

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

**UNIVERSITE BLIDA1**

**Institut d'Architecture et d'Urbanisme**



**Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master en Architecture**

**Option : Architecture et Habitat**

Thème:

**“L’architecture de terre en milieu saharien: les nouvelles  
Techniques constructives en BTC/BTS”**

**“Quartier de 65 habitations individuelles groupé à Timimoune”**

Présenté par :

- **BOUCHERIT FATMA ZOHRA**
- **MOUSSI FERAL**

Devant le jury composé de :

**Mr. MAROC MOURAD**

**Université Blida 1**

**Mme. BENNACER FATIHA**

**Université Blida 1**

**Mr .BOUKADER MOHAMED**

**Université Blida 1**

**Encadreur**

**Année universitaire : 2020/2021**

## ***REMERCIEMENT***

Nous tenons premièrement à remercier le bon DIEU le tout Puissant d'avoir donné la force et le courage de mener à bien ce modeste travail dans de bonnes conditions, également nous remercions nos parents qui nous ont soutenu pendant les années de nos études.

Nous remercions notre encadreur « BOUKADER Mohamed », qui a dirigé nos travaux avec beaucoup d'attention et qui nous a orienté par ses conseils tout le long de notre travail.

Nous tenons également à remercier l'architecte de CNERIB Monsieur BOUDIAF Khalid pour son suivi, ses nombreux conseils et ses critiques constructives pour l'élaboration de ce travail.

Nous remercions les différents membres de jury de ce mémoire et nous sommes très sensibles à l'intérêt que vous accordez à ce travail en acceptant de le juger.

Nous tenons à remercier vivement tous les enseignants qui ont contribué à notre formation en général et ceux du département d'architecture en particulier.

Nous remercions aussi le président de l'UNEA « HOSNI Mohsien ».

En fin nous remercions tous ceux qui nous ont aidé de près ou de loin.

***A tous MERCI***

## **DEDICACE**

*Avant toute chose, je remercie Dieu, le tout puissant, pour m'avoir donnée la force et la patience.*

*Aux êtres les plus chers : mes parents.*

*A ma mère.*

*Quoi que je fasse ou que je dise, je ne saurai point te remercier comme il se doit. Ton affection me couvre, ta bienveillance me guide et ta présence à mes côtés a toujours été ma source de force pour affronter les différents obstacles.*

*A mon père*

*Tu as toujours été à mes côtés pour me soutenir et m'encourager.*

*Que ce travail traduit ma gratitude et mon affection.*

*A mes très chers frères AYOUB AYMEN MOHAMED et ma belle-sœur WIDAD.*

*A mes chers amis qui m'ont toujours encouragé, et à qui je souhaite plus de succès.*

*Et sans oublier tous les membres du bureau de wilaya UNEA qui ne sont pas des amis mais des frères et sœurs.*

*A tous ceux que j'aime.*

*Ferial*

## ***DEDICACE***

*Avant toute chose, je remercie Dieu, le tout puissant, pour m'avoir donnée la force et la patience.*

*Aux êtres les plus chers : mes parents.*

*A mon père*

*Tu as toujours été à mes côtés pour me soutenir et m'encourager. Que ce travail traduit ma gratitude et mon affection.*

*A ma mère.*

*Quoi que je fasse ou que je dise, je ne saurai point te remercier comme il se doit. Ton affection me couvre, ta bienveillance me guide et ta présence à mes côtés a toujours été ma source de force pour affronter les différents obstacles.*

*A mes très chers sœurs CHAIMAA AYA NOUR EL-HOUDA RITADJ et mon frère AMINE.*

*A mes chers amis qui m'ont toujours encouragé, et à qui je souhaite plus de succès.*

*Et sans oublier tous les membres du bureau de wilaya UNEA qui ne sont pas des amis mais des frères et sœurs.*

*A tous ceux que j'aime.*

*Fatma*

## RESUME

Au cours des dernières décennies, de nouveaux modèles architecturaux produits en Algérie dans l'architecture dite moderne. Ce dernier fait l'impasse sur le confort thermique. Pour résoudre l'inconfort causé par les matériaux de construction actuellement utilisés, on a souvent recours à l'architecture de terre comme l'une des ressources les plus originales de l'histoire de l'architecture.

La terre en tant que matériau de construction essaie de réaliser le confort optimal. Aussi un bâtiment écologique qui respecte l'environnement.

L'objectif de cette recherche est de redonner à la terre des matériaux de construction naturels, sains, confortables et durables.

La région du Sud-ouest Algérien, région semi-aride, est une fraction du territoire composé de quatre sous-ensembles à savoir, les monts des Ksour, la Saoura, le Gourara et le Touat. Loi historique, continuité géographique, singularité des paysages, originalité architecturale et urbanistique, homogénéité culturelle et grande richesse patrimoniale sont autant de traits communs à ces contrées. Le secteur du bâtiment en général et plus précisément l'architecture de terre peut devenir la force motrice dans le développement de ces régions, pauvres en emploi et riches en exode.

Le nouvel intérêt pour ce type d'architecture permet de redécouvrir une série de technologies plus raffinées et diversifiées que ne l'envisage la rusticité des matériaux. Par rapport aux technologies introduites, les connaissances et les compétences de la population dans ces domaines constituent une ressource précieuse pour gérer des environnements difficiles, dont beaucoup ont échoué en termes de confort (thermique ou physiologique), de stabilité et surtout de durabilité.

Dans le but de cette recherche est de rendre à la terre sa valeur, en tant que matériau de construction durable naturel, sain et confortable.

**Mots clés :** le confort thermique, la terre, région semi-aride, bâtiment, durabilité.

## **Abstract**

In recent decades, new architectural models produced in Algeria have In the so-called modern architecture, the latter ignores thermal comfort. To solve the discomfort caused by the building materials currently used, earthen architecture is often resorted to as one of the most original resources in the history of architecture.

Earth as a building material tries to achieve optimal comfort, also an ecological building that respects people environment. The objective of this research is to give back to the earth natural, healthy, comfortable and sustainable building materials.

The region of southwestern Algeria, semi-arid region, is a fraction of the territory composed of four subsets namely, the mountains of Ksour, Saoura, Gourara and Touat. Historical thickness, geographical continuity, singularity of landscapes, architectural and urban originality, cultural homogeneity and great heritage richness are all common features of these regions. The construction sector in general and more specifically earthen architecture can become the driving force in the development of these regions, poor in employment and rich in exodus.

The new interest in this type of architecture makes it possible to rediscover a series of technologies that are more refined and diversified than the rusticity of the materials envisages. Compared to the technologies introduced, the knowledge and skills of the population in these areas are a valuable resource for managing harsh environments, many of which have failed in terms of comfort (thermal or physiological), stability and above all durability.

Whose purpose of this research is to render the earth its value as a material of natural, healthy and comfortable sustainable construction.

**Keywords:** thermal comfort, earth, semi-arid region, building, durability.

## المخلص

في العقود الأخيرة ، أنتجت نماذج معمارية جديدة في الجزائر فيما يسمى بالعمارة الحديثة. هذا الأخير يتجاهل الراحة الحرارية. لحل مشكلة عدم الراحة التي تسببها مواد البناء الحالية، غالبًا ما يتم اللجوء إلى العمارة الترابية باعتبارها واحدة من أكثر الموارد الأصلية في تاريخ العمارة. تحاول الأرض كمادة بناء تحقيق الراحة المثلى. أيضا مبنى بيئي يحترم البيئة. الهدف من هذا البحث هو إعادة مواد البناء الطبيعية والصحية والمريحة والمستدامة للأرض.

منطقة جنوب غرب الجزائر ، وهي منطقة شبه قاحلة ، هي جزء بسيط من الأراضي المكونة من أربع مجموعات فرعية هي جبال القصور والسعورة والقرارة والتوات. القانون التاريخي، والاستمرارية الجغرافية، وتفرد المناظر الطبيعية، والأصالة المعمارية وتخطيط المدن، والتجانس الثقافي والثروة التراثية الكبيرة، كلها سمات مشتركة بين هذه المناطق. يمكن أن يصبح قطاع البناء بشكل عام والعمارة الترابية بشكل أكثر تحديدًا القوة الدافعة لتنمية هذه المناطق الفقيرة في التوظيف والغنية بالنزوح الجماعي. إن الاهتمام الجديد بهذا النوع من العمارة يجعل من الممكن إعادة اكتشاف سلسلة من التقنيات الأكثر دقة وتنوعًا مما يوحي به الطابع الريفي للمواد. بالمقارنة مع التقنيات التي تم إدخالها ، تشكل معارف ومهارات السكان في هذه المجالات مورداً قيماً لإدارة البيئات القاسية ، والتي فشل الكثير منها من حيث الراحة (الحرارية أو الفسيولوجية) ، والاستقرار وفوق كل ذلك المتانة.

الهدف من هذا البحث هو إعادة قيمته إلى الأرض ، كمادة بناء مستدامة طبيعية وصحية ومريحة.

**الكلمات المفتاحية :** الراحة الحرارية ، الأرض ، المنطقة شبه الجافة ، البناء ، الاستدامة.

## SOMMAIRE

Remerciement	
Dédicace	
Résumés	
Abstract	
المخلص	
Sommaire	
Liste des figures	
Chapitre 01 : Chapitre introductif	
1. Introduction générale.....	01
2. Introduction au thème.....	02
3. Problématique.....	03
4. Hypothèse.....	03
5. Les objectifs de recherche.....	04
6. Méthodologie de la recherche.....	04
7. Structure de mémoire.....	04
Chapitre 02 : Chapitre d'Etat de l'art	
L'architecture de terre.....	06
1. Introduction.....	06
2.1. Historique de la construction en .....	06
2.2.L'architecture de terre en Algérie.....	08
2.3.Les avantages de la terre.....	09
2.4.Les inconvénients de la terre.....	09
2.5.Architecture de terre, une diversité technique et culturelle.....	11
2.5.1. Adobe.....	13
2.5.2. Pisé.....	14
2.5.3. Bouge.....	14
2.5.4. Torchis.....	15
4. Les nouveaux modes d'usage de la terre.....	15
4.1. Brique de terre comprimée « BTC ».....	15



1.1.Définition.....	16
1.2.Avantages.....	17
1.3.Constitution.....	18
1.4.Mise en œuvre.....	19
1.5.Construction d'un mur en brique de terre comprimée.....	20
1.6.Exemple sur le BTC.....	27
3.2. Brique de terre stabilisée « BTS ».....	29
2.1. Définition.....	29
2.2. Avantages.....	29
2.3. La stabilisation.....	30
2.4. Mise en œuvre.....	31
2.5. Appareillage.....	33
2.6. Calepinage.....	33
2.7. Chainage.....	34
2.8. Linteaux.....	34
2.9. Exemple sur le BTS.....	34
Conclusion.....	36
Chapitre 03 : Chapitre Cas d'étude	
I. ANALYSE URBAIN.....	37
1. Introduction.....	37
2. Présentation de la ville.....	37
2.1. Contexte régional.....	37
2.2. Contexte communal.....	38
2.3. Géomorphologie.....	38
2.4. Accessibilité.....	40
2.5. Climatologie.....	40
2.6. Le système de foggara.....	42
3. Analyse historique de Timimoune.....	42
3.1. Période précoloniale :(avant 1901) .....	43
3.2. Période coloniale :(1901-1962).....	45
3.3. Période postcoloniale :(après 1962).....	48
3.4. Conclusion.....	50

4. Analyse synchronique de la ville.....	50
4.1. Système viaire.....	50
4.2. Système parcellaire.....	53
4.3. Système bâti.....	57
4.5. Les permanences de la ville.....	62
4.6. Les espaces publics.....	63
4.7. Texture.....	64
4.8. Les façades.....	64
4.9. Gabarit.....	65
5. Synthèse générale.....	65
Les ruptures de la ville.....	65
6. Les matériaux de construction et processus de construction à Timimoune.....	67
6.1. Les matériaux de constructions.....	67
6.2. Les techniques de construction en terre crue dans la région.....	69
Conclusion.....	74
PROJET ARCHITECTURAL	
1. Introduction.....	76
2. Présentation de site d'intervention.....	76
3. Conception de plan de masse.....	77
4. Conception du projet.....	80
5. Dossier graphique.....	82
Conclusion générale	
Bibliographie	
Annexe	



## Tables des illustrations

<b>Figure II.1</b> : Chronologie du développement des techniques de construction.....	07
<b>Figure II.2</b> : La roue des techniques de construction en terre.....	12
<b>Figure II.3</b> : Classification des techniques de constructions traditionnelles d'après « La roue des techniques ».....	13
<b>Figure II.4</b> : Dessin d'une fresque datant de 3500 ans retrouvée en Égypte dans la tombe de Rekhmire et décrivant la fabrication d'adobes.....	13
<b>Figure II.5</b> : Séchage des adobes.....	14
<b>Figure II.6</b> : Fabrication du pisé traditionnel dans la Vallée du Draa, au Maroc.....	14
<b>Figure II.7</b> : Ville de Shibam.....	15
<b>Figure II.8</b> : Maison en Torchis à Toulouse. France.....	15
<b>Figure II.9</b> : Proportion des techniques utilisées dans la construction neuve en terre crue entre 1976 et 2015 en France métropolitaine.....	16
<b>Figure II.10</b> : Types de blocs.....	20
<b>Figure II.11</b> : Pose des ouvertures dans un mur en BTC.....	23
<b>Figure II.12</b> : Centre de l'Architecture de Terre, Mali.....	27
<b>Figure II.13</b> : Habitats collectifs et individuels, Mauricio Sanchez & Dario Angulo....	28
<b>Figure II.14</b> : les produits stabilisants de la brique de terre.....	30
<b>Figure II.15</b> : Ouvrages expertisés dans la région du Sud, a)- Logements d'Adrar, b)- Tamanrasset (Sersouf), c)- Tamanrasset Mouflon.....	35
<b>Figure II.17</b> : Prototypes de logements en BTS dans le Nord, a) Protoype bioclimatique de Soudania, b) prototype Medenec, c) Logements de Beni-Messous.....	36
<b>Figure III.1</b> : Carte d'Algérie montre situation de Timimoune.....	37
<b>Figure III.2</b> : Carte de la wilaya de Timimoune montre situation de la ville de Timimoune.....	38
<b>Figure III.3</b> : Une carte géomorphologique de Timimoune.....	38
<b>Figure III.4</b> :L'Erg occidental.....	39
<b>Figure III.5</b> : Le plateau de Tademaït.....	39
<b>Figure III.6</b> : L'Oued de Saoura.....	39
<b>Figure III.7</b> : Réseau routier et aérienne de Timimoune vers les villes algériennes....	40
<b>Figure III.8</b> : Les données climatiques de Timimoune (10 dernières années).....	40
<b>Figure III.9</b> : La précipitation moyenne mensuelle.....	41

<b>Figure III.10</b> : La rose des vents de la ville de Timimoune.....	41
<b>Figure III.11</b> : Heures quotidiennes de jour et crépuscule.....	41
<b>Figure III.12</b> : photo des puits de foggaras.....	42
<b>Figure III.13</b> : Schéma explicatif de fonctionnement des foggaras.....	42
<b>Figure III.14</b> : Carte d'implantation des Ighamawens sur la ligne de crête sebkha....	43
<b>Figure III.15</b> : Extension extra-muros à la périphérie d'Aghem Tazegueth.....	44
<b>Figure III.16</b> : Axonométrie d'un Aghem au ksar de Timimoune.....	44
<b>Figure III.17</b> : Carte de ksar de Timimoune avant la période colonial.....	45
<b>Figure III.18</b> : Photo du fort militaire et de l'ex-place d'arme (1901-1903).....	46
<b>Figure III.19</b> : Carte de la première implantation coloniale.....	46
<b>Figure III.20</b> : Photo du Bâb Essoudan (1901-1903).....	47
<b>Figure III.21</b> : Carte de ksar de Timimoune et de village coloniale.....	47
<b>Figure III.22</b> : Photo de l'église.....	48
<b>Figure III.23</b> : Photo d'hôtel Oasis Rouge.....	48
<b>Figure III.24</b> : Carte de Timimoune.....	49
<b>Figure III.25</b> : Hiérarchisation du système viaire du tissu ksourien.....	50
<b>Figure III.26</b> : Hiérarchisation du système viaire du tissu coloniale.....	52
<b>Figure III.27</b> : Système viaire du tissu post coloniale.....	53
<b>Figure III.28</b> : Carte du ksar présente les différentes aghem.....	54
<b>Figure III.29</b> : Aghem Sidi Brahim, noyau original organisé autour d'une Rahba avec un mur de rempart.....	54
<b>Figure III.30</b> : Plan d'un Aghem a Zkak.....	55
<b>Figure III.31</b> : Plan d'une partie d'un parcellaire agricole.....	55
<b>Figure III.32</b> : carte des différentes forme des parcellaire de ksar.....	56
<b>Figure III.33</b> : Carte du tissu coloniale.....	56
<b>Figure III.34</b> : système parcellaire de tissu post coloniale.....	57
<b>Figure III.35</b> : Organisation d'une habitation à Rahba	
<b>Figure III.36</b> : Organisation linéaire (à sabat).....	60
<b>Figure III.37</b> : Habitations à organisation composite	
<b>Figure III.38</b> : Organisation spatial à l'étage.....	61
<b>Figure III.39</b> : carte des permanences de la ville de Timimoune.....	62
<b>Figure III.40</b> : carte montre les espaces publiques dans le tissu coloniale.....	63
<b>Figure III.41</b> : Vue sur la couleur rouge de la ville de timimoune.....	64

<b>Figure III.42 :</b> Ksar de Timimoune.....	64
<b>Figure III.43 :</b> carte des ruptures fonctionnelles de la ville de Timimoune.....	65
<b>Figure III.44 :</b> carte des ruptures morphologiques de la ville de Timimoune.....	66
<b>Figure III.45 :</b> carte des ruptures symboliques et sociales de la ville de Timimoune..	66
<b>Figure III.46 :</b> Les briques de terre crue.....	67
<b>Figure III.47:</b> Akham Sidi Brahim, construit sur une roche de Tafza.....	67
<b>Figure III.48 :</b> Stockage des solives à Timimoune.....	68
<b>Figure III.49:</b> la khechba du palmier.....	68
<b>Figure III.50 :</b> la kernafo du palmier.....	69
<b>Figure III.51 :</b> la djerid du palmier.....	69
<b>Figure III.52 :</b> Système constructif des habitations ksourienne.....	70
<b>Figure III.53 :</b> murs à contrefort dans le ksar de Timimoune.....	71
<b>Figure III.54 :</b> murs de brique d'adobe à Timimoune.....	71
<b>Figure III.55 :</b> Les éléments constituant les planchers.....	72
<b>Figure III.56 :</b> Escalier en terre.....	72
<b>Figure III.57 :</b> trou de fermeture.....	73
<b>Figure III.58:</b> porte à Timimoune	73
<b>Figure III.59 :</b> Décoration en bande ajourée en forme de double pointe de flèche vers le haut et vers le bas, sur une terrasse.....	73
<b>Figure III.60 :</b> intérieur de Capterre.....	74
<b>Figure III.61 :</b> Enduit extérieur d'un mur à Timimoune.....	74
<b>Figure III.62 :</b> arc à Timimoune.....	74
<b>Figure III.63 :</b> situation de site d'intervention à Timimoune.....	76
<b>Figure III.64 :</b> situation de site d'intervention à Timimoune.....	76
<b>Figure III.65 :</b> L'accessibilité et limitation de site d'intervention à Timimoune .....	77
<b>Figure III.66 :</b> 1 ere phase : délimitation du terrain.....	77
<b>Figure III.67 :</b> 2 eme phase : schéma des Rahbats.....	78
<b>Figure III.68 :</b> 3 eme phase : schéma des parkings (circulation mécanique.....	78
<b>Figure III.69 :</b> 4 eme phase : schéma des voies piétonne.....	79

### 1. INTRODUCTION GENERALE

D'après les dernières statistiques internationales, Environ un tiers de la population mondiale vit aujourd'hui dans des bâtiments construits en terre crue<sup>1</sup>, En effet, bien qu'adaptée au climat, la construction en terre crue est utilisée, depuis des siècles, au Sahara algérienne et dans les pays limitrophes. Elle est considérée comme un matériau fragile qui nécessite beaucoup d'entretien. A l'inverse, la construction en béton connaît un développement considérable, et est associée à la résistance et à la réussite sociale malgré que le béton armé est souvent peu compatible avec les conditions climatique et géographique des lieux.

Depuis quelques décennies, La terre crue est devenue un matériau privilégié pour les projets ambitieux de construction contemporaine. Ses qualités esthétiques et son caractère original, ses effets bénéfiques sur le climat intérieur et le bien-être sont largement reconnus.<sup>2</sup>

Cependant, le patrimoine architectural de la terre est encore adapté à l'architecture traditionnelle d'origine. En même temps, il souffre d'une mauvaise image. Il y a un problème de valeur dans la construction en terre, qui est prise entre tradition et modernité. Il existe de nombreux préjugés contre les connaissances traditionnelles, la technologie et les matériaux en terre, par rapport aux soi-disant matériaux nouveaux, vous les sous-estimez finalement.

L'émergence de nombreux matériaux de construction modernes, qui ont révolutionné le monde de la construction de maisons, d'entreprises et d'institutions, et en raison de leurs nombreux avantages, ont conduit à l'abandon de l'architecture de terre et reste approprié aux constructions traditionnelles que souffrent d'une mauvaise image, malgré tous ses avantages car la terre est reconnue pour ces performances et ces qualités écologique et durable.

La construction en terre englobe les nombreuses formes différentes et variées de techniques et d'applications. En règle générale, il a évolué au cours de milliers d'années sur tous les continents habités du monde. Dans de nombreuses zones rurales d'Afrique, d'Asie et d'Amérique du Sud, la construction en terre est toujours la solution de construction dominante. Au cours des 25 dernières années, les travaux mondiaux de recherche et de développement

---

<sup>1</sup>Houben Hugo ; Hubert Guillaud ; CRAterre, *Traité de Construction En Terre* (Parenthese, 2006)

<sup>2</sup>Ulrich Rohlen ; ChristofZiegert ; *Construire en terre « construction-rénovation-finitions »*(le Moniteur ;2013 )

dans le monde - la ressource de construction la plus ancienne et la plus abondante au monde - ont considérablement augmenté. Des articles savants sur la construction en terre paraissent désormais régulièrement dans les principaux périodiques internationaux, un renouveau dans la construction neuve et la conservation se développant parallèlement à ce travail.

La terre, matériau disponible en quantité et omniprésent, faisant de la construction en terre crue l'habitat le plus répandu au monde. Qu'elle soit en pisé, en torchis, en adobe ou encore en briques de terre comprimée, l'architecture de terre permet de construire des édifices simples ou monumentaux dans des environnements variés. Depuis toujours, cette technique de construction est soumise à des perfectionnements. Des essais de normalisation de la construction en terre crue sont d'ailleurs déjà présents dans les textes de Vitruve, Varron, Caton ou encore Palladius.<sup>3</sup>

## 2. INTRODUCTION AU THEME

L'intérêt de cette recherche portera sur une zone spécifique de la partie sud du Grand Sahara Algérienne, à savoir les ksour, notamment le ksar de Timimoune noyau historique subit un phénomène de dégradation avancé, et toutes les traces de cet habitat traditionnel sont en train de disparaître. Dans tous les centres historiques de Timimoune, la façon dont les bâtiments sont construits est étroitement liée à la terre. Cela donne l'apparence et la couleur architecturale de la zone désertique. Cette apparence se reflète dans tous les aspects, que ce soit à l'échelle de la ville ou à l'échelle du bâtiment.

Compte tenu du paysage désertique, il semble compliqué de construire des bâtiments de haute qualité à Timimoune en utilisant uniquement les ressources locales. Néanmoins, les constructeurs qui ont travaillé dans la région pendant des centaines d'années ont prouvé que cela était possible et nous ont laissé un héritage extraordinaire qui le prouve. Le confort et la richesse esthétique de certains bâtiments ont attiré des architectes du monde entier, fascinés par la sagesse de combiner connaissances, compétences et réalisations économiques des ressources. La terre, l'eau et les palmiers peuvent être parfaitement combinés pour nous offrir des solutions infinies. La perte de cette intelligence constructive vernaculaire entraîne un déclin inexorable des bâtiments en terre qui laissent la place à des constructions en ossature

---

<sup>3</sup>De Chazelles, C.-A. (2003). "Témoignages croisés sur les constructions antiques en terre crue : textes latins et données archéologiques". *Techniques & Culture*, 41, pp. 1-27.



béton et parpaings. Les études prouvent que c'est un mauvais calcul à long terme, tant pour les finances, la santé, la culture que pour l'environnement.<sup>4</sup>

### 3. PROBLEMATIQUE

Sous l'impact des blocs de béton et des matériaux de construction modernes (l'acier, les éléments de parpaing et de brique de terre cuite), les bâtiments d'origine de Timimoune rétrécissent, ce qui est totalement incompatible avec la nature et la géographie du désert du Sahara. En conséquence, les sites historiques sont de plus en plus abandonnés par les résidents et nécessitent un entretien quotidien.

Malgré les avantages et le confort des logements en terre (le matériau terre est résistant au feu et régulation de la température et du degré d'humidité des espaces intérieurs), l'art de vivre « moderne » a pris une place prépondérante à Timimoune. Chaque bâtiment abandonné, qu'il soit construit en terre ou en béton, s'effondrera. Le coût de construction avec des matériaux locaux, c'est-à-dire de la terre, est moins cher et très adapté par rapport aux nouvelles structures en béton.

Dans ce sens, notre recherche tend à répondre à ces questions :

- Peut-on considérer la terre à travers ses propriétés physiques et thermiques comme une alternative vers une architecture parfaitement durable ?
- Pourquoi la brique de terre continue à être peu utilisé malgré les nombreuses qualités qui prouvés ?

### 4. HYPOTHESE

Notre travail suppose l'hypothèse suivante :

La technologie innovante de la brique de terre BTC, développée récemment, avec ses qualités constructive, écologique, et de ses avantages thermiques peut constituée une solution appropriée pour la proposition d'un nouvel type d'habitat en terre qui s'inspire des éléments typologiques et distributifs local et améliore les caractéristiques constructives et du

---

<sup>4</sup>Yasmine Terki, BakonirinaRakotomamonjy, MouradHacini, TouhamiBenhachmi, MouradHenous, et al. Guide de réhabilitation de l'habitat en terre à Timimoun. [Rapport Technique] CRAterre; CAPTERRE. 2019, 52 p. hal-02498416

confort existants, dans le but du maintien et du renforcement du savoir-faire et du patrimoine culturel local de Timimoune.

### **5. LES OBJECTIFS DE RECHERCHE**

Les objectifs de cette étude se résument dans les points suivants :

- Approfondir les connaissances et les recherches sur l'architecture de terre comme un nouvel axe à entreprendre dans la conception écologique des bâtiments.
- Étudier ses avantages et ses possibilités d'être une solution écologique
- Revaloriser cette matière rejetée et oubliée.

### **6. METHODOLOGIE DE LA RECHERCHE**

Afin d'atteindre nos objectifs de recherche, ce travail s'articulera autour de deux parties principales, à savoir :

La première partie "théorique", elle fait le point sur l'état des connaissances des concepts clés que nous étudions. Afin de mieux comprendre le sujet, et à travers l'étude des différents aspects qui affectent notre étude de cas. Dans cette section, nous définirons les concepts les plus pertinents dans notre recherche, notamment :

- L'architecture de terre
- Les techniques et les matériaux de constructions du sud notamment à Timimoune
- Les nouvelles techniques de construction en terre crue

La seconde "opérationnelle" est principalement dédiée à notre étude de cas des habitats en terre à Timimoune. Nous présentons d'abord la région et la ville, sa création, son environnement naturel et sa structure artificielle, ainsi que le développement historique de la ville.

### **7. STRUCTURE DE MEMOIRE**

Le mémoire est organisé en quatre chapitres :

### **1 ère Chapitre : Chapitre introductif**

Ce chapitre représente la partie introductive du mémoire de recherche, nous entreprendrons par une introduction générale sur le thème de recherche et une petite introduction qui présente notre cas d'étude, ensuite nous présentons la Problématique qui traite l'architecture de terre à Timimoune suivi par des questionnements, par la suite nous proposons une hypothèse d'intervention et les objectifs visés, et nous concluons par la structure de cette mémoire.

### **2 eme Chapitre : Chapitre d'état de l'art**

Concernant l'état de l'art, comprendra l'identification de l'architecture en terre, la définition du concept à étudier, le survol historique de l'architecture en terre et les témoignages historiques, les différentes techniques de construction de ce matériau, et ce qui fait ce genre architectural et patrimoine national parties importantes.

### **3 eme Chapitre : Chapitre de cas d'étude**

Dans cette chapitre nous allons définir les grandes lignes du projet à travers une série d'analyses : Analyse diachronique et synchronique, et une analyse Fonctionnelle ainsi à travers nos relevés et nos constats selon notre recherche sur la ville de Timimoune.

### **Solution architecturel :**

Réaliser un projet architectural et urbain qui tend à apporter des solutions aux problèmes précédemment posés. Sera présenté en deux parties, l'un il constitue une variété d'approches et des méthodes d'élaboration de plans d'aménagement et de plans de masse, illustrés par divers schémas. et l'autre représente la partie graphique du projet et le programme détaillé.

### **La conclusion :**

Présentant l'analyse des résultats de notre recherche, aboutira à des recommandations pour la bonne gestion du patrimoine architectural en terre et à définir les futurs axes de recherche probables relatifs à ce volet.

## L'ARCHITECTURE DE TERRE

### 1. Introduction

Les structures en terre ont de nombreuses caractéristiques par rapport aux structures modernes en béton armé, en raison de leurs propriétés telle que : une bonne résistance au feu et la régulation de la température et de l'humidité des espaces intérieurs.

Ce chapitre montre que les aspects techniques de la construction en terre sont relativement familiers aux scientifiques, il présente la situation de la construction en terre dans le monde et clarifie la réglementation actuelle de la construction.

Le processus constructif qui prouve la richesse de ce type de construction en terre, est également traité en proposant diverses formes applicables à tous types de plans, traditionnels ou modernes.

Nous présenterons en dernier les principales pathologies associées à cette architecture en terre, dont la connaissance reste indispensable pour une meilleure maîtrise de cette technique constructive.

### 2.1. Historique de la construction en terre

L'être humain utilise des matériaux locaux depuis sa création, menés par la terre, étant donné qu'il est abondant pour subvenir à ses besoins d'hébergement. Historiquement, utilise ce matériau il a été prouvé que les matériaux de la construction s'adaptent aux contraintes physiques et permettent d'exprimer la culture sociale aux utilisateurs.

Des découvertes archéologiques attestent l'ancienneté de l'utilisation de la terre dans la construction. Les fouilles et les premières traces de la construction en terre confirment que son emploi date de 11000 ans Av. J.C.<sup>5</sup>. Il y a quelques repères chronologiques, donnés par Christophe Delbecque dans la présentation de son « Histoire de la construction en terre » :

---

<sup>5</sup> Christophe Delbecque ,octobre 2011 ; Histoire de la construction en terre ;p.7

## CHAPITRE ETAT DE L'ART

**11000 Av. J.C. :** Premières traces de la construction en terre en Amérique du sud

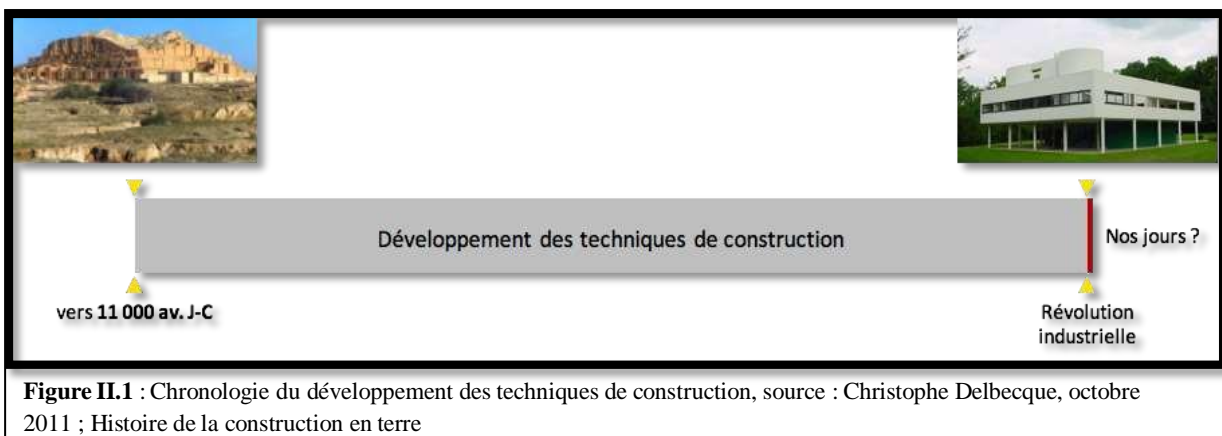
**10000 Av. J.C. :** En Syrie, construction en terre par empilement de pains de terre façonnés à la main.

**8500 Av. J.C. :** Apparition de la brique de terre en Turquie

**8000 Av. J.C. :** Apparition de l'utilisation de la terre dans l'habitat en Europe occidentale

**5000 Av. J.C. :** Apparition des premières villes d'architecture de terre crue en Mésopotamie

Selon ces évidences historiques, on peut dire que les techniques de la construction traditionnelle en terre ont constamment été transmises et ses connaissances ont donc muries d'une génération à une autre jusqu'à l'avènement de la révolution industrielle et l'apparition des nouveaux matériaux manufacturés.



Au premier siècle avant JC, Vitruve fut le premier auteur à laisser des traces écrites sur les matériaux de la terre et leurs utilisations dans sa thèse « Sur l'architecture ». Il nous a révélé que la terre et les autres matériaux de construction de son temps, en particulier la pierre et le bois, ont une place. Dans l'argumentation, il a utilisé une partie de sa thèse sur les briques de terre crue. Il y donne une description assez simple du type de terre appropriée à la construction, énonce son mode de transformation de l'état de la matière à celui du matériau jusqu'à la réalisation des briques. Finalement, il relate la mise en œuvre d'un mur en terre crue.<sup>6</sup>

<sup>6</sup>Daher Rania, 'L'architecture En Terre Crue Dans La Vallée Du Jourdain ; Une Filière En Reconstruction...temporaire' (L'universite Paris-Saclay, 2015)

### 2.2. L'architecture de terre en Algérie

Il existe plusieurs époques en Algérie, et chaque époque a son type constructif. Les premières constructions ont été réalisées en terre ou en pierre. Bien que notre pays ait été très intéressé à réévaluer le matériel terrestre territorial dans la période prévue, il a été rapidement enterré.

Du nord ou sud, les édifices anciens de plusieurs villes ont été construits en terre crue, par contre se dernier n'est pas aussi évident au nord qu'au sud, sauf pour certains quartiers comme Tlemcen et les Aurès, mais pour d'autres villes, comme Blida, Cherchell, Ténès.....les constructions en terre crue sont réalisés en murs banché renforcé avec des assises de briques, résultat d'un savoir-faire empirique répandant à un seul préventif "les secousses de tremblement de terre."<sup>7</sup>

Ces constructions en terre sont des objets complètement abandonnés. Dans le nord du pays, le climat est le principal facteur de dégradation des sols, suivi de l'abandon, qui est aussi le principal facteur de dégradation des constructions en terre. Pour plus de confort et de sécurité, les propriétaires de maisons en terre ont abandonné leurs maisons et reconverti des bâtiments en béton de ciment.

Malgré cela, L'Algérie dispose toujours d'un Centre National d'Etude et de Recherche Intégrées du Bâtiment (C.N.E.R.I.B). Depuis plus de 20 ans, il dirige des recherches dans le domaine de la construction de sols, plus précisément dans le domaine des briques de sol stabilisé et comprimé (BTCS), un matériau reconnu officiellement par le centre. Plusieurs expériences ont été faites par ce centre entre 1969 et 2006, est y sont inscrites comme expérimentations.

Depuis 2013, à Timimoune, le centre de CapTerre (Centre Algérien du Patrimoine Culturel Bâti en terre) œuvre pour la protection des savoirs faire ancestraux en construction en terre et la valorisation de ce matériau pour les nouvelles constructions. Une avancée supplémentaire pour l'avenir de l'architecture de terre.

---

<sup>7</sup> A.Abdessemmed-Foufa 2015. Identification du corpus des typologies constructives en terre pour la préservation du patrimoine bati et la construction en Algérie. CIAT 2015. Congrès International sur l'Architecture de Terre.

### 2.3. Les avantages du matériau terre

Les matériaux terreux que l'on peut voir partout ont de nombreux avantages, on peut citer :

- La terre est collectée et valorisée sur place. Contrairement à d'autres matériaux, il ne consomme pas d'énergie non renouvelable et polluante.
- Une grande quantité de terre extraite dans les grands projets d'utilité publique, tels que les routes et les projets de fondation de bâtiments, peut être recyclée en tant que matériaux de construction.
- L'eau mélangée utilisée par les matériaux de la terre est très petite, ce qui est une ressource importante pour la vie des gens.
- Par rapport à la maçonnerie en blocs de béton, en pierre ou même en briques de terre cuite, le coût des blocs de boue compressée est inférieur de 20 à 30%<sup>8</sup>.
- Ce matériau ne génère aucun déchet lors du processus de fabrication, et son utilisation garantit qu'il ne produira pas d'effets nocifs dans la vie quotidienne. Il a un avantage supplémentaire qu'il peut être presque entièrement recyclé après la première utilisation.
- Le mode ainsi que les outils nécessaires à la production du matériau terre sont simples et accessibles à tous.
- Il possède en outre des propriétés, telles qu'une grande capacité d'absorption d'eau, une masse volumique élevée, une bonne capacité à laisser transiter la vapeur, une bonne inertie thermique, des qualités phoniques et une longévité avérée<sup>9</sup>

### 2.4. Les inconvénients du matériau terre

Malgré tous les avantages que peut présenter le matériau terre ce pendant, il présente aussi des inconvénients majeurs<sup>10</sup> :

- Il s'érode facilement, ce qui rend son emploi délicat dans les régions à forte pluviométrie.

---

<sup>8</sup> H.Benouali, Proposition pour la relance des constructions en terre en Algérie, CNERIB, décembre 2004,

<sup>9</sup> Kur.F, l'habitat écologique : quels matériaux choisir, Edit. Terre vivante, France, juillet 2001, P.139.

<sup>10</sup> A.Aguarwal, bâtirenterre, Ed.Earscan, Londres 1981, P.50.

## CHAPITRE ETAT DE L'ART

- Utilisée en couverture elle peut prendre l'eau, s'alourdir et provoquer des affaissements.
- n'adhérant pas au bois, cela fait apparaître des décollements autour des ouvertures.
- Il ne résiste pas à la flexion et à la traction.
- Les liaisons entre les particules du matériau terre sont d'ordre physique, en contact avec l'eau elles se fragilisent et même se neutralisent ce qui détériore le matériau et diminue sensiblement ces caractéristiques mécaniques et sa durabilité dans le temps.

Ces inconvénients sont principalement liés à la solubilité à l'eau de la terre crue, qui cause des désordres dans les constructions qu'on désigne par pathologies de vieillissement qui varient selon les climats et dont la maîtrise peut être assurée grâce à des mesures préventives (voir Tableau I.1)<sup>11</sup>

**Tableau I.1** : Mesures préventives pour la maîtrise des pathologies des constructions en terre, source : Aguarwal.A, bâtir en terre, p.51

Climat/précipitations	Inconvénients courants	Mesures préventives
Désertique (aride) et semi-aride moins de 250mm	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Erosion des murs par le sable</li> <li>-Tassement et fissures de retrait peu graves</li> <li>-Dégâts mécaniques</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Enduit anti-érosion en béton maigre</li> <li>-Bon choix de la terre</li> <li>-Agencement soigneusement pensé</li> <li>-Meilleure réalisation</li> </ul>

<sup>11</sup> A. Aguarwal, bâtir en terre, Edit.Earscan, Londres 1981, P. 51.



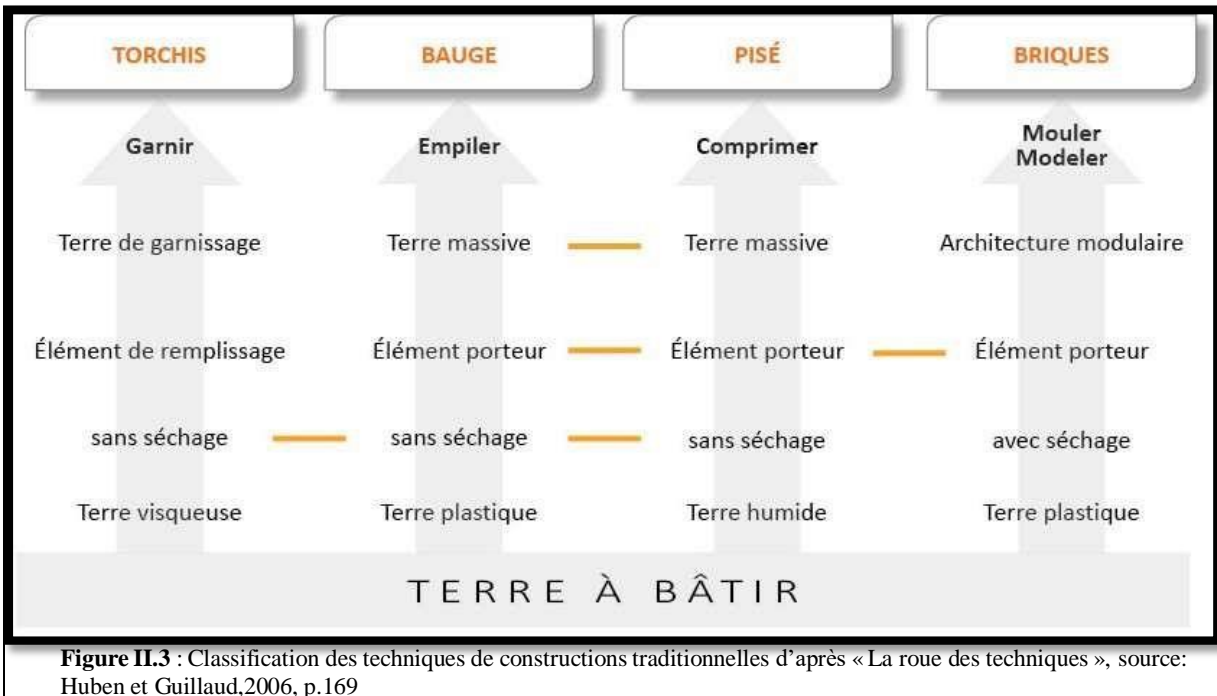
<p>Humide 700à1270mm</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Erosion des murs et fondations</li> <li>- Erosion par les eaux de ruissellement</li> <li>-Tassement et fissures de retrait très importants</li> <li>-Dégâts Mécaniques</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Bon agencement, bon écoulement</li> <li>-Dallage en béton autour de la construction</li> <li>-Gouttières et tuyaux</li> <li>-Bonne couverture, toit en surplomb</li> <li>-Enduit anti-érosion,imperméable</li> <li>-Bon choix de la terre</li> <li>-Meilleure réalisation</li> </ul>
<p>Très humide plusde1270mm</p>	<p style="text-align: center;">Idem</p>	<p style="text-align: center;">Idem</p>

### 2.5. Architecture de terre, une diversité technique et culturelle

La richesse et la beauté de l'architecture en terre réside dans sa diversité La technologie de fabrication et son processus de construction. Ces multiples technologies sont Le produit de la société humaine et de son environnement naturel. Dans leur livre « Traité de la construction en terre » Hugo Houben et Hubert Guillaud, architectes connus en matière d'architecture de terre, exposent 12 modes d'utilisation de la terre.

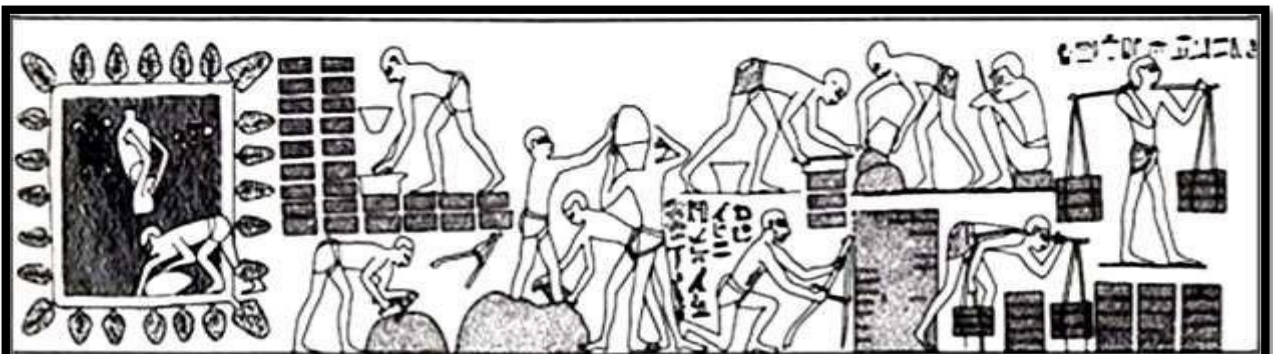


harmonisée<sup>12</sup>.



## 5.1. Adobe

L'«Adobe» est un terme ancien datant de plus de quatre mille ans en Egypte moyenne<sup>13</sup>, Peintures murales trouvées dans la tombe de Rekhimiré L'Egypte met en valeur l'artisanat ancien en adobe.



**Figure II.4** : Dessin d'une fresque datant de 3500 ans retrouvée en Égypte dans la tombe de Rekhmire et décrivant la fabrication d'adobes. Source : Auroville Earth Institute, 2017

« La brique séchée au soleil est plus communément connue sous le nom d'adobe. Elle est moulée à partir d'une terre malléable souvent ajoutée de paille. A l'origine, cette brique était formée à la main. Plus tard (et encore aujourd'hui), elle est fabriquée manuellement à

<sup>12</sup>Houben Hugo ; Hubert Guillaud ; CRAterre, *Traité de Construction En Terre* (Parenthese, 2006)

<sup>13</sup>Lynne et Adams, 2000

L'aide de moules à formes variées, en bois ou en métal. Actuellement, on emploie également des machines »<sup>14</sup>.



Figure II.5 : Séchage des adobes. Source : Al-sayaghi, 2012

### 5.2. Pisé

La terre battue ou l'argile est mondialement connue. En anglais, ça s'appelle "Terre damée". Pendant le processus de préparation, le sol doit être uniformément humidifié. Verser le mélange dans un moule ou une moule en couche mince, puis compacter pour Augmentez sa densité. L'augmentation de la densité augmente la résistance à la compression et Résistance à l'eau. Si traditionnellement, l'adobe est fait à la main à l'aide de pisoir (ou pisou) Pendant des décennies, cela a été fait mécaniquement avec un pisoir pneumatique.



Figure II.6 : Fabrication du pisé traditionnel dans la Vallée du Draa, au Maroc. Source: Mimó 2014

### 5.3. Bouge :

Les boules sont généralement formées de boules empilées les unes sur les autres. Cette technique est utilisée depuis longtemps. Il s'appelle "Sac" En France et "Cobb" dans les pays anglo-saxons.

La technologie des épis de maïs est également utilisée en Afrique et en Asie. exemple de L'architecture traditionnelle de la ville de Shibām au Yémen montre son temps et la résistance. Cette ancienne capitale a été classée par l'UNESCO comme Héritage du monde. En fait, Shibām est composé de deux Technologie (bauge et adobe).

<sup>14</sup>Houben Hugo, Guillaud Hubert, Traité de Construction en Terre, Marseille, Editions Parenthèses, 1989, p101



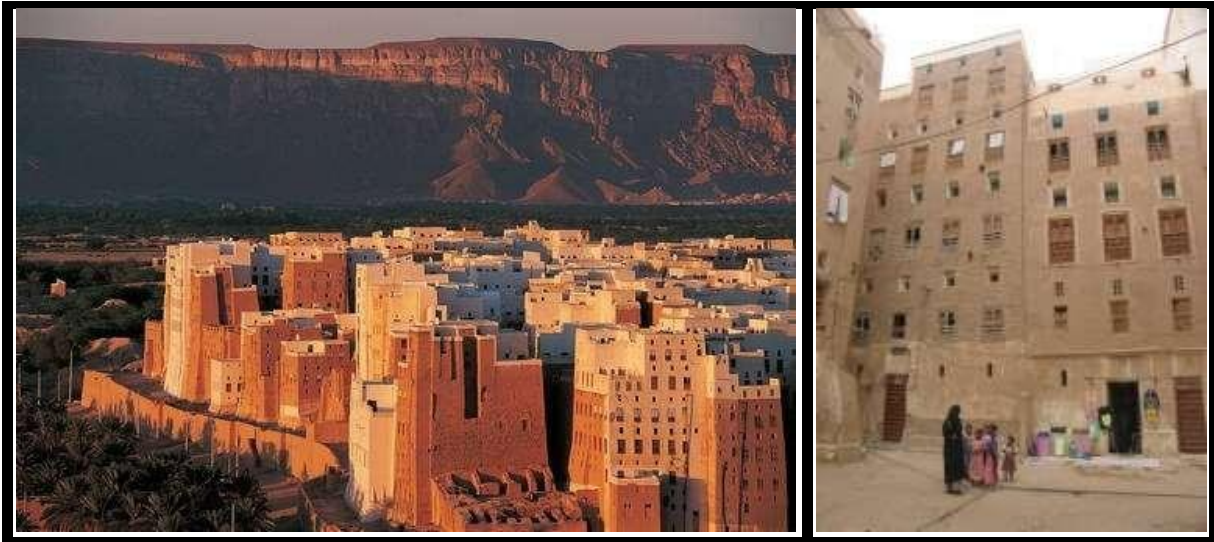


Figure II.7 : Ville de Shibam. Source: AnetaRibarska, 2006

### 5.4.Torchis

Le mur de boue est une structure Le sol et la paille sont généralement remplis de bois. Selon Larousse : La torche est un mortier fabriqué par Terreau et paille hachée pour le remplissage Partie à colombages.



Figure II.8 : Maison en Torchis à Toulouse, France. Source: Patrick Garcia 2003

### 3. Les nouveaux modes d'usage de la Terre

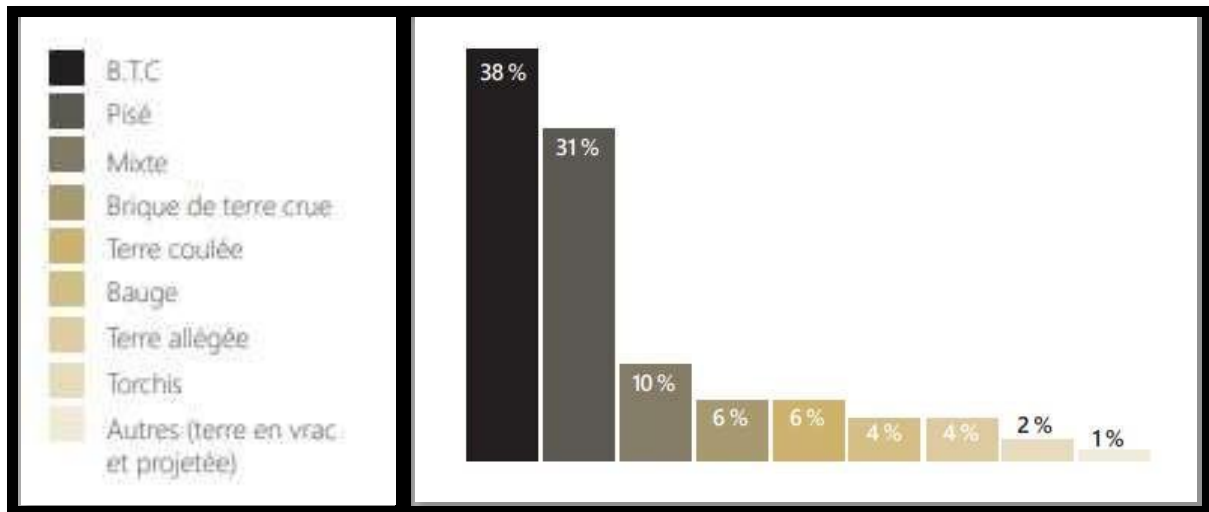
#### 3.1. Brique de terre comprimée « BTC »

*« Il est vrai que l'histoire du renouveau de la construction terre crue [...] est dominée par les techniques du pisé et du BTC, qui donnaient un label de modernité au matériau terre par leur dimension mécanisée. »<sup>15</sup>*

La technique la plus utilisée sur les quarante ans du renouveau de la terre crue est la

<sup>15</sup> NICOLAS Aymone, Construire en terre en France, dans VOHLARD Franz, Construire en terre allégée, Cenate Sotto, Editions Acte Sud, avril 2016, p.30

B.T.C unique technique utilisée pour 38 % des ouvrages recensés.<sup>16</sup>



**Figure II.9** : Proportion des techniques utilisées dans la construction neuve en terre crue entre 1976 et 2015 en France métropolitaine, source : Anne-Lyse Antoine, Elisabetta Carnevale. Architectures contemporaines en terre crue en France de 1976 à 2015 ;2016;p.99

Les bâtiments contemporains en terre sont principalement composés de bâtiments en pisé. C'est sans doute parce qu'elle est similaire à la technique du coulage du béton. Il existe également de nombreux bâtiments construits à partir des briques de terre compressées. En effet, ce matériau Nouveau (pour rappel, la première presse à imprimer à fabriquer du BTC a été développée en 1952) Il est possible de construire des bâtiments à la fois modernes et rapides d'exécution Une fois que le maçon a reçu une formation appropriée, il peut ignorer toute concurrence.

## 1.1.Définition

Les blocs de terre comprimée énoncée par Boubekour et Houben (1998) dans le guide des normes des blocs de terre comprimée par « sont des éléments de maçonnerie, de dimensions réduites et de caractéristiques régulières et contrôlées, obtenus par compression statique ou dynamique de terre à l'état humide suivie d'un démoulage immédiat. Les BTC sont constitués principalement de terre crue et doivent leur cohésion à l'état humide et à l'état sec essentiellement à la fraction argileuse composant la terre ; un additif peut être

<sup>16</sup> Anne-Lyse Antoine, Elisabetta Carnevale. Architectures contemporaines en terre crue en France de 1976 à 2015 : pourquoi et comment les acteurs construisent avec ce matériau aujourd'hui ?. Architecture, aménagement de l'espace. 2016. p.98

ajouté néanmoins à la terre pour améliorer ou développer des caractéristiques particulières des produits. Les caractéristiques finales de BTC dépendent de la qualité des matières premières (terre, additif) et de la qualité de l'exécution des différentes étapes de fabrication (préparation, malaxage, compression, cure) »<sup>17</sup>.

Par conséquent, pour la technologie de la terre battue, des briques de terre comprimée sont utilisées sur un terrain sec. Ce dernier est comprimé à la presse puis séché quelques semaines. Après cela, les briques de boue peuvent être utilisées pour la construction tout comme les briques d'adobe, les briques cuites ou les blocs de ciment.

### *1.2. Avantages*

La technique de la brique de terre comprimée présente plusieurs avantages qui méritent d'être relevés :

- La production du matériau, à l'aide de presses mécaniques de conception et au mode de fonctionnement varié, constitue une réelle amélioration par rapport aux modes traditionnels de production des briques de terre, que ce soit l'adobe ou les blocs de terre compactés manuellement. On obtient notamment une régularité de la qualité des produits. Cette qualité favorise l'acceptation sociale d'un renouveau de la construction en terre.
- La production de la brique de terre comprimée est généralement associée à la mise en place de procédures de contrôle de qualité qui répondent aux exigences d'une codification, voire d'une normalisation des produits de construction, notamment pour une utilisation en milieu urbain.
- Dans des contextes où les cultures constructives sont déjà marquées par la construction en petits éléments de maçonnerie (brique cuite, pierre, bloc de sable-ciment), la brique de terre comprimée est très facilement intégrée et constitue une ressource technologique supplémentaire utile au développement socio-économique du secteur du bâtiment.

---

<sup>19</sup>Boubekeur&Houben, 1998 : p. 25

- La flexibilité des modes de production de la brique de terre comprimée, en milieu rural comme urbain, à l'échelle artisanale comme industrielle, est un avantage qui retient l'intérêt des décideurs politiques, des investisseurs et des entrepreneurs.
- La qualité architecturale des ouvrages en brique de terre comprimée, bien conçus et bien réalisés, conquiert l'intérêt des architectes et des populations qui occupent les bâtiments réalisés avec ce matériau.

### *1.3. Constitution*

Comme indiqué dans la norme, la qualité des matières premières est très importante pour obtenir un produit satisfaisant. Mais de quoi sont faites ces briques de terre compressées ? On y retrouve dans les proportions étudiées : du terre (c'est-à-dire un mélange de graviers, de sable, de limon et d'argile), de l'eau et d'éventuels additifs. Ces derniers sont ajoutés à la terre afin d'améliorer les caractéristiques finales du BTC ou de développer des caractéristiques particulières<sup>18</sup>. Généralement, les additifs utilisés servent à la stabilisation de la terre, c'est-à-dire qu'ils neutralisent la sensibilité à l'eau de la fraction des fines et maintiennent ainsi la cohésion à un niveau acceptable même à l'état humide<sup>19</sup>. Les stabilisants les plus couramment utilisés sont le ciment et la chaux, et d'autres additifs tels que les colorants peuvent être utilisés pour changer la couleur de la terre. Dans certains cas, il a également été constaté que l'ajout de fibres peut augmenter la résistance à la traction et réduire les fissures de retrait. Le choix du terre est une étape très importante dans la fabrication du BTC. En effet, lorsqu'une bonne terre est utilisée, la qualité du produit fini sera nettement meilleure que celle d'une mauvaise terre. De même, une bonne terre nécessite beaucoup moins de stabilisant qu'un terre de mauvaise qualité pour obtenir des résultats de qualité similaire. Mais choisir une bonne terre n'a pas à aller dans une carrière lointaine : il faut d'abord analyser la terre disponible là-bas, puis choisir le meilleur. La zone restreinte de la courbe granulométrique de la terre a été définie pour le BTC. Par conséquent, les terres contenant 0 à 40 % de gravier, 25 à 80 % de sable, 10 à 25 % de limon et 8 à 30 % d'argile sont plus susceptibles de convenir à la fabrication de BTC. Même si la terre ne répond pas à ces normes, de bons résultats peuvent encore être obtenus. Les terres particulièrement adaptés au BTC sont les argilo-graveleux, les argiles sableuses et les argiles limoneuses. Ces

---

<sup>18</sup>Boubekeur&Houben, 1998 : p. 25

<sup>19</sup>Boubekeur&Houben, 1998 : p. 25



trois types de terres ont besoin d'être stabilisés, de préférence avec de la chaux et un ajout de sable. S'ils sont stabilisés avec du ciment, du sable très fin, du Limon fin, de l'argile fine et de l'argile conviennent également. La terre est composée de gravier, de sable et Les limons et la stabilisation au ciment peuvent également convenir. Des mélanges de gravier, de sable et d'argile sont également utilisés avec des stabilisants à la chaux ou au ciment. Le sable limoneux peut être utilisé pour produire du BTC avec une stabilisation au ciment, tandis que le sable argileux sera utilisé avec une stabilisation à la chaux ou au ciment. Lorsque la terre utilisée est trop silteuse et/ou argileuse, un dégraissant peut y être ajouté : il s'agit généralement d'un granulats de type sableux<sup>20</sup>.

### *1.4.Mise en œuvre*

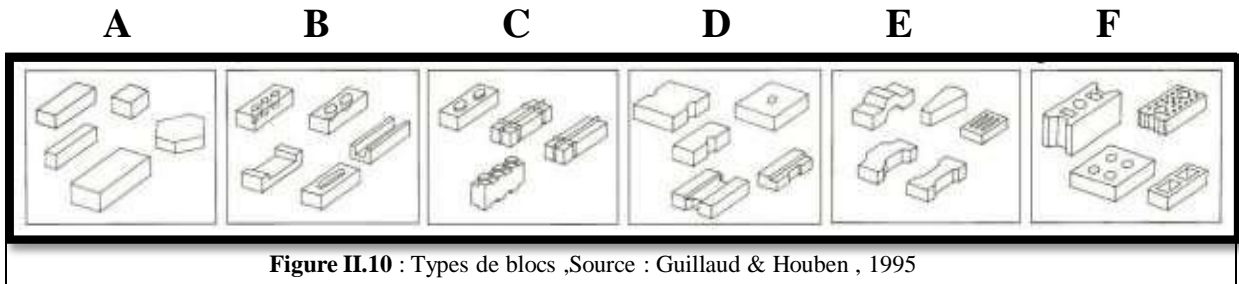
Les briques de terre comprimée (BTC) sont fabriquées dans des presses qui compriment de la terre humide et pulvérulente<sup>21</sup>. Ces presses ont plusieurs moules et peuvent produire différents types de briques. En fonction des travaux à réaliser (maçonnerie porteuse, maçonnerie remplie, maçonnerie armée, travaux spéciaux, pose côte à côte, pose à emboîtement, etc.), la brique la plus adaptée sera sélectionnée. Par conséquent, il existe des blocs pleins (figure 10A), adaptés à divers usages ; des blocs creux (figure 10B), avec des vides occupant 15 à 30 % du volume, ce qui peut réduire le poids des blocs et mieux lier le mortier ; nid d'abeille blocs (figure 10F) a un taux de vide plus important que le bloc précédent ; blocs emboîtables sans mortier pendant la suspension (figure 10C); blocs sismiques (figure 10D), qui peuvent intégrer des systèmes structuraux sismiques ; enfin, des blocs spéciaux (figure 10E) sont spécifiquement fabriqués pour l'application. Des moules spécifiques permettent également la réalisation de motifs sur les faces des blocs qui seront visibles afin d'obtenir un effet décoratif du bloc sans avoir recours à un traitement de finition<sup>22</sup>.

---

<sup>20</sup>Boubekeur&Houben, 1998 ; Doat et al., 1979

<sup>21</sup> Anger & Fontaine, 2009 : p.82.

<sup>22</sup> Guillaud &Houben, 1995 ; Rigassi&CRATerre-EAG, 1995



## 1.5. Construction d'un mur en brique de terre comprimée

- Les murs

- Appareillage des murs

Selon sa position dans le mur, une brique peut avoir des appellations différentes :

- Panneresse (grand coté visible) : la brique est une panneresse quand son grand côté est apparent
- Boutisse (petit coté visible): la brique est une boutisse quand son petit côté est apparent.
- Parpaing (briques montées sur chant): Quand la boutisse est visible sur chaque parement du mur, c'est-à-dire qu'elle est traversant sur son épaisseur, elle devient un parpaing.

L'épaisseur des murs en BTC va dépendre de sa destination et des briques utilisées.

En format le plus courant, soit 29,5x14x9 cm, le mur pourra faire :

- 14 cm d'épaisseur (une seule brique en panneresse)
- 29, 5 d'épaisseur, soit une brique en boutisse ou 2 briques en panneresse
- 45 cm d'épaisseur, soit une panneresse et une boutisse.

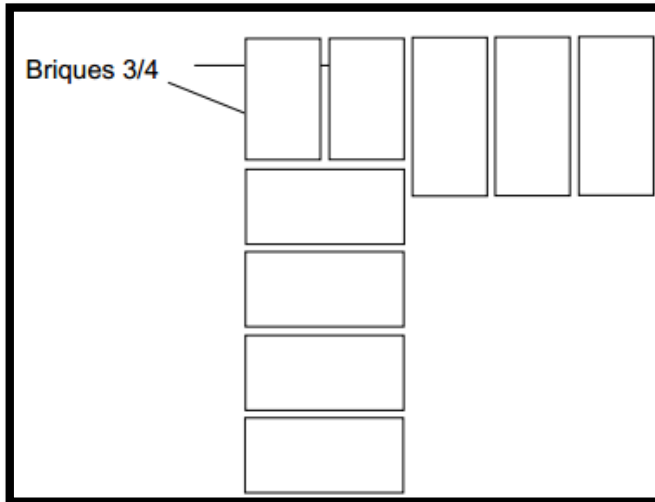
En 14 cm d'épaisseur, le mur ne peut alors que servir de cloison non porteuse (règle de l'élançement).

Dans les exemples d'appareillage ci-dessous, les murs sont à double épaisseur de briques.

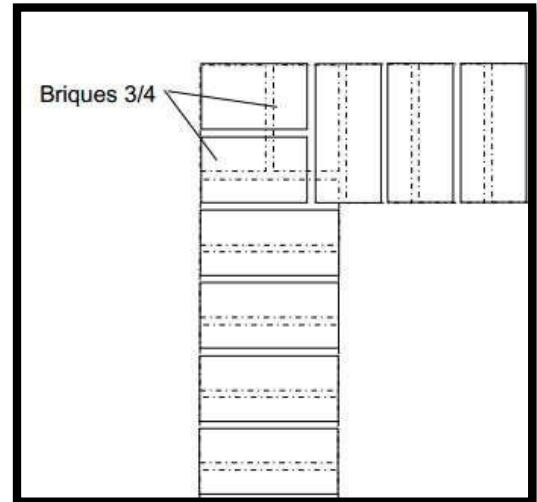
- Exemples d'appareillage:

- Les briques sont toutes en boutisse.
- La distance entre 2 joints verticaux d'une assise à l'autre est égale au ¼ de la longueur de la brique.
- Il n'y jamais de superposition de joints verticaux.

1<sup>er</sup> rangée :

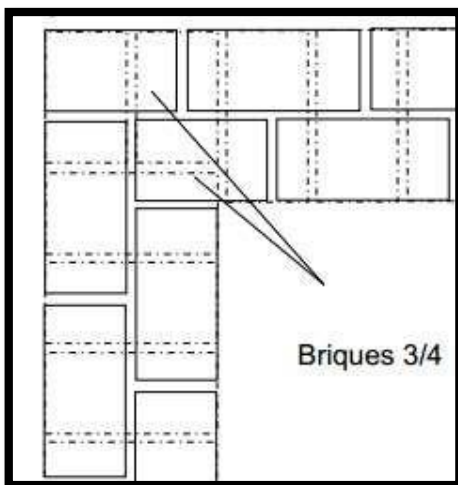


2<sup>ème</sup> rangée :

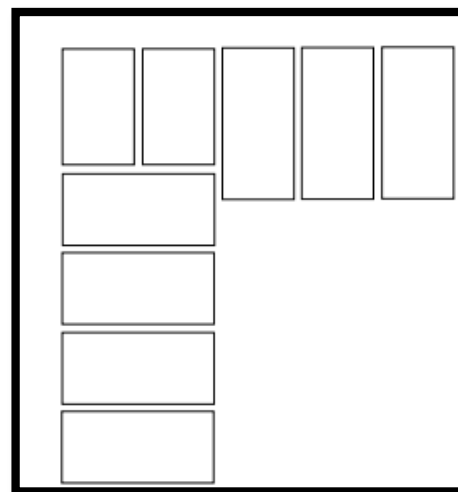


- Autre exemple d'appareillage :

1<sup>er</sup> rangée :



2<sup>ème</sup> rangée :



- Alternance d'assises montées en boutisse et en panneresse.
- Les règles concernant les joints verticaux sont respectées

La maçonnerie en briques de terre comprimée permet de réaliser soit des murs porteurs, minces ou épais, soit des murs non porteurs tels que cloisons de séparation des espaces à l'intérieur d'un bâtiment. Cette typologie simple offre une grande souplesse d'utilisation architecturale.

- Les solutions pour régler les problèmes du mur (l'écrasement, les charges excentriques horizontales et verticales, le flambement)<sup>23</sup>:
- Pour les murs non porteurs, la maçonnerie de remplissage (d'une ossature en béton ou d'un colombage en bois) limite le risque d'écartement.
  - Pour les murs porteurs, il existe plusieurs solutions qui permettent de réduire les contraintes de charges excentriques, de flambement ou de charges horizontales.

On peut :

- jouer sur l'épaisseur des murs
  - améliorer la stabilité des murs minces par des contreforts
  - améliorer la stabilité des murs minces par des chaînages
  - réaliser des maçonneries armées, horizontalement et verticalement (systèmes parasismiques)
- Les fondations et les soubassements

Les fondations et le soubassement d'un ouvrage en BTC doivent être particulièrement soignés et doivent mettre le bâtiment à l'abri de deux principaux types de problèmes :

- Les problèmes de structure
- Les problèmes liés à l'humidité

Le choix d'un système de fondations et de soubassement doit être avant tout adaptée au type de sol, au type de bâtiment construit (édifice privé ou recevant du public), à la nature des charges et surcharges admissibles, aux contraintes climatiques de l'environnement (pluie, neige, vent, etc.), aux dispositions constructives de l'ouvrage (types de murs, épaisseur des murs, présence d'une cave, d'un vide sanitaire, etc.).<sup>24</sup>

- Traitements des ouvertures :

Les ouvertures sont des "ruptures" dans la chaîne d'éléments qui assurent la cohésion du mur. Les ouvertures sont souvent l'occasion de désordres dans les murs en brique de terre

---

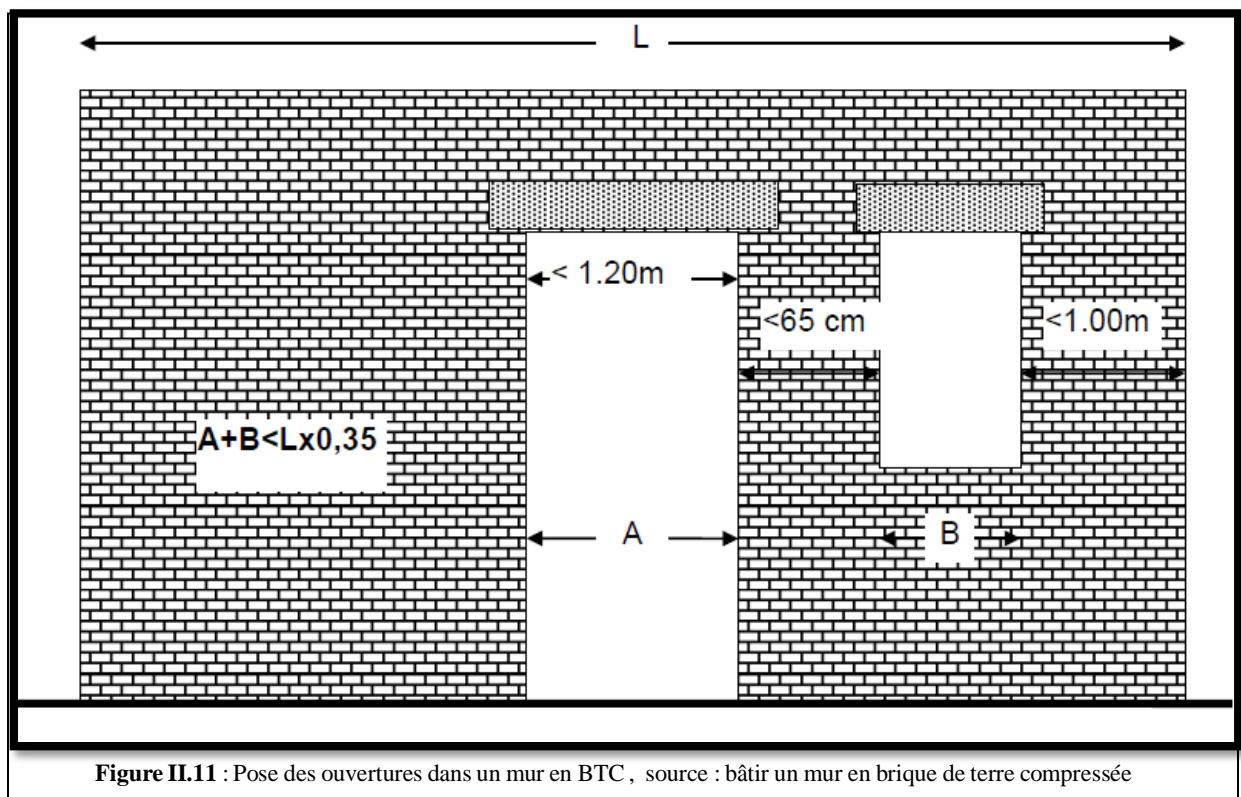
<sup>23</sup> Guillaud, H., Joffroy, T., Odul, P., & CRATerre-EAG (1995). *Blocs de terre comprimée. Volume II. Manuel de conception et de construction*. Eschborn, GTZ.p.34

<sup>24</sup> Guillaud, H., Joffroy, T., Odul, P., & CRATerre-EAG (1995). *Blocs de terre comprimée. Volume II. Manuel de conception et de construction*. Eschborn, GTZ.p.36

compressée. Il peut s'agir de désordres structurels (fissures, déformations) ou de pathologies liées à l'effet de l'eau sur l'ouvrage, et sont généralement provoqués par des solutions techniques inappropriées. Par conséquent, il est important de considérer diverses « interférences » sous différents angles. Murez-les et traitez-les en conséquence.

➤ Les linteaux

Le linteau supportera les charges de la maçonnerie supérieure (en plus de son propre poids) et transférera ces charges sur le cadre de l'ouverture. En raison des limitations mécaniques de la maçonnerie BTC, certaines règles de mise en œuvre doivent être suivies en ce qui concerne la répartition et l'importance des ouvertures dans un mur.



- a) L'ouverture entre l'appareillage ne dépasse pas 1,20 m (ou prévoir des réglementations structurelles appropriées)
- b) Il n'y a pas d'ouverture à moins d'un mètre du coin du mur .
- c) le trumeau ne doit pas être inférieure à l'épaisseur du mur et inférieure à 65 cm
- d) Le rapport vide (ouvertures) pour plein (la maçonnerie) doit être inférieur à 1/3.
- e) La longueur cumulée de l'ouverture est inférieure à 35 % de la longueur du mur.

Le linteau sur le mur BTC peut être en bois, en béton ou en pierre. Mais plus il est lourd, plus il risque de semer la confusion, notamment sur l'encadrement de porte sur lequel il repose.

En fonction de l'importance des charges transmises aux jambages, il est nécessaire de renforcer leur résistance à la compression (briques en terre cuite, maçonnerie de pierre).

### ➤ Les appuis

Les appuis subissent l'action mécanique des jambages et peuvent aussi être soumis à l'action des eaux de pluie.

L'appui sera renforcé si les charges subies sont trop importantes. Si l'appui est une pièce rapportée indépendante, il faudra s'assurer que l'assise de briques qui reçoit les jambages supportera les forces transmises et au besoin renforcer par un chaînage.

L'appui peut être en bois, en pierre, en terre cuite, etc. le débord devra comporter une « Goutte d'eau » pour empêcher tout ruissellement sur l'allège.

- La protection contre l'humidité :

Il faut préserver les briques des pluies et des remontées capillaires.

### ➤ la pluie :

Nous avons déjà précisé qu'une maçonnerie en briques de terre compressée devait avoir

- Les pluies d'ouest et de nord sont à éviter. Il vaut donc mieux enduire ces murs pour les préserver. Pour les autres façades, privilégier une btc stabilisée suffisamment pour se prémunir des risques de gel.
- Il faut également se prémunir contre les rejaillissements de l'eau de pluie en évitant des sols favorisant le rebondissement de gouttes d'eau.
- Il vaut mieux prévoir plusieurs lignes de terre cuite ou autre matériau avant de bâtir la terre crue en extérieur.

### ➤ Les pièces humides :

D'une manière générale, il est préférable d'éviter de placer des murs de briques de terre comprimées dans des pièces humides. Mais si nécessaire, toutes les mesures doivent

être prises pour s'assurer que l'humidité (sous diverses formes) n'affecte pas négativement la résistance et la conservation du mur. La pièce sera entièrement ventilée. La canalisation d'alimentation en eau ne sera pas intégrée à la structure de maçonnerie. S'il y a un risque de condensation, évitez de les fixer au mur du BTC Sur le tuyau, cela peut endommager le ruissellement du mur. L'équipement, lavabo, baignoire ou douche n'est pas fixé au mur Les briques et l'équipement peuvent empêcher l'eau d'éclabousser le mur. Le sol sera incliné vers le centre avec un dispositif de captage.

- Le mortier

Les BTC peuvent être montées avec un mélange terre/chaux, sable/ chaux ou à la terre seulement. Les mortiers utilisés pour la construction en BTC doivent garantir la même résistance à la compression et à l'érosion que les briques<sup>25</sup>. Ils doivent également être perméables à l'humidité et accepter certaines déformations.

En fonction des applications et du contexte :

- Terre/Chaux : Tous cas de figure
- Sable/Chaux : Tous cas de figure
  - Terre seule : Intérieur seulement (Terre avec la bonne teneur d'argile, tests à prévoir)

Le mélange avec de la chaux est préconisé à 20% (1 volume de chaux pour 5 volumes de terre ou sable et 2 volume d'eau).

Pour prendre une bonne pratique de mortier L'eau du mélange doit être propre et l'épaisseur des joints de mortier horizontaux et verticaux doit être régulière et au maximum de 1 à 1.5 cm. la consistance doit être souple mais pas liquide.

- Les enduites :

Le choix de réaliser un enduit sur un mur en BTC résulte d'une volonté esthétique ou de la nécessité d'une couche protectrice les enduits peuvent être faits à la chaux, à la terre ou avec de la terre stabilisée par ajout d'un liant (ciment ou chaux) le ciment est à proscrire, d'une part pour son manque d'adhérence sur la terre, d'autre part parce qu'il empêche l'évaporation de la vapeur d'eau qui pourrait résider dans le mur .

- Enduits à la chaux

---

<sup>25</sup> Guillaud, H., Joffroy, T., Odul, P., & CRATerre-EAG (1995). *Blocs de terre comprimée. Volume II. Manuel de conception et de construction*. Eschborn, GTZ ; P.20

La chaux aérienne est préférable à la chaux hydraulique. Son durcissement se fait au contact du gaz carbonique contenu dans l'air. De ce fait la prise de la chaux aérienne est plus lente et reste sensible aux perturbations atmosphériques. Si le mortier est réalisé avec la terre servant à la fabrication des BTC, il faudra le tamiser pour éliminer les gravillons et rajouter éventuellement du sable. (cf. confection des mortiers ci-dessus us). Il est aussi possible de la chaux d'utiliser de la chaux hydraulique naturelle pour l'enduit, mais pas la chaux hydraulique artificielle dont les caractéristiques sont proches de celles du ciment.

L'enduit traditionnel à la chaux se fait en 3 couches :

- Le gobetis (ou couche d'accrochage)

Enduit plus au mur. Il est projeté en une couche mince laissée ouracrugueuse pprocher la 2ème passe le corps d'enduit. Il est préférable d'utiliser de la chaux hydraulique pour le gobetis en raison de sa plus grande adhérence et de plus grande rapidité de séchage.

- le corps d'enduit :

Enduit plus maigre, c'est à dire moins riche en liant, afin d'éviter la fissuration due au retrait lors du séchage. Il est fait à la chaux aérienne ou avec un mélange chaux aérienne/chaux hydraulique Cette couche va assurer la fonction d'imperméabilisation. L'enduit est serré à la taloche mais doit rester rugueux. Epaisseur 10à15 mm.

- L'enduit de finition :

Qui va donner son aspect fini à l'enduit. Il est conseillé de n'utiliser que de la chaux aérienne.

- Enduit de terre

La terre peut être utilisée seule ou stabilisée comme enduit intérieur ou extérieur.

Dans ce dernier cas, l'enduit devra faire l'objet d'un entretien régulier pour remédier aux effets de l'érosion, ou même être refait régulièrement comme cela se pratique dans certaines contrées.

Il est possible de passer un badigeon ou une peinture sur l'enduit.



## CHAPITRE ETAT DE L'ART

La terre utilisée devra être argilo-sableuse et être tamisée pour ne pas contenir d'éléments supérieurs à 2 mm.

Il peut être ajouté du ciment (3 à 4%) si la terre est très sableuse, ou de la chaux (jusqu'à) si elle trop argileuse.

En extérieur, il est conseillé d'exécuter un enduit à 3 passes ; il faut améliorer les qualités adhésives de la 1 ère couche (plus d'argile ou de chaux) et réaliser un enduit rugueux.

L'enduit de finition sera taloché fin.

En intérieur une couche peut suffire, mais il est préférable d'en réaliser au moins 2, éventuellement avec un mélange légèrement amendé de chaux, pour les arêtes, bas des murs, tableaux.

Il est conseillé de re-humidifier l'enduit quand il commence à sécher pour éviter le « Farinage ».

- Exemple sur le BTC :

De nombreux bâtiments de BTC ont vu le jour ces dernières années, et certains d'entre eux sont très accrocheurs. Lorsque ceux-ci sont bien conçus et bien fabriqués, ils présentent d'énormes avantages architecturaux et économiques: confort et durabilité.

Le centre de l'architecture de Terre au Mali est l'œuvre de Diébédo Francis Kéré.



**Figure II.12 :** Centre de l'Architecture de Terre, Mali ; Source : Kéré Architecture

Comme ses autres ouvrages, ce bâtiment a été bien pensé et a pleinement exploité tous les avantages de la construction de terre crue. En raison de l'inertie thermique du matériau, les murs et les voûtes en berceaux sont en BTC pour assurer une température interne stable et confortable, tandis que la poutre est en béton. Le toit en tôle en porte-à-faux

Aide à protéger les briques des facteurs naturels et offre une protection solaire. Grâce aux aérations sur les murs et les voûtes qui permettent à l'air naturel de circuler, tout cela est traité de manière moderne tout en se fondant parfaitement dans l'environnement.

Mauricio Sanchez et Dario Angulo, architectes colombien, construisent quant à eux des habitats collectifs et individuels de haut standing en BTC, prouvant que la construction en terre n'est pas réservée à la population pauvre.



**Figure II.13** : Habitats collectifs et individuels, Mauricio Sanchez & Dario Angulo ;Source : Auroville

- Conclusion

La technologie des briques de terre compressée présente de nombreux avantages, ce qui en fait la future technologie de construction de nombreux pays. En fait, bien que de nombreuses expériences sur sa stabilité soient encore nécessaires, il a prouvé son utilité à plusieurs reprises. L'utilisation de presses mécaniques dans sa conception en fait un matériau plus fiable que les matériaux traditionnels. Cette constance dans la qualité a renouvelé la confiance dans la construction en terre que beaucoup des gens considéraient perdue. De plus en plus de normes ont également été élaborées pour assurer la qualité des produits, notamment pour une utilisation en milieu urbain. Cette nouvelle technologie de maçonnerie s'intègre facilement dans le domaine de la construction. De plus, sa capacité à réaliser des productions manuelles et industrielles en milieu urbain ou rural lui confère un intérêt supplémentaire. Finalement, ses performances techniques (principalement thermiques) et les possibilités architecturales qu'elle offre en font un matériau de plus en plus apprécié par les populations et les architectes.<sup>26</sup>

---

<sup>26</sup> Guillaud & Houben, 1995

### 3.2. Brique de terre stabilisée « BTS » :

#### 2.1. Définition :

Un mélange adapté de terre à la granulométrie recherchée permet d'utiliser les caractéristiques respectives de chaque composant pour obtenir une ossature rigide et une bonne cohésion : c'est le principe béton de terre . Le compactage du mélange de déchets augmente considérablement la résistance du produit. Enfin, l'ajout d'une petite quantité de stabilisants (chaux, ciment, asphalte, etc.) peut résoudre de manière satisfaisante le problème de sensibilité à l'eau. Ce mélange stable et compacté est appelé brique de terre stabilisé.

#### 2.2. Avantages :

Confort thermique et faible coût du matériau de base sont les deux avantages majeurs de l'utilisation du BTS.

- Confort thermique :

Les briques de terre stabilisée ont de meilleures propriétés thermiques que le béton de ciment traditionnel.

- Avantages économiques :

- Economie sur les agrégats :

La terre utilisée dans la composition de la brique de terre stabilisée est dans la plupart des cas disponible localement. La plupart des cas sont susceptibles d'être stabilisés et dans de nombreux cas, on peut envisager d'utiliser le sol extrait des fouilles de fondations. Il importe donc tirer parti des avantages de ce type de matériau en proposant des solutions techniques permettent de palier aux trois inconvénients cités de la forme traditionnelle d'utilisation en construction, ce qui assurera en même temps un meilleur « fini » pour revaloriser l'image de ce matériau particulièrement intéressant dans les wilaya du sud pour le confort thermique qu'il permet d'obtenir.

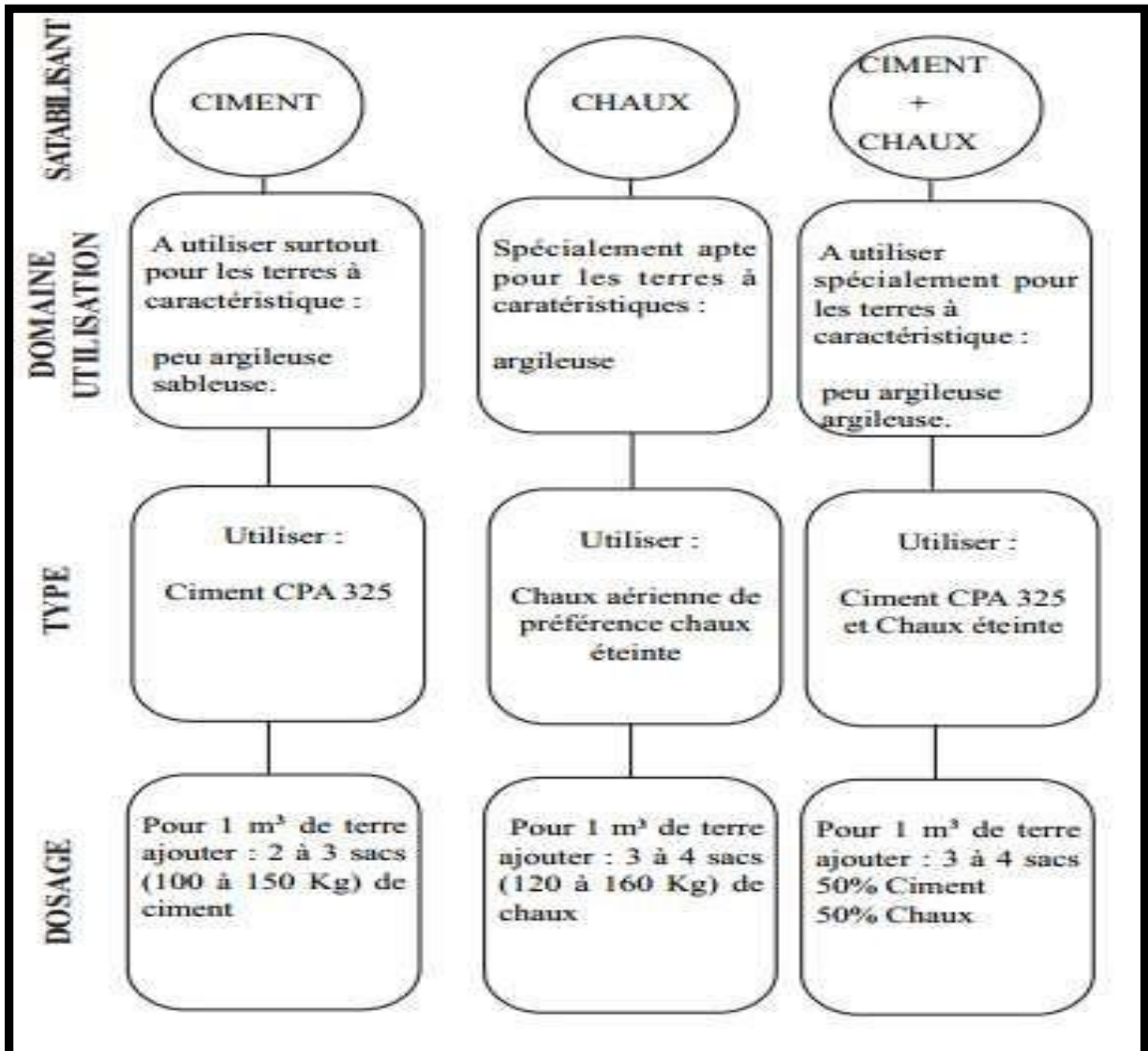
- Economie en ciment :

La quantité de ciment utilisée dans les blocs et mortiers BTS est inférieure à celle des parpaings et mortiers de ciment traditionnels.

## 2.3. La stabilisation :

Fondamentalement, la stabilisation a comme objectif d'améliorer les points faibles de la terre utilisée traditionnellement dans la construction.

- Les produits stabilisants :

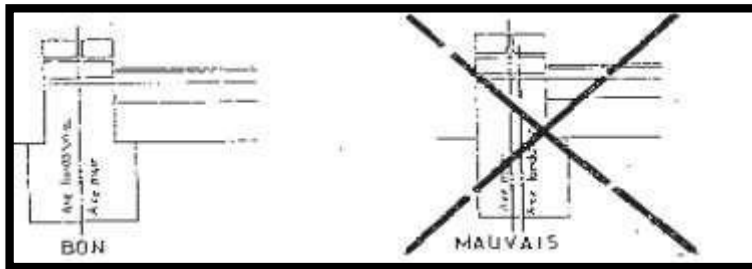


**Figure II.14** : les produits stabilisants de la brique de terre ; source guide technique du béton de terre stabilisé, Cnerib,p.16

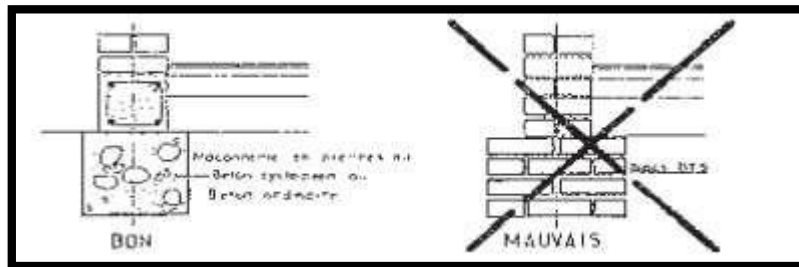
## 2.4. Mise en œuvre :

- Fondations :

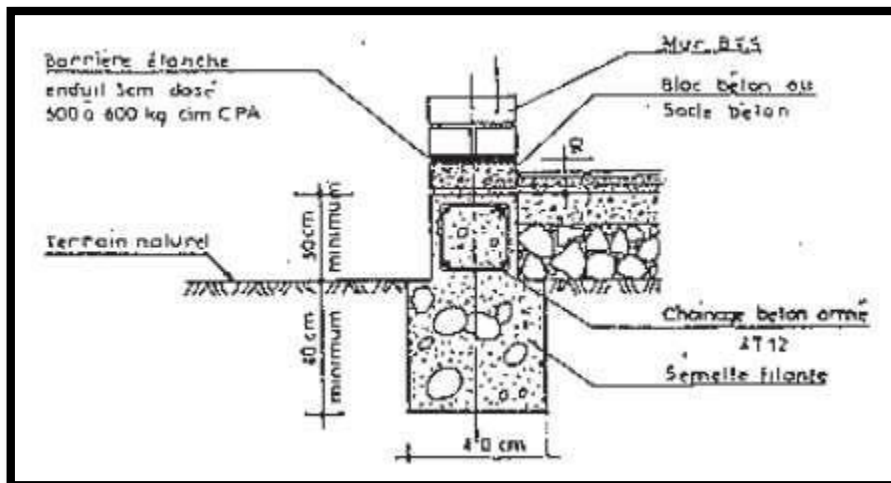
Tous les murs porteurs doivent avoir une fondation continue et l'axe du mur coïncide avec l'axe de la fondation.



La semelle sera de préférence en béton cyclopéen. En aucun cas, des blocs de terre stabilisé ne doivent être utilisés pour les fondations.



Afin d'éviter les remontées capillaires d'humidité du sol et les éclaboussures d'eau de pluie, des mesures de précaution comme indiqué dans les détails ci-joints seront prises.



## CHAPITRE ETAT DE L'ART

- Murs :

L'épaisseur du mur porteur est supérieure ou égale à 30 cm pour le mur extérieur et 20 cm pour le mur intérieur.

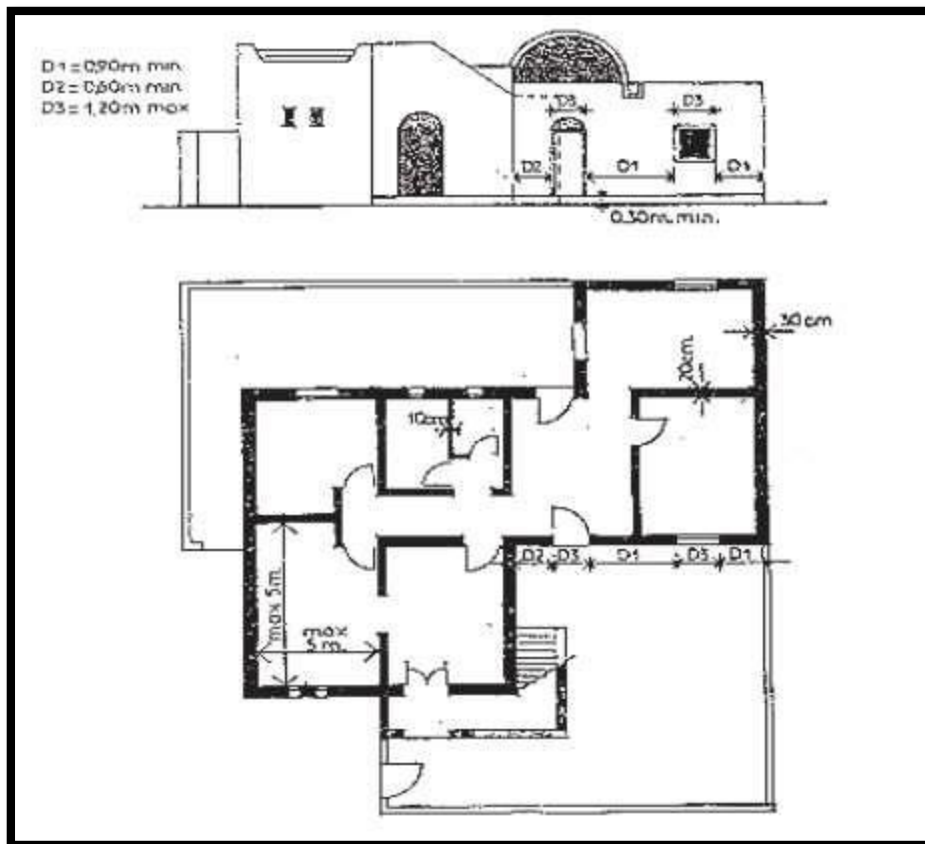
La hauteur du sol au plafond recommandée est de 2,75 m.

La distance maximum entre murs porteurs dans les deux sens ne doit pas dépasser 5m.

Les trumeaux doivent avoir une largeur minimum de 90 cm et comporter 3 briques en panneresse au minimum.

La surface totale des ouvertures dans les murs porteurs ne devra pas excéder  $\frac{1}{4}$  de la surface totale de mur.

La portée maximum des ouvertures sera de 1.20 m.



### 2.5.Appareillage :

Tous les appareillages traditionnels en maçonnerie sont possibles. Ils devront assurer un décalage des joints verticaux d'un minimum de  $\frac{1}{4}$  de bloc (6 cm).

Le mortier d'hourdage doit avoir autant que possible une composition similaire à celle des blocs.

Deux compositions sont données à titre indicatif :

#### 1<sup>ère</sup> composition :

-1 partie de ciment

-2 parties de terre propre

à la stabilisation, criblée à 2 mm

-7 parties de sable

#### 2<sup>ème</sup> composition :

-0.5 parties de ciment

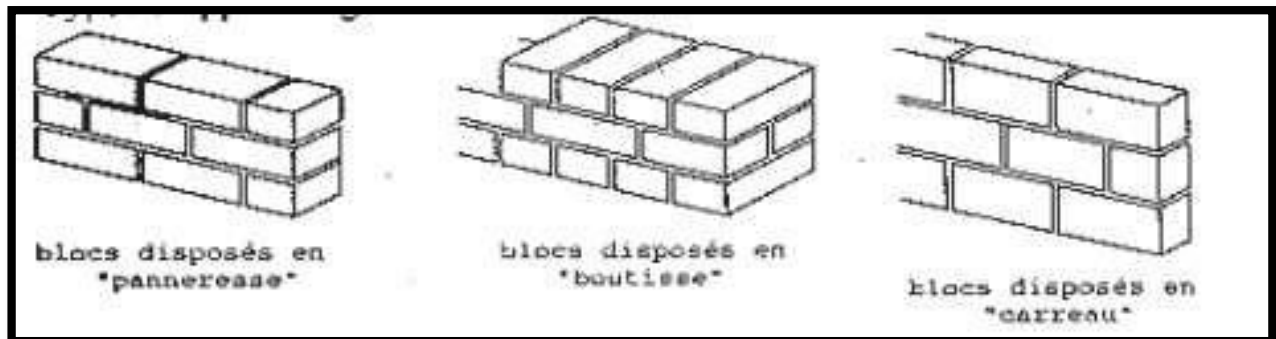
-0.5 parties de chaux

-2 parties de terre propre

à la stabilisation, criblée à 2 mm

-7 parties de sable

Types d'appareillages:



### 2.6.Calepinage

Les dimensions de la construction, aussi bien en plan qu'en élévation doivent être des multiples des dimensions des BTS, ce qui permet d'éviter la taille des blocs et facilite une exécution soignée, qui est indispensable à la maçonnerie porteuse et apparente.

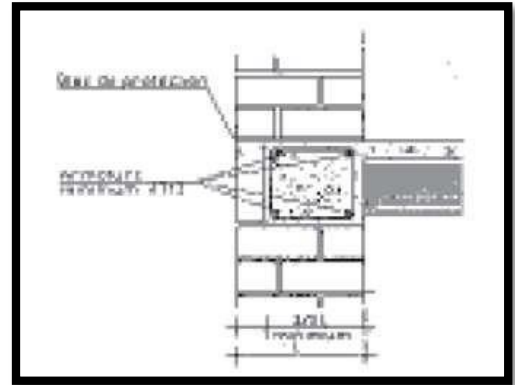


Les longueurs sont fonction du nombre de blocs et de joints, qui vont dépendre de la forme du mur. Les hauteurs sont définies en assises, une assise correspond à la hauteur d'un bloc et d'un joint.

### 2.7. Chainage

- Chaînages horizontaux

Les chaînages horizontaux en béton armé au niveau du plancher, sont obligatoires pour tous les murs porteurs. La hauteur du chaînage des murs périphérique sera au minimum celle du plancher associé. Le chaînage permet aussi de répartir les efforts d'une poutre, si l'appui est trop étroit le mur risque de se fissurer.



- Chaînages verticaux

Dans la plupart des cas, les chaînages verticaux ne sont pas nécessaires. Néanmoins, des renforcements sont à prévoir tous les 60 cm, au niveau de l'intersection des murs porteurs. Le renforcement sera constitué par deux barres horizontales placées dans le mortier des joints horizontaux.

### 2.8. Linteaux

Le franchissement des ouvertures dans les murs peuvent être réalisés par des linteaux en béton armé, préfabriqués ou coulés sur place. On peut aussi réaliser des linteaux préfabriqués utilisant des blocs évidés en coffrages perdus.

- Linteaux en arc

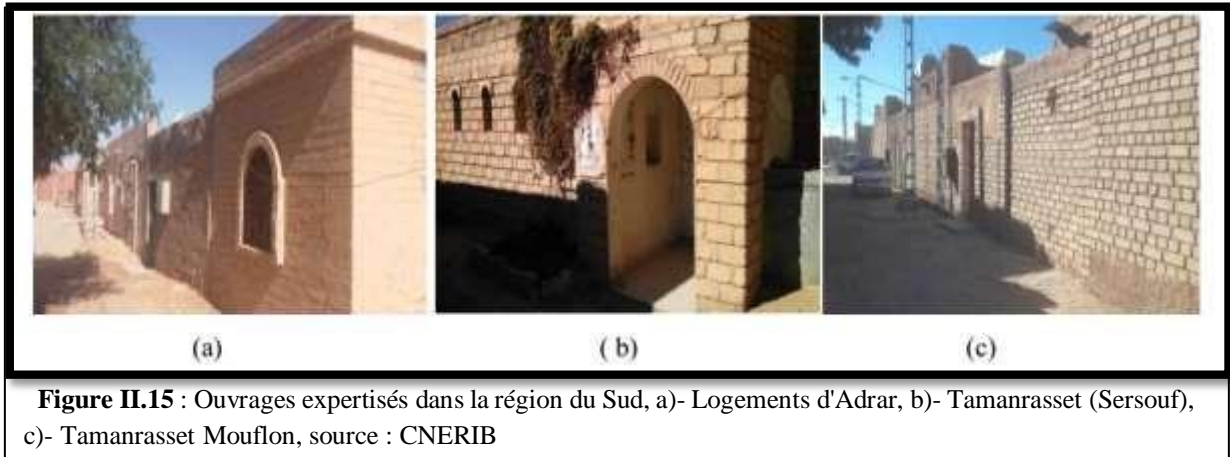
Dans le cas où les linteaux ne coïncident pas avec le niveau du chaînage, on peut réaliser des linteaux en arcs en BTS.

### 2.9. Exemple sur le BTS :

Les inspections dans le Sud du pays ont concerné des ouvrages situés dans les deux wilayas d'Adrar et de Tamanrasset.

Dans la wilaya d'Adrar, l'expertise a porté sur 10 logements réalisés dans la région du Touat, A Tamanrasset, deux sites ont été inspecté, à savoir celui du Sersouf regroupant 20 logements (1986) et celui de Mouflon avec 24 logements (1995), figure 11-b-c.





La construction de 10 logements BTS à Adrar City a commencé en 1986, et la réception définitive a été réalisée en 1988. Ce sont des bâtiments simples (R + 0). La fondation est située sur une fondation continue en béton armé, avec une base en béton armé au-dessus. Le bloc utilisé est un bloc massif de dimension standard : 29,5 cm x 14 cm x 9,5 cm, réalisé à l'aide d'une presse mécanique. La stabilisation chimique est basée sur une teneur en ciment de 7 % et une résistance au compactage supérieure à 10 MPa. Le mortier utilisé est similaire au mortier de chaux/ciment.

L'évaluation menée dans la ville de Tamanrasset a concerné deux (02) chantiers de construction de BTS, à savoir Sersouf et Mouflon, situés à l'est et au sud-est du centre-ville. Le premier site comprend 20 résidences urbaines R+0 dans le quartier de Sersouf, construites en 1984. Parmi ces 20 maisons, 12 sont de type F3 et 08 sont de type F4. Les éléments de maçonnerie utilisés pour réaliser ces structures sont des blocs solides en terre comprimée. Ces blocs sont fabriqués à l'aide de machines industrielles de type "LOREV" utilisant une énergie de compactage à haute pression. Les dimensions du bloc sont de 29,5 cm x 14 cm x 9,5 cm. La nature du sol utilisé pour fabriquer les blocs de construction est sablonneuse. Sa stabilité est obtenue en ajoutant 7 % de ciment. De plus, selon d'autres sources, certaines maisons sont construites avec des blocs solides et stables avec une teneur en ciment allant jusqu'à 20 %.

Dans le nord du pays, les investigations expérimentales ont ciblé des prototypes bioclimatiques, des maisons rurales économes en énergie construites à Souidania en 1984 et 2007, et des maisons construites à Beni-Messous en 1987.



**Figure II.17** : Prototypes de logements en BTS dans le Nord, a) Prototype bioclimatique de Souidania, b) prototype Medenec, c) Logements de Beni-Messous

### Conclusion

L'architecture de terre est une ressource de patrimoine architectural et un héritage culturel qu'il faut revaloriser car la tradition est un pionnier de développement.

Refuser d'utiliser la terre comme matériau de construction, car il représente Les valeurs de souffrance, de pauvreté et de sous-développement, n'est pas juste. En effet, dans les pays en voie de développement, l'expérience à montré que en face des défis du changement, l'usage de ce matériau a permis d'apporter des solutions parfaites et idéales. L'étude approfondie du terrain et la maîtrise de son potentiel ont facilité la réalisation de L'équilibre entre l'homme et l'environnement. .En outre, l'usage nouveau de l'architecture de terre, a permis de redonner un nouvel élan à La l'héritage du passé L'homme a un nouveau regard sur ces choix, et a ouvert la porte à de nouveaux choix.

A partir des exemples cités dans ce chapitre, on peut déduire qu'Il existe une solution au niveau de l'utilisation de la matière terre comme matériau de construction, capable de participer à la prise en charge des problèmes de notre temps.

## I. ANALYSE URBAIN

### 1. Introduction

Géographiquement, le Sahara algérien désigne la partie méridionale du pays limité au nord par l'atlas saharien. Il se divise en des unités géographiques immenses qui se distinguent par leurs caractéristiques physiques, leurs histoires propres et leurs anciennes villes.<sup>27</sup>

Notre choix typique s'est portée sur la ville de Timimoune, capitale de la région Touat Gourara qui est formée par la partie occidentale du Sahara algérien, C'est une région où se succèdent d'innombrables ksour à oasis qui apparaissent sur leurs pitons rocheux et surplombent leurs palmeraies.

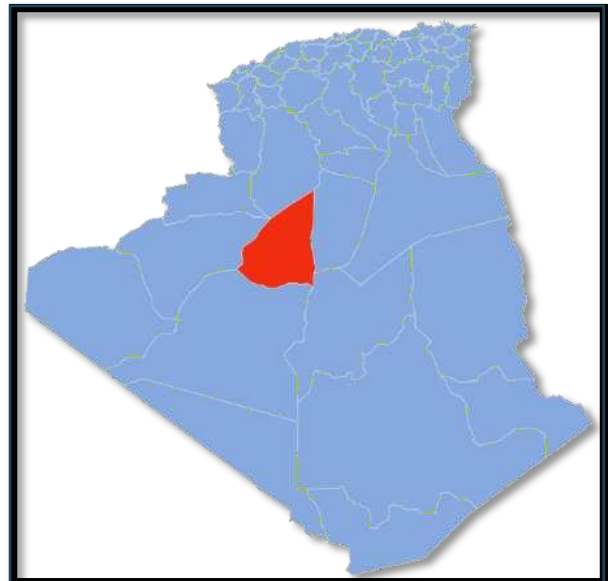
### 2. Présentation de la ville

#### 2.1. Contexte régional

La wilaya de Timimoune est une wilaya algérienne créée en 2019 et officialisée en 2021, auparavant, une wilaya déléguée créée en 2015. Elle est située dans la Sahara algérien.<sup>28</sup> Elle est située dans le Sahara algérien, sa superficie est de 65 203 km<sup>2</sup>.<sup>29</sup>

Elle est délimitée:

- au nord par la wilaya d'El Bayadh
- à l'est par la wilaya d'El Meniaa et celle d'In Salah
- à l'ouest par la wilaya de Béni Abbès
- et au sud par la wilaya d'Adrar.



**Figure III.1** : Carte d'Algérie montre situation de Timimoune Source : Google image

<sup>27</sup>S. Haoui Bensaada ; Contribution à la connaissance et à la préservation des architectures ksouriennes Cas : le Touât Gourara (Sud Ouest de l'Algérie) ; Conférence: congrès international WOCMES Barcelone ;juin 2010

<sup>28</sup>Journal officiel. , 2019, Loi n° 19-12 du 14 Rabie Ethani 1441 correspondant au 11 décembre 2019 modifiant et complétant la loi n°84-09 du 4 février 1984 relative à l'organisation territoriale du pays, P.12.

<sup>29</sup>Badreddine Yousfi, « Les territoires sahariens en Algérie. Gouvernance, acteurs et recomposition territoriale », L'Année du Maghreb [Online], 16 | 2017, Online since 05 July 2017, connection on 20 March 2020.

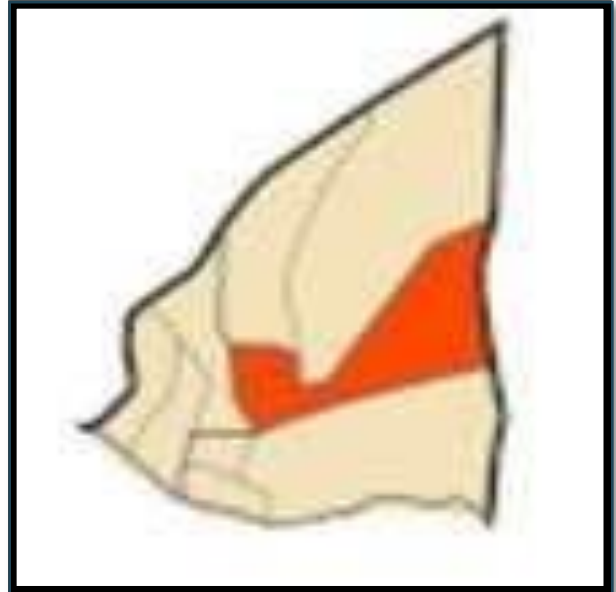
URL : <http://journals.openedition.org/anneemaghreb/2951> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/anneemaghreb.2951>

La wilaya de Timimoune est composée de 04 daïra (Tinerkouk ; Timimoune ; Charouine ; Aougrou) et 10 communes (Tinerkouk ; Ksar Kaddour ; Timimoune ; Ouled Said ; Charouine ; Talmine ; Ouled Aïssa ; Aougrou ; Metarfa ; Deldoul)

### 2.2. Contexte communal

Timimoune est une commune de la wilaya de Timimoune en Algérie. Située entre le Grand Erg Occidental, au Nord, et le plateau du Tademaït, au Sud, elle est la principale oasis de la région du Gourara.

La ville construite au-dessus de la palmeraie est réputée pour la couleur ocre de ses constructions. Son architecture – berbéro-soudanaise - typique de la région.



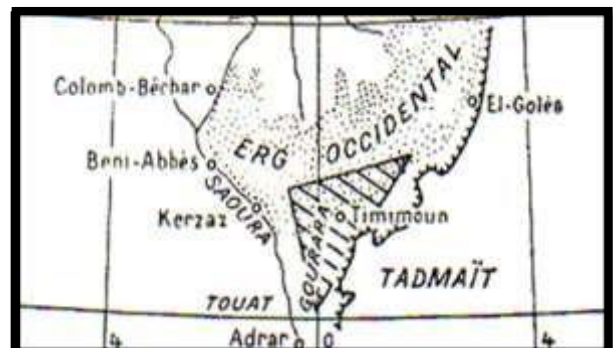
**Figure III.2 :** Carte de la wilaya de Timimoune montre situation de la ville de Timimoune Source : Google image

Les plus importantes villes dans le style sont Adrar, Reggan, In Salah et Timimoune, toutes situées autour du plateau du Tademaït. La commune de Timimoune est limitée par :

- Au nord par Tinerkouk
- Au sud par Aougrou
- À l'ouest par Charouine
- À l'est par la wilaya de Ghardaïa

### 2.3. Géomorphologie

La ville de Timimoune constitue le centre du triangle qui englobe : plateau de Tademaït ; plaine ; sebkha ; Erg ...



**Figure III.3 :** Une carte géomorphologique de Timimoune source : Cap terre

- L'Erg occidental

Cet erg forme un mass de sable compact, qui peut être facilement déplacé sous l'action du vent. L'altitude de l'Erg occidental varie de 400m à 500m.



**Figure III.4 :** L'Erg occidental /source : Google image

- Plateau de Tademaït

Le Tademaït est un plateau situé entre le Sahara algérien dans le Sud et le Grand Erg Occidental. Il se trouve au nord de Ain Salah<sup>30</sup>. Il est situé à l'est de la plaine de Meguiden, Le plateau du Tademaït a une altitude moyenne de 50 à 60 m.



**Figure III.5 :** Le plateau de Tademaït /source : Google image

- L'Oued de Saoura

L'Oued Saoura est défini comme un événement unique dans tout le désert du Sahara ; sa partie nord comprend toute l'extension de la grande dune de sable, mais dans la partie sud, il se termine par le système des sebkhas.



**Figure III.6 :** L'Oued de Saoura / source : Google image

---

<sup>30</sup>Larousse



## 2.4. Accessibilité

La ville de Timimoune est accessible par deux moyens :

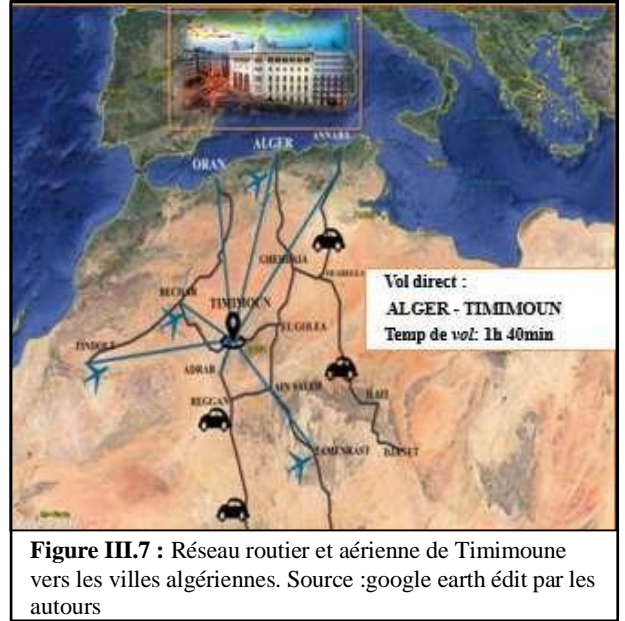
- Les voies aériennes :

Par le biais son aéroport Timimoune est relié aux quatre coins du pays.

- Les voies terrestres :

La ville est reliée à son territoire par la route nationale N51 et le chemin de la Wilaya N73. Timimoune est également relié aux différentes régions qui composent son territoire : chemin de

Wilaya n°151 face à Zaouiat Eddabagh (Tinerkouk) au Nord, et Aogrout et Deldoul au sud par la C.W n°73, et sud-ouest à Cherouine, par la R. N°151.

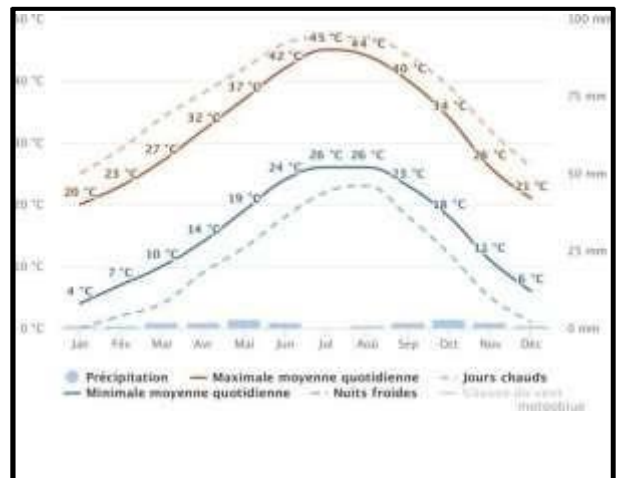


## 2.5. Climatologie

L'analyse de divers paramètres climatiques (température, précipitations, vitesse du vent) permet de bien comprendre les caractéristiques climatiques d'une région. Timimoune se caractérise par un climat saharien, avec des précipitations très faibles et très irrégulières, nous présenterons ci-après, un petit aperçu sur les données climatologiques en se basant sur les données de l'office national de météorologie Station de Timimoune.

- La température

Selon l'ONM, le mois le plus chaud et très longue de l'année est juillet avec température moyenne de 37.7°C. Janvier est le mois le plus froid et courte, la température moyenne est de 12.3°C à cette période, on peut couramment observer (-10°C) dans certaines régions<sup>31</sup>.



**Figure III.8 :** Les données climatiques de Timimoune (10 dernières années) /Source. www.meteobleu.com,

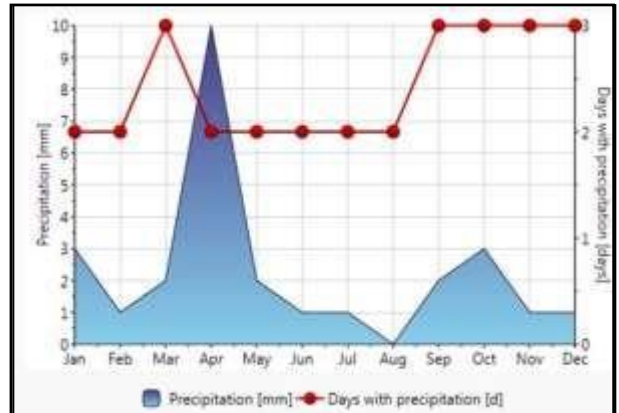
<sup>31</sup>OZENDAP.,1977,Flore du Sahara Septentrional ,paris:C.N.R.S,p.622.

## CHAPITRE CAS D'ETUDE

- Les précipitations

Le climat désertique est généralement connu par son manque de pluie et sa grave sécheresse. Parmi les localités les moins irriguées du Sahara, figurent celles du Sahara central, Timimoune, Adrar, Aoulef, In Salah et Djanet qui ne reçoivent que moins de 20mm en moyenne<sup>32</sup>.

La pluviométrie est très faible durant toute l'année, La quantité de pluie atteint-le Maximum en mois de Mars, Septembre, Octobre et Décembre ou elle atteint 10 mm.



**Figure III.9 :** La précipitation moyenne mensuelle /Source. ONM de Timimoune

- Les vents

Le Sahara est un pays où, par suite de sa dénudation, on ressent plus naturellement le vent<sup>33</sup>. Les vents à Timimoune ont une grande fréquence, Les vents d'Est-Nord-est dominant presque toute l'année d'une vitesse comprise entre 0 et 12m/s. Cette vitesse est favorable pour déclencher un vent sable. Les vents de sable sont observés de mars à mai, leur direction dominante est le sud-ouest, ils sont violents avec une vitesse qui dépasse les 5m/s.

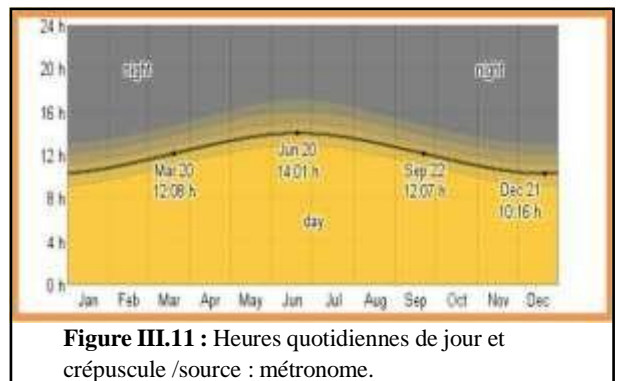
- L'ensoleillement

La durée du jour varie considérablement tout au long de l'année.

Le jour le plus court est le 21 Décembre (10 :16 heures de jour) et le jour le



**Figure III.10 :** La rose des vents de la ville de Timimoune/source : métronome.



**Figure III.11 :** Heures quotidiennes de jour et crépuscule /source : métronome.

<sup>32</sup> DUBOSTD., 2002, Ecologie, aménagement et développement agricole des oasis algériennes. Alger : CRSTRA, p.423.

<sup>33</sup> DUBIEF J., 1952, Evaporation et coefficients climatiques au Sahara, Alger: IRS, Tome VI, pp.13-43.

plus long est le 20 Juin (14 :01 heures de jour).

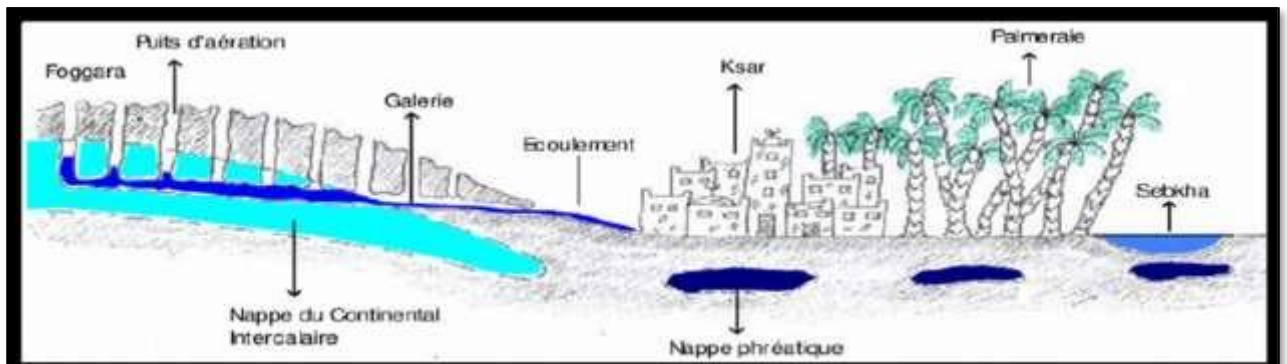
### *Le système de foggara*

Du fait de la pente douce (de 1 à 2 mm/m ), l'eau de la nappe phréatique est amenée dans la galerie du terrain irrigué pour assurer l'arrosage par simple gravité. On peut diviser la galerie en deux parties :

- La partie supérieure de la galerie pénètre sous la surface de la nappe phréatique
- Dans la partie aval, en raison de la légère pente, l'eau s'écoule vers la surface pour l'irrigation.



**Figure III.12 :** photo des puits de foggaras, source : Cap terre



**Figure III.13 :** Schéma explicatif de fonctionnement des foggaras /source : établi par Michal Janvois .

### 3. Analyse historique de Timimoune

*« La croissance urbaine est le résultat d'un jeu combiné de la croissance démographique et de l'augmentation de la consommation d'espace par individu »<sup>34</sup>*

Une interprétation historique des modèles et des rythmes de développement de la ville de Timimoune est essentielle, car elle nous permet de localiser les points de formation et d'analyser le processus qui a inspiré la formation et la transformation de la ville.

<sup>34</sup> MERLIN P., 1994, La croissance urbaine, paris : presse universitaire de France , p.128.

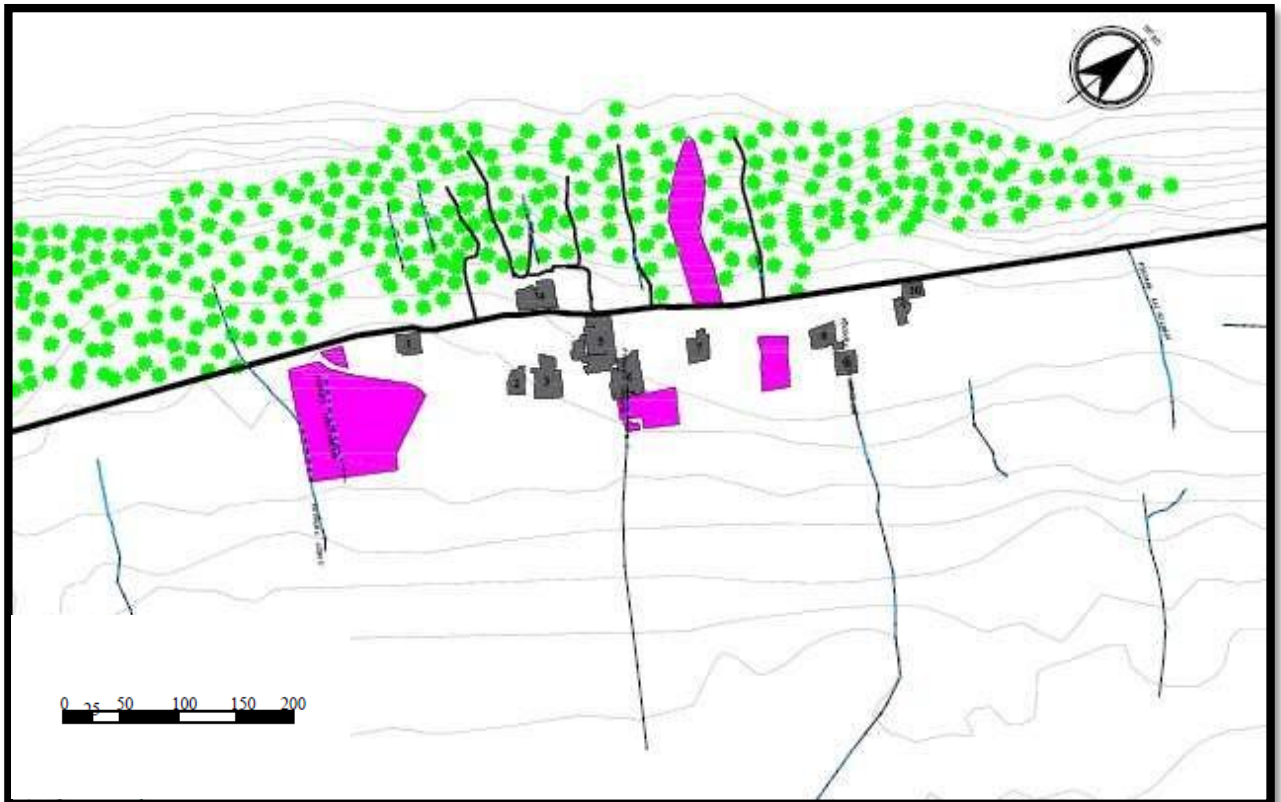


La ville de Timimoune a vu trois périodes d'urbanisation :

### 3.1. Période précoloniale :

#### - Premier implantation : (vers VII siècle)

La ville de Timimoune tend à sédentariser le premier lot de résidents « juifs » Avant le XV<sup>e</sup> siècle<sup>35</sup>. Cette installation a été réalisée grâce à la construction des Aghems : ce sont des unités morphologiquement autonomes, construites sur un piton rocheux, entourées d'un grand fossé « hfir », caractérisés par leurs murs de remparts, comme Aghem Tazguerth, Tadmait et Sidi Brahim.



**Figure III.14 :** Carte d'implantation des Ighamawens sur la ligne de crête sebkha / Source : auteur

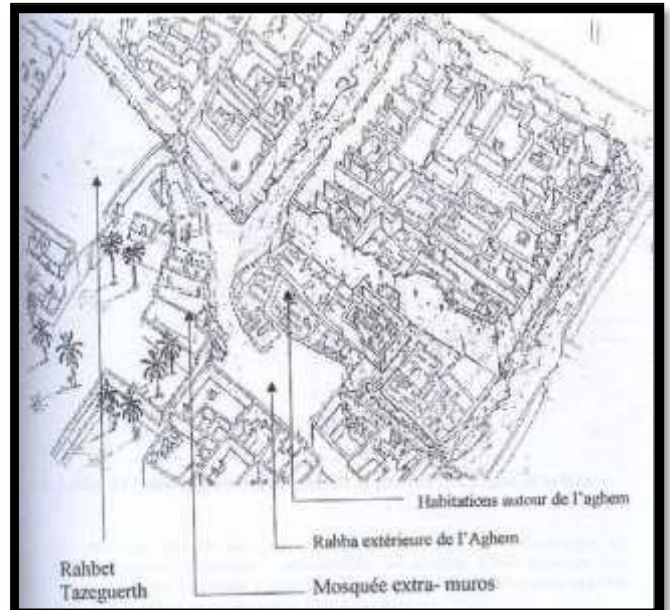
<sup>35</sup> Bellil Rachid, Les Oasis Du Gourara (Sahara Algérien): Fondation Des Ksour II (Peeters Publishers, 1999)

Avec ses investigations archéologiques déclare que ces Aghems datent du XIII, dont l'implantation est ordonnée par le réseau des foggaras, le vent et l'ensoleillement.<sup>36</sup>

Les Aghems à Timimoune ont connues deux types de croissance intra-muros: par extension et par reproduction.

- Croissance par extension

Au fur et à mesure que la population vivant à Aghem augmentait, de nouvelles habitations ont été construites du côté de l'entrée, le premier mur de la ville a formé le mur de la nouvelle habitation et un nouveau mur de la ville a été construit. parfois, nous verrons l'organisation passer d'une organisation centrée sur Rahba à une organisation linéaire le long de Zkak.



**Figure III.15 :** Extension extra-muros à la périphérie d'Aghem Tazegueth.

Source : HAOUI Samira « Pour la préservation des architectures Ksouriennes en terre crue : cas de Timimoune ».

- Croissance par reproduction

Lorsque le terrain ne permet pas la croissance par extension ou dans le cas des nouveaux venus d'une même tribu, la croissance se fait par reproduction : une unité similaire à la kasbah d'origine se forme, dans son organisation, sa forme et sa direction, seul le fossé sépare les deux unités.

La croissance intra-muros des Aghems se fait dans une direction principale parallèle à la ligne de dernier ressaut du plateau de Tadmaït et l'axe caravanier « la route des Ksours » et



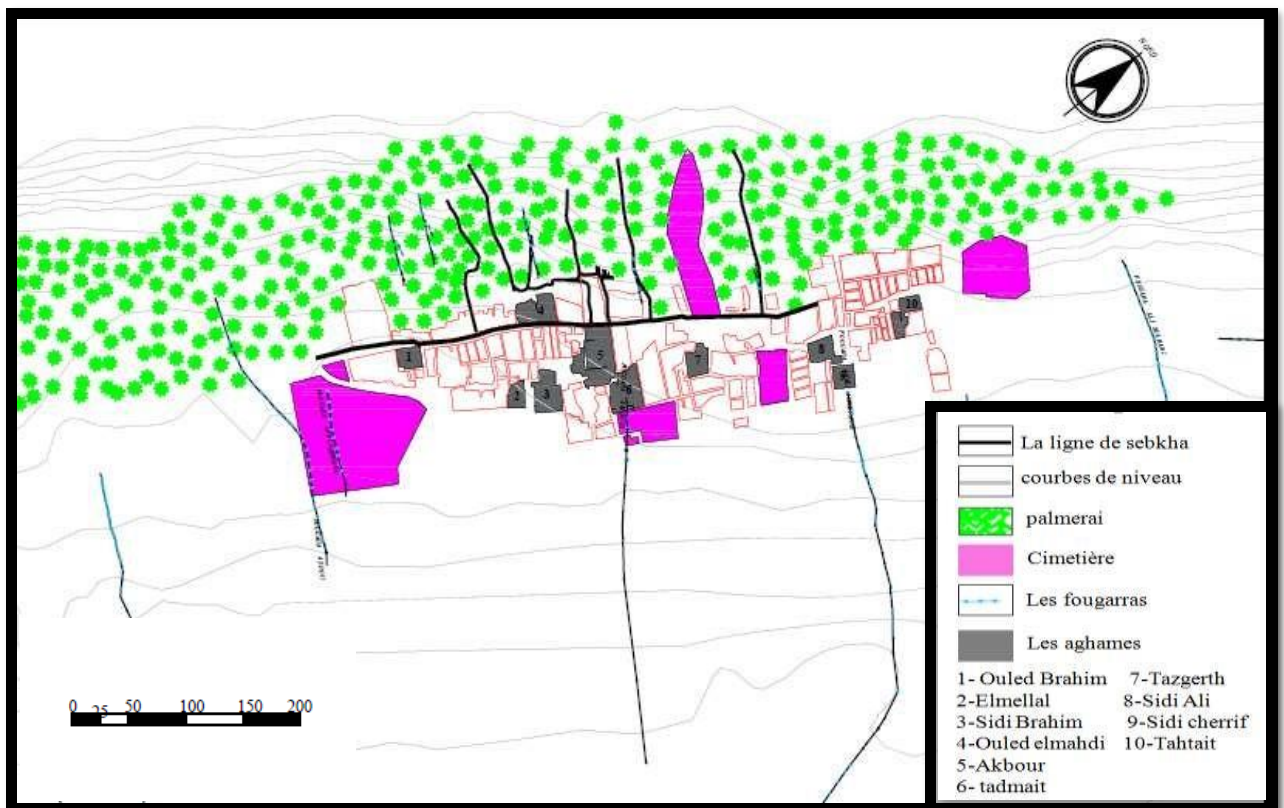
**Figure III.16 :** Axonométrie d'un Aghem au ksar de Timimoune. Source : Kaci MAHROUR, 1989.

<sup>36</sup> Jean Claude Echalié

le long du chemin de la palmeraie « l'axe Al-Midjour »<sup>37</sup>

- Période de formation du ksar (VII siècle-1900)

Avec l'arrivée des musulmans, le Gourara a connu une période de sécurité, donc l'ouverture des ksour et la naissance de la vie communautaire organisée par Djemaa. Le rôle de Djemaa est de répartir les tâches et de résoudre les éventuels problèmes de la vie collective (la construction des Foggaras, leur entretien, partageant l'eau, ils ont construit des mosquées, des marches en plein air).



**Figure III.17:** Carte de ksar de Timimoune avant la période coloniale/ Source : auteur

### 3.2. Période coloniale :(1901-1962)

- Période militaire : 1901-1903

A cette période, le but du colonisateur français était l'occupation de tout le territoire algérien afin d'assurer un meilleur contrôle de la population. Timimoune fut l'une des bases de contrôle militaire de la région Touat-Gourrara-Tidikelt. Le 26 mai 1901, l'armée française a

<sup>37</sup> Mme HAOUI Samira « Pour la préservation des architectures Ksouriennes en terre crue : cas de Timimoune ».



## CHAPITRE CAS D'ETUDE

occupé la ville de Timimoune. C'est à partir de ce moment que Timimoune connaîtra ses premières transformations urbaines réalisées par les français.

La première étape verra l'armée occuper une position stratégique: Aghem Alamellal qui se situait à l'intersection des pistes caravanères.

L'Aghem a été détruit et remplacé par une forteresse militaire conçue par des ingénieurs militaires. Cette forteresse deviendra le principal élément d'organisation pour le développement du village. Devant le fort, les militaires ont délimité une zone d'armement, confinée au nord-est.

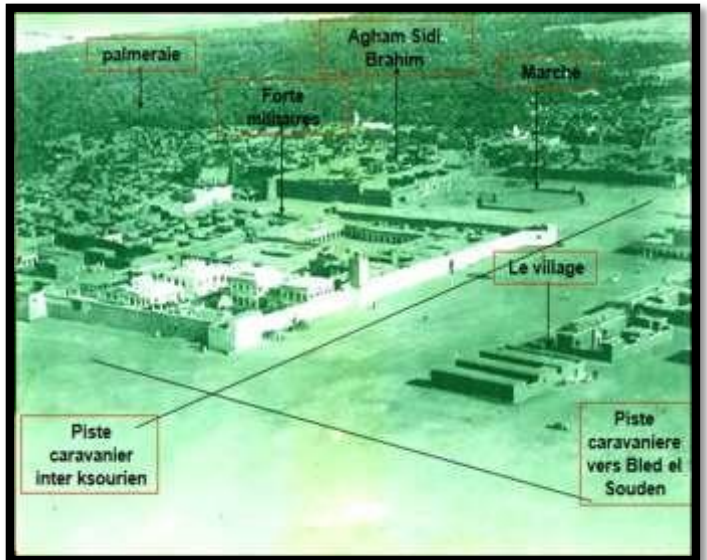


Figure III.18 : Photo du fort militaire et de l'ex-place d'arme (1901-1903).

La forteresse et les îlots commerciaux et résidentiels du sud. Cette place valide les règles de l'urbanisme colonial, selon lesquelles l'emplacement des armes doit être à l'intersection de deux axes principaux : l'axe des Ksours et l'axe menant à El Golea.

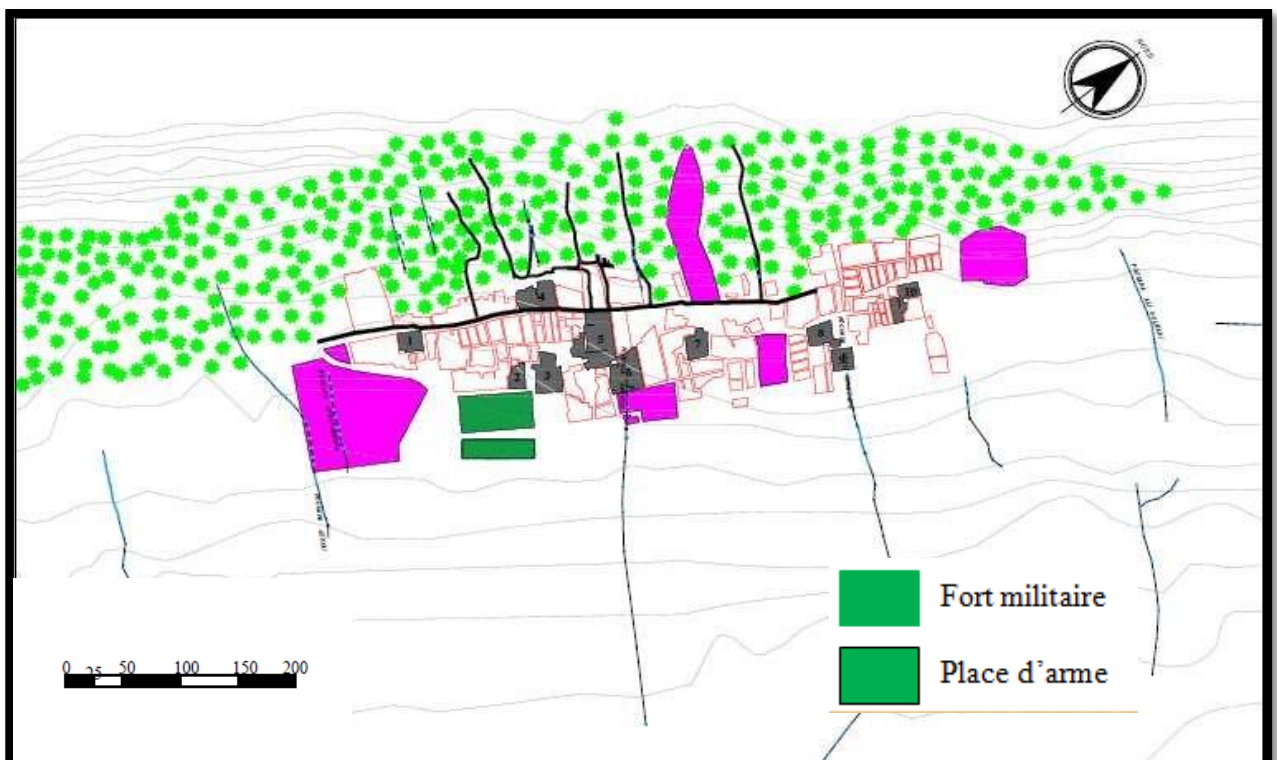


Figure III.19 : Carte de la première implantation coloniale/ Source : auteur

## CHAPITRE CAS D'ETUDE

A l'entrée de la piste caravanière à El-GOLEA (BAB Essoudan) il y a une porte marquant les points d'arrivée et de départ de la caravane commerciale. Les portes et bâtiments qui composent le Front Nord-Ouest adopteront le style dit « soudanais »



Figure III.20 : Photo du Bâb Essoudan (1901-1903). Source: Archive cap terre.

### - Période civile (1903-1962)

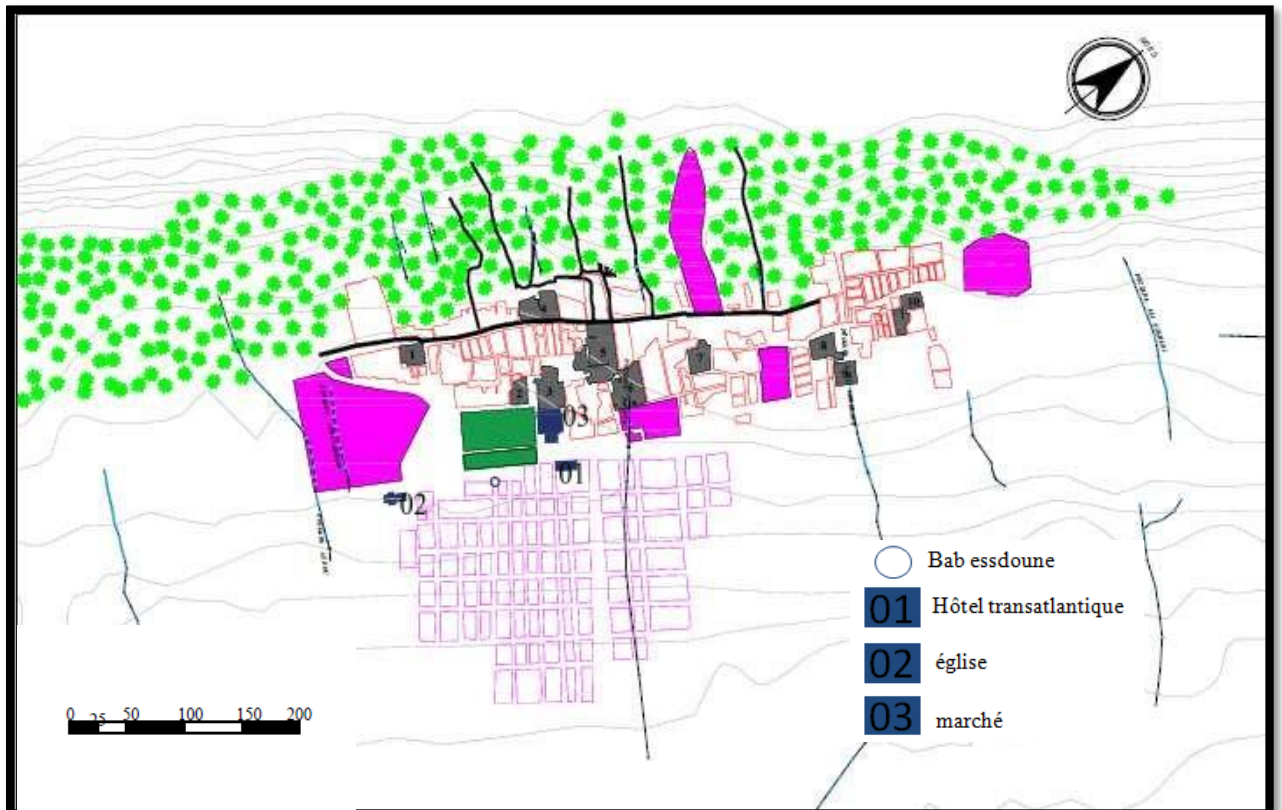


Figure III.21 : Carte de ksar de Timimoune et de village coloniale/ Source : auteur

En 1903, avec l'installation des civils, les caractéristiques de l'urbanisme colonial commencent à se dessiner. Le village comprend un élément important du tracé urbain. D'une part, nous avons un plan régulière en damier, qui contient une grille orthogonale générée par les dimensions de la première forteresse militaire (120m x 60m). D'une autre part nous avons les places publiques telles que La Place d'armes et la place du marché.

Pour commémorer la culture française, une église a été construite à l'arrière du village. L'église possède également un cimetière chrétien, un point de repère sur une longue rue. L'avenue est parsemée d'équipements administratifs, commerciaux et éducatifs.

À cette phase les Français présentent un grand intérêt au tourisme saharien, ce souci a été accompagné par la construction des infrastructures touristiques telles que l'hôtel de l'oasis rouge.

En 1930, les tissus coloniaux et le ksar connaîtront une double croissance. La première, car elle s'étend au nord-est et le long de l'axe de l'ancienne foggara à Timimoune el M'Gheir. La densification de part et d'autre du puits en fera un « nouvel élément structurel ».

Entre 1950 et l'Indépendance, la structure ksourienne se rompt. Quant à l'espace européen, à mesure que le blocus se renforce, on assiste à la construction de nouvelles forteresses militaires et à la création d'une zone marquant la frontière avec le ksar et les dunes de Timimoune.

### 3.3.Période postcoloniale : (après 1962)

Au cœur de cette période, il y avait une tendance de développement dirigée par l'État utilisant des outils de planification et de développement. Timimoune a connue plusieurs formes



Figure III.22 : Photo de l'église Source : Cap terre.

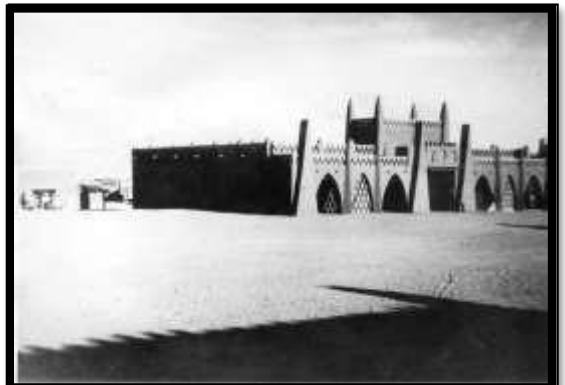


Figure III.23 : Photo d'hôtel Oasis Rouge. Source: Cap terre.



D'urbanisation : par l'industrie, par l'habitat, par le laisser faire, par le « contrôle », notamment comme une politique de quartiers résidentiels et de quartiers résidentiels standards répondant aux besoins de logement.



Figure III.24 : Carte de Timimoune / Source: carte de pdau modifiée par auteur

Cela a conduit à la fragmentation de la ville et à la formation d'une structure « quelconque » à la périphérie, à la suite d'établissements dépendants qui n'avaient aucun lien ni correspondance avec l'environnement immédiat. De cette façon, le système de centralité est complètement perdu à la périphérie. Quant à la densification et aux services des ksour, beaucoup ont été entièrement refaits. On constate parfois que les habitants ont exproprié les rahbats pour agrandir leur logement, et au niveau du système constructif, on assiste à des

Changements dans les matériaux durables qui s'appliquent de Timimoune- à Climat de matériaux inefficaces.

### 3.4. Conclusion:

L'analyse historique de la ville de Timimoune nous montre les différentes parties qui se sont formées au fil du temps. Morphologiquement, trois types de villes peuvent être distingués : Ksar, village colonial et les parties de ville post-coloniale.

La lecture du village permet de voir qu'il existe une logique organisationnelle qui se poursuit avec Kesar, c'est-à-dire que dans ces deux tissus différentes, l'échelle, l'unité du bâtiment et la ville ont une certaine autonomie, formant une structure claire et équilibrée. Les quartiers ou les extensions post-coloniales ont déséquilibré cet environnement par une implantation aléatoire et non recherchée

## 4. Analyse synchronique de la ville

### 4.1. Système viaire :

« Associer le destin de la ville aux voies de communication, est une règle méthodologique fondamentale ». (ROSSI A., P.34)

#### - Tissu de ksar





## CHAPITRE CAS D'ETUDE

Le système viaire de Ksar est proche d'une forme organique. Pour être plus précis, il inclut de penser du point de vue de la hiérarchie des routes. Ceci est bien structuré car nous transcendons toujours l'espace public à l'espace privé, du plus large au plus étroit. , De la lumière aux ténèbres, du profane au sacré, du vu au caché.

- Voie principale



Rahbat : 2.5 m ;source : Cap terre



El-Mijour : 3.5 m ;source : Cap terre

- Voie secondaire



Impasse ( Sebat 1/1.75 m)

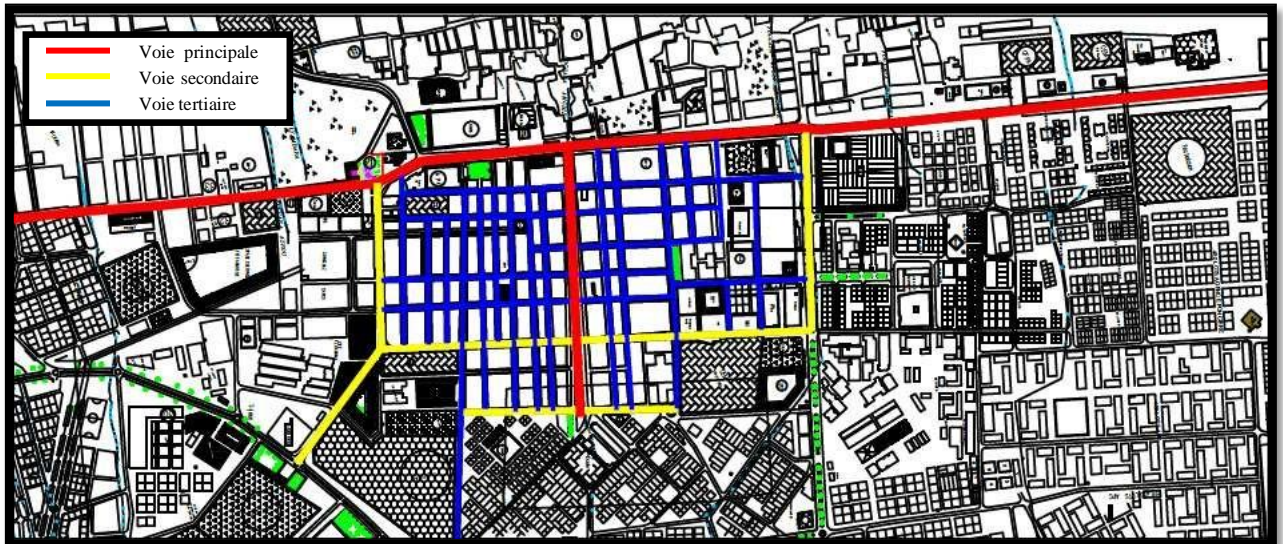


Zekak : 1.75 m ;source : Cap terre

Trame agricole : 2.2 m ; source : Cap terre

- Tissu coloniale

Le système viaire du tissu coloniale en résille, et une hiérarchisation des voies mécaniques et piétonnes, avec une excellente fluidité.



**Figure III.26:** Hiérarchisation du système viaire du tissu coloniale/source: carte du pdau modifiée par l'autour

- Voie principale
  - Boulevard 1<sup>ere</sup> novembre ( 45 m )
  - Boulevard Emir Abdelkader ( 40 m )
- Voie secondaire
  - Boulevard Ben Balie
  - Rue Mohamed Al-Atchane ( 20 m )
  - Rue palestine
- Voie tertiaire
  - Rue Ben Mhidi
  - Rue Mohamed Khmisti

- Tissu post coloniale

Il y a aucune logique dans les tracages de ces voiries, avec discontinuités des infrastructures et des larges voies mécaniques que sont manqué d'hierarchisation.

- Les rues principales de 7 à 10 m
- Des pistes de sable
- Organisation non adaptée



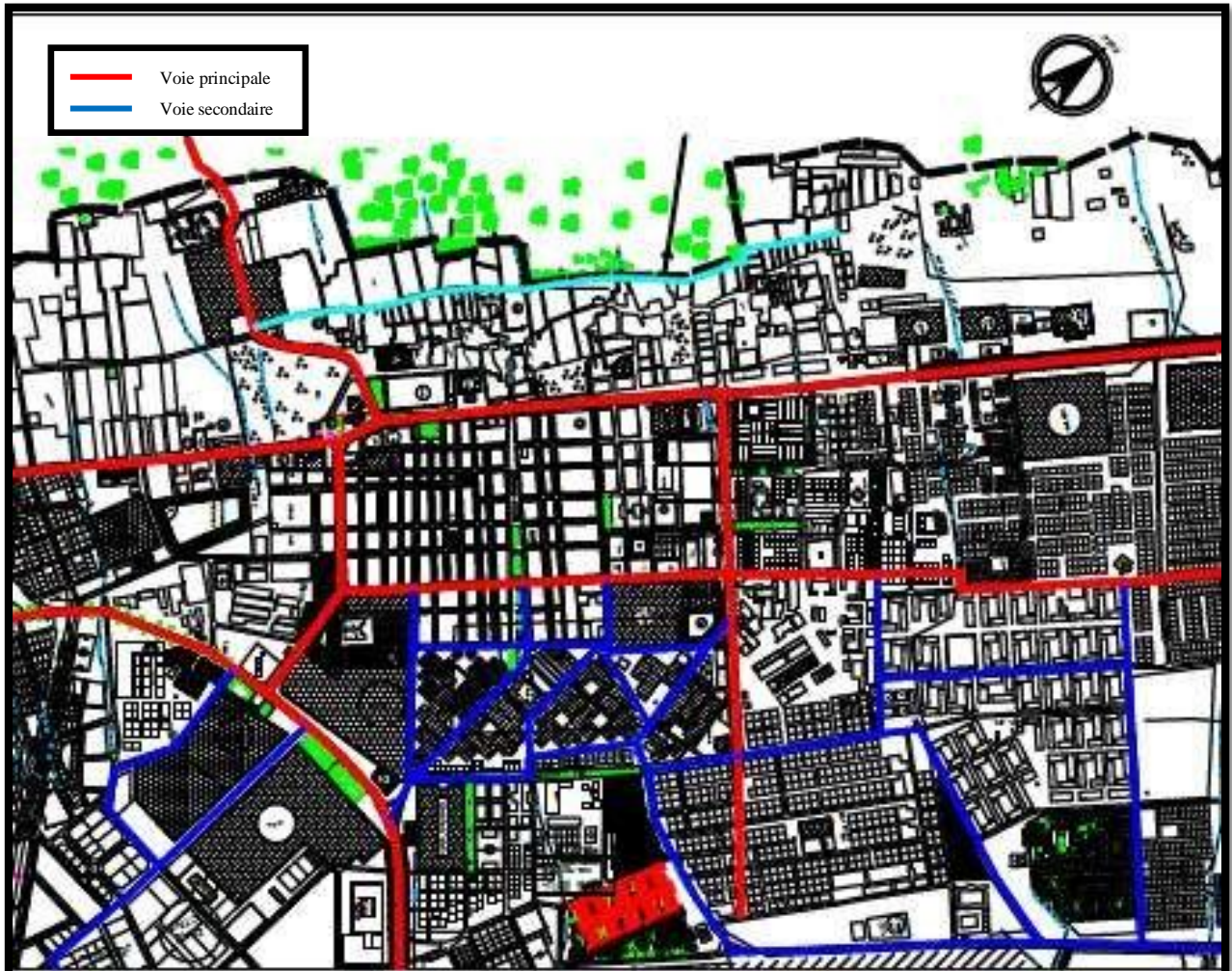


Figure III.27 : Système viaire du tissu post coloniale /source: carte du pdau modifiée par l'auteur

#### 4.2. *Système parcellaire*

##### - Tissu de ksar

La structure ksourienne doit déterminer ses concepts puis tester leur généralité, qui ont été initialement résolus dans le contexte d'origine. Le développement des parcelles du ksar est un processus continu et le parcellaire initial est tracé le long de la ligne sebka. Mieux encore, nous avons trouvé deux trames avec la même continuité. Mais l'une est que l'ancienne parcelle compacte est très petite et de taille irrégulière, mais la nouvelle parcelle devient de plus en plus grande. Enfin, nous avons également remarqué que dans ce milieu aride traditionnel, le ksar a adopté une approche plutôt agronomique de la notion de parcelle.

La logique organisationnelle du ksar résulte du regroupement de plusieurs maisons (aghem) autour d'un espace libre (rahba).



Il y a deux types d'aghem :

- Aghem à rahba

Comme son nom l'indique, les habitations de ce type d'organisation entourent un espace de rencontre à statut public, il s'agit de Rahba, généralement carré ou rectangulaire, parfois sous une autre forme.

La Rahba est considérée comme un point de rencontre qui permet à la population zinatienne de se concentrer sur la pratique de sa vie sociale quotidienne.





- Aghem à zkak

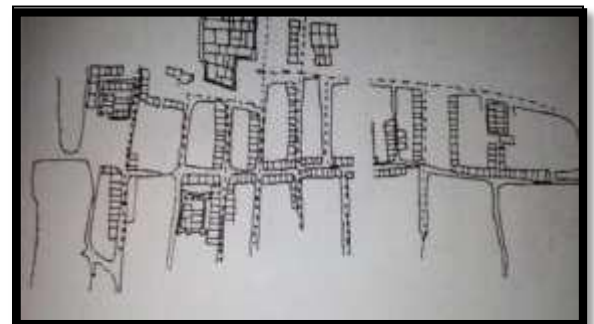
Le deuxième type est constitué de chemins linéaires, partant du très long Zkak, distribuent l'ensemble de l'aghem. Contrairement au premier, ce type se développe par reproduction. Le processus est basé sur la construction d'un nouvel Aghem similaire à l'Aghem original, non seulement en termes d'organisation ou de forme, mais également dans la direction de piton rocheux. Bien que, el h'fir soit toujours l'élément de séparation entre toutes les unités.



**Figure III.30 :** Plan d'un Aghem à Zkak ;**Source.** Samira Haoui

- Parcelle agricole

Les parcelles agricoles sont réservées, permettant l'occupation progressive des terres agricoles. La densification de son territoire s'effectue à travers un système complexe de rues, ruelles et impasses, créant ainsi un habitat dense et immense qui convient très bien à son environnement physique et écologique.

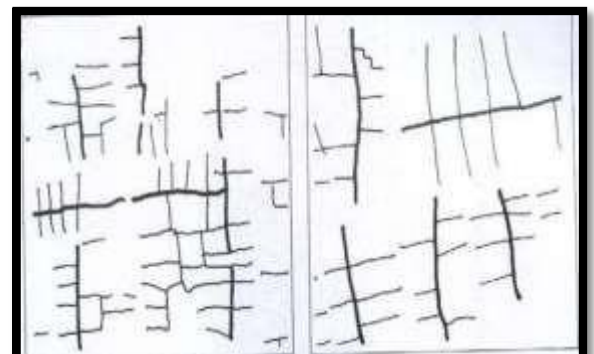


**Figure III.31 :** Plan d'une partie d'un parcellaire agricole/**Source.** Samira Haoui Bensaada ,2002.

Environnement social.

- Autres parcellaires

Ces parcellaires montrent la même continuité dans un sens et dans l'autre. Dans le centre ancien, notamment le premier noyau, les parcelles sont plus denses et la forme des parcelles est irrégulière. Dans le ksar de Timimoune, nous avons trouvé de petites parcelles, plus nous sommes proches de la périphérie du ksar, plus la parcelle s'élargit.



**Figure III.32 :** carte des différentes forme des parcellaire de ksar ; source : samira haoui bensaada,2002

## CHAPITRE CAS D'ETUDE

### - Tissu coloniale

Dans la structure coloniale, la gestion des parcelles est graduée selon l'axe structurel. Les parcelles d'îlots résidentiels et d'îlots architecturaux sont généralement rectangulaires, tandis que les parcelles d'îlots mixtes sont de forme irrégulière.

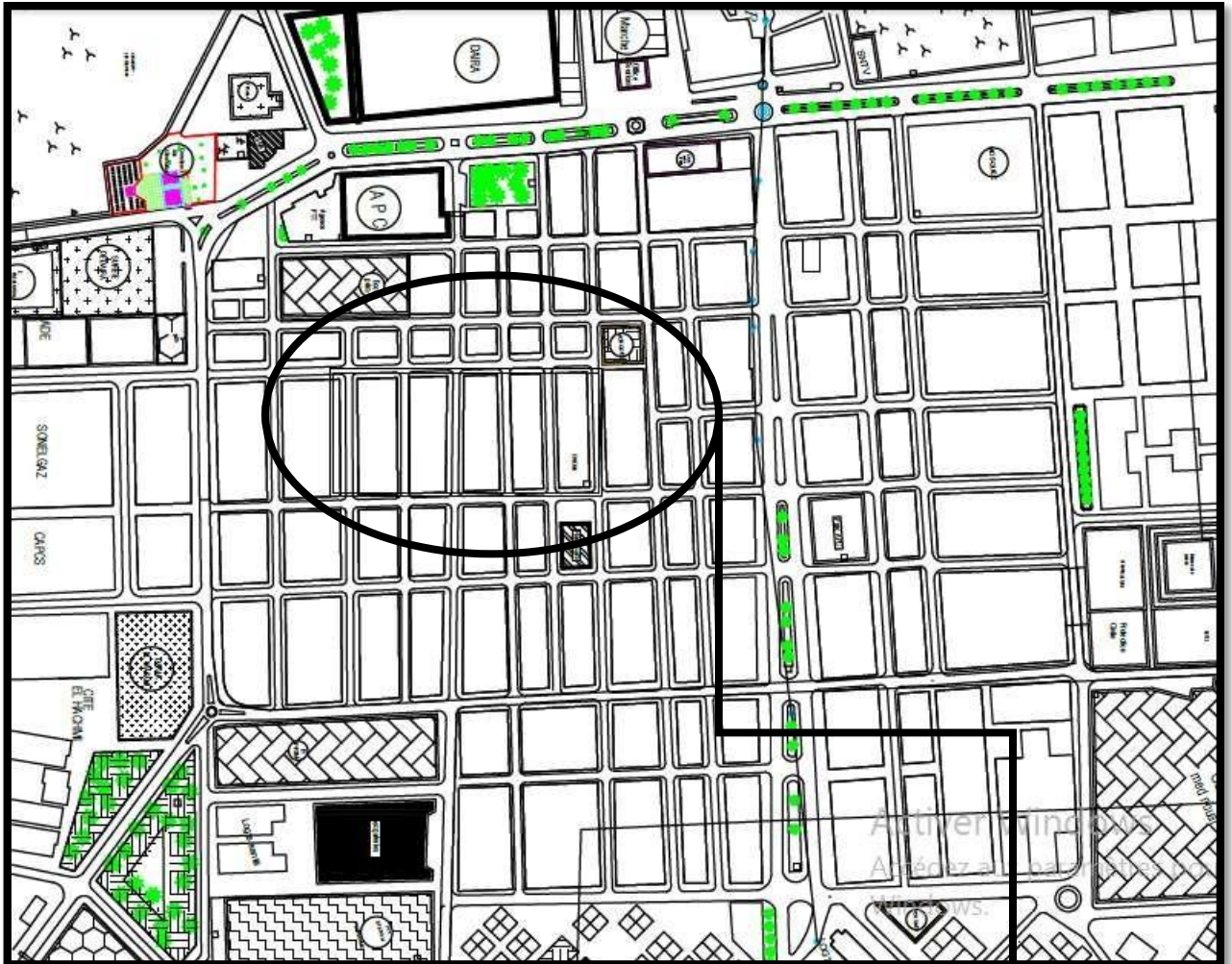
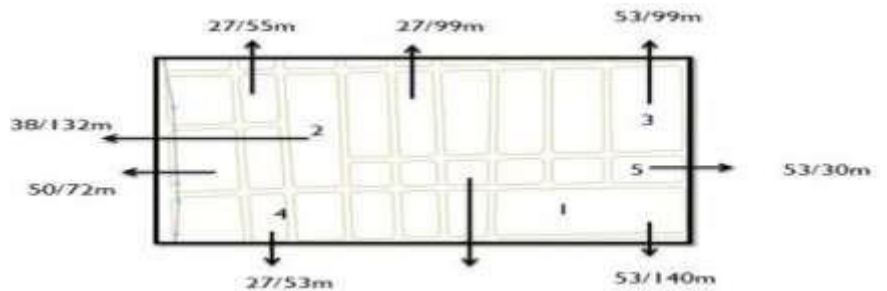
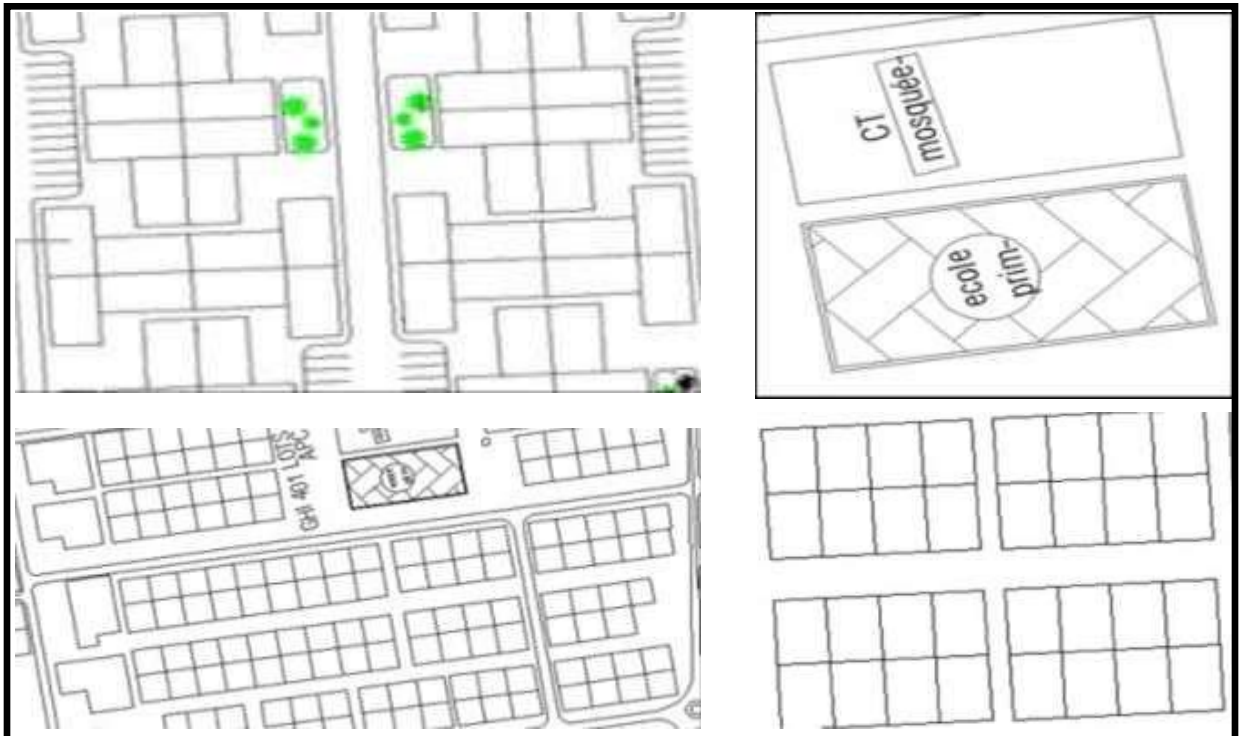


Figure III.33 : Carte du tissu coloniale ; source : carte de pdau modifiée par l'auteur



### - Tissu postcoloniale

L'orientation de ces parcelles est différente de l'orientation de la grille de la colonie, elle utilise simplement les lignes régulatrices de cette dernière pour délimiter sa propre surface. Ce sont des entités totalement autonomes sans structure globale, séparées par des espaces vides.



**Figure III.34 :** système parcellaire de tissu post coloniale ; source : pdau de Timimoune

### 4.3. *Systeme bâti*

*« Le système bâti est au service d'utilisateurs et usagers, avec une organisation et des activités, lesquelles évoluent dans le temps »<sup>38</sup>*

#### - Tissu de ksar

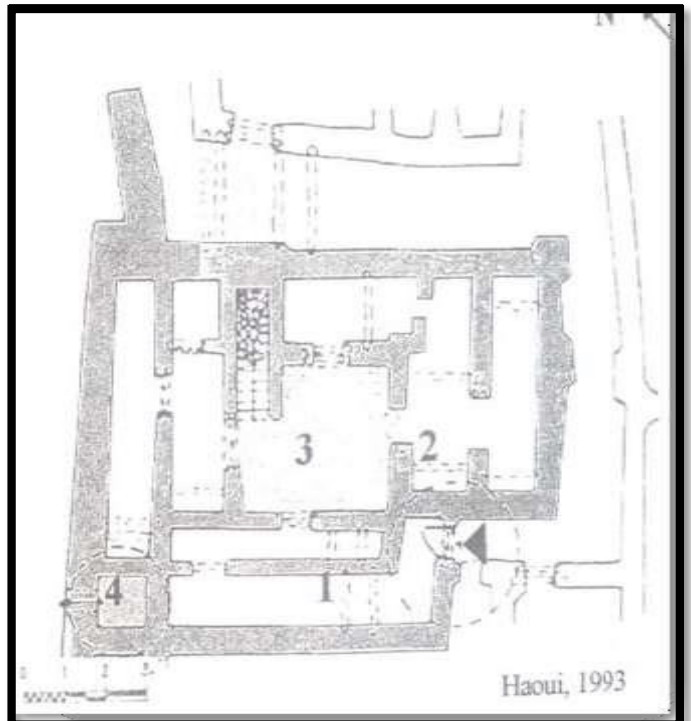
L'habitation ksourienne forme l'édifice de base du ksar, et ses recherches nous permettront de comprendre le savoir-faire local, les aspects architecturaux et fonctionnels de cet espace de vie, ainsi que les aspects techniques d'habitat Ksourienne à l'état originel de la terre, sa qualité et sa pathologie. Cette recherche est nécessaire afin d'apporter une réponse qui sera liée à l'évolution des pratiques spatiales et aux mises à jour technologiques. Il offrira des

<sup>38</sup> Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement. , 2013, le système bâti., disponible sur : <https://www.cerema.fr/fr/actualites/systeme-bati>.

opportunités d'introduire les besoins de la population en assurant la pertinence de la transition et le respect du lieu. il y a trois types d'habitation<sup>39</sup>:

- L'habitations à organisation centrale (à Rahba )

L'habitation se caractérise par un espace organisé et distribué (la Rahba), ses dimensions, sa position et ses qualités architecturales (lumière, aération,...) qu'il procure dominant. On y remarque la forte relation entre les escaliers et la Rahba, elle est entourée d'espaces polyvalents. Chronologiquement, c'est l'organisation la plus ancienne et correspond à la période intra muros du ksar.<sup>40</sup>



**Figure III.35:** Organisation d'une habitation à Rahba.  
(Source : S.Haoui Bensaada)

L'habitation se compose des espaces suivant:

- |                |              |          |                  |
|----------------|--------------|----------|------------------|
| 1. Tiskifine ; | 2. Mkhazen ; | 3. Rahba | 4. Fosse du knif |
|----------------|--------------|----------|------------------|

- L'accès

Elle marque la transition entre l'intérieur et l'extérieur, réalisée par une porte recouverte d'un linteau en bois de palmier. Le seuil, appelé El-Atba, est marqué par la différence de niveau entre l'intérieur et l'extérieur, et c'est la frontière entre les espaces privés, familiaux et féminins exceptionnels et les espaces publics et masculins.

- L'entrée

Il se présente sous la forme d'un espace chicane dont la forme change en fonction de l'emplacement synchronisé de l'habitation. Cet espace se compose de la première pièce longue, appelée Taskift, appelée Taskifr N'jej, qui permet d'accéder au centre de la maison : Rahba.

<sup>39</sup> Haoui .s, these de magéstre ,l'agham entre l'habité et l'urbanité,EPAU juin 1993

<sup>40</sup> S. Haoui Bensaada, Pour la préservation des architectures ksouriennes en terre crue : cas de Timimoun, Mémoire deMagistère, EPAU, 2002, P 159



- La Rahba

C'est l'espace central d'organisation d'habitat, appelé Amestendeht. Par sa forme et son emplacement, il règle l'organisation et la fonction de l'ensemble de la résidence. Plusieurs événements y ont eu lieu, et des événements de cuisine ont eu lieu dans un coin appelé Ameken N'thimsi. En plus de son rôle, il assure également la ventilation et l'éclairage de toute la famille. Il est entouré de pièces appelées Mkhazen ou Akhebou, qui servent de chambres d'enfants et de parents et de salles de stockage de nourriture.

- La cuisine

Un espace pour les activités ménagères, c'est la première spécialité de l'espace polyvalent original. Ses activités se poursuivent sur Rahba et sur la terrasse d'été.

- Mkhazen

Précisez le nom de la pièce (ou des Biouts) utilisée pour dormir ou stocker de la nourriture.

- Escaliers

Ils ont une relation directe avec Rahba, et ils permettent une relation verticale entre le sol et la terrasse.

- La terrasse

La terrasse appelée Stah est l'espace à l'étage, découvert et entouré de murs plus hauts que la hauteur de la personne debout. Un espace pour dormir la journée en hiver et dormir en été.

- Le knif

Il s'agit de toilettes, fonctionnant à partir d'un trou réservé au sol et d'une fosse au rez-de-chaussée. Ce système d'évacuation à sec permet le recyclage des déchets comme engrais naturel pour les cultures.

- Bit chiah

C'est un espace pour élever des animaux, et le nombre est limité. A l'étage ou au sol, cet espace est proche du couteau, et pour former ensemble une entité de rejet, il doit faire attention.

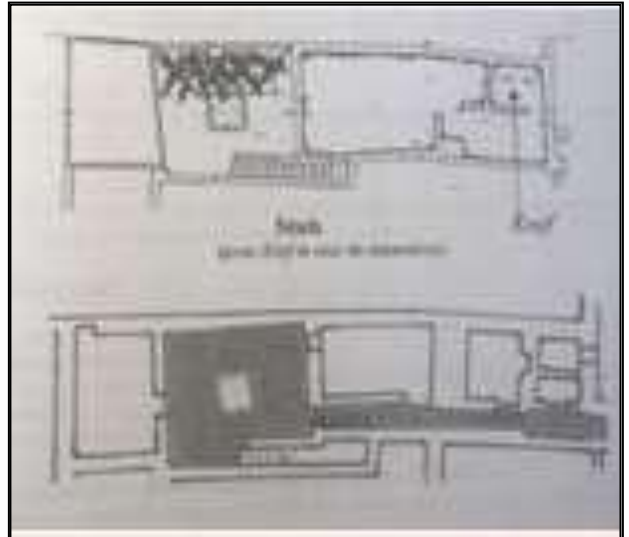
Dans ce type d'organisation, nous avons remarqué que l'habitation est agencée par une série d'espaces rectangulaires, formant deux couronnes autour de l'élément central de l'ensemble de l'habitation et de l'organisateur Rahba.

- Habitation à organisation linéaire (à Sabat )

Il se caractérise par un espace linéaire organisé, le Sabat. Cette organisation est bien illustrée sur la parcelle avec une configuration géométrique rectangulaire profonde.

La Rahba existe, mais il ne s'accapare plus le rôle de l'organisation. Il occupe une position horizontale, tout comme les autres espaces. Il est situé en bout de parcelle et peut entrer dans une ou deux pièces. Nous y avons

remarqué une forte relation Sabat-escalier-terrasse. Il illustre le changement simultané de l'habitation. Veuillez noter que toutes les règles de rang à l'entrée et l'emplacement de l'espace de refus en périphérie de la parcelle sont réservés.



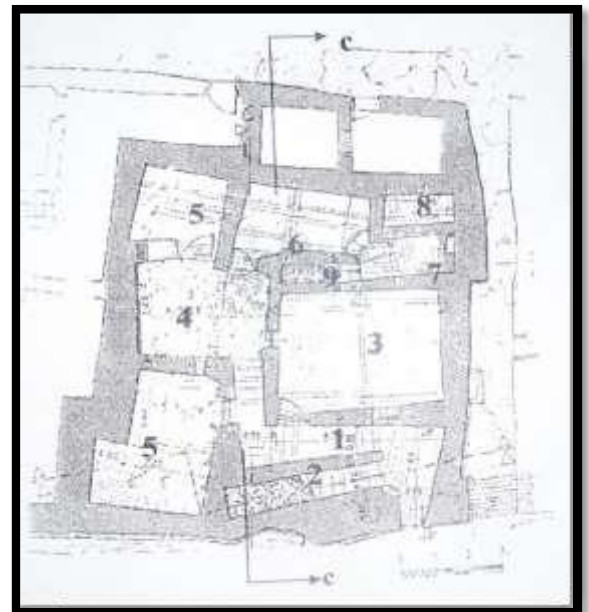
**Figure III.36 :** Organisation linéaire (à sabat), (Source : S. Haoui Bensaada).

- Habitation à organisation composite (rahba et sabat )

C'est une variante diachronique de ce type, dans laquelle l'espace est organisé par le couple « Sabat-Rahba ». Cette organisation convient aussi bien aux parcelles carrées qu'aux parcelles profondes. Cela est dû à l'émergence d'un nouvel espace : l'espace invité à l'entrée. Maintenant, il contient les espaces suivants :

- L'entité entrée

Il comprend un passage, un chicane de décélération aux formes différentes, une sabat (couloir) , Bit Eddiaf, et enfin l'escalier à l'entrée.



**Figure III.37 :** Habitations à organisation composite. (Source : S. Haoui Bensaada) Apparition de spécialisation d'espace.

**Entité entrée :**

1. Sabat
2. Escaliers
3. Bit Eddiafs

**Entité centre :**

4. Rahba
5. Bit
6. Couzina

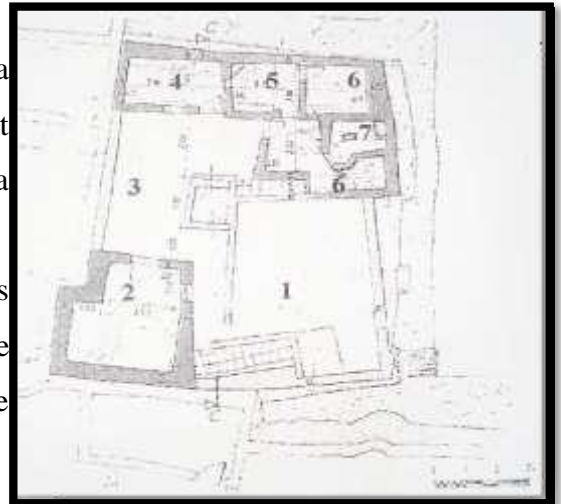
**Entité Rejet :**

7. Maghsel
8. Fosse du knif
9. Escaliers familiales

### - L'entité centre

Il maintient la même organisation et la même domination de Rahba que l'espace alloué à l'espace familial. Il donne accès à l'escalier familial, qui mène à la partie de la terrasse réservée à la famille, et est séparé de la partie Diap par un muret de hauteur masculine pour protéger l'intimité de la vie familiale.

Sa transformation réside dans la réduction de ses dimensions. Cependant, c'est toujours l'espace central de la maison, et une concentration de la vie familiale et de la pratique sociale



**Figure III.38 :** Organisation spatiale à l'étage  
(Source : S. Haoui Bensaada)

### - Tissu coloniale

Le village est situé en face du ksar, Ce tissu présente une combinaison fonctionnelle, qui se caractérise par l'existence d'équipements administratifs, culturels, sportifs et de loisirs.

Le plan du village est constitué de grilles orthogonales de cadres réguliers (rectangulaires) de différentes dimensions, qui sont directionnels.

### - Tissu postcoloniale

Les habitations construites dans le quartier postcolonial, avec l'eau courante, le traitement des eaux usées, les salles de bains et les sols carrelés, les habitants se retrouvent dans un espace inconnu, et la famille Ksourienne essaie de s'adapter à cet espace. Cela se voit dans les divers changements et rénovations effectués par le résident Timimoune à son logement :

-Modifier les entrées pour trouver le passage de l'espace public à l'espace privé.

-Introduire des toilettes invitées.

-Personnalisation des espaces extérieurs Dans le tissu ksar, à l'exception de la porte d'entrée, il n'y a pas de traitement sur le mur extérieur, et parfois il y a de petites ouvertures en haut pour la ventilation.



4.4. Les permanences de la ville

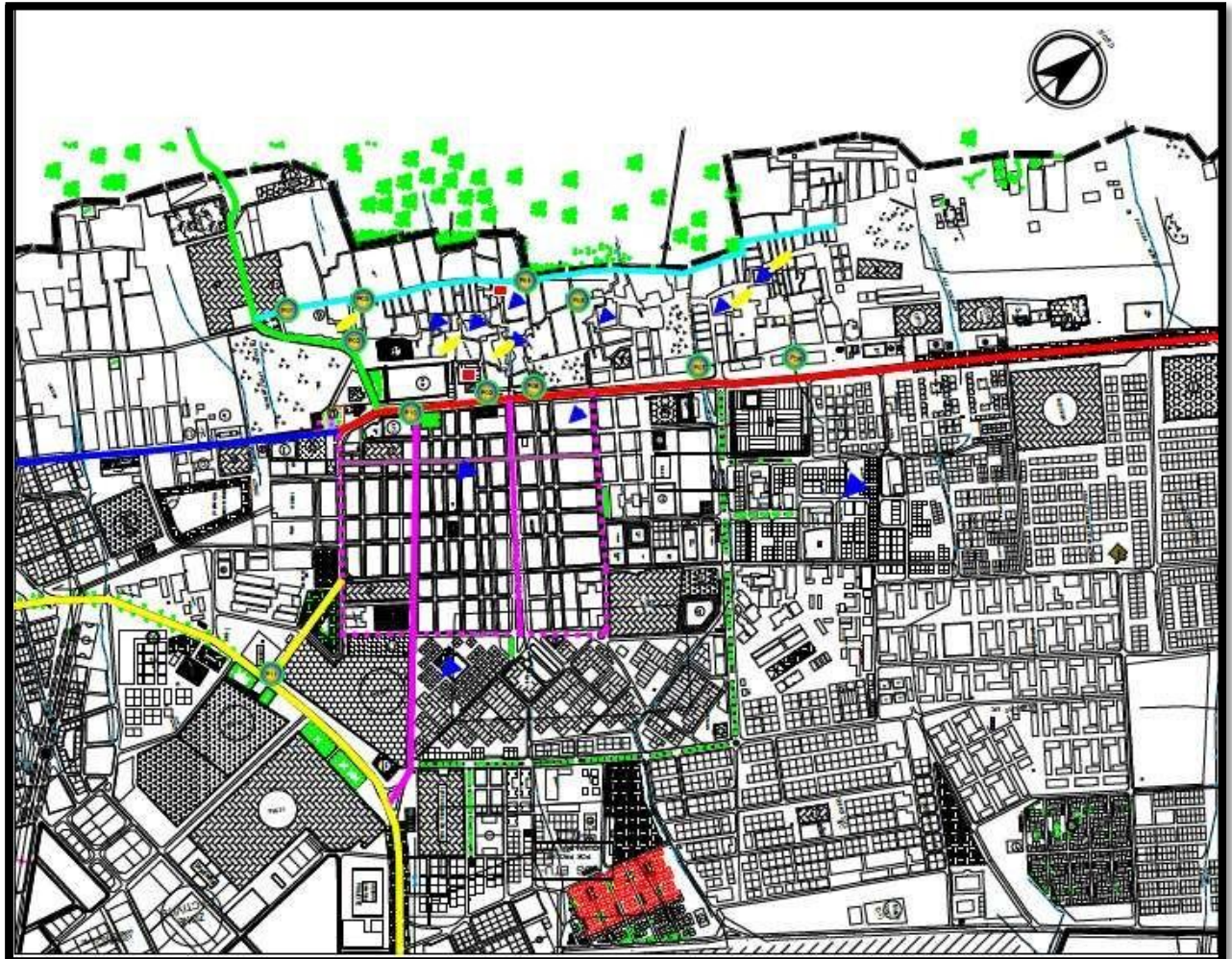


Figure III.39 : carte des permanences de la ville de Timimoune ; source : carte du PDAU modifié par l'auteur

Les portes:



LEGENDE

-  Boulevard 1<sup>er</sup> novembre
-  Rupture de boulevard
-  L'axe el manjour
-  L'axe vers la palmerai
-  Parcours centralisant
-  L'avenue d'émir abdelkader
-  La rue Larbi ben mhidi
-  Parcours de dédoublement
-  RN 51
-  Ligne de foggara
-  La mosquée
-  Porte « seuil urbain »
-  Rahba
-  Mausolée
-  Souk
-  L'hôtel oasis rouge
-  1<sup>er</sup> noyau urbain sidi Brahim
-  Le fort militaire

### 4.5. Les espaces publics

Il existe plusieurs vocations des espaces publics à Timimoune ; les places publiques, les terrains vides et les boulevards .

- Tissu de ksar

Dans le tissu Ksourien, on retrouve les Rahbats et les mosquées qui reflètent l'attachement social à travers des lieux de culte, un cimetière représentant un lieu de mémoire.

La rahbat est le nom local de la place publique, nichée sur le tracé continu de Timimoune et formant le maillage urbain que constitue le ksar. Ils offrent également des lieux d'activités de culte qui parsèment la vie ksourienne .

La rahba est un espace fermé délimité par une façade aveugle. Il contient un banc et une entrée étroite. Cet endroit possède une ou deux entrées étroites, généralement marquées par le linteau du banc.

Les différentes échelles de Rahba

- A l'échelle de ksar
- A l'échelle d'aghem
- A l'échelle d'entité

Les fonctions de Rahba

- Rahba construit ksar.
- Il relie le ksar à son environnement.
- C'est un lieu de performance et de célébration.
- C'est un lieu de rassemblement et de vie sociale et professionnelle au quotidien.

- Tissu coloniale

Cependant dans le tissu colonial nous retrouvons les portes et grâce à leurs architectures distinctives nous les considérons comme des symboles de permanence de haut rang, le fort militaire (daïra maintenant) qui a structuré tout un



**Figure III.40 :** carte montre les espaces publics dans le tissu coloniale ; source : google earth modifié par l'auteur



village, et le fameux hôtel d'Oasis Rouge (cap terre maintenant) par son architecture néo-soudanaise et ses sculptures en relief originale, méritent d'être des éléments de permanence incontournables dans la ville.

### 4.6. Texture

La couleur de terre (rouge brique) c'est la dominante dans le ksar et le village coloniale par contre dans le tissu post coloniale, l'utilisation de couleurs chaude : marron, brique, parfois des couleurs claires comme l'orange et le blanc.



Figure III.41 : Vue sur la couleur rouge de la ville de timimoun/source: Cap terre

### 4.7. Les façades

Dans le tissu de ksar, il y'a aucun traitement dans les façades sauf la porte d'entrée et parfois on trouve des petites ouvertures en haut pour l'aération.



Figure III.42 : Ksar de Timimoune /source: Cap terre

Dans le tissu coloniale on trouve deux types des façades ,l'une d'ancienne construction et l'autre nouvelles ; On remarque un autre type de façades présent dans le tissu actuel qui contient des garages pour le commerce et des ouvertures dans la partie supérieure.

## 4.8. Gabarit

Le ksar et les anciennes constructions coloniales présentent un gabarit de RDC (4.5 m) maximum, les maisons ont le même gabarit pour des raisons d'intimité .Au contraire, les nouvelles constructions coloniales et le tissu actuel étaient de différentes hauteur R+1 et R+2.

## 5. Synthèse générale

### *Les ruptures de la ville*

Selon S.Haoui.Bensaada dans son mémoire de magister « Pour la présentation des architectures ksouriennes en terre crue : cas de Timimoune. » :

#### - Les ruptures fonctionnelles

Le ksar est le lieu où sont rassemblés les équipements culturels par excellence (mosquées, mausolées et madrasa, seulement les équipements de la période française qui sont en recul par rapport au ksar (écoles et l'église) à la marge sud-ouest dans le but de s'occuper des colons et faire diffuser la culture française.

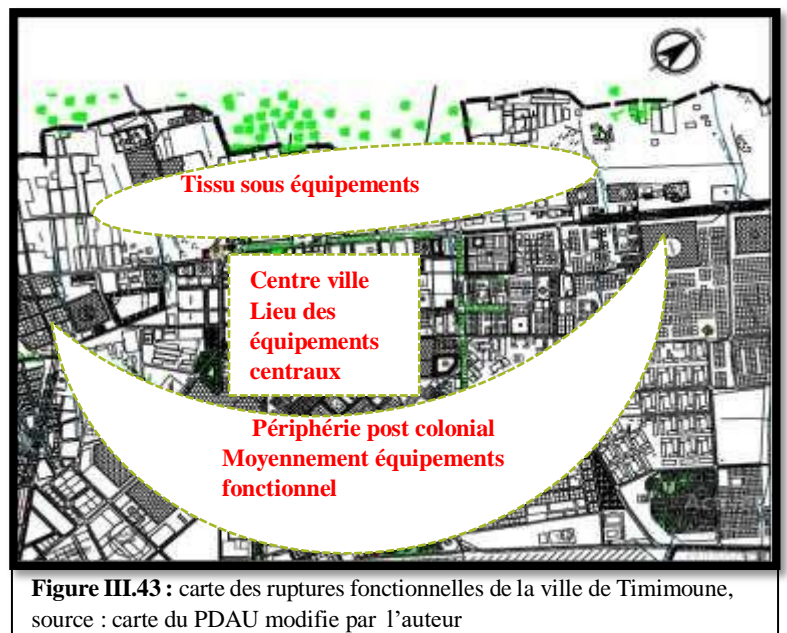


Figure III.43 : carte des ruptures fonctionnelles de la ville de Timimoune, source : carte du PDAU modifiée par l'auteur

Le boulevard du 1er novembre rassemble les activités principales de la ville nous constatons des équipements :

- \*Administratifs : la daïra, la mairie, la CNEP, la BNA, la poste et le tribunal.
- \*Commerciaux : le marché, les magasins.
- \*Touristiques : Agence de voyage, l'hôtel oasis rouge (cap terre).
- \*Culturels : la maison de jeunesse, Musée.
- \*Culturels : la grande mosquée, cimetière et le mausolée.

Cependant dans la périphérie; la politique d'implantation a proposé des équipements saillant les limites du village colonial.

\*Côté sud-ouest : la sureté, la gendarmerie nationale, hôpital, clinique, et Sonal gaz.

\*Côté sud : les logements et les cités d'habitations.

\*Côté nord-est : le lycée technique, le CFPA, nouveau marché

En manière d'espace, il y a des équipements qui occupent une surface très importante à la périphérie : les écoles, lycée, hôpital, station de la RTA et la caserne.

- Les ruptures morphologiques

Il existe trois types du tissu à Timimoune :

- Tissu organique : le ksar
- Tissu en damier : le village coloniale
- Tissu en zoning : tissu post coloniale

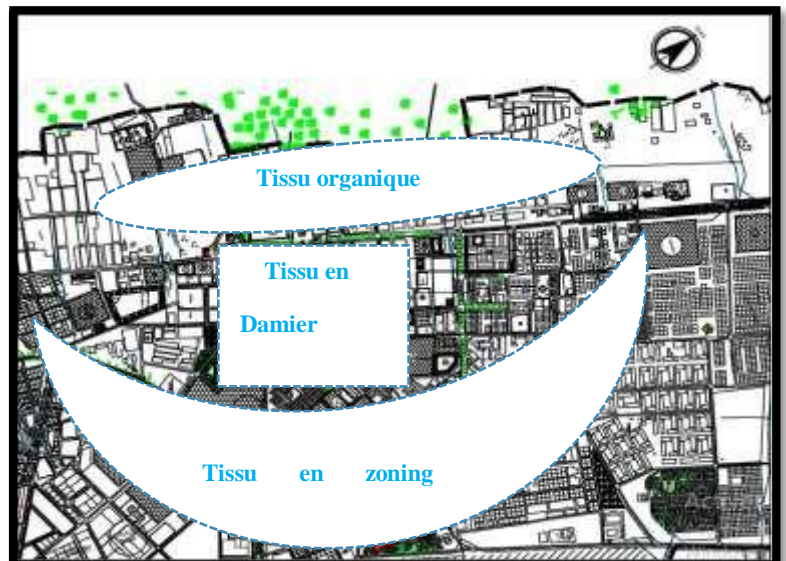


Figure III.44 : carte des ruptures morphologique de la ville de Timimoune, source : carte du PDAU modifiée par l'auteur

- Les ruptures symboliques et sociales

Elle s'exprime par la disposition des espaces publics, leurs affectations, le rôle joué par les édifices ainsi que leur charge mémorielle.

Ceci nous ramène à considérer le ksar comme étant un espace chargé de symboles et de mémoire ou on

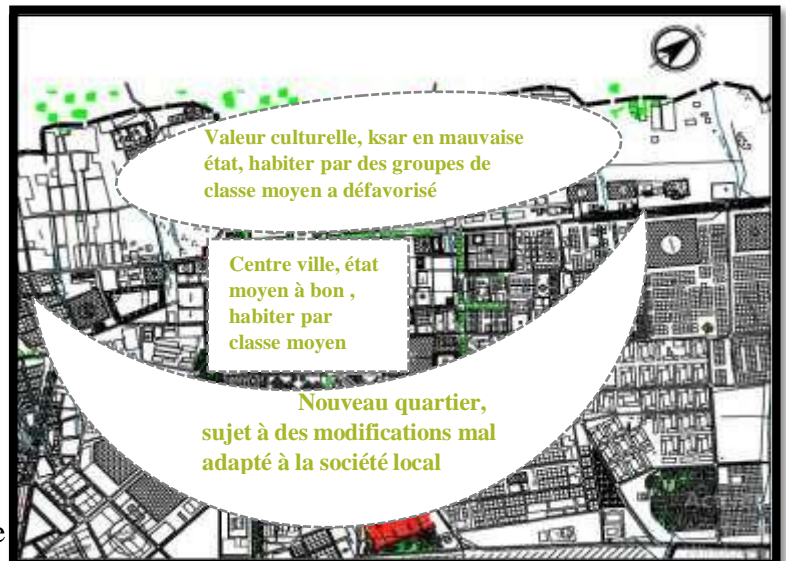


Figure III.45 : carte des ruptures symboliques et sociales de la ville de Timimoune, source : carte du PDAU modifiée par l'auteur

trouve Des espaces publics Collectifs de valeur (rahbates, mosquées, mausolées) ainsi que la qualité de son paysage environnemental (foggara, palmeraie)



### 6. Les matériaux de construction et processus de construction à Timimoune

#### 6.1. Les matériaux de constructions

##### - La terre

La toubra, ou brique de terre crue, est composée de terre et d'argile. La terre est disponible sur place. En revanche, l'argile (rouge ou jaune) est extraite à un endroit bien précis. Tous ceux-ci sont mélangés avec de l'eau dans une proportion claire (50%). Ensuite, il a été introduit dans un moule (15x12x30) cm en grande quantité.



Figure III.46 : Les brique de terre crue ;source : Capterre

Les blocs ainsi obtenus sont laissés au séchage, sous le soleil, pendant 4 à 5 jours en été, et 20 à 15 jours en hiver.

##### - La pierre

La pierre est souvent utilisée pour la protection des fondations des constructions, généralement pour les fondations et les soubassements, et comme support pour les solives de plancher. Ce matériau peut être utilisé comme pierre de ramassage à Timimoune ou ses environs. (Beni Mehlel, Massin).

A Timimoune, il existe un autre type de pierre. Il s'agit du "Tafza", un type de grès produit en rassemblant et en cimentant des grains de sable. Il se caractérise par une porosité élevée, une hygroscopicité élevée, une faible résistance mécanique et une fragilité. Il existe deux manières d'utiliser Tafza :



Figure III.47: Akham Sidi Brahim, construit sur une roche de Tafza ; source : Capterre

1- En tant que support architectural, dans la plus ancienne agglomération de Ksar, généralement Aghem Construit sur un Terrain élevé à des fins défensives. 2- Comme protection extérieure du mur pour éviter les pertes d'eau. Une technique consiste à construire un autre mur de Tafza derrière le mur de terre pour protéger le mur porteur. En raison de sa capacité d'absorption, il peut également transporter l'humidité vers les murs intérieurs pour réguler la température interne de la maison. Cette technique a été rarement utilisée dans l'habitation du Ksar à Timimoune pendant la période coloniale (à cause de l'introduction de la chaux) et la période post-coloniale.

### - Le palmier

L'utilisation du bois à Timimoune dans la construction a une dimension historique et sociale. Le bois de palmier est l'élément de base du bâtiment, car il est souvent utilisé pour les planchers, les ouvertures et les escaliers. La source de bois la plus facilement disponible pour le Ksar de Timimoune est la palmeraie, où la plupart des palmiers conviennent à la construction. Premièrement, le choix des



**Figure III.48** : Stockage des solives à Timimoune , source : Capterre

Palmiers est basé sur des critères de hauteur. Le palmier le plus long est devenu l'arbre le plus difficile à grimper pour récolter des palmiers dattiers, c'est le palmier qui fournit le plus de solives .Les palmiers utilisés dans sa totalité :

- La khechba

Utilisé pour couvrir l'espace, c'est une solive traditionnelle. Le tronc du palmier est découpé en plusieurs khechbates, dont la taille varie de 2 à 2,5 m. Il est obtenu en coupant ce tronc d'arbre dans le sens de la longueur en 4 morceaux puis en le séchant pendant quelques jours.



**Figure III.49**: la khechba du palmier ; source : archive de Capterre

- La kernafa

Pour les toits, la taille est de 20 ou 25 cm. C'est la partie inférieure de l'aileron. C'est la partie inférieure des palmes.



**Figure III.50** : la kernafa du palmier ; source : archive de Capterre

- Le djerid

C'est les feuilles de palme utilisées pour couvrir la couche de Kernafs. Exploitation des éléments du palmier.



**Figure III.51** : la djerid du palmier ; source : archive de Capterre

*Les techniques de construction en terre crue dans la région*

- Saison de construction

La saison la plus adaptée pour la préparation des matériaux de construction est celle des récoltes pendant la saison de printemps. C'est la saison où les fibres naturelles, qui rentrent dans la composition du mélange de la terre, notamment la paille et la Takka (la croute d'orge) pour les adobes et les mortiers ou le Bromi (la paille) pour la toiture, sont disponibles. En plus, il est préférable pour les constructeurs de démarrer le chantier durant une période tempérée afin que les mortiers ne sèchent pas rapidement comme en été, bien que parfois ils construisent en été, tout en évitant, bien-sûr, le séchage rapide des mortiers par un arrosage continu. En revanche, l'hiver à Timimoune, il fait froid et sec et les maçons n'ont ni l'habitude, ni même les protections adéquates (gants, bottes) pour travailler dans des conditions climatiques rudes. Pour cette raison, les mortiers ne sont pas préparés en hiver.

- Les techniques traditionnelles de construction

La région de Timimoune recèle une variété de pratiques constructives en terre crue. Nous rencontrons le procédé de la terre creusée<sup>41</sup>. dans l'habitat troglodytique creusé horizontalement sur les parois des flancs rocheux surplombant les oasis. Ce type d'habitat est très ancien et est abandonné actuellement sauf pour certaines cavités qui sont utilisées pendant les saisons chaudes.

<sup>41</sup> Construction en terre, l'architecture traditionnelle de charouine et de Timimoune, PNUD, Alger, 2007

Nous pouvant aussi rencontrer le procédé de la terre empilée au niveau des ksour fortifiés.

Ce procédé est moins utilisé, il consiste à empiler des boules de terre afin de constituer les murs, les rangées de terre sont intercalées par des rangées de pierre de taille moyenne.

Le procédé de terre moulée est le plus rencontré de nos jours. La pratique ancienne moulait la terre à la main, actuellement on utilise des moules métalliques ou en bois qui donnent aux blocs de thob une forme plus régulière.

Le procédé de la terre couvrante est utilisé pour la réalisation des toitures. La couche de terre repose sur un tapis de paille posé sur des feuilles de palmier, l'ensemble repose sur des demi-troncs de palmiers appuyés aux murs latéraux.

### *Processus de construction*

#### - Les fondations

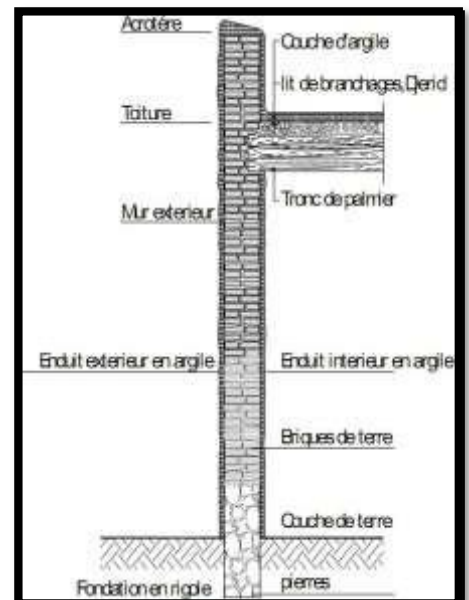
Elles sont généralement filantes de 30 à 50 cm de profondeur et de 50 à 70 cm de largeur, elles sont en pierres liées avec un mortier de terre crue.

#### - Les soubassements

Les murs sont généralement construits sur des soubassements en pierres, qui peuvent atteindre 1 m de hauteur, pour qu'ils soient protégés des remontées capillaires et des eaux de pluie, même si ces dernières se font rares. Le soubassement est souvent une continuité du mur de fondations.

#### - Les piliers

Les murs sont parfois raidis par des piliers carrés en briques de terre, de 55 à 75 cm de côté, ils sont placés soit au milieu des pièces, soit adossés aux murs. Ils sont munis de corbeaux à leurs sommets.



**Figure III.52 :** Système constructif des habitations ksourienne, (Source : PNUD Alger 2007).



### - Le contrefort

Le contrefort est mis en œuvre avec la maçonnerie de l'élément pour permettre une bonne transmission des charges.

**Figure III.53 :** murs à contrefort dans le ksar de Timimoune ;Source : Capterre



### - Murs

Ils sont en briques d'adobe, d'épaisseur variable de 30 à 50 cm. On trouve aussi des murs en pisé d'épaisseur moyenne de 50 cm. L'utilisation de pierres permet de stabiliser la terre et limiter son retrait. Les murs réalisés selon ce procédé sont plus durable. L'enduit de ce type de murs consomme autant de terre que la quantité qui a servi à sa réalisation.<sup>42</sup>



**Figure III.54 :** murs de brique d'adobe à Timimoune ;source :Capterre

Les murs réalisés en blocs de thob moulés à la main demandent beaucoup d'attention lors de la mise en œuvre car les vides entre les blocs de thob facilitent la prolifération des termites. Ce type de mur pose le problème de chaînage au niveau des angles car il laisse beaucoup de vides.

La forme cubique des blocs de thob a permis de résoudre le problème de chaînage au niveau des angles. L'appareillage des blocs est facilement maîtrisable.

### - Les linteaux

Ce sont des planches en bois de section rectangulaire avec des ancrages de 30 à 50 cm.

<sup>42</sup> Construction en terre, l'architecture traditionnelle de charouine et de Timimoune, PNUD, Alger, 2007.

### - Les planchers

Ils sont constitués de troncs de palmier posés sur les corbeaux qui se trouve à la tête des murs ou des piliers, des branchages de palmier sont posés par la suite et recouverts d'une couche de terre de 25 à 30 cm et étalée sur toute la surface. La couche de finition est constituée de mortier de chaux.

Les planchers sont réalisés après séchage des murs. La terre est de même composition que pour les blocs de thob à



**Figure III.55 :** Les éléments constituant les planchers ; source : Capterre

laquelle on rajoute de la paille. La peinture à la chaux permet d'étanchéifier la surface, sur les terrasses accessibles, le sable tapisse aussi les surfaces.

### - L'escalier

Les escaliers sont réalisés à l'aide d'une paillasse en bois de palmier au-dessus de laquelle sont façonnées les marches en terre.

### - Traitement des surfaces

Pour la couche de finition d'enduit spécifique à la région de Timimoune, les boules de terre sont projetées sur le mur après une couche de préparation qui colmate les interstices entre les blocs de thob. Cette couche de finition est appliquée de haut en bas sur le mur. On peut aussi avoir de



**Figure III.56 :** Escalier en terre; source : capterre

finitions d'enduit en carreaux comme à l'entrée de ce passage couvert.

Ce traitement de surface figure est réalisé avec un enduit en ciment. Les boules d'enduit plus effilées sont jetées à la spatule.

### - Les ouvertures et les décorations

Les ouvertures sont limitées, de dimensions réduites et donnent généralement sur les cours. Les dimensions des fenêtres varient de 40 x 50 cm à 50 x 60 cm. Pour les portes, la largeur est de 70 à 80 cm et la hauteur de 170 à 180 cm.

La porte principale d'accès à la maison ksourienne est réalisée avec du bois de palmier et se ferme grâce à une serrure accessible de l'extérieur depuis un trou à mi-hauteur dans le mur.

Il est à noter que de l'extérieur, les habitations ne renseignent en rien sur le statut social de la famille. L'habitation ksourienne traditionnelle n'est pas une architecture de façade, seule parfois les portes d'accès sont décorées. Certaines portes sont à tableaux décorés tandis que d'autre se résument à de simple percements sur les murs de façades.

Les autres rares décorations se voient sur les hauts des murs de façades. Ces traitements particuliers se distinguent du reste des murs grenelés par leurs couleurs ou leurs textures lisses. Sur les terrasses des maisons les décorations permettent aux femmes de jeter un regard à l'extérieur sans être vues. Nous pouvons distinguer plusieurs types.



**Figure III.57 :** trou de fermeture ,source : capterre



**Figure III.58:** porte à timimoune ;source : Capterre



**Figure III.59 :** Décoration en bande ajourée en forme dedouble pointe de flèche vers le haut et vers le bas, sur une terrasse; source : Captere





**Figure III.60** : interieur de Capterre ;  
source : Capterre



**Figure III.61** : Enduit extérieur d'un mur à Timimoune ;  
source : Capterre

### - Les arcs

L'arc est une continuité de la maçonnerie où l'élément porteur vertical se transforme en élément porteur horizontal. A Timimoune on rencontre deux types d'arc. Le premier, fréquent dans le Ksar, prend une forme géométrique triangulaire. On l'utilise pour remplacer le linteau dans les entrées et surtout dans les couloirs étroits. Il est de petite dimension par rapport au second type d'arc qu'on



**Figure III.62** : arc à Timimoune ; source : Capterre

retrouve fréquemment dans la partie coloniale de la ville de Timimoune et qui se caractérise par sa forme en plein cintre.

### **Conclusion**

L'architecture traditionnelle en terre crue dans la région de Timimoune montre une grande richesse dans le processus de production et dans les formes architecturales. Ce patrimoine témoigne de la diversité formelle de l'architecture algérienne et ses fondements culturels devraient inspirer les réponses en faveur d'une diversification des paysages architecturaux et urbains des villes algériennes aujourd'hui menacées par une monotonie



formelle insouciante des particularités régionales.

Ce n'est qu'en connaissant parfaitement les propriétés de cette architecture, sa diffusion et surtout l'implication et l'engagement des professionnels du bâtiment conscients de ses qualités, pourront assurer son renouveau. Les actions de sauvegarde seules ne suffiront probablement pas et risqueront de confiner cette tradition architecturale au statut de musée. Aussi faudra-il développer et valoriser les savoir-faire locaux au service de projets contemporains.

## II. PROJET ARCHITECTURAL

### Quartier d'habitations individuelles groupées à Timimoune

#### 1. Introduction

Après une lecture de la ville de Timimoune et de l'habitat ksourien, de son aspect architectural et technique, du savoir faire local, ainsi que des performances thermiques du matériau terre, et les nouvelles techniques constructive avec cette matériau; on est maintenant en mesure de présenter dans ce chapitre une tentative de réponse au problème de confort thermique posé ultérieurement avec un projet d'habitation durable qui respecte les exigences de l'architecture bioclimatique.

#### 2. Présentation de site d'intervention

D'après la lecture de la croissance de la ville de Timimoune, nous avons constaté que son développement était linéaire suivant l'axe du 1<sup>er</sup> novembre.

Pour élaborer une réponse à nos objectifs, le choix de notre aire d'étude c'est opéré sur le pos Zita el Miloud, à proximité du boulevard 1<sup>er</sup> Novembre; notre problématique c'est comment rendre la périphérie une partie intégrée dans la ville de Timimoune avec une logique d'implantation qui relie entre le ksar et l'organisation du village colonial.

La morphologie de notre site est plate avec une très faible inclinaison de 1% et une forme de terrain irrégulière.



Figure III.63 : situation de site d'intervention à Timimoune ;  
source : google earth modifié par auteur 2021

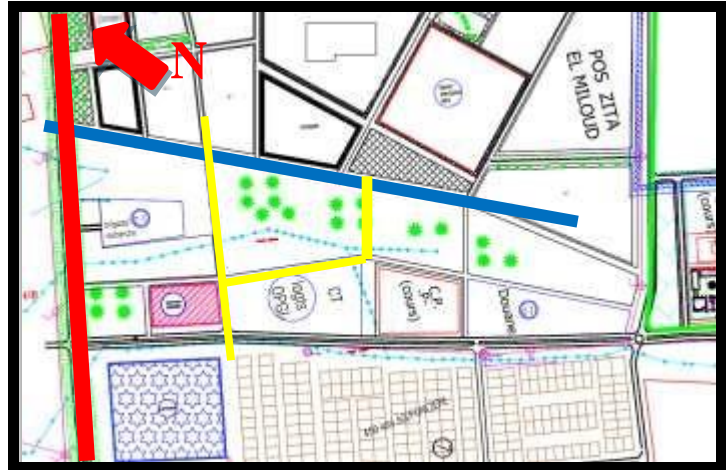


Figure III.64 : situation de site d'intervention à Timimoune ;  
source : carte des pos de Timimoune modifié par auteur 2021

Le terrain du projet à une forme quadrangulaire de dimension : (171/234/97/210) m, et les aires de la placette est de 29473 m<sup>2</sup>.

Le site d'intervention est limité par:

- \*Au nord: par des projets d'habitat individuelle au cours de réalisation.
- \*Au nord-est: par la brigade recherche
- \*A l'est: par station service et des logements OPGI
- \*A l'ouest: par un terrain vide occupé pour une mosquée.
- \*Au sud-ouest: par des terrains vides.



**Figure III.65:** L'accessibilité et limitation de site d'intervention à Timimoune ; source : carte des pos de Timimoune modifiée par auteur

- Boulevard 1 er novembre
- Voie principale
- Voie secondaire

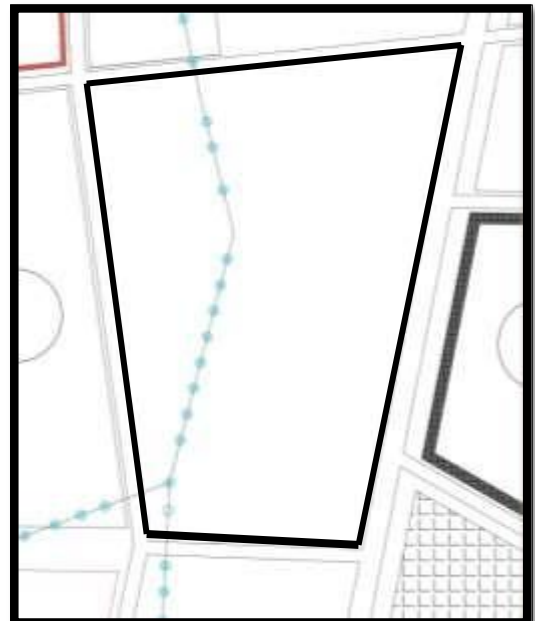
- La présence d'une ligne de foggara zekkour avec des palmiers

### 3. Conception de plan de masse

Notre terrain d'intervention est délimité par des habitations privées et des projets au cours de réalisation, avec la présence de la ligne de foggara zekkour et des palmiers qui divise le terrain en deux parties.

Le Ksar au nord-est et par le village colonial à l'est, ils représentent une grande partie du patrimoine de la ville.

La présence d'animation de terrain par les voies mécaniques par les quatre cotés ; et par voie principale sur le coté nord-ouest ou on peut animée par des commerce.



**Figure III.66:** 1 ère phase : délimitation du terrain ; source : auteur 2021

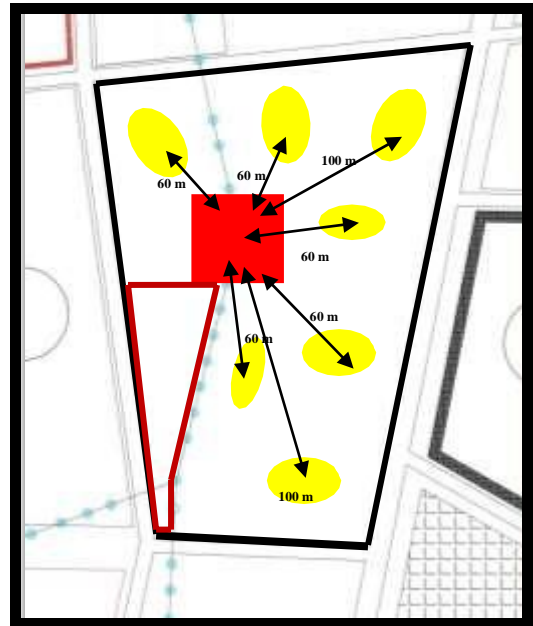
L'analyse urbaine a montré que le ksar s'est développé autour d'un Rahba (espace public) qui est devenu maintenant l'élément central du ksar et qui regroupe plusieurs aghems. Par conséquent, nous reprenons l'élément Rahba (placette) comme élément organisateur (central) de l'ilot et des groupements.

Ainsi on commence par la projection du Rahba (espace public) au centre du terrain, en suite on projette sept (07) Rahba de regroupement, deux (02) d'entre elles se situent à 100 m, et cinq (05) à 60 m, avec un espace pour air de jeu et jardin public.

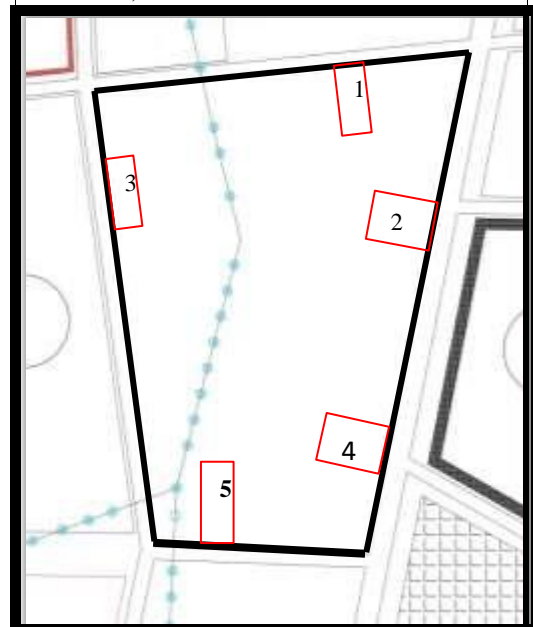
Après la projection des espaces publics, on crée des accès mécaniques sous forme des parkings dans les quatre cotés de terrain pour chaque groupement et qui sont proches de voie mécanique. Ainsi la circulation mécanique reste périphérique et le cœur des ilots devient strictement piéton.

Chaque parking comprend des nombres suffisants des stationnements pour répondre aux besoins de chaque groupement.

Le nombre des stationnements est selon le nombre des habitations (un seul stationnement pour chaque habitat).



**Figure III.67** : 2 eme phase : schéma des Rahbats ; source : auteur 2021



**Figure III.68** : 3 eme phase : schéma des parkings (circulation mécanique); source : auteur

Les voies piétonnes dans le ksar sont très étroites, elles sont entre 2.5 m et 3 m, les impasses ne dépassent pas les 2 m.

On crée des passages piétons et quelques impasses pour avoir une bonne circulation intérieure.

Dans notre terrain les voies piétonnes sont de 2 à 3 m.

Le chemin piéton principal dans notre terrain fait à Travers la ligne de foggara.

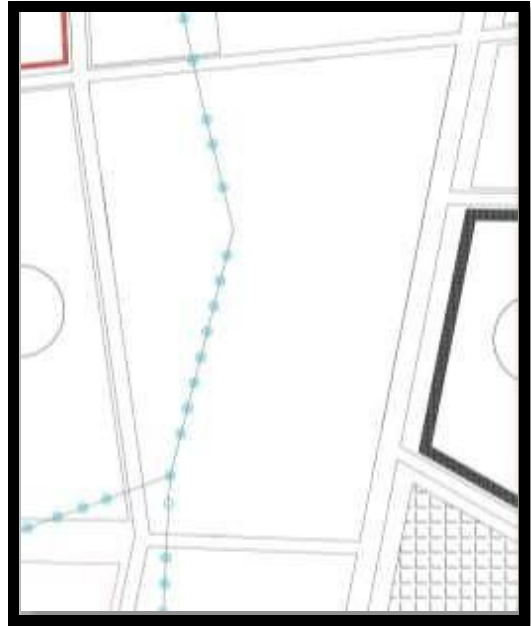


Figure III.69 : 4 eme phase : schéma des voies piétonne ; source : auteur 2021

Notre projet est un ensemble d'habitats individuels groupés, abritant 65 logements, avec une proposition d'onze variantes de maisons différentes, avec la Rahbat et un espace de jeu pour tous les habitants du quartier, la foggara et la Rahba sont les éléments essentiels de ce projet.

Le projet est composé de 7 sous-groupes. Il est accessible de ses quatre cotés, par des accès mécaniques sous forme des parkings et par 5 voies piétons qui mènent vers le quartier et les rahbats de regroupement.

Le projet contient de plusieurs entrées, qui sont des voies piétonnes d'une largeur de 2 m.

Les rahbats sont utilisés comme un lieu de rassemblement et un espace de détente.

Les habitants qui cotent la voies principale, intègrent de petites boutiques pour subvenir aux besoins quotidiens des habitants et animés les voies mécaniques autour de projet.

Les habitations du projet sont collées l'une à l'autre formant une masse compact, pour se protéger du climat aride saharien, et des vents de sable.

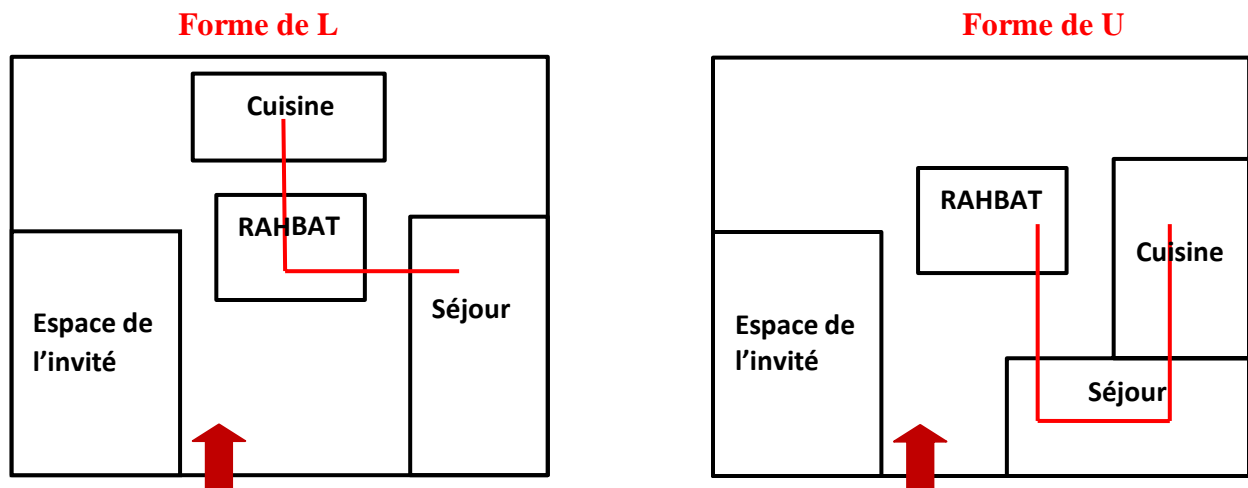
### 4. Conception du projet:

Dans notre recherche, nous avons remarqué que l'habitation ksourienne a connu plusieurs transformations dans sa structure, son organisation, et ses pratiques spatiales, aboutissant à une organisation dont on s'est inspiré pour l'élaboration de notre projet et dont les points essentiels se résument comme suit :

Les maisons du projet prennent la forme de terrain, s'élevant jusqu'à 2 niveaux et deux terrasses accessibles (une pour la famille et l'autre pour l'invité), avec des dimensions de 12 à la largeur et de 13 à la longueur.

On divise la maison par rapport à la rahbat qui est un espace rectangulaire ouvert.

Ensuite on divise l'habitation en deux parties: Partie « invités » et Partie « Famille » sous forme de L et de U.



- La partie « invités »

Se situe généralement devant l'entrée, et selon la situation de la maison par rapport aux voisinages, elle peut avoir sa propre entrée.

Elle se compose de : -une chambre avec une petite salle d'eau

-un escalier pour monter à la terrasse d'invité

- La partie « famille »

C'est la partie intime de l'habitation, organisée autour d'un espace central: *la Rahba*.

Elle se compose de: -des chambres      -une salle d'eau



-un séjour                      -un escalier pour monter à la terrasse familiale                      -une cuisine

Les espaces qui nous retenons sont: rahbat, espace invité, skifa, makhzen, escalier (familiale+invité), la terrasse (familiale+invité).

➤ *La circulation:*

-Circulation horizontale: est assurée par la rahbat et skifa.

-Circulation verticale: un escalier de forme U et un autre escalier de forme L en terre.

➤ *Structure:*

• Les éléments de composition du système constructif en terre:

Brique de terre comprimé "BTC": c'est une brique de terre produite dans des moules de 29.5\*14\*9 cm.

• Technique constructive de la terre:

\*Les fondations: pour les réaliser, on creuse jusqu'au bon sol et l'on dépose de la pierre dans l'excavation jusqu'à une hauteur de 50cm du sol au minimum.

\*Les murs: les briques sont appareillées de différentes manières liées avec du mortier. Les murs ont une épaisseur minimale de 30cm puisqu'ils sont porteurs, et les murs non porteurs ont une épaisseur de 14cm.

\*Les ouvertures: -des fenêtres avec linteaux en arc (en BTC) de dimension de 70 cm de largeur (à l'extérieure).

- des fenêtres avec linteaux en bois (à l'intérieure)

- des fenêtres de dimension de 35cm de largeur (pour les sanitaires).

- des portes de dimension de 1m, 94cm et de 74cm.

-des arcs en plein cintre.

\*Le plancher : -le plancher en bois pour le plancher d'étage

-le plancher en bois + l'étanchéité saharienne.

\* Les façades: Pour les façades on a utilisé les éléments architectonique qui se référant à l'architecture traditionnelle néo-soudanaise de la région (forteresse, arc en plein cintre, claustrât, les enduit.

## **5. Dossier graphique**

## Conclusion générale

Les bâtiments indigènes sont l'une des ressources les plus primitives de l'histoire architecture. Elle a un rapport étroit avec l'héritage car elle accompagnait l'homme au cours de l'histoire de l'humanité.

Une modernisation à laquelle aucune société ne peut échapper, ne doit pas effacer la valeur Héritage comme héritage du passé, pour les générations futures, ils ont trouvé leur propre identité.

Aujourd'hui, l'architecture est toujours une source d'inspiration architecte. Il joue un rôle de premier plan dans la révélation du patrimoine local d'un lieu. Les régions sont généralement associées à de véritables performances artistiques et historiques. Il aide Soutenir fortement le développement social et culturel et respecter l'environnement.

L'architecture de terre a connu un développement intéressant dans l'époque moderne ou la conscience d'utiliser les sources locales et durable. Des nouvelles techniques sont été élaborées pour développer l'utilisation de l'architecture de terre.

L'objectif de cette recherche est de mettre la lumière sur l'architecture de terre comme une source de patrimoine qui nous donne une leçon d'architecture. D'une part, à travers l'importance des œuvres ancienne construite en terre. D'autre part, à travers l'architecture de terre moderne, tout en citant des exemples réalisés avec de nouvelles techniques (BTC, BTS).

## BIBLIOGRAPHIE

A.Abdessemmed-Foufa(2015). Identification du corpus des typologies constructives en terre pour la préservation du patrimoine bâti et la construction en Algérie. CIAT 2015. Congrès International sur l'Architecture de Terre.

Aguarwal(1981), bâtir en terre, Ed. Earscan, Londres .

Anne-Lyse Antoine, Elisabetta Carnevale(2016). Architectures contemporaines en terre crue en France de 1976 à 2015 : pourquoi et comment les acteurs construisent avec ce matériau aujourd'hui ?. Architecture, aménagement de l'espace.

Anger, R., & Fontaine, L. (2009). Bâtir en terre. Du grain de sable à l'architecture. Paris, Belin / Cité des sciences et de l'industrie.

Badreddine Yousdfi, (2017) . les territoires sahariens en Algérie, Gouvernance, acteurs et recomposition territoriale ; URL : <http://journals.openedition.org/anneemaghreb/2951> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/anneemaghreb.2951>.

Bellil Rachid(1999), Les Oasis Du Gourara (Sahara Algérien): Fondation Des Ksour II (Peeters Publishers).

Boubekour, S., & Houben, H. (1998). Blocs de terre comprimée. Normes. Bruxelles, CDI et CRATerre-EAG.

Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement. , (2013),le système bâti., disponible sur : <https://www.cerema.fr/fr/actualites/systeme-bati>.

C. Delbecque(2011), Approche contemporaine de la construction en terre, « Histoire de la construction en terre » 21 octobre 2011.

Construction en terre (2007), l'architecture traditionnelle de charouine et de Timimoune, PNUD, Alger.

Construction en terre sur les sites archéologiques (2015), ArchéOrient - Le Blog (Hypotheses.org), 4 septembre 2015. [En ligne] <http://archeorient.hypotheses.org/4562>.

Daher Rania ( 2015), 'L'architecture En Terre Crue Dans La Vallée Du Jourdain ; Une Filière En Reconstruction...temporaire' (L'universite Paris-Saclay, 2015)

DUBIEF J., (1952), Evaporation et coefficients climatiques au Sahara, Alger: IRS, TomeVI,pp.13-43.

DUBOSTD., (2002), Ecologie, aménagement et développement agricole des oasis algériennes.Alger : CRSTRA, p.423.

De Chazelles, C.-A. (2003). "Témoignages croisés sur les constructions antiques en terre crue : textes latins et données archéologiques". *Techniques & Culture*, 41, pp. 1-27.

Earth-Auroville (2016), 'Earthen architecture in the world' [http://www.earthauroville.com/maintenance/uploaded\\_pics/10-adobe-moulding-en.pdf](http://www.earthauroville.com/maintenance/uploaded_pics/10-adobe-moulding-en.pdf). Consulté le 05-07- 2016 Earth-Auroville, 'Earthen architecture in the world' [http://www.earthauroville.com/maintenance/uploaded\\_pics/10-adobe-moulding-en.pdf](http://www.earthauroville.com/maintenance/uploaded_pics/10-adobe-moulding-en.pdf). Consulté le 05-07-2016.

Jean Claude Echalié

Journal officiel. , (2019), Loi n° 19-12 du 14 Rabie Ethani 1441 correspondant au 11 décembre 2019 modifiant et complétant la loi n°84-09 du 4 février 1984 relative à l'organisation territoriale du pays, P.12.

H.Benouali (2004), Proposition pour la relance des constructions en terre en Algérie, CNERIB, décembre2004.

Houben Hugo ; Hubert Guillaud (2006) ; CRAterre, Traité de Construction En Terre (Parenthese.)

Houben Hugo ; Hubert Guillaud ( 1989); CRAterre, marceille ;Traité de Construction En Terre (Parenthese,).

Guillaud, H., Joffroy, T., Odul, P., & CRAterre-EAG (1995). *Blocs de terre comprimée. Volume II. Manuel de conception et de construction*. Eschborn, GTZ.

Kur.F (2001), l'habitat écologique : quels matériaux choisir, Edit. Terre vivante, France, juillet 2001.

Larousse

MERLIN P., ( 1994), La croissance urbaine, paris : presse universitaire de France .

NICOLAS Aymone (2016), Construire en terre en France, dans VOHLARD Franz, Construire en terre allégée, Cenate Sotto, Editions Acte Sud, avril 2016.

OZENDAP.,( 1977), Flore du Sahara Septentrional, paris:C.N.R.S.

Paulus Jehanne (2015), ‘Construction en terre crue: dispositions qualitatives, constructives et architecturales – Application à un cas pratique : Ouagadougou’ (Université de Liège,)

Rigassi, V., & CRATerre-EAG (1995). Blocs de terre comprimée. Volume I. Manuel de production. Eschborn, GTZ.

S.Haoui Bensaada ( 1993), these de magéstre ,l’agham entre l’habité et l’urbanité,EPAU juin 1993.

S. Haoui Bensaada (2002), Pour la préservation des architectures ksouriennes en terre crue : cas de Timimoun, Mémoire de Magistère, EPAU.

S. Haoui Bensaada (2010); Contribution à la connaissance et à la préservation des architectures ksouriennes Cas: le Touât Gourara (Sud Ouest de l’Algérie) ; Conférence: congrès international WOCMES Barcelone ;juin 2010

Ulrich Rohlen ; ChristofZiegert ( 2013);Construire en terre « construction-rénovation-finitions »;le Moniteur .

Yasmine Terki, BakonirinaRakotomamonjy, Mourad Hacini, Touhami Benhachmi, Mourad Henous, et al (2019).Guide de réhabilitation de l’habitat en terre à Timimoune. [Rapport