

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

Ecole Polytechnique d'Architecture et d'Urbanisme

epau

Laboratoire d'architecture et environnement



Mémoire pour l'obtention du diplôme de

Master en architecture

Thème

Diagnostic d'un bâtiment du tissu colonial à la Rue Ahmed Chaib ex Rue Tanger en cours de réhabilitation et de renforcement.

Elaboré par :

Mr. MEHENNI Zakaria

Encadré par :

Dr. Si Youcef .Youcef

Membre du jury :

Président du jury : Pr. KEHILA Youcef

Examineur : Mr. TAHARI Habib

Examineur : Mr. BOUZID Farid

Octobre 2016

Remerciement :

‘Avec l’aide de Dieu tout puissant j’ai pu réaliser ce modeste travail ‘

Ce master n’a pu être accompli sans le soutien et l’aide de plusieurs personnes que nous souhaitons remercier dans ces modestes lignes.

Je tiens tout d’abord à remercier Mr Si Youcef en tant que directeur de recherche étais toujours présent pour suivre l’avancement de ce travail, apporter des corrections et prodiguer conseils et orientations permettant d’accomplir ce master dans les délais prévus.

Je tiens à remercier le service technique de l’A.P.C d’Alger centre et principalement Mr MEDAHI pour les informations qui été utile pour le développement de ce mémoire, sans oublier le bureau d’étude responsable de l’étude de réhabilitation du 11 Tanger pour le dossier graphiques et les informations concernant l’étude de réhabilitation. Mes remerciement sont accordés aussi aux : chef de chantier, conducteur de travaux et certains ouvriers de l’E.N.R.O.S pour les informations fournie concernant la technique utilisée pour le renforcement de la structure.

Je dois tous mes remerciement à ma petite famille pour le soutien moral et encouragements, mes camarades et toutes personnes ayant participé de loin ou de prêt dans l’élaboration de ce mémoire master.

Enfin, je tiens à remercier les membres du jury qui ont accepté d’examiner ce modeste travail et apporté leur apport en espérant que leur critiques et orientations seront bénéfique pour mes futures recherches.

‘‘Je dédie ce travail à mon défunt père que dieu le bénisse dans son paradis’’

Résumé :

La réhabilitation en Algérie est un domaine récent peu développé et avec la situation du nord algérien dans une zone de turbulences tectoniques (zone sismique) les anciens bâtiments du tissu colonial court un grave danger. Cette situation s'avère problématique ce qui nous a poussés à choisir la réhabilitation comme thème de recherche et un des bâtiments du tissu colonial comme objet de recherche (cas d'étude).

La recherche est portée sur un bâtiment en chantier situé dans le quartier Ben M'hidi le plus ancien bâtiment de la rue Tanger pour identifier la nature de l'opération en cours et la situer dans une démarche de projets de réhabilitation la RehabiMed qui est présentée comme un support théorique qui nous a permis de recueillir les outils pour la comparaison. Nous avons aussi détaillé l'opération en cours en identifiant le phasage de cette dernière pour déterminer le processus suivi et regrouper les données pour la comparaison.

Dans le développement de ce mémoire nous avons jugé bénéfique de porter un regard sur l'influence de la vulnérabilité sur la résistance face à l'aléa sismique, avec l'évaluation de cette dernière le degré de gravité de la situation était confirmé et donc l'immeuble doit être renforcé.

Il était question dans cette recherche de comparer deux approches différentes afin d'établir un constat qui identifie les points forts et les lacunes de chaque processus qui nous a aidé à proposer une nouvelle approche plus développée que celle utilisée pour la réhabilitation du 11 rue Tanger.

Le processus utilisé dans les projets de réhabilitation en Algérie a montré ses limites dans certains cas dont notre cas d'étude ce qui nous a interpellé pour tenter de proposer une démarche qui prend comme référence la démarche RehabiMed avec un phasage clair en conformité avec les règlements en vigueur ici en Algérie (textes de lois, R.P.A, ...etc.). Un processus ingénieux visant le développement du domaine de la réhabilitation, un outil méthodologique pour les chercheurs et un moyen utilisé pour l'identification des interventions de réhabilitation.

Mots clés : Réhabilitation, Vulnérabilité, Consolidation, Renforcement, RehabiMed

Abstract:

The rehabilitation in Algeria is an undeveloped new field and with the situation of the north of Algeria in the tectonic turbulence zone (seismic zone), the old buildings of the colonial tissue are in serious danger. This situation is problematic which lead us to choose the rehabilitation as a research theme and one of the buildings of the colonial tissue as a research object.

This research is about one of the oldest buildings of the Ben M'hidi district in order to identify the nature of this current operation to situate it in a process used in projects of rehabilitation "RehabiMed" presented as theoretical support, which allowed us to collect tools for comparison. We also presented the details of this operation by identifying its phases to define the process followed in this case so we can record data for comparison.

In order to confirm the influence of the vulnerability on the resistance of the building to earthquakes, we considered beneficial to take look on this problem to evaluate it to confirm that this building is in serious danger and we have to reinforce it.

In this research, we focus on the comparison between two different approaches to establish a report to identify the strengths and weaknesses of each process, that help us to propose a new approach more developed then that use for the rehabilitation of 11 street Tangier.

The process used in rehabilitation projects in Algeria has shown its limits in some cases including our case study, which lead us to try to proposed an approach that takes as reference the RehabiMed approach with clear phases in accordance with the regulations her in Algeria (legal texts, RPA (Algerian earthquake resistant regulations),...etc.). An ingenious process that allowed us to develop the field of rehabilitation, the researchers can use it as a methodological tool also it can be used for the identification of rehabilitation intervention.

Keywords: Rehabilitation, Vulnerability, Consolidation, Reinforcement, RehabiMed

المخلص:

إعادة التأهيل في الجزائر مجال قتي قيد التطور ومع موقع شمال الجزائر في منطقة نشاط تكتوني (منطقة زلزالية)، فإن المباني القديمة ذات الطراز المعماري الاستعماري في خطر. هذا الوضع الإشكالي جعلنا نختار إعادة التأهيل المباني كموضوع بحث وأحد المباني القديمة كحالة للدراسة.

هذا البحث هو عن واحدة من أقدم المباني في حي بن مهدي من أجل التعرف على طبيعة الأشغال الحالية من أجل نسبها إلى منهجية "ريهابيمد" المستخدمة في مشاريع إعادة التأهيل والتي اتخذناها كمرجع نظري ما سمح لنا جمع أدوات للمقارنة. قدمنا أيضا تفاصيل هذه العملية من خلال تحديد مراحلها لتحديد المنهجية المتبعة في هذه الحالة حتى نتمكن من تسجيل البيانات للمقارنة.

من أجل التأكد من تأثير ضعف المبنى في مقاومته للزلازل، وإلقاء نظرة على هذه المشكلة تعتبر مفيدة لتقييم ذلك للتأكد من أن هذا المبنى هو في خطر وعلينا أن نقوم بتدعيمه.

في هذا البحث نركز على المقارنة بين منهجيتين مختلفتين لتحديد نقاط القوة والضعف في كل منهجية لكي تساعدنا على اقتراح منهجية جديدة أكثر تطورا من تلك المستخدمة لتأهيل المبنى 11 شارع طنجة.

لقد أظهرت المنهجية المعتمدة في مشاريع إعادة التأهيل في الجزائر حدودها في بعض الحالات بما في ذلك الحالة المدروسة، ما جعلنا نحاول اقتراح منهجية تتخذ من منهجية "ريهابيمد" مرجعا لها بمراحل واضحة المعالم مطابقة للقوانين المعمول بها في الجزائر (نصوص قانونية، قواعد مقاومة الزلازل في الجزائر، ... الخ). بهذه المنهجية المقترحة سنقوم بتطوير مجال إعادة التأهيل في الجزائر ويمكن للباحثين استخدامها كأداة مرجعية في بحوثهم، كما يمكننا استخدام هذه الأخيرة لتحديد طبيعة الأشغال في حالة مشاريع إعادة التأهيل.

كلمات مفتاحية: إعادة التأهيل، تدعيم، تقوية، ريهابيمد

SOMMAIRE

Résumé :	2
Abstract:	3
المخلص:	4
1. Introduction :	6
2. Problématique générale :	6
3. Hypothèses :	8
4. Objectifs :	8
5. L’aspect méthodologique :	8
6. Structure du mémoire :	9
Chapitre I : La définition des concepts liés au thème traité	10
Chapitre 2 : Les méthodes et techniques de réhabilitation (RehabiMed...etc.) 14	
Chapitre 3 : l’état vulnérable d’un bâtiment à réhabiliter ‘fiche de vulnérabilité du bâtiment’	29
Chapitre 4 : présentation du cas d’étude et diagnostic de l’opération en cours (techniques utilisée, les étapes suivis,...etc.)	33
Chapitre 5 : Vérification de la conformité de l’opération en cours et les méthodes et techniques de réhabilitation connue au monde.)	52
Conclusion générale et pistes de recherche	67
Table des figures :	72
Bibliographie :	76
ANNEXE I :	79

1. Introduction :

Le Nord algérien vu sa position quasi centrale par rapport aux plaques tectoniques Eurasienne et Africaine, est souvent soumis à des actions sismiques d'intensités variables parfois majeures, le cas du séisme dévastateur de Boumerdes le 21 mai 2003. Ces actions mettent en péril à chaque rendez-vous sismique le bâti ancien et les bâtiments qui ne sont pas aux normes parasismiques et par conséquent un risque de perte de vies humaines. L'état Algérien conscient de ce problème a lancé un programme de prévention contre les risques majeurs, en particulier le risque sismique. Dans ce but un certain nombre de bâtiments anciens sont en cours de renforcement et de réhabilitation dans la commune d'Alger centre, en vue de réduire leurs vulnérabilités aux secousses sismiques.

La ville d'Alger « capitale politique et économique abritant une population importante en plus les installations stratégiques et équipements important » fait partie de cette zone où les séismes seront plus ou moins puissants. Ainsi l'impact se multiplie et va être à la fois catastrophique et dramatique causé par la vulnérabilité du tissu de la ville. Il est légitime de se poser la question si les bâtiments à Alger vont tenir après un tel désastre.

Le choix du thème est porté sur une opération de réhabilitation et renforcement là où nous intéressons à l'identification de cette opération, l'évaluation de la vulnérabilité du bâtiment cas d'étude pour confirmer ou infirmer son adaptation et résistance à l'aléa séismique.

Le patrimoine colonial à Alger court un grave destin si on persiste à réaliser et approuver des opérations singulières d'habillage de façades sans diagnostic et ni études dans le cadre de ce master nous essayons d'apporter une critique sur une opération actuellement en cours, la qualifier comme une réhabilitation structurelle efficace au séisme. Dont l'intérêt que nous jugeons pour cette recherche d'apporter une sorte d'alternatif pour rapprocher les opérations futures des méthodes de réhabilitations universelles (RehabiMed, AFPS...etc.) au service des acteurs et intervenants dans le secteur du bâtiment.

2. Problématique générale :

En observant les bâtiments du tissu colonial à Alger nous constatons que dans leur majorité ils nécessitent des opérations de réhabilitation et de renforcement de leurs structures porteuses. Ce qui nous pousse à poser la question suivante :

- a) Quelle est l'efficacité et le niveau d'adaptation des structures renforcées en situation de secousse sismique ?

Dans cette recherche nous ne sommes pas en mesure de répondre à cette grande question, néanmoins, nous tenterons dans ce travail de recherche de porter une modeste contribution. En effet, nous comptons effectuer un diagnostic des travaux de réhabilitation et de renforcement en cours sur un bâtiment ancien sur la rue Ahmed Chaib-ex Rue Tanger- dans la commune d'Alger centre.

Ce cas d'étude se situe au centre d'Alger dans le quartier Ben M'hidi sur la rue Ahmed Chaib (ex rue Tanger) au sein de la zone du plan spécial Nord Ben M'hidi-Tanger tel-qu'il est délimité

par les équipes algérienne et espagnole (fig.1), dans le cadre du projet du diagnostic du quartier Ben M'hidi, une zone développée autour de l'axe Ben M'hidi (ex rue d'Isly) là où jadis s'est formée la première ville française. Le bâtiment est bordé par la rue Ahmed Chaïb, la rue Frères Omar et Hamoud Ada et la rue Omar Agha. (fig.2)



Fig.1 : Délimitation du plan spécial, source : EPAU/UPM, *Méthode de réhabilitation d'un centre historique, Ed les Alternatives urbaines, 2013, p31*

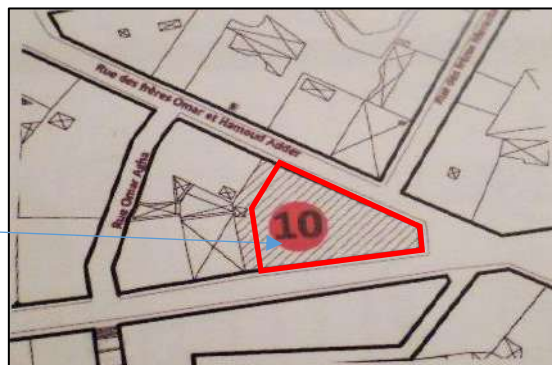


Fig.2 : Situation du bâtiment en question, source : EPAU/UPM, *Méthode de réhabilitation d'un centre historique, Ed les Alternatives urbaines, 2013, p204*

L'édifice que nous allons étudier porte une valeur historique (cf. livre « Méthode de réhabilitation d'un centre historique », p134). Après le séisme de 2003 il a été classé par l'organisme de contrôle technique des constructions « CTC » comme bâtiment en ruine (cf. livre « Méthode de réhabilitation d'un centre historique », p131), nécessitant une opération de réhabilitation structurelle, et présentant diverses pathologies dues à l'ancienneté de l'ouvrage et d'autres, créés par les usagers et récemment par l'entreprise en charge des travaux de réhabilitation, on peut citer :

- L'étroitesse de la rue (largeur bien inférieure à la hauteur du bâti ($L < h$)) crée une variation des apports d'ensoleillement des façades
- La mise à nue des maçonneries après le décapage des enduits lors des travaux de réhabilitation récents inachevés
- La remontée d'humidité au niveau du soubassement, l'infiltration des eaux pluviales dans les façades causant le décollement des enduits de ciment pour les balcons et les façades.
- Le phénomène d'érosion et de détachement des linteaux de fenêtre, des sculptures et moulures.
- Les lésions de différentes natures : mécanique, chimique et anthropique (Relatif à l'activité humaine : effet provoqué directement ou indirectement par l'action de l'Homme). Le phénomène de pollution atmosphérique due aux échappées de fumée et de gaz associée aux embruns marins et taux d'humidité élevée.

Le système structurel de ce bâtiment est constitué principalement de murs porteurs en pierre, le soubassement est formé parfois d'une maçonnerie mixte (pierres calcaire tendre, de tuf, de briques ou de débris de briques) et parfois de maçonnerie de pierre bleue. Les planchers sont des planchers voutain en briques et poutrelle métallique.

3. Hypothèses :

Pour la présente recherche nous posons les trois hypothèses suivantes :

- a) La vulnérabilité du cadre bâti à Alger est effective, elle est accentuée par la vétusté de ce dernier
- b) Le renforcement des structures par la greffe de nouveaux éléments de structures en charpentes métallique ou en béton armé va surement réduire la vulnérabilité du bâtiment, si l'opération obéit à une stratégie correctement réfléchie visant à se rapprocher des règles parasismiques en vigueur. A titre d'exemple on doit veiller à rapprocher le centre de torsion du centre de masse afin de minimiser l'effet de torsion.
- c) Parfois la tentative de réhabilitation structurelle peut accentuer la vulnérabilité, à titre d'exemple en utilisant pour le renforcement des matériaux qui n'adhère pas avec la structure existante du bâtiment. Une mauvaise disposition de la nouvelle structure particulièrement les contreventements, pourrait accroître l'excentricité centre-de-masse centre-de-torsion, dans ce cas l'effort sismique à résister est amplifié au lieu d'être diminué.

4. Objectifs :

La recherche vise des objectifs à attendre qu'on peut résumer comme suit :

- Contribuer à l'analyse de la vulnérabilité du tissu colonial à Alger vis-à-vis du séisme.
- Identifier et vérifier le comportement des structures renforcées dans le cadre de la réhabilitation vis-à-vis du séisme.
- Identifier le lien entre la vulnérabilité et le renforcement des structures dans le cadre d'une réhabilitation.

Dans cette recherche nous allons tenter d'évaluer la vulnérabilité du cas d'étude mais aussi de comparer deux approches pour enfin proposer une nouvelle approche à suivre pour les futures projets de réhabilitations assurant sécurité des usagers et une réduction de la vulnérabilité influant sur la résistance face aux aléas naturelles ou autres.

5. L'aspect méthodologique :

Pour mener à bien ce travail de recherche on procédera à l'utilisation des méthodes les mieux adapté à notre thème de recherche, dans notre approche méthodologique deux aspect sont à souligner : un aspect théorique et un aspect pratique.

Pour construire une base théorique nous établirons des fiches de lecture après la consultation de documents bibliographiques à savoir les ouvrages, les articles traitant du renforcement des structures et la vérification de leur comportement vis-à-vis du séisme. Nous consulterons des travaux antérieurs sur le thème tel-que les mémoires de magistère et de master, ainsi que les plans et documents descriptifs sur l'opération en question.

Pour l'aspect pratique de notre approche nous allons utiliser la comparaison pour identifier les similitudes et les différences entre deux approches (RehabiMed et celle utilisé pour la réhabilitation du bâtiment 11 rue Ahmed Chaib).

6. Structure du mémoire :

Il est prévu que notre mémoire soit structuré en trois parties :

- La première partie intitulée « Définition des concepts liée au thème traité », est composée de trois chapitres :
 - o Le premier consacré à la définition de ces concepts notamment les deux concepts majeurs de notre recherche la vulnérabilité et réhabilitation structurel.
 - o Le second consacré aux méthodes et techniques de réhabilitations à travers des exemples internationaux (RehabiMed,...etc.) et les règlements en vigueur en Algérie (RPA « règlement parasismique algérien »,...etc.)
 - o Le troisième consacré aux indicateurs définissant l'état vulnérable d'un bâtiment (fiche de vulnérabilité)

La deuxième partie sera consacrée au cas d'étude (le diagnostic comparatif) intitulée « Vérification de la conformité de l'opération en cours et les opérations suivant un processus RehabiMed » divisé en deux chapitres :

- o Le premier concernera la présentation du cas d'étude ainsi que l'opération en cours (techniques utilisée, les étapes suivis,...etc.)
- o Le second sera la vérification de la conformité de l'opération en cours et les méthodes et techniques de réhabilitation connue au monde. (ressortir avec une opération de réhabilitation suivant des étapes bien définies répandant aux règlements en vigueur)

La troisième partie regroupera les résultats et perspectives (pistes de recherche).

Chapitre I : La définition des concepts liés au thème traité

Afin de cadrer notre travail, nous commençons ce chapitre par la définition de la vulnérabilité et par l'identification des différents types de celle-ci.

Le mot vulnérabilité en latin « *vulnerabilis* » signifie être blessé ou exposé à recevoir des blessures. La signification la plus générale de la vulnérabilité fait référence à la susceptibilité à succomber au danger ou à des pertes dues aux chocs externes (catastrophes naturelles), « elle englobe les caractéristiques d'une personne ou d'un groupe de personnes à la limite de leurs capacités d'anticiper, d'affronter, de résister ou de récupérer de l'impact d'un événement naturel extrême ». On peut la définir comme l'ensemble des conditions ou de processus résultant de facteurs matériels, sociaux, économiques et environnementaux, qui accentuent la sensibilité d'une communauté à l'impact des aléas. ». (BOUGHAZI. K, Mai 2012)

Plusieurs types de vulnérabilité ont été recensés et classés dont :

- *La vulnérabilité physique ou technique*, elle est relative au taux d'endommagement potentiel des éléments exposés et au concept de Seuil de Rupture.
 - *La vulnérabilité fonctionnelle*, c'est la propension d'un élément exposé à subir des pertes de fonctionnalité.
 - *La vulnérabilité systémique*, elle se caractérise par une réaction en chaîne, à partir d'un ou plusieurs éléments exposés, provoquant un effet domino.
 - *La vulnérabilité biophysique*, à l'échelle territoriale, touchant à la fois, les éléments physiques et les espèces (humaine et animale).
 - *La vulnérabilité sociale*, relative aux facteurs de vulnérabilité de la population est la possibilité de subir des pertes.

Ces différents types de vulnérabilité peuvent être regroupés en quatre larges secteurs dans lesquels se regroupent les différents aspects de la vulnérabilité à savoir : la vulnérabilité physique, sociale, environnementale et économique, représentées par l'intersection de sphères qui s'interfèrent entre elles. (fig.3) (BOUGHAZI. K, Mai 2012)

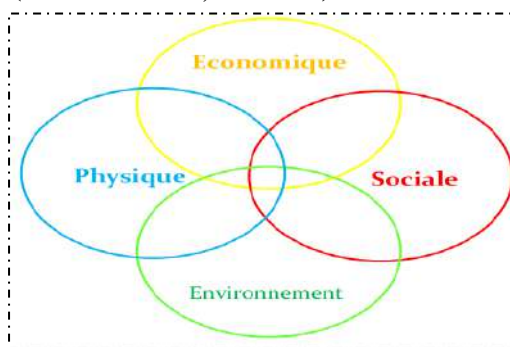


Fig.3 : Interaction de formes de vulnérabilité, source : ISDR/UN (2004), *Living with risk*, Geneva, p 41

Parmi les opérations sur le bâti ancien on trouve la réhabilitation, afin de connaître mieux cette opération nous devons la définir et connaître ses types :

La réhabilitation : on peut la définir comme une opération de mise à l'état d'un édifice vétuste de point de vue structure ou l'image qu'il reflète. La réhabilitation structurale consiste à améliorer le niveau de performance d'un système structural ou quelques éléments de ce système. Suivant l'état de la structure endommagée, la réhabilitation peut être subdivisée en deux catégories : Réparation ou Renforcement

A / Le terme 'réparation' signifie que les éléments structuraux ou non-structuraux endommagés atteignent encore un minimum de résistance, rigidité et ductilité qu'ils doivent avoir avant un séisme. Ceci signifie que la 'réparation' est limitée seulement aux éléments endommagés et dans ce sens 'de réparation' doit être considéré comme réhabilitation locale.

B/Le terme 'renforcement' signifie l'augmentation de la résistance sismique de la structure avec des réhabilitations au-delà de la réparation, ceci signifie qu'en plus de la réhabilitation locale aux éléments endommagés, la réhabilitation de type global sera effectuée, de sorte que le comportement structural global du bâtiment soit amélioré.

Elle est définie par la charte de Lisbonne comme étant « *tous travaux dont la finalité est la récupération et la remise en état d'une construction, une fois résolues toutes les anomalies constructives, fonctionnelles d'hygiène et de sécurité cumulées tout au long des années et menant à bien une modernisation dont le but de le rendre capable à remplir à nouveau ces fonctions jusqu'à s'approcher des actuels niveaux d'exigence* ». Pour un bien patrimonial cette opération vise à le doter de commodités modernes en prenant le soin d'éviter l'altération de ses valeurs et améliorer les conditions d'hygiène. On fait appel à cette opération pour prolonger la vie du bâtiment.

La réhabilitation repose sur la conciliation des domaines historique, architectural et technique du cas d'étude, dans notre recherche nous intéressons au côté technique puisque nous sommes sur le point d'effectuer un diagnostic d'une méthode utilisée pour ce bâtiment conforme ou pas aux méthodes universelles pour un site exposé à l'aléa sismique en plus sa vulnérabilité vue sa vétusté avancée.

La réhabilitation peut être divisée en : réhabilitation classique qui ne tient pas compte des charges sismiques 'zone non sismique' on prend dans le calcul les charges verticales, pour la zone sismique la tâche s'avère complexe puisqu'on tient compte des charges verticales et horizontales.

Selon la complexité des travaux envisagés pour le bâtiment nous constatons quatre niveaux de réhabilitation : réhabilitation légère, réhabilitation moyenne, réhabilitation lourde et réhabilitation exceptionnelle en référence au rapport de NORA portant sur l'amélioration de l'habitat ancien Paris 1976.

- a. Réhabilitation légère : l'intervention concernera dans cette opération les parties esthétiques et décoratives du bâti (refaire les volutes, moulures et médaillons sur la façade, la peinture, carrelage ou autre revêtement de sols), l'installation de nouvelles conduites de canalisation et équipement sanitaires. Elle n'inclue pas les parties communes du bâtiment ni le système de chauffage.

- b. Réhabilitation moyenne : pour ce niveau de réhabilitation le bâtiment ne présente pas des désordres de point de vue structure portante (système constructif) donc ça va concerner les parties communes (ravalement de façades, remplacement des vitraux cassée...etc.) et les parties privatives intérieures. Des fois pour assoir un degré de confort on peut y installer un système de chauffage et de ventilation.
- c. Réhabilitation lourde : en addition aux travaux mentionnés en haut l'opération contient non seulement le ravalement des façades, la redistribution des espaces (restructurer, réorganiser et donner une nouvelle configuration spéciale), la réparation des toitures et charpentes, refaire l'étanchéité mais aussi intervenir sur les maçonneries, les planchers et gros œuvres.
- d. Réhabilitation exceptionnelle : le bâtiment dans ce niveau d'intervention présente un état de dégradation et de vétusté avancée on constate que le système constructif est atteint (la structure porteuse ne joue pas son rôle correctement, on souligne des anomalies sur la fiche de vulnérabilité préétablie) dans ce cas-là les travaux envisagés sont complexe arrivant jusqu'au remplacement des éléments de structure dans la mesure du possible 'quand celle-ci soit compromise'.

Rendre un bâtiment aux normes actuels s'avère difficile parfois impossibles vue qu'il y a d'autre aléas et enjeux qui rentre en jeu non seulement le séisme.

Donc la réhabilitation est une opération quasi différente qu'une Restauration vue que cette dernière s'intéresse aux édifices classés en tant que patrimoine ou monuments historiques détiennent des valeurs (historique et esthétique...etc.) que l'opération vise à les gardées. Cette opération est loin d'être un simple habillage de façades, mais une opération plus complexe touchant parfois le système constructif en cas de zone a forte sismicité comme notre cas à Alger qui nécessite une main d'œuvre qualifiée et des méthodes spécifiques avec un matériel dépendant de la complexité de l'opération et les matériaux des bâtiments à réhabiliter.

Chapitre 2 : Les méthodes et techniques de réhabilitation (RehabiMed...etc.)

Afin d'évaluer le niveau de réussite d'une opération de réhabilitation d'un bâtiment vétuste vulnérable aux secousses sismiques nous allons voir à quel point on a respecté les principes de base ou bien si on a utilisé une méthodologie d'approche suivant un raisonnement logique que nous considérons comme fil conducteur (épine dorsale) de cette opération. Les principes dont on est censé respecter sont :

- i. **La sensibilisation** : c'est-à-dire sensibiliser les usagers et les acteurs intervenants à l'architecture, au style et au système constructif du bâtiment pour mieux comprendre les enjeux de cette réhabilitation et l'intérêt de cette opération sur le bâtiment.
- ii. **La durabilité** : réflexion à long terme dont le but principal c'est l'anticipation d'une éventuelle évolution des populations et les transformations des constructions dans le temps, pour permettre au bâtiment d'être aux normes actuelles répondant aux besoins des usages en termes de confort tout en adoptant en cours de réhabilitation des aménagements qu'on peut les adapter aux nouvelles exigences et changements futurs.
- iii. **La réversibilité** : par ce terme on fait référence à la possibilité de revenir en arrière après une intervention, dans le plan conceptuel on cherche à retrouver un caché historique ou une période sans pour autant altérer d'autres aspects ou approprier une période au profit d'une autre et sur le plan constructif opter pour la création d'un système de dissociation permettant sa modernisation tout en respectant le bâtiment et son histoire (classé ou non).

Parmi les méthodes universelles de réhabilitation on trouve RehabiMed 'réhabilitation des bâtiments anciens dans le bassin méditerranéen avec ses trois grands chapitres et sept étapes commençant par des travaux préliminaires arrivant jusqu'à l'entretien et la maintenance du bâtiment après fin des travaux. Sans oublier la méthode AFPS pour l'évaluation de la vulnérabilité face aux aléas sismiques dont on va utiliser pour évaluer l'état de l'édifice objet de notre recherche pour élaborer la fiche de vulnérabilité du bâtiment.

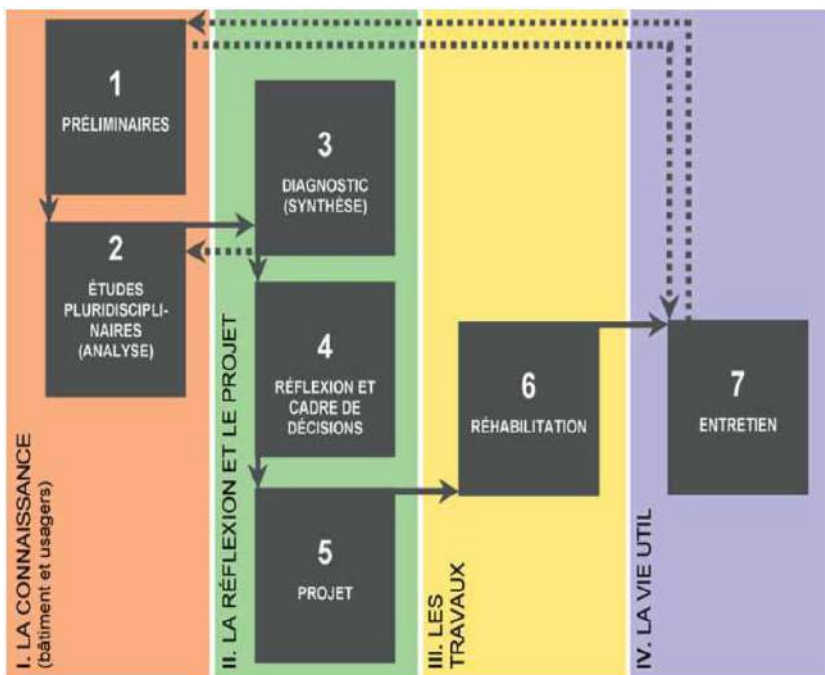


Fig.4 : Principales étapes de la méthode RehabiMed, source : Casanovas.X (2007), Méthode RehabiMed Architecture Traditionnelle Méditerranéenne, Barcelone, p19

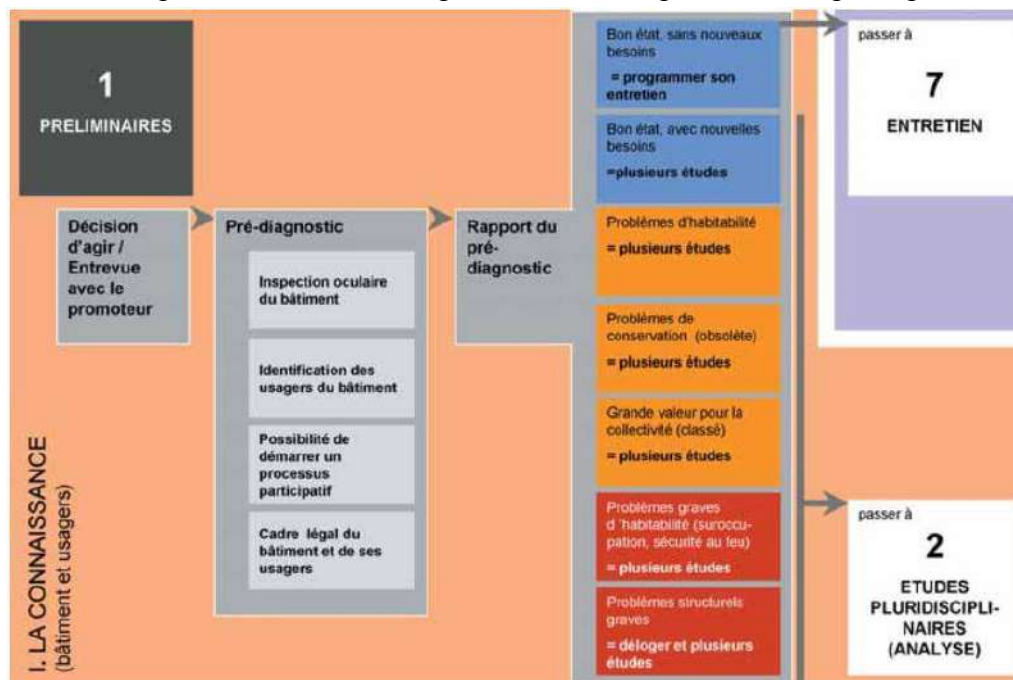
Nous commençons ce sous chapitre par la méthode RehabiMed, par sa définition, ses objectifs et ses étapes pour en sortir avec les principaux caractéristiques identifiant cette méthode, ci-après (fig.4) présentant le processus de l'opération de réhabilitation suivant la méthode RehabiMed.

La méthode RehabiMed est une réflexion poussée sur le bâti ancien sur le bassin méditerranéen de fait qu'elle contient quatre jalons principaux : la connaissance des bâtiments et leurs usagers, la réflexion (décidé quoi faire) et le projet, les travaux de réhabilitation enfin la vie utile (le devenir du bâti après l'opération) et résumée en sept chapitres dont nous allons aborder ci-après dans ce chapitre.

I. La connaissance (bâtiment et usagers) :

1.1. Etape 1 : Préliminaires

Cette étape regroupant tout le processus de reconnaissance et familiarisation avec le bâti ancien dès que le maître d'ouvrage sollicite un bureau d'étude spécialisé dans la réhabilitation quand la décision est prononcée. L'étape s'articule principalement autour d'un pré-diagnostic



pour cadrer par la suite la réflexion et le projet, ci-après (fig.5) expliquant et illustrant les différentes parties constituant cette étape préliminaire.

Fig.5 : Organigramme de l'étape préliminaire première partie la connaissance de l'objet à réhabiliter. Source : Ibid., p .21

1.1.1 Décision d'agir/entrevue avec le promoteur :

Durant cette étape le client discute avec l'équipe d'intervenants (architecte et ingénieur) sur les besoins exprimés par le client afin de dégager une feuille de route un schéma global pour l'opération de réhabilitation là où en discute les différentes pistes de réflexion pour faire aboutir l'idée à la réalisation puisque dans plusieurs projets l'idée principale généralement se modifie en cours de réalisation donc le résultat va être différent.

Donc l'architecte-ingénieur doit trouver un compromis pour encadrer les besoins du client pour amener l'opération et travaux de réhabilitation à terme « projet rationnel et fonctionnel ».

1.1.2 Pré-diagnostic :

Le pré-diagnostic est le jalon principal de cette première étape, il implique une première approche globale du bâtiment ou l'architecte-ingénieure doit soulever toutes les valeurs auxquels le bâtiment reflète (patrimoniaux, architecturales, stylistiques ...etc.) et de ses problèmes (constructives, d'habitabilités ...etc.) une première observation et visite du bâtiment est opérée pour inspecter les lieux afin de se familiariser avec le bâtiment à réhabiliter : son histoire, contexte environnant et d'autres aspects à relever pour orienter et encadrer la réflexion plus tard. Une étape qualifiée primordiale dans laquelle le diagnostiqueur doit compiler les données de base nécessaires pour la prise de décisions face à une éventuelle réhabilitation entreprise.

Le diagnostiqueur évalue l'état de conservation du bâtiment en effectuant ainsi plusieurs tâches comme par exemple : recenser les usagers du bâtiment et identifier des pathologies visibles à l'œil nu 'fissurations ou autres.' Par la suite il doit rédiger un rapport pour le présenter au maître d'ouvrage ou promoteur.

1.1.3 Rapport du pré-diagnostic :

Ce rapport précède l'étape d'analyse pour encadrer la réflexion sur le projet, il permet le passage d'un pré-diagnostic à une étude analytique du bâtiment dans plusieurs aspects.

Après les visites et consultations du bâtiment qui ont permis de l'aborder dans ses pathologies et potentiels relevés, l'architecte-ingénieur peut ainsi comprendre ce bâtiment, le rapport en quelque sorte et l'analyse des données recueillies.

Le rapport doit contenir de manière claire une synthèse rassemblant les points suivants : tous les données enregistrées durant les visites (renseignements sur l'édifice...etc.), l'évaluation de l'état de conservation du bâtiment et comme conclusion les recommandations concernant son traitement futur en proposant deux pistes d'intervention : soit une opération d'entretien si le bâtiment est en bon état de conservation ou bien nécessitant un diagnostic poussé et des études pluridisciplinaires si la structure est atteinte.

1.2 Etape 2 : Etudes pluridisciplinaires (analyse) :

Après une première approche et contact avec l'édifice sujet d'étude vient l'étape de l'analyse pluridisciplinaire. Durant cette étape du processus RehabiMed l'architecte-ingénieur fait recourir aux différentes spécialités pour recueillir les informations jugées nécessaires pour arriver à comprendre et connaître mieux le bâtiment objet de l'étude. Afin de conduire avec succès ces études pluridisciplinaires, l'expérience de l'architecte/ingénieur n'importe moins que si on introduit les données qui lui sont transmises grâce à l'intervention de plusieurs domaines dans une étude approfondie sur le bâtiment touchant tous ses aspects, donc consulté d'autres spécialités s'avère essentielle pour orienter la réflexion sur le projet de réhabilitation par la suite. Ci-après (fig.6) expliquant et illustrant les différentes parties et outils constituant l'étape d'étude pluridisciplinaire.

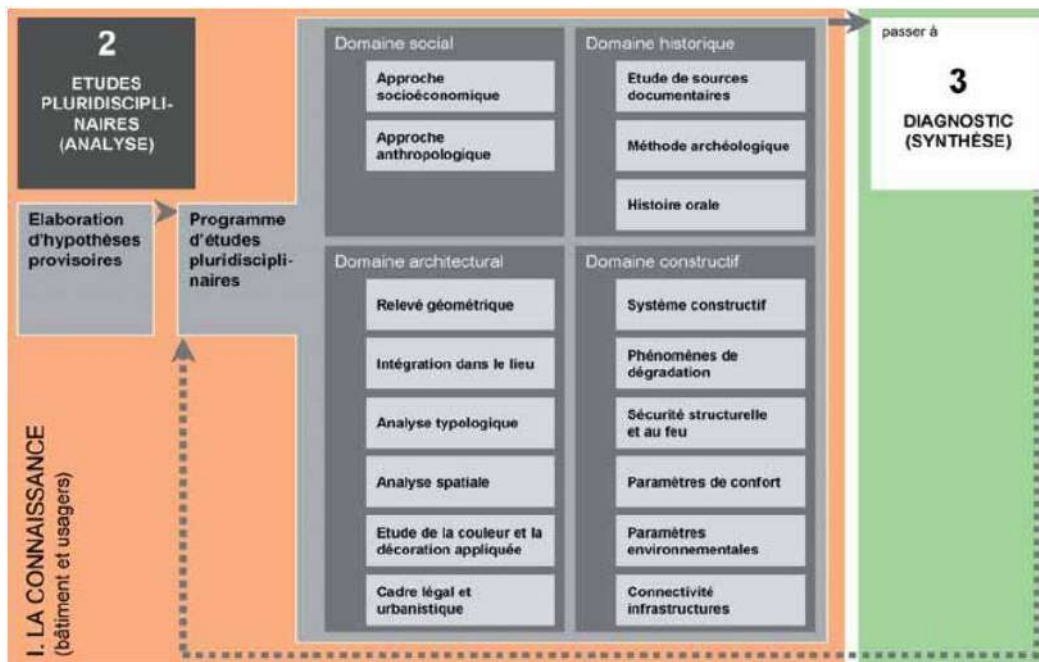


Fig.6 : Organigramme de la deuxième étape 'étude pluridisciplinaire', source : Ibid., p23

1.2.1 Elaboration des hypothèses provisoires :

Premièrement l'intervenant doit élaborer des hypothèses de départ et fixant ainsi des objectifs à partir des informations collectées dans le rapport de prés-diagnostic, ces hypothèses seront confirmées ou infirmées dans les différentes études à mener.

1.2.2 Programme d'études pluridisciplinaires :

A partir des hypothèses émises on planifiera un ensemble d'études qu'on jugera nécessaire pour mieux connaître le bâtiment à réhabiliter, à cette étape du processus nous devons être conscient de l'échelle et de l'intervention (une maisonnette, un bâtiment, un monument à valeurs patrimoniales ...etc.). On peut ainsi envisager l'achèvement des différentes études suivant un mode échelonné de sorte qu'en vérifiant les études ultérieures à partir des premières. Ces études sont organisées selon des domaines qui sont :

a. Domaine sociale :

L'intervenant choisi l'Approche socioéconomique selon le type de réhabilitation. Elle se base en général sur une enquête sociologique qui permet de détecter les unités et les problèmes sociologique, puisque les aspects socioéconomiques sont déterminants pour ce type d'intervention. L'approche anthropologique est utilisée dans le cas d'une réhabilitation d'une architecture vernaculaire traditionnelle permettant de recueillir des informations concernant l'usage des espaces, coutumes ...etc.

b. Domaine Historique :

L'étude historique du bâtiment à réhabiliter est primordiale pour approfondir ces connaissances et pour fixer des critères d'intervention fondés, elle se base sur une étude des documents pour compléter les informations récoltées sur le bâtiment qui aideront à comprendre

le bâtiment et ses transformations. Dans cette phase les documents consultés varient entre archives nationales ou familiales, photographie anciennes et les anciens documents du projet du bâtiment (plans, coupes, façades...etc.). Elle peut être aussi élaborée par la méthode archéologique puis que le bâtiment en lui-même est une source d'information historique qui peut être étudié à travers des sondages dans les murs, l'analyse des matériaux de construction et l'analyse stratigraphique du bâtiment...etc. Consulter les anciens habitants, constructeurs...etc.), du bâtiment est aussi une source importante pour en tirer profit et se renseigner sur le bâtiment à réhabiliter et sur les techniques de construction anciennes en voie de disparition.

c. **Domaine architecturale :**

L'étude architecturale s'impose dans le processus de réhabilitation d'un bâtiment ancien pour enrichir sa connaissance, à ce stade plusieurs travaux sont réalisés : Un relevé géométrique précis et dessin du bâtiment, réaliser des reportages de photos et de vidéos, étudier l'intégration du bâtiment dans son environnement. Analyse typologique du bâtiment et une analyse spéciale du bâtiment dans des cas spécifiques ou dans des conditions nécessitant plus de données à recueillir en fin prendre en considération le cadre ou le statut légal et urbanistique du bâtiment dans l'étude.

d. **Domaine constructif :**

Cette étape permet à l'architecte-ingénieur de reconnaître tous les éléments du bâtiment une reconnaissance physico-constructif, ainsi que l'observation de ses lésions ou pathologies, donc il va identifier et approcher les éléments suivants :

- **Le système constructif** : Cette étude sollicite un architecte/ingénieur ayant une profonde connaissance des différents modes de construction et disposant d'une solide formation scientifique-technique en pathologies des bâtiments anciens et contemporains, cela afin d'identifier le mode constructif du bâtiment à réhabiliter et sa logique de fonctionnement
- **Les phénomènes de dégradation** : Avec une approche la plus scientifique possible l'architecte/ingénieur assisté d'un ensemble d'experts (chimistes, géologues, biologistes,...etc.) identifier les différentes dégradations au niveau du système constructif du bâtiment à réhabiliter.
- **La sécurité structurelle** : L'évaluation de la sécurité structurelle du bâtiment est essentielle cela implique : la connaissance du sous-sol (grâce à l'étude géotechnique si nécessaire), l'analyse de la cohérence structurelle de l'ensemble et la capacité de résistance de la structure.
- **Les paramètres de confort** : Afin d'avoir le confort recherché par une opération de réhabilitation il faut étudier l'état des différents paramètres du confort rendus par le bâtiment (hygrothermique, acoustique, visuel, olfactif) en hiver et en été.
- **Les paramètres environnementaux** : Au moment où on pense à une réhabilitation, il est conseillé d'introduire des critères de durabilité et de protection de l'environnement avec une analyse : du cycle de l'eau, du cycle des déchets et les consommations énergétiques du bâtiment.
- **Connectivité du bâtiment avec les infrastructures** : Prendre en charge dans l'étude les connectivités du bâtiment avec les infrastructures de base (réseau d'assainissement,

réseau d'eau potable, réseau d'électricité, réseau de téléphone,...etc.) pour prévoir d'autres possibilités de connexion en cas de problèmes avec les anciennes connexions qui implique des travaux supplémentaires dans le cas où on ignore cette étape.

II. La réflexion et le projet

2.1 Etape 3 : Diagnostic (synthèse) :

L'étape consiste à faire une synthèse associée à une réflexion critique des études établies dans l'étape précédente du processus de réhabilitation, cette étape du diagnostic est clôturée par la rédaction du rapport d'expertise (rapport de diagnostic du bâtiment à réhabiliter), Ci-après (fig.7) expliquant et illustrant les différentes parties et outils constituant l'étape du diagnostic.

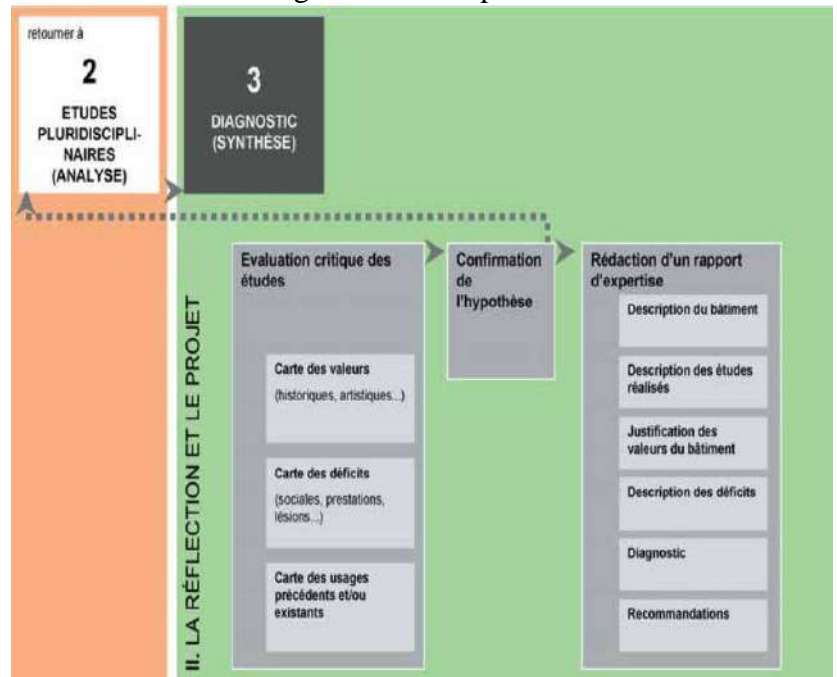


Fig.7 : Organigramme de la troisième étape 'diagnostic (synthèse)', source : Ibid., p28

2.1.1 Évaluation critiques des études :

On doit regrouper tous les informations récoltées d'une manière ordonnée pour avoir une précision dans le diagnostic en les fixant sur le support graphique dessiné du bâtiment (le relevé) (par étage, par élévation, en section) sous forme de trois cartes comme suit :

- Carte des valeurs** : D'abord on établit la carte des valeurs pour noter les valeurs spéciales : de couleur, historique, artistiques de chaque parties ou de l'ensemble du bâtiment.
- Carte des déficits** : Deuxièmement on établit une carte des déficits pour noter : la problématique sociale, le niveau de performance du bâtiment ainsi que les lésions et les dégradations.
- Carte des usages précédents et/ou existants** : Sur cette carte on montre comment a été utilisé et comment est encore utilisé le bâtiment avant l'intervention.

2.1.2 Confirmation de l'hypothèse :

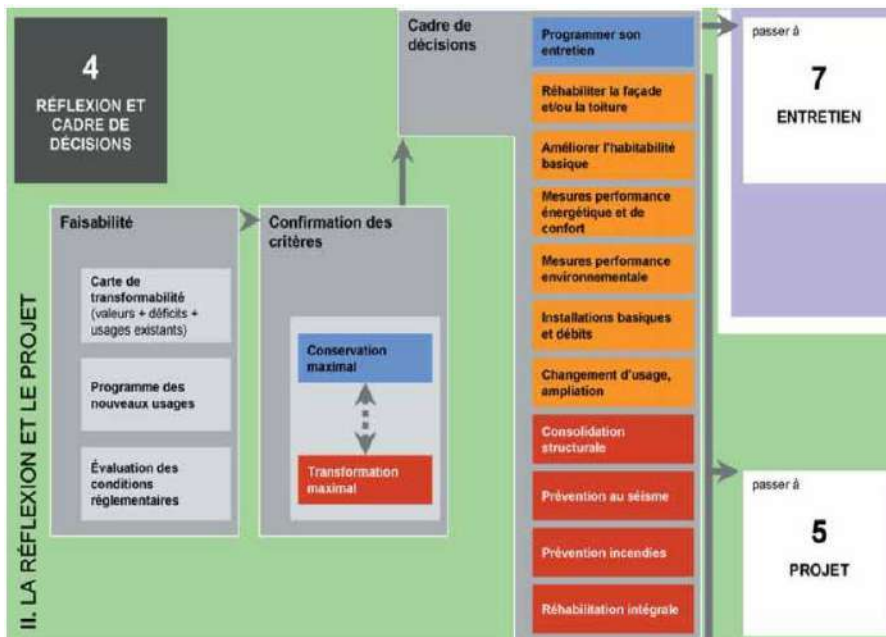
Après l'évaluation critique des études pluridisciplinaires qui permet de reconnaître le bâtiment à réhabiliter on procédera à la vérification des hypothèses émises dans la deuxième étape cependant on peut émettre d'autres hypothèses si les premières ne sont pas confirmées en revenant à l'étape 2 pour les établir.

2.1.3 Rédaction du rapport du diagnostic :

C'est la clôture de cette phase du processus de réhabilitation ou bien le livrable des spécialistes rédiger dans un rapport qui va préciser : l'état du bâtiment, les causes de sa dégradation et des recommandations concernant le projet de réhabilitation.

2.2 Étape 4 : Réflexion et cadre de décisions :

C'est après la connaissance du bâtiment et de ses usagers on vérifiera la faisabilité des idées



du maître de l'ouvrage ou du client afin d'arrêter le type de réhabilitation à mener sur le bâtiment. Ci-après (fig.8) expliquant et illustrant la quatrième étape.

Fig.8 : Organigramme de la quatrième étape 'réflexion et cadre de décisions', source : Ibid., p 31

2.2.1 Faisabilité :

Pour effectuer l'étude de faisabilité des volontés exprimées du maître de l'ouvrage, on se basera sur trois études partielles dont :

- Carte de transformabilité** : pour la réalisation de cette carte on croisera les informations des cartes des valeurs, des déficits et des usages antérieurs et actuels du bâtiment afin dégager les parties à changer (éliminer, additionner, reformer,...etc.) et les parties à conservées pour préserver leurs valeurs.
- Programme des nouveaux usages** : l'étude consiste à élaborer le programme des nouveaux usages pour le bâtiment proposés par le maitre d'ouvrage et rationalisés par l'architecte-ingénieur (établir les surfaces utiles à chaque nouvelle activité).
- Evaluation des conditions réglementaires** : cette étude a pour but, d'évaluer les conditions réglementaires liées aux paramètres urbanistiques et du classement des biens d'intérêt culturel, auxquels le bâtiment est peut être soumis afin d'étudier la faisabilité des propositions du maitre d'ouvrage dans le cadre réglementaire.

2.2.2 Confirmation du type de l'intervention (critères) :

Au cours de cette étape, l'architecte-ingénieur devra fixer les options, qui seront appliquées au projet de réhabilitation du bâtiment. Dès le départ de la réflexion sur le projet on doit prendre en compte tous les solutions envisagées sans oublier la conservation totale et la transformation totale.

2.2.3 Cadre de décisions :

Après avoir confirmé les critères de l'intervention, on devra choisir le type de réhabilitation à mettre en œuvre en cherchant l'équilibre entre l'amélioration des conditions de vie des habitants, la sécurité de la structure et la sauvegarde des valeurs patrimoniales sans oublier la préservation des ressources disponibles. Les travaux choisis sont variés et complexe d'une simple réparation jusqu'à une opération intégrale comprenant des opérations partielles comme par exemple : prévention au séisme, consolidation structurelle...etc.).

2.3 Étape 5 : Projet :

Le choix du type d'interventions étant fait la présente étape du processus est dédiée à la mise en œuvre du projet de réhabilitation du bâtiment, ci-après (fig.9) expliquant et illustrant les différentes parties et outils constituant l'étape projet.

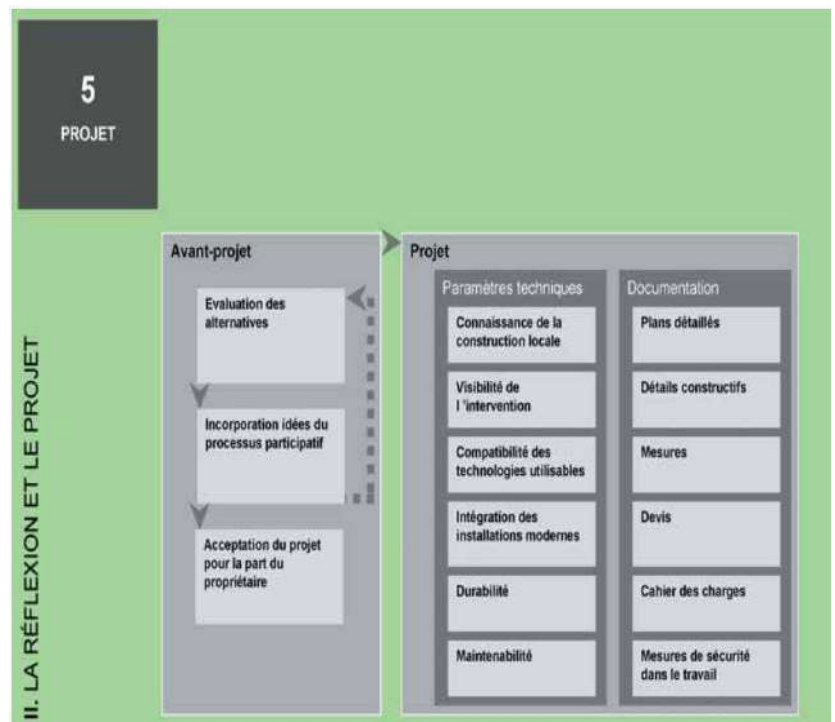


Fig.9 : Organigramme de la cinquième étape 'projet', source : Ibid., p 34

2.3.1 Avant-projet :

L'avant-projet est une étape d'approfondissement du dialogue avec le maître de l'ouvrage, elle consiste à fixer de façon définitive l'intervention à développer dans la phase projet.

2.3.2 Projet :

Le projet donne suffisamment de détails à l'intervenant pour pouvoir effectuer les différentes démarches : administratives, embaucher les entreprises de construction...etc. ces détails permettant de fixer les coûts des travaux. En plus le projet interprétant les critères d'intervention en appliquant un ensemble d'outils (paramètres techniques et documentation).

- a. **les paramètres techniques** : Afin de matérialiser l'intervention de réhabilitation selon les bons usages on doit respecter et prendre en charge plusieurs paramètres techniques dans le projet qui sont :

- La connaissance de la construction ancienne et/ou traditionnelle

- La compatibilité des technologies utilisables avec les anciennes initialement utilisées
 - L'étude de l'impact de la visibilité finale de l'intervention (intégration du bâtiment dans son environnement)
 - L'intégration des installations modernes
 - La durabilité (mesures de développement durable)
 - La maintenabilité des solutions constructives.
- b. Documentation à produire :** Le projet est détaillé et peut être modifié aux cours des travaux. Dans l'étape projet on doit avoir plusieurs documents justifiant notre intervention, les voici :
- Plans détaillés de la proposition avec côtes (pièces graphiques : étages, sections et élévations)
 - Détails constructifs : Plans de structure, plans des finitions et plans des installations
 - cahier de description technique
 - Mesures et devis.
 - cahier de charges pour noter les exigences qualitatif et prescriptions
 - Mesures de sécurité de travail et d'hygiène.

III. Les travaux :

3.1 Étape 6 : Réhabilitation (travaux) :

L'opération de réhabilitation dans ce processus s'effectuera à travers des tâches illustrées dans la fig.10 ci-contre.

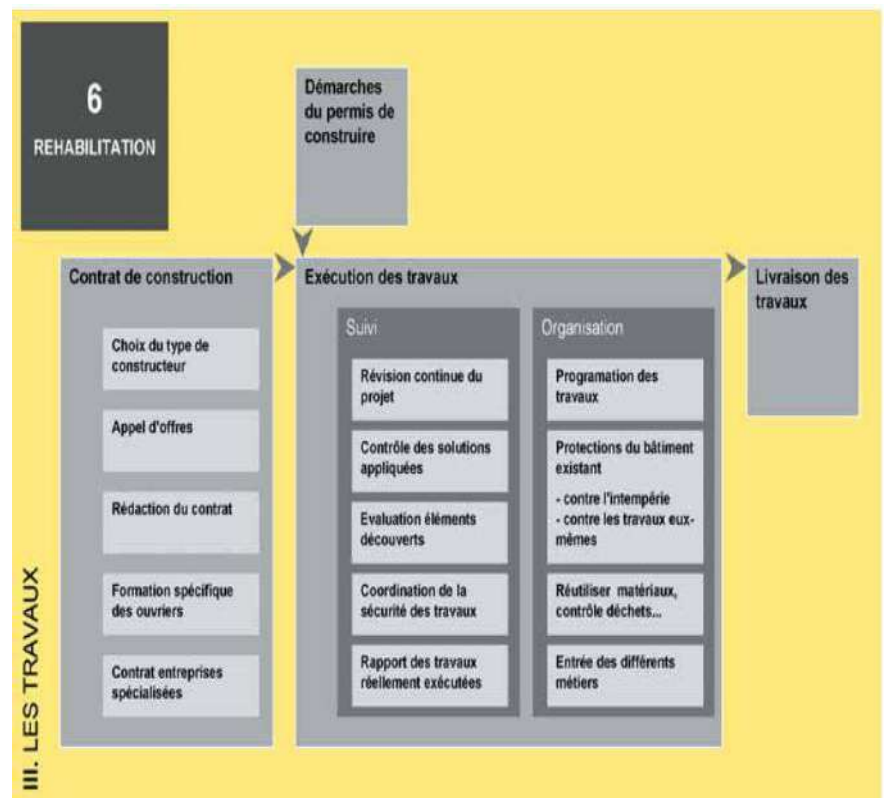


Fig.10 : Organigramme de la sixième étape 'les travaux', source : Ibid., p 37

3.1.1 Contrat de construction :

Pour assurer une réhabilitation correcte, il faut choisir une entreprise qualifiée et compétente qui connaît et qui pratique les techniques, aussi bien anciennes qu'actuelles. Dans le cas où l'entreprise de construction est peu spécialisée un suivi est obligatoire par les spécialistes pour

contrôler la manière de réaliser le contrat de même pour les techniques de restauration, choix des matériaux ...etc. par ce que la qualité du travail et le professionnalisme du constructeur découle du type de contrat engager.

3.1.2 Démarches du permis de construire :

Pour programmer une opération de réhabilitation on doit avoir un permis de construire donc on doit tenir compte des délais d'attente nécessaires pour l'obtenir de la part des autorités compétentes. Pour les bâtiments classés patrimoine culturel, les délais d'attente peuvent être longues. Si on refuse de donner le permis de construire ou on met des conditions pour l'obtenir il faut prévoir la possibilité de retour à la phase projet pour reprendre à ces conditions.

3.1.3 Exécution des travaux :

Diriger des travaux de réhabilitation d'un bâtiment ancien exige en premier lieu une certaine flexibilité et un certain temps pour faire face aux imprévus avec l'avancement des travaux ce qui rend difficile d'appliquer seulement les phases indiquées dans le projet :

- a. **Suivi des travaux** : le contrôle de l'exécution pour assurer le bon fonctionnement des solutions appliquées constructives ou autres par exemple de renfort, de consolidation, de rénovation d'un élément,...etc., tels que préciser dans le projet pour cela il faut avoir un mécanisme qui le permet. Dans cette phase on doit réviser continuellement le projet dans le cas où de nouvelles découvertes l'obligent, l'architecte-ingénieur se voit obliger à revoir son projet initial pour certaines découvertes imprévues.
- b. **Organisation des travaux** : On note la présence de plusieurs aspects relatifs à l'organisation des travaux qu'on doit prendre en considération, dont on peut citer :
 - La programmation des travaux.
 - La planification de l'entrée des différents métiers.
 - L'étude de l'accessibilité au chantier (en cas de chantiers difficilement accessibles (rues étroites...etc.).
 - A l'intérieur du bâtiment on utilise des petites machines (pour les faibles hauteurs, les passages étroits,...etc.) afin de mieux s'organiser et gérer l'espace.
 - La protection de certains éléments du bâtiment à réhabiliter contre les intempéries et contre les travaux de réhabilitation eux-mêmes.
 - Eviter d'encombrer le chantier avec plusieurs constructeurs spécialisés dans la même tâche.
 - Dès le début des travaux on doit distinguer les éléments de réemploi (tuiles, élément de décors,...etc.).
 - Prévenir les moyens pour les gestions correctes des déchets des travaux lors des démontages.

Le directeur des travaux doit faire attention si il note la présence de matériaux ou de produits dangereux qui nuit la santé des occupants (plaques d'amiante-ciment, isolants d'amiante,...etc.).

3.1.4 Livraison des travaux :

C'est la fin des travaux, le moment de faire une rétrospective (feed-back) pour améliorer les projets avenir et un moyen pour identifier les erreurs commises pour les surpasser, on peut dans cette étape revoir quelques aspects du projet.

IV. La vie utile :

4.1 Étape 7 : Entretien :

L'entretien c'est la dernière étape de ce processus de réhabilitation, ci-après (fig.11) expliquant et illustrant les actions à entreprendre pour un bâtiment réhabiliter pour qu'il dure en vie.

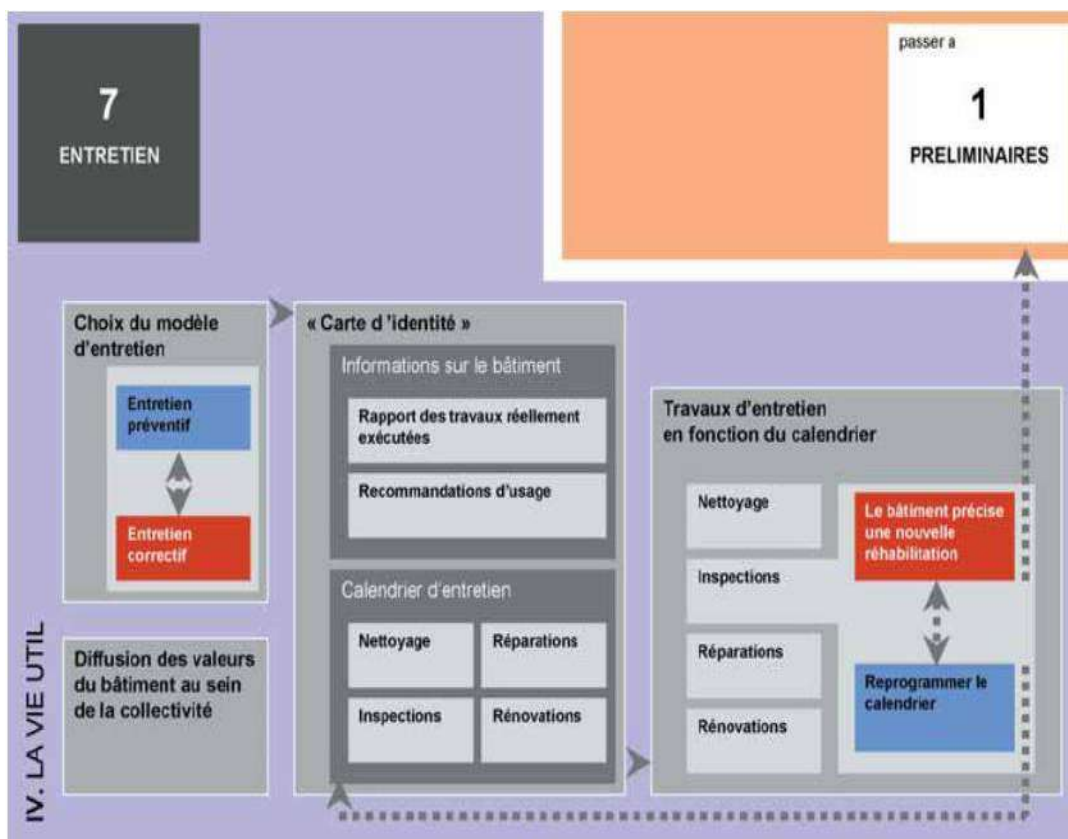


Fig.11 : Organigramme de la septième étape 'entretien, source : Ibid., p39

L'entretien fait partie des pratiques existantes depuis longtemps dans le grand ménage du printemps, remplacement des tuiles cassées par le vent...etc. mais ces pratiques sont abandonnées et les bâtiments se dégradent de plus en plus vite ce qui nous oblige à réhabiliter le bâtiment mais notre intervention ne s'arrête pas à ce stade on doit promouvoir son entretien car le bâtiment dès la fin des travaux commence à vieillir de nouveau.

4.1.1 Diffusion des valeurs du bâtiment au sein de la collectivité :

Aujourd'hui on peut noter un mépris envers les architectures anciennes, donc pour sensibiliser la collectivité qui s'intéresse et reconnaisse les valeurs patrimoniales du bâtiment à

participer à sa réhabilitation par son entretien il faut organiser des activités présentant ces valeurs et les travaux de sa réhabilitation.

4.1.2 Choix du modèle d'entretien : préventif ou correctif

L'entretien d'un bâtiment signifie l'ensemble des travaux réalisés périodiquement afin de conserver ce dernier durant sa période de vie utile pour répondre aux besoins des habitants dans des bonnes conditions. Généralement on associe l'entretien à la réparation des éléments endommagés ou communément appelé entretien correctif mais comme choix idéal on préfère choisir un entretien planifié et préventif, donc s'organiser sous un calendrier traçant les étapes d'entretien à réaliser avant la dégradation des éléments constructifs.

4.1.3 Carte d'identité :

Dans l'entretien préventif d'un bâtiment réhabilité il est nécessaire d'avoir une carte d'identité du bâtiment, un document regroupant tous les informations sur ce bâtiment (rapport des travaux exécutés, recommandations d'usage) avec le programme d'entretien (calendrier d'entretien). La présente carte est donnée au propriétaire et à tous les usagers.

4.1.4 Travaux d'entretien en fonction du calendrier :

Les travaux programmés ne doivent pas être difficiles à réaliser, souvent on programme des inspections par périodes effectuées par un architecte-ingénieur pour l'évaluation du niveau de sécurité du bâtiment pour reprogrammer le calendrier si nécessaire, achever les travaux selon le calendrier programmer permet la conservation en bon état du bâtiment réhabilité, après cette étape on peut dire que le processus de réhabilitation RehabiMed est achevé.

Le processus RehabiMed est un processus itératif, on peut donc passer d'une étape à une autre avec une possibilité de revenir à une étape précédente pour la revoir et la modifier afin d'avoir une réhabilitation correcte dans tous ses aspects.

La RehabiMed est une méthode parmi d'autres utilisée en France, Espagne...etc. pour sauvegarder les valeurs des architectures anciennes, des monuments classés...etc.) qu'on peut en profiter pour améliorer et enrichir les techniques utilisées actuellement en Algérie.

En Algérie la réhabilitation est un domaine récent donc on retrouve peu d'entreprises et de spécialistes dans la matière malgré ça les règlements en vigueur notamment le règlement parasismique algérien à fixer des techniques de renforcement et de confortement du vieux bâti dont on va détailler par la suite.

V. Techniques de réparation et de renforcement des ouvrages selon le RPA :

Pour le cas d'une réparation d'un bâtiment ancien le repérage des désordres et pathologies des éléments constructifs est indispensable pour les expliquer et les classer par ordre de gravité (les fissures non préjudiciable et ceux qui présentent un danger qui nuit la durabilité de l'édifice) pour ensuite procéder à un choix étudié du type de réparation et renforcement.

Pour mieux comprendre le choix des différentes solutions et techniques il faut bien identifier les causes de ces désordres, on peut noter quelques causes comme suit :

- Les causes naturelles résultant de l'ambiance et de l'environnement : (température, humidité, milieu agressif, vent,...etc.)
- Les causes structurelles résultant d'un dysfonctionnement des éléments constructifs (effets d'encastrement, de continuité, de fluage et retrait avec redistribution des moments,...etc.)
- Causes accidentelles (séisme, feu, explosion,...etc.)
- Vieillesse normale due à l'usage, à l'usure...etc.

L'application des techniques de réparation est possible pour les travaux de renforcement qui vise à rendre le bâtiment résistant aux efforts horizontaux et principalement le séisme.

D'après le CGS une opération de renforcement ou de réparation doit suivre les indications du règlement en vigueur le RPA en préparant la démarche à utiliser. Cette démarche suit un enchaînement d'actions dans tous travaux de réparation ou de renforcement :

- étudier l'état du bâtiment à renforcer ou à réparer
- Définir les objectifs de cette opération
- Choisir les moyens de bases (entreprise spécialisée dans le renforcement, matériaux,...etc.), et techniques à utiliser
- l'étude de l'opération dans les détails (présentation de l'opération, différentes propositions émises,...etc.)

Ce sont les deux premières étapes qui conditionnent le succès ou l'échec de l'opération étant mal ou bien effectuée.

L'efficacité de toute opération de renforcement dépend de la qualité du matériau utilisé mais aussi de la façon dont il est appliqué (sa mise en œuvre). Les matériaux les plus fréquents dans les projets de réparation sont : le béton armé (ciment il est préférable d'avoir un dosage similaire à l'ancien béton, agrégats recommandés roulés à courbe granulométrique continue et équilibrés, eau), les aciers utilisés respectant les normes en vigueur (solive métallique et tôles galvanisées TN40 pour les planchers collaborants,...etc.), utilisation des résines époxydes pour le scellement de nouveaux matériaux avec l'ancien support,...etc.

Les dégâts causés par le séisme sont nombreux et peuvent toucher un élément de structure ou bien toucher l'intégralité de l'édifice, ces dégâts sont évalués et classés selon la gravité du désordre en identifiant pour chaque élément de la structure le désordre et les causes qui ont généré ce dernier. Notre cas d'étude fait partie des bâtiments construits en murs porteurs en maçonneries de pierre, parmi les pathologies qui touchent ce type de structure on peut noter :

- Fissures périphériques (1)
- Fissures inclinées avec ou sans destruction de la pierre(2)
- Ecrasement de l'angle comprimé (3)
- Flambement du mur(4)
- Rupture totale du mur(5)

- Ecrasement du mur (maçonneries de mauvaise qualité) (6)
- Fissures inclinées avec ou sans fissuration du linteau (l'arc de chargement) (7)
- Fissures inclinées dans le trumeau(8)
- Fissuration horizontales dans le trumeau(9)

La figure ci-après illustre bien les pathologies citées auparavant.

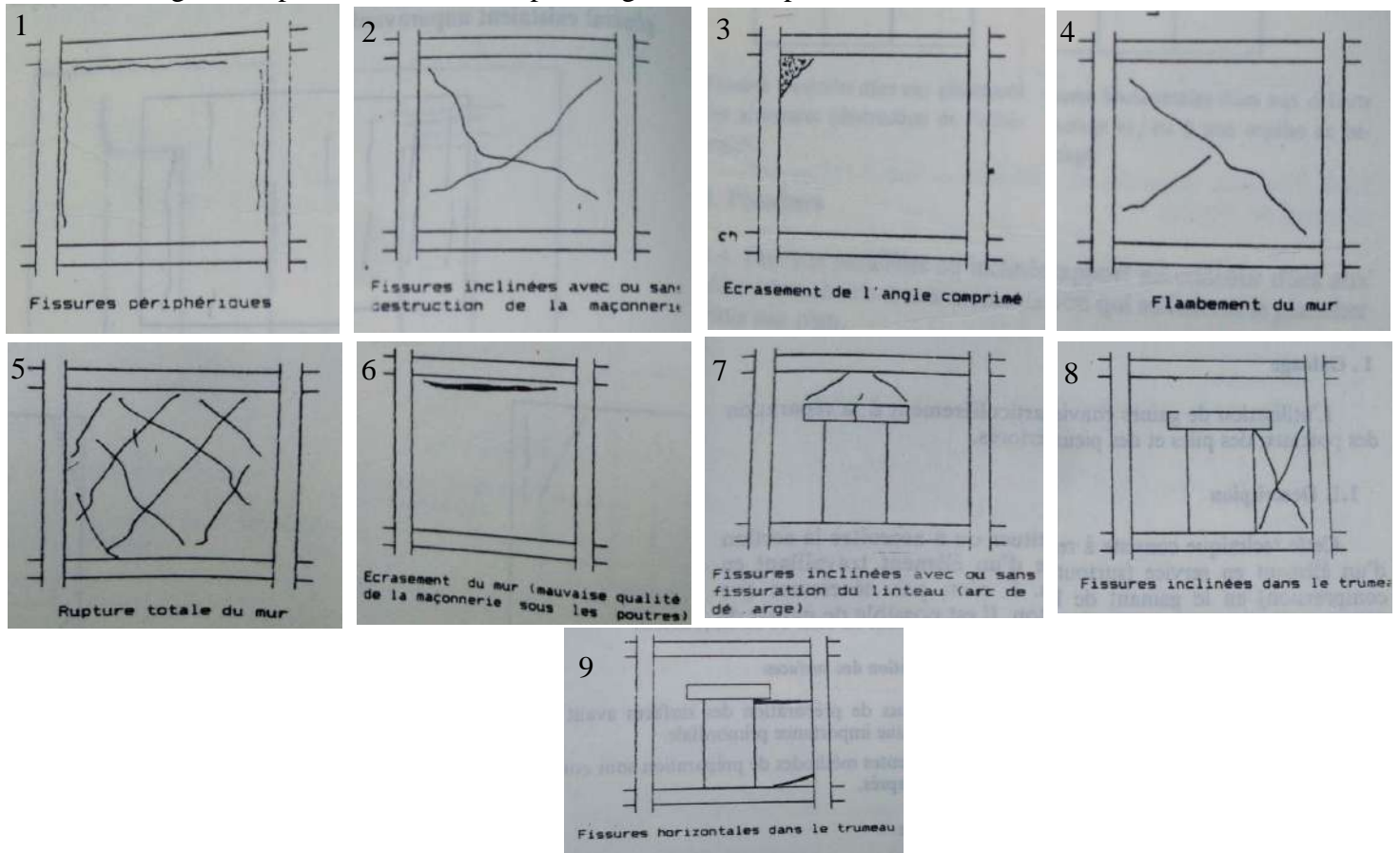


Fig.12 : Les différentes pathologies touchant les murs porteurs en pierres, source : C.G.S, Catalogue des méthodes de réparation et de renforcement des ouvrages, 1992, pp 28, 29

Une fois les désordres identifiés on va choisir la technique à utiliser pour la réparation du bâtiment, parmi plusieurs techniques on y trouve la technique du béton projeté :

On appelle béton projeté tous béton propulsé, après malaxage par voie mouillée, ou par voie sèche, sur un support sous forme de jet grâce à l'utilisation d'air comprimé, en couches successives.

Pour la réparation ou le renforcement des structures en pierre on peut utiliser la méthode d'injection d'un colis de ciment, béton, des résines dans les cas complexes ou bien remplacer les murs en pierre par des murs en béton armé en assurant le chaînage entre la structure existante et la nouvelle. Quand l'endommagement de l'élément est grave les murs peuvent être réparés par des gaines en béton armé sur les deux côtés extérieur et intérieur permettant ainsi de rigidifier le système de contreventement, les gaines seront chaîner à l'ancienne structure grâce à quatre liaisons par mètre carré (4/m²) de surface du mur à réparer. Donc la réparation ou le renforcement des structures en pierre nécessite une étude studieuse pour choisir la bonne technique a employé pour rigidifier le vieux bâti et le rendre vivable de nouveau.

Chapitre 3 : l'état vulnérable d'un bâtiment
à réhabiliter 'fiche de vulnérabilité du
bâtiment'

Pour un projet de réparation, de renforcement ou même dans une opération de réhabilitation il faut identifier et déterminer tous les aléas qui définissent l'état vulnérable parmi ceux que l'on trouve l'aléa sismique qui a un impact direct sur le bâtiment gravement détérioré, donc tout projet sur un vieux bâti doit comprendre le calcul de résistance et de stabilité des éléments de structure de l'ouvrage à renforcer qui comprend principalement les points suivants :

- Détermination des charges verticales (permanentes et variables 'd'exploitations') ainsi que les actions sismiques (horizontales et verticales).
- Analyse de l'ouvrage pour la détermination des sollicitations (efforts internes) suivant les méthodes de la résistance des matériaux et de la théorie de l'élasticité classiques ou suivant les méthodes du calcul non-linéaire. (ce dernier est limité dans un calcul simplifié à l'état plastique).
- Le calcul se fait sur le bâtiment existant avant l'opération pour effectuer le choix entre les solutions variantes de renforcement (calculer l'ouvrage pour plusieurs propositions de réparation).
- Vérification de la sécurité et dimensionnement des sections et des éléments.
- Les combinaisons des actions et des sollicitations appliquées sont issues des règlements en vigueur le R.P.A. Dans ces combinaisons on ne prendra pas en compte les effets de température, du vent,etc.
- Pour la résistance au cisaillement de la maçonnerie on prend la contrainte tangentielle maximale.
- Pour les méthodes de calcul précédente il faut prendre les propriétés du matériau correspondant aux déformations à l'état élastique comme caractéristiques de la résistance de calcul, par exemple : pour la maçonnerie (pierres,...etc.) ces caractéristiques correspondant à la résistance maximale à la compression environ 2% et pour la traction la résistance correspondant à la résistance maximale des contraintes de traction.
- Définition des caractéristiques mécaniques des matériaux utilisés dans le renforcement soit par des DTR des matériaux en vigueur ou spécification de matériaux ou bien par des essais directs sur chantier (carottage sur les éléments,...etc.).
- Dans les calculs on doit considérer les sections nettes des matériaux.
- Pour la définition des sollicitations dans certaines sections d'un élément il faut déterminer le diagramme enveloppe.
- Les coefficients de sécurité sont déterminés comme le rapport entre les résistances et les sollicitations maximales.
- Vérifier la capacité portante des sols pour redimensionner les fondations si nécessaire en se référant à l'R.P.A.
- Les ouvrages sont calculés sous l'effet des forces sismiques selon des directions établies conforme aux règles parasismiques.
- Pour les ouvrages hors R.P.A dans le cas où une direction est plus défavorable parmi les deux directions le calcul s'effectuera dans cette direction.
- La détermination des forces sismiques est définie par trois méthodes :
 - 1) La méthode des forces statiques dite « méthodes statiques » développer par le R.P.A.
 - 2) L'analyse modale par spectre de réponse.
 - 3) Analyse dynamique de réponse (les caractéristiques de déformation sont soit élastique linéaire ou non- linéaire).

- L'analyse dynamique de réponse peut être utilisée pour les ouvrages complexes à la demande du maître d'ouvrage.
- Il faut toujours avoir comme référence le règlement parasismique Algérien (R.P.A)

Après l'analyse structurelle du bâtiment on passe à une évaluation de la vulnérabilité du bâtiment objet de cette recherche, le site où se situe le bâtiment est vulnérable face aux aléas sismiques et d'autres aléas anthropiques puisque après le séisme de 2003 le bâtiment est classé par le C.T.C (contrôle technique de la construction) en état de ruine avancée préparé à la démolition. La fiche d'évaluation de la vulnérabilité « voir tableau dans annexe A page 80 » se base sur les visites et observations effectuées sur le site mais aussi sur le coefficient de pénalité K vérifiant les conditions suivantes :

- Très forte vulnérabilité, $K > 100$
- Forte vulnérabilité, $50 < K < 100$
- Moyenne vulnérabilité, $25 < K < 50$
- Faible vulnérabilité, $10 < K < 25$
- Très faible vulnérabilité, $K < 10$.

L'évaluation se décompose en plusieurs paramètres à prendre en charge pour mettre en place une bonne base pour une évaluation précise et correcte dont on peut noter :

- Implantation du bâtiment : Configuration et morphologie du site (terrain en pente, ou bâtiment implanter à proximité d'un changement de pentes,...etc.).
- Environnement du bâtiment : Le bâtiment dans son environnement bâti : il est accolé à d'autres bâtiments adjacents absence de joint ou bien rempli d'un matériau, présence d'un joint de 2 cm - 4 cm d'épaisseur.
- Type de structure : Selon la classification du R.P.A on retrouve : Murs porteurs en maçonnerie de blocs, murs porteurs en béton non armé, voiles en béton armé, ossature poteaux-poutres sans remplissage, ossature poteaux-poutres avec remplissage, Système mixte murs en maçonnerie et ossature, panneaux de façade en béton armé préfabriqués porteurs et Ossature en béton armé préfabriquée porteuse.
- La forme du bâtiment en plan : le plan présentant une irrégularité dans sa forme, un élancement ou le rapport entre largeur et longueur est supérieur à quatre ou bien des parties saillantes et rentrantes.
- La forme en élévation : des étages en encorbellement supérieur à 2 m, un retrait en façade supérieur à 40%, les planchers d'un même étage situés à des hauteurs différentes, la présence d'un plancher lourd ou d'une toiture lourde et l'absence d'un diaphragme horizontal en toiture
- Le contreventement : la variation verticale croissante des rigidités calculée par une formule simplifiée variante de 0 à 100, une dissymétrie engendrant un moment de torsion en cas de séisme, l'absence de contreventement dans le sens des x ou y et la densité de voiles de contreventement sens x ou y calculée aussi par une autre formule simplifiée variante aussi entre 0 et 100.
- Zones ou éléments critiques : concernant la transmission des charges et sollicitations ou autre endroit susceptible d'endommager la structure du bâtiment et rompre sa stabilité et rigidité elle comprend :
 - Descente de charge en baïonnette.

- Présence de poteaux courts ou partiellement bridés participant au contreventement.
 - Présence de poteaux élancés.
 - Percements inserts dans les poteaux ou $e > d/3$.
 - Percements inserts dans les poutres ou $e > d/3$.
 - Percements inserts dans les nœuds ou $e > d/3$.
 - Présence d'un angle de façade affaibli.
 - Axes poteaux et poutres non concourants ou $e > c/2$.
 - Diaphragmes horizontaux avec grandes ouvertures ou $s > 10\%$ de la surface totale.
 - Absence de chaînages horizontaux ou verticaux encadrant les murs de contreventement en maçonnerie.
- Autres cas à prendre en charge : l'état de conservation du gros œuvre soit médiocre ou mauvais, risque de chute d'élément non structuraux et les façades en béton armé préfabriquées non porteuses qui risquent d'être fissurées jusqu'à la rupture.

Ce sont ces paramètres qui indiquent que le bâtiment est vulnérable ou pas en présence d'un aléa sismique ou anthropique, donc la fiche de vulnérabilité est l'ensemble d'indicateurs définissant à quel point le bâtiment est vulnérable (le degré de vulnérabilité). En plus à la fiche de vulnérabilité les spécialistes dans le domaine d'aménagement des territoires établissent des cartes de vulnérabilité urbaine qui permettent d'identifier facilement sur un support cartographique les différents aléas auxquels le bâtiment est soumis dans son environnement pour proposer des solutions efficaces qui rendent le bâtiment moins vulnérable pour ne pas accentuer la situation.

Pour notre cas d'étude les paramètres relevés sont : le système de structure est en murs porteurs en pierres taillées en blocs, on note une absence de joint entre bâtiments constituant l'ilot où se trouve le bâtiment, le plan est irrégulier en forme de trapèze, les planchers sont de hauteurs identiques, les gros œuvres sont dans des conditions de conservation médiocre. On peut distinguer que les éléments non structuraux : de décors (les frises, linteaux de fenêtres, médaillons de portes,...etc.) sont détériorés et risquent de tomber.

D'après cette évaluation on a noté une pénalité de 60 c'est la somme de toutes les pénalités relatives à chaque paramètres précédents. Donc le K est compris entre 50 et 100 ce qui signifie que notre cas d'étude est classé a fort vulnérabilité ce qui explique bien pourquoi le C.T.C a classé ce bâtiment en ruine avancée, a ordonné l'évacuation immédiate des usagers et a préparé la démolition de ce dernier. (Voir le résultat de l'évaluation dans l'Annexe A page 80).

Donc les indicateurs de l'état vulnérable sont indispensables dans l'opération de réhabilitation car ils permettent la reconnaissance du bâtiment à renforcer ou à réhabiliter. Mais aussi d'établir un diagnostic efficace pour effectuer un projet qui prend en charge tous les aspects même celui de la vulnérabilité qui a un impact direct sur l'édifice en question ajoutée à un aléa sismique ou autre le bâtiment existant cours un grave danger vu le niveau de dégradation du système constructif d'une part et la vulnérabilité urbaine (l'impact du contexte sur l'édifice).

Le cas d'étude étant fixé, la vulnérabilité évaluée, les forces sismiques sont calculées, l'impact de l'aléa sismique sur ce bâtiment est identifié, nous passons au diagnostic de l'opération en cours tout en comparant les deux méthodes précédemment expliquées.

**Chapitre 4 : présentation du cas d'étude et
diagnostic de l'opération en cours
(techniques utilisée, les étapes suivis,...etc.)**

Le bâtiment en question fait partie des anciennes constructions du tissu colonial du quartier Ben M'hidi ex d'Isly, dans ce chapitre on va détailler et décortiquer le bâtiment en ce qui concerne sa situation, ses valeurs utilisées comme arguments par le groupement homothétique d'architecture et d'ingénierie d'Alger (bureau d'étude qui a réalisé l'étude de réhabilitation) pour convaincre le C.T.C à changer leur décision à propos de cet édifice (ne pas le démolir mais plutôt le retaper). Ensuite on met le point sur l'opération de réhabilitation en cours (techniques utilisées, les étapes suivis,... etc.).

Notre cas d'étude se situe au centre d'Alger dans le quartier Ben M'hidi sur la rue Ahmed Chaib (ex rue Tanger)fig.13, le plus ancien bâtiment du quartier (il est parmi les premiers immeubles de rapport du tissu colonial(fig.14)), situant dans une zone développée autour de l'axe Ben M'hidi (ex rue d'Isly) là ou jadis s'est formée la première ville française, Le bâtiment est bordé par la rue Ahmed Chaib, la rue Frères Omar, Hamoud Ada et la rue Omar Agha. Le bâtiment occupe la périphérie de l'ilot il est de forme trapézoïdale avec un angle triangulaire (fig. 15)

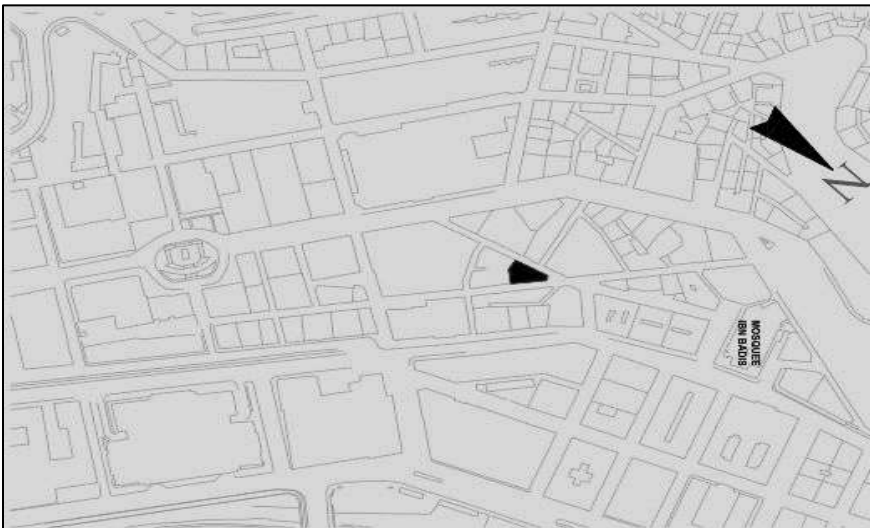


Fig.13 : L'édifice dans son contexte urbain (quartier Ben M'hidi), source : dossier d'état des lieux réalisé par le bureau d'étude (tache noire le 11 rue Tanger)



Fig.14 : La rue Tanger en 1937 l'édifice en question entouré en rouge', source : ancien carte postal extraite du site <http://alger-roi.fr/>

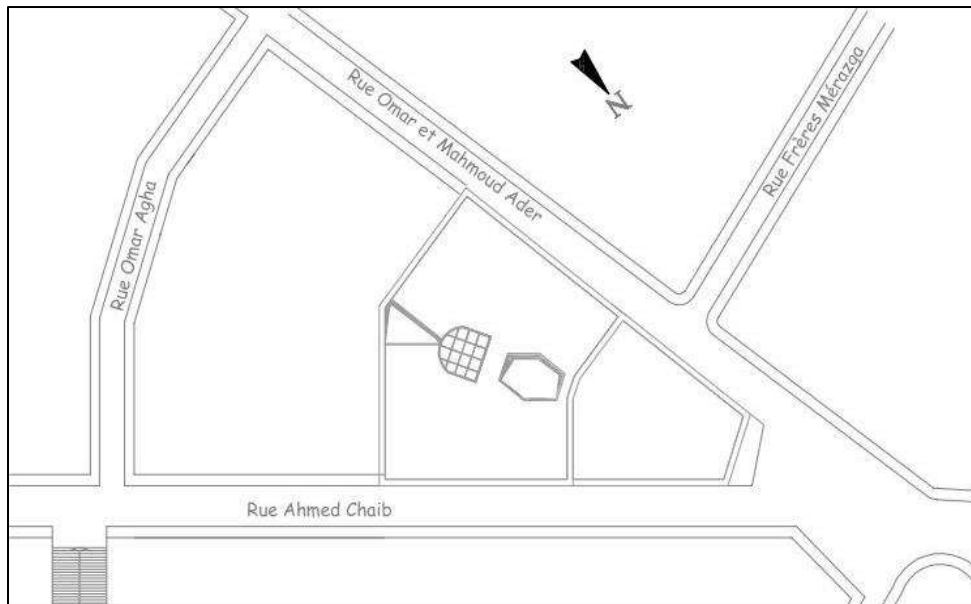


Fig.15 : Situation du bâtiment 11 rue Tanger (plan masse) source : dossier d'état des lieux réalisé par le bureau d'étude

L'édifice retrace l'histoire du quartier et constitue une solution ingénieuse et originale en termes d'implantation vu la dénivellation du site, son style architectural représentatif de la belle époque de la fin XIXème début XXème siècle à typologie architecturale caractéristique de la période, un immeuble de rapport avec une variété de modes d'occupation de la parcelle et de l'organisation spéciale. Cet édifice détenant ces valeurs patrimonial nécessite un regard délicat de la part des spécialistes ingénieurs et architectes envers tous les paramètres pour réhabiliter ce bâtiment mais avant cette initiative le contrôle technique de la construction C.T.C a jugé le bâtiment menaçant la sécurité des occupants. Ordonnant sa démolition sans imaginer les conséquences graves d'une telle décision sur la totalité de l'ilot vu que si en démolie un bâtiment de l'ilot sa empiète sur les bâtiments adjacents avec l'absence de joints entre les bâtiments (l'évacuation de tout l'ilot est recommandé pour le démolir dans sa totalité).

Le bâtiment est composé de trois niveaux sur rez-de-chaussée, le système constructif est constitué principalement de murs porteurs en pierre, le soubassement est formé parfois d'une maçonnerie mixte (pierres calcaire tendre, de tuf, de briques ou de débris de briques) et parfois de maçonnerie de pierre bleu avec des planchers constituer de solive en bois et brique (plancher voutain). La construction est non calculer au séisme vu que les méthodes de calcul n'été pas encore développées à cette époque. Le bâtiment approximativement a dépassé les 70 ans depuis sa construction abritant au sien de ses parois l'activité commerciale au rez-de-chaussée et l'habitation aux étages supérieurs replissant la fonction d'un immeuble de rapport de l'époque.

Le bâtiment mal entretenu été en dégradation continue à cause de plusieurs agents : climatiques (Humidité,...etc.), naturelles (séismes,...etc.), engendrés par la pollution ou par l'opération de réparation ou de renforcement en cours de réalisation.

Les différentes pathologies relevées pour notre bâtiment le 11 rue Tanger sont de différents ordres : humidité, lésions mécaniques, pollution, lésion anthropique...etc. qu'on peut noter par :

- Soubassement du bâtiment décapé et dénudé subis en générale des remontés d'humidité visibles sur les murs porteurs ce qui engendre une dégradation graduelle et causant d'autre désordres notamment des fissures ou bien des lézardes sur les façades.
- Les infiltrations des eaux de pluies depuis la toiture non couverte à cause de l'effondrement du plancher toiture après les séismes qui ont touchés Alger depuis 2003.
- L'étroitesse de la rue (largeur bien inférieure à la hauteur du bâti ($L < h$)) crée une variation des apports d'ensoleillement des façades un milieu favorable pour le développement des moisissures sur les façades (fig.16)

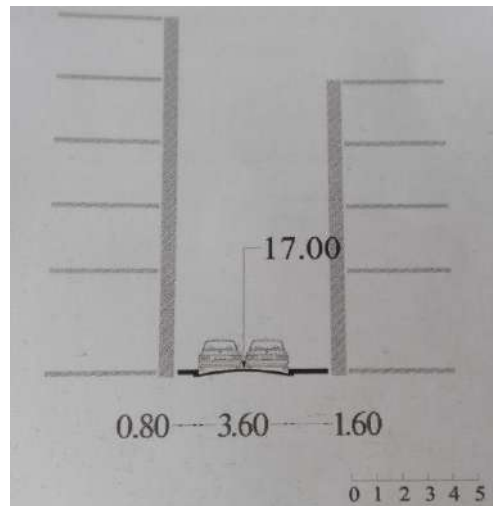


Fig.16 : Le prospect sur la rue Ahmed Chaïb ex Tanger, source : EPAU/UPM, Méthode de réhabilitation d'un centre historique-diagnostique du quartier Ben M'hidi-, Alger, Ed les Alternatives urbaines, p101

- On peut observer des détachements partiels ou entiers des éléments plaqués constituant les corniches et les linteaux, l'érosion des éléments en ferronnerie à cause du taux élevé d'humidité et la présence d'agents chimiques entrant en réaction.
- Des désordres relatifs à l'activité humaine : effet provoqué directement ou indirectement par l'action de l'Homme comme par exemple le fait de laisser à nu (fig.17) le bâtiment en



Fig.17 : Les façades décapées et laissées à nu risquant l'humidité et effondrement à cause des infiltrations, source : photographie prise en phase état des lieux réalisé par le BET.

décapant les enduits des façades au niveau soubassement provoquant d'autres anomalies qui vont engendrer l'effondrement des murs porteurs dans le long terme. Mais aussi la pose anarchique des éléments tels que : affiches publicitaires, équipement sanitaires ou autre apporte aussi leur nuisance sur cet édifice : cassures des murs et des encadrements de porte et de fenêtre, salissures des enduits et peintures et détérioration par interaction avec les matériaux (pierre ou briques).

- Le phénomène de pollution atmosphérique due aux échappées de fumées et de gaz associés aux embruns marins et taux d'humidité élevé.
- Les façades de l'immeuble subissent des agressions chimiques dues aux fientes des pigeons qui provoquent des salissures particulières nocives sur les éléments en saillies.
- En ce qui concerne l'état de conservation de la structure en note que les solives en bois constituant les planchers sont altérées par l'effet d'humidité puisqu'elles ont été mal traitées au paravent (on a utilisé des techniques peu développées). En plus aux infiltrations des eaux de pluies causant l'effondrement des planchers et des cages d'escaliers en bois (deux cages d'escaliers au total : le premier balancé desservant les logements et l'autre droit du côté des locaux de commerce) et les passerelles reliant les deux paliers de l'escalier de part et d'autre de la cour intérieure.

D'autres informations sont portées sur la fiche catalogage établie par le groupe d'étude espagnole et algérien dans le cadre du diagnostic du quartier Ben M'hidi dans le cadre de la coopération entre l'EPAU (école polytechnique d'architecture et d'urbanisme d'Alger) et l'UPM (université polytechnique de Madrid) (voir Annexes B et C page 81,82).

Après cette présentation du cas d'étude nous passons maintenant au diagnostic de l'opération en cours de réalisation mais avant tout nous allons tracer l'historique de cette intervention de l'étude à la réalisation :

En 2003 une commission d'ingénieurs et spécialistes du C.T.C a mené une expertise sur les bâtiments du quartier Ben M'hidi parmi eux le bâtiment sujet de ce master, cette expertise a eu comme objectifs : le relevé de l'état des lieux, examiner les conditions techniques de stabilité et de solidité du système constructif/structurel, recenser les anomalies et dysfonctionnement (les pathologies et désordres qui mettent l'utilisateur en grave danger). L'opération menée a mis en place un programme d'urgence pour évacuer le bâtiment et le préparer pour la démolition (décision : le bâtiment classé rouge état de ruine avancée)

Un débat a été ouvert à propos de cette décision que selon des architectes était négligente envers plusieurs paramètres notamment la valeur patrimoniale, l'histoire de cet édifice vu qu'il est le plus ancien immeuble construit, le fait de démolir un bâtiment de l'îlot signifiant l'évacuation immédiate de tous les immeubles adjacents puisque tous vont s'effondrer (trouver où reloger tous les familles de l'îlot s'avère difficile vu la crise de logements). Ce sont des arguments parmi d'autres fournis pour convaincre le C.T.C de retourner sur sa décision et réfléchir ensemble sur des solutions pour réhabiliter le bâtiment.

Après une longue discussion le C.T.C accepte la proposition de réhabilitation tout en proposant le suivi de toutes les étapes de l'étude à la réalisation, le choix du maître d'ouvrage l'A.P.C d'Alger était porté sur le groupement homothétique d'architecture et d'ingénierie

d'Alger pour effectuer l'étude de réhabilitation du 11 rue Tanger. Tous proposition, plans, esquisses,...etc. doit passer par le C.T.C pour approbation, en cas de non-approbation le bureau est informé par P.V sur les erreurs dans les plans, les anomalies,...etc.).

Le chantier a commencé en 2008 dans un délai proposé de huit mois, au début des travaux les problèmes ont commencé l'entreprise choisi a montré ses lacunes dans une opération pareille vu qu'on Algérie y'a pas d'entreprises spécialisées dans la réhabilitation. L'entreprise communale d'El Harrach (E.C.O.T.E.H) a pris le chantier commençant par le décapage des enduits de façade, l'encadrement des fenêtres,...etc.)Mais après l'effondrement de la cage d'escalier l'entreprise abandonne le chantier, d'autres entreprises s'installent dès l'apparition d'un obstacle ils abandonnent les travaux. Le chantier de huit mois passe a une année puit passant par une longue période d'arrêt jusqu'à 2010 ou le maitre d'ouvrage choisi l'entreprise nationale de réhabilitation des ouvrages souterrains) E.N.R.O.S, le critère du choix est porté sur la maitrise de la technique du béton projeté, l'application de cette technique sur ce bâtiment fut la première en Algérie (première expérience dans la réhabilitation d'un bâtiment pour cette entreprise).

C'est un bref aperçu sur l'historique de l'opération en cours, à présent nous abordons l'opération depuis la phase étude, l'étude de réhabilitation du 11 rue Tanger est décomposée en plusieurs étapes de nombre de quatre, ce phasage est suivi par le C.T.C pour l'approuver et rédiger un rapport délivré au maitre d'ouvrage (APC d'Alger centre).On peut les résumé dans :

- ✓ Le levé de l'état des lieux
- ✓ Le levé des désordres et des pathologies
- ✓ Le diagnostic des désordres
- ✓ Les solutions apportées aux désordres

Pour la première phase le bureau d'étude a relevé le bâtiment pour constituer le dossier graphique pour rapporter les informations concernant la structure, l'usage des espaces, l'organisation spatiale,...etc. l'état des lieux permet d'aborder correctement la reconnaissance du bâtiment à réhabiliter.

La seconde phase concerne l'identification des pathologies et désordres dans le système structurel, les parties fissurés,...etc. Elle permet de distinguer tous anomalies ainsi l'état de conservation du bâtiment. Pour les prendre en charge dans les calculs sous effet de séisme mais aussi dans le modèle simplifié de comportement vis-à-vis les forces sismiques.

La troisième phase est celle du diagnostic des désordres identifiés dans la phase précédente, elle consiste à effectuer un classement par ordre de gravité les désordres et noter leur causes pour pouvoir agir par la suite et trouver des solutions. Comme par exemple pour une fissure inclinée à 45 degré dans le mur en pierre les causes sont variantes : effondrement de l'appui à sa base (avec l'infiltration d'eaux les pierres perte leur adhérence avec l'ensemble, détachement et déplacement du linteau ou bien déplacement globale de la structure engendré par un séisme,...etc.).L'identification des causes est le premier pas vers une solution adaptée à chaque désordre.

La dernière phase de cette étude est la proposition des solutions aux différentes anomalies soulignées auparavant dans les deux phases 2 et 3. Les solutions proposées sont soit locaux

concernant un élément de l'ensemble ou bien globale touchant l'intégralité des éléments constituant l'ensemble du bâtiment selon la complexité et la nature des fissures et le degré de gravité des désordres, le diagnostic étant bien fait, précis et correcte les solutions envisagées sont approuver par le C.T.C est mentionner dans le rapport d'expertise délivré au maitre d'ouvrage.

Après cette phase le bureau d'étude doit livrer le projet de réhabilitation pour approbation finale avant d'entamer le chantier ainsi accompagner le maitre d'ouvrage dans le choix de l'entreprise de réalisation.

Donc l'étude consistée a proposé des solutions pour réhabiliter et consolider l'extrémité de l'ilot (consolidation du mur porteur principale qui contourne tout le périmètre de l'ilot, initialement ayant une bonne inertie), avec cet opération de confortement de son extrémité sa résistance vis-à-vis le séisme est augmentée et garantie la stabilité de l'ensemble ce qui signifie un meilleur comportement face aux forces sismiques mais aussi assurant moins de désordres pour le reste des bâtiments de l'ilot. Le C.T.C demandé des calculs vis-à-vis le séisme ainsi que des modèles simplifiées pour se rapprocher du cas réel de simulation de comportement pour justifier les solutions envisagées.

Le bureau d'étude pour sa proposition compte remplacer l'activité résidentielle en activité de service avec l'introduction de bureau dans les trois niveaux supérieurs et améliorer l'activité commerciale au Rez-de-chaussée en réorganisant les locaux commerciaux, la fig.18 illustrant l'état avant et après intervention concernant le changement d'usage et de l'organisation spatiale.

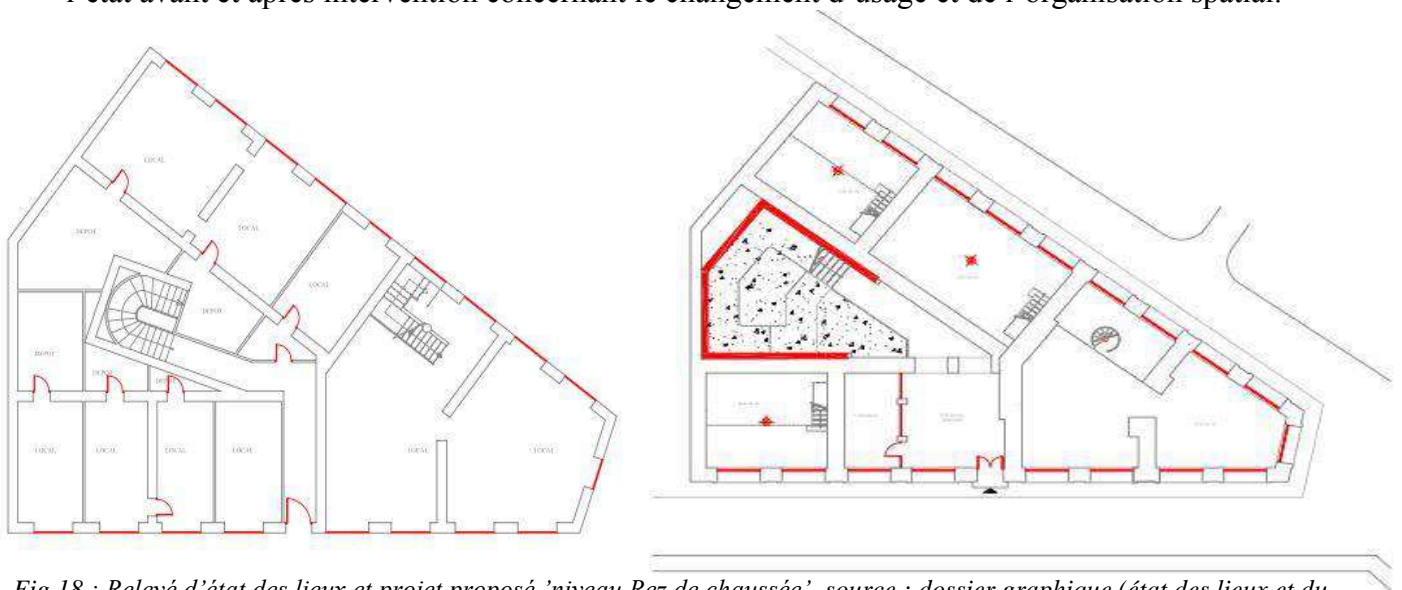


Fig.18 : Relevé d'état des lieux et projet proposé 'niveau Rez de chaussée', source : dossier graphique (état des lieux et du projet architectural) réalisé par le bureau d'étude

Nous constatons de ces illustrations la suppression de l'ancienne cage d'escalier à cause de son effondrement, elle est remplacée par une nouvelle en libérant un vide dans la partie centrale comme cours intérieur 'patio' couverte par une verrière, l'entre au bâtiment sera redimensionner au lieu de l'ancien long couloir menant directement à la cage d'escalier le BET propose un hall d'entrée avec des dimensions importantes avec un espace de conciergerie pour l'entretien de l'immeuble, un espace non trouvé initialement. En ce qui concerne les locaux commerciaux le BET a relevé la présence de neuf locaux de dimensions variables avec des locaux de dépôts ces derniers occupant les parties résiduelles de part et d'autre de l'ancienne cage d'escalier et vu que le BET propose de construire une cage d'escalier une restructuration des locaux est nécessaire en

agrandissant les dimensions des locaux existants et la démolition des dépôts (au lieu de neuf locaux on passe à quatre grands locaux seulement). L'escalier droit relevé dans l'état initial est remplacé par un escalier en colimaçon dans le projet de réhabilitation de ce bâtiment, ce sont les principales modifications du plan initial (solutions envisagées) pour consolider le 11 rue Tanger. En ce qui concerne les murs porteurs et murs de séparation le BET avec l'accord du C.T.C après note justificative (les calculs) et modèle simplifié de comportement a proposé le remplacement de quelques murs et consolidation des ouvertures (portes, fenêtres) par un encadrement en béton armé.

Dans les niveaux supérieurs la proposition du BET pour ce projet est variée d'un étage à un autre en ce qui concerne le type de planchers à utiliser, l'activité qui va se dérouler dans chaque niveau, ...etc.), nous allons résumer en gros ces propositions :

Pour le 1^{er} étage qui compté initialement d'après l'état des lieux des bureaux (pas d'information sur la nature d'activité) au nombre de neuf avec un espace sanitaire très étroit hors normes, le bureau d'étude en propose de garder cette activité de service les bureaux seront redimensionnés vu que l'organisation a changé (patio, nouvelle cage d'escalier). Le nombre reste identique avec deux espaces sanitaires, les placards techniques seront installés dans la cage d'escalier dans l'espace entre l'ancien mur porteur et le voile de la nouvelle cage d'escalier, pour relier les deux parties de l'immeuble de part et d'autre du patio le BET propose des passerelles dans chaque niveau pour remplacer les anciennes qui sont effondrées (bois détérioré sous l'effet d'humidité et les infiltrations des eaux pluviales). (fig.19 : illustration de l'ancienne cage d'escalier après son effondrement montrant les résidus des anciennes passerelles en bois).



Fig.19 : L'emplacement de l'ancienne cage d'escalier, source : photographie prise par le BET

Donc le premier étage est consacré au service pour ce projet de réhabilitation, en ce qui concerne les anciennes ouvertures menant aux escaliers le BET compte les déplacées pour qu'elles coïncident avec le nouveau palier de l'escalier (démolition et reconstruction du mur en pierre). La hauteur d'étage est fixée à quatre mètres pour ce niveau et le niveau Rez- de- chaussée, le type de plancher proposé par le BET est le même existant initialement avec des solives en bois

traitées par un produit ‘ lasure de bois’ pour le rendre résistant aux intempéries (humidité, insectes, infiltration,...etc.), en cours de réalisation l’entreprise a réemployé quelques anciennes solives qui restent solides après plus de 70 ans. L’état initial ainsi que la proposition retenu sont illustrés dans la figure ci-après, le BET dans ce niveau a réorganisé les espaces de bureaux.

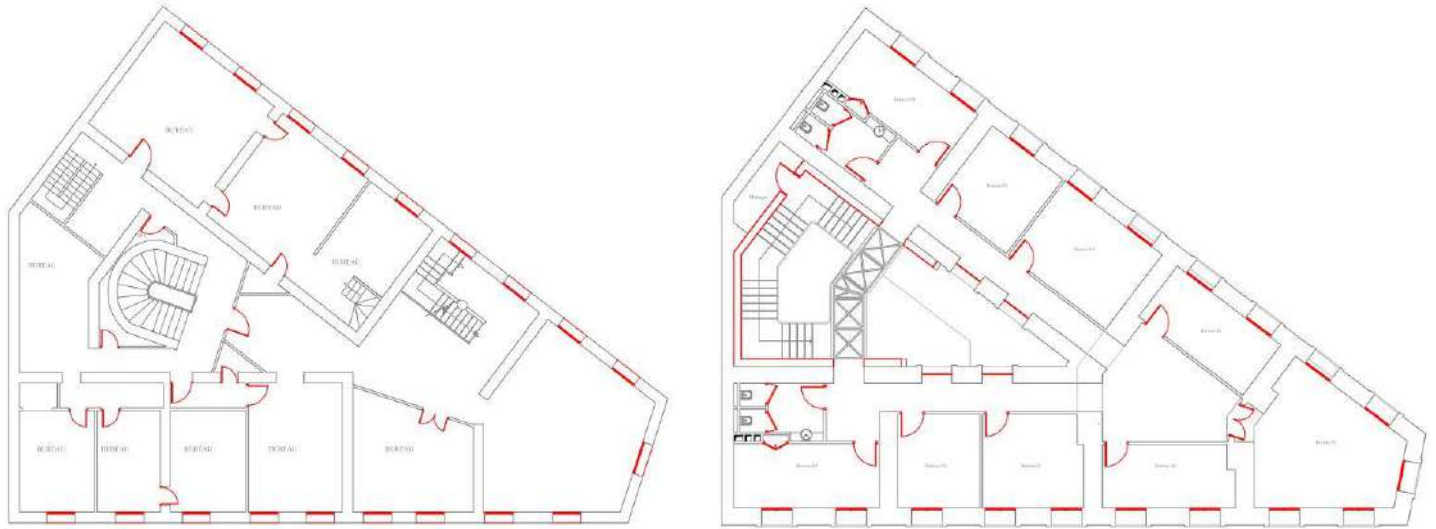


Fig.20 : Relevé d’état des lieux et projet proposé ‘niveau 1^{er} étage’, source : dossier graphique (état des lieux et du projet architectural) réalisé par le bureau d’étude

Pour le deuxième étage on a relevé des espaces de logements organisés en trois appartements composés de deux à trois chambres selon la surface de l’appartement, un salon et cuisine, dans la proposition du bureau d’étude les logements sont remplacés par d’autres espaces pour bureaux au nombre de neuf au totale avec le même nombre de sanitaire qui est deux de part et d’autre de la cage d’escalier. Les couloirs qui desservent les bureaux dans chaque niveau contiennent des ouvertures qui donnent sur le patio contrairement à l’origine ou les logements n’avaient pas d’ouvertures qui donnent sur la cour intérieure. La hauteur de ce niveau est de 3.60 mètre et comme type de plancher le BET a choisi un plancher mixte constitué de solives en bois le même que celui du 1^{er} étage. En ce qui concerne la structure le BET a consolidé les murs porteurs par l’ajout du béton armé projeté sur l’ancienne maçonnerie, la figure ci-après illustre l’état des lieux et les modifications effectuées dans le 2^{ème} étage pour réhabiliter le 11 rue Tanger.

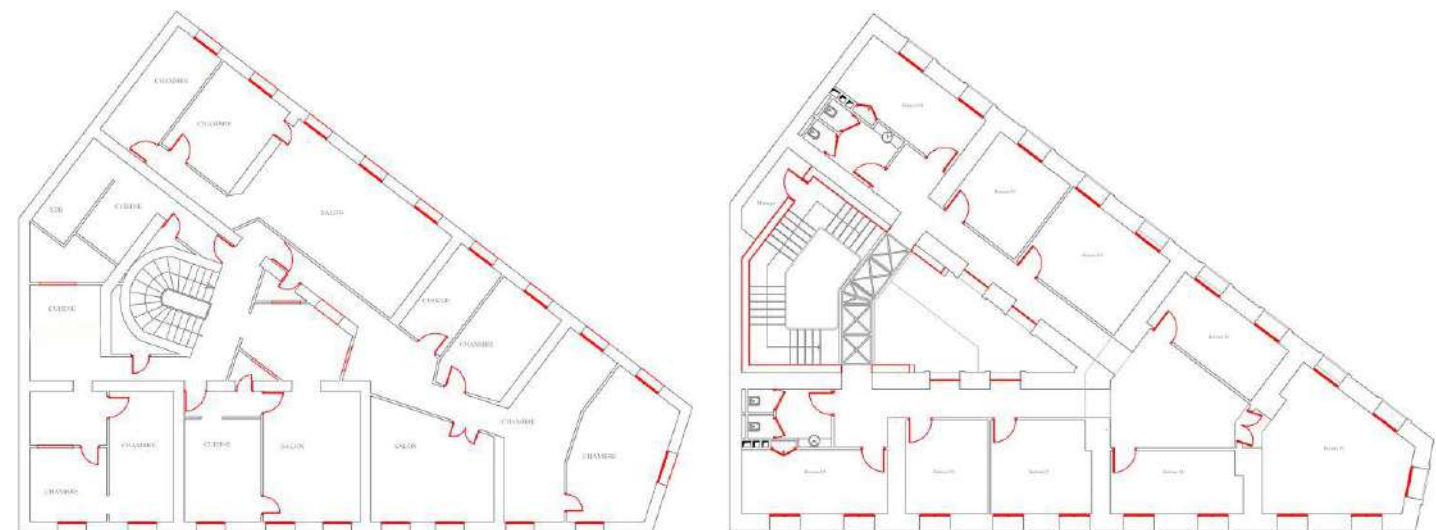


Fig.21 : Relevé d’état des lieux et projet proposé ‘niveau 2^{ème} étage’, source : dossier graphique (état des lieux et du projet architectural) réalisé par le bureau d’étude

Le bureau d'étude a constaté dans l'analyse de l'état des lieux que l'activité initiale n'a pas une rentabilité (non suffisante), donc il a justifié son choix de changement de vocation de l'immeuble par le besoin économique de l'APC d'Alger centre pour avoir plus de rentabilité.

Le troisième étage initialement destiné aux logements avec trois appartements de surfaces variables composées de chambres (2 à 3), Salle de bains, cuisine, sanitaires et salon. Le projet de réhabilitation de ce bâtiment propose de remplacer l'ancienne activité par des bureaux au nombre de neufs de dimensions variables dans une organisation commune avec le 2^{ème} étage, la hauteur de ce niveau est 3.60 mètre, le BET retenu pour ce niveau un plancher mixte collaborant en béton armé et solives métalliques (trois grandes poutres principales en HEB260 et des poutres secondaires en IPE240), l'adhérence béton –acier est assurée par les tôles galvanisées TN40 et les connecteurs. La figure ci-après illustre le relevé de l'état d'origine et la proposition du BET.

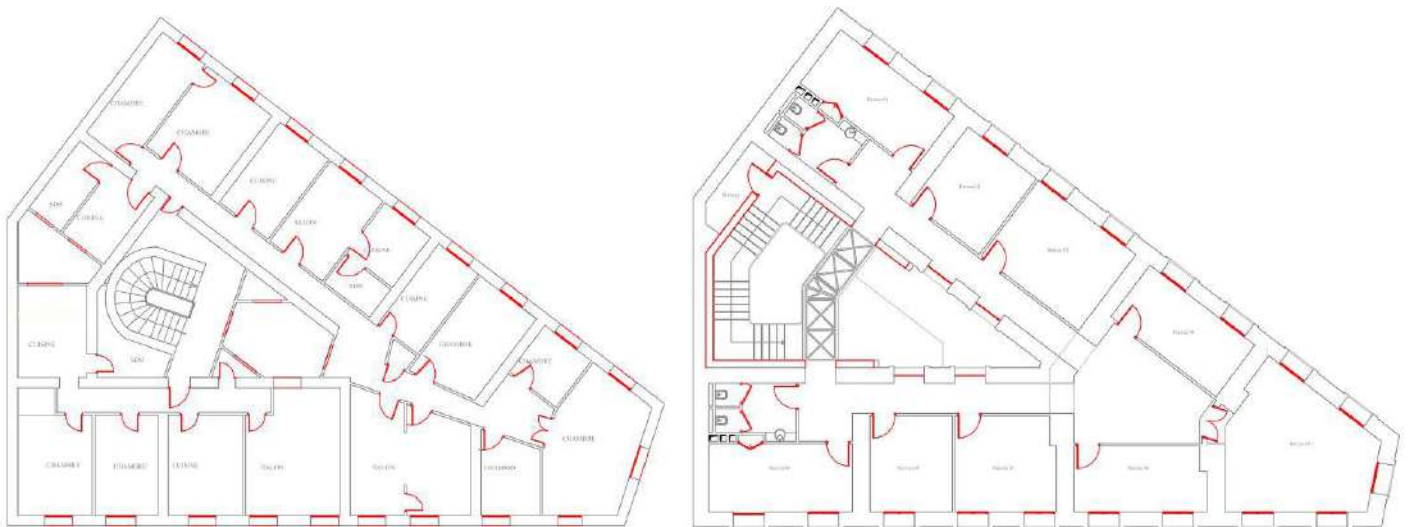


Fig.22 : Relevé d'état des lieux et projet proposé 'niveau 3^{ème} étage', source : dossier graphique (état des lieux et du projet architectural) réalisé par le bureau d'étude

Pour les trois niveaux du 1^{er} au 3^{ème} étage le BET propose un étage courant, la même activité qui s'y déroule (bureaux de service) donc même organisation spéciale, les différences notées entre ses étages sont : le type de plancher (mixte collaborant (béton et solives métalliques) pour le troisième étage et en bois pour le 1^{er} et 2^{ème} étages) et la hauteur sous-plafond.

La terrasse de l'immeuble était occupée par un niveau qui est l'étage attique qui compté deux appartements composées de chambres, salon, cuisine et sanitaire cette étage était destiné à l'époque colonial aux ouvriers et servants de l'immeuble, à notre époque cette étage c'est effondré avec la toiture. Le BET dans sa proposition n'a pas pris en compte ce niveau (supprimer cet étage et ignorer son existence on l'a relevé seulement) les illustrations ci-après montrent les traces qui reste de ce niveau, le plan relevé et la vue en élévation(en rouge l'étage supprimer).

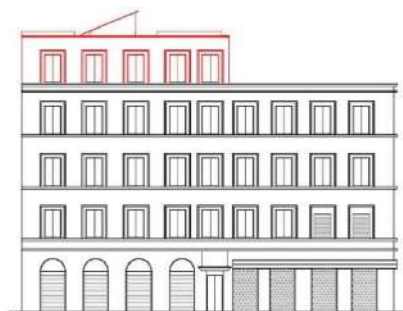
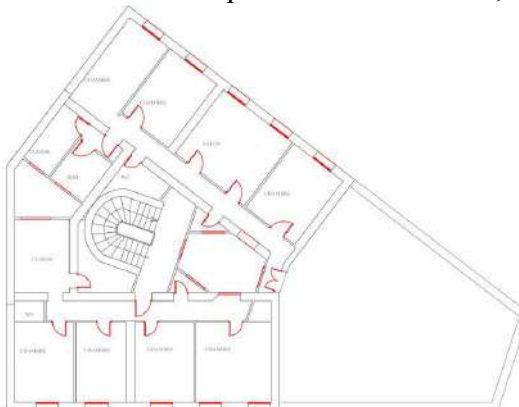


Fig.23 : étage d'attique supprimer 'plan et élévation, état initiale et une photo de l'état actuel prise sur chantier', source : dossier graphique plan et élévation (état des lieux) réalisé par le bureau d'étude, photographie prise par l'auteur lors d'une visite sur chantier.

En ce qui concerne la toiture le BET a noté après consultation des anciennes photos d'archives que l'ancienne toiture était couronnée par une verrière couvrant la cours intérieure, le bureau d'étude pour son projet utilise le même principe pour couvrir la cage d'escalier et le Patio avec une verrière de dimensions plus importantes que celle d'origine. La figure 24 illustrant l'état relevé et la proposition de la toiture de cet immeuble.

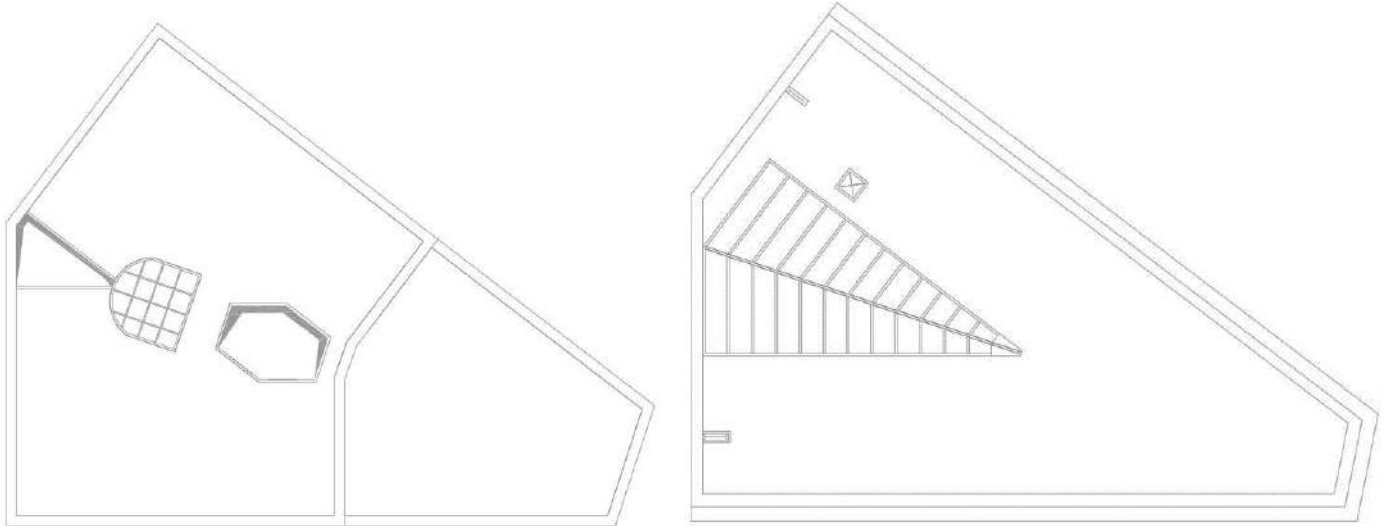


Fig.24 : Relevé d'état des lieux et projet proposé 'niveau toiture', source : dossier graphique (état des lieux et du projet architectural) réalisé par le bureau d'étude.

En ce qui concerne les façades le BET le fait de supprimer l'étage d'attique apporte quelques modifications sur la façade mais l'organisation tripartite (soubassement-corps-couronnement) reste le principe d'organisation des façades après réhabilitation, sur chantier on a constaté que tous les façades étaient décapées de leur enduits et laisser à nu (fig.25), les façades faisant partie des finitions après fin de l'opération de confortement.



Fig.25 : état des lieux des façades (avant et après début des travaux), source : photographie prise sur chantier par le BET (dossier d'état des lieux et suivi du chantier)

Le fait que le chantier s'est arrêté à plusieurs reprises, on a risqué la détérioration de la maçonnerie porteuse à cause des remontés d'humidité au niveau des soubassements et les infiltrations d'eux pluviales si on n'avait pas mis un enduit de ciment pour protéger les façades laissées à nu.

La figure 26(1,2) ci-après illustre bien une des façades originales et les différentes modifications effectuées dans le projet de réhabilitation avec une photo de l'état actuel des façades.



Fig.26 1 : Relevé d'état des lieux et projet proposé 'Façades', source : dossier graphique (état des lieux et du projet architectural) réalisé par le bureau d'étude.



Fig.26 2 : Photographie façade actuel source : Photo prise sur chantier par l'auteur

Le BET va suivre de près l'exécution du projet par l'entreprise, accompagné par le C.T.C et le service technique de l'A.P.C d'Alger centre.

Les travaux de confortement en cours sur le chantier sont réalisés par l'E.N.R.O.S comme étant spécialisée dans la technique du béton projeté qui est retenu pour la réhabilitation de cet immeuble les étapes pour réaliser le confortement avec le béton projeté sont :

- Le décapage des murs porteurs pour faire apparaître la pierre.
- Nettoyage des pierres.
- Placer l'armature en triels a soudé pour chainer les pierres (voir fig.27).



Fig.27 : Renforcement du mur porteur (partie du mur reconstruit, source : photo prise sur chantier par l'auteur

- préparation du Béton a projeté 'ciment, agrégat et eau' sous dosage vérifié par des essais sur les matériaux et des essais de comportements au laboratoire.
- La dernière phase c'est la projection du mélange sur les murs en pierre pour les renforcer, le mur une fois consolider de cette manière il sera plus au moins résistant reste à le vérifier par les calculs ou model simplifié (ce qui est demandé par le C.T.C en plus aux essais pour approuver l'opération).

La liaison entre les maçonneries anciennes et les maçonneries rajoutées se fera :

- a. En remplaçant des moellons en surface des maçonneries anciennes par des boutisses avec les maçonneries réalisées en nombre suffisant pour reprendre le cisaillement.
- b. En mettant en palace des connecteurs en métal, scellés dans les deux maçonneries.

Les travaux de réhabilitation ne touchent pas seulement la structure mais s'effectuent aussi sur le réseau d'assainissement, le BET compte remplacer l'ancien réseau détérioré par un autre plus performant, l'emplacement des regards de chute est conditionné par la position du réseau principale. On a noté un changement de position des regards en cours de travaux avec le passage entre les deux entreprises E.C.O.T.E.H et E.N.R.O.S vu que la première a choisi un emplacement du regarde de collecte principal au-dessous du réseau public.

Le positionnement retenu des regards, leurs dimensions, les pentes utilisées,...etc. sont expliqués dans la figure 28 ci-contre. La pente utilisée varie entre 2.4 et 2.7 %, le diamètre

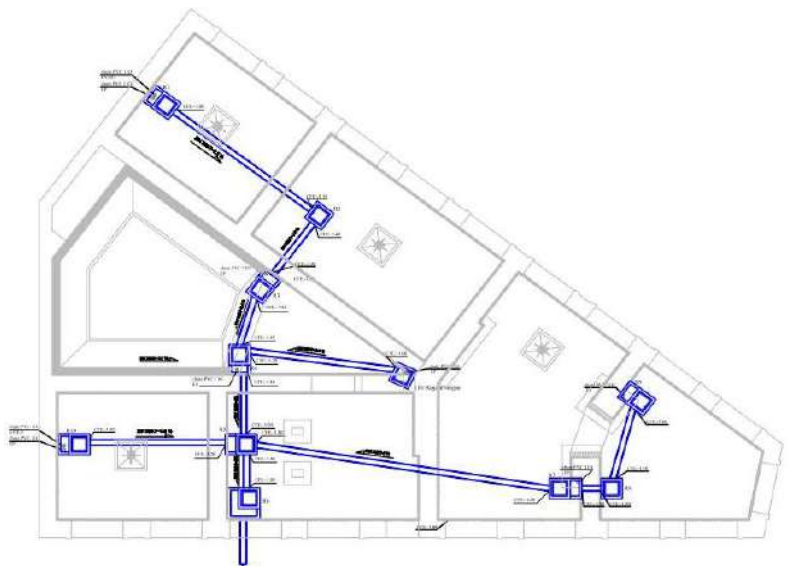


Fig.28 : Le positionnement des regards de chutes, source : dossier graphique du projet de réhabilitation réalisée par le BET

nominale des conduites principales et de 200 mm, le diamètre des conduites de chutes pluviales et eaux vannes/usées est de 110 mm.

La technique du béton projeté élaborée suivant les normes en vigueur sous le suivi régulier du service technique de l'APC d'Alger centre et ceux du C.T.C, la projection du béton se fait par parties pour permettre aux ouvriers de travailler d'autre lot de cette réhabilitation à savoir les armatures de la cage d'escalier. La fig.29.1 illustrant les ouvriers de l'E.N.R.O.S en train de travailler sur l'armature de la nouvelle cage d'escalier et la fig.29.2 montre des détails constructifs de la cage d'escalier (fondation, armatures,... etc.)



Fig.29 1: Les armatures de la cage d'escalier, source : photos prises sur chantier par l'auteur

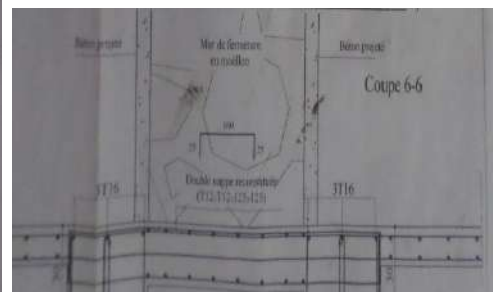
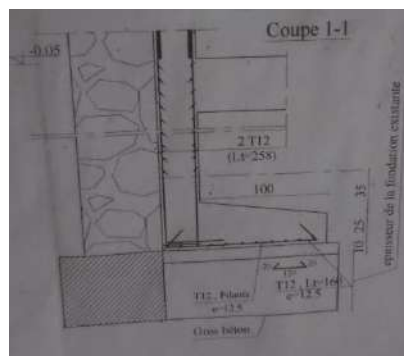
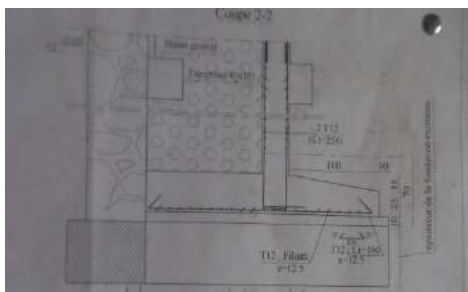


Fig.29 2 : Les détails constructifs, source : dossier graphique béton et béton armé reliée par l'ingénieur du BET

L'entreprise pour les armatures de la cage d'escalier a utilisé des barres T16 le plus gros diamètre utilisé on y retrouve aussi des T12 et T14 pour les fondations, les barres T10 et T8 pour les cadres et étriers.

L'épaisseur des murs reconstruits est augmentée avec l'ajout du béton projeté de 10-20 cm, ce qui signifie plus d'inertie et donc plus de résistance vis-à-vis les actions et sollicitations (force sismique horizontale ou verticale, effort internes,... etc.). Donc on peut noter que cette technique peut être utilisée dans une réhabilitation en zone sismique accompagner d'une note de calcul justifiant le choix des sections et analyser le comportement en cas de séisme avant et après l'opération par des modèles simplifiés pour approuver cette méthode pour la généraliser par la suite. L'analyse en cas de séisme permet d'identifier les désordres en cours de travaux pour réfléchir à une autre solution permettant d'optimiser la résistance de ce bâtiment aux forces sismiques.

Les ouvertures sont modifiées pour correspondre à la nouvelle organisation du plan, les fenêtres qui donnent sur le patio sont de dimensions 60cm x1.20 m de forme rectangulaire réalisées en béton armé pour reprendre avec les murs porteurs les charges auxquelles est soumis le bâtiment, la figure 30 ci-après illustre ces ouvertures avec une partie de leurs armatures.



Fig.30 : Les fenêtres donnant sur le patio, source : photos prises sur chantier par l'auteur

En ce qui concerne les portes intérieures ou extérieures qui sont réalisées en béton armé reprenant une partie des charges du mur porteur vu leurs dimensions importantes et les sections d'acier utilisées pour les réaliser. La figure 31.1 ci-après montre les sections variables qui composent l'armature et la fig.31.2 ci-contre montrant les détails constructifs d'une des portes.

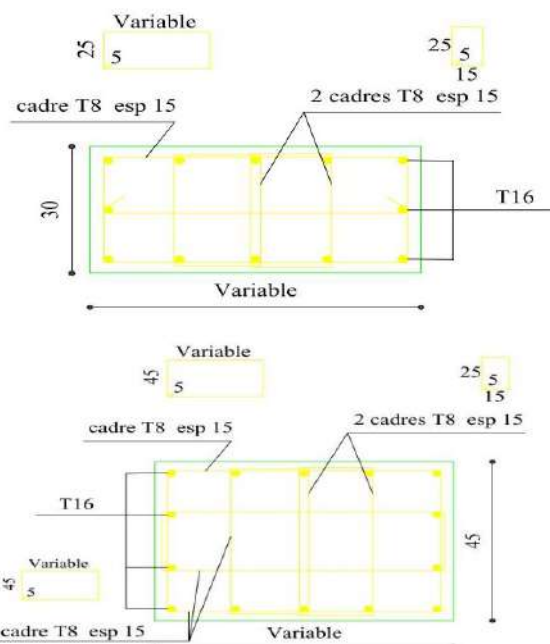


Fig.31 1: Deux sections variables de l'armature de la porte, source : dossier graphique béton et béton armé réalisée par l'ingénieur du BET

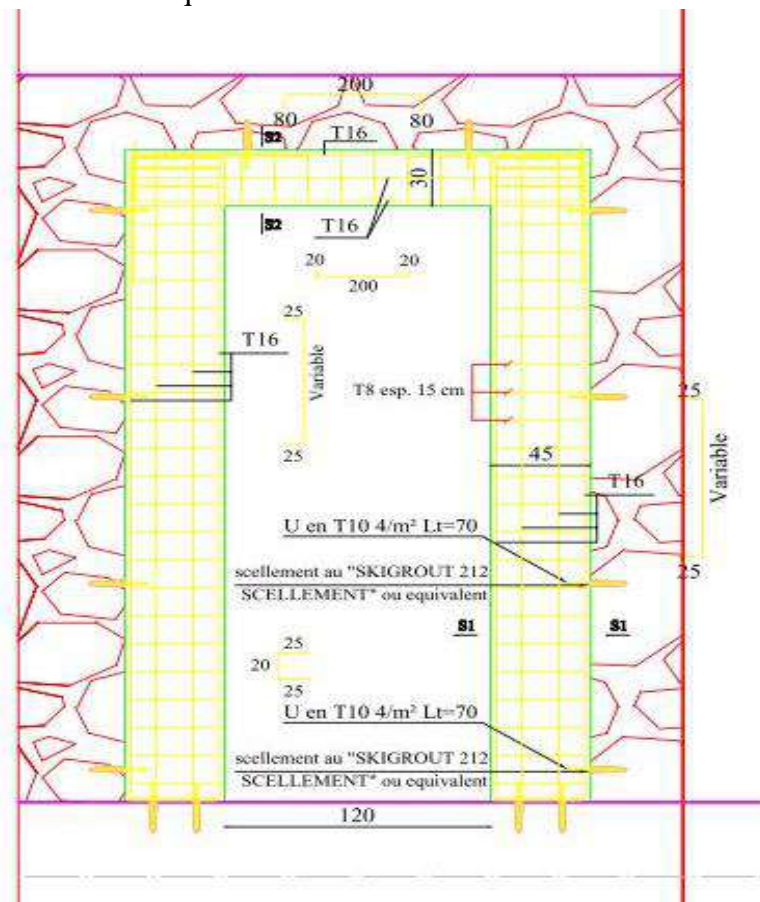


Fig.31 2 : Détails constructifs d'une porte, source : dossier graphique béton et béton armé réalisée par l'ingénieur du BET

La liaison entre l'armature de la porte et le mur porteur se fait par des connecteurs métalliques par scellement au "SIKAGROUT 212" ou bien un équivalent (résines époxydes,...etc.). La figure 32 ci-après montre le produit de scellement SIKAGROUT 212 (voir Annexe D page 83).



Fig.32 : Le produit SIKAGROUT 212, source : photo extraite du site : <http://www.union-materiaux.fr>.

En ce qui concerne les travaux d'étanchéité l'entreprise a procédé par étapes qui sont les suivantes :

- L'application d'une couche d'enduit d'imprégnation à froid.
- L'application d'une couche d'enduit d'application à chaud.
- Une couche de feutre bitumé type 36 S.
- L'équerre de renfort du bitume armé de type chape 40 de 40 cm de large (20 cm de chaque côté).
- L'application par la suite d'une couche d'enduit d'application à chaud.
- Une seconde couche du bitume armé type chape 40 à appliquer dans cette avant dernière étape.
- La dernière étape consiste à appliquer une couche d'E.A.C (enduit d'application à chaud) à 1.5kg/m².

L'entreprise a utilisé aussi dans des parties de l'immeuble le pare vapeur qui est composé de :

- Une couche d'E.I.F (enduit d'imprégnation à froid).
- Une couche d'E.A.C (enduit d'application à chaud).
- Une couche de feutre de bitume type 36 S.
- Une seconde couche d'E.A.C.

Ces couches sont classées par ordre de pose sur le plancher qu'on veut le rendre étanche. Dans des endroits où une couche d'étanchéité ne suffit pas l'entreprise procède à la réalisation d'une étanchéité multicouche qui est composée de :

- Un papier KRAFT.
- Un feutre bitumé de type 36 S.
- Une couche d'E.A.C à 1.5 kg/m².
- Une autre couche de feutre bitumé type 36 S.
- Une autre couche d'E.A.C à 1.5 kg/m².
- Un bitume armé de type chape 40.
- Une troisième couche d'E.A.C à 1.5 kg/m² pour finir l'étanchéité multicouche.

La bande de pontage sur joint de fractionnement (rupture) de 30 cm sera constituée d'une bande en feutre bitumé et sera soudée d'un côté du joint par une couche d'E.I.F et une couche d'E.A.C, la bande sera désolidarisée de l'autre côté du joint par une feuille de papier KRAFT.

Les planchers de cet immeuble étaient constitués de poutres et lattes en bois, avec le temps ces planchers sont détériorés et certains s'effondrent, pour le projet de réhabilitation le BET propose deux variantes de planchers : le premier plancher est constitué de solives en bois pour le 1^{er} et 2^{ème} étage. Les solives en bois sont de dimensions importantes donc les ouvriers ont collé deux madriers du bois rouge traité contre les intempéries (insectes, infiltration d'eau, humidité) par un produit spéciale "Lasure", la figure 33.1 ci-après illustre le plancher en bois du 2^{ème} étage et une partie du plancher du 1^{er} étage qui est constitué de planches en bois de l'ancien plancher (solives de remploi), la figure 33.2 illustrant le produit de protection appliqué sur les solives de bois. Il faut noter que ces planchers étaient montés depuis 3ans.



Fig.33 1: Le plancher en bois du 1^{er} et 2^{ème} étages, source : photos prises sur chantier par l'auteur

Fig.33 2 : Lasure PUREPOX, source : photo extraite du site : <http://prescriptor.info/>

Les solives sont chaînées dans la structure ancienne et renforcées par le béton projeté au niveau des nœuds.

Le second type de plancher est composé de solives métalliques, un plancher mixte collaborant constitué de deux types de poutres métalliques : trois grandes poutres en HEB 260 comme poutres principales, des poutrelles en IPE240 comme poutres secondaires, des connecteurs métalliques fixe les solives aux tôles normalisées TN40, les solives vont être encastrées dans le mur porteur par le percement de ce dernier ensuite les trous seront consolidés par du béton projeté. On retrouve ce type de plancher dans le troisième étage, un problème était posé concernant le déplacement vers cet étage des grands poutres métalliques qui risquent de déstabiliser les murs porteurs allons jusqu'à la destruction de ces derniers. L'assemblage des poutres IPE avec le mur porteur existant ce fait de la manière expliquée dans la figure 34 ci-après.

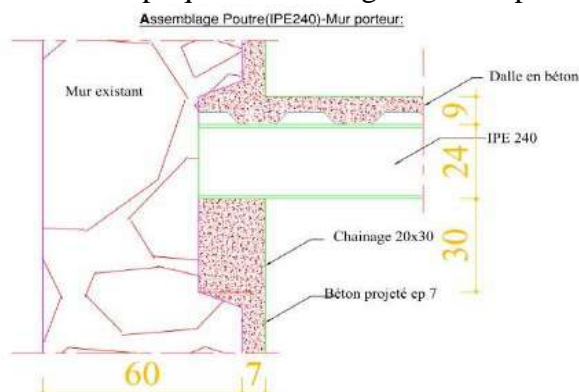


Fig.34 : L'assemblage poutre IPE240-Mur porteur, source : dossier graphique béton et béton armé réalisée par l'ingénieur du BET

La figure 35.1 montre une partie du plancher du troisième étage.



Fig.35 1: Une partie du plancher du troisième étage, source : photo prise sur chantier par l'auteur

Le plancher métallique n'est pas généralisé pour tous les planchers pour un choix esthétique et pour rappeler les anciens planchers en bois malgré les performances acceptables du plancher mixte collaborant en cas de séisme. La figure 35.2 illustrant les détails en plan des solives métalliques (disposition, dimensions).

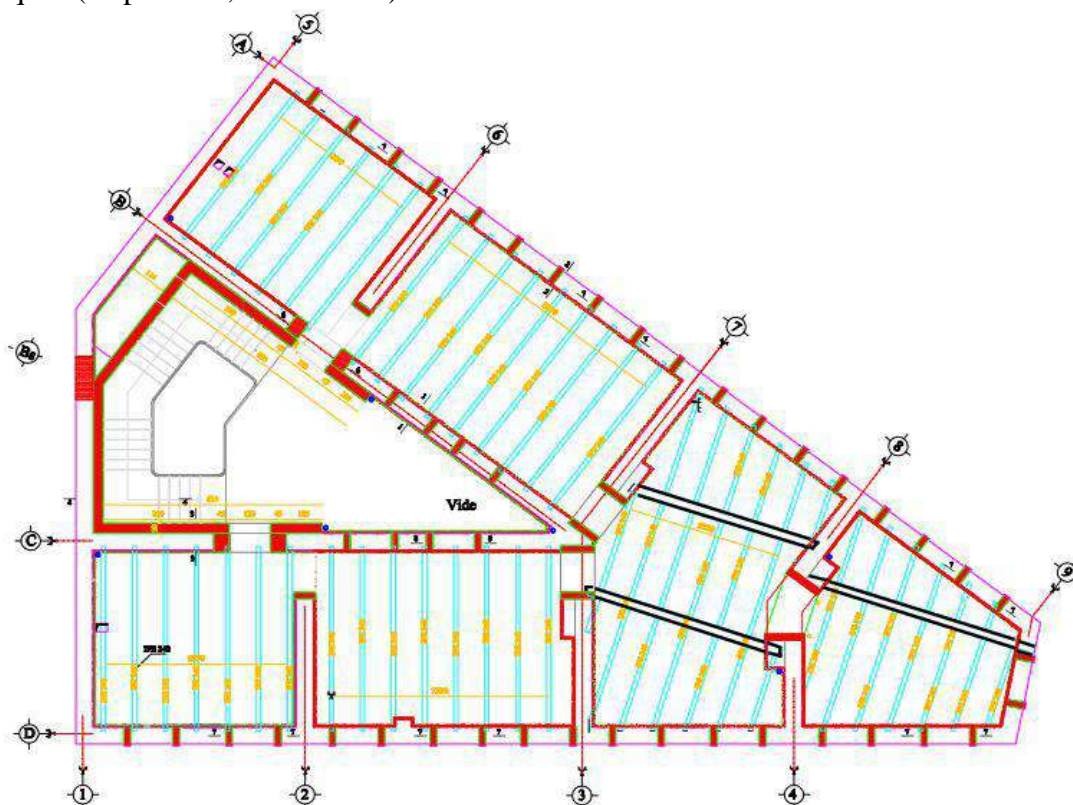


Fig.35 2 : Disposition en plan des solives métalliques, source : dossier graphique béton et béton armé réalisée par l'ingénieur du BET (IPE240 en bleu, HEB260 en noire)

Le R.P.A établit les règles qui gèrent la prise en charge du séisme, malgré que la forme du bâtiment est irrégulière loin du schéma parasismique l'ensemble est résistant avec l'introduction du béton projeté pour consolider les murs porteurs en plus au voile de la cage d'escalier qui est

peu excentré mais d'après les calculs le centre de masse et centre de torsion se superposent donc l'opération et conforme au R.P.A. Le fait d'introduire le béton projeté pour chaîner le mur de pierre aux planchers confortant l'ensemble, afin d'alléger la structure on a supprimé l'étage d'attique pour être aux normes parasismiques précisées dans le règlement parasismique algérien(R.P.A). L'opération est conforme au R.P.A puisque le projet était approuvé par le service du C.T.C.

Dans cet aperçu sur l'opération de réhabilitation du bâtiment 11 rue Tanger nous avons situé le bâtiment, relevé tous les informations concernant l'histoire, l'usage, ses valeurs,... etc. et nous avons relevé les étapes de l'opération de l'étude à la réalisation.

Donc pour conclure ce chapitre le fait de détailler l'opération sur le 11 rue Tanger en mettant en avant une comparaison entre l'état des lieux et le projet en cours avec tous les modifications apportées sur l'état original depuis le lancement de l'étude nous permet d'établir la comparaison avec les opérations réalisées suivant le processus RehabiMed. Cette opération peut être qualifiée comme opération de réhabilitation puis quelle repend à la définition et ses étapes sont vérifiées par les règlements en vigueur en Algérie mais ça reste une opération vague avec des étapes pas bien définies en terme de duré de réalisation due au manque d'expérience dans le domaine de réhabilitation du vieux bâti, le peu d'entreprises spécialisées et de spécialistes entre architectes et ingénieurs. Dans le chapitre qui suit nous allons identifier les points communs et les différences entre le processus RehabiMed et le projet en cours pour établir un processus intermédiaire avec des étapes bien définies respectant le règlement parasismique Algérien et autres règlements en vigueur.

**Chapitre 5 : Vérification de la conformité
de l'opération en cours et les méthodes et
techniques de réhabilitation connue au
monde.)**

L'opération en cours peut être concédée comme une opération de réhabilitation selon la réglementation Algérienne et les recommandations du règlement parasismique Algérien mais en réalité l'application de ces directives est loin d'être ainsi vu qu'on se retrouve toujours face à des problèmes à cause du planning mal défini en premier lieu, le chevauchement des tâches en cours de réalisation. L'étude de réhabilitation n'est pas poussée pour avoir des résultats plus performants, une réflexion qui néglige quelques aspects faute de délais courts donnés à la réalisation ou bien le peu d'expérience des entreprises dans la réhabilitation mais aussi l'absence d'une formation d'architectes ou ingénieurs spécialisés dans la réhabilitation et la restauration ici en Algérie.

L'opération en cours reste une première expérience à Alger vu l'importance de cette dernière au sien de la commune d'Alger centre. En sortant du model de projets qui consistent à retaper les façades des immeubles seulement sans chercher à approfondir la réflexion sur les éléments de structure, étudier leurs comportements vis-à-vis les différents actions auxquelles les bâtiments sont soumis, analyser la vulnérabilité de ces derniers et même du tissu urbain auquel ils appartiennent pour identifier les dégâts additionnels aux impacts de la force sismique et diagnostiquer les pathologies,...etc.

La réhabilitation du 11 rue Tanger comme expliqué dans le chapitre précédant avait l'objectif de maintenir l'îlot en renforçant son extrémité (le fait de maintenir une pièce du puzzle ça va éviter l'effondrement sure de tous les immeuble composant l'îlot). Le bâtiment est réhabilité après une étude élaborée par un bureau d'étude avec un architecte pour le relevé de l'état des lieux des façades, des plans de chaque niveau pour réaliser le dossier graphique du bâtiment, prise de photos in situ pour faciliter l'identification des pathologies(fissures (incliné,...etc.), rupture du mur porteur ,écrasement des éléments non porteurs ou bien d'autres pathologies) expliqués précédemment. Par la suite l'ingénieur du bureau d'étude procède à l'analyse de ces pathologies pour identifier leurs natures. Le projet commence avec un choix de la technique adapter aux règlements en vigueur comme solution aux désordres identifiés et classés par ordre de gravité. L'architecte propose son projet architectural apportant les modifications proposées et programmées pour la réhabilitation de l'immeuble (vue en plans, coupes et façades). Le dossier d'architecture ajouter au dossier génie-civil avec les notes de calculs, les détails constructifs et les modèles simplifiés de simulation du comportement vis-à-vis le séisme pour justifier les choix en attendant l'accord du C.T.C pour entamer les procédures de choix d'entreprise de réalisation et programmer les tâches dans un planning de chantier en adéquation avec le délai proposé de huit mois. Les travaux ont commencé par le décapage des murs pour faire apparaître les maçonneries en les préparant pour la projection du béton comme seul technique appliquée pour le renforcement et confortement de la structure porteuse, la reconstruction des encadrement en béton armé,...etc. Ces travaux parmi d'autres détaillés dans le chapitre précédant constituant le projet proprement dit de réhabilitation qui néglige plusieurs aspects du chantier de réhabilitation ce qui engendre le retard puis l'abandon des travaux par la suite influant sur la qualité des travaux et le délai programmé. En ce qui concerne l'entretien de l'immeuble après réhabilitation ce projet ne prend pas en charge ce paramètre et donnant la liberté aux usagers de choisir leurs manières d'entretenir l'immeuble.

L'étude et les travaux qui dépassent les délais prévus nous interpelle et nous pousse à comprendre et analyser les causes : Le processus effectué peut être une cause primaire puisqu'il marginalise des étapes importantes dans la phase d'étude qui facilitent la réalisation par la suite,

sans oublier l'expérience qui joue un rôle important mais aussi la maîtrise des outils et des techniques de réhabilitation.

Contrairement aux projets de réhabilitation d'outre-mer notamment en Italie ou en Espagne où les entreprises sont spécialisées et maîtrisent leurs techniques et d'autres techniques, les architectes-ingénieurs sont formés pour être des architectes et ingénieurs spécialisés et praticiens dans le domaine de restauration et de réhabilitation du bâti ancien et monuments historiques, ajouté à tous ces paramètres un processus s'est établi pour la réhabilitation des bâtiments du bassin méditerranéen intitulé 'RehabiMed'.

Le processus est appliqué pour réhabiliter toutes catégories de bâtiments en plus aux monuments historiques suivant sept étapes regrouper sous quatre grands axes : reconnaître, pré-diagnostiquer, analyser, réfléchir et proposer des solutions (projet), réaliser le projet, entretenir et maintenir l'immeuble. Nous relevons ici les grandes lignes de la méthode qu'on a détaillée dans le second chapitre, le premier axe de ce processus est la connaissance du sujet en question (bâtiment ou monument historique) qui commence par adopter la réhabilitation comme solution pour préserver le patrimoine bâti.

Par la suite les intervenants vont regrouper les informations concernant l'histoire du bâtiment, les valeurs qu'il détient, relever les anomalies et dysfonctionnements (constructifs, d'usage,...etc) pour les diagnostiquer, les résultats sont regroupés dans un rapport détaillé.

La seconde partie de ce grand axe va concerner l'analyse, en regroupant plusieurs corps de métier pour l'effectuer ayant comme objectifs : enrichir la connaissance sur le bâtiment dans tous ces aspects (économique architectural, constructif,...etc.), élaborer un état des lieux détaillé sur l'édifice (fiche technique, relevé graphique,...etc.), pour élaborer la synthèse qui constitue la pierre première du projet en apportant un regard critique à l'étude précédente pour rédiger le rapport final du diagnostic.

La synthèse c'est la base de la réflexion et des décisions prises concernant le choix des techniques de réhabilitation par la suite, l'axe de réflexion et projet regroupe une étude de faisabilité des propositions envisagées (programmation des nouveaux espaces, confrontation aux normes et réglementations en vigueur,...etc.). L'étape qui suit du processus RehabiMed est l'étape projet qui se divise en deux parties l'avant-projet et le projet qui donne des détails suffisant sur la réhabilitation de l'immeuble ou monument avec le dossier graphique complet (plans, coupes, façades,...etc.) et les notes de calculs justifiant les choix structurels, les mesures et devis, le cahier des prescriptions techniques...etc.).

La procédure pour avoir les différents documents réglementaires (permis de démolir, permis de construire) et préparation des contrats de construction (entre maître d'ouvrage et entreprise de réalisation) font partie de l'étape travaux qui est composée de deux lots : l'organisation et le suivi. À la fin des travaux on doit faire une rétrospective pour identifier les erreurs pour les éviter dans les prochains projets. La dernière étape qui va clôturer ce processus est l'entretien de l'immeuble après sa réhabilitation en programmant des campagnes de sensibilisation des usagers sur l'opération qui a été réalisée, les valeurs préservées et faire participer les citoyens dans la maintenance et l'entretien du bien immobilier. Le choix d'un modèle d'entretien planifié dans un calendrier doit être programmé dans le projet de réhabilitation d'un bâtiment ou d'un monument.

Le processus RehabiMed est itératif, on peut le suivre dans un schéma linéaire avec possibilité de retour aux étapes passées pour les modifier.

C'était un rappel sur les deux processus celui appliqué sur le 11 rue Tanger (réhabilitation en cours de réalisation) et le processus RehabiMed utilisé dans certains pays d'outre-mer pour qu'on puisse identifier les points communs et les différences entre ces deux processus.

Dans ce chapitre nous allons comparer deux méthodes de réhabilitation du vieux bâti pour établir une méthode intermédiaire à appliquer en Algérie inspirée du processus RehabiMed et respectant les règlements en vigueur (le croisement de deux processus), une facilité d'application avec des étapes bien définies et planifiées selon un planning préalablement réalisé.

La comparaison nous permettra de classer les points communs pour les proposer comme étapes pour notre méthode et identifier les différences à remodeler pour les rendre conforme aux règlements en vigueur et enrichir les lacunes du processus suivi pour les projets de réhabilitation ici en Algérie.

Le processus RehabiMed et celui utilisé pour la réhabilitation de l'immeuble 11 rue Tanger ont tous les deux quelques points de similitude qu'on peut les reprendre pour notre méthode rapprochée au contexte réglementaire algérien. Les points communs relevés permettant de vérifier à quel point le processus utilisé pour réhabiliter les bâtiments en Algérie est conforme avec le processus RehabiMed utilisé dans les pays outre-mer, donc ce processus peut être appliqué sans rencontrer de problèmes mais la réalité est loin d'être ainsi vu que les similitudes entre ces deux processus sont minimales, on peut les résumer dans :

- La reconnaissance du bâtiment à réhabiliter figure dans les deux processus mais les outils de reconnaissance sont différents.
- L'étude de l'état des lieux du bâtiment ou du monument en question.
- La réalisation du dossier d'exécution des travaux avec projet architectural et dossier génie-civil.
- La procédure de choix d'entreprise et la même dans les deux processus.
- Les travaux sont sanctionnés d'un suivi régulier par le service du contrôle technique de la construction en Algérie et les organismes de contrôle pour le cas du processus RehabiMed.

La reconnaissance de l'immeuble pour le processus RehabiMed est une étape primordiale pour le projet de réhabilitation puisque les intervenants vont connaître le bâtiment par l'observation premièrement, le témoignage des occupants,...etc. C'est le premier contact avec l'édifice à réhabiliter avant d'entamer l'étude et l'analyse de l'état des lieux qui consiste à faire un relevé géométrique de chaque niveau (plans, coupes, façades), les différentes pathologies sont relevées dans cette phase pour les analyser, la présentation des résultats se fait sur les plans comme pour le processus utilisé pour la réhabilitation du 11 rue Tanger.

Arrivons au projet d'exécution malgré la déférence notée dans la manière de faire le résultat est le même vu qu'on va produire un dossier graphique pour la proposition avec plans, coupes et façades ajouté aux : notes de calculs, modèle de comportement aux charges et détails constructifs qui constituent le dossier génie-civil.

Les travaux de réalisation sont précédés par le choix d'entreprise et la demande des actes d'urbanisme (permis de démolir et de construire), l'entreprise est choisie pour son expérience dans la technique proposée dans l'étape de réflexion après diagnostic des pathologies pour le processus de réhabilitation du 11 rue Tanger et après l'analyse pluridisciplinaire dans le processus RehabiMed.

Les travaux d'exécution sont planifiés dans un calendrier d'exécution qui correspond parfaitement aux délais prévus dans le contrat avec le maître d'ouvrage, il doit être légèrement flexible pour prendre en charge les différentes imprévues en cours de réalisation. Le suivi du chantier est indispensable pour veiller à la bonne exécution des travaux prescrits dans le cahier des prescriptions et au bon fonctionnement des solutions constructives appliquées pour le renforcement des immeubles à réhabiliter suivant les deux processus.

Les illustrations (figure 36, 37) et (figure 38, 39) qui suivent montre quelques points de similitudes entre les deux processus RehabiMed et le processus utilisé pour réhabiliter le 11 rue Tanger

Processus RehabiMed



Fig.36 : Relevé d'état de lieux (premier contact avec le bâtiment, source : Casanovas.X (2007), Méthode RehabiMed, p 22

Processus Réhabilitation 11 rue Tanger



Fig.37 : Relevé d'état de lieux (photo avant décision d'agir, source : photo prise par le BET lors d'une visite au bâtiment



Fig.38 : Tableau d'organisation de travaux sur le chantier (Plans, détails constructifs, ...etc.), source : idem. , p38



Fig.39 : Détails constructifs porté sur le tableau des tâches pour faciliter l'accès à l'information, source : photo prise sur chantier par l'auteur

Donc les deux processus regroupent pas mal de points en communs qui vont être la base pour notre méthode intermédiaire proposée, reste à identifier les différences entre les manières de procéder pour avoir les paramètres à proposer pour la nouvelle méthode.

Les points communs sont présents dans les deux processus mais la manière dont ces derniers sont réalisés est différente d'un processus à un autre, notre objectif est de trouver une manière de procéder identique pour notre méthode proposée donc nous allons remodeler ces points de différences entre les parties communes qu'on peut les noter dans :

- La reconnaissance dans le processus RehabiMed ce fait par une étude préliminaire (prise de décision d'agir, le pré-diagnostic qui consiste à regrouper des informations sur le bâtiment : valeurs, état de conservation, histoire de l'immeuble, son usage,...etc. mentionner dans un rapport livré à la fin de la phase pour le maître d'ouvrage) contrairement au cas du 11 rue Tanger un relevé d'état des lieux servant de support de reconnaissance en plus aux photos prises in situ.
- Pour l'étude le processus RehabiMed propose une étude générale sur le bâtiment touchant les aspects qu'on va détailler par la suite dans les points de différences, afin de dégager une synthèse qui confirme ou infirme les hypothèses de départ. En opposition l'étude de réhabilitation du 11 rue Tanger s'est traduite par une analyse de l'état des lieux relevé, un diagnostic des pathologies et en fin une proposition de projet.
- Le projet d'exécution comprend plusieurs aspects que le projet sur le 11 rue Tanger notre cas d'étude a partiellement négligé faute de délais courts ou bien dû au manque d'expérience dans le domaine contrairement au projet RehabiMed qui est intégral rependant à tous les problèmes relevés de manière précise.
- Les travaux d'exécution planifiés respectant les délais prévus (prise en charge en amont des imprévus) pour le processus RehabiMed, malgré la planification des travaux on note sur le 11 rue Tanger : un arrêt des travaux non prévu en amont à cause de l'absence d'étude de faisabilité ou bien l'étude est incomplète.
- Le suivi de chantier est fait régulièrement par plusieurs organismes de suivi pour le cas des projets RehabiMed quand le projet de réhabilitation de l'étude à la réalisation est bien mené, ici en Algérie le seul organisme de contrôle est le C.T.C, il contrôle l'aspect relatif à la structure et système constructif seulement. Le contrôle dans le cas de notre bâtiment ce fait par période vu que l'avancement des travaux est perturbé par les arrêts de travaux, les détails constructifs sont pas réalisés dans les temps prévus donc leur approbation prend du temps pour en fin les réaliser sur chantier.

Les outils pour effectuer les deux processus se diffèrent bien que le résultat soit le même dans les deux cas de figure, les points de similitudes paraissent d'un premier regard de même ordre mais l'analyse des deux méthodes montre le contraire (le point commun cache lui aussi une différence), ce qui nous a permis de juger que la méthode RehabiMed est plus développée que le processus de réhabilitation de notre cas d'étude. On peut s'inspirer du processus RehabiMed pour élaborer notre processus intermédiaire.

Après le relevé des points communs entre les deux méthodes nous allons analyser les points de différences pour identifier les lacunes des deux méthodes pour les remodeler et enrichir notre méthode proposée avec des phases plus développées que celles existantes actuellement en cohérence avec la réglementation algérienne en vigueur.

Les deux processus présentent plusieurs points de différences en plus aux autres précédemment relevés qui sont inclus dans les points communs, ci-après nous résumons ces différences ainsi :

- Le processus RehabiMed est un processus itératif, les phases sont modifiées dans n'importe quel moment (possibilité d'aller-retour sur les phases passées) contrairement au processus du 11 rue Tanger qui suit le schéma traditionnel linéaire.
- Le diagnostic dans le processus RehabiMed composé de plusieurs études pluridisciplinaires touchant les domaines : historique, social, architecturale et constructif ce qui fait que l'étude est complète en plus on va supposer des solutions provisoires comme hypothèses de départ. En contradiction avec le processus de réhabilitation du 11 rue Tanger avec un diagnostic sur les pathologies et dysfonctionnements structurels seulement.
- La synthèse du diagnostic une étape indispensable dans le processus RehabiMed qui consiste à critiquer les études pluridisciplinaires, à confirmer ou affirmer les hypothèses de départ et qui ne figure pas dans le processus de réhabilitation de notre cas d'étude.
- Les études de faisabilité du programme des nouvelles activités, des solutions envisagées,...etc. une étape fondamentale pour prendre une décision avant d'entamer le projet selon RehabiMed, une étape manquante ou pas bien menée dans le processus de réhabilitation du 11 rue Tanger
- L'entretien du bâtiment après sa réhabilitation est planifié dans un calendrier d'entretien dans le processus RehabiMed mais avant tout il faut sensibiliser les usagers sur l'opération de réhabilitation réalisée pour choisir ensemble le type d'entretien qui convient le mieux, alors que le processus de réhabilitation du 11 rue Tanger ne prend pas en charge cet aspect vu que après réhabilitation le bâtiment est livré aux usagers et c'est à eux de choisir d'entretenir ou pas l'immeuble.

Le processus RehabiMed est un processus flexible vu qu'on peut face à un problème rencontré revenir sur des étapes passées pour les modifier, dans l'objectif d'avoir une opération complète touchant tous les aspects, le processus utilisé pour notre immeuble est linéaire conditionner par les paramètres : étude, réalisation et suivi. Si un problème surgit les travaux s'arrêtent vu que l'étude néglige des aspects importants et c'est impossible de retourner sur les étapes passées en conséquence les délais ne sont pas respectés.

L'étude pluridisciplinaire dans la méthode RehabiMed est fondamentale pour relever tous les dysfonctionnements, l'usage de l'immeuble, les techniques anciennes utilisées pour la construction, les valeurs (patrimoniales et architecturales,...etc.) et l'état de conservation du système constructif. A la fin de cette phase l'intervenant peut cibler ses propositions pour répondre aux problèmes relevés avec précision en contradiction avec la réhabilitation du cas d'étude ou le diagnostic n'est pas effectué avec précision ou partiellement effectué ce qui cause des problèmes inattendus non prévus en cours de réalisation. La synthèse du diagnostic est portée sur des cartes (plans, coupes) pour mieux comprendre les critiques sur les études, on note l'absence de cette phase dans le processus de réhabilitation du bâtiment 11 rue Tanger.

Le but d'une étude de faisabilité est de vérifier à quel point les propositions envisagées sont fonctionnelles et correctement menées pour aider l'intervenant à choisir les propositions à adopter

pour le projet de réhabilitation RehabiMed mais notre cas d'étude est différent, ce genre d'étude est partiellement menée ce qui explique les modifications effectuées sur chantier en plein travaux.

La vie utile du bâtiment après sa réhabilitation peut être prolongée avec un entretien régulier, le processus RehabiMed prend en charge cet aspect dans sa dernière phase : d'abord on va sensibiliser les usagers sur la réhabilitation par la diffusion des valeurs du bâtiment qu'on a préservées par la suite on choisit le type d'entretien (préventif ou correctif) puis on établit un planning d'organisation des travaux de maintenance, le respect du programme signifie assurer longue période de vie au bâtiment réhabiliter. Par contre notre cas d'étude pour son projet de réhabilitation l'entretien n'est pas mentionner comme une option utile pour la préservation du bien immobilier, les usagers ou le future propriétaire va selon le besoin entretenir le bâtiment.

Les illustrations (figure 40, 41) et (figure 42, 43) qui suivent montre quelques points de différences entre le deux processus RehabiMed et le processus utilisé pour réhabiliter le 11 rue Tanger

Processus RehabiMed

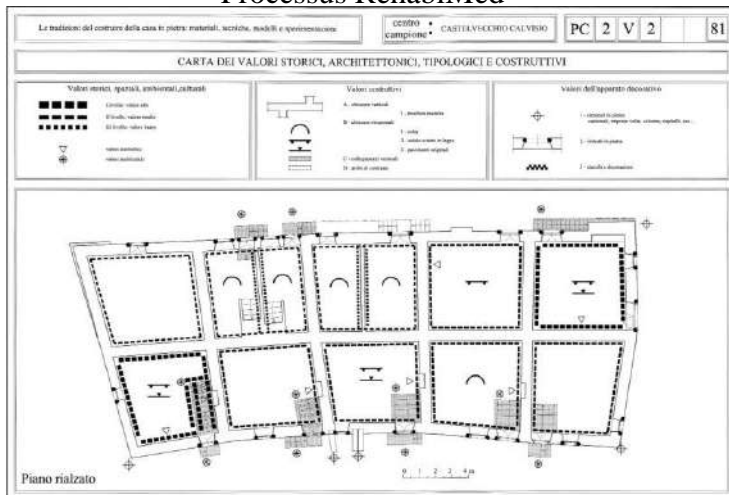


Fig.40 : Exemple de carte de valeurs (phase synthèse du diagnostic), source : Casanovas.X (2007), Méthode RehabiMed, p 29

Processus Réhabilitation 11 rue Tanger



Fig.41 : Résultat d'une étude de faisabilité non complétée (déplacement des anciennes ouvertures pour correspondre au plan), source : photo prise sur chantier par l'auteur

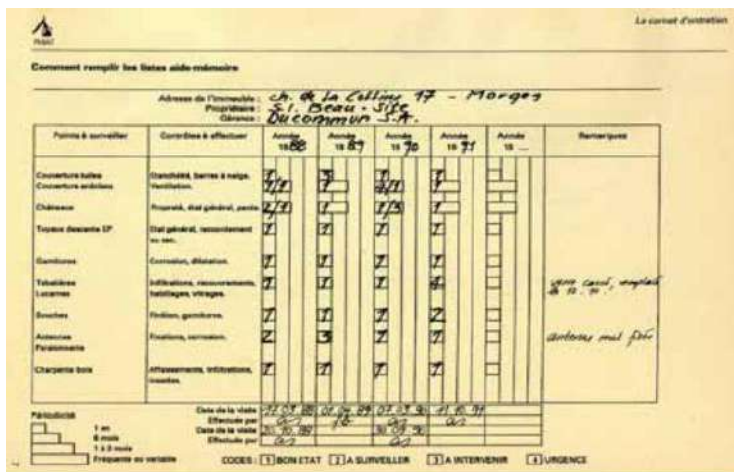


Fig.42 : Exemple de calendrier d'entretien (1991 Suisse), source : Idem. , p41



Fig.43 : Avec l'absence d'entretien les solives en bois du plancher sont détériorées, source : photo prise sur chantier par l'auteur

Les points de différences relevés et analysés précédemment permettant d'identifier les lacunes de chaque processus dans le but de remédier ces lacunes afin d'établir une méthode intermédiaire regroupant les points forts de chaque méthodes. Parmi les lacunes on peut noter :

- Pour le Processus RehabiMed :
 - Longue période pour la réalisation même pour un petit monument.
 - Les documents nécessaires non disponibles pour mener une étude précise dans certains cas.
 - L'application en Algérie de cette méthode nécessite la présence de plusieurs corps de métier spécialisés pour avoir une expertise (étude pluridisciplinaire) correctement menée (absence de formation, projet travaillé en lots séparés,...etc.).
 - Une méthode pareille nécessite une enveloppe financière importante en plus au budget du projet lui-même afin d'avoir des résultats correctes.
- Pour la réhabilitation du 11 rue Tanger :
 - Le processus suit un schéma traditionnel qui peut engendrer des problèmes imprévus dans l'étude ou en cours de réalisation (impossible d'anticiper le problème).
 - La connaissance du l'immeuble n'est pas complète vu qu'on néglige plusieurs paramètres dans le relevé de l'état des lieux (absence d'une étude préliminaire).
 - Le pré-diagnostic n'est pas effectué dans ce processus, le BET établit un diagnostic des pathologies seulement pour réhabiliter l'édifice.
 - L'absence d'une analyse de la totalité des domaines relatifs au bâtiment en question (domaine : sociale, historique, architecturale et constructif), en conséquence la proposition sera incomplète.
 - Sans analyse on ne peut pas émettre des hypothèses (solutions provisoires aux anomalies relevées)
 - La synthèse du diagnostic est incomplète, d'abord par ce qu'elle touche seulement le domaine constructif puisque Le BET a relevé les dysfonctionnements du système structurel et elle ne présente pas des critiques à l'analyse ni confirme ou infirme les solutions.
 - La réflexion sur le projet n'est pas bien menée puisqu'on note que l'étude de faisabilité est partiellement erronée (paramètres indispensables négligés)
 - Le projet de réhabilitation dépassant les délais prévus à cause des problèmes imprévus non pris en compte en amont.
 - Les travaux se déroulent lentement ne respectant pas le planning à cause du retard cumulé après l'arrêt du chantier ce qui influe sur le suivi régulier du chantier (le contrôle devient périodique ou par fois non effectué).
 - L'entretien est un choix livré au propriétaire non une phase indispensable dans le projet.

Cette analyse comparative nous a permis d'identifier les paramètres à introduire dans notre méthode intermédiaire, reste à les classer pour filtrer les éléments faibles qui peuvent être développés en lacunes ce qui engendre l'échec de la méthode proposée.

La méthode proposée sera le résultat de l'analyse comparative portée sur les deux processus déjà exposés dans la première partie de ce chapitre à la suite d'une réflexion approfondie sur les paramètres composant les deux méthodes, nous allons classer ces derniers pour éliminer les faibles paramètres qui ont un impact direct sur la méthode. Les paramètres qui influent sur l'opération de réhabilitation seront gardés et constituent la base de notre méthode (les phases clés de la méthode).

Les paramètres indispensables dans un processus de réhabilitation sont : la reconnaissance, l'étude pluridisciplinaire (analyse approfondie), l'étude critique, la réflexion (étude de faisabilité), le projet avec un phasage bien défini, la réalisation planifiée et enfin l'entretien option pour prolonger la vie utile du bâtiment après l'intervention.

Dans un processus de réhabilitation les points à éviter par les intervenants sont :

- L'étude d'un seul aspect du bâtiment en question, généralement l'étude prend en charge l'analyse des pathologies et dysfonctionnements du système constructif et néglige les autres aspects.
- Importer un processus outre-mer est l'appliqué dans son intégralité sur un bâtiment du contexte algérien (règlements urbanistiques différents, techniques non adaptées aux techniques de construction anciennes,...etc.).
- Le processus linéaire ou c'est impossible de modifier une étape déjà passée.
- Le projet non planifié avec des étapes pas bien définies (on trouve des étapes qui prennent plus de temps en réalisation que d'autres phases importantes).
- Ne jamais oublier d'émettre des hypothèses pour encadrer l'étude et cibler la réflexion sur des éléments majeurs qui influent directement sur l'opération en cours.
- Les travaux de réalisation non organisés (chantier encombré par les matériels lourds sur une superficie réduite, regroupement de plusieurs entreprises sur un même lot,...etc.).
- De mettre les usagers à l'écart (ils ignorent totalement l'opération en cours sur le bâtiment, il faut impliquer les citoyens comme acteurs dans le processus).
- La maintenance non planifiée qui peut nuire le bâtiment au lieu de le préserver et le faire perdurer après l'intervention.

Ces points sont éliminés du processus proposé pour assurer une rigueur au processus et éviter l'échec de l'intervention suivant ce dernier. Nous allons par la suite détailler les paramètres clés du processus proposé et vérifier leur conformité avec les règles d'urbanisme et règlements en vigueur. Enfin on va présenter le processus RehabiDz (intitulé de notre processus : réhabilitation des bâtiments traditionnels d'El-Djazair "Algérie") : ses étapes, les recommandations d'application,...etc.).

La première étape clé pour le processus RehabiDz est la bonne reconnaissance de l'immeuble sujet de réhabilitation, après la prise de décision pour agir suite à une volonté exprimée par le maître d'ouvrage public ou privé afin de préserver un bien immobilier, l'intervenant va identifier des éléments qui vont lui permettre de rassembler les outils d'une réhabilitation correcte et efficace. La reconnaissance du bâtiment comprend des observations in-situ de l'enveloppe extérieure du bâtiment, identification des accès au bâtiment et des relations entre l'immeuble et son contexte environnant (l'intégration au site), le recueil d'un témoignage sur les modes

d'occupation des espaces auprès des usagers ou du propriétaire mais aussi consulter le recueil des anciens bâtisseurs de l'époque (archives sur la construction de l'immeuble, plans, anciennes photos,...etc.). La reconnaissance ne s'arrête pas à ce stade l'intervenant réalise une analyse des informations recueillies en filtrant les informations importantes, le résultat sera mentionné dans un document écrit regroupant les données recueillies durant les visites sur site, une première approche concernant le type d'intervention à mener sera mentionnée aussi dans ce recueil (première synthèse sur la reconnaissance du bâtiment).

La seconde phase clé est le corps du processus c'est l'étude des domaines pivotant autour de l'édifice ou monument à réhabiliter, en générale c'est une identification de plusieurs paramètres qui nécessite l'implication de plusieurs disciplines (sociologues, économistes, architectes, ingénieurs) pour regrouper les données de chaque disciplines afin d'avoir en place les outils du diagnostic au complet, dans cette phase on va reprendre aux problématiques du bâtiment sous forme d'hypothèses de départ (solutions provisoires) à affirmer ou confirmer dans l'étude critique.

La troisième étape clé est l'étude critique (le premier point de réflexion) durant laquelle l'intervenant revoit les études précédentes de manière précise et porte une critique étudiée, constructive et logique, pour faciliter la compréhension des données relevées et être plus efficace, l'intervenant doit présenter ces critiques sur un support graphique légendé pour les communiquer à tous les intervenants (ceux qui ont réalisé les études et maître d'ouvrage). Après l'étude critique l'intervenant possède tous les outils pour prendre des décisions la première est la conformation ou l'affirmation des hypothèses émises auparavant, puisque notre processus est itératif la possibilité de revenir sur les hypothèses est accordée. A la fin de cette étape l'intervenant doit regrouper ses résultats dans un recueil d'expertise comme synthèse générale de l'étude avant d'esquisser les propositions.

La quatrième étape clé est l'étude de faisabilité (le second point de réflexion) durant laquelle les propositions sont mises à l'épreuve, cette étape est fondamentale pour la vérification et l'évaluation des solutions envisagées. Le travail réalisé est le suivant : identifier les déficients éléments à modifier en se référant à l'étude critique et vérifier à quel point les solutions adoptées ne dérangent pas d'autres aspects qu'on va préserver (valeurs architecturales, décor authentique original,...etc.), l'intervenant doit aussi évaluer le nouveau programme si il est en cohérence avec les surfaces existantes. La réglementation en vigueur à prendre en charge dans cette partie de réflexion puisqu'on intervient dans un contexte régi par des règles d'urbanisme et règlements (R.P.A,...etc.), c'est à ce stade qu'on distingue les processus d'outre-mer vu qu'ils sont non conforme aux règles en vigueur.

La cinquième étape clé c'est le projet, l'intervenant esquisse ces propositions de manière sommaire dans l'avant-projet pour approuver l'étude puis il fournit tous les détails techniques permettant la bonne exécution par la suite, les paramètres (d'intégration, de durabilité et de cohérence entre nouveau et existant,...etc.) doivent figurer dans le projet, ce dernier comprend des documents réalisés par l'intervenant qui sont : le dossier graphique, les détails constructifs, la note explicative des solutions techniques et le devis quantitatif et estimatif,...etc.

La sixième phase clé dans notre processus est les travaux de réhabilitation cette étape comprend la sélection de l'entreprise spécialisée pour la réalisation, la demande des actes

d'urbanisme : permis de démolir et permis de construire, l'intervenant établit le planning des travaux qui correspond parfaitement aux délais prévus ,établir des recommandations sur l'installation du chantier en respectant le code de travail ,l'hygiène et sécurité des ouvriers et d'autres aspects relatifs à l'organisation au sien d'un chantier de réhabilitation. Le second lot de cette phase est celui du suivi des travaux, avec tous les paramètres en place le chantier va se dérouler normalement donc le suivi sera régulier pour assurer le bon fonctionnement des propositions en cours de travaux, la révision de la phase projet est permise dans le cas où on se trouve face à un problème imprévu.

La septième et la dernière étape clé est l'entretien et la maintenance du bien préservé par l'opération de réhabilitation, l'intervenant après livraison de l'immeuble doit prendre en charge son entretien en choisissant un type approprié pour ce bâtiment ou monument, faire participer les usagers dans l'entretien de leur immeuble et les sensibiliser sur l'opération (étapes, intervenants ,...etc.) en présentant les valeurs préservées qu'on doit les entretenir afin de prolonger le cycle de vie du bâtiment. La phase entretien est planifiée selon un calendrier regroupé en plusieurs tâches, à la fin du programme généralement l'intervenant vient pour contrôler les lieux pour évaluer l'état de conservation et la durée de vie utile du bâtiment après réhabilitation et entretien.

La réglementation en vigueur en Algérie ne définit pas bien le processus de réhabilitation et la définition reste sommaire avec une absence de texte d'application (une seule loi d'urbanisme et d'aménagement la loi 90-29 et une seule loi relative à la préservation du patrimoine la loi 98-04). La vérification de la conformité avec ces lois est fondamentale pour approuver notre processus RehabiDz mais la tâche ne sera pas facile puisque dans les pays d'outre-mer le processus RehabiMed est un règlement en lui-même et figure dans les textes réglementaires du pays dans lequel est appliqué. Le domaine de la construction ou de la réhabilitation en Algérie doit se référer à un autre règlement le R.P.A (règlement parasismique algérien).

La vérification des étapes clés se fait de la manière suivante : pour les deux lois réglementaires on va trouver des points de correspondances dans les articles concernant la réhabilitation. Pour le R.P.A la vérification des techniques et outils du projet d'exécution est assurée par le calcul vis-à-vis le séisme et les modèles de comportement des solutions proposées (simulation avant et après intervention pour filtrer les techniques non conformes au règlement (R.P.A) en cas de séismes) sans oublier les essais au laboratoire. Donc c'est à l'intervenant de choisir entre les techniques puisque le processus RehabiDz est conforme au R.P.A reste à le confirmer par une étude de cas réel.

En ce qui concerne la première étape (la reconnaissance) la réglementation algérienne n'interdit pas l'investigation sur site vu que à partir d'elle la décision d'agir est prise par l'état ou bien par les collectivités locales, il faut juste préciser la manière légale pour l'appliquer dans un décret complétant les lois en vigueur, la documentation photographique doit être fournie ou bien autoriser l'intervenant à prendre des photos à condition de les utiliser pour l'étude seulement. La reconnaissance du bâtiment est donc conforme aux lois en vigueur.

La seconde étape qui est l'étude est conforme aux règlements puisque l'étude figure dans pas mal de textes de lois et décrets mais le fait d'assembler plusieurs domaines d'étude nécessite un

décret d'application fixant les modalités de constitution de l'équipe pluridisciplinaire pour encadrer l'étude.

La troisième partie à vérifier est l'étude critique cette partie doit apparaître dans nos textes réglementaires vu que la plupart des études réalisées ne comprend pas une autocritique jusqu'à l'approbation de l'étude qui est insuffisante pour des projets pareils. L'autocritique permet d'anticiper les modifications exigées par les services du C.T.C en cas d'anomalies non rectifiées. Donc cette phase doit avoir des textes réglementaires pour l'encadrer, l'étude critique est conforme et peut être considérée comme étape du processus RehabiDz.

La quatrième phase a vérifié est celle de l'étude de faisabilité, cette partie du processus n'est pas réalisée pour certains projets d'une manière souhaitable pour différents raisons la principale est l'absence d'un décret fixant les modalités d'application de ce type d'étude dans des bonnes conditions pour planifier le programme de l'étude en incluant l'étude de faisabilité pour ne pas perturber les délais prévus. Pour notre processus cette phase est fondamentale conforme aux lois dans la condition d'avoir un texte d'application.

Le projet de réalisation la cinquième étape figure dans les lois en vigueur en Algérie et les modifications appliquées c'est pour développer la réflexion pour avoir des propositions crédibles et donc on ne touche pas aux composants du projet mentionnés dans les lois et règlements en vigueur. la phase cinq est conforme aux règles en vigueur.

La sixième phase a vérifié est celle des travaux de réalisation, dans tous projets dans le territoire algérien les travaux de réalisation sont régis par des lois en ce qui concerne le lot d'organisation ou bien le lot du suivi et contrôle et même l'exécution des travaux est reprise dans les textes de lois. Donc la conformité avec les textes de lois est vérifiée puisque notre processus permet le développement des travaux de réhabilitation visant le respect des délais prévus.

La septième et dernière étape à vérifier est l'entretien après réhabilitation pour permettre longue période de vie au bâtiment, l'entretien n'est pas planifié pour certains projets de réhabilitation en cours sur le territoire algérien principalement pour l'absence de décret fixant les modalités de son application. Le but d'entretien étant claire et suit la volonté de préservation des immeubles réhabilités donc ne nécessite pas des modifications majeures sur le texte de loi et il apporte une nouvelle option évitant une autre opération de réhabilitation coûteuse. La conformité avec les textes de lois est vérifiée à condition d'avoir un décret d'application.

Donc notre processus est conforme aux règlements en vigueur à l'exception des deux phases l'étude de faisabilité et l'entretien après réhabilitation mais avec la volonté de développement du domaine de la réhabilitation l'état peut envisager des décrets complétant les lois pour fixer les modalités d'application du processus dans toutes ces étapes.

Après cette vérification de la conformité des étapes aux réglementations en vigueur en Algérie nous clôturons ce chapitre par la présentation du processus RehabiDz, comme on a noté précédemment le processus RehabiDz est composé de Sept étapes clés regroupées dans quatre grands axes (Le premier contact, l'étude, réhabilitation et Maintenance). Avec ce processus les projets de réhabilitation vont être plus crédible et respectant les délais de réalisation prévus et l'étude de réhabilitation sera plus développée qu'avant et anticipe les problèmes.

L'appellation RehabiDz est choisie soigneusement pour refléter le contexte auquel va s'opérer ce processus qui est l'Algérie en regroupant les initiales de réhabilitation ''Rehabi-' et l'ancienne appellation de l'Algérie El-DJAZAIR ''-Dz'', processus destiné à réhabiliter les bâtiments traditionnels dans tous le territoire algérien. La réhabilitation est un domaine récent en Algérie pour le développer il faut développer les outils d'aide mis à disposition des intervenants dans l'objectif de préserver les immeubles et les monuments classés d'intérêt culturel est parmi ces outils on retrouve notre processus RehabiDz.

Le processus RehabiDz est organisé en sept étapes regroupées dans quatre grands axes, il est itératif proposant la possibilité de retourner sur des étapes passées. Nous allons présenter les différents axes constituant le processus RehabiDz.

Le premier axe étant le premier contact ou bien l'approche du projet de réhabilitation, pour la préservation d'un monument ou un immeuble particulier une volonté exprimée par l'état ou les collectivités locales et faisant appel aux spécialistes pour le réhabiliter, une fois sur site l'intervenant commence par reconnaître le bâtiment en question c'est la première phase de la méthode RehabiDz.

- **La reconnaissance** : l'intervenant doit enregistrer tous les aspects qui concernent le bâtiment en premier lieu et ensuite il va les analyser pour avoir un premier résultat qui lui permet d'agir par la suite, l'Architecte doit recueillir ces informations dans un document livré au maître d'ouvrage.

Le second axe étant l'étude, dans cette phase l'intervenant en collaboration avec d'autres corps de métier va réaliser un diagnostic complet touchant plusieurs domaines il comprend l'étude des domaines, l'étude critique le premier palier de réflexion et l'étude de faisabilité le second palier de réflexion.

- **L'étude des domaines** : Regrouper des données relatives aux domaines : constructif, historique, architectural et social dans une étude complète touchant tous les aspects.
- **L'étude critique** : Porter des critiques constructives sur les anomalies relevées dans les études précédentes et présenter les résultats sous forme de cartes présentant les propositions pour la réhabilitation de l'immeuble ou monument.
- **L'étude de faisabilité** : l'intervenant vérifie la conformité des propositions avec les règles d'urbanisme et règlements en vigueur, la faisabilité du programme proposé et sa coïncidence avec les surfaces existantes.

Le troisième axe étant la réhabilitation, il regroupe le projet d'exécution et les travaux de réalisation, c'est la phase charnière entre l'étude et la vie après intervention, on peut vérifier la réussite de l'étude dans la réussite de cette phase.

- **Le projet d'exécution** : Une étape qui consiste à produire les documents nécessaires pour réaliser l'opération à savoir le dossier graphique (plans, coupes, façades), les notes de calculs, les détails constructifs, le cahier des prescriptions techniques, les recommandations concernant les techniques envisagées et la proposition du planning des travaux en fonction des délais prévus.

- **Les travaux de réalisation** : c'est l'étape de réalisation des prestations, elle est composée de deux lots : l'organisation des travaux, l'installation de chantier conforme aux normes de sécurité et d'hygiène suivant les recommandations exigées pour ce type de projet et le lot suivi et contrôle régulier des prestations, la procédure de livraison du projet de réhabilitation est la même que la livraison d'une nouvelle construction.

Le dernier axe étant la maintenance, il comprend l'entretien qui est une initiative pour perdurer le cycle de vie du bâtiment, une étape où le citoyen est impliqué comme acteur, cette phase s'organise en deux parties : la sensibilisation des usagers sur les valeurs préservées et l'entretien planifié dans un calendrier fixant les tâches à réaliser.

- **L'entretien** : la septième étape de notre processus de réhabilitation elle permet d'allonger la durée de vie du bâtiment après fin d'opération pour éviter d'autre type d'intervention supplémentaire pour préserver le bâtiment en bon état, cette étape est planifiée dans une durée proposée par l'intervenant, les usagers et le propriétaire du bâtiment s'impliquent dans les décisions d'entretien et par la suite l'intervenant va aider les usagers à respecter le planning d'entretien régulier du bâtiment.

Donc le processus RehabiDz est un processus complet et plus développé que celui suivi pour la réhabilitation du 11 rue Tanger, il s'inspire du processus RehabiMed avec des étapes claires et bien définies. Il est un outil fondamental pour le développement du domaine de réhabilitation en Algérie avec une option d'extension sur tous le Maghreb et les pays du bassin sud de la méditerranée.

Avec ce processus les projets similaires à notre cas d'étude peuvent respecter les délais de réalisation puisque tous les paramètres sont réunis dans la phase étude pour proposer des solutions crédibles vérifiées et confirmées dans la phase étude de faisabilité et donc la réalisation devient plus rapide qu'avant car les problèmes et imprévus ont été anticipés en amont. La réhabilitation en Algérie va s'enrichir et les pratiques anciennes ou pseudo-réhabilitation qui consistaient à refaire les enduits et les peintures des façades seulement ne seront plus considérées comme des opérations de réhabilitation. Donc pour qualifier une réhabilitation en Algérie le processus RehabiDz va être l'outil d'investigation utilisé pour le confirmer.

Pour conclure ce chapitre le processus RehabiDz que nous proposons est un outil d'aide pour les intervenants dans le domaine de réhabilitation pour permettre la préservation du patrimoine et du vieux bâti, il est un processus complet dans toutes ces étapes avec lequel on peut reprendre les anciennes études de réhabilitation échouées et entamer à nouveau la réflexion pour arriver à comprendre les causes de l'échec et l'impact de ces études si les opérations ont été approuvées.

Dans cette partie de la recherche nous avons présenté notre cas d'étude et analysé l'opération en cours pour pouvoir établir la comparaison entre deux processus afin de développer une synthèse qui nous permet de construire le processus RehabiDz. Le diagnostic sur la réhabilitation du 11 rue Tanger nous a permis de constater que les opérations pareilles en Algérie nécessitant un outil plus développé et conforme aux règles et règlements en vigueur, c'est à ce stade qu'il faut réfléchir à proposer l'application du RehabiDz dans les projets à venir afin de juger sur le terrain l'efficacité de ce dernier à résoudre la problématique des projets de réhabilitation en Algérie.

Conclusion générale et pistes de recherche

La problématique de réhabilitation du vieux bâti en Algérie en prenant compte l'aléa sismique et l'une des questions du débat actuellement mené par les spécialistes constructeurs, architectes et ingénieurs afin de pouvoir trouver des solutions crédibles et conformes aux règlements en vigueur.

Pour notre recherche nous avons pris un bâtiment témoin du tissu colonial en chantier pour pouvoir identifier la nature de l'intervention en cours, ces étapes et comparer deux processus pour proposer une approche plus développée. La recherche se base sur la problématique de réhabilitation du vieux bâti un domaine d'étude récent en Algérie vu le peu d'opérations de réhabilitation conformes aux chartes internationales et méthodes universelles notre cas d'étude en témoigne de ce genre d'opérations.

La réponse à cette problématique nous a obligé à analyser soigneusement les données recueillies auprès du bureau d'étude qui a fait l'étude et auprès du maître d'ouvrage l'A.P.C d'Alger centre afin d'identifier la nature de l'opération en cours. Pour confirmer l'hypothèse disant que la vulnérabilité accentue la dégradation de l'immeuble nous avons analysé la vulnérabilité du bâtiment cas d'étude, le résultat trouvé à confirmer que le bâtiment était vulnérable et risque l'effondrement en cas de secousses sismiques mineures, ce qui confirme la première hypothèse.

Les deux autres hypothèses sont confirmées puisque l'ingénieur du bureau d'étude en proposant les solutions techniques a veillé au respect du règlement parasismique puisque la structure ajoutée vient conforter les murs porteurs en maçonneries (pierres et briques) et la liaison existant-nouveau est calculée donc l'opération de renforcement de la structure réduit la vulnérabilité de l'édifice et augmente sa capacité à résister face aux séismes. L'étude par simulation de comportement est réalisée en plus aux calculs (avant et après opération) pour justifier le choix de la technique de renforcement, les résultats sont portés dans le rapport du C.T.C délivré au service technique de l'A.P.C d'Alger centre (maître d'ouvrage).

Pour la problématique posée nous avons répondu à une partie qui concerne la technique et son adaptation aux règlements en vigueur, en ce qui concerne l'influence de la structure renforcée sur le comportement du bâtiment en cas de séisme une étude plus développée est nécessaire pour répondre à la problématique entièrement.

La méthode RehabiMed étudiée dans le chapitre deux pour la comparer avec la réhabilitation de notre cas d'étude est une preuve utilisée pour identifier la nature de l'opération, le résultat est la confirmation que l'opération sur le 11 rue Tanger est une réhabilitation mais l'analyse détaillée de cette dernière à prouver que la méthode utilisée est peu développée vu qu'on a noté l'arrêt du chantier à plusieurs reprises.

Donc à partir de ce point nous avons tenté de rechercher les lacunes de cette opération pour développer un processus intermédiaire qu'on a intitulé RehabiDz avec une méthode d'approche développée et des étapes claires et bien définies. La méthode est une nouvelle procédure pour réhabiliter les bâtiments aidant les intervenants à mieux connaître l'objet pour mieux réhabiliter et préserver ses valeurs. C'est un processus instauré pour faire évoluer le domaine de réhabilitation, notre recherche peut être la base d'une réflexion sur la problématique en question

et une réponse aux problèmes qui engendrent l'échec d'une étude de réhabilitation et par la suite l'échec de l'opération dans sa totalité.

Dans notre recherche on a observé et diagnostiqué l'opération en cours pour arriver aux résultats suivants :

- L'opération est en réalité une opération de réhabilitation conforme à la définition du texte de loi mais l'approche de la méthode utilisée n'est pas développée d'après le résultat de la comparaison avec RehabiMed :
 - On a noté un manque de plusieurs paramètres indispensables dans l'étude de réhabilitation (vérification de la faisabilité des activités proposées, l'autocritique,...etc.), la phase étude nécessitant d'être revue.
 - Les travaux se trouvent à l'arrêt dans plusieurs reprises à cause des problèmes imprévus et dans certains cas à cause des modifications demandées par le C.T.C après visite sur chantier, la manière d'organiser le chantier est à revoir.
 - L'entretien n'est pas pris en charge dans le projet de réhabilitation.
- D'après les résultats de la comparaison nous avons constaté la nécessité d'avoir un processus qui permet d'anticiper les problèmes, de développer l'étude de réhabilitation et prendre en charge tous les aspects du bâtiment ou monument à réhabiliter.
- Le processus RehabiDz un outil d'aide pour les intervenants spécialisés ou non dans le domaine de la réhabilitation.
- On peut reprendre les études de réhabilitation qui ont connu un échec pour les terminer avec le processus RehabiDz.
- Nous voulons que ce processus devienne un outil d'investigation pour les chercheurs dans le domaine de la réhabilitation afin qu'ils puissent identifier les interventions de même ordre que l'opération sur notre cas d'étude.

Le processus RehabiDz proposé peut être la première réflexion sur la problématique de réhabilitation des bâtiments anciens, un nouvel horizon ouvert pour développer la réflexion basique qui suit les mêmes processus linéaires qui engendrent l'échec de certaines études et pour dissimuler l'échec on voit la naissance d'opérations qui n'ont aucun rapport avec la réhabilitation proprement dit et qui consistent à refaire les enduits et peintures de façades seulement sans faire un diagnostic sur l'état de conservation du système constructif.

RehabiDz une solution pour le devenir des opérations de réhabilitation en Algérie, les intervenants vont réfléchir à l'introduire dans leurs études afin d'éliminer les simples opérations non planifiées, ils peuvent identifier les lacunes des anciennes opérations pour les éviter et pourquoi pas reprendre les chantiers arrêtés à cause des problèmes imprévus.

A travers cette recherche nous pouvons dire qu'une partie des problèmes concernant le domaine de la réhabilitation seront solutionnés avec le processus RehabiDz, les intervenants vont utiliser ce dernier pour contrôler les projets de réhabilitation en cours d'étude ou sur chantier pour veiller à la bonne exécution des prestations, il peut être un outil méthodologique pour les recherches sur les méthodes utilisées pour la préservation du patrimoine à travers la réhabilitation des architectures traditionnelles de valeurs (historique, architecturale,...etc.).

Le sujet traité dans cette recherche « diagnostic d'un bâtiment du tissu colonial en cours de réhabilitation » dépassant en terme de réflexion un simple master vu que on a étudié seulement l'opération en identifiant sa nature en se référant aux méthodes internationales et celle suivit dans le contexte algérien pour procéder à une comparaison entre ces deux méthodes pour instaurer un processus intermédiaire s'inspirant des méthodes universelles mais restant en conformité avec les règlements en vigueur en Algérie. Ce qu'on a apporté comme résultat n'est qu'une partie de la réflexion sur le sujet vu qu'on n'a pas traité tous les paramètres qui pivotent autour du thème.

Pour ce sujet il y'a plusieurs aspects qu'on n'a pas traité vu le temps imparti pour cette recherche mais aussi la variété des points que proposent le thème au traitement, parmi les points qu'on a voulu traiter et qui peuvent être des sujets de recherche on retrouve :

- L'étude de comportement du bâtiment réhabiliter vis-à-vis le séisme, une étude qui nécessite des simulations numériques de comportement et des calculs pour comparer l'état avant et après l'intervention.
- L'étude d'impact de la vulnérabilité urbaine sur le bâtiment avant et après sa réhabilitation, pour identifier à quel point la réhabilitation du bâtiment contribue à réduire la vulnérabilité de l'ensemble de l'ilot face à l'aléa sismique.
- L'analyse structurelle des structures réhabilitées pour confirmer si le choix pour le renforcement du système constructif est correct et proposer d'autres solutions techniques conforme au R.P.A.
- L'étude approfondie sur la technique du béton projeté son application et ses limites dans des zones à forte sismicité, l'étude sera bénéfique vu qu'on va étudier de près le béton projeté pour reconnaître les conditions de son application.

Toutes ces parties sont indispensables pour aborder le thème dans sa totalité mais la recherche ne peut pas prendre en charge toutes ces parties puisqu'elles nécessitent une réflexion approfondie sur le bâtiment 11 rue Tanger notre cas d'étude avec une investigation plus poussée nécessitant des outils autres que ceux utilisés pour diagnostiquer l'opération de réhabilitation en cours qui ont permis la proposition du processus RehabiDz comme résultat de notre recherche.

Ces points peuvent être des thèmes de recherche pour approfondir le champ d'investigation sur le bâtiment afin d'avoir d'autres résultats par exemple confirmer les solutions techniques proposées par le bureau d'étude ou bien remettre en cause la technique adoptée en proposant d'autres techniques prouvant la limite de cette dernière en les justifiant par des calculs et des simulations numériques de comportement vis-à-vis les secousses sismiques.

Ce master est une initiation à la recherche dans lequel on a abordé la problématique de la réhabilitation d'une manière partielle concernant l'identification puis la critique d'un projet de réhabilitation sur le plus vieux bâtiment du quartier Ben M'hidi et d'après le constat on a proposé une autre approche de réhabilitation (le processus intermédiaire). Sans oublier que cette recherche ne peut pas s'arrêter à ce stade il nous reste pour ce sujet de recherche d'étudier les autres aspects non traités pour répondre définitivement à la problématique posée au début.

Le sujet étant vague est une recherche ne peut soulever tous les problèmes, nous avons l'intention de développer plus ce sujet en étudiant le bâtiment dans une autre optique celle des calculs et vérification du comportement par modélisation numérique avec des logiciels de calculs.

Comme perspective de recherche nous volons apporter en plus aux résultats obtenus dans ce modeste travail de recherche des résultats d'une analyse structurelle d'une structure réhabilitée vis-à-vis les secousses sismiques et donc pouvoir instaurer un outil de contrôle pour suivre les projets de réhabilitation sur le plan structurel (système constructif) non pas sur le plan méthodologique. La recherche sur ce domaine est très riche donc nous voulons continuer sur ce thème pour premièrement découvrir à quel point un bâtiment réhabilité peut résister aux secousses sismiques avec la technique du béton projeté (ces limites d'emplois), en second lieu identifier l'impact de l'opération sur les autres bâtiments qui constituent l'îlot (les bâtiments n° 6, n° 8, n° 9 et n° 10).

L'étude comparative entre la technique utilisée dans la réhabilitation du 11 rue Tanger et une autre technique pour confirmer que le béton projeté n'est pas l'unique solution technique pour réhabiliter un vieux bâti (trouver d'autres techniques légères, plus efficaces et faciles à appliquer que le béton projeté).

L'outil proposé après l'analyse comparatif (le processus RehabiDz) va constituer une piste pour les futures recherches : On va proposer l'application de cette méthode sur des projets témoins pour évaluer le processus sur le terrain, ce qui va permettre d'enregistrer les lacunes et les points positifs pour lui donner le statut officiel. Et comme une seconde initiative on va utiliser ce même processus sur une ancienne étude de réhabilitation erronée et la reprendre pour identifier les causes de l'échec en suite proposé des solutions suivant ce même processus.

Comme troisième variante nous pouvons prendre une intervention quelconque, on peut identifier sa nature en comparant ces étapes aux étapes de la méthode RehabiDz. La recherche sur l'outil RehabiDz est variante, elle peut contenir plusieurs sujets de thèse à développer pour enrichir le domaine de réhabilitation récent en Algérie.

Les résultats obtenus peuvent être utile pour les chercheurs dans le domaine de la réhabilitation, ouvrent aux critiques constructives pour développer la réflexion et trouver d'autre manière d'approcher un projet de réhabilitation dans notre pays, la recherche sur la problématique de réhabilitation dans le contexte algérien en conformité avec les règles et textes de lois en vigueur est loin d'être soulevée définitivement. On y trouve encore plusieurs aspects à traiter prochainement dans d'autres recherches similaires ou mieux développées afin d'obtenir des résultats à la fois crédibles, logiques et correctes.

Pour conclure ce travail de recherche a été bénéfique sur le plan méthodologique vu qu'on a analysé deux manières et approches différentes dans des contextes différents pour en tirer profit sur le plan pratique vu qu'on a étudié une des interventions qui vise la préservation du patrimoine bâti. La recherche sur l'opération en cours sur le 11 rue Tanger nous a permis d'enrichir notre connaissance sur le domaine de réhabilitation des bâtiments anciens.

La recherche a permis d'enregistrer les phases d'une opération de réhabilitation en Algérie de les comparer avec d'autres opérations à l'étranger ce qui a alimenté le processus proposé RehabiDz.

Pour les futures recherches nous avons le choix avec plusieurs thématiques a développé encore sur ce riche sujet « la réhabilitation du vieux bâti » sur le plan méthodologique et pratique.

Table des figures :

Fig.1 : Délimitation du plan spécial, source : EPAU/ UPM, Méthode de réhabilitation d'un centre historique, Ed les Alternatives urbaines, 2013, p31	7
Fig.2 : Situation du bâtiment en question, source : EPAU/UPM, Méthode de réhabilitation d'un centre historique,Ed les Alternativesurbaines, 2013, p204.....	7
Fig.3 : Interaction de formes de vulnérabilité, source : ISDR/UN (2004), Living with risk, Geneva, p 41	11
Fig.4 : Principales étapes de la méthode RehabiMed, source : Casanovas.X (2007), Méthode RehabiMed Architecture Traditionnelle Méditerranéenne, Barcelone, p19	15
Fig.5 : Organigramme de l'étape préliminaire première partie la connaissance de l'objet a réhabiliter, source : Casanovas.X (2007), Méthode RehabiMed Architecture Traditionnelle Méditerranéenne, Barcelone, p21	16
Fig.6 : Organigramme de la deuxième étape 'étude pluridisciplinaire',source : Casanovas.X (2007), Méthode RehabiMed Architecture Traditionnelle Méditerranéenne, Barcelone, p23	18
Fig.7 : Organigramme de la troisième étape 'diagnostic (synthèse)',source : Casanovas.X (2007), Méthode RehabiMed Architecture Traditionnelle Méditerranéenne, Barcelone, p28	20
Fig.8 : Organigramme de la quatrième étape 'réflexion et cadre de décisions', source : Casanovas.X (2007), Méthode RehabiMed Architecture Traditionnelle Méditerranéenne, Barcelone, p31	21
Fig.9 : Organigramme de la cinquième étape 'projet', source : Casanovas.X (2007), Méthode RehabiMed Architecture Traditionnelle Méditerranéenne, Barcelone, p 34.....	22
Fig.10 : Organigramme de la sixième étape 'les travaux', source : Casanovas.X (2007), Méthode RehabiMed Architecture Traditionnelle Méditerranéenne, Barcelone, p 37.....	23
Fig.11: Organigramme de la septième étape 'entretien, source : Casanovas.X (2007), Méthode RehabiMed Architecture Traditionnelle Méditerranéenne, Barcelone, p39	25
Fig.12 : Les différentes pathologies touchant les murs porteurs en pierres, source : C.G.S, Catalogue des méthodes de réparation et de renforcement des ouvrages, 1992, pp 28, 29.....	28
Fig.13 : L'édifice dans son contexte urbain (quartier Ben M'hidi), source : dossier d'état des lieux réalisé par le bureau d'étude (tache noire le 11 rue Tanger)	34
Fig.14 : La rue Tanger en 1937'l'édifice en question entouré en rouge', source : ancien carte postal extraite du site http://alger-roi.fr/	34
Fig.15 : Situation du bâtiment 11 rue Tanger (plan masse), source : dossier d'état des lieux réalisé par le bureau d'étude	35

Fig.16 : Le prospect sur la rue Ahmed Chaib ex Tanger, source : EPAU/UPM, Méthode de réhabilitation d'un centre historique-diagnostique du quartier Ben M'hidi-, Alger, Ed les Alternatives urbaines, p101	36
Fig.17 : Les façades décapées et laissées à nu risquant l'humidité et effondrement à cause des infiltrations, source : photographie prise en phase état des lieux réalisé par le BET.	36
Fig.18 : Relevé d'état des lieux et projet proposé 'niveau Rez de chaussée', source : dossier graphique (état des lieux et du projet architectural) réalisé par le bureau d'étude.....	39
<i>Fig.19 : L'emplacement de l'ancienne cage d'escalier, source : photographie prise par le BET</i>	40
Fig.20 : Relevé d'état des lieux et projet proposé 'niveau 1 ^{er} étage', source : dossier graphique (état des lieux et du projet architectural) réalisé par le bureau d'étude	41
Fig.21 : Relevé d'état des lieux et projet proposé 'niveau 2 ^{ème} étage', source : dossier graphique (état des lieux et du projet architectural) réalisé par le bureau d'étude.....	41
Fig.22 : Relevé d'état des lieux et projet proposé 'niveau 3 ^{ème} étage', source : dossier graphique (état des lieux et du projet architectural) réalisé par le bureau d'étude.....	42
Fig.23 : étage d'attique supprimer 'plan et élévation, état initiale et une photo de l'état actuel prise sur chantier', source : dossier graphique plan et élévation (état des lieux) réalisé par le bureau d'étude, photographie prise par l'auteur lors d'une visite sur chantier.	43
Fig.24 : Relevé d'état des lieux et projet proposé 'niveau toiture', source : dossier graphique (état des lieux et du projet architectural) réalisé par le bureau d'étude.	43
Fig.25 : état des lieux des façades (avant et après début des travaux), source : photographie prise sur chantier par le BET (dossier d'état des lieux et suivi du chantier).....	43
Fig.26 1 : Relevé d'état des lieux et projet proposé 'Façades', source : dossier graphique (état des lieux et du projet architectural) réalisé par le bureau d'étude.	44
Fig.26 2 : Photographie façade actuel ,source : Photo prise sur chantier par l'auteur	44
Fig.27 : Renforcement du mur porteur (partie du mur reconstruit, source : photo prise sur chantier par l'auteur	45
Fig.28 : Le positionnement des regards de chutes,source : dossier graphique du projet de réhabilitation réalisée par le BET	45
Fig.29 1: Les armatures de la cage d'escalier, source : photos prises sur chantier par l'auteur.....	46
Fig.29 2: Les détails constructifs, source : dossier graphique béton et béton armé reliée par l'ingénieur du BET.....	46
Fig.30 : Les fenêtres donnant sur le patio, source : photos prises sur chantier par l'auteur.....	47

Fig.31 1: Deux sections variables de l'armature de la porte, source : dossier graphique béton et béton armé réalisée par l'ingénieur du BET	47
Fig.31 2 : Détails constructifs d'une porte, source : dossier graphique béton et béton armé réalisée par l'ingénieur du BET	47
Fig.32 : Le produit SIKAGROUT 212, source : photo extraite du site : http://www.union-materiaux.fr	48
Fig.33 1: Le plancher en bois du 1 ^{er} et 2 ^{ème} étages, source : photos prises sur chantier par l'auteur	49
Fig.33 2: Lasure PUREPOX, source : photo extraite du site : http://prescriptor.info/	49
Fig.34 : L'assemblage poutre IPE240-Mur porteur, source : dossier graphique béton et béton armé réalisée par l'ingénieur du BET	49
Fig.35 1: Une partie du plancher du troisième étage, source : photo prise sur chantier par l'auteur	50
Fig.35 2: Disposition en plan des solives métalliques, source : dossier graphique béton et béton armé réalisée par l'ingénieur du BET (IPE240 en bleu, HEB260 en noire)	50
Fig.36 : Relevé d'état de lieux (premier contact avec le bâtiment, source : Casanovas.X (2007), <i>Méthode RehabiMed</i> , p 22.....	56
Fig.37 : Relevé d'état de lieux (photo avant décision d'agir, source : photo prise par le BET lors d'une visite au bâtiment	56
Fig.38 : Tableau d'organisation de travaux sur le chantier (Plans, détails constructifs,...etc.), source : Casanovas.X (2007) , <i>Méthode RehabiMed</i> , p38	56
Fig.39 : Détails constructifs porté sur le tableau des taches pour faciliter l'accès à l'information, source : photo prise sur chantier par l'auteur	56
Fig.40 : Exemple de carte de valeurs (phase synthèse du diagnostic), source : Casanovas.X (2007), <i>Méthode RehabiMed</i> , p 29.....	59
Fig.41 : Résultat d'une étude de faisabilité non complété (déplacement des anciennes ouvertures pour correspondre au plan), source : photo prise sur chantier par l'auteur	59
Fig.42 : Exemple de calendrier d'entretien (1991 Suisse), source : Casanovas.X (2007), <i>Méthode RehabiMed</i> , p41	59
Fig.43 : Avec l'absence d'entretien les solives en bois du plancher sont détériorées, source : photo prise sur chantier par l'auteur	59

Bibliographie :

Ouvrage :

- **Casanovas.X (2007)**, *Méthode RehabiMed Architecture Traditionnelle Méditerranéenne*, Barcelone.
- **DARIUS & MAZAHERI. A (Juillet 2011)**, *Renforcement parasismique des bâtiments*. Ed CSTB, 90p.
- **DEKHMOCHE. M(2007)**, *Procédés de renforcement du vieux bâti*. Ed OPU, Alger, 135 p.
- **FREDET. J & LAURENT Jean .C (2013)**, *Guide du diagnostic des structures dans les bâtiments anciens : capacité structurale et pathologies*. Ed le moniteur, Paris, pp 200-304.
- **TAILLEFER .N (Juillet 2011)**, *Renforcement du bâti existant vis-à-vis l'action sismique : dimensionnement et vérification des structures*. Ed CSTB, 91p
- **MHUV/CGS (2004)**, *Règles parasismiques algériennes RPA 99/version 2003*, Imp. OPU, Alger, pp 15-44.
- **Projet de coopération international EPAU/UPM (2013)**, *Diagnostics et critères d'intervention : Méthode de réhabilitation d'un centre historique-diagnostic du quartier_Ben M'hidi -Alger*. Ed les Alternatives urbaines, Alger ,223p.
- **C.G.S (1992)**, *Catalogue des méthodes de réparation et de renforcement des ouvrages*, Imp. SARRI, El Biar, pp 28, 29,36
- **C.G.S (1992)**, *Recommandation techniques pour la réparation et le renforcement des ouvrages*, Imp. SARRI, El Biar, pp 13-16,17-19,35-38

Thèse et Mémoire :

- **AIT HAMODA. I (2013)**, *La conservation du patrimoine bâti en Algérie cas de la réhabilitation d'immeubles urbains du bâti ancien à Oran*, Mémoire de magistère, Université Mohamed BOUDIAF (USTO), Oran, pp 25-37
- **BOUGHAZI. K (Mai 2012)**, *Risque sismique et urbanisation regard sur la ville d'Alger*, Mémoire de magistère, Université MENTOURI 'département d'architecture', Constantine, p15.

Article de périodique :

- **International strategy for disaster reduction (ISDR)/ United Nations (July 2004)**, *living with risk: a global review of disaster reduction initiatives*, Geneva, Vol 1, pp 41-44

Rapports:

- **C.T.C (2008)**, *Rapport d'expertise sur la réhabilitation du bâtiment 11 rue Tanger*, C.T.C centre, Alger, p 19-29

Sites Web:

- Carte postal Rue Tanger en 1937. Récupérer sur : http://alger-roi.fr/Alger/rue_isly/pages_liees/58_rue_tanger139.htm
- Photographie du produit Lasure PUREPOX. Récupérer sur : <http://prescriptor.info/fiches?logo=65>
- Photographie du produit SIKAGROUT 212 scellement. Récupérer sur : <http://www.union-materiaux.fr/boutique/sikagrout-212-r-25kg-787991.html>

ANNEXE I :

Annexe A : Résultats de l'évaluation de la vulnérabilité du bâtiment cas d'étude

A Implantation du bâtiment	1 Pente générale du terrain > 40 % 5				2 Proximité d'un changement de pente $D < 2H$ du bâtiment 15			
B Environnement du bâtiment	1 ● Bâtiments accolés : joint = 0 ou rempli d'un matériau 25				2 Joints entre blocs adjacents < 2 cm 2 à 4 cm > 4 cm 25 10 5			
C Type de structure	1 Murs en maçonnerie de blocs ● 15	2 Murs en béton non armé 10	3 Murs en béton armé 5	4 Ossature poteaux-poutres sans remplissage 20	5 Ossature poteaux-poutres avec remplissage 25	6 Système mixte murs en maçonnerie et ossature 20	7 Panneaux de façade BA préfabriqués porteurs 10	8 Ossature BA préfabriquée porteuse 50
D Forme en plan	1 Irrégulière 5 ●		2 Elancement en plan $L/l > 4$ 5			3 Parties saillantes ou rentrantes 5		
E Forme en élévation	1 Etages en encorbellement > 2 m 15	2 Retrait en façade > 40 % 20	3 Planchers d'un même étage situés à des hauteurs différentes 10		4 Présence d'un plancher lourd ou d'une toiture lourde 10		5 Absence de diaphragme horizontal en toiture 20	
F Contreventement	1 Variation verticale croissante des rigidités 0 à 100 (voir formule 1)		2 Dissymétrie : torsion faible : 5 accusée : 50		3 Absence de contreventement dans le sens des x ou y 100		4 Densité de voiles de contreventement sens x ou y 0 à 100 (voir formule 2)	
G Zones ou éléments critiques	1 Descente de charge en baïonnette 25	2 Présence de poteaux courts ou partiellement bridés participant au contreventement 50		3 Présence de poteaux élancés 10		4 Perçements inserts dans les poteaux $e > d/3$ 25	5 Perçements inserts dans les poutres $e > d/3$ 10	6 Perçements inserts dans les nœuds $e > d/3$ 50
	7 Présence d'un angle de façade affaibli 15		8 Axes poteaux et poutres non concourants $e > c/2$ 10		9 Diaphragmes horizontaux avec grandes ouvertures $s > 10 \% S$ 10		10 Absence de chaînages encadrant les murs de contreventement en MAC verticaux : 25 horizontaux : 75	
H Divers	1 Etat de conservation du gros œuvre médiocre : 10 ● mauvais : 25		2 Risque de chute d'éléments non structuraux 5 ●			3 Façade BA préfabriquée non porteuse 10		
Total des pénalités : k=60								

Formule 1 $K = 50 (\mu^{1/3} - 1)$ avec $\mu = \Sigma I \text{ supérieur} / \Sigma I \text{ inférieur}$

Formule 2 $K = 25 (1000 \lambda - 5) / 4$ avec $\lambda = \Sigma I / S H$

Avec : ΣI = somme des inerties des segments de voile dans la direction de calcul (m⁴), S = surface du plancher courant (m²) et H = hauteur totale du bâtiment (m)

Annexe B : Fiche catalogage du bâtiment 11 rue Tanger, Source : EPAU/UPM, Méthode de réhabilitation d'un centre historique : diagnostic du quartier Ben M'hidi, pp 220,221



FICHEDECATALOGUE N° : III.13 Adresse : 11 Rue Ahmed Chaïb (ex Tanger)

NIVEAU DE CATALOGAGE	SINGULIER	--	INTEGRAL	--	STRUCTUREL	--	Paysager	X
DEGRÉ D'INTEGRATION DE L'IMMEUBLE								
AMBITO : Rue Ahmed Chaïb.								
Données morphologiques						EVALUATION		
continuités	Intégré par son gabarit et la composition de sa façade (rythme et travée) dans la morphologie de la rue Tanger. Immeuble situé à l'angle, respectant l'alignement urbain.					Positive		X
Discontinuités	--					Négative		--
	--					Neutre		--
ESPACES ACCESSIBLES								
TYP	DESCRIPTION				ÉVALUATION			
Porte1	Un panneau métallique (récent) surmonté du couronnement de la porte d'origine: saillie à modillons, table décorative (fruits, fleurs et feuilletage).				Détérioration	-Immeuble en ruine, n'a pas été démolé ou restauré/ réhabilité. -Danger d'effondrement. -Enveloppe extérieure plus ou moins en bon état. -A l'intérieur, les plafonds, murs et escaliers se sont écroulés.		
Porte2	--							
Escaliers	Deux escaliers: le premier Balancé menant auxlogements, ledeuxième droit ducôté des locaux de commerce.				Dégradation	-Immeuble décapé et exposé aux différents désordres relatifs à l'humidité. -Présence de graffiti en soubassement. -Manque de sécurité et appropriation de l'immeuble délaissé par les jeunes du quartier. -Déchets ménagers.		
Patio	--							
Cour	--							
Courette	Puit de lumière.							
Autres	--				Recommandations	Restauration, consolidation et reconversion.		
SYSTEME STRUCTUREL								
-Mur porteur: pierre bleue et briques, arc de décharge. -Plafonds: poutre et lattis en bois, faux-plafond en plâtre.								
SYSTEME CONSTRUCTIF								
PONCTU				LINÉAIR				MIXTE
Bois	Fer	Béton	Brique	Pierre	Brique	Pierre	Adobe	--
--	--	--	X	X	*	*	--	
DÉSCRIPTIONDELAFACADE								
ouvertures sur	Dimensions	Forme	Menuiserie	Système	Ferronnerie	Linteau	Montant/ Jambage/pied-	appui
RDC.	--	--	--	--	--	--	--	--
ÉTAGE COURANT	Porte-fenêtre	Rectangulaire	Bois, verre	persiennes: volets brisés se pliant dans l'embrasure extérieure.	--	Simple mouluration de l'embrasure		servant de couronnement entre les étages
	Fenêtre							
ÉTAGE DE L'ATTIQUE	Clastra	Rectangulaire	pierre artificielle	Clastra	--	--	--	--
LA TERRASSE	--	--	--	--	--	--	--	--
LA TOITURE	--	--	--	--	--	--	--	--

PORTES	Commerce:	Arc en plein Cintre.	Bois, fer	Rideaux métalliques	X	--	--	--
	Entrée principale :	Rectangulaire	Fer	--	X	--	Chambranle	--
	Entrée aux logts :	Rectangulaire	Bois, fer	--	X	--	--	--
BALCON	Balustrade en fer forgé, sur deux fenêtres situées au dernier étage.							
AUTRES	Un garde-corps en traitement d'angle, motifs curvilignes.							
Soubassement	Marqué par l'entrée des magasins qui n'est plus d'origine, elle est récente et condamné (immeuble en ruine).							
Ligne d'Impostes	Au RDC, corniche et moulure longeant les trois façades de l'immeuble et marquant le mur d'allège du 1 ^{er} étage.							
Corniche (couronnement)	Corniche à modillon au dernier niveau.							
Rythme/hiérarchie/trame	Horizontalement: division tripartite. verticalement: neuf travées (rue Ahmed chaib) avec un axe de symétrie (travée médiane), une travée en traitement d'angle et huit travées (rue des frères Adder)							
Ornementation	Formes Décoratives	Feuillages, panier de fruits et modillons.						
	Matériaux	Plâtre, mortier, pierre bleu.						
	Techniques	Placage de moulures préfabriquées.						

Annexe C : Résultat d'analyse sur un échantillon du mur de pierre, Source : EPAU/UPM, Méthode de réhabilitation d'un centre historique : diagnostic du quartier Ben M'hidi, pp 208,209

Caractéristiques des matériaux de façade / Características de los materiales de la fachada	Fiche/ Ficha N° 1
Adresse/Dirección :	11 rue Tanger (Ahmed chaib)
	Date/Fecha: 22.10.2012



Fig. 1. Façade principale (le cercle indique l'endroit où l'échantillon a été pris) / Fachada principal (en el círculo en donde se han recogido las muestras).



Fig. 2. Échantillon de la pierre (échelle divisée en centimètres) / Muestra de piedra (escala dividida en centímetros).

Situation dans la façade / Situación en la fachada	Pierre de soubassement	Muestra de piedra de zócalo
Dimensions de l'échantillon / Dimensiones de la muestra	110 mm x 58 mm x 24 mm	110 mm x 58 mm x 24 mm
Caractéristiques visuelles/ Características visuales	Pierre à deux tonalités de couleur en présence d'oxydes de fer	Piedra con dos tonos de color por la presencia de óxidos de Fe
Système constructif / Sistema constructivo	Pierre de maçonnerie	Piedra de mampostería
Attaque par acides/ Ataque por ácidos	Réaction à l'acide chlorhydrique, présence de chaux	Reacción al ClH, presencia de cal
Densité apparente / Densidad aparente (g/cm3)	2,70	2.70
Couleur/Color	5YR 6/4 Marron clair (Charte Munsell)	5YR 6/4 Light Brown (Carta Munsell)
Absorption par immersion / Absorción por inmersión (%)	0,17 %, pierre imperméable, idéal pour une utilisation dans soubassements.	0,17 %, piedra impermeable, ideal para su uso en zócalos.
Angle de contact / Ángulo de contacto	Moins que 90° mais l'eau ne pénètre pas rapidement	Menos de 90° pero el agua no penetra rápidamente
Dureté superficielle/Dureza superficial (unidades/unités Shore C)	50 unités (équivalent à 22,25 N)	50 unidades (equivalente a 22,25 N)
Observations/ Observaciones	Calcaire peu sableux, compacté et consolidé, avec des taches d'oxydes de fer et de matières organiques (couches noires), contient minéraux argileux et silicates lamellaires (muscovite et biotite).	Caliza poco arenosa (calcaire peu sableux), compactada y consolidada, con tinciones de óxidos de hierro y materia orgánica, contiene minerales arcillosos y filosilicatos (moscovitas y biotitas).



Fig. 1. Vue de la maçonnerie/ Vista de la mampostería.



Fig. 2. Masse de l'échantillon du mortier/ Masa de la muestra de mortero.

Situation dans la façade / Situación en fachada	Soubassement	Zócalo
Poids de l'échantillon / Peso de la muestra (g)	92	92
Caractéristiques visuelles / Características visuales	Mortier de sable rouge fin	Mortero terroso de arena rojiza fina
Système constructif / Sistema constructivo	Mortier de maçonnerie	Mortero de mampostería
Attaque par acides / ataque por ácidos	Réaction à l'acide chlorhydrique	Reacción al ácido clorhídrico
Couleur /Color (Charte Munsell)	Charte Sol Color Reddish Gray 2.5 YR 6/6	Carta de color de suelo Reddish Gray2.5 YR 6/6
Granulométrie/Granulometría	Dimension maximale de grain 50 mm	Tamaño máximo 50mm.
Observations/Observaciones	Mélange de gravier, sable très fin et chaux.	Por el tamaño del árido no es un mortero sino una argamasa, que es una mezcla de grava de cantos vivos, arena y cal.

Annexe D : Fiche Technique du produit SIKAGROUT 212, source : Notice Produit récupérer de https://fra.sika.com/dms/.../sikagROUT_212_scellement_nt800.pdf

Conservation 12 mois, en emballage d'origine non entamé.

Données techniques

densité Densité du mélange frais : 2,2 environ.

Composition chimique

- ciment,
- sable de quartz,
- adjuvants.

Granulométrie De 0 à 4 mm

Résistances mécaniques ■ Mortier gâché pur : Résistances mécaniques (NF EN 196-1) pour des températures comprises entre 20°C et 35°C (valeurs données à titre indicatif)

âge des éprouvettes (jours)	résistance à la compression (MPa)				résistance à la traction par flexion (MPa)			
	consistance				consistance			
	plastique		fluide		plastique		fluide	
1	30	35	15	20	5	6	4	5
3	45	50	30	35	7	8	6	7
7	55	60	50	60	9	10	7	8
28	65	75	60	70	10	11	8	9

- Mortier gâché avec ajout de charge :
Exemple : 12,5 kg de sable (1-10 mm) par sac de 25 kg de SIKAGROUT-212 SCCELLEMENT. Gâchage avec 3,5 à 4 litres d'eau.
(valeurs données à titre indicatif)

âge des éprouvettes (jours)	résistance à la compression (MPa)	résistance à la traction par flexion (MPa)
1	25 - 35	4 - 5
3	38 - 48	7 - 8
28	50 - 60	8 - 9

Adhérence

- Essais d'arrachement.

Taux d'adhérence acier – SIKAGROUT-212 SCCELLEMENT (consistance fluide) :

	à 24 heures	à 28 jours
acier TOR	≈ 6 MPa	≈ 15 MPa
acier lisse	≈ 2 MPa	≈ 4 MPa

Taux d'adhérence avec le SIKAGROUT-212 SCCELLEMENT gâché à consistance plastique : supérieur ou égal aux valeurs ci-dessus.

Temps de prise

(NF P 18.356) valeurs mesurées en laboratoire, données à titre indicatif

température	5°C	20°C	35°C
début de prise	9 à 12 h	6h30 à 10 h	4 à 6 h
fin de prise	14 à 18 h	9 à 18 h	5 à 7 h

Conditions d'application

Consommation

- 1,9 à 2 kg environ de SIKAGROUT-212 SCCELLEMENT par litre de scellement, soit 1 sac de 25 kg pour un scellement de 12,5 à 13 litres environ, suivant la consistance recherchée.
- Lorsque l'on utilise le SIKAGROUT-212 SCCELLEMENT avec un taux de charge de 1 pour 1, la consommation est réduite à environ 1,1 kg de SIKAGROUT-212 SCCELLEMENT par litre de scellement.

Qualité du support

Le support devra être exempt de poussière et de graisse et débarrassé de toutes les parties non adhérentes pouvant nuire au monolithisme de l'ensemble.

Préparation du support

Le support, béton ou mortier, devra être humidifié avant application du SIKAGROUT-212 SCCELLEMENT, mais sans être ressuant.

Mise en oeuvre

Conditions d'utilisation

La température (produit, ambiance, support) doit être comprise entre + 5°C et + 35°C.