation, on distingue l'utilisation de cette dernière (réhabilitation) dès qu'on aura une orientation plus au moins vers le bâti contemporain.

Le coût de réhabilitation est souvent moins de celui d'une démolition/reconstruction, l'étude faite pour le cas satisfait toujours le besoin de l'habitation (réparation/installation) pour s'adapter au nouveau mode de vie.

La réhabilitation ne peut s'arrêter à l'échelle de bâtiment mais concerne aussi l'environnement et tous les sites urbains délaissés par une perte d'attractivité.

### 3.6 Qui sont les intervenants dans la réhabilitation ?

Les intervenant (acteurs de projet) dans l'acte de réhabilitation sont les individus, les collectivités et les personnes morales privées ou publiques qui participent à l'élaboration du projet. (*Tille M., 2001*), cet enjeu est fixé entre les comandataires, les pilotes de l'opération, le maître d'œuvre et les utilisateurs (figure 1.2):

**1-le maître de l'ouvrage :** est la personne, morale ou physique, publique ou privée, propriétaire ou affectataire d'un immobilier. Il doit assurer la bonne gestion à la fois prospective et curative de sa propriété. Il effectue la programmation des opérations nouvelles pour lesquelles il doit raisonner en coût global sur la durée de vie de son patrimoine. Il peut confier la conduite d'opération à un prestataire.

**2-le maître d'œuvre:** architectes et spécialistes techniques (ingénieurs-conseils, bureaux d'études) est la personne, morale ou physique, publique ou privée, chargée de traduire en termes techniques les besoins du maître d'ouvrage et de les faire réaliser (conception des cahiers des charges, passation des marchés et rédaction des contrats, surveillance des travaux et des prestations, réception des ouvrages...).

**3-l'entreprise** chargée du marché de construction: entreprise générale (tout corps d'état avec sous-traitant ou conseillé) ou entreprises spécialisées (titulaires de marchés par lots).

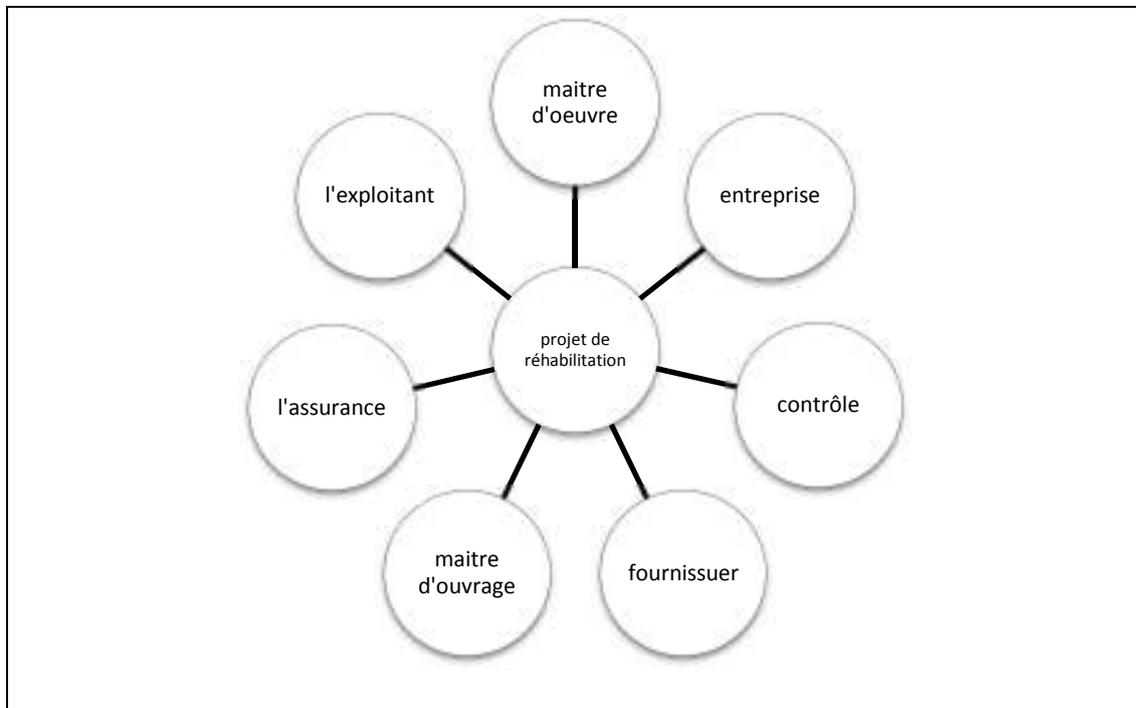
**4-les fournisseurs** et fabricants de matériaux spéciales pour tels travaux d'une part, d'autre part le budget monétaire fournit par l'état lors de lancement du projet pour soumissionner.

**5-le contrôle** technique, soit par l'état (CTC...), soit par le maître d'œuvre (ingénieur ou technicien de suivi).

6-**les assureurs**: de l'ouvrage et/ou des constructeurs.

7-**l'exploitant** et/ou le bénéficiaire.

Dès le lancement des études préalables, il est indispensable de réunir l'ensemble des acteurs concernés par le projet en une "Equipe Maîtrise d'Ouvrage".



**Figure 1.2** : les acteurs du projet de la réhabilitation

#### 4. L'architecture et son évolution

Pour rentrer dans l'enjeu, nous sommes obligés de connaître l'historique des bâtiments coloniaux, avant ça de connaître la source de l'architecture et leurs typologies de construction.

##### 4.1 Typologie par période

L'architecture Européenne a connu beaucoup d'évolution à travers le temps, touchée par les événements successifs et les incidents sur la totalité de ses terres, la multitude de culture abstraite de ses guerres et évolution technologique et culturel dans tout le domaine a mené l'esprit de ces architectes à manifester ces gloires à travers ses monuments et édifices.

**-Architecture romane (950-1250)** : les voûtes de pierre et les constructions aux murs de pierre épais sont caractéristiques de cette architecture. Les techniques sont héritées de l'architecture romaine.

**-Architecture gothique (1130-1500)** : caractérisée par des nefs très élevées avec arcs-boutants, des ponts de pierre, et de grandes baies vitrées divisées en petites sections par des croisillons de pierre. Les arcs sont en ogives, les sculptures très détaillées, et les portes très ouvragées.

-**Architecture de la Renaissance (1420-1620)** : renouveau (et adaptation) de l'architecture grecque et romaine, avec des dômes, des colonnes rectangulaires (pilastre) souvent intégrées aux murs.

-**Architecture baroque (1600-1780)** : style chargé, avec des sculptures complexes utilisant du plâtre doré et peint. Ce style se développa surtout en Italie mais eu une influence dans toute l'Europe (exemple : église Saint-Paul à Paris).

-**Architecture classique (au XVII<sup>e</sup> siècle)** : dans les pays du nord de l'Europe et en France s'épanouit le style classique, empruntant ses formes à l'architecture antique (colonnes, frontons...). L'exemple le plus grand est le château de Versailles. Le classicisme est un art au service du pouvoir : les lignes sont rectilignes, la symétrie et les rigueurs de la géométrie sont respectées.

-**Architecture néoclassique (1750-1840)** : procède d'un second retour à l'antiquité gréco-romaine, air connu depuis la Renaissance.

- Après l'époque de réalisation de villes coloniales en Algérie, connu par le style classique et néo-haussmannien, on remarque la naissance de style néo-mauresque (à partir de 1900) et le style moderne (1930)

### 5. L'architecture du bâtiment colonial

Les Bâtiments de la période coloniale sont des éléments structurants aux espaces publics. Leur présence confère une importance au lieu et draine de l'affluence. L'architecture des bâtiments traduit le soin du décor, et le souci de composition. Dessiné en référence à des manuels ou des modèles reconnus, elle est l'expression du pouvoir et puise dans l'architecture classique Française issue de l'admiration et l'inspiration de l'Antiquité. Apparue en France pour magnifier la gloire de LOUIS XIV, elle rayonna ensuite dans toute l'Europe et devient le symbole de la puissance du Roi de France. Au début du XVII<sup>e</sup> siècle, cette architecture subit l'influence étrangère, notamment Italienne, et réintroduit dans ses registres les ordres classiques.

La plupart des Bâtiments construits avant 1920 présentent une architecture classique, conçue à la mode Italienne. Ce style que l'on qualifie de style « renaissance » (figure 1.3) puisait à la source de l'Antiquité et devenait la règle dans toute l'Europe au début du 19<sup>è</sup>m siècle. Il avait remplacé le style gothique qui s'était imposé durant plusieurs siècles.



**Figure 1.3** : le style renaissance, théâtre de Constantine (S. MERDJI, 2010)

En optant pour ce style, on se soumettait implicitement à certaines règles générales :

- Le plan régulier : des angles droits, façades rectilignes, tracés rigoureux.
- L'alignement des baies à un même niveau.
- La symétrie par rapport à un axe médian.
- La proportion : pour être harmonieuses, toutes les dimensions d'un bâtiment doivent être des multiples d'un module de base.

En effet, les architectes de ce style voulaient cadrer l'appréciation de la beauté, par une relation directe entre les qualités formelles et les règles absolues imposés par l'ordre classique.

## 6. Caractéristiques de l'immeuble colonial du 19<sup>è</sup>m siècle

### 6.1. Des Façades assez indépendantes du plan

Le concept d'une "correspondance entre le plan et la façade en architecture, est une conséquence directe d'une interprétation réductrice des théories fonctionnalistes.

Une telle lisibilité n'est pas recherchée dans les bâtiments de style colonial du 19<sup>è</sup>m siècle, on peut par contre apercevoir une opposition marquée entre l'avant noble et l'arrière utilitaire, car la façade sur rue décorée, composée avec soin est le plus souvent construite en pierre taillée alors que la façade arrière est construite en brique et moellon.

Ainsi, plusieurs immeubles donnant sur les places publiques ou les grandes artères des villes métropoles, affichent un traitement hétérogène qui dissocie largement entre façade principale et secondaire. Autant la façade principale est riche et décorée, autant la façade secondaire est austère et moins ornée.

### 6.2. Hiérarchisation verticale

L'immeuble de la période coloniale du 19<sup>è</sup>m siècle est composé de différents types de logements distingués avant tout par leur taille, et leur nombre de pièces. Souvent, le mélange de ces différents types s'effectue selon un plan type d'étage répété à l'identique dans les différents niveaux, à l'exception d'un seul étage dont l'appartement s'étale sur toute la surface (figure 1.4).



**Figure 1.4** : Hiérarchisation verticale (S. MERDJI, 2010)

La différence entre les parties basses, médianes et hautes n'obéit pas seulement à une règle esthétique. Elle est souvent en correspondance avec une mise en ordre du programme. On peut déceler d'emblée une hiérarchisation verticale par une lecture de la façade de l'immeuble Haussmannien qui laisse apparaître un traitement spécifique pour chaque partie qui compose la façade. Ce principe d'organisation n'est pas nouveau, il régissait depuis la fin du 18<sup>em</sup> siècle l'immeuble de rapport en France, avec les commerces au rez-de-chaussée, le grand appartement bourgeois au premier, étage noble, puis des logements plus petits dans les étages supérieurs, jusqu'aux chambres de bonnes sous les combles.

### **6.3. L'importance de la façade**

La nature locative de l'immeuble de la période coloniale construit avant l'avènement du logement social, exigeait que l'apparence de l'immeuble soit traitée avec beaucoup de soins, car cela jouait à la fois sur son image et son usage. La façade était importante non seulement par la note d'originalité qu'elle pouvait conférer à des rues uniformes, mais aussi par la qualité des matériaux et par les soins apportés à leur mise en œuvre. La façade principale était destinée à traduire le statut social à la fois du propriétaire et du locataire et contribuer à l'ordre urbain, sans pour autant exprimer l'organisation interne des logements.

### **6.4. Décomposition de la façade**

Par des bandeaux de séparation qui marquent la division des étages. En en sus, La corniche supérieure marque le plus souvent une ligne de rupture entre deux plans de la façade, le plan inférieur, le mieux perceptible vue l'étroitesse des rues, est décoré avec beaucoup de soins, alors que le plan supérieur est moins servi en matière d'ornementation, (On ne cesse de remarquer la disparition dans le plan supérieur d'éléments architectoniques pourtant existants en bas de la corniche).

### **6.5. La symétrie**

Suivant un axe verticale pour marquer la cohésion et l'importance des éléments de compositions architectoniques (saillie, console, balcon, fronton...etc.).

### **6.6. La composition dans l'ordre urbain**

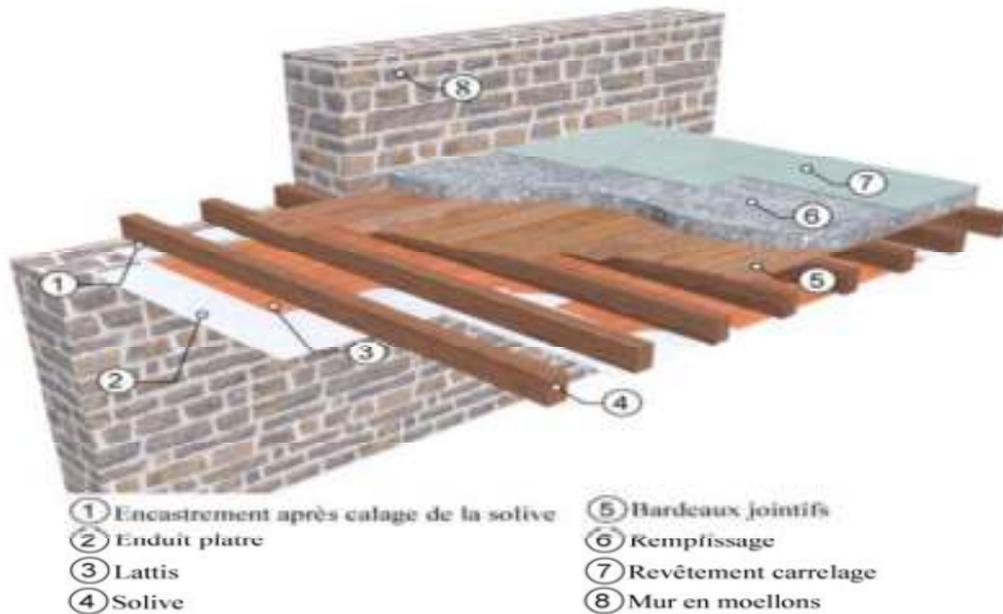
Loin d'être pris comme un élément isolé, l'immeuble est un maillon inextricable qui fait partie de l'îlot, dont la cohésion est assurée par l'alignement parfait par rapport à la rue ainsi que l'alignement des saillies (conformes d'un immeuble à un autre), la proportion des ouvertures et les bandeaux d'étages (les travées rythmés, les bandeaux des étages alignés, les hauteurs concordantes...etc.).

## **7. Etude typologique du bâtiment de la période coloniale**

**7.1 1ère catégorie** : édifier de grande partie durant la première période de développement de construction en particulier à partir de 1880 ils se situent notamment sur les grandes artères, ces bâtiments sont généralement réalisés en pierres avec planchers et escalier en bois en poutrelles métallique ou en hourdis en terre cuite. C'est à partir de 1930 qu'apparaissent les premiers bâtiments d'aspect architectural moderne. Ces immeubles sont construits traditionnellement (structures en béton armé et maçonnerie en briques) ces constructions sont bien insérées dans la trame urbaines existante et constituent des ensembles homogènes regroupent parfois plus de 100 logements.

**7.2 2ème catégorie** : les premiers grands ensembles sociaux ont été réalisés à la périphérie de la ville (1948- 1969). Les ensembles de par la solidité de leur construction elles ont bien résisté au temps et sont bien intégrés au tissu urbain.

**7.3 3eme catégorie** : les nouvelles zone d'habitat qui présentent la plus grandes partie de patrimoine public existant a été initiée depuis 1969 et dont l'objectif visait surtout l'amélioration du confort de logement notamment au plan des surfaces afin de mieux répondre au besoin induit par la taille des ménages .Sur ces statistiques il figure bien que l'âge de construction peut nous donner des idées sur les matériaux de construction utilisés et le système structural.



**Figure 1.5** Plancher à ossature en bois.

En effet le patrimoine colonial bâti a connu une multitude de périodes de construction caractérisées par des systèmes constructifs différents et diversifiés, spécialement ce que nous avons comme étude de cas, des structures traditionnelles avec des murs porteurs en maçonnerie et des planchers en bois ou en voutain (figure 1.5et1.6) qui ont fus la maçonnerie adaptée pour des siècles pour sa réalisation. (*L. MAMMAR, M. MOULI, 2009*)



**Figure 1.6** Plancher à voutain avec brique creuse et profilés IPN.

Sur la base de l'analyse de l'architecture de la période coloniale on arrive à bien lire et comprendre les relations qui interviennent dans chaque typologie édificatrice et structurelle, tout cela afin de pouvoir intervenir dans le construit en préservant son caractère.

### 8. Etat des lieux du bâtiment colonial (pathologies)

Le bâtiment de la période coloniale présente des signes inquiétant de vieillissement qui nécessite une intervention urgente.

Le présent tableau (tableau 1.1) nous donne un classement général des pathologies.

Elles y sont classées en trois grandes catégories ; physique, mécanique et chimique, avec en complément le détail de leur typologie et de leur origine. L'étude de ces pathologies constitue une étape majeure dans le processus de la réhabilitation que nous aborderons en aval notamment au stade de l'élaboration du diagnostic, étape déterminante dans la définition des interventions à mener sur le bâtiment.

**Tableau 1.1** : classification générale des pathologies

Famille	Lésions	Types
Physique	humidité	Capillaire/de filtrage/de condensation/de travaux
	Saleté	Par dépôt/par nettoyage différentiel
	Erosion	Météorologique
Mécanique	Déformation	Tassement/effondrement/flambement/flèche
	Fissures	Par charge/par dilatation-contraction
	Fissures superficielles	Par support/par finition
	Détachement	Finition continue/finition par élément
	Erosion	Coup/ frottement
Chimique	Efflorescence	Sels solubles cristallisés/réactions chimiques avec sels
	Oxydation	Oxydation superficielles
	Erosion	Oxydation préalable/immersion/aération différentielle/paire galvanique
	organisme	Présence et attaque des animaux/présence des plantes
	Erosion	Pollution

L'ensemble des immeubles de la période coloniale se trouve actuellement dans un état alarmant de dégradation tel que le montre les cas suivants :

**A l'extérieur :**

- Humidité permanente et suintements de condensation entraînant une corrosion externe et décollement des enduits (figure 1.7.a).
- Façades en état délabrés nécessitant un ravalement ;
- Prolifération de végétation par manque d'entretien engendrant la fragilisation des murs par des fissures ;
- Dégradation d'étanchéité sur les combles non-aménageables et accumulation de l'usure sur la toiture de type charpente traditionnelle (figure1.7.b).
- Décollement des revêtements suite à la corrosion des aciers (figure 1.7.c) ;
- Les désordres observés sur les balcons en béton correspondent à des fissures, des épaufrures et des zones d'éclatement accompagnées de la mise à nu des fers (figure1.7.d).
- Intégration d'équipement de climatisation fragilisant la structure.

**a-dégradation de crépi extérieur****b-dégradation d'étanchéité****c- corrosion des aciers****d- désordre sur le balcon****Figure 1.7 :** désordres observés à l'extérieur (*s, soukane, 2012*)

**A l'intérieur :**

- Partie commune (escalier) dans un état de dégradation avancé avec renforcements provisoires (figure 1.8.a);
- Fuites aux joints et aux assemblages : cela résulte du vieillissement des matériaux et à leur dégradation, à des emboîtages dus à des chocs, des descellements de support ou des mouvements du bâtiment ou des canalisations (figure 1.8.b).



a-Partie d'escalier commune.



b-Zone des installations dégradée

**Photo 1.8** : dégradation et décollement causés par l'eau (s.soukane, 2012)**9. Le Principe du déroulement méthodologique de la réhabilitation**

La conduite de projet est devenue l'un des outils essentiels de la réhabilitation du patrimoine bâti. Dès lors que la décision d'intervention est prise, une mission est confiée à une équipe pluridisciplinaire, qui va conduire une série d'investigations sur le site en vue de faire émerger des scénarios d'intervention. Le principe repose sur une démarche séquentielle où l'on ne peut passer à une phase tant que la précédente n'a pas abouti. La participation et l'adhésion de tous les acteurs sont nécessaires à la réussite du projet. Cette connaissance passera par trois phases principales à savoir le pré-diagnostic, les études pluridisciplinaires et le diagnostic.

**9.1. Le pré diagnostique**

C'est le point de départ d'une opération de réhabilitation, elle consiste en une première approche du bâtiment, de ses valeurs (architecturale, esthétique, historique...) et de ses problèmes, qu'ils soient d'ordres constructifs (désordres structurels) ou d'habitabilités. Grâce à une première inspection du bâtiment au cours de laquelle on tente de découvrir le système constructif utilisé (typologies), les valeurs architecturales qui le caractérisent, les pathologies qui l'affectent et la problématique sociale qui lui est associée. (*Méthode réhabimed, 2005*)

L'observation visuelle des désordres permet une évaluation de l'état de conservation du bâtiment, son classement par degré d'altération et enfin une évaluation des moyens à mettre en œuvre pour sa réhabilitation. Parallèlement à l'inspection le diagnostiqueur doit investiguer sur le statut légal du bâtiment afin de connaître les obligations et les restrictions dont il est l'objet (classification, autorisation et affectation de la planification urbanistique, degré de protection, hypothèque, recensement, etc.), le degré de protection patrimoniale de

la zone et/ou du bâtiment ainsi déterminer les statuts légaux des occupants du bâtiment (logement occupé, sous-loué...).

## 9.2. Etude pluridisciplinaire

Ce travail passe par une série d'investigations fines et croisées, qui portent non seulement sur les aspects techniques (état du bâti, caractéristiques des matériaux, le différent désordre qui affectent le système constructif et l'origine des altérations ...), mais aussi sur tous les éléments qui confèrent au lieu une certaine valeur d'usage ; l'attachement des habitants à leur logement, la présence de réseaux familiaux, la mémoire collective... L'écoute de l'habitant et l'observation du site sont essentielles pour saisir ces aspects. C'est pourquoi la réhabilitation commence en général par une enquête sociale menée à domicile, auprès de chaque famille qui vise à recueillir des données précises sur le logement et sur ses conditions d'occupation, sur les revenus des ménages et sur leurs souhaits éventuels de relogement. Mais elle est aussi l'occasion d'accumuler des connaissances sur l'histoire du bâtiment, sur les systèmes de voisinage et de solidarité existant.

Afin de prendre en compte la multiplicité des enjeux soulevés par la réhabilitation, un temps conséquent est destiné à l'analyse de l'existant. Des professionnels (architectes, technicien, sociologues, économistes...) regroupés en équipes pluridisciplinaires sous la responsabilité d'un chef de projet, mènent pendant plusieurs mois des enquêtes de terrain, en vue de parvenir à un agencement cohérent de propositions spatiales et sociales. Sur la base de cette connaissance fine de l'objet d'étude, le chef de projet et son équipe formulent des hypothèses sociales et spatiales, plus que des propositions figées. Il s'agit en effet de provoquer et de nourrir le débat public sur l'avenir de ces bâtiments, avant de passer à sa réhabilitation. Différents scénarios peuvent être proposés. A travers ces ébauches, il s'agit de poser les questions fondamentales qui vont éclairer les choix du maître d'ouvrage pour la réhabilitation, ces études pluridisciplinaires comprennent le domaine historique, social, économique et architectural (*méthode réhabimed, 2005*).

### 9.2.1. Domaine historique (Etude historique et documentaire)

Elle permet d'enquêter dans les sources documentaires afin de compiler les informations qui permettront au diagnostiqueur de comprendre le bâtiment et ses transformations, identifier ainsi l'originalité de la construction et son évolution à travers le temps (*E.Rouger 1998*).

Il s'agit de collecter:

- Les textes et les récits qui décrivent l'architecture de l'ouvrage, sa composition en plan, son usage, le nombre d'étage, ses matériaux, la description de son environnement, etc.
- Les documents graphiques anciens (plan, coupe, élévation, plan cadastrale...)
- Les photos anciennes de l'intérieur ou de l'extérieur de la construction, qui permettent d'avoir une idée de l'état de celle-ci à une date antérieure, les dessins (croquis, aquarelle...), les anciennes vues aériennes de la zone d'étude.

### 9.2.2. Domaine architectural

Afin de comprendre le bâtiment dans toute sa consistance architecturale plusieurs relevés d'état existant sont effectués, qui nous permettent de comprendre l'œuvre architecturale, toutefois ces relevés ne sont pas de simples opérations de mesurage fidèle à l'existant, mais constituent plutôt une banque de données nécessaire pour l'analyse architecturale et technique du bâtiment ainsi que la compréhension de celui-ci.

Ce domaine permet la connaissance des valeurs architecturales du bâtiment (l'intégration dans le lieu, la configuration spatiale, la structure singulière, les types d'ornementation, etc.), les matériaux utilisés, les techniques constructives mises en œuvre, les lésions qui l'affectent, ainsi permet de retrouver les phases de construction qu'a connu

le bâtiment et les traces de reprise et de transformation (entretien, réhabilitation...) (F. Journot 2004).

Le dessin du relevé doit être clair précis capable de restituer toutes les informations nécessaires pour la compréhension du bâtiment, dans toutes ses dimensions à partir desquelles on peut reproduire des plans en deux ou en trois dimensions (J.P. Saint aubin 1992).

### **9.3 Les différents relevés**

Cette étape comprend la reconnaissance des éléments structurels et constructifs du bâtiment ainsi que l'observation de ses lésions, ces principales étapes sont les suivantes :

#### **9.3.1 Relevé métrique**

Le relevé métrique s'effectue au niveau des blocs choisis avec la prise de mesures dans les 3 dimensions sur site, ce relevé nous permet d'illustrer les détails de la construction.

#### **9.3.2 Relevé des désordres**

Il consiste à réaliser une cartographie complète et précise des désordres visibles, qui affectent le bâtiment principalement les murs porteurs et les planchers. Elle permet de mieux comprendre les origines des déformations et les causes de dégradation et déterminer avec précision les fissures, le gonflement des murs, les traces d'humidité et le degré des salissures indiquant leur emplacement, leur sens, leur dimension ; L'ensemble de ces données nous permet d'avoir une idée précise sur l'état de conservation de l'immeuble et son degré d'altération et de stabilité au moment du relevé.

#### **9.3.3 Relevé des matériaux utilisés et les techniques de leur mise en œuvre**

Il consiste à déterminer les caractéristiques des matériaux constitutifs du bâtiment, leur nature, leur dimension, leur propriété physique, chimique et mécanique, leur état de conservation et leur degré d'altération. Ce relevé nous permet de détecter les pathologies qui affectent les matériaux et les facteurs responsables de leur altération (pollution, climat, mouvement sismique, gel-dégel, mouvement du sol, action de l'eau...), ainsi révéler les différentes interventions qu'a connu le bâtiment (entretien ou réhabilitation antérieure par exemple), au cours desquelles d'autres matériaux ont été utilisés sans une connaissance préalable de leur compatibilité physique ou chimique avec les matériaux d'origine.

#### **9.3.4 Relevé des différentes installations**

Il s'agit de relever l'ensemble des installations des différents équipements (eau, gaz, électricité...), et détecter les différents éléments rajoutés au cours de la vie du bâtiment, afin de s'adapter aux besoins de confort. Ce relevé permet de déterminer les carences que présente cet immeuble en matière d'équipement (installation électrique défectueuse, l'inexistence et ou défaillance du réseau d'assainissement) et l'incidence des installations rajoutées sur le comportement physique, stabilité et esthétique de l'ouvrage.

### **9.4. Analyse et diagnostic**

L'étape du diagnostic implique un travail de synthèse et de réflexion critique qui est fondé sur les études pluridisciplinaires ayant été réalisées au cours de l'étape antérieure (*bureau veritas 1993*).

Le but du diagnostic est de compiler les informations relatives au projet, et évaluer l'état de conservation du bâtiment et d'en déterminer les besoins des habitants ainsi que les remèdes (*J. Coignet 2003*), sur la base de cette première évaluation on peut avoir une vision globale du bâtiment et confirmer les hypothèses envisagées au début des études

pluridisciplinaires à travers des observations et des tests, à la fin de cette étape il est nécessaire de dresser un rapport afin de fixer l'information. (ANAH 1984)

### **9.5 Proposition de solution**

En commençant les travaux sur le bâtiment, ce dernier gagne déjà à être réhabilité. Cette initiative permet par suite d'augmenter sa performance.

La valeur de cette intervention sera estimée donc selon la technologie adaptée et la préparation faite auparavant dans la phase de compréhension du projet.

Les techniques de réhabilitation se font dans l'intervalle d'exigence et la nature de désordre.

Dès que l'ensemble des agents seront regroupés, les travaux sur le chantier commencent, il reste donc de conserver le déroulement du projet entre l'intervalle du coût, qualité et délais déterminés par le cahier de charge.

## **10. Conclusion**

A la fin de ce chapitre, nous concluons par dire qu'il faut savoir que la réhabilitation qui touche l'ancien bâti doit se baser sur certaines normes qui définissent la fragilité et la délicatesse de l'intervention proposée pour donner un bon résultat de remèdes.

L'architecture du bâtiment colonial se différencie selon la région et la période. Dans chaque cas traité, nous avons besoin de connaître le style, la période et la matière première de réalisation. Les pathologies peuvent être manifestées en différentes formes, l'objet qui nécessite de les cadrer selon les vraies causes (effets et aléas extérieurs) et d'interpréter la manière dont elles s'étaient produites.

Pour savoir par où commencer et quelle intervention privilégier et dans quel ordre on réalise, on a recours à la méthode de diagnostic connue dans le secteur réhabilitation qui a été détaillée précédemment.

Nous allons traiter dans le chapitre suivant le cas de la mairie de la ville de Ghazaouet, ce bâtiment propose un bon cas d'étude à cause de sa richesse de pathologies repérées sur la totalité de ses éléments. Nous allons donc définir le 'carnet d'identité' du bâtiment supposé le premier facteur à identifier dans le déroulement de la méthode de diagnostic.

## 1. Introduction

Le chapitre précédent nous a donné une introduction générale sur la technique de réhabilitation et les processus de son élaboration. Nous allons donc initialiser cette démarche pour faire une étude sur un cas d'un bâtiment colonial situé dans la ville de Ghazaouet :

-notre bâtiment donné est connu comme " l'ancienne mairie" de la ville de Ghazaouet, nommée " l'hôtel de la ville". Ce bâtiment présente un cas très riche de désordres, vue sa vétusté et son implantation dans un environnement agressif (ville marine).

Ce chapitre se compose d'une étude diagnostique de la mairie de Ghazaouet, cette étude s'organisera dans les démarches suivantes :

-Description analytique et chronologique du bâtiment sur son milieu urbain

-Diagnostic architecturale et typique du bâtiment ;

-Les différents relevés architecturaux et métriques ;

-L'analyse typologique et description des matériaux utilisés dans la construction.

Nous concluons notre chapitre par regrouper toutes ses informations sur un carnet d'identité qui nous facilitera la tâche dans l'étape suivante.

## 2. La Démarche du diagnostic

Ce travail passe par une série d'investigations fines et croisées, qui portent non seulement sur les aspects techniques ; mais aussi sur tous les éléments qui confèrent au bâtiment une certaine « valeur d'usage » :

-l'attachement des habitants à leur logement et à leur quartier, la présence de réseaux familiaux, la mémoire collective...

-L'écoute des habitants et l'observation du site sont essentielles pour saisir ces aspects « Sensibles » du territoire.

C'est pourquoi on a commencé par une enquête sociale menée à domicile, auprès de familles qui habitent le bâtiment. Cette enquête vise à recueillir des données précises sur les conditions d'occupation, sur les revenus des ménages et sur leurs souhaits éventuels de relogement. Mais elle est aussi l'occasion d'accumuler des connaissances sur l'histoire du peuplement du quartier, sur les systèmes de voisinage et de solidarité, sur le fonctionnement des équipements culturels et sociaux, sur les usages de la voirie et des espaces publics, sur les activités économiques formelles et informelles existant sur le site...

Ainsi que cette première phase du travail consiste à identifier « l'intelligence du territoire » à réhabiliter, autrement dit ce qui fait sa spécificité dans l'ensemble urbain auquel il appartient et qui éclaire les enjeux faites au plus tard.

### 2.1 La phase de pré-diagnostic

Lors de notre intervention, nous avons commencé par nous rapprocher des différents organismes (Bibliothèque de la ville, bureaux d'étude régionale) susceptibles de nous fournir les données graphiques et écrites ou des témoignages que nous pourrions mettre à profit au cours des analyses du diagnostic. Après avoir établi un premier contact avec les habitants, nous sommes parvenus à procéder à plusieurs visites sur site au cours desquelles nous avons pu :

- ✓ Prendre connaissance des lieux (les multiples éléments composant le site) ;
- ✓ Procéder à un relevé architectural et métrique ;
- ✓ Procéder à un relevé photographique des différents blocs et de leurs différentes parties intérieures et extérieures ;

- ✓ Nous entretenir avec le personnel responsable des lieux dans le but d'évaluer la situation actuelle de cette mairie et de recueillir un complément d'informations en plus de celles recueillies.

Dans un second lieu, nous nous sommes également rapprochés du Centre d'Archives (bibliothèque) de Ghazaouet, où, nous avons pu mettre la main sur différents documents originaux, écrits et graphiques.

A l'issue de ces différentes initiatives, un nombre conséquent d'informations et d'orientations ont été recueillies. Sur leur base, nous avons pu entamer une analyse approfondie des différents paramètres inhérents au cas d'étude dans la phase du diagnostic.

### 3. Description de la mairie de Ghazaouet

#### 3.1 Type du bâtiment

Ce type fait partie des Bâtiments officiels de la période coloniale qui sont en générale des éléments structurants aux espaces publics (figure2.1).

Ses bâtiments ont été construits pour le rôle à donner des repères pour la ville et enrichie sa fonction par rapport à sa taille pour distinguer le développement de la colonie.

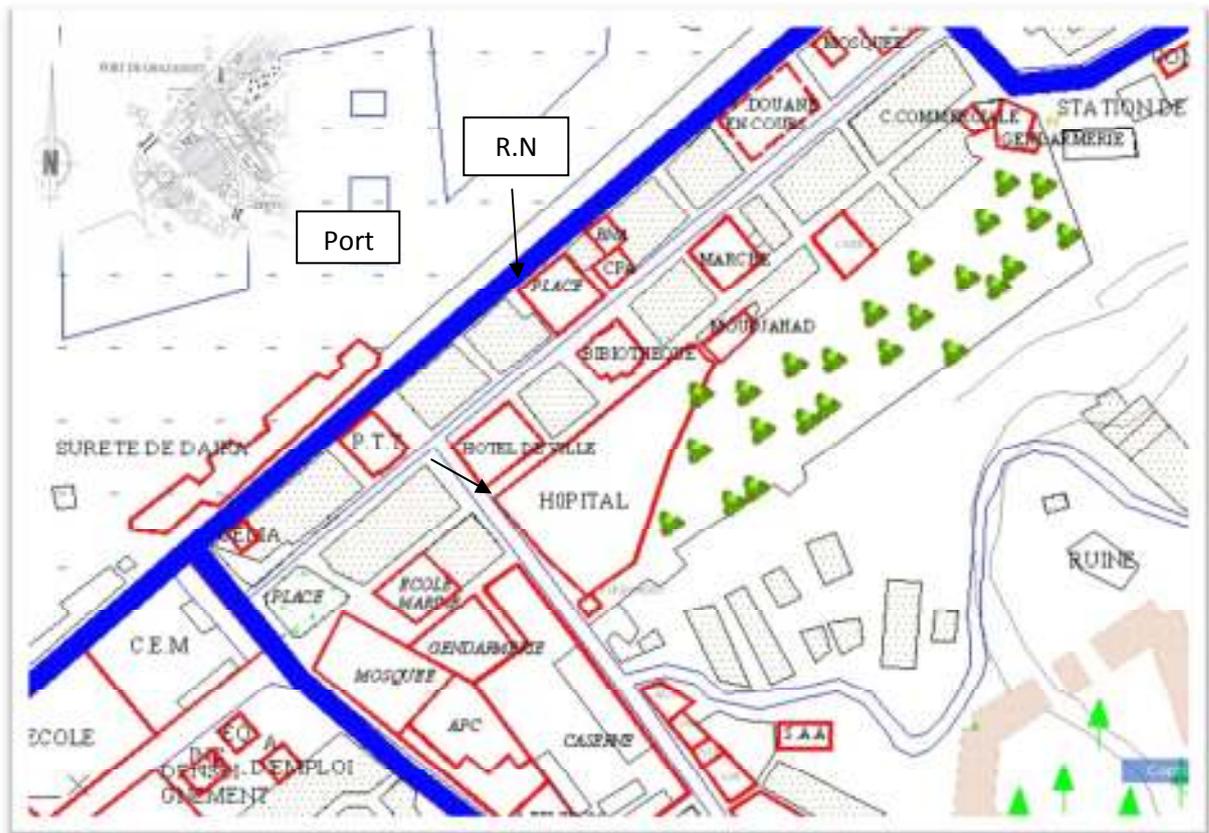


**Figure2.1** : vue globale du bâtiment

#### 3.2 Sa position géographique :

Ce bâtiment est situé à la ville de Ghazaouet, c'est une ville marine située à l'extrémité de l'ouest Algérien connue par son port méditerranéen (port de Ghazaouet). la figure 2.2 présente un extrait du plan d'état du fait, tiré du plan global d'aménagement et d'urbanisme de la ville de Ghazaouet.

Ce plan présente la nature du bâtiment (équipement existant) et sa délimitation par rapport aux avenues (routes nationales) de voisinage. On peut constater que la configuration d'urbanisme est répartie parallèlement par rapport au quai du port.



**Figur2.2** plan d'état du fait (source, plan global d'aménagement et d'urbanisme de la ville de Ghazaouet).

### 3.3 Sa localisation géographique :

Il est localisé au centre-ville entre les rues la république et Amir Abdelkader(Echouhada) (figure2.3). ces point de latitudes sont définis comme suite :

- Latitude nord : 35° 06, 00, Nord
- Longitude ouest : 1° 52, 21, Ouest



**Figure 2.3** Localisation du bâtiment

La carte ci-dessous met en exergue la localisation par rapport à ces différentes composantes urbaines. (Figure2.5).



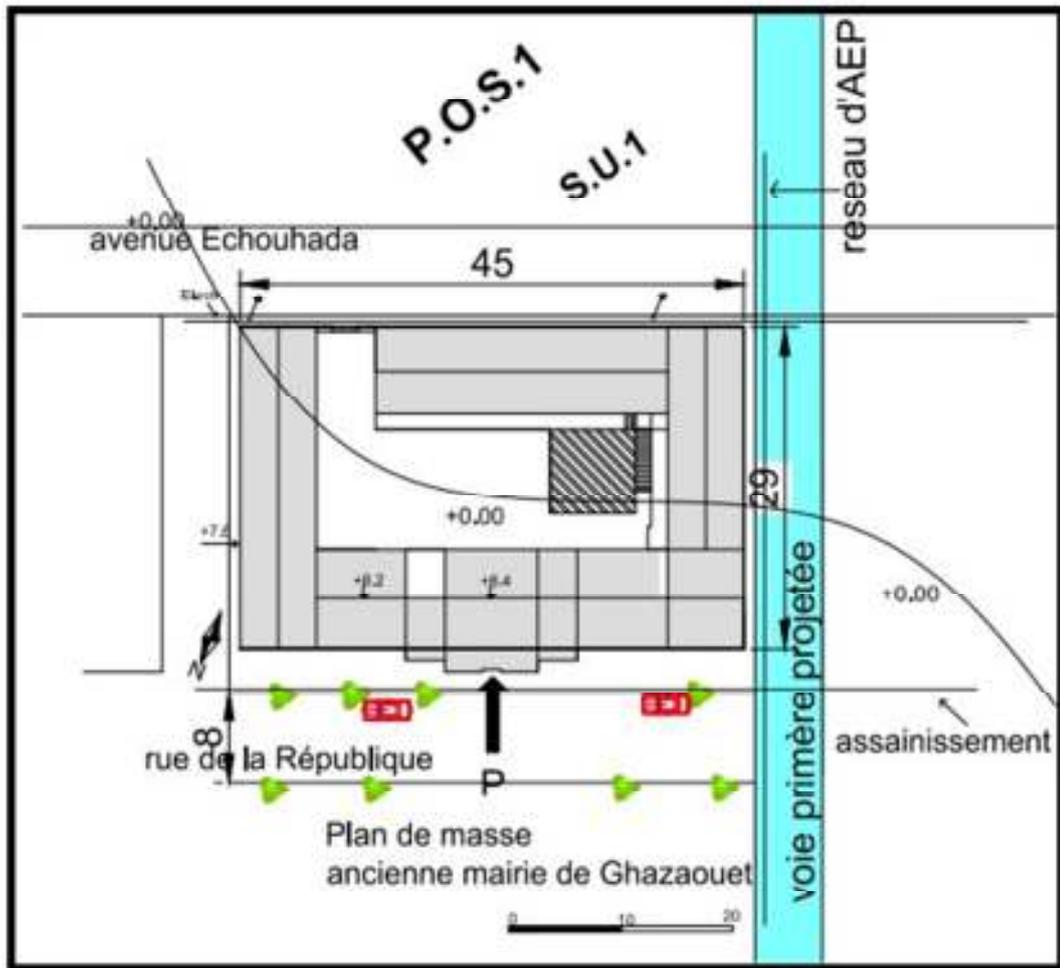
- |  |   |   |
|--|---|---|
|  ALZENC               |  APC Ghazaouet                   |  L'Hôpital |
|  Le Port de Ghazaouet |  Le Port des voyageurs           |  L'Eglise  |
|  La Douane Algérienne |  L'ancienne mairie (cas d'étude) |   |

**Figure2.4** : projection sur Ghazaouet par satellite

### 3.4 Les relevées métriques

Ce plan de masse (figure 2.5) est compris des détails de PDAU de révision pour la commune de Ghazaouet (horizon 2030) qui indique :

- schéma des voiries : le bâtiment est implanté au voisinage de la route nationale ;
  - plan secteur urbanise réglementaire (S.U.1).
  - schéma directeur d'AEP, assainissement et électricité ;
  - plan occupation sol POS à terme de référence : réhabilitation et rénovation ;
- Ces point définie d'avantage l'importance d'îlot, les installations existants d'état de fait.
- L'immeuble fait 45m selon l'axe x et 29m selon l'axe y soit 1305 m<sup>2</sup>, la surface bâtit est de 882 m<sup>2</sup>, construites en premier lieu sous forme de U ;
  - La cour située à l'intérieur de l'immeuble est de 384 m<sup>2</sup> de surface ;
  - la hauteur du bâtiment est de 7,6 m au niveau de l'ossature avec la toiture type ferme en tuiles mécanique et charpente traditionnelle en bois d'une élévation de variable avec une pente de 15 % ;
  - la hauteur de chaque étage est de 3,8 m.
  - plan qui donne la configuration de pose des fermes, le type de perspective du bâtiment (totale) et la délimitation régulière des bornes du bâtiment sur le plan d'implantation orthogonale (maillage d'urbanisme libre pour les tracés des voies et îlots).



**Figure2.5** : Plan de masse

Les autres relevés métriques sont regroupés sur un plan RDC, étage et un plan d'élevation façades qui présentent des valeurs mesurés sur place. La quantité de ses valeurs se varient selon la contrainte d'accès dans les blocs (page 24, 25, 26).

### 3.5 Attribution et délimitation des blocs :

La structure se compose de quatre blocs :

- la partie en vert est le premier bloc (bloc A) de l'école primaire qui contient des classes et des bureaux administratifs avec une cage d'escalier commune, il se compose de RDC et 1<sup>er</sup> étage.
- La partie en rouge (bloc B) est destinée pour usage comme un complexe administratif à l'époque (depuis 1881).
- La partie en bleu (bloc C) fait le reste des classes de l'école.
- la partie en jaune (bloc D) est une extension des classes avec les sanitaires.

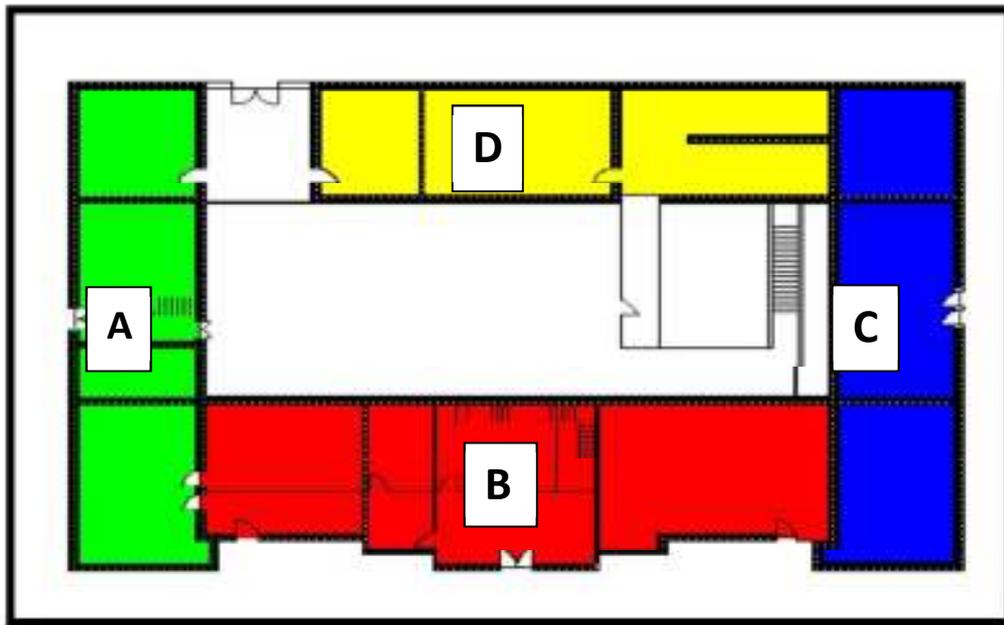
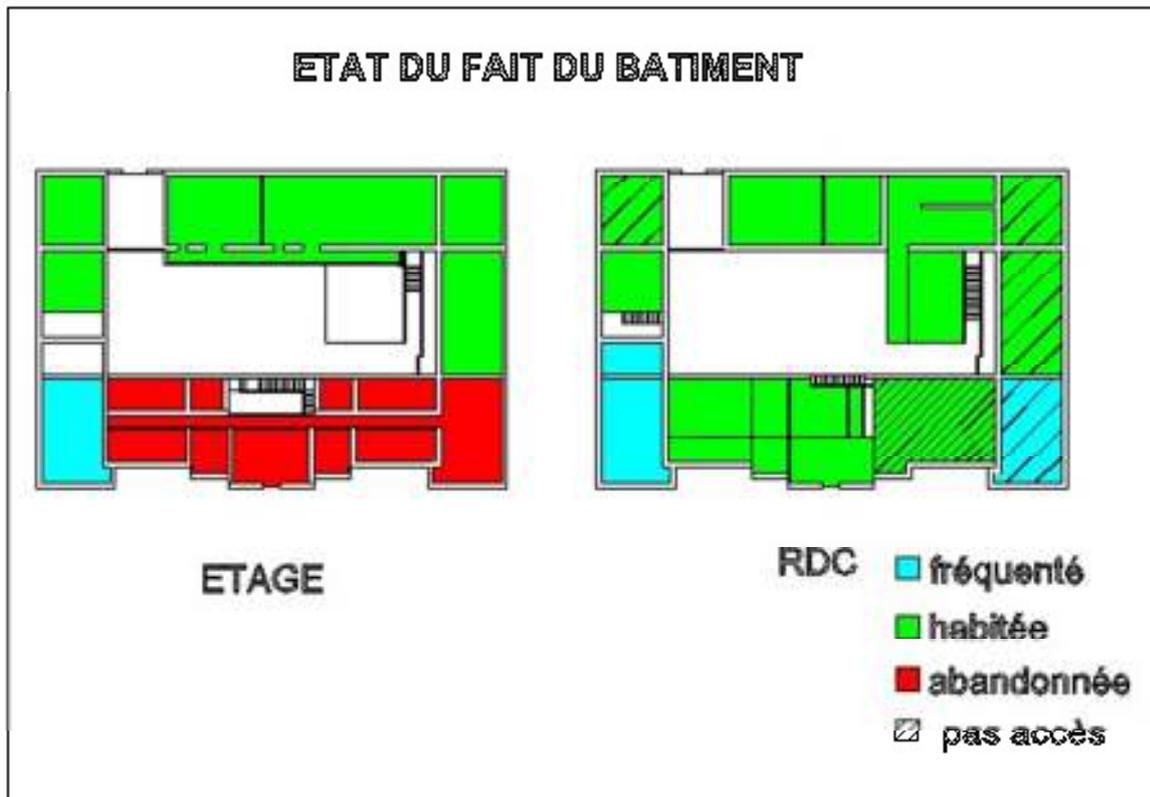


Figure 2.6 : indication des blocs

### 3.6 Identification des usagers du bâtiment (état du fait)

L'ensemble du bâtiment est composé par des classes et chambres, ses derniers ont été modifiés selon le besoin des logeurs.

La partie verte indique la zone habités par des familles à nos jours et qui est mieux entretenue (figure2.10).



**Figure 2.7:** état actuel du bâtiment

### 3.7 Occupation des locaux

Ce bâtiment a une surface habitable totale d'environ 1305m<sup>2</sup>. Les blocs concernés par les travaux représentent 55% de cette surface totale soit 718m<sup>2</sup>.

La répartition des espaces libres ou occupés est disparate d'une zone à l'autre de l'immeuble et aucun étage n'est entièrement libre.

### 4. Etude de l'environnement

Notre projet évolue dans un environnement mixte, urbain dense, et naturel spécifique. Aussi, l'analyse de l'interactivité relationnelle qui peut exister entre notre site et cet environnement nous permettra sans nul doute de tirer des conclusions qui pourront nous aider à apporter des réponses effectives quant à l'état physique de notre bâti.

La spécificité de l'environnement naturel dans lequel évolue le bâtiment, vient de leur proximité avec la mer. Le site étant exposé à cet élément naturel, il est constamment soumis à ces effets, à savoir un air humide gorgé d'embruns marins. Ces derniers sont connus pour être fortement abrasifs et nuisibles pour les matériaux.

### 5. Analyse et chronologie au milieu urbain :

L'architecture adaptée est de même style pour ces constructions pour toute la ville de Ghazaouet (classicisme) (figure2.8) sauf les premiers résidences qui sont de l'architecture haussmannienne (riche en décoration) pour améliorer la condition de la vie de la nouvelle population qui n'était pas sûr de son implantation en Algérie.



**Figure 2.8:** ville de Ghazaouet

### 5.1 Historique du bâtiment

Construit en 1881-1882 par le service de la voirie départementale, l'hôtel de ville a été sous la responsabilité de de M. Clément Dréveton, maire de Nemours à l'époque colonial et conseiller général de la 22ème circonscription de ville de Tlemcen et celui d'Oran .

Occupant tout un îlot et englobant à l'époque l'état civil, la justice de paix créée en 1874 et installée en 1882, le commissariat de police en 1887, les impôts et l'école de garçons, elle a de tout temps été un bijou en matière d'architecture , l'endroit le plus visité de la ville mais aussi un repère pour tous les habitants(figure2.6).



**Figure 2.9 :** la mairie de Ghazaouet en 1905.

## 5.2 Historiques de la ville

L'histoire de la ville de Ghazaouet remonte aux Romains qui étant frappés par la beauté des deux grands rochers émergeant au sein des flots à l'ouest de la rade l'avaient baptisé "Ad Fratres" (Les Deux Frères).

La ville est connue à travers beaucoup d'appellation : Ghazouanah, Djemââ El Ghazaouet, Touant, Nemours puis Ghazaouet.

En 1846 une ordonnance Royale porte la création de Nemours du nom du Duc de Nemours c'était quelques années après le début de la colonisation Française de l'Algérie en 1830, Nemours qu'on appelait alors Djemââ El Ghazaouet.

La construction de la ville est faite dans une époque où il y avait une révolution dans le domaine d'architecture en France (la révolution industrielle et économique) il s'agit donc d'une ville colonisée, les projets entrepris en dessous de méditerrané devaient impérativement s'accommoder avec une politique de colonisation qui vise à montrer un écart de civilisation, et une suprématie dans les moyens de développement et de défense. Par la réutilisation du même vocabulaire architectural et urbain (figure2.11) entrepris en métropole (en Europe).



Figure 2.11 : vue générale de Ghazaouet 1905

## 6. Etude pluridisciplinaire

Au cours de cette étape nous allons exploiter les données et les informations recueillies dans la phase du pré-diagnostic à travers une analyse pluridisciplinaire approfondie. A son issue, cette dernière nous permettra de bien identifier les différentes pathologies, leurs natures et leurs origines.

### 6.1 Visite du lieu (inspection oculaire)

En basant sur notre visite, la première constatation nous permette de dire que l'état du bâtiment est très sensible par rapport aux ouvrages construits à la même époque.

Après la construction d'une nouvelle commune en 1987 et déménagement totale des services, le bâtiment a été occupé par des familles, par suite, tellement il n'y avait pas de maintenance, le niveau de désordres a accéléré d'une façon remarquable pour la dernière décennie.



a-Façade principale (bloc B)



b-façade ouest (bloc A)



c-façade est (bloc C)



d-façade postérieure

**Figure 2.12:** les quatre côtés de bâtiment

On remarque pour l'ensemble du bâtiment :

- La perspective : le bâtiment manifeste les quatre façades vers les rues de voisinage, la façade principale fait partie de la rue Gambetta (rue de la république maintenant) (figure 2.12).
- Le bâtiment, considéré l'hôtel de la ville à l'époque et parmi les repères plus remarquables en ajoutant les l'église, la caserne des douanes, l'hôpital militaire et bien évidemment l'ancien port mené de la voie ferrée.
- L'alignement horizontal des baies à même niveau (RDC) et verticale avec le niveau supérieur.
- La symétrie par rapport à un axe médian localisé à l'entrée de façade (façade principale).
- La proportion : pour être harmonieuses, toutes les dimensions d'un bâtiment sont des multiples d'un module de base déterminé par la configuration des travées et des baies d'une valeur de 20 cm pour valeur constructive (valeur mesurée réellement inclus les ouvertures) et de 30 cm avec décorations et ornements.

## 6.2 Analyse Typologique

Ce type de construction fut adopté dans plusieurs quartiers de la ville grâce au caractère d'urgence qui régnait à cette époque. Il fallait construire rapidement pour les nouveaux immigrants qui affluaient de France et d'un peu partout de l'Europe.

A ce type d'immeubles revient le mérite de l'apparition pour la première fois dans le paysage algérien des persiennes (volets) en bois pour diminuer la luminosité ainsi que la grande fenêtre sur rue. Elles feront ensuite partie intégrante de notre paysage, jusqu'à nos jours.

La façade est en pierres taillées couverte en plâtre. Elle est munie de légers refends horizontaux qui se superposent parallèlement sur toute la largeur de la façade.

Les consoles sont moins présentes, mais les encadrements de fenêtres et les frontons persistent sont les seuls éléments de décors de l'immeuble (figure 2.13).



**Figure 2.13** : typologie d'architecture

## 6.3 Analyse architecturale

### 6.3.1 Les couronnements et les corniches

Ce sont des éléments tellement récurrents que l'on peut les voir sur l'ensemble des immeubles coloniaux du 19<sup>e</sup> siècle. Ils contribuent à la cohérence de l'ensemble et accentuent l'effet de l'alignement. Les bandeaux marquent sur la façade les limites des étages (figure 2.14 en dessous).

Le couronnement est chargé d'abriter le mur de la pluie et de relier ses parements. Il peut être constitué de pierres de taille, de lauzes, de briques ou de pierres, d'une arasée de mortier hydraulique, ou de tuiles scellées (figure 2.14).



**Figure 2.14** : couronnement et corniche.

### 6.3.2 Les Consoles

Éléments décoratifs moulés, ils sont presque toujours présents dans les immeubles aux balcons filants. La forme la plus répandue est celle de la console convexe au sommet presque circulaire et décorée de feuilles et lignes de feuillage

Les consoles nous donnent l'impression de supporter les balcons en saillies (figure 2.15). Le balcon est muni de deux consoles de type néo haussmannien



**Figure 2.15** : les consoles

On les trouve aussi en dessous de la supérieure corniche (couronnement) (figure 2.14), elles sont placées tout à l'entour du bâtiment, elle est de type classique (petite)

### 6.3.3 Le Chaînage Verticale (chaîne d'angle)

Il s'agit d'un élément structure que l'on remarque sur les côtés des façades offrant un encadrement vertical à celle-ci ; des pierres de taille de forme rectangulaire, de dimensions superposées avec un léger relief, et des séparations horizontales de 60 cm en moyenne sont fortement marquées (figure2.16).



**Figure 2.16** : chaînage verticale (chaîne de refend)

### 6.3.4 Les Fenêtres

Des ouvertures cadrées par la pierre taillée et menées par des dalles saillante qui couronnent le bas et qui marque la hauteur d'allège. Cette dernière est d'une valeur de 1 m sur la façade principale et l'étage, de 1.7 m sur les façades des classes (figure2.17).



**Figure 2.17** : les appuis de fenêtres

### 6.3.5 Le Fronton

C'est un couronnement d'édifice ou de corps d'édifice composé d'une corniche rectiligne et deux corniches obliques se raccordant en formant un triangle (figure 2.18), dont l'espace intérieur appelé tympan fait place à nomination du bâtiment (l'hôtel de ville).



Figure 2.18 : le fronton

### 6.3.6 Le Balcon

Il est construit en dur: en brique puis en pierre de taille (figure 2.19). Cette disposition va permettre aux immeubles de ne pas finir avec les façades plates et rectilignes.



Figure 2.19 : le balcon

## 6.4 Analyse Spatiale

### 6.4.1 Décomposition de la façade

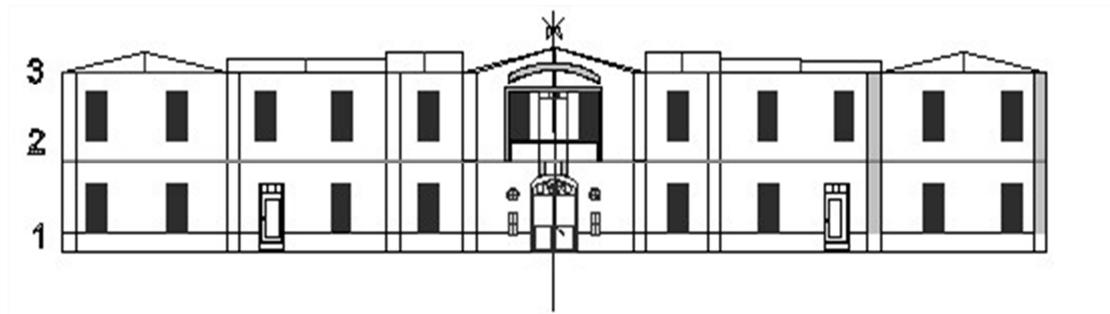
La division des étages s'est fait avec la ligne de la corniche. La corniche supérieure (couronnement) marque le plus souvent une ligne de rupture entre façade et toiture, la façade est décoré avec simple encadrement des baies (fenêtres et portes), ce style est marqué sur les trois principales façades de l'immeuble.

### 6.4.2 La symétrie

Suivant un axe verticale pour marquer la cohésion et l'importance des éléments de compositions architectoniques (saillie, console, balcon, fronton...etc).

### 6.4.3 La composition dans l'ordre urbain

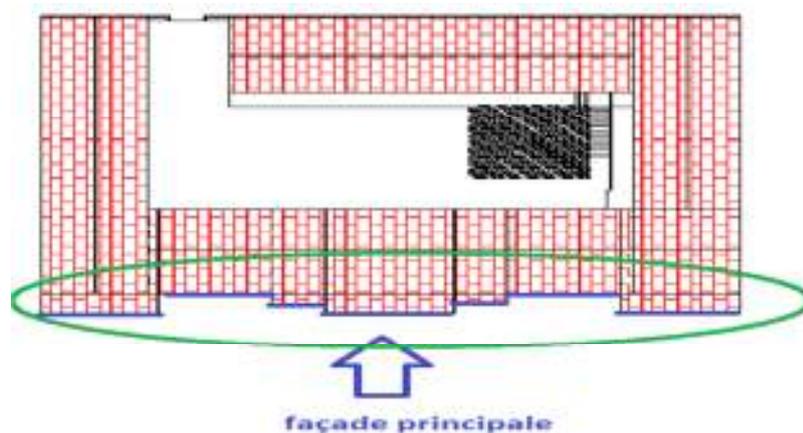
Loin d'être pris comme un élément isolé, l'immeuble est un maillon inextricable qui fait partie de l'ilot, dont la cohésion est assurée par l'alignement parfait par rapport à la rue ainsi que l'alignement des saillies (conformes d'un immeuble à un autre), la proportion des ouvertures et les bandeaux d'étages (les travées rythmés, les bandeaux des étages alignés, les hauteurs concordantes...etc).



**Figure2.20** : analyse spatiale du bâtiment

La façade est composé d'une trame de 7 travées (figure2.20), dans le sens vertical c'est une structure triennale : base, Corp., couronnement.

La projection ci-dessous (figure2.21) nous montre que l'architecture marque l'entrée principale avec beaucoup de soin et partage les travées voisines en symétrie.



**Figure2.21** : description de la façade

## 7. Définition du domaine constructif

Ce bâtiment est réalisé par des murs porteurs en pierres avec planchers en poutrelles métallique et en hourdis en terre cuite, escalier en et la charpente sont traditionnelles en bois.

### 7.1 Les murs porteurs

On trouve des murs gouttereaux d'une épaisseur de 50 cm (figure 2.22), croisés avec des murs pignons (façades) qui soutiennent la panne faîtière. Les murs de refend (intérieurs) d'une épaisseur de 15 à 20 cm « refendent » la portée des planchers et liés aux murs de façade par une harpe de la maçonnerie.

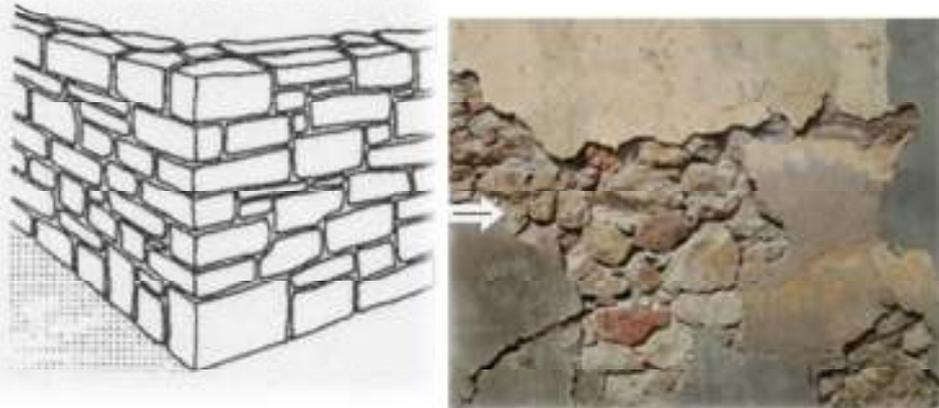


Figure 2.22 : mur en moelons

### 7.2 Les planchers

**-Dalle flottante:** le plancher bas RDC est constitué par une dalle flottante exécutée directement sur un remblai compacté

#### **-Planchers de 1<sup>er</sup> étage :**

Les planchers sont réalisés en dalles en voûtains (poutrelles en profilés métalliques de type IPN et de la maçonnerie en voûte réalisée par des briques pleines ou Stabi-12)(figure 2.23). Ils sont couverts par un revêtement en carrelage exécuté sur une couche de mortier



Figure 2.23 : plancher en voutains et IPN

**-Planchers de La toiture :** est réalisée par la charpente traditionnelle en bois avec des pannes qui reposent sur des fermes ,ses dernière sont appuyées sur les murs et les cloisons porteurs. La couverture est faite par tuiles mécaniques .

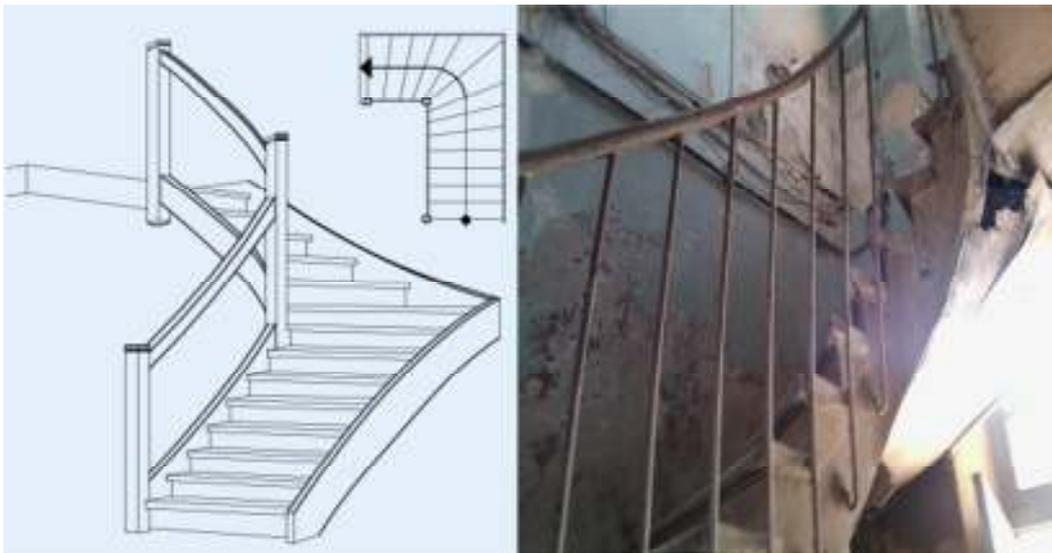
A l'intérieur , un faux plafond réalisé par un ensmble composé de : panne sablière,entrails,lattes de roseaux et une couche d'un mortier mixe de chaux et platre(figure2.24).



**Figure2.24** : ossature en charpente traditionnelle

### 7.3 Cage d'escaliers

Elle est de type quart tournant, dont le volée est entièrement en bois (marche, contremarche, limon) et d'un garde-corps d'armature de fonte (balustre, main courante) fixé par un système d'appuis (points actifs) sur les murs et la dalle du sol (figure2.25).



**Figure 2.25** : la cage d'escalier

**8. Regroupement des données :**

Nous pouvons récapituler nos informations sur un tableau qui joue le rôle d'un carnet d'identité :

**Tableau 2.1.** Fiche d'identification technique de bâtiment

Fiche d'identification du bâtiment	
Identification	L'ancienne mairie de ghazaouet « l'Hôtel de ville »
Localisation	Rue de République-Ghazaouet
Nature juridique	Complexe administratif (mairie, école, tribunal, commissariat...)
Fonction actuelle	Néant mais certains blocs sont occupé par des familles.
Ancienne fonction	complexe administratif (mairie, commissariat, justice de paix et école)/ après l'indépendance : mairie jusqu'à 1987
Nombre de blocs	Trois blocs + une extension (des classes supplémentaires).
Surface total	1395 M <sup>2</sup>
Surface bâti	1053 M <sup>2</sup>
Architecture	Classique/ néo haussmannien
Nature de modification	réhabilitation
Surface a modifié	763 M <sup>2</sup>
Destination du projet	Banque +auberge +restaurant et/ou salon du thé

## 9. Conclusion

Cette démarche nous a permis de comprendre les différentes techniques utilisées pour construire l'ensemble de ce bâtiment et en effet découvrir les bases architecturales adaptées dans la période coloniale et l'importance d'intégrer ses types de bâtiments officiels dans l'environnement urbain.

A travers cette phase préliminaire de description, nous avons conclu que :

- Les travaux effectués sur place sont évalués parallèlement avec les changements d'esprit architectural en Europe, donc on trouve la touche de renaissance à l'implantation avec les premiers décors haussmanniens en RDC et la touche finale a été pour le style classique qui a donné la vue robuste est générale du bâtiment.
- Le bâtiment a subi un vieillissement accéléré par défaut d'entretien
- Il est vivement recommandé que la phase prochaine de diagnostic soit très délicate, en vue de l'état fragile et les multitudes de pathologies distinctes dans ce bâtiment.



## 1. Introduction

Ce chapitre va illustrer la démarche de l'analyse pathologique qui donne une constatation des désordres tirées depuis la visite sur le lieu, l'étude des pathologies de bâtiment constitue l'étape préalable nécessaire pour l'élaboration d'un projet de réhabilitation qui donne l'image initiale du bâtiment. Les pathologies se manifestent normalement à la superficie des éléments construits, des fois on a recours à une étude approfondie lors d'une anomalie qui se ne manifeste pas clairement.

Il nous reste donc d'identifier ses pathologies et les classer selon leurs type (il faut distinguer les phénomènes : soit détérioration soit dégradation).

Nous allons effectuer l'analyse pathologique basant sur les différents relevés effectués sur place, puis on décrira chaque pathologie et sa nature de dégradation sur les éléments constructifs du bâtiment.

On déterminera ainsi les causes principales emmenant à l'état existant de l'ouvrage et qui traite et distingue chaque cas de l'autre.

On regroupe ses pathologies sur un plan qui montre les zones de dégradation.

Le résultat nous amène à préparer les étapes de remède prévu pour l'ensemble de bâtiment sous un carnet de santé pour préparer l'étape de décision finale de réhabilitation.

## 2. Terminologie de désordres sur la structure du bâtiment (gros œuvre).

Cette partie exposera les relevés et diagnostiquer les potentielles pathologies qui affectent les éléments constructifs

### 2.1 Les murs

#### 2.1.1 Fissurations externes dans des endroits différents murs

Ses fissurations apparaissent sur des zones précises des différents murs, distingué par différentes formes (horizontale, verticale, lézard ...) et se traduit par différents phénomènes :

- a- Une continuité entre le nouveau bloc construit avec le système poteaux-poutres et l'ancien bloc C, l'absence du joint de dilatation et le couvrement par le mortier du ciment incompatible ont créé cette fissure verticale observée à l'extrémité du poteau. (figure 3.1.a).
- b- Fissures marquées sur le cadre des baies (appui de fenêtre), ses fissures se manifestent par l'ajout des grillages fixés par un mortier incompatible avec le mortier existant (figure3.1.b).
- c- Des fissures apparaîtront suivant une salubrité de mortier en ciment, ajoutant l'écoulement des eaux pluviales entre le mortier et le mur en maçonnerie .cette pathologie a d'autre facteur de dégradation, citant le manque de ventilation des murs en maçonnerie, le grandeur de la couche de mortier (couche épaisse) et l'absence de la couche de protection (peinture)(figure3.1.c).
- d- Des fissures marquées sur une grande partie des murs en lézards sont des ouvertures apparues suivant l'écoulement des eaux pluviales qui tracent leur conduite entre le mortier de ciment et les murs en maçonnerie, cette dernière provoque un éclatement du mortier (figure3.1.d).



a- fissure marquée entre les blocs



b- fissure en dessous d'une fenetre



c- fissure marquée à l'exterieur



d- des fissures en lézards

**Photos 3.1 :** Fissures relevées sur les parois.

### 2.1.2 Des murs qui ont subits une démolition partiel

Cette pathologie est remarquée uniquement dans l'étage du bloc administratif. Le désordre a été occasionné dans le seul but d'évacuer les lieux.

Les murs cloison ont été détruits partiellement, les portes et les fenêtres ont été enlevées, cette décision était prise pour délimiter le relogement autorisé par les autorités pour des familles qui ont posé des demandes de logement sociale à l'époque. A l'issus de cette incident, les murs du 1<sup>er</sup> ont subi en générale cette dégradation (photo 3.2).



**Photos3.2** : Démolition du mur intérieure

## 2.2 Les Planchers

Le désordre au niveau de plancher est de nature variée, on peut constater plusieurs pathologies selon les deux types de planchers qu'on a :

### Plancher RDC :

-On constate l'oxydation des profilés métalliques et la naissance des taches de rouilles à la proximité de ses éléments (fg 3.3.a).

-les dégradations sont plus avancées sur des zones ponctuelles, elles traduisent une anomalie au niveau de revêtement de la dalle (fg 3.3.b).



a-Oxydation de profilés métallique.



b- oxydation ponctuelle avancée.

**Photos 3.3** : pathologie de plancher RDC

## Plancher 1<sup>er</sup> étage

La pathologie à ce niveau se figure comme une attaque agressive d'eau accumulé qui accélère le vieillissement des éléments du faux plafond qui sépare l'étage et le comble de la toiture (roseau, revêtement de plâtre)(photo3.4).

Ce phénomène est la cause du manque d'étanchéité sur la toiture.



**Photos3.4 :** Dégradation d'étanchéité liée à l'infiltration de l'eau

## 2.3 La toiture

### 2.3.1 Une toiture mal entretenue

L'étanchéité de la toiture est devenue défectueuse avec le temps, on remarque que des pièces de tuile manquent sur le toit, c'est parmi les causes les plus essentielles de dégradation sur notre bâtiment. A la suite de cet incident, on a remarqué les dégâts suivants :

- Infiltration des eaux pluviales.
- stagnation d'eau sur le faux-plafond.
- dégradation par vieillissement de la charpente en bois et du liant de liaison.
- fissuration éparses et décollement de l'enduit de plâtre facilitant l'infiltration des eaux de pluie au niveau d'étage (photo 3.5).



**Photo 3.5:** toiture de l'immeuble

### 2.3.2 La végétation sur toiture

Par attaque biologique nous désignons la poussée d'arbustes et de différentes plantes et champignons sur la toiture, transférés par le vent depuis les arbres plantés au voisinage, est considéré comme pathologique du fait de son haut degré de nuisance car les racines des plantes contribuent fortement à la dégradation des enduits et des éléments de la charpente (photo 3.6).



**Photos 3.6:** la végétation sur les toitures

### 2.4 La Cage d'escaliers

L'état de dégradation de la cage d'escalier qui se situe au bloc A est avancé, elle présente un risque lors qu'elle supporte une surcharge ponctuelle.

La remarque et ainsi valable pour les éléments suivants : les plaques du paillasse sont à peine attachées, l'encastrement sont tirées de mur d'échiffre, le garde-corps construit de fer forgé celé par boulonnage sur le limon d'escalier en amont et avec la rampe en avale est corrodé (photos 3.7).



**Photos 3.7:** la cage d'escalier

### 3. Terminologie de désordres de second œuvre

#### 3.1. Décollement d'enduit

Ce phénomène est plutôt apparent à l'extérieur dont la couche de couverture, préparée à base d'un mortier de chaux et ciment, n'a pas eu de protection nécessaire pour résister au milieu externe agressif et la remontée capillaire.

Le cas est plus remarqué dans les zones suivantes :

- La partie inférieure des murs extérieurs face à la cour. (fg 3.2.a)
- Des zones supérieures près des gouttières. (fg 3.2.b).
- Près des conduites d'eau. (fg 3.2.c).
- A l'intérieur, dans les pièces abandonnées au 1<sup>er</sup> étage et qui sont moins protégés contre les éléments agressifs venant de l'extérieur (manque de fenêtres et portes et manque d'étanchéité). (fg3.2.d).



a-murs face de la cour.



b-mur extérieur du bloc B.



c-mur extérieur de la cour



d-mur intérieur dans le bloc B

**Photos3.2** : Décollement d'enduit sur certains endroits des murs.

### 3.2 Détérioration de la peinture

C'est l'une des pathologies la plus remarquées sur le bâtiment, ce phénomène se présente en différentes formes :

- Ecaillage de la peinture sur la totalité des murs extérieurs (fg3.2.a).
- Ecaillage partiel de la peinture à l'intérieur (fg 3.2.b).
- détérioration dégradée de bas en haut (fg 3.2.c).
- Ecaillage total sur des parties des trumeaux et présence des taches noir d'humidité (fg 3.2.d).



a- mur extérieur.



b- mur intérieur



c- façade du bâtiment



d- exemple d'un trumeau.

**Photo 3.6:** Détérioration de la peinture

### 3.3 Détérioration de revêtement de sol

#### 3.3.1 Revêtement de la cour

La dalle qui comporte deux couches à base de ciment (couche primaire et couche de finition) est totalement dégradée. La mise en pose de cette dalle était en dehors des normes considérées à nos jours pour une autoprotection contre les agents extérieurs, on remarque donc :

- Manque des joints.
- Manque de la pente
- Manque d'entretien pour les conduites d'eau pluviale.

Ainsi, la couche de finition a porté une déformation avancée par décollement de la couche superficielle (photo3.7).



**Photo 3.7** : la cour intérieure

#### 3.3.2 Revêtement de sol 1<sup>er</sup> étage

On distingue deux types de dalle sur cet étage :

-revêtement originale en parquets de bois avec des lambourdes, une couche d'égalisation (composée de remblais, gravillon et sable) et un isolant souple qui ne nécessite pas d'intervention immédiate.

-On remarque le revêtement pour la dalle de 1<sup>er</sup> étage a été refaite dans le bloc B. composée de sable, mortier de pose et la dalle céramique.

On constate les dégâts au bloc B qui été abandonné et laissé sans protection ni entretien. Les restes des nids des pigeons, les déchets posés sur place et le mortier décollé de plafond ont causé des dégradations de type varié sur toute la superficie de la dalle, on trouve :

-accumulation des déchets dans les coins des chambres (fg3.8.a).

-protection insuffisante contre l'infiltration des eaux pluviales par une bâche en plastique. Ses deux points on provoqués une stagnation prolongée de l'eau sur la dalle et donne une source permanente pour l'humidité (fg 3.8.b).



a- Déchets accumulés sur la dalle

b- pose d'une bâche pour l'étanchéité

**Photo3.8** : dégradation du revêtement de sol

### 3.4 Dégradation des éléments de menuiserie

Le bois utilisé dans les éléments de menuiserie traditionnelle est affecté par plusieurs maladies. Les éléments constructifs qui utilisent la matière du bois sont évidemment : les fenêtres, les portes, la toiture et la cage d'escalier.

On peut citer différentes formes de dégradation du bois :

-L'exposition aux intempéries qui se manifeste par le phénomène de l'humidité et le séchage alternatif qui joue un rôle essentiel dans la dégradation des fenêtres extérieures (fg 3.9.c).

- le décollement des plaques qui construit la cage d'escalier (fg 3.9.a),

- le pourrissement de l'encadrement et le manque d'éléments (fg 3.9.b).

- dégradation avancé du bois au niveau de la charpente (fg 3.9.d),

Le manque d'entretien est généralement la cause amenant à ce stade de dégradation.



a- La cage d'escalier



b- l'entrée du bloc A



c- Une Fenêtre du bloc A



d- plafond au bloc B

**Photo3.9** : les éléments en menuiserie

#### 4. terminologie de désordres des équipements du bâtiment

Les techniques anciennes ne prévoient pas une économie de l'énergie à cette époque, l'évolution technologique de confort n'était disponible qu'après une longue durée.

On peut distinguer :

- L'installation de l'électricité n'est pas ancrée dans les murs,
- L'installation du gaz naturel était facultative (après l'hébergement),
- L'installation de la climatisation était prévue par perforation dans les murs externe.

Il existe 2 millions d'habitations vétustes comme ce bâtiment parmi sept millions qui sont construites avant 1962 face à 12 millions d'habitation en totale, alors qu'il n'existe aucune

réglementation fixant les impératifs d'isolation ou disposition des équipements et installations de chauffage avant 1975. La contribution de consommation de l'énergie dépasse les 39 % en Algérie par le secteur bâtiment (le chauffage, l'électroménager, l'éclairage et la climatisation sont les charges à payer par chaque résident).

En plus, le rejet de gaz à effet de serre à la ville de Ghazaouet depuis l'année 1970 par l'usine d'Alzinc donne l'idée de renforcer le confort thermique (depuis le Règlement thermique apparu en 2007 pour les bâtiments neufs et ceux existants dès lors qu'ils font objet de l'amélioration).

#### 4.1 L'électricité

L'installation de l'électricité présente un risque aux occupants du bâtiment :

- Les câbles de distributions inutilisables sont laissés sans étanche (fg 3.10.a).
- Les câbles sont reliés à des boîtes de raccordement très chargées et pas protégés contre l'eau (fg 3.10.b).



a-Des limites de câbles pas protégés

b- risque de contact avec l'eau.

**Photos 3.10** : les risques observés de l'électricité.

#### 4.2 Le système de chauffage et climatisation

On distingue une installation de chauffage au bois de type :

- **les poêles au bois (fg 3.12.a)** : réalisés en acier (fonte), ont été utilisés lors de sa première occupation et qui sont supprimés après l'installation des conditionneurs de température.

On remarque deux type de souches de longueurs différentes sur la toiture, les conduits de fumée intérieurs sont ronds et placés dans ces cages carrées de dimension 30 à 40 cm (photo 3.11).



**Photo 3.11** : les type de cheminé sur le bâtiment

**-les cheminées en brique (fg 3.12.b):** forcément on trouve dans ce type d'habitation administratifs ce modèle de cheminée dans les pièces qui regroupent beaucoup de monde et à l'entrée de l'hôtel (réception).

Ce modèle n'existe plus sur le lieu mais il est marqué par les souches de taille différente de celles de poêles.

Les conduites de fumée ne sont pas totalement fermées, il présente le risque de stagnation d'eau pour longue durée durant la saison de l'hiver. Cette pathologie concerne directement la dégradation des éléments en bois de la toiture.



a- cheminée en brique.



b- poêle

**Figure 3.12** : exemple de poêle et cheminée

Pour le système de climatisation, on le trouve dans le bloc B (bloc administratif). Ce système est installé en causant des réserves (perforation) carrés au 1<sup>er</sup> étage:

- Après l'évacuation de ce bloc, toutes les installations ont été retirées ; les murs sont trouvés alors sont protection (fg 3.13.a).
- On trouve ces vides aussi dans le bloc D (pas concerné par l'étude), protégé par des plaques en bois (fg 3.13.b).



a- Vide de conditionneur bloc B

b- vide de conditionneur bloc D

**Photos 3.13** : vide des conditionneurs d'air.

### 4.3 Le système d'isolation

Pour les constructions antérieures à 1974, aucune obligation d'isoler n'était imposée. Il en résulte que ces maisons étaient rarement isolées à la construction : le cas de notre étude ne prétend aucun système d'isolation.

### 5. Origines des désordres

Les mécanismes et causes de désordres qu'on a trouvés peuvent être classés dans les catégories suivantes :

**5.1 Les désordres consécutifs au vieillissement** ou à l'évolution normal de l'ouvrage qui se manifeste par le vieillissement propre des matériaux (pierre, brique, métal...) ou de structures (évolution des charges d'exploitation, effets des vents, effets du séisme, endommagement par fatigue L'insuffisance ou l'absence d'entretien est à l'origine de beaucoup de désordres ce qui a porté préjudice à la pérennité de l'ouvrage.

**5.2 Les fissures**: ces fissures nettes et visibles entre plusieurs parties d'ouvrages de rigidités et de fonctionnement différents et surtout au niveau des jonctions

Elles peuvent être dues soit aux effets de retrait et/ou de fluage soit au dysfonctionnement des matériaux de l'ouvrage.

**5.3 Les décollements** : la cause est due à des infiltrations d'eau et/ou la perte de rigidité ou au dysfonctionnement des ouvrages (exp planchers).

**5.4 Les altérations des joints** : une dissolution chimique des liants est provoquée par des circulations d'eau ou l'action des agents atmosphériques ce qui peut aller jusqu'à la disparition des moellons par endroits.

**5.5 Les éclatements de pierres et /ou briques** : ils sont du soit à l'insuffisance ou au manque de résistance mécanique du matériau, soit à la gélivité de pierres et /ou briques (porosité, cavités d'origine, fissures...).

## 6. Compréhension des désordres

### 6.1 Les fissures

Les fissures sont des fentes ou faibles ouvertures visibles en surface. Elles peuvent altérer les joints uniquement, les pierres et les joints ou les pierres seules. La recherche de leurs origines est délicate. Leur longueur, leur orientation et leur variation d'amplitudes sont des éléments d'analyse.

Sur la totalité du bâtiment nous constatons que ce qui semble être comme fissure n'est qu'une altération du mortier de couverture incompatible avec le mur de repère, du fait de :

- une mauvaise préparation du mortier alternatif.
- mortier non collé à cause de mauvaise nettoyage.
- étanchéité absente dans les zones ponctuelles de toiture construit une voie pour l'eau qui facilite son écoulement et pénétration vers les conduites non-remplées et cause les éclatements.

### 6.2 Les altérations des matériaux

Se traduisent par une désorganisation du parement de la maçonnerie sur une épaisseur variable pouvant atteindre quelques centimètres.

## 7. Constatation

La plupart des pathologies sur l'ouvrages sont liées à l'eau et à sa circulation dans le corps de l'ouvrage ou à l'extérieur de celui-ci.

La présentation de l'eau dans la maçonnerie est liée principalement à des défauts d'étanchéité supérieure, à un mauvais drainage, à l'absence des canalisations et pour un faible cause, à l'exposition directe aux eaux de pluie et à la remontée capillaire.

Les eaux stagnantes et courantes à l'extérieur de l'ouvrage peuvent pénétrer dans la maçonnerie comme eau de ruissèlement.

Cette dégradation se manifeste sur les murs de la cour, on peut constater:

- La destruction des liants constituant les mortiers par dissolution chimique des eaux ou ciment, ce qui se traduit par la présence de coulures, de stalactites de calcite ;
- l'entraînement et le vidage des joints ;
- l'altération des pierres calcaires ou à liant calcaire (grés) ;

A terme, la chute de pierre ou de moellons descellés comme conclusion à long terme.

Ses altérations peuvent toucher :

### 7.1 La pierre

>les inclusions qui affaiblissent la pierre (par exemple les éléments marneux pour les calcaires) ;

- >le rapport de vieillissement ;
- >l'absence de stockage à l'abri des pierres avant leur emploi pour permettre une diminution de leur teneur en eau.
- >la maladie de la pierre calcaire : l'effet de la pluie acide va pénétrer par capillarité dans le support, puis, par évaporation ; le sulfate de calcium ou gypse ( $\text{SO}_4\text{Ca}, 2\text{H}_2\text{O}$ ) va se déposer sur les façades.
- >la présence de microfissures ou fissures dans la pierre peuvent accélérer grandement l'altération...

### 7.2 Le mortier

- >la mauvaise composition (présence de terre, de plâtre dans le mélange lors de la réalisation) ;
- >l'érosion (maçonnerie au contact de l'eau courante) ;
- >la dissolution de la composante du mortier (dissolution de la chaux ou du carbonate de chaux par les eaux pures et acides) ;
- >l'absence ou le mauvais état de la chape d'étanchéité ;
- >la présence d'eau chargée en chlorure et ou de sulfates ;
- >un défaut d'adhérence à la pierre et briques (mauvaise mise en œuvre [mortier desséché, mortier rebattu, maçonnerie mal humidifiée, absence de protection] ou désorganisation de la pierre ou de brique) ;
- >une perméabilité excessive (mauvaise composition et ou mauvaise mise en œuvre...),

### 8. Plan de relevé pathologique

Les pathologies précédentes peuvent être schématisées sur un plan (élévation du façade ou plan RDC et étages) pour localiser les défauts et intervenir avec une solution globale vue la taille de projet (planning).

Nous proposons des plans qui manifestent ces désordres en vue panoramique, ses document font l'objet de former le carnet de santé global pour cela on donne :

- plan de détermination pathologique niv +0.00 (RDC) vers plancher 1<sup>er</sup> étage pour les pathologies de la structure (gros œuvre).
- plan d'élévation façade principale et coté est (plus favorisé en quantité de désordres) pour les pathologies de second œuvre.
- coupe A-A de bloc B.

## **9. Conclusion**

A travers ce chapitre, nous avons obtenus les constatations nécessaires pour élaborer la démarche de réhabilitation. L'observation sur ce chapitre forme le carnet de santé qui se présente comme un outil descriptif du bâtiment.

Le bâtiment présente des dégradations qui touche la structure et qui nécessite une intervention immédiate pour arrêter les agents défavorisant l'état actuel.

On conclue que notre bâtiment peut recueillir de nouvelles activités si elle subira une réhabilitation soigneuse, délicate et intelligente.

La décision de convertir le bâtiment vers d'autres fonctions fait l'objet de notre chapitre suivant.

Les solutions proposées seront adaptables avec la future utilisation des différents blocs, le degré de fragilité des structures et le budget proposé pour les travaux.

### 1. Introduction :

Dans ce dernier chapitre et à travers l'étude précédente, on va effectuer la procédure de la réhabilitation.

En effet, les méthodes d'interventions sont de plus en plus nombreuses et pointues, la phase de diagnostic nous délimite l'intervalle des actions données selon la nature des désordres trouvés.

Nous allons intervenir par donner des solutions à notre bâtiment à base d'état de fait qu'on a trouvé et qui se sont regroupés sous forme d'un carnet de santé pour le bâtiment, les paramètres de ce carnet vont être sous les normes développés par les outils de réparation (réhabilitation, restauration...)

Le bâtî existant est rarement de conception parasismique, notre bâtiment fait partie des bâtiments de conception surdimensionné (murs larges, planchers légers...).on utilisera un model numérique pour vérifier si les travaux ne fragilisent pas notre structure par les ajouts des éléments ou charges.

En plus, l'étude dynamique nous permet d'estimer les valeurs caractéristiques les plus défavorables de les prochaines réponses sismiques (s'il s'agit de réparation selon les normes parasismique (on renforce le squelette) ou intervention superficielle (réhabilitation)) afin d'admettre les solutions adéquates.

Ses remèdes sont classés par ordre d'importance et selon le cas favori qui s'adapte avec les nouvelles utilisations de ce bâtiment.

Nous allons donner notre solution comme étant des actions qui se déroulent selon un planning prédéfini. Les solutions seront exercés ense basant sur la compréhension de :

- les enduits premiers utilisés.
- les éléments composants la structure.
- adhérence entre pierres utilisés et le nouveau mortier.
- la nature de futur projet.

On terminera par donner des recommandations au-delà des actions indispensables. Ces recommandations font l'objet d'améliorer le confort d'une telle construction et d'économiser la consommation d'énergie.

### 2. Le règlement pour analyser la structure :

Le règlement **RPA 99 (version 2003)** propose trois méthodes différentes de calcul :

- Méthode statique équivalente ;
- Méthode d'analyse modale spectrale ;
- Méthode d'analyse dynamique par accélérographes.

Les forces réelles dynamiques qui se développent dans la construction sont remplacées par un système de forces statiques fictives dont les effets sont considérés équivalents à ceux de l'action sismique.

Le mouvement du sol peut se faire dans une direction quelconque dans le plan horizontal. Les forces sismiques horizontales équivalentes seront considérées appliquées successivement suivant deux directions orthogonales caractéristiques choisies par le projeteur. Dans le cas général, ces deux directions sont les axes principaux du plan horizontal de la structure.

Le bâtiment doit réglementairement résister aux forces statiques équivalentes calculées pour l'action réputée maximale du séisme,

- On estime les déformations de la structure en fonction du temps, en utilisant pour hypothèse de déplacements du sol d'implantation des accélérogrammes compatibles avec le spectre de réponse du sol établi sur mouvements faibles.

- On cherche à obtenir les paramètres suivants pour chaque instant  $t$  :

– $x(t)$  déplacement en fonction du temps,

– $x'(t)$  vitesse

– $x''(t)$  accélération.

### 2.1 Méthodes d'analyse modale spectrale :

La méthode spectrale s'appuie sur la notion de spectre d'oscillateur d'un accélérogramme de séisme. On montre comment ce spectre d'oscillateur peut être utilisé pour évaluer un majorant de la réponse en déplacement relatif d'un oscillateur simple.

Cette approche se justifie si on ne désire pas connaître l'histoire des déplacements et des efforts, en se limitant à l'analyse des effets inertiels.

La méthode spectrale utilise des notions générales de la méthode de recombinaison modale, visant l'estimation de la sollicitation maximum, avec les limites de fiabilité déjà exposées.

– $x_{max}$  déplacement maxi

– $x''_{max}$  accélération maxi

Une fois établies les périodes d'oscillation des structures (analyse modale), on lit sur le spectre l'accélération en réponse supposée maximale, (analyse spectrale)

### 2.2 le choix de la méthode :

Le choix des méthodes de calcul et la modélisation de la structure doivent avoir pour objectif de reproduire au mieux le comportement réel de l'ouvrage.

Dans le cas des ouvrages qui relèvent du règlement parasismique, il est admis que les structures soumises à une action sismique puissent subir des déformations dans le domaine post-élastique. Il est fait alors recours à des méthodes de calculs linéaire équivalent, utilisant le modèle élastique de la structure ou l'action sismique est introduite sous forme de spectre de réponse spécifique de la zone donnée ou un spectre réglementaire (RPA 99), ainsi, la méthode dynamique.

En effet, la méthode dynamique permet de commencer directement l'étude de cas, dont il faut avoir certaines informations sur le type de sol et de structure.

### 2.3 définir la procédure de la méthode dynamique :

Dans le concept de modélisation, on a recours à désigner des coefficients qui servent à trouver la force sismique (effort tranchant) à la base de structure dans les principales directions et en intégrant les modes de sollicitation trouvés.

### 3. Définir la force sismique totale

La force sismique totale  $V$  est le produit d'une multitude de coefficients donné par l'équation suivante :

$$V = (ADQ/R) W$$

### 3.1 Coefficient d'accélération des zones A

Le coefficient "A" représente l'accélération du sol, dépend du groupe d'usage de la structure et de la zone sismique

Groupe d'usage de bâtiment: groupe 1A, zone sismique: zone I.

$$A = 0.12$$

### 3.2 Facteur de qualité Q :

$$Q = 1 + \sum_{q=1}^{q=6} p_q \dots\dots (\text{Tab 4.4 page 43 RPA 99,2003})$$

$P_q$  : Pénalité à retenir selon que le critère Q soit satisfait ou non

$P_q = 0$  pour un critère observé.  $P_q = 0.05$  ou à  $0.1$  pour un critère non observé.

Les critères sont :

### 3.3 Conditions minimales sur les files de contreventement

#### 3.3.1 Systèmes de voiles :

Le rapport hauteur/largeur de l'un des travées est inférieur à 0.67 (RPA 99.2003)

Donc observé

#### 3.3.2 Redondance en plan

Chaque étage devra avoir, en plan, au moins quatre (04) files de portiques et/ou de voiles dans la direction des forces latérales appliquées.

Ces files de contreventement devront être disposées symétriquement autant que possible avec un rapport entre valeurs maximale et minimale d'espacement ne dépassant pas 1,5. (Observé)

#### 3.3.3 Régularité en plan

La structure est classée régulière en plan (observé)

#### 3.3.4 Régularité en élévation

La structure est classée régulière en élévation. (Observé)

#### 3.3.5 Contrôle de la qualité des matériaux

Des essais systématiques sur les matériaux mis en œuvre doivent être réalisés par l'entreprise (en cas de conception, ce qui est pas notre cas). (non observé) :0.05

#### 3.3.6 Contrôle de la qualité de l'exécution

Il est prévu contractuellement une mission de suivi des travaux sur chantier. Cette mission doit comprendre notamment une supervision des essais effectués sur les matériaux. (Non observé)

Contrôle de la qualité à l'exécution : 0.1 (non observé)

$$Q = 1 + 0.15 = 1.15$$

**3.4 Coefficient de comportement global de la structure "R" :** Le facteur R de la structure dépend de la nature de ses contreventements et de son type (RPA99, 2003 tab4.3 page 42).

Sa valeur unique est donnée par le tableau 4.3 en fonction du système de contreventement, sa valeur est de 2.5

En cas d'utilisation de systèmes de contreventement différents dans les deux directions considérées il y a lieu d'adopter pour le coefficient R la valeur la plus petite.

Structure de type maçonnerie : 2.5

$$R=2.5$$

### 3.5 Facteur d'amplification D :

Donner en fonction de catégorie du site, facteur de correction d'amortissement et de période fondamentale(T)

$$D = \begin{cases} 2.5\eta & 0 \leq T \leq T_2 \\ 2.5\eta(T_2/T)^{\frac{2}{3}} & T_2 \leq T \leq 3.0s \\ 2.5\eta(T_2/3.0)^{\frac{2}{3}}(3.0/T)^{\frac{5}{3}} & T \geq 3.0s \end{cases}$$

#### 3.5.1. Calcul de la période

$$T = C_t \cdot h_n^{3/4}$$

$h_n$  : La hauteur mesurée en mètre à partir de la base de la structure jusqu'au dernier niveau (N).  $h_n=8,6m$ .

$C_t$  : coefficient fonction de système de contreventement, et du type de remplissage donné (par le tableau (4.6) RPA 99, 2003).

$C_t=0.05$

Donc :  $T = 0,05 \cdot (8,6)^{3/4}$

$$T = 0,251 \text{ s}$$

$\eta$  : Facteur de correction d'amortissement donné par :  $\eta = \sqrt{7/(2 + \xi)} \geq 0.7$

$\xi$  : Pourcentage d'amortissement critique  $\xi(\%)= 10\%$  pour la maçonnerie. (Tableau 4.2 pg 35 RPA 99, 2003).

$\eta$  par le graphe du facteur D (RPA 99, 2003 page 27) égale à 0.5

On a donc :

$$0 < T < T_2 \rightarrow D = 2.5 \eta$$

$$D = 1.25$$

$T_2$  : retiré de tableau 4.7 RPA 99, 2003

### 3.6 Poids total de la structure W :

W est égale à la somme des poids  $W_i$ , calculés à chaque niveau dont :

$$W = \sum_1^n W_i \quad \text{et} \quad W_i = W_{Gi} + \beta W_{Qi}$$

$W_{Gi}$  poids dû aux charges permanentes

$W_{Qi}$  poids dû aux charges d'exploitation

$\beta$  : Coefficient de pondération fonction de la nature et de la durée de la charge d'exploitation. Dans notre cas :  $\beta = 0.2$  (tab.4.5page 44 RPA V2003)

#### 3.6.1 Définition de descente de charge verticale

Nous allons intervenir dans ce qui suit à estimer les charges verticales qui exerce sur les différents niveaux planchers.

On prend le bloc B comme cas d'étude et on récapitule les autres blocs sur la totalité de solution par des tableaux (Tirer de la norme (NF P 06-001 de juin 1986) ).

**Tableau 4.1 : descente de charges**

Nature d'élément	description	Charge permanente G	Charge d'exploitation
-Toiture en charpente traditionnelle	-Tuiles mécaniques à emboitement (litage compris)	$0.45 \times 305.86 = 137.63$ <b>KN/ml</b>	-planchers à comble non-aménageable de valeur <b>1.0 KN/m<sup>2</sup></b>
	-Sous toiture en plaques de plâtre et paille compressés (note n° 01)	$0.11 \times 305.86 = 33.64$ <b>KN/m<sup>2</sup></b>	
-Plancher étage courant	-Plancher en voutains et profilé en IPN +remblais et carrelage et mortier de pose	- Carrelage scellés y compris mortier=0.50 <b>KN/m<sup>2</sup></b>	- Type de bâtiment à bureau → valeur de <b>2.5 KN/m<sup>2</sup></b>
		- Poids volumique de sable=1.14 <b>KN/m<sup>2</sup></b>	
		- Briques creuses (6 trous)= 0.90 <b>KN/m<sup>2</sup></b> - profilé IPN 200 → poids volumique $0.00335 \times 78.5 = 0.262$ <b>KN/m<sup>3</sup></b> → sur ml <b>0.262kn/m<sup>2</sup></b>	

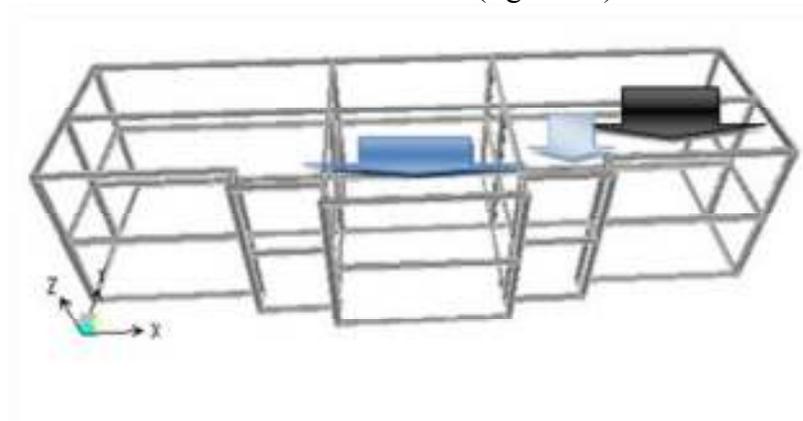
	-Murs en moellons	-moellon 23 KN /m <sup>3</sup>	
Dalle pleine	Dalle collée en béton	0.4×305.86=122.344 KN	Bâtiment à usage d'habitation (1.5kn/m <sup>2</sup> ) → 1.5×305.86=458.79 KN

**Note n° 01 :**

La charge de la toiture on la suppose réparties sur le long des murs porteurs longitudinales

Il est préférable de partager cette charge selon la distribution des fermettes sur la toiture

Du coup, nous avons 3 distributions sur le bloc B (figure4.1).

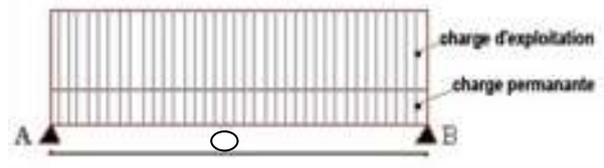


**Figure4.1 :** distribution des charges selon les types de fermettes

**Tableau 4.2 :** distribution selon les la forme de la toiture.

Cas de distribution sur toiture	Superficie par m <sup>2</sup>	Charge permanente	Charge d'exploitation
première distribution (noire)	superficie de 60 m <sup>2</sup>	G=60×0.56=33.6 KN	-planchers à comble non-aménageable de valeur 1.0 KN/m <sup>2</sup>
deuxième distribution	3.5×9=21.5m <sup>2</sup>	G=21.5×0.56=12.04 KN	
troisième distribution	7.5×10=75 m <sup>2</sup>	G=75×0.56=42 KN	

On va charger un type IPN par ses charges



Pour les profilés intermédiaires, l'espace entre deux solives est 1.00 m

La charge posée sur ses solives est l'accumulé des charges permanentes précédentes  $0.50+1.14+0.90+0.262=2.802$  kn/m avec la charge d'exploitation.

Pour le profilé extérieur on prend la moitié de cette charge et y compris les murs de travée de rive.

### 3.6.2 Récapitulation de la descente des charges :

**Tableau 4.3** : Tableau récapitulatif de la descente des charges

blocs	niveau	Charge G En kn	Charge Q En kn	ELU (1.35G+1.5Q)	ELS (G+Q)
<b>Bloc A</b>	toiture	171.27	305.86	690	477.13
	1 er étage	3021.1	--	2303.93	1621.66
	RDC	3992.92	764.65	853.34	581.13
	$\sum W_{Gi}$ $W_{Qi}$	7185.27	1070.42	--	--
<b>Bloc B</b>	Toiture	131.4	234	528.4	365.4
	1 er étage	2451.25	--	1762.02	1240.2
	RDC	2864.2	585	542.86	444.6
	$\sum W_{Gi}$ $W_{Qi}$	5446.85	819		

Donc :  $W=G +0.2Q$

Donc à chaque niveau :  $W_i = W_{Gi} + 0.2 W_{Qi}$ .

Pour le bloc A :  $W= 7933.9$  kn

Pour le bloc B :  $W= 5610.6$  kn

$$W_{\text{totale}} = 19155.1 \text{ kn} = 1915.51 \text{ T}$$

- ❖ La valeur de la force sismique est donc pour les deux sens de chaque bloc égale à :

$$V = \frac{A \times D \times Q}{R} \times W$$

$$v = \frac{0.12 \times 1.25 \times 1.15}{2.5} \times 1915.51 = 132.17$$

### 3.6.3 Distribution de la résultante des forces sismiques selon la hauteur :

La résultante des forces sismiques à la base doit être distribuée sur la hauteur de la structure selon les formules suivantes :

$$\left\{ \begin{array}{l} V = F_t + \sum F_i \\ F_t = 0.07 T.V \quad \text{si } T > 0.7 \text{ S} \\ F_t = 0 \quad \text{si } T < 0.7 \text{ S} \end{array} \right.$$

Avec :

La force concentrée  $F_t$  au sommet de la structure permet de tenir compte de l'influence des modes supérieurs de vibration. Elle doit être déterminée par la formule :  $F_t = 0,07 TV$  où  $T$  est la période fondamentale de la structure (en secondes). La valeur de  $F_t$  ne dépassera en aucun cas  $0,25 V$  et sera prise égale à 0 quand  $T$  est plus petit ou égal à  $0,7$  secondes.

D'où On a :  $T = 0.251 \text{ s} < 0.7 \rightarrow F_t = 0$

$$F_i = \frac{(V - F_t) W_i h_i}{\sum_{j=1}^n W_j h_j}$$

$F_i$  : force horizontale au niveau  $i$ .

$h_i$  : niveau du plancher.

$F_t$  : force concentrée au sommet de la structure.

Les résultats sont donnés pour les deux sens dans le tableau suivant :

**Tableau 4.4** Les valeur des forces horizontales

Niveau	$W_i$ (t)	$h_i$ (m)	$W_i * h_i$	$V_x$ (t)	$F_i$ (t)
toiture	793.39	8.6	6823.15	132.17	132.17

L'effort tranchant au niveau de la toiture

$$V_k = F_t + \sum_{i=k}^n F_i$$

$$V_k = 132.17 \text{ kn}$$

L'objectif de notre calcul précédent est d'arriver sur les résultats des efforts tranchants et des moments fléchissant de notre structure.

#### 4. Le spectre de réponse :

##### 4.1 Classification du site selon la zone sismique

Ghazaouet fait partie de la zone sismique I (zone I) selon :

➤ La carte de zonage sismique du territoire national (RPA99.2003 fig. 3.1) région de Tlemcen

##### 4.2 Classification du bâtiment par importance

Ce bâtiment fait partie de la classe A1 (ouvrage d'importance vitale) selon le règlement parasismique algérien (RPA 99 version 2003) indiquant le suivant :

- Ouvrages publics à caractère culturel, ou historique d'importance nationale.
- Coefficient de la zone est de 0.12 (tableau 4.1 pg 34 RPA99)

##### 4.3 Classification du site selon la catégorie et le critère

En se basant sur le rapport géotechnique qui a été fait très récemment au voisinage du site (l'absence des informations sur le terrain réel) nous pouvant améliorer notre compréhension du type du sol étudié :

###### 4.3.1 Le rapport du sol :

- **Description géologique :** La campagne de reconnaissance à base de 4 sondages carottés arrêtés à 5m de profondeur, en raison de l'avancement très difficile du carottier ; ont mis en évidence la présence d'une formation de sable fin marron d'une épaisseur double métrique, reposant sur une formation de TVO (tout-venant de oued), l'ensemble est masqué par une couche centimétrique à métrique de remblai sableux. (LTPO Tlemcen 09.12.2009)

- **Les essais géotechniques sur sol**

La granulométrie montre qu'il s'agit d'un sable fin, faiblement graveleux.

- **Le type de sol :**

Le sol est de catégorie S 3 (site meuble) selon RPA :

Dépôts épais de sables et graviers moyennement denses ou d'argile moyennement raide Avec  $V_S > 200 \text{ m/s}$  à partir de 10 m de profondeur.

- le bâtiment présente une symétrie par rapport à l'axe (Y, Z) locale posé à l'entrée principale
- le rapport  $L_x/L_y = 1.45$  vérifie les normes (figure 4.2).

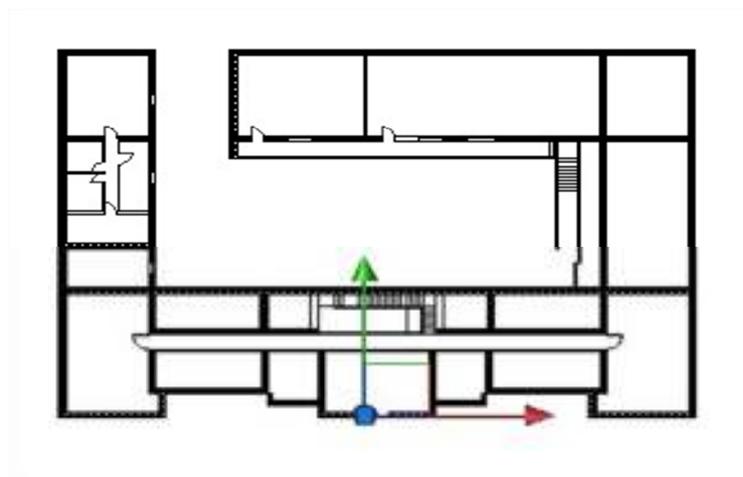


Figure4.2 : rapport entre les axes principaux.

L'action sismique est présentée par le spectre de calcul est la suivante :

- Groupe d'usage : A1
- Facteur de qualité :  $Q=1.15$
- Zone de sismicité : I
- Site meuble : S3
- Coefficient de comportement :  $R=2.5$ .

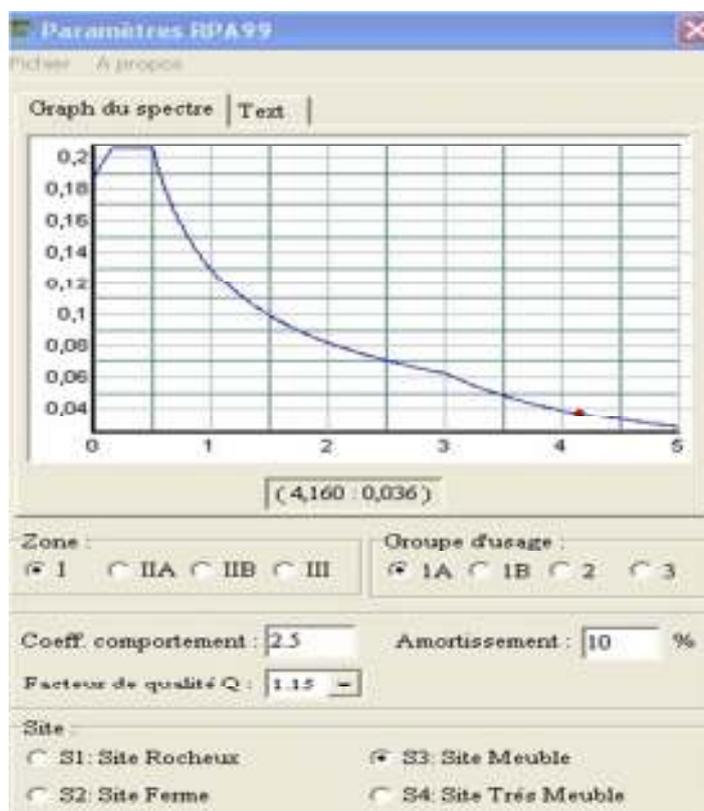


Figure4.3 : spectre de réponse

## 5. Vérification de la structure selon le RPA99/V2003

### 5.1 La période

On a la période tirer à partir de calcul numérique qui est de  $T=0.251$ .

### 5.2 Les valeurs de $T_1$ et $T_2$

Depuis le tableau si dessous (RPA 99 ,2003)

**Tableau 4.5** : valeur de  $T_1$  et  $T_2$  selon le site

Site	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>
T <sub>1</sub> (sec)	0,15	0,15	0,15	0,15
T <sub>2</sub> (sec)	0,30	0,40	0,40	0,70

**T<sub>2</sub>=0.50**

### 5.3 Nombre de mode minimale

Le nombre minimal de modes (K) à retenir doit être tel que :

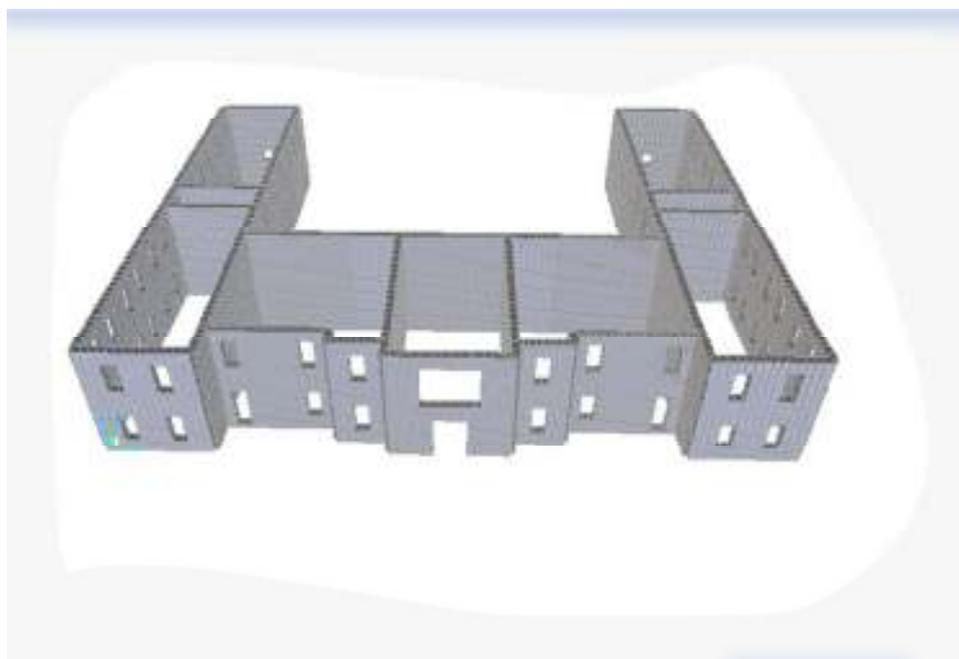
$$K \geq 3 \sqrt{N} \quad \text{et} \quad T_K \leq 0.2 \text{sec}$$

$$K > 4.24 \text{ et } T_K \leq 0.2 \text{ sec} \Rightarrow K = 8$$

N : est le nombre de niveaux au-dessus du sol et  $T_k$  la période du mode K.

## 6. la simulation numérique

Après récoltes des informations nécessaires, nous pouvons les introduire sur l'interface de logiciel sap2000



**Figure4.4** : modèle sap 2000

Le logiciel de calcul SAP 2000 est appliqué tout d'abord pour effectuer l'analyse modale afin de déterminer les fréquences et les modes propres de la structure, ensuite le calcul des efforts sismiques est mené sur la base de ces résultats et du spectre de réponse fourni par le règlement parasismique RPA 99, 2003.

Par ailleurs, l'amplitude du spectre de réponse est ajustée de façon à ce que l'effort tranchant à la base obtenu par la méthode dynamique soit égal à celui obtenu par la formule empirique donnée par le code RPA. Sous l'action des efforts sismiques, dirigés suivant la direction oy, le bâtiment subit, en plus d'un mouvement de translation, un mouvement de rotation et les modes de vibration sont, dans ce cas, couplés.

Chaque mode de vibration est une combinaison à la fois d'un mode de torsion et d'un mode de translation suivant la direction oy. La torsion et la translation génèrent, respectivement, des moments de torsion et des forces latérales au niveau des planchers du bâtiment.

Les résultats de l'analyse modale ou bien de la méthode de spectre a contribué les 10 mode de vibration premiers ,dont l'effort tranchant à la base du bâtiment considéré par les forces translation est de l'ordre de 90 %. En conséquence, la contribution des modes supérieurs au-delà peut donc être négligée.

Les résultats de période, fréquence ainsi que déplacement sont donnés par le tableau suivant

**Tableau 4.6** : récapitulation des résultats

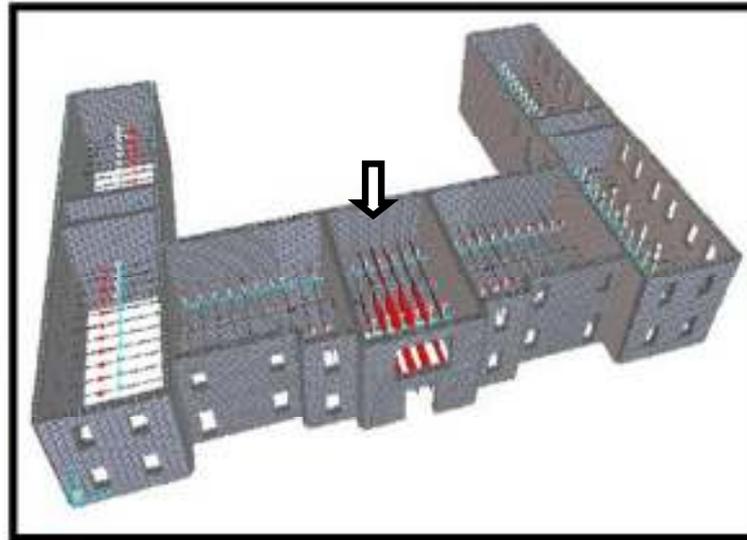
mode	Période modal	Fréquence modal	Période de spectre	Déplacement selon x (u1) m/s	Déplacement de y (u2) m/s
1	1,315901	0,75994	1,315901	0,596	0,596
2	1,304475	0,76659	1,304475	0,60057	0,60057
3	1,29506	0,77216	1,29506	0,60428	0,60428
4	1,291268	0,77443	1,291268	0,60428	0,60428
5	1,288997	0,7758	1,288997	0,60428	0,60428
6	1,27568	0,7839	1,27568	0,60785	0,60785
7	1,257243	0,79539	1,257243	0,61484	0,61484
8	0,96222	1,0393	0,96222	0,73488	0,73488
9	0,958207	1,0436	0,958207	0,73672	0,73672
10	0,956322	1,0457	0,956322	0,73672	0,73672

### 6.1 Discussion des résultats

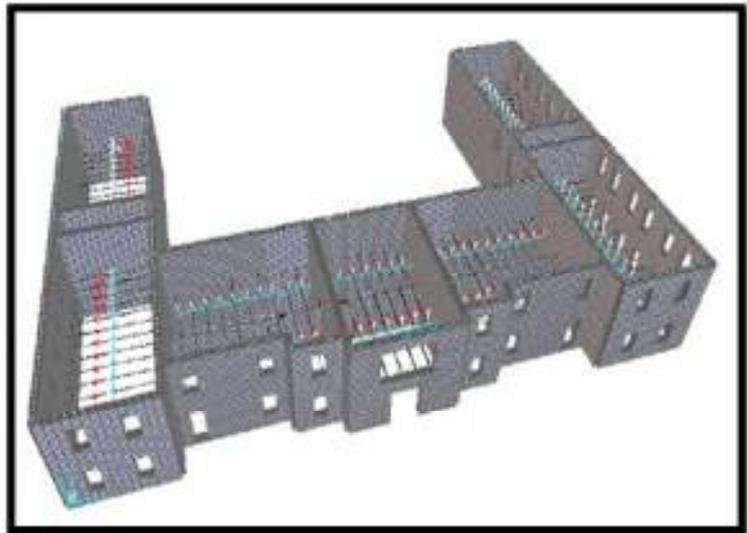
-Les résultats correspondants à la distribution des efforts tranchants obtenus par la méthode du spectre de réponse.

Il est à noter que les distributions des efforts tranchants sur les profilé du planchers, calculées avec les deux méthodes, sont sensiblement différentes les unes des autres,

bien que, l'effort tranchant total à la base du bâtiment est unique, il est destiné à traduire le corps de bâtiment en total. La différence est plus significative au niveau de plancher en voutain. Les efforts tranchants sont surestimés dans l'analyse modale, mais sous-estimés dans l'analyse spectrale, (figure 4.5)



a-Analyse modale



b- spectre de réponse

**Figure 4.5 : effort tranchant**

On justifie ça par dire que la loi sur l'analyse modale joue un rôle de garder la construction dans l'intervalle des normes parasismique et calcules empiriques des modes de vibration. Loin de ça, la configuration réelle sur l'interface de ce logiciel (avec la méthode de spectre) a donné des résultats négligés qui confirme le surdimensionnement des éléments structuraux de bâtiment.

-l'analyse des efforts tranchants et des moments fléchissant nous donne les zones les plus contractées (figure4.6), dont il est claire que la structure est bien loin des contraintes qui peuvent affecter de dégâts, cela confirme l'absence des fissures lors de déroulement de diagnostic.

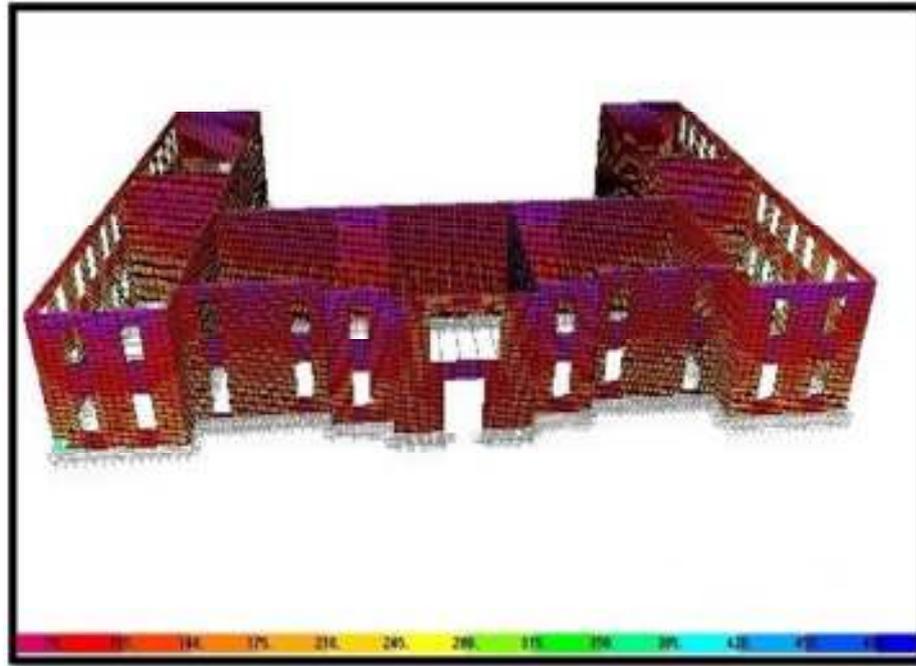


Figure4.6 : contrainte des charges.

-La lecture des résultats de période et déplacement elle aussi ne peut guère donner une simulation réelle sur le comportement du bâtiment. Les valeurs de  $T$ , calculées à partir des formules de Rayleigh ou des méthodes numériques ne doivent pas dépasser celles estimées à partir des formules empiriques appropriées de plus de 30%.

Selon l'analyse de structure par logiciel (sap 2000v14) à partir des formules empiriques  $T=1.31s$

On a la période tirée à partir du calcul numérique. Elle est égale à  $T= 0.251s$ , ce qui ne vérifiée pas la condition suivante :

$$T+T \times 30\% = 0.251 + 0.251 \times 0.3 = 0.32 > T \text{ (empirique) } 1.31 \rightarrow \text{non vérifiée.}$$

Ce qui est sûr, car le comportement des fondations pour ce type de construction est loin d'être rigide, au contraire des fondations armées qui sont représentées par encastrement sur le sol, ses fondation sont très sensibles au mouvement de sol.

Donc, les déplacements sont plus estimables lors d'un séisme (formation APLOMB, Yannick Brés, 2011).

## 7. la procédure de la réhabilitation

### 7.1 Le planning

Nous allons proposer les solutions sous forme des actions de réhabilitation, cette démarche illustre l'étape de « la décision d'intervention » dans un bureau d'étude lors d'un projet de réhabilitation. Les actions seront données selon un ordre prévu pour faciliter les tâches.

### 7.2 Plan de réfections et nouvelles utilisations pour les blocs

#### -pour le bloc B :

Le bloc se trouve dans un boulevard très connus et stratégique à la ville (rue de la république) dont il admet un trafic estimable et un rassemblement humain de fait qu'il est à coté de marché.

Pour une solution adaptable et basant sur l'historique du bâtiment (bloc administratif) Nous allons proposer une banque pour ce bloc (el-Badr ou BNP PARIBAS) dont les bénéfices de loyer sont pour l'état.

#### -pour le bloc A

Ce bloc se compose des classes séparées par des murs refends minces, il est identique au bloc C.

Nous avons beaucoup de propositions à donner pour ses deux blocs : Parmi les propositions les plus adaptables avec le besoin de la ville est « la maison de jeune » qui sera bien implantée dans ce lieu présentatif :  
-la maison de jeune doit avoir au moins une salle d'exposition, une salle d'entraînement pour les activités culturelles et sportives, une salle de théâtre et une auberge pour accueillir les étrangers.

**7.3 Les réserves pour commencer le projet :** Pour bien réussir notre projet, les concepteurs sont appelés à atteindre les exigences suivantes :

- Le coût purement financier de l'opération ;
- Les contraintes environnementales et sociétales, qui ont aussi leur coût ;
- Les contraintes techniques d'exécution (moyens d'accès à l'ouvrage pour effectuer les Travaux, matériels utilisables [fonction de la géométrie de la structure et des possibilités d'accès], techniques d'exécution à privilégier pour éviter les traumatismes aux matériaux, matériels d'étais provisoires et/ou renforcements provisoires indispensables... ) ;
- Il faut noter les documents référentiels pour choisir les techniques et matériaux utilisés lors de notre intervention, tels que :
  - Dans le domaine du bâtiment : la norme NF P 10-202 (référence DTU 20.1) : Travaux de bâtiment - Ouvrages en maçonnerie de petits éléments – parois ;
  - Dans le domaine du génie civil le fascicule 64 du CCTG : Travaux de maçonnerie d'ouvrages de génie civil.

- On cherche à réaliser les tâches par ordre d'importance, à travers deux phases principales et dépendantes :

-**la phase technique** : c'est la façon dont on intervient sur le bâtiment, on commence par nettoyage pour arriver au stade de finition.

-**la phase d'orientation** : on commence les travaux sur le parement extérieur (enveloppe) avant de se charger à réparer l'intérieur (les contraintes des travaux à l'extérieur sont plus que celles à l'intérieur).

#### **7.4 Le commencement du projet de réhabilitation**

On commence par la procédure de nettoyage, pour cela il faut avoir les outils nécessaires de nettoyage (tels des brosses aspirateur, de l'air comprimé, de l'eau sous pression, un décapeur thermique (séchage), des détergents...).

- signaler le projet en posant un panneau qui indique la nature de projet.

- poser une clôture au tour de bâtiment.

- placer les échafaudages pour la réfection hors portée des ouvriers (1<sup>er</sup> étage).

- préserver l'entrée de chantier qui facilite la circulation des ouvriers la le stockage des matériaux premières.

#### **7.5 tache I : Une réfection pour l'enveloppe**

L'enveloppe à une fonction de protection contre les agressions d'extérieur, le crépi s'écaillait par différentes façons sur toutes les parois .il est donc nécessaire de faire un ravalement total des façades.

On intervient comme suite :

##### **7.5.1 Enlèvement (piochement) de la couche de l'enduit ancien :**

- Les murs les plus altérés (enduit farine) devront être débarrassés de tous revêtements anciens. Il est nécessaire de procéder à un picage ou martelage, le cas demande de l'attention près des pierres taillées irréparables.

- Les zones à enduire qui devront être débarrassées de tous les revêtements sont ensuite nettoyées par brosse métallique et pulvérisés par l'eau 24 h avant les prochains travaux.

- en cas de moellons altérés on les remplace avec un mortier de pose adéquat.

##### **7.5.2 Calfeutrement (traitement des fissures) :**

C'est l'étape initiale et essentielle dans notre intervention ; elle est repérée dans le plan des pathologies globales

Après ouverture d'une saignée le long de la fissure, il est procédé à un nettoyage complémentaire par brossage ou soufflage à l'air pour éliminer tout tracé de poussière.

L'opération impose la création d'une engravure ou saignée en V ou rectangulaire, la largeur minimale de la saignée est de 10 mm sa profondeur doit correspondre à la hauteur du noyau de mastic à laquelle s'ajoute l'épaisseur du fond de joint (figure 4.5).



a-Ouverture des fissures



b-Mise en place du fond du joint



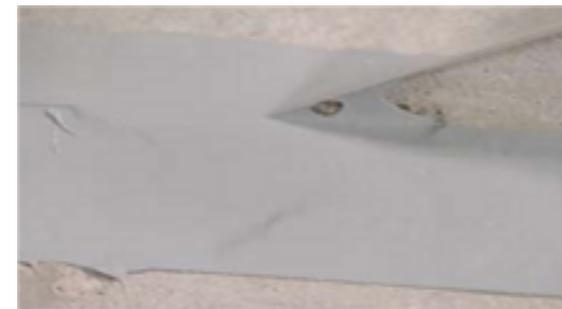
c-placer de délimiter le calfeutrement



d-Réalisation d'un calfeutrement



e-Lissage de finition de calfeutrement



f-relèvement des rubans adhésifs

**Figures 4.5** : Procédure de calfeutrement

### 7.5.3 Rejointoiement de la maçonnerie :

Dans les zones qui ont eu un décollement de crépi, dont le mortier de hourdage qui assure la liaison entre les pierres, moellons et briques se farine et se disparaissent par le temps. En surface, on va compléter ses vides par un joint plat, dont le mortier est plus richement dosé pour assurer la continuité mécanique et l'étanchéité (figure 4.6).



**figure4.6** : rejointoiement de mortier d'hourdage

Dans la totalité de procédure de rejointoiement, on va intervenir par un dosage adéquat qui va avec le type de mur qu'on a (figure 4.7).

- **Le dosage :**

> Dosage du mortier bâtard de rejointoiement par la méthode traditionnelle (fermeture du joint sur une profondeur réduite) : **400 à 500 kg** de liant par **m<sup>3</sup>** de sable avec **1/3** de ciment et **2/3** de chaux hydraulique;

> Dosage du mortier mis en place par voie sèche (remplissage des joints sur une profondeur importante) : le dosage en liant du mortier une fois mis en place doit être de l'ordre de **400 à 500 kg/m<sup>3</sup>** de sable.

- **Mode opératoire :**

-on va faire un dégarnissage des joints à l'aide des outils de maçonnerie ;

-on procède un nettoyage par eau en pression

-on colle l'enduit sur les zones qui nécessitent le fait. Il en trouve qu'on a recours à les deux méthodes précédentes :

-méthode traditionnelle : celle qu'on va utiliser souvent sur les parois de ce bâtiment.

-méthode de projection par machine : est utilisée pour les fissures profondes. On va utiliser à sa place une petite pompe pour arriver à la profondeur des fissures qu'on a.



**figure4.7** : méthode traditionnelle et par injection

### 7.5.4 Revêtement en enduit neuf

L'enduit ancien est de type traditionnel, qui comporte trois couches (gobetis, corps de l'enduit et enduit de finition), on va présenter pour la suite ses matériaux en cadre de normalisation et celles qui sont non normalisé qui compose la couche du support, ses composants sont indiqués sur la brochure NF P 15-201-1 de DTU 26.1 pour les travaux de de réfection des bâtiments :

#### -Ciments

Ciment Portland (CPA-CEM I) et ciment Portland composé (CPJ-CEM II) d'une certification équivalente et ciments à maçonner (CM).

#### -Chaux hydrauliques

Les chaux hydrauliques artificielles (XHA), chaux hydrauliques naturelles (NHL) ou chaux aériennes éteintes calciques (CL) ou dolomitique (DL).

#### -Plâtre de construction

Ce doit être un plâtre gros de construction (PGC), fabriqué sans aucun ajout.

L'exécution de l'enduit de recouvrement en trois couches se fait à la main ou mécaniquement, les couches en ordre sont comme suite :

**-Première couche dite gobetis ou couche d'accrochage :** Cette première couche a pour fonction principale d'assurer l'adhérence de l'enduit au support, Sa surface est rugueuse pour permettre une bonne adhérence de la 2<sup>e</sup> couche.

#### Dosage :

Le gobetis est effectué avec du ciment courant de classe 32,5 le dosage étant de 500 à 600 kg de ciment par mètre cube de sable sec.

**-Deuxième couche ou corps d'enduit:** La seconde couche assure la planéité et l'essentiel de la fonction imperméabilisation de l'enduit. On attend 48 h pour la première couche (le temps de séchage) avant de commencer dans deuxième couche.

#### Dosage :

Les dosages en liant en kg par mètre cube de sable sec sont donnés dans le tableau 4.7 suivant

**Tableau 4.7 :** dosage 2<sup>e</sup> couche d'enduit norme NF P 15-201-1

	Ciment classe 45 ou 35	Chaux XHA ou XHN	Chaux aérienne éteinte pour le bâtiment	Ciments à maçonner ou liants spéciaux
Mortier de liant pur	350/450	350/450		350/450
Mortier bâtard (le dosage global en liant sera compris entre 350/450 kg/m <sup>3</sup> )	100/350	100/350		
	200/350		100/150	

#### Remarque :

-L'épaisseur moyenne cumulée des deux premières couches doit être comprise entre 15 mm et 20 mm suivant les tolérances du support de façon à assurer en tout point un recouvrement d'au moins 10 mm.

- le grandeur du sable est nature de l'architecture, autrement dit, le sable plus fin a été destiné pour l'étage plus noble dans ses constructions.

**-Troisième couche ou couche de finition :** La troisième couche ou couche de finition a un rôle décoratif ; elle assure la protection du corps d'enduit.

**Dosage :**

Couche réaliser de mortier ordinaire de sable 0/3 avec un dosage de liant donné par mètre cube au tableau suivant :

**Tableau 4.8** couche d'enduit de finition norme NF P 15-201-1

	Ciment classe 45 ou 35	Chaux XHN ou XHA	Chaux aérienne éteinte pour le bâtiment	Ciments à maçonner ou liants spéciaux
Mortier de liant pur	250/350	250/350	cf. commentaire	250/350
Mortier bâtard (le dosage global en liant sera compris entre 250/350 kg/m <sup>3</sup> )	50/200	100/300		
	100/250		50/150	
		150/250	50/150	

**7.5.5 Reconstitution de parement en pierres taillés ou locales**

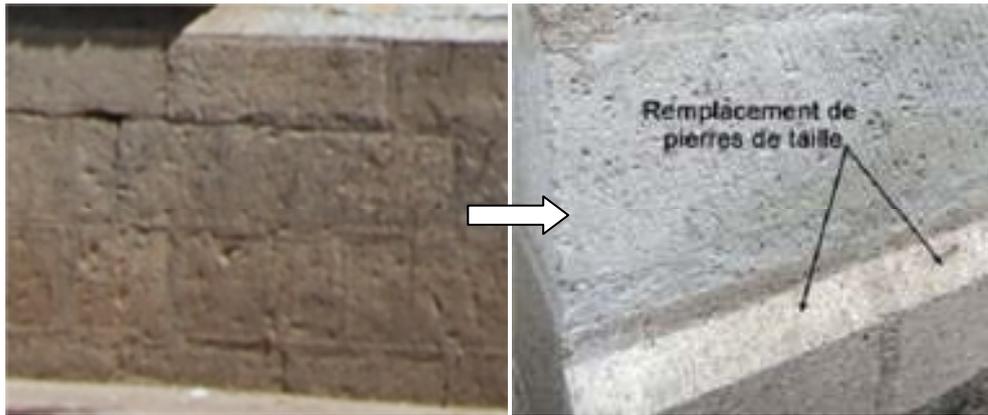
Nous allons introduire cette technique à l'extérieur du bâtiment, Il s'agit de travaux de réfection de zones d'aire limitée (parement en pierre taillée figure 4.8). Nous remarquons que le soubassement et le chaînage d'angle sont les plus concernés de cette technique, pour cela on a deux méthode générales :

**7.5.5.1 méthode traditionnelle :**

Elle consiste à incruster un morceau de pierre naturelle en remplacement de la partie altérée (technique de réparation dite «en tiroir»).

**Mode opératoire :**

- > nettoyer les parements pour enlever toutes les salissures ;
- > recouper la pierre jusqu'à l'obtention d'une surface de reprise saine (profondeur minimale d'une dizaine de centimètres ;
- > humidifier la pierre et la laisser ressuyer, procéder de même pour la pierre deremplacement ;
- > mettre en place le mortier de hourdage ;
- > introduire en force la pierre dans son logement. Il faut s'assurer que le mortier reflue à la surface par tous les joints ; pour ce faire, la pierre (ou le moellon) est frappée et tassée au marteau ;
- > enfoncer, si besoin des cales en bois imbibées d'eau à saturation pour bloquer la pierre en position ;
- > procéder à l'exécution des joints après raidissement du mortier et après avoir enlevé les cales ;
  - > réaliser les travaux de finition et de nettoyage comme dans une pose classique ;
  - > protéger les surfaces réparées des intempéries (vent, soleil, pluie et gel) pendant au moins deux jours.



**Figure 4.8** : source et remède de traitement des pierres

#### 7.5.5.2 Méthode à base de mortier de restauration ou de ragréage

On introduit cette technique toujours à l'extérieur dans les zones où les pierres sont de géométrie complexe, avec une dégradation superficielle (figure 4.9).



**Figure 4.9** : cas visé de traitement par mortier

**Remarque** : La composition des mortiers de restauration ou mortiers de ragréage est en général complexe. Elle doit faire l'objet d'une étude préalable et d'essais de convenance. En général, ce sont des mélanges de liants (chaux aérienne ou hydraulique) avec de la poudre de pierre, des charges calcaires et siliceuses et des adjuvants dont les proportions sont déterminées par l'étude préalable, car il faut adapter la qualité intrinsèque du mortier de ragréage à celle de la pierre à réparer. Ces mortiers de réparations sont soumis à des essais semblables à ceux effectués sur les mortiers de réparation du béton (voir la norme NF EN 1504-3). En particulier, sont contrôlés la résistance à la traction et à la compression, le module d'élasticité, l'adhérence...

**Mode opératoire :**

- > Tracer les limites de la surface à travailler.
- > Ciseler la surface marquée à l'aide d'un ciseau et un marteau pour obtenir une cavité uniforme de 15 mm de profondeur.
- > Fabriquer du mortier de calcaire en mélangeant 1 portion de chaux en pâte avec 3 portions et demie de sable et de lapoussière de la pierre calcaire
- > Humidifier la surface. Appliquer avec une truelle le mortier préparé pour remplir la moitié de la profondeur de la cavité. Il faut que le mortier soit bien compact. Laisser sécher pendant 2-3 jours.
- > Arroser la surface. Appliquer une deuxième couche de mortier jusqu'à ce qu'elle dépasse de la surface de la cavité. Laisser sécher pendant 2-3 jours.
- > Couvrir la surface travaillée avec du coton humide. Laisser sécher lentement.
- > Remodeler les surfaces droites avec une lame de scie et celles gravées avec un ciseau fin et un marteau ou d'autres outils, selon la finition de la surface d'origine adjacente.
- > Armer le mortier à mi-épaisseurs, le cas nous oblige, à l'aide d'armatures inoxydables dans la masse (goujons et fils en acier inoxydable ou en laiton...) lorsque les parties à ragréer ont plus de 0.02 m d'épaisseur. L'armature permet de limiter et de répartir en une microfissuration uniforme le retrait du mortier et, ainsi, d'améliorer son adhérence et sa durabilité.

**7.5.6 Revêtement finale de protection de parement**

Les parements de l'enveloppe nécessitent recevoir des revêtements spécifiques pour une meilleure protection durable, on les donne comme suite :

**7.5.6.1 L'hydrofugation** a pour objet de protéger durablement les supports poreux contre la pénétration de l'eau sous forme liquide en les laissant « respirer » (perméabilité à la vapeur d'eau). Les produits se présentent sous forme d'imprégnations hydrophobes.

Ils recouvrent l'intérieur des pores et des capillaires sans les imprégner, ne forment pas un film à la surface et ne changent pas ou peu l'apparence de la surface traitée (figure 4.10).



**a- Destruction de la structure de la pierre sous l'influence du sel et de l'humidité**

**b- Les éléments de construction exposés à l'humidité sont contaminés par les algues**

**figure 4.10 : Zones concernées d'hydrofugation**

Pour choisir l'hydrofuge adéquat il faut donner l'importance à chaque élément exposé, il existe beaucoup d'hydrofuge normales sur le marché :

-on utilise un hydrofuge de type silane ou un mélange de silane-siloxane contenant 10% de matière active (hydrofuge multi usage) d'un rapport de l'ordre de 1 :15 pour une bonne efficacité.

#### **Mode opératoire**

-Par arrosage : un taux d'imprégnation de l'ordre de 100g/m<sup>2</sup> pour la pierre taillée et se multiplie jusqu'à 5 fois pour la surface du parement.

-crème d'imprégnation : on l'applique sur les zones difficiles à atteindre ou manipuler pour assurer une bonne protection, telles les coins ou points de continuité non homogènes.

Il existe beaucoup de marque dans le marché, de qualité variable telle que : SIKA (CONSERVADO 20L), WAKER (SIRLES BS)...

#### **7.5.6.2 Recommandations :**

-**Les peintures** sont choisies pour garder l'image du bâtiment. Elles forment une couche protectrice continue sur la surface traitée.

Les peintures peuvent être utilisées pour protéger et décorer des parements en maçonneries, pour cela il est recommandé de traiter avec réserves suivantes :

-**utiliser la méthode de badigeon de chaux** Il est composé de l'eau, les pigments (colorant minérale a concentration 3%). Le badigeon pourra être appliqué soit en technique à fresque ou à sec et il joue le rôle de la peinture.

-**utiliser un consolidant (en cas de badigeon de chaux) :** sont des minéralisateurs qui imprègnent totalement ou partiellement les pores et capillaires. Ils renforcent la cohésion du matériau en surface et améliorent sa résistance à l'usure. De plus, ils en réduisent la porosité. Ils sont perméables à la vapeur d'eau et laissent donc respirer le support.

### **8. action II : Réparation de la cour par éléments de pavé**



**Figure 4.11 : réparation de la cour**

On va intervenir, dans cette tâche, le changement de plate-forme pour la superficie de la cour (figure 4.11) selon les étapes suivantes :

- Nettoyage de la dalle de sol
- on prépare un volume vide pour mettre une couche de sable
- Étaler éventuellement une couche isolante en Géotextile, au-dessus de laquelle une couche de gros cailloux d'environ 10 cm sera damée afin d'empêcher les remontées capillaires de l'eau à travers le sol humide.
- Étaler une autre couche de sable pour ajuster le niveau horizontal, à régler à chaque dalle. La pose se réalise sur sable ou sur une chape maigre (mortier faiblement dosé en liant et faiblement humidifié, pour lui laisser une certaine souplesse et. Donc permettre de régler le niveau de hauteur du dallage).
- Reposer le dallage en pavés
- Pour les joints fins, étaler un coulis bien dosé en liant (1 volume de chaux blanche pour un volume d'eau) sur la surface (prévoir une surface raisonnable facile à traiter), après l'avoir préalablement et très largement humidifiée au jet. Pour les joints larges, on utilise de préférence un mortier de chaux blanches qui présentera moins de retrait.
- parmi les meilleurs types de pose, on trouve le pavé en chevron ou le pavé autobloquant (figure4.12).



**Figure 4.12** : exemple de pavés autobloquant.

### **9. action III : Traitement des éléments de menuiserie**

Le traitement de bois lui aussi est une étape délicate, le principe général dans ce projet est d'enlever tous les éléments en bois (figure4.13) (on prévoit un parement provisoire) et de les faire déplacer vers un atelier de menuiserie.

On va triller et intervenir selon l'état :

a) pour le bois en bon état

> Préparation : on lave les bois, par exemple avec de la lessive et de l'eau chaude.

On rince puis laisser sécher.

> Traiter le bois contre les insectes : on applique à la brosse ou au pinceau (xylophène ou autres produits insecticides). Il faut bien imbiber le bois, idéalement à plusieurs

reprises et sur plusieurs jours. On laisse le produit agir une semaine avant la mise en peinture ou la restauration.

> Mettre en peinture : on effectue les retouches éventuelles nécessaires au pinceau et on ponce légèrement et à sec, avant d'appliquer la couche de finition.

b) pour le bois en mauvais état

> Préparation : on gratte le bois, on enlève les parties détériorées.

Éventuellement procéder à un décapage complet.

On rebouche et enduit les parties manquantes.

> Mettre la peinture : idéalement, l'application se fait en trois couches. On applique au pinceau une couche d'impression, puis on ponce à sec (papier de verre) ; couche intermédiaire, puis on ponce légèrement et à sec et à la fin on applique la couche de finition.



**Figure 4.13** : réparation des éléments de menuiserie dégradés

## 10.action IV : traitement de la toiture :

### 10.1 La réparation de la charpente traditionnelle en bois

Après un diagnostic précis des altérations de la couverture (figure 4.14), nous préconisons de :

1. Etayer l'ensemble de la charpente en bois.
2. Éliminer le bois détérioré jusqu'à arriver au bois sain.
3. Dans notre cas, on a des détériorations de la panne sablière, on va la remplacer par un chaînage en béton. Une membrane en néoprène sera prévue au-dessous des entrants au contact avec l'appui (chaînage de béton), afin de protéger le bois contre l'humidité.
4. Remplacer le bois détérioré par un bois sain, en utilisant un mode d'assemblage convenable pour le bois (assemblage avec emboîtement, assemblage mi-bois, assemblage à tenon et mortaise, etc.).
5. on prévoit des agrafes, des sabots ou des anneaux en acier inox boulonnés pour consolider les assemblages en bois de la charpente.
6. Un traitement insecticide et fongicide sera appliqué en surface et en profondeur sur la totalité de la charpente.

7. Déposer progressivement l'étaie de la couverture installé au début des travaux.



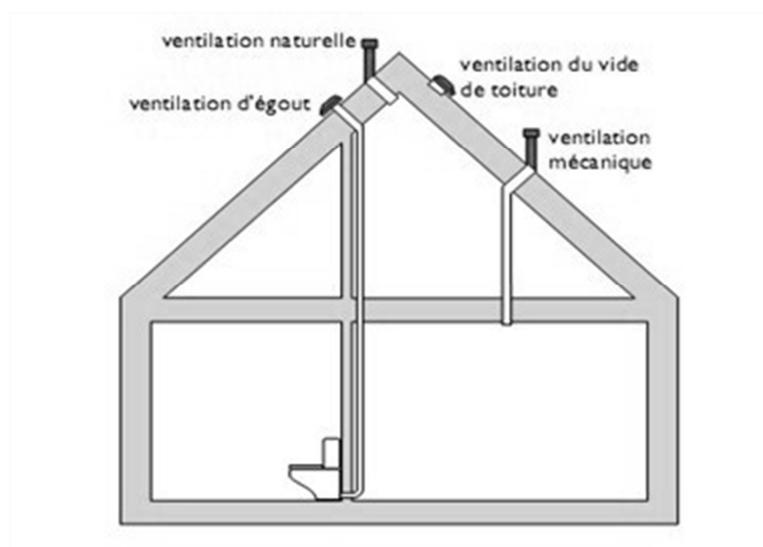
**Figure 4.14** : charpente de Toiture

> Cette technique est mise en œuvre dans les blocs en générale, accepté celui de bloc B dont la panne intermédiaire exige a remplacé complètement la toiture (vue le cas avancé de dégradation).

### 10.2 Traitement de la toiture en tuiles mécanique

La toiture présente est de type pente faible ( $15^\circ$  minimale), il faut prévoir des couches perméable à la vapeur et une hauteur suffisante de contre lattes pour assurer la ventilation :

- la ventilation mécanique joue un rôle essentiel (figure 4.15), des tubes en aluminium ou PVC peuvent assurer l'air des différentes parties du bâtiment naturellement.
- Les souches disponibles déjà sur les toitures sont visées par cette recommandation : on distingue la distribution systématique de ses éléments de chauffage interne mais les conduites (installation) sont supprimées.
- Les souches font l'objet de réutilisation dans la ventilation (soit mécanique contrôlée VMC ou naturelle) puis essentiellement dans l'installation du chauffage à gaz.



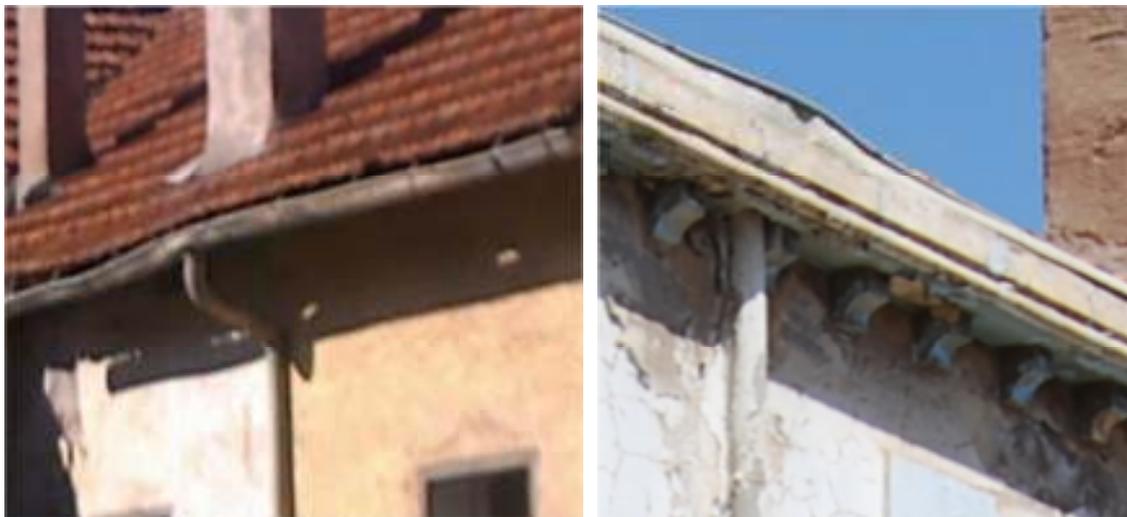
**Figure 4.15** : ventilation mécanique

### 10.3 Évacuation des eaux pluviales

Il existe plusieurs types de gouttières utilisées pour collecter l'eau provenant des précipitations atmosphériques (pluie, neige). nous savons que cette pathologie et un des principales causes amenant à la dégradation d'étanchéité (accumulation des eaux sur toiture qui accélère le vieillissement des matériaux).

On a déjà deux types placés autour du bâtiment (gouttières pendante et anglaise figure 4.16), elles sont les plus courantes en utilisation parmi les autres (de Lavale, harvaise...), puis le cas nécessite ce modèle :

-toiture venant vers la cour : les fermettes sont faites d'une façon à éviter l'écoulement des eaux sur les murs, les chevrons sont donc étalés vers l'extérieur des murs et les gouttières sont fixées dans ses derniers.



a- gouttière pendante

b- gouttière anglaise ancrée

**Figure 4.16** : les types de gouttières

-toiture vers l'extérieur du bâtiment : ses gouttières sont ancrées dans les couronnements supportés par les consoles (murs gouttereaux).

Ses gouttières sont en état de dégradation avancée, le travail est attaché par celui des toitures, donc nous recommandons :

- un changement total de ses éléments dans l'intervalle du coût et les normes de réhabilitation.

### 10.4 Chauffage

Quand on parle sur le système de chauffage, on peut citer de plus : la ventilation, la climatisation et l'éclairage. Ses quatre facteurs sont les éléments de base à calculer « un diagnostic de performance énergétique », cette culture n'est pas encore adaptée à notre environnement, mais il est indispensable de la maîtriser en existence pour évaluer notre consommation de l'énergie.

>Le chauffage : dans un tels bâtiment de l'administration ou à usage collectif nous proposons un chauffage centrale véhiculée par un circuit de distribution, et d'émetteurs (radiateurs, plancher chauffant, etc.).

>La climatisation : reste comme équipement facultatif, le budget de la réhabilitation n'est pas chargé par ses modification (le maître d'œuvre peut avoir ce marché en parallèle).

> L'éclairage : Nous constatons un dépannage immédiat dans certain endroits du bâtiment sans avoir un remplacement après cet incident.

Le changement d'une installation électricité peut se déroulée à différentes étapes de ce projet. On précise le cas pendant l'étape de :

- changement de mortier (encastré).
- modification des planchers.

En cas échéant, l'obligation peut préconiser des distributions en dessus de mortier final (dans des plaques étanches).

### **11. Réception de projet**

Des travaux de finition (reprise des petites imperfections, nettoyage des surfaces...) doivent souvent être effectués après la mise en œuvre d'une réhabilitation. Ces travaux de finition, après avoir été exécutés, sont acceptés par le maître d'ouvrage qui autorise la poursuite des opérations suivantes.

La clôture du projet sera faite par un contrôle qui veille sur les différents points suivants :

- le contrôle d'exécution des travaux
- le contrôle de convenance : soit des matériaux ou des techniques.
- la validation du maître d'œuvre des épreuves de convenances sous le cadre des documents d'exigence et de normes relatifs.

### **12. mise en conformité (recommandations)**

Ce projet peut être amélioré par atteindre le concept de « la maison passive », ce terme est utilisé pour désigner l'utilisation économique de l'énergie dans les bâtiments, l'habitat passif peut économiser 80% d'énergie dissipée par celle d'une maison simple.

De plus, l'habitat passif peut produire son énergie propre se basant sur les installations intelligentes de production et ou réduire cette dernière, le coût de conception plus élevé de 15% qu'une réalisation modeste mais l'avantage peut pérenniser dans des conditions durable.

Les différents outils qui peuvent être utilisés dans le cas sont :

- profiter de l'orientation du bâtiment pour placer des panneaux solaire (tuiles solaire) pour l'éclairage permanente des pièces (salle d'exposition) ou les autres utilisations courantes d'électricité.

-prévoir la ventilation mécanique contrôlée à double flux (air frais et vicié)  
-isolation des murs par l'extérieur (par des enduit isolants, vêtture, bardage rapporté...)  
ou à l'intérieur (isolant pare vapeur au plancher, isolant de mur en panneaux  
composites...) pour délimiter la chaleur dissipée par les composants du l'habitat.  
Cette démarche reste symbolique mais elle donne une image des nouvelles aires pour  
une évolution vers le développement durable.

### **13. Conclusion**

Tout au long de ce chapitre, nous avons essayé de mettre l'accent sur les solutions les plus favorables pour la totalité du bâtiment, ce chantier fait donc un vrai défi pour choisir et distinguer l'homogénéité entre pathologies et remèdes proposées.

La réhabilitation est un concept qui veut dire : « proposer une solution pour une telle dégradation », celui-ci ne convient pas de connaître des simples théories. Il faut avoir une expérience sur terrain pour intervenir à chaque fois, donc le retour d'expérience aide l'ingénieur ou le concepteur à mieux connaître son environnement.

En guise de conclusion, la réception de ce projet veut dire que les anomalies dans ce bâtiment on était effacées, ainsi, l'exploitation de ce bâtiment sera prolongé pour une autre génération.

Enfin, par une telle étude, nous pouvons sauver ce patrimoine de démolition et le conserver loin des dégradations.

En guise de conclusion, la réhabilitation est un outil de génie civil. Elle permet de conserver une grande partie de l'immobilier ou de pérenniser son occupation comme décision alternative.

L'idée maîtresse de cette opération est de communiquer sur une bonne compréhension du bâti ancien, d'assimiler ses réactions, d'apprendre ses modes constructifs de base, de l'expliquer avec comme support l'élaboration de fiches d'information/formation. Elles sont destinées à tous les professionnels du bâtiment, y compris les maîtres d'ouvrage, qui doivent comprendre comment fonctionne le bâti ancien. L'objectif au-delà de la transmission des savoirs est également de favoriser une réhabilitation critique et durable du bâti ancien existant.

La réhabilitation en Algérie n'a vu le jour qu'après une destruction massive des édifices qui fond une valeur estimable dans le patrimoine bâti en Algérie, en particulier, et celui mondiale en générale. La réhabilitation est devenue donc un outil de correction contre la démolition systématique des bâtiments coloniaux supposés non habitables ou présentent un danger pour les logeurs et les bâtiments neufs à partir des années 1990.

La technique de réhabilitation est pour but d'envisager le respect d'une réglementation de plus en plus contraignante amène le maître d'ouvrage à se former et à s'informer afin d'aborder ce marché de la réhabilitation afin d'arriver à une optimisation économiques et techniques pour les solutions.

Ses constructions font partie de notre patrimoine, l'erreur qu'on trouve souvent est de ne pas accepter le mot « coloniale », ce parc immobilier est porteur d'une grande valeur architecturale, historique, véhiculé par un ensemble de composants matérielles et immatérielles.

L'outil de réhabilitation/reconvention et l'une des opérations les plus répandus dans les processus de prise en charge des bâtiments coloniales.

La réhabilitation de l'ancien bâti peut être endogène et exogène à leur activité passée mais dans les deux cas elle reste dans l'intervalle de processus défini par le groupe : prédiagnostic, diagnostic, solutions/ recommandations.

Chaque bâtiment possède son authentique cachet de réalisation, autrement dit, lors d'une opération de réhabilitation, l'ingénieur/Architect doit opter une méthode délicate tenant compte de : forme/fonction, volume/espace, histoire/climat, structure/ornement, valeur matérielle/immatérielle.

À la longue de ce mémoire nous cherchions à répondre sur la question de conserver ce coté de patrimoine face aux nouvelles exigences et normes de constructions modernes, la sensibilisation des professionnels et du grand public au thème de bâtiment coloniale peut se structurer sur les axes suivants :

- La sensibilisation et la concentration des efforts pour parvenir la notion « d'héritage » pour ce type de patrimoine.
- Le recensement et la classification par valeur est une initiative qui doit être prise par les autorités en urgence.
- Maître en évidence un guide de réhabilitation sera un avantage pour garantir la réinsertion de ses bâtiments dans le tissu moderne de l'urbanisme.

- Remanier ce contexte en occurrence des textes et lois au sein des autorités politique et économique peut renforcer le débat lors des interventions sur le sauvegarde de patrimoine bâti.

Enfin, pour éviter les connotations négatives sur l'ancien bâti, il est vivement souhaitable de favoriser une ouverture d'esprit pour cette branche d'ingénierie pour mélanger la passion de l'architecture vétuste ancrée dans le milieu urbain moderne.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

### BIBLIOGRAPHIE

- 1.E.Rouger** : Du principe d'analyse stratigraphique à l'archéologie d'élévation. Réflexion et méthode, dans Archéologie médiévale. Paris 1998.
- 2. F. Journot**, Archéologie du bâti, dans La construction. Les matériaux durs: pierre et terre cuite, coll. "Archéologiques", Paris, Errance, 2004
- 3.Guide du diagnostic des structures, ANAH 1984** Agence Nationale pour l'Amélioration de l'Habitat (ANAH), Guide du diagnostic des structures ISBN 2110850477. France 1984.
- 4. J. Coignet**, La maison ancienne, construction, diagnostic, interventions. Eyrolles, Paris, 2003.
- 5. J.-P. Saint Aubin**, Le relevé et la représentation de l'architecture. Relevés, dessins et photographies, Documents et méthodes n° 2, Paris 1992.
- 6.L. MAMMAR, M. MOULI, 2009** Etude De Réhabilitation D'un Immeuble vieux bâti à Oran, international Conférence on sustainable built environment Infrastructures in developing Countries, ENSET Oran -October 12-14, 2009.
- 7. N. Bouche**. La réhabilitation en France. Les procédures les outils (ANAH), Paris.2000.
- 8. Nicolas Ferro**, réhabilitation des logements sociaux, ANSAL Paris, 2011
- 9.Méthode réhabimed, 2005** documents techniques sur le bâti méditerranéen, méthode RehabiMed, l'architecture traditionnelle méditerranéenne, 2005.
- 10. RehabiMed** : richesses artistiques de la France, 1992.41. Méthode RehabiMed pour la réhabilitation de l'architecture traditionnelle méditerranéenne. Réhabimed Aout 2005.
- 11. RPA 99, 2003** Règles Parasismiques Algériennes RPA 99 / Version 2003, Centre National de Recherche Appliquée En Génie-Parasismique, 2003.
- 12.S. MERDJI, 2010** : mémoire magister intitulé : métamorphose architecturale de paysage urbain, la ville coloniale et la nouvelle ville, université de Constantine, Département d'Architecture, juillet 2010.
- 13. S. Soukane, M. Dahli**, Université de Tizi-Ouzou, Département d'architecture, Algérie 2012.
- 14.Tille M.** document sur la définition des agents dans un projet revu de date 2001.

**15. Yannick brés** : comprendre les pathologies d'une maison ancienne, association APLOMB, formation 2011.

## **WEBO GRAPHIE**

**1. Bureau Veritas 1993** Guide Veritas du bâtiment Gestion technique du patrimoine, Réhabilitation et maintenance. Edition le Moniteur, (tome 4) Paris. 1993. (<http://www.eyrolles.com>)

**2. Directive 2002/91/CE** du Parlement européen et du Conseil du 16 décembre 2002 (JO L 1 du 4.1.2003) ([eur-lex.europa.eu](http://eur-lex.europa.eu))

**6. Dictionnaire général du bâtiment 2008** dictionnaire électronique des bâtiments volume 01, pour plus d'information (<http://www.eyrolles.com>).

**3. Documents strres**, revue de documents format PDF pour les techniques de l'ingénierie ([www.strres.org](http://www.strres.org)).

**4. NF P 15-201-1/A1 référencée DTU 26.1** document téléchargé de civil mania date 12-11-2012 ([www.civilmania.com](http://www.civilmania.com)).

**5. Presse service** : article de journal publié le 18-03-2011 (site web [www.aps.dz](http://www.aps.dz)).

## Résumé

Ce travail est destiné pour l'étude de la réhabilitation de l'ancienne mairie de Ghazaouet connue sous le nom de "hôtel de ville", cette étude se résume comme suite:

\_ Une définition générale de la réhabilitation, l'histoire des bâtiments coloniaux et l'évolution de l'architecture de l'époque coloniale, enfin, les étapes du diagnostic de la réhabilitation des bâtiments. Une description détaillée du bâtiment et les différents relevés métriques, architecturaux et constructifs, puis la mise en date des diverses utilisations du bâtiment.

\_ L'évaluation de pathologies existantes et les causes assignées, la compréhension et la classification de chaque anomalie et on résume par quantifier et classer ses dommages trouvés.

\_ Et enfin, la détermination des solutions convenables par l'outil de réhabilitation et la proposition des recommandations dans le but de réutiliser ce type de bâtiments avec les normes actuelles de sécurité et de confort.

\_ **Mots clés:** réhabilitation, bâtiments coloniaux, les pathologies, le diagnostic, RPA 99, 2003

## Abstract

This work is intended to study the rehabilitation of the old municipal of Ghazaouet known as the "Hôtel de ville", this study can be summarized as following:

\_ A general definition of rehabilitation and a brief history of colonial buildings and the evolution of the architecture in this period, in addition to standard engineering criteria included, then address the diagnostic steps for the rehabilitation of buildings.

\_ Examination of construction of the building, the study includes a detailed description of the building and found different metrics, architectural and constructive, then the implementation dates of the various uses of the place.

\_ Evaluation of existing conditions and the causes assigned, understanding and classification of each anomaly is summarized by quantify and classify damage found.

\_ Finally, the dynamic study of the construction with calculator's software, with solutions and recommendations in the context of rehabilitation.

\_ **Keywords:** rehabilitation, colonial buildings, pathology, diagnosis, RPA 99, 2003

## الملخص

هذا المشروع عبارة عن دراسة لإعادة الاعتبار لبلدية الغزوات المعروفة سابقا باسم فندق المدينة, هذه الدراسة تتلخص كما يلي:

\_ تعريف عام لإعادة الاعتبار و نبذة تاريخية للمباني الاستعمارية و تطور الهندسة المعمارية في ذلك الوقت, إضافة إلى المعايير القياسية و عناصر البناء ثم التطرق إلى مراحل التشخيص في إعادة الاعتبار للمباني و بعض الأضرار العامة .  
\_ دراسة مخصصة لهذا البناء و يضم وصف مفصل لهندسة البناء و أبعاده و المواد المستعملة في البناء و وضع حيز لتواريخ الاستعمالات المختلفة لهذه البناية.

\_ تقييم الأضرار الموجودة و تعيين أسبابها و فهم و تمييز الظواهر مع خلاصة لتكثيم الأضرار.  
\_ و في الأخير دراسة حركية لنموذج البناء باستخدام برنامج رقمي مع اقتراحات للحلول الممكنة في إطار إعادة الاعتبار.

\_ **كلمات المفاتيح:** إعادة الاعتبار, المباني الاستعمارية, الأضرار, التشخيص, RPA 99, 2003 .