

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



Université Larbi Tébessi - Tébessa  
Faculté des Sciences et de la Technologie  
Département d'Architecture

Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme  
de Master en Architecture

**Option : Architecture et Environnement**

**L'UTILISATION DES MATERIAUX LOCAUX  
AU SUD ALGERIEN  
et les directives de Ministère de l'Habitat, de  
l'Urbanisme et de la Ville (MHUV)**

Elaboré par :

- **ALLEG Narimene**
- **DJEDOUANI Racha**

Encadre par :

**Dr. MANSOURI Saddek**

Année Universitaire 2015/2016

A background image of pink roses in full bloom, with green leaves and dark stems, set against a soft, out-of-focus background.

## ***DEDICACES :***

Je dédie ce travail à :

A mes chers parents : Salem et Layla

Tous les mots du monde ne sauraient exprimer l'immense amour que je vous porte, ni la profonde gratitude que je vous témoigne pour tous les efforts et les sacrifices que vous n'avez jamais cessé de consentir pour mon instruction et mon bien-être. C'est à travers vos encouragements que j'ai opté pour la réussite dans mes études, et c'est à travers vos critiques que je me suis réalisée. J'espère avoir répondu aux espoirs que vous avez fondés en moi. Je vous rends hommage par ce modeste travail en guise de ma reconnaissance éternelle et de mon infini amour. Vous résumez si bien le mot parents qu'il serait superflu d'y ajouter quelque chose. Que Dieu tout puissant vous garde et vous procure santé, bonheur et longue vie pour que vous demeuriez le flambeau illuminant le chemin de vos enfants. « que dieu les garde pour moi ».

A ma chère sœur Nadia, mes chères frères : Sami, Salah, Aymen

Qui n'ont pas cessée de me conseiller, encourager et soutenir tout au long de mes études. Je ne peux exprimer à travers ses lignes tous mes sentiments d'amour et de tendresse envers vous. Puisse l'amour et la fraternité nous unissent à jamais. Je vous souhaite la réussite dans votre vie, avec tout le bonheur qu'il faut pour vous combler. Je dédie ce travail également à mon fiancé Ghoulem et toute sa famille en témoignage de ma reconnaissance envers leur soutien et leurs encouragements.

A tous les membres de famille : mes oncles, mes tantes ainsi que mes cousins et mes cousines

Veillez percevoir à travers ce travail, l'expression de ma profonde affection et énorme respect. Avec tout l'amour que je vous porte, je vous souhaite beaucoup de bonheur dans votre vie.

Sans oublier ma chère amie, mon binôme Racha chez qui m'a supporté durant ces quatre dernières années, et chez qui j'ai trouvé l'entente dont j'avais besoin.

A mes chères amies :

Qui font partie de ces personnes rares par leur gentillesse, leur tendresse et leurs grands cœurs. Qu'ils trouvent ici, le témoignage de tout mon amour et toute ma reconnaissance pour leur inlassable soutien. Je vous souhaite une vie pleine de réussite, de santé et de bonheur.

A tous les membres de ma promotion.

A tous mes enseignants depuis mes premières années d'études.

A tous ceux qui me sens chers et que j'ai omis de citer.

A tous ceux que j'aime et qui m'aiment. Je dédie ce travail espérant avoir répondu à leurs souhaits de me voir réussir.

**NARIMENE...**

A background image of pink roses in full bloom, with green leaves and dark brown stems. The roses are the central focus, with some in sharp focus and others blurred in the background.

## **DEDICACES :**

Je dédie ce travail à :

A ma très chère mère "**Naziha**", tu représentes pour moi le symbole de la bonté par excellence, la source de tendresse et l'exemple du dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier pour moi, ta prière et ta bénédiction m'ont été d'un grand secours pour mener à bien mes études.

A mon très chère père "**Lyes**", Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours eu pour vous. rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être. Ce travail est le fruit de tes sacrifices que tu as consentis pour mon éducation et ma formation.

Aucune dédicace ne saurait être assez éloquente pour exprimer ce que vous méritez pour tous les sacrifices que vous n'avez cessé de me donner depuis ma naissance, vous avez fait plus que ce qu'ils font les parents pour que leur enfants suivent le bon chemin dans leur vie et leurs études, je vous dédie ce travail en témoignage de mon profond amour.

A la mémoire de mon grand père "**Papa Ali**" avec lequel je n'aurais pas le plaisir de partagé cet événement mais qui est et qui demeurera dans mon cœur et à jamais, tu me manque et c'est rien de la dire la vie sans toi est fade. j'espère que je saurais à la hauteur des valeurs que tu as semé en nous, je t'aime et je t'aimerais à jamais Grand-père, que Dieu, le miséricordieux, vous accueille dans son éternel paradis.

A mes chers frères "**Mohamed**" & "**Oussama**" et ma seule sœur "**Sara**" qui n'ont cessé d'être pour moi des exemples de persévérance, de courage et de générosité, les mots ne suffisent guère pour exprimer l'attachement, l'amour et l'affection que je porte pour vous, Je vous dédie ce travail avec tous mes vœux de bonheur, de santé et de réussite.

A mes chère grand-mère maternelle et paternelle, que ce modeste travail, , soit l'expression des vœux que vous n'avez cessé de formuler dans vos prières, que Dieu vous préserve santé et longue vie.

A mes très cher oncle et spécialement "**Riyad**"&"**Tayeb**", En témoignage de l'attachement, de l'amour et de l'affection que je porte pour vous, vous êtes toujours dans mon cœur, je vous remercie pour votre affection si sincère.

A mes tantes, mes cousines et à tous les membres de ma famille, petits et grands Veuillez trouver dans ce modeste travail l'expression de mon affection

A mes chères ami(e)s, et spécialement ma binôme "**Narimene**", je ne peux trouver les mots justes et sincères pour vous exprimer mon affection et mes pensées, vous êtes pour moi des frères, sœurs et des amis sur qui je peux compter. En témoignage de l'amitié qui nous uni et des souvenirs de tous les moments que nous avons passé ensemble.

A tout ceux qui ont su m'apporter aide et soutient aux moments propices. A tous ceux qui, par un mot, m'ont donné la force de continuer. A tous ceux que j'aime et qui m'aiment.....

**RACHA...**

## ***REMERCIEMENTS***

Nous tenons à exprimer mes remerciements et profondes gratitude, avant tout, à dieu le tout puissant , qui nous a éclairés le droit chemin qui mène vers la réussite , et qui nous adonne le courage et la force pour mener ce modeste travail.

Nous tenons à présenter notre remerciements à **Dr.MANSOURI Saddek** pour la confiance qu'il nous Faite et pour les efforts qu'il a Fourni pour nous orienter, guider tout le long du travail t pour ses précieux conseils.

Nous remercions tous nos enseignants du département d'architecture, qui ont contribué en notre Formation.

Nous remercions tous ceux qui, de près ou de loin nous ont encouragés, aidé et soutenu tout au long de notre travail.

# SOMMAIRE

Dédicaces .....	I
Remerciement .....	III
Sommaire .....	IV
<b>CHAPITRE INTRODUCTIF : DEFINITION DU CHAMP DE LA RECHERCHE</b>	
Introduction .....	03
Problematique .....	04
Hypothèses .....	06
Objectifs .....	06
Methodologie de travail .....	07
<b>CHAPITRE I : L'ARCHITECTURE EN TERRE</b>	
I- Genèse de l'architecture de terre .....	10
1. Introduction .....	10
2. Définition de l'architecture vernaculaire .....	10
3. L'architecture en terre à travers l'histoire.....	11
3.1. En Asie.....	11
3.2.En Amériques.....	13
3.3. En Europe.....	14
3.4.En Australie .....	15
3.5.En Afrique.....	15
II-Techniques et matériau « terre » .....	20
1. Introduction .....	20
2. Définition de la terre .....	20
3. Composition de la terre crue .....	20
3.1. La fraction solide .....	20
3.2. La fraction liquide .....	21
3.3. La fraction gazeuse .....	21
4. Construire en terre, oui, mais laquelle?.....	21
5. Les techniques constructives de la terre crue .....	22
5.1. La terre creusée .....	23
5.2. La terre couvrante .....	24
5.3. La terre remplissante .....	24
5.4. La terre découpée .....	24
5.5. La terre comprimée .....	24
5.6. La terre façonnée .....	25

5.7. La terre empilée.....	25
5.8. La terre moulée .....	26
5.9. La terre extrudée .....	27
5.10 La terre coulée.....	27
5.11 La terre paille .....	28
5.12. La terre garnissage .....	28
6. Les qualités de la terre crue.....	29
7. Caractéristiques physiques de la terre crue .....	30
7.1. Aspect thermique .....	30
7.2. Masse volumique .....	30
7.3. Résistance mécanique .....	31
8. Les avantages et inconvénients du matériau terre .....	31
9. La terre stabilisée .....	32
9.1. Définition du Béton de Terre Stabilisée (BTS) .....	32
9.2. Les stabilisants pour améliorer la performance de la terre .....	33
9.3. Les avantages du béton de terre stabilisée .....	33
10. conclusion .....	35

## CHAPITRE II : L'HABITAT EN TERRE DANS LE SUD ALGERIEN

1.Introduction.....	38
2. Originalité du cadre bâti saharien.....	38
3. Analyse urbaine du vallée du M'zab .....	38
3.1. Composition de la vallée du M'Zab (Ksars).....	39
3.2. Principes de la composition urbaine du ksar.....	42
3.3. Éléments structurants l'espace urbain.....	43
4. Analyse architecturale du ksour .....	47
4.1. Genèse et évolution .....	47
4.2 .Le Fonctionnement de Ksar .....	48
4.3. L'architecture ksourienne.....	48
4.4. Techniques et procédés constructifs.....	53
5. Conclusion.....	55

## CHAPITRE III : L'UTILISATION DE LA TERRE ET LES DIRECTIVES MINISTERIELLES

1. Introduction .....	59
2. Matériaux locaux.....	60
2.1. Nécessité de recours au matériaux locaux.....	60
2.2. Sur le plan politique .....	60
2.3. Sur le plan pratique .....	66
3.Les enjeux et les defits majeurs .....	77

4. Recommandations .....	78
5. Conclusion.....	79
Conclusion generale .....	80
Annexes.....	84
Bibliographie .....	
Liste des figures .....	
Liste des cartes .....	
Liste des tableaux .....	
Table de matières .....	
Résumé.....	

## **Chapitre Introductif :**

DEFINITION DU CHAMP DE LA RECHERCHE



« Le maintien d'une tradition exige la transmission de la flamme et non pas la conservation des cendres »

---

## INTRODUCTION

Aujourd'hui au milieu des problèmes environnementaux et les déséquilibres du globe. On doit répondre à cette exigence et chercher des solutions alternatives, afin de limiter l'impact des différents secteurs, entre autre le bâtiment, sur la qualité environnementale.

Dans notre domaine il semble que l'architecture en terre c'est la solution puisqu'elle recèle plusieurs avantages, sur différents plans ; social, économique, environnemental et culturel. C'est la meilleure solution spécialement dans les zones arides et semi-arides ou le Sahara Algérien présente 80% de la surface totale, mais malheureusement on construit qu'avec des parpaings ou avec de la brique creuse dans une région où il fait très chaud en été et froid en hiver, impossible donc de vivre sans climatisation.

La brique de terre crue relève d'un ancien savoir-faire, mais qui n'a jamais été mis au goût du jour. Des expériences existent dans plusieurs pays, pas uniquement en Algérie et malgré ses difficultés enregistrées dans tous les domaines surtout avec la situation économique qui se détériore et l'augmentation du prix de l'immeuble et aussi les changements climatiques remarqués ces dernières années, ces architectures de terre ne jouissent pas d'assez d'intérêt elles sont de plus en plus menacées par des impacts naturels et humains, des pratiques inappropriées de conservation et d'entretien.

L'industrialisation poussée à l'extrême a empêché le recours aux matériaux locaux. Le marché est donc inondé par les matériaux industriels. Il est souvent intéressant d'utiliser ces matériaux, car ils subissent moins de transformations, mais nécessite un savoir-faire particulier.

Donc l'architecture en terre est particulière. Elle répond au mieux à la notion de lier l'architecture au territoire, à la diversité culturelle et à l'économie circulaire. Il en est de même pour les architectures pierres et bois. La terre a également la particularité d'être présente partout.

## PROBLEMATIQUE

L'architecture de terre est l'une des expressions les plus originales et les plus puissantes de notre capacité à créer un environnement construit avec des ressources locales facilement disponibles, Son importance culturelle dans le monde entier est évidente et a conduit à la considérer comme patrimoine commun de l'humanité, et par conséquent méritant d'être protégée et préservée par la communauté internationale. En 2011, plus de 10% des biens culturels inscrits sur la Liste du patrimoine mondial incluaient des structures en terre.

Il n'y a guère, jusqu'à présent, que les gouvernements de l'Allemagne, de l'Inde, du Pérou et de la Tanzanie ainsi que quelques grandes institutions internationales (Banque mondiale, Fonds européens de développement, Nations unies) qui aient favorisé le retour aux constructions de terre, sous des formes modernisées, parce que la disponibilité et la qualité économique du matériau contribuent au développement durable, la terre est gratuite, durable et saine, elle peut stocker de l'énergie solaire, de la masse thermique en hiver ou encore de la fraîcheur en été. Cela peut être un développement économique créant un gisement d'emplois.

Cette architecture de terre, est une technique très ancienne recouvre une large aire géographique dans le monde, surtout en Afrique du Nord et en Afrique saharienne et subsaharienne. Les populations de ces régions ont su, des siècles durant, adapter le matériau « terre » à des conditions écologiques, économiques et socioculturelles particulières.

Aujourd'hui, le sud Algérien offre un terrain particulièrement riche pour l'étude de l'architecture vernaculaire. On y trouve une gamme étendue de formes d'habitat, d'espaces et de groupement urbains originaux. Notre pays est très vaste et riche en constructions vernaculaires, en se promenant du Sud-Est vers le Sud-Ouest, on découvre plusieurs styles et formes d'habitats qui ne se ressemblent pas.

L'industrialisation massive choisie par l'Algérie au lendemain de l'indépendance, ainsi que l'augmentation rapide de sa population urbaine, avaient des répercussions négatives sur la qualité de l'habitat. En effet, devant ce besoin urgent en logements sociaux, l'état a eu recours à l'importation de modèles étrangers dits bon - marchés, qui se sont généralisés sur tout le territoire algérien, en l'espace de trois décennies. Inappropriées au contexte culturel, social et climatique du pays, ces expériences ont été des échecs, cela oriente actuellement le gouvernement vers la recherche, de solutions plus appropriées, on s'intéresse à rechercher des modèles qui valorisent le patrimoine local : l'architecture en terre entre autres.

En 2014, Monsieur le Ministre d'habitat, d'urbanisme et de la ville "Abdelmadjid Tebboune" a ordonné à tous les organismes et aux superviseurs de suivre les projets de logements de différents types, en utilisant des produits locaux, à fournir tous les ateliers d'achèvement des projets résidentiels, et que, dans le but de promouvoir la production nationale, et l'application de directive du Monsieur le Premier ministre, Abdelmalek Sellal, en date du 24 Janvier 2014.

**- Est ce que la décision ministérielle peut résoudre les problèmes de l'utilisation des matériaux locaux dans le sud algérien ?**

**-Quelle est l'importance de la décision ministérielle dans l'application des lois?**

**-Quels sont les moyens qui mènent à l'application de cette directive ?**

---

## LES HYPOTHESES

Pour répondre à la problématique posée, nous avons construit les hypothèses suivantes :

**1-La décision ministérielle peut résoudre les problèmes de l'utilisation de matériaux locaux dans le sud algérien, par :**

- Création des normes – règles–professionnelles ...
- L'industrialisation de ce matériau par la création des carrières et des usines pour la fabrication de brique de terre, pierre, sable...etc
- Faire appel à des entreprises étrangères et bénéficier de leurs expériences dans ce domaine.
- Formations universitaires et professionnelles.

**2-La décision ministérielle ne peut pas résoudre les problèmes de l'utilisation de matériaux locaux dans le sud algérien, à cause de la crise financière vécue en Algérie.**

## OBJECTIFS DE RECHERCHE

L'objectif principal de notre recherche est :

1-L'utilisation du matériau « terre » considéré comme le noyau d'une architecture qui a beaucoup fait parler d'elle, dans le but de le connaître profondément et trouver le moyen de l'intégrer dans le concept du développement durable, en mettant l'accent sur ses avantages écologiques, environnementaux .

2-Faciliter tous les chemins qui nous mènent à l'utilisation de ce matériau.

## METHODOLOGIE DE TRAVAIL

Afin de répondre à nos objectifs, nous avons structuré le mémoire en 3 chapitres :

**Premier chapitre** : ce chapitre est composé de deux parties, la première partie présente une compréhension des différentes notions théoriques relatives à l'architecture vernaculaire, il montre aussi la situation de l'architecture en terre dans le monde à la lumière d'exemples réalisés dans le monde.

La deuxième partie traite des procédés techniques de production de la construction en terre ainsi que les avantages et les inconvénients du matériau terre, et nous avons mis en évidence la nouvelle technologie de BTS.

**Deuxième chapitre** : est consacré à une analyse sur l'habitat traditionnel dans le sud algérien, pour découvrir les styles et les formes d'habitat et l'adaptation du matériau terre dans ces régions, afin de mieux comprendre cet habitat en terre qui existait depuis longtemps, Mais maintenant la terre est en train de devenir un matériau oublié. Pour cela ce chapitre constitue la synthèse de connaissances résultant d'une étude analytique et qui constitue le support du chapitre suivant.

**Troisième chapitre** : ce chapitre concerne l'étude d'impact de la décision ministérielle sur l'utilisation de la terre, et les actions majeures du ministère de l'habitat, et le ministère de la culture pour le recours à l'utilisation de la terre. Et de trouver les obstacles majeurs qui entravent la promotion des architectures en terre, et ensuite proposer des recommandations indispensables pour l'avenir afin de faciliter l'usage de ce matériau.

La recherche est clôturée par une conclusion générale relatant les résultats de notre recherche et leur possibilité d'application pour une revalorisation des matériaux locaux.

# **Chapitre I :**

## L'ARCHITECTURE EN TERRE

« Construire avec la terre ! La matière première la plus disponible, la plus répandue, riche et belle, variée et variable, colorée, stable et instable (...) architecture vivante (...) indispensable dans la pensée architecturale contemporaine. »

**Renzo Piano Building Workshop**



## CHAPITRE I :

### L'ARCHITECTURE EN TERRE

## I. Genèse de l'architecture de terre

### 1. Introduction

Originellement, les constructions humaines sont le résultat du bon sens qui pousse à l'utilisation rationnelle des matériaux disponibles localement et au développement de techniques adéquates pour les assembler.

Le résultat est tout simplement une résilience accrue des bâtiments vis-à-vis du climat, et une pensée architecturale adaptée aux risques naturels locaux, c'est l'architecture vernaculaire.

Ce chapitre présente une compréhension des différentes notions théoriques relatives à l'architecture vernaculaire, il montre aussi la situation de l'architecture en terre dans le monde à la lumière d'exemples réalisés dans le monde.

### 2. Définition de l'architecture vernaculaire

Le mot vernaculaire provient du latin *vernaculus* qui signifie « indigène, domestique », et *verna* fait plus particulièrement référence aux « esclaves nés dans la maison ». Le mot vernaculaire est donc employé pour qualifier quelque chose de propre à un pays et/ou à une population.

Le terme de vernaculaire est consacré par l'usage dans le sens de « propre au lieu », synonyme d'architecture dite sans architectes, spontanée, indigène, rurale, primitive, anonyme.

L'expression désigne, depuis les années 1980, en France, sous l'influence de l'anglais « vernacular architecture ». Cette expression désigne un type d'architecture propre à une aire géographique, un terroir et à ses habitants. Il s'agit d'architecture fortement influencée par le contexte local, les traits culturels et l'impact des milieux physiques. Au carrefour de la nature et de la culture, le bâti vernaculaire est étonnamment divers puisque qu'il naît du sol et des ressources de la région où il se développe, tout en s'adaptant à l'ensemble de ses contraintes.<sup>1</sup>

En d'autres termes l'architecture vernaculaire englobe les méthodes de construction utilisant des ressources disponibles localement pour répondre à des besoins locaux. Il est question d'une échelle locale. Toutefois, s'y ajoute une autre échelle.

En effet, un bâtiment ne devient vernaculaire que s'il partage des caractéristiques avec de nombreux autres et exprime « *des valeurs que la culture populaire de chaque pays a investies dans l'habitation et ses prolongements. Architecture lentement élaborée au cours des siècles, exécutée*

---

<sup>1</sup> *Bâti vernaculaire et développement urbain durable*, Etude réalisée par Nomadéis, 2012

*avec des moyens et des techniques locaux exprimant des fonctions précises, satisfaisant des besoins sociaux, culturels et économiques. Par le caractère, l'originalité et l'invention, elle façonne l'environnement et s'y intègre naturellement.»<sup>2</sup>*

Le terme "*Architecture Vernaculaire*" est l'expression qui caractérise ces constructions traditionnelles, intrinsèques à une aire géographique, à un relief, à une époque, à une société et à un climat donnés.

### **3. l'architecture en terre à travers l'histoire**

L'histoire de la construction en terre est mal connue, l'intérêt pour ce matériau jugé antique et médiocre était éclipsé par celui accordé à la pierre ou au bois matériaux dit plus noble. Pourtant des trouvailles archéologiques témoignent de l'importance du matériau terre dans l'histoire, presque toutes les civilisations l'avaient adoptée à un moment ou un autre : (la terre fut associée aux époques décisives de la révolution urbaine et servait la quotidienneté autant que le prestige des plus glorieuses civilisations de l'antiquité). Des âges les plus lointains à nos jours, elle s'affiche comme étant le matériau privilégié de l'homme bâtisseur, et le temps passant n'a pas pu effacer les preuves accumulées de cet usage de la terre.

#### **3.1. En Asie:**

Dans l'architecture chinoise, les premières constructions en terre crue n'étaient autres que des habitats troglodytes, creusés dans la terre (il y a 7 000 ans). Puis l'habitat sort un petit peu de terre, et les fortifications en terre battue font leur apparition (il y a 3 500 ans). Avec la dynastie des Han apparaissent les premières fortifications en pisé. Cette tradition du pisé perdure, on connaît en particulier les habitats des Hakkas, constitués d'une enceinte massive de pisé à l'intérieur de laquelle une vraie petite ville s'installe, et dont quelques exemples seraient encore habités. Le pisé est toujours utilisé pour la construction.<sup>3</sup>

<sup>2</sup>Silvio Guindani, *Architecture vernaculaire. territoire, habitat et activités productives*. 1990, p23

<sup>3</sup> Article de *l'avenir-de-l'architecture*, publié le 12 fév. 2014.

**Fig.01:** Le Tulou De Fujian, l'habitat traditionnel en hakka

Source : [www.unesco.org](http://www.unesco.org)

*3.1.1. En Arabie:* En Arabie, la ville du Yémen de Shibam et son architecture en immeubles de briques terre crue lui vaut l'inscription au patrimoine mondial de l'Unesco en tant que « plus ancienne cité gratte-ciel du monde »<sup>4</sup>

**Fig.02:** La ville de Shibam (Yémen)

Source : [unesco.org](http://unesco.org), par Jean-Jacques Gelbart

*3.1.2. En Afghanistan:* En Afghanistan, un centre de recherche sur le matériau terre ouvrira bientôt ses portes. Né d'un partenariat réussi entre l'ambassade de France et l'association Darah Afghanistan, il se situe sur le site de l'Université Polytechnique de Kaboul.<sup>5</sup>

*3.1.3. En Mésopotamie:* La terre crue a été employée dans toutes les zones géographiques, par la plupart des civilisations : les plus anciennes traces remontent à il y a 10 000 ans à Jéricho et Mureybet (Syrie). La technique utilisée est alors l'empilement de pains de terre façonnés à la main. Il y a 8 500 ans, la brique de terre apparaît (site de ÇatalHöyük, en Anatolie). Puis il y a 7 000 ans, une architecture de terre fait son apparition avec les ouvrages de fortification, suivent l'apparition

<sup>4</sup> Idem p16

<sup>5</sup> Idem p16

des coupoles il y a 6 500 ans, les temples monumentaux et les villes-temple il y a 5 000 ans avec Sumer.<sup>6</sup>

**Fig.03:** Site néolithique de Çatal Höyük



Source : unesco.org, par Umut Özdemir

### 3.2. En Amériques:

Sur le continent américain, la vie nomade des groupes de chasseurs-collecteurs dure plusieurs milliers d'années avant que ne soit expérimentée l'agriculture. C'est en Amérique Centrale que la culture du maïs permet la création des premiers villages et d'un urbanisme autour de centres religieux. L'habitat semble avoir été un système ouvert de petites maisons quadrangulaires élevées en matériaux légers : bois et torchis ou boules de terre, couvertures en palme. L'emploi de la brique crue apparaît entre 500 av. J.-C. et 600 ap. J.-C. Les civilisations précolombiennes ont également utilisé la terre crue. Un des exemples les plus connus est Chan Chan, au Pérou, grand ensemble de douze palais construits sur une surface de 20 km<sup>2</sup> en bordure de l'océan. À Taos, les habitations empilées configurent une forme pyramidale à degrés. Les murs d'adobe sont enduits de terre mêlée de paille finement hachée, boules de terre jetées et lissées à la main. Les toitures à "vigas" couvertes de brindilles sont recouvertes de terre damée. Cet habitat très élaboré a servi de modèle à l'architecture hispano-mexicaine en adobe qui fut depuis lors réalisée dans ces régions au Sud-Ouest des États-Unis. Aujourd'hui, la brique d'adobe et le pisé sont associés au fantastique développement que connaît l'architecture solaire, dans l'ensemble de ces contrées.<sup>7</sup>

<sup>6</sup> Idem p16

<sup>7</sup> Idem p16

**Fig.04:** Zone archéologique de Chan Chan (Pérou)

Source : unesco.org, par Jim Williams, le 20/02/2007

### 3.3. En Europe:

Les plus anciens établissements d'Europe sont datés du VI<sup>e</sup> millénaire. L'habitat primitif en Thessalie est en de clayonnage de bois et d'argile puis évolue vers des groupements de constructions carrées en briques crues. Il faudra attendre le Siècle des Lumières pour observer un retour progressif à des habitats massifs en terre crue (pisé, bauge). Ce renouveau est sans aucun doute dû à François Cointeraux, qui écrira plus de 70 fascicules sur le sujet du pisé.

Ce retour en force de la terre crue concerne donc non seulement l'Europe mais le monde entier. La terre crue continuera à être utilisée jusqu'au lendemain de la Seconde Guerre mondiale puis sera abandonnée pour des solutions plus rapides à mettre en œuvre, dans l'urgence de la reconstruction. Toutefois, le patrimoine constitué jusqu'alors représente aujourd'hui un nombre considérable de bâtiments, surtout ruraux, dans certaines zones (en France : vallées de la Saône et du Rhône, Dauphiné, Auvergne, Bourgogne, Bretagne, Normandie, Midi toulousain). L'intérêt porté aujourd'hui au matériau dans certains pays européens (Allemagne, Pays-Bas, Danemark, France depuis peu) date du début des années 1980.<sup>8</sup>

**Fig.05:** le palais de El Alhambra (la rouge) en Espagne

(Source : unesco.org)

<sup>8</sup> Idem p16

*3.3.1. En France:* La France, suite aux deux guerres mondiales, voit la perte du savoir-faire de cette technique alors maîtrisée par les charpentiers, la majorité de ces charpentiers étant affectés au corps des sapeurs boiseurs et ayant été décimés par cette guerre.

Quatre grandes régions françaises utilisent la terre crue qui représente 15 % du patrimoine bâti français en 2013 : Rhône-Alpes utilisant le système du pisé pour ses maisons en terre porteuse (la terre de cette région, avec sa granulométrie homogène, s'y prête), le Sud-Ouest (dont la terre possède peu de cailloux) privilégiant l'adobe, le torchis est prédominant dans le Nord-Pas-de-Calais et sa terre argileuse, la bauge est caractéristique de la Bretagne.<sup>9</sup>

**Fig.06:** un ensemble de 65 logements



Source :CRATerre

### **3.4. En Australie :**

La construction en terre crue est apparue avec les premiers colons. Toutes les techniques ont été utilisées dans un premier temps, mais aujourd'hui, deux prospèrent particulièrement : le pisé et l'adobe. L'Australie est aujourd'hui le pays qui construit le plus au monde en utilisant ces techniques. Dans certaines régions, 20 % du parc immobilier est en pisé.<sup>10</sup>

### **3.5. En Afrique:**

Le rôle joué par le continent africain dans l'évolution humaine fut considérable. C'est en Afrique que l'on situe l'apparition même de l'homme. c'est aussi en Afrique que s'est épanouie la civilisation égyptienne durant près de trois millénaires. Aux premiers établissements humains des sites de Merimdé et du Fayoum (delta du Nil), datés du Ve millénaire av. J.-C, correspond un habitat de clayonnages de roseaux et de branchages enduits d'argile ou remplis de mottes de terre. Le matériau est modelé puis moulé en briques crues qui sèchent sous le soleil.

<sup>9</sup> Idem p16

<sup>10</sup> Idem p16

Le développement de la construction en terre crue s'étend sur tout le continent africain, produisant une diversité et une richesse architecturale exceptionnelles. On peut citer l'architecture des mosquées soudanaises (mosquées de Tombouctou, XIII<sup>e</sup> siècle après J.-C., de Djenné) (voir figure 01). La terre crue reste en Afrique un matériau de construction majeur, même si son image est souvent fortement dégradée.<sup>11</sup>

Fig.07: La grande mosquée de Djenné, Mali



Source :unesco.org

*3.5.1. En Algérie:* Les villes algériennes anciennes ont connu à travers l'histoire un essor important dans la production architecturale. Un dynamisme qui s'est traduit par l'apparition d'un art de bâtir et d'un savoir-faire relatifs aux techniques de construction et de conservation des édifices. Ces techniques constructives ont induit l'utilisation de différents matériaux en terre aussi bien crue que cuite.

Ces matériaux présentent chacun des spécificités de par leurs compositions, leurs techniques de fabrication et de mise en œuvre, ainsi que par rapport à leurs caractéristiques physico-chimiques :

*A. La construction en terre dans l'antiquité en Algérie à travers la documentation archéologique ancienne :* Les fouilles récentes menées dans la Maison de la Tigresse à Lambèse ont révélé l'existence de systèmes constructifs mixtes employant largement la terre crue. Cette découverte conduit à se poser la question de la présence de ce matériau dans d'autres sites en Algérie, notamment en Numidie, à Timgad ou Djemila. Plutôt que d'y voir une particularité lambésitaine. Toutefois, que ce soit pour les sites peu fouillés ou pour ceux qui ont été l'objet de dégagements extensifs durant plusieurs décennies,

<sup>11</sup> Idem p16

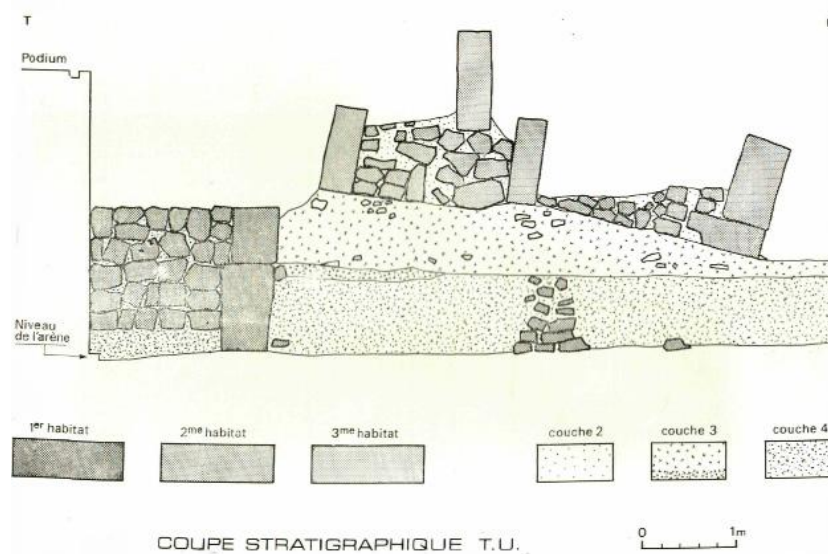
Les fouilles sont majoritairement anciennes et datent surtout de la période précédant l'indépendance du pays.<sup>12</sup>

**Fig.08:** Fouilles du quartier sud-ouest de Timgad (Médiathèque du Patrimoine).



Source : Les architectures en terre du Maghreb ,par Touatia Amraoui

**Fig.09:** Coupe stratigraphique des fouilles de l'amphithéâtre de Tébessa





Source : Fouilles à l'amphithéâtre de Tébessa 1968. LEQUÉMENT Robert

*B. L'emploi du pisé dans l'Alger ottoman :* A la différence de la pierre, relativement peu répandue à Alger, la terre autant crue que cuite, a connu une forte consommation. La terre crue, de couleur brune, autorisait quelquefois une construction en pisé. Ce dernier, densifié par un compactage systématique entre banches de bois, s'associait à d'autres matériaux comme les débris de poteries (briques, tuiles et céramiques), les galets, la chaux et la paille hachée. Toutefois, le pisé

<sup>12</sup>AMRAOUI Touatia , *L'artisanat dans les cités antique de l'Algérie*, 2013,p 21-27.



était banché, avant tout, par des parois de briques cuites et formait de larges murs destinés spécialement aux étages inférieurs, proches de la mer et par conséquent exposés aux canonnades. Sur la base de l'analyse des livres de chantiers datant de l'époque ottomane, on sera amené à cerner le processus d'extraction, d'approvisionnement et de mise en œuvre de la terre crue. Les métiers du bâtiment qui s'y consacraient comme ceux de tarrābīn (corporation d'ouvriers chargés de l'extraction de la terre) ou de fakhkhārīn (corporation de chauffourniers) seront abordés également dans le détail.<sup>13</sup>

<p><b>Fig.10:</b> Mur de pourtour en pisé, Grande Mosquée d'Alger.</p>	<p><b>Fig.11:</b> Terre banchée à double parement de briques. Mur de qibla, Grande Mosquée d'Alger.</p>
	
<p>Source : Les architectures en terre du Maghreb. par (S.Chergui).</p>	

*C. Le pisé de Cherchell : histoire, composants et système de mise en œuvre :* La construction en pisé en Algérie est ancestrale. Traditionnellement, elle a servi à l'édification, aussi bien de bâtiments militaires, religieux ou publics, que dans l'architecture domestique. La construction en pisé est prédominante dans la ville de Cherchell (Algérie), qui a été reconstruite, dès la fin du 15<sup>e</sup> siècle, par des émigrés andalous chassés d'Espagne et qui ont apporté, outre le langage architectural de leur régions d'origine, un savoir-faire dans l'art de bâtir, en l'occurrence : le pisé.

L'existence de plusieurs variantes de pisé à Cherchell dénote la maîtrise de ce procédé constructif à l'époque de son utilisation : essentiellement du 16<sup>e</sup> au 19<sup>e</sup> siècle. Qu'il s'agisse de lits de mortier de chaux caillouteux, de briques de terre cuites, ou de pierres de récupération, façonnant les parements de ce pisé, l'objectif était de répondre aux problèmes techniques et de pathologies dues aux aléas climatiques (salinité marine) et sismiques, dont pouvait souffrir ce matériau.

Les dispositifs techniques apportés révèlent toute l'intelligence constructive des bâtisseurs de l'époque. La mise en œuvre de la terre avec d'autres matériaux dans le coffrage montre qu'il s'agit

<sup>13</sup>Samia CHERGUI, *Les Morisques et l'effort de construction d'Alger aux XVII<sup>e</sup> et XVIII<sup>e</sup> siècles*, Cahiers de la Méditerranée, n°79. Nice, 2009, p. 303-317.

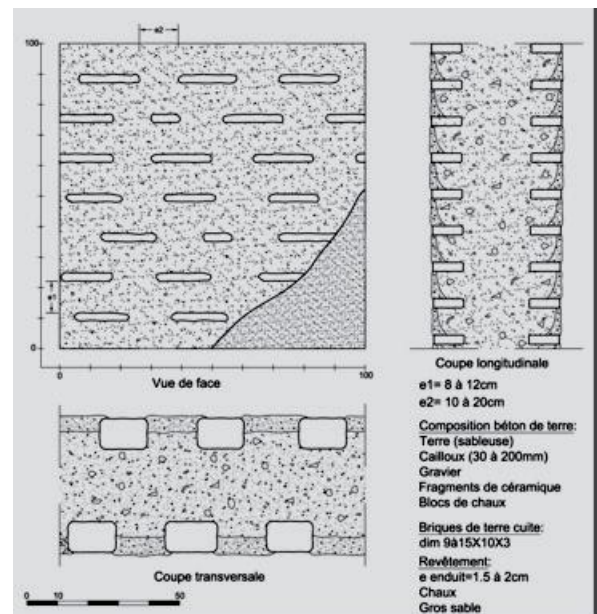
bien d'un véritable « tabiya ». Nous avons constaté qu'il y avait divers composants qui ont façonné ce matériau au moyen d'un coffrage en bois. Même si le terme « tabiya » est inexistant dans le parler de Cherchell aujourd'hui, nous avons choisi de le reprendre pour désigner ce procédé constructif, car il demeure similaire à celui d'Andalousie.

Ainsi, la variante la plus récurrente à Cherchell est celle des murs en pisé à parements, constitués de lits alternés de briques cuites et de mortier de chaux caillouteux, qui est a priori identique à la « Tapia Valenciana », connue à Valence, en Espagne.<sup>14</sup>

**Fig.12:** mur en pisé à parement alternant briques cuites et mortier de chaux.



**Fig.13:** étapes d'exécution de la banchée du mur à parement alternant briques cuites et mortier de chaux.



Source : ALLICHE (S.), CHENNAOUI (Y.) .The formalisation as an identification process of a constructive way

<sup>14</sup> CHENNAOUI Youcef. *Le matériau pisé à Cherchell : un autre type d'architecture en terre, nature et filiation*. In *MEDITERRA 2009* Proceedings, Monfalcone. Edition Edicom, Italie, 2009, p. 437-449.

## II. Techniques et matériau « terre »

### 1. Introduction

Depuis près de 10.000 ans que les hommes bâtissent des villes, la terre crue a été et demeure, à travers les traditions historiques et populaires, l'un des principaux matériaux de construction utilisés sur notre planète. C'est ainsi que plus d'un tiers des habitants du globe vit aujourd'hui dans des habitats en terre.

Construire en terre, c'est construire avec un matériau que l'on foule aux pieds tous les jours. Mais la terre ne peut être employée en construction que si elle offre une bonne cohésion propre, principalement due à la présence d'argile qui joue le rôle de liant naturel.

En maintes contrées dont les paysages familiers en sont très souvent richement marqués, l'architecture de terre est véritablement un témoignage vivant de l'histoire et de la culture des peuples.

### 2. Définition de la terre

La terre est issue de la transformation de la roche mère, qui aboutit à la formation de nombreuses sortes de terres, suivant leur niveau de décomposition :

Ce sont, en termes de laboratoire, les sols. Une terre est faite d'éléments gazeux (air), liquides (eau), et solides insolubles dans l'eau (organismes et minéraux).

Plus précisément, elle est composée d'un élément inerte appelé structure (pierres, graviers et sables qui ne réagissent pas avec l'eau), et d'un élément actif, le liant (c'est l'argile, composée de plaquettes micrométriques collées entre elles par la capillarité de l'eau, qui lie tous les éléments de la structure).

Tous ces éléments peuvent varier en taille et en proportion et donnent ainsi naissance à différents types de terre et autant de techniques pour construire.<sup>15</sup>

### 3. Composition de la terre crue :

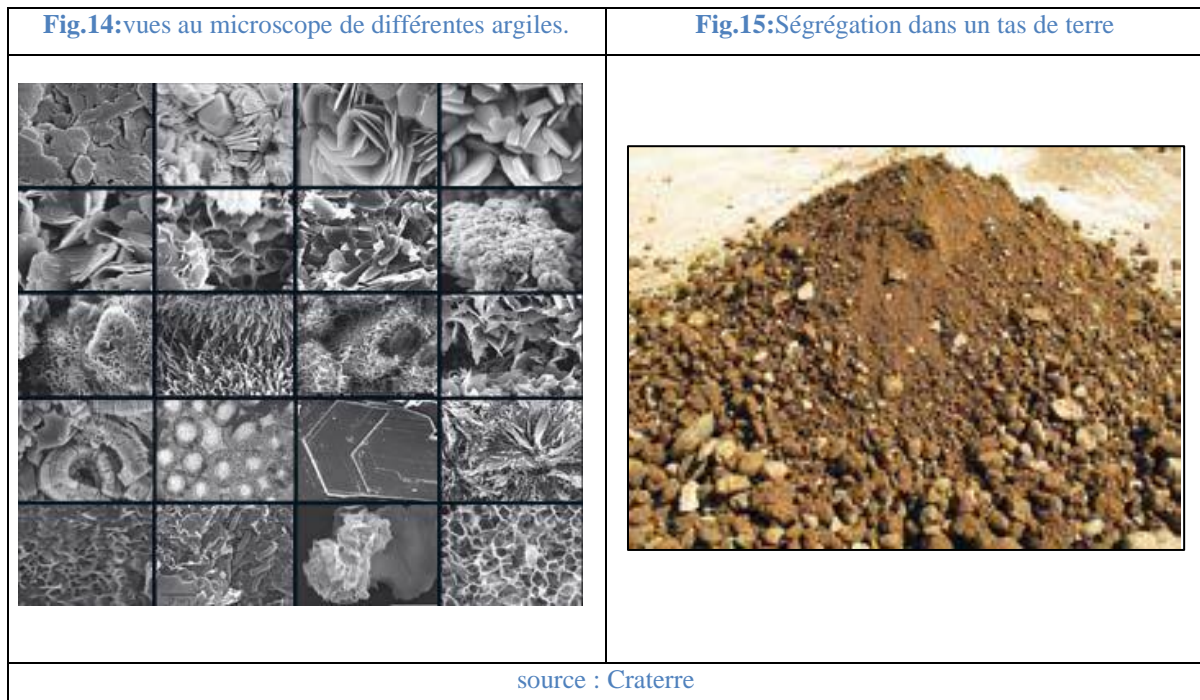
La terre crue est un matériau minéral granulaire, composé de matière solide, liquide et gazeuse.

#### 3.1. La fraction solide :

est constituée de grains : cailloux (taille exprimée en centimètres), de graviers (de 20 mm à 5 mm), de sables (5 mm à 0,06 mm), de silts (0,06 mm à 2  $\mu$ m), d'argiles, qui sont des plaquettes plutôt que des grains (taille inférieure à 2  $\mu$ m) et d'oxydes métalliques qui ont des propriétés colorantes (taille également inférieure à 2  $\mu$ m).

---

<sup>15</sup>Dorothée ALEX ENSAL, *Petit guide des Architectures en pisé*. Mémoire de master .Année 2010-2011,p 12



### 3.2. La fraction liquide :

Est constituée d'eau et de corps organiques et minéraux dissous dans cette eau.

### 3.3. La fraction gazeuse :

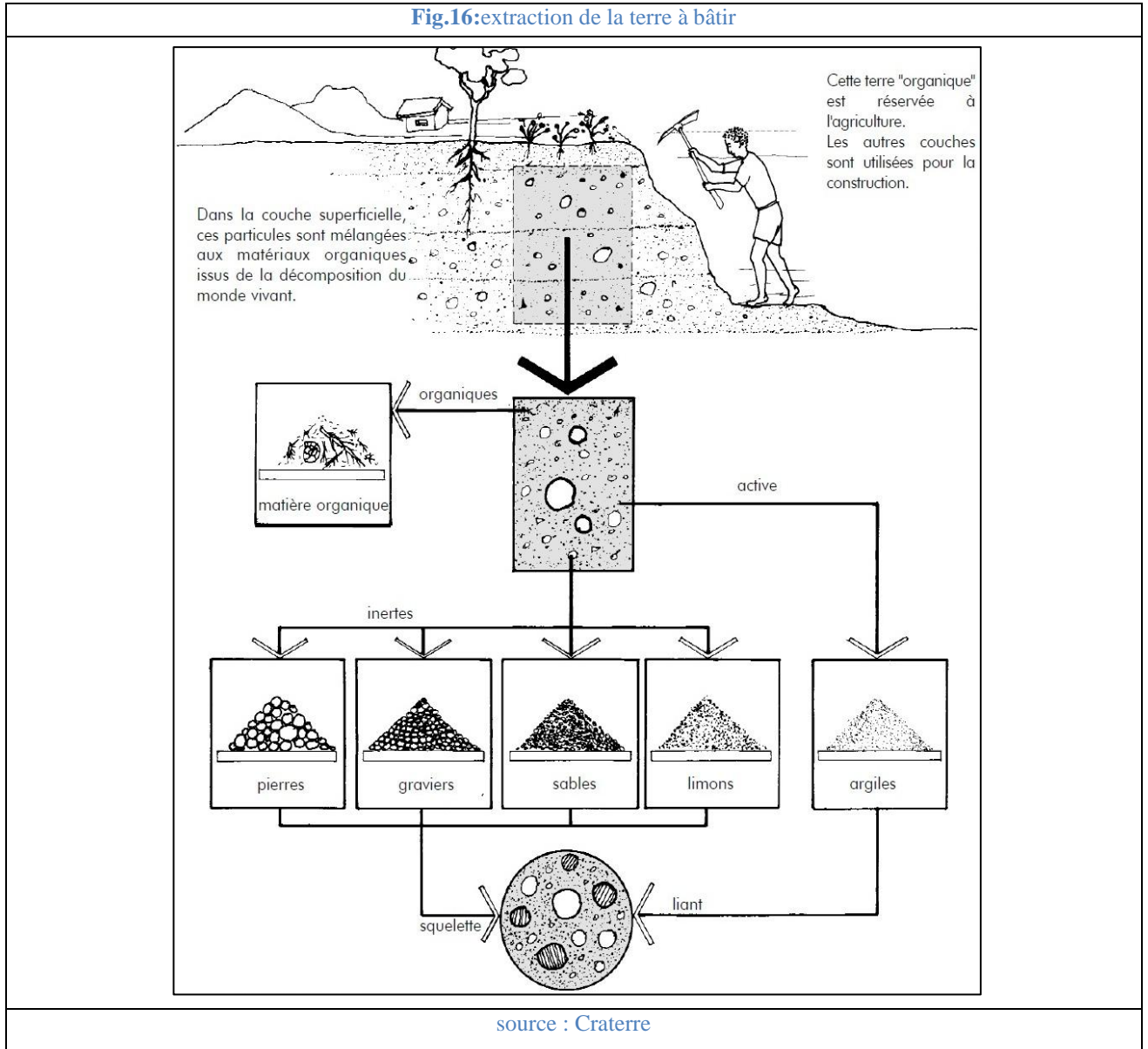
Est constituée d'azote, d'oxygène, de gaz carbonique, ainsi que de gaz issus de la vie présente dans la terre (hydrogène, méthane, etc.). Les fractions liquides et gazeuses subissant des modifications très rapides, on caractérise traditionnellement un sol par sa fraction solide, ce qui se traduit par l'étude de sa granulométrie. Lors de l'utilisation de la terre crue pour réaliser un ouvrage, la fraction liquide est à prendre en compte avec autant d'attention que la fraction solide : c'est l'état hydrique de la terre.

## 4. Construire en terre, oui, mais laquelle?

On ne construit pas avec n'importe quelle terre. La terre à bâtir est prélevée entre 20 et 40 cm en dessous du niveau du sol, sous la couche de terre arable. En effet, cette dernière, trop riche en matière organique (humus, racines, etc.), ne produirait pas de matériaux assez solides et d'autre part des végétaux pourraient coloniser un mur construit avec cette couche de surface. La terre utilisée pour construire est donc située plus en profondeur, là où les matériaux sont plus durs et stables dans le temps. Cette terre est souvent de couleur rouge grâce à sa teneur forte en oxyde de fer. Elle ne doit pas être trop humide et prélevée au printemps et à l'automne.<sup>16</sup>

<sup>16</sup> Idem p 21

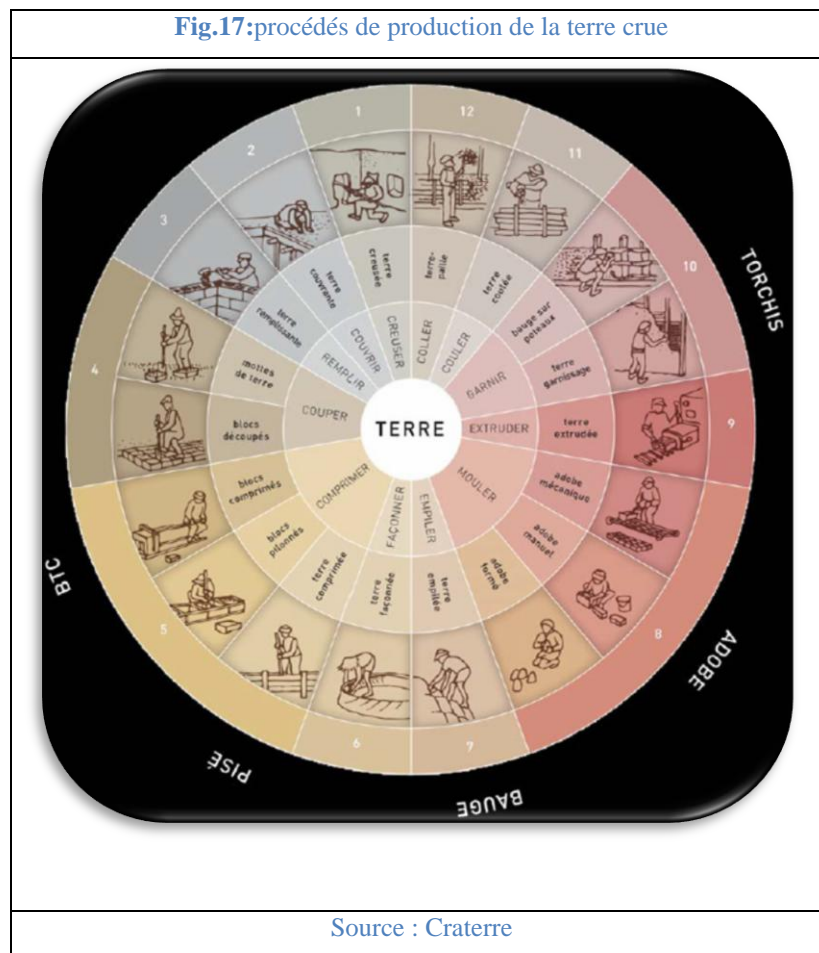
Fig.16:extraction de la terre à bâtir



## 5. les techniques constructives de la terre crue :

De l'Amérique latine jusqu'en Chine, le matériau terre et l'architecture en terre sont représentés sous différentes formes, avec différentes techniques de construction et de fabrication. Parmi les techniques les plus connues, on cite : le pisé, l'adobe, (ou thob) les blocs de terre comprimée (BTC), les blocs de terre stabilisée (BTS), la terre paille et le torchis. Elles font l'objet actuellement d'un développement technologique tant sur le plan de la maîtrise et de l'amélioration des performances que sur le processus de production.

De la tradition de construire en terre, on dénombre de très nombreux modes de construction avec une infinité de variantes qui traduisent l'identité des lieux et des cultures. On connaît principalement douze modes d'utilisation de la terre en construction. Parmi ceux-ci, sept sont très couramment employés et constituent les genres techniques majeurs.



### 5.1. La terre creusée

Cette technique est répandue sous les climats chauds et secs où le sol présente une croûte tendre, en l'occurrence du tuf, du loess ou de la lave poreuse. Ce procédé permet une protection contre la chaleur diurne et amortit la différence de températures entre le jour et la nuit grâce à l'effet de volant thermique et de masse de la terre. Ce procédé présente deux variantes ; le troglodyte horizontal où les cavités sont creusées sur des parois verticales et troglodyte vertical creusé dans des sites plats de plateaux ou de plaines.

Le site de Matmata en Tunisie et les gorges du Roufi en Algérie sont des exemples dans les pays du Maghreb. En Chine, il ne s'agit pas seulement d'habitations creusées autour d'un patio mais aussi d'écoles, de bureaux, d'hôtels et d'ateliers pour les petites industries. Les maisons sont à la fois, abritées des vents dominants, aérées et remarquablement tempérées.<sup>17</sup>

<sup>17</sup> AHMED ALI et AIT KADI Salima. *Performances thermiques du matériau terre pour un habitat durable des régions arides et semi arides*, mémoire de magister, 2012. pp 17-21

## 5.2. La terre couvrante

Cette technique permet de profiter de l'isolation de la couche de terre et est autant utilisée sous les climats chauds que froids. Elle compte deux variantes :

*5.2.1. La maison enterrée* : la terre ne rentre pas dans la structure de la construction mais elle couvre la bâtisse.

*5.2.2. La maison recouverte de terre* : Cette technique améliore aussi l'isolation acoustique et propose une nouvelle relation avec l'environnement (toits jardin). Le problème qui se pose dans cette technique c'est celui de l'humidité et des charges supplémentaires qu'elle occasionne sur la structure.<sup>18</sup>

## 5.3. La terre remplissante

A l'état sec, la terre remplit toutes sortes de matériaux creux. C'est avec ce procédé que la Muraille de Chine fut construite ainsi que de nombreux ouvrages romains. Le village de Guir Lotfi à Béchar était réalisé grâce à cette technique. Les blocs de parpaings creux étaient remplis de terre crue avant leur pose dans les murs.<sup>19</sup>

## 5.4. La terre découpée

La terre est découpée à la surface d'un sol de bonne cohésion naturelle. Les blocs ou les mottes de terre sont extraites avec un outillage très simple (bêche, pioche, outils de carrières) et peuvent être utilisés aussitôt découpés. Cette technique pose les problèmes de tassement des murs.<sup>20</sup>

## 5.5. La terre comprimée

C'est la technique la plus appréciée, qui a capté très vite l'attention des techniciens et des scientifiques. Elle comporte deux variantes :

Fig.18: Presse hydraulique



Source :construire en terre

Fig.19: Presse manuelle



Source :construire en terre

<sup>18</sup> Idem p 23

<sup>19</sup> Idem p 23

<sup>20</sup> Idem p 23

5.5.1. *La brique compressé* : elle consiste à comprimer la terre dans un moule de la taille d'une brique, en bois ou en acier, par un martelage continu. Le bloc de terre comprimée est une forme modernisée de cette technique.

La compression à la machine a remplacé les dames manuelles. La première machine à damer fut inventée par l'architecte et entrepreneur français François Cointeraux « la CRECISE » au 18<sup>e</sup> siècle. C'est l'invention de la presse manuelle « CINVA-RAM » en 1952 par l'ingénieur Raul Ramirez au centre CINVA de Bogota en Colombie qui marque le regain d'intérêt pour la construction en blocs de terre comprimée qui peut être stabilisée ou non.

-*Les blocs monolithiques ou le Pisé* : il est réalisé grâce à une banche dans laquelle la terre est remplie et damée. C'est la technique la plus connue. Le développement des pressoirs à vibreur permet une meilleure qualité des ouvrages.<sup>21</sup>

**Fig.20:** Construction d'un mur en pisé au MAROC



source :N. Baloul

## 5.6. La terre façonnée :

Elle consiste à modeler la terre à l'état humide sans l'aide d'un coffrage ou d'un moule. Son utilisation est connue dans les pays du sahel, en Afrique et dans les régions équatoriales.<sup>22</sup>

## 5.7. La terre empilée

La terre est utilisée à l'état de pâte à laquelle on ajoute un dégraissant (paille ou balle de grains). Elle est pétrie à l'avance pour former de grosses boules qui sont empilées ou jetées avec

<sup>21</sup> Idem p 23

<sup>22</sup> Idem p 23



force. Des murs épais sont ainsi bâtis en plusieurs couches. Elle compte plusieurs variantes, entre autres :

- Les boules empilées
- Les boules de terres jetées.<sup>23</sup>

### 5.8. La terre moulée

Ou encore ADOBE, de l'arabe « Thoub », c'est une brique de terre formée à l'aide de moules ou façonnée et séchée au soleil. Plusieurs variantes existent :

5.8.1. *La brique piriforme* : c'est la forme la plus ancienne de brique, elle est utilisée au Togo et au nord du Nigéria où elle est appelée « Tubali ». Les Tubali sont réalisés de terre et de paille et sont montés tête-bêche dans des murs épais avec une grande quantité de mortier de même composition. Le Niger comporte des exemples d'habitats urbains de plusieurs étages.

5.8.2. *La brique cylindrique* : le cylindre moulé de terre fraîche est utilisé comme remplissage pour une ossature en bois.

5.8.3. *La forme prismatique* : c'est la plus connue, elle est produite selon deux techniques ; la goutte d'eau et le coup de sabre. Depuis les années 1970, des milliers de logements ont été construits selon cette technique au sud-ouest des USA. Partout dans le monde, l'adobe est en rivalité avec le bloc de terre comprimée.<sup>24</sup>

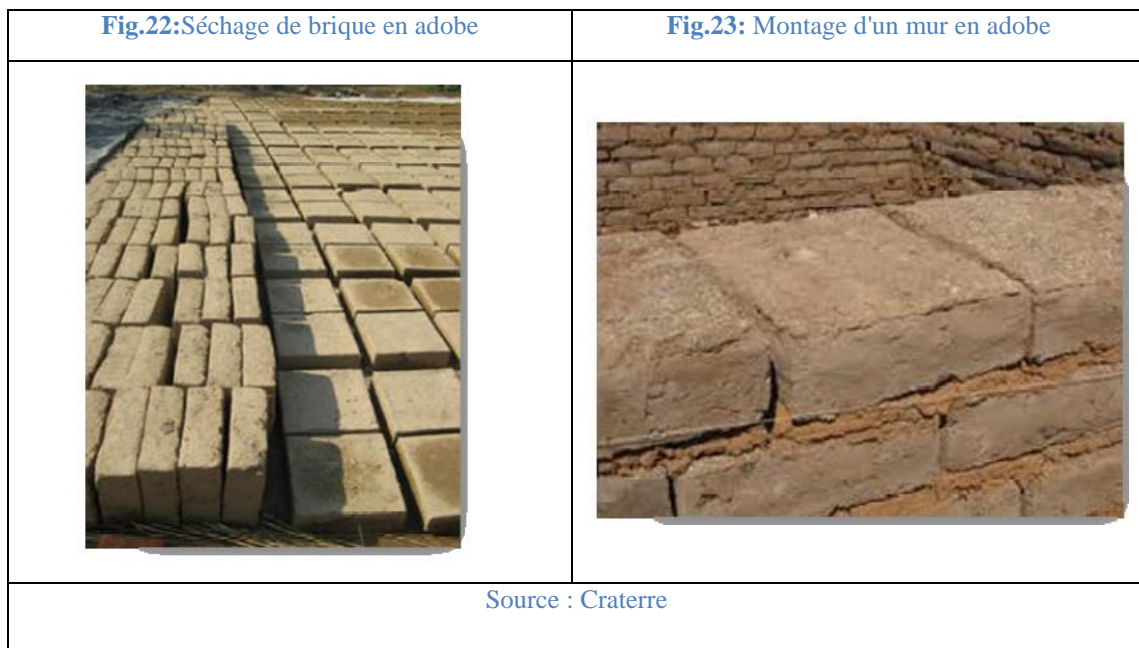
Fig.21: Montage d'un mur en adobe



Source : Craterre

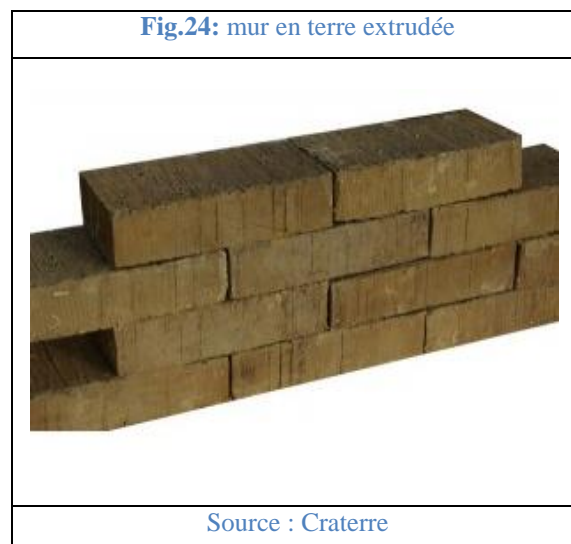
<sup>23</sup> Idem p 23

<sup>24</sup> Idem p 23



### 5.9. La terre extrudée

La terre est extrudée par une puissante machine, ces briques ont été retirées de la chaîne de production juste avant leur passage au four. Les briques de terre crue extrudées sont utilisées uniquement en intérieur pour construire des cloisons, des parois et des murs non soumis à une pression statique, autrement dit, ces briques ne sont pas destinées à construire des murs porteurs.<sup>25</sup>



### 5.10 La terre coulée

La terre est coulée dans des coffrages ou dans des moules comme un béton.<sup>26</sup>

<sup>25</sup> [Http://:www.guide-maison-écologique.com](http://www.guide-maison-écologique.com) consulté le 04-04-2015

<sup>26</sup> Idem p 23

### 5.11 La terre paille

La terre débarrassée de ses gros grains, est dispersée dans des futs pleins d'eau et remuée jusqu'à l'obtention d'une barbotine, la paille (blé, orge, seigle, froment...) est ajoutée (le dosage étant de 70kg de paille pour 600kg de terre pour une masse volumique de 700kg/m<sup>3</sup>) et malaxée jusqu'à l'obtention d'un mélange paillé qui sera utilisé, à l'aide d'un coffrage, comme remplissage à une ossature en bois. Cette technique présente plusieurs avantages dont la résistance au feu, aux intempéries et une bonne durabilité.<sup>27</sup>

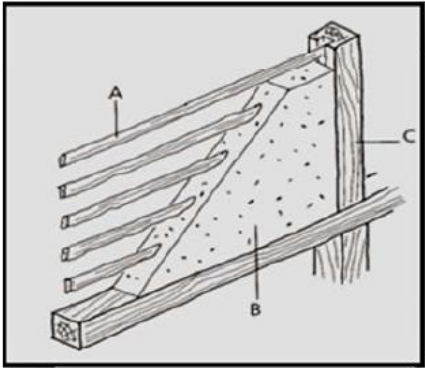
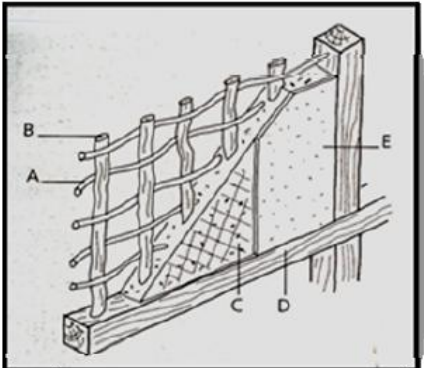
### 5.12. La terre garnissage :

Une partie du château de Versailles est bâtie selon ce procédé qui a l'avantage de résister au séisme. Il consiste à appliquer de la terre sur un support, le plus souvent en bois cloué ou entrelacé, de façon à le recouvrir. La terre est très argileuse et mêlée à de la paille ou d'autres fibres végétales. Construite ainsi selon certaines précautions, la durabilité des maisons sera garantie, les exemples européens témoignent de plus de cent ans d'existence. Les variantes sont :

5.12.1. *Le bauge entre claires*: L'ossature est entièrement en matière végétale, le recouvrement en terre fait entre 10 et 15 cm d'épaisseur. Cette technique reste utilisée dans les pays tropicaux.

A. *Les boules de paille* : c'est une technique localisée en Allemagne. Une corbeille en paille est remplie de boules de terre. La mise en œuvre se fait sur une charpente en bois.

B. *Le torchis* : l'une des plus anciennes et des plus utilisées dans le monde. C'est une technique de hourdage qui consiste en l'application d'une terre mélangée à de la paille sur un clayonnage maintenu dans une ossature porteuse en bois.

Fig.25:Torchis sur barreau	Fig. 26:Torchis sur clayonnage
 <p data-bbox="296 1749 707 1823">A :barreau, B :remplissage terre paille C :ossature en bois</p>	 <p data-bbox="970 1749 1342 1872">A :latte, B :palançon C :terre paille, D :ossature en bois E :enduit</p>
source :N. Baloul	source :N. Baloul

<sup>27</sup> Idem p 23

*C.La terre projetée* : elle consiste à jeter manuellement la boule de terre d'une certaine consistance sur le support, cette technique a fait l'objet de plusieurs essais pour sa modernisation par l'utilisation de pompes pneumatiques.

Bien entendu, tous ces modes de construction ne sont pas adaptables en tout lieu et pour tous.

## 6. Les qualités de la terre crue

Les préoccupations environnementales permettent de redécouvrir les nombreuses qualités du matériau terre crue. Son utilisation ne participe pas à l'épuisement des ressources ni à l'augmentation des pollutions (eau, air, sol) et des déchets, ni aux modifications biologiques. Ce matériau est : <sup>28</sup>

- **écologique**, il nécessite peu d'énergie et d'eau pour sa mise en œuvre et son élimination. Issu d'une ressource locale, abondante et inépuisable, il réduit les problèmes liés aux transports. Il est également réutilisable à l'infini,
- **économique et local**, il ne demande pas de transformation coûteuse. Pour une maison individuelle, la terre des fondations et du terrassement peuvent suffire pour construire le bâtiment. Il est un prolongement du sol et, à ce titre, participe à l'identité paysagère et architecturale du territoire dont il est issu. Il est mis en œuvre par des savoir-faire et emplois locaux,
- **sain**, il n'est pas nocif à la réalisation, ni à l'usage du bâtiment. Il participe à rendre l'air ambiant sain, en régulant l'hygrothermie, en absorbant les odeurs et en filtrant certains polluants,
- **allié du confort**, il apporte une inertie nécessaire au bâtiment sous nos climats, l'affranchit des variations des températures extérieures notamment en été. Utilisé en mur et en plancher, il participe à l'isolation phonique. En enduit, il ajoute au confort acoustique en diminuant la réverbération sonore.
- Seule ou utilisée avec d'autres matériaux (verre, bois, béton, ...), **la terre crue offre une grande liberté de création architecturale** en mobilisant diverses techniques ou en les adaptant. L'architecture contemporaine utilise la terre, soit en structure visible à l'extérieur, soit protégée à l'intérieur.

De l'observation des réalisations actuelles se dégagent certaines spécificités architecturales liées au matériau terre :

- sa plasticité permet d'obtenir des formes douces et sensibles, qui mettent en éveil les sens, mais aussi des effets décoratifs intéressants,

<sup>28</sup> Tarn-et-Garonne ,*Construire en terre crue*..p3

- l'alternance de couches lors de sa mise en œuvre (pisé, adobe) est l'occasion de créer des jeux de couleurs, de matière, d'ombres, d'horizontalité,
- La terre permet une insertion paysagère prononcée. Par sa nature même et par sa couleur, on peut parler d'"architecture organique". Le bâtiment, tel un organisme vivant, peut se fondre dans le paysage et répondre aux besoins de ses usagers en accord avec son environnement.

## 7. Caractéristiques physiques de la terre crue

### 7.1. Aspect thermique

Contrairement aux idées reçues, la terre n'est pas un matériau isolant. En revanche, elle possède une excellente inertie thermique. Ceci se traduit par une régulation des différences de températures intérieures (pour l'été : plus frais le jour car le mur se rafraîchit la nuit, rendant cette fraîcheur le jour).

Voici quelques valeurs, pour une terre à 1 500 kg/m<sup>3</sup> :

- conductivité : 0,75 W/m.°C ;
- chaleur spécifique : 900 J/kg.°C ;
- capacité thermique : 1 350 kJ/m<sup>3</sup>.°C
- effusivité thermique : 1,00 J/(racine carrée de la capacité thermique).m<sup>2</sup>.°C.

Soit, pour du pisé à 2 000 kg/m<sup>3</sup>, une capacité thermique de 1 800 kJ/m<sup>3</sup>.°C.

### 7.2. Masse volumique

La masse volumique est liée à la quantité de matière gazeuse présente dans la terre. Elle s'étale de 1 200 kg/m<sup>3</sup> à 1 600 kg/m<sup>3</sup> pour de la terre foisonnée (dans un tas de terre par exemple). Cette valeur augmente suite à une mise en œuvre par compactage (pisé par exemple). On obtient alors idéalement une masse volumique de 2 000 kg/m<sup>3</sup>. Les mélanges amendés en paille sont plus légers : en terre-paille, la masse volumique est de 300 kg/m<sup>3</sup> à 1 300 kg/m<sup>3</sup>. Pour des briques de terre crue filée (densité : 2,00) : conductivité = 1,05 W/m.°C, inférieure à celle de la brique cuite (1 à 1,35) ; capacité = 2000KJ/m<sup>3</sup>.°C, supérieure à celle de la brique cuite (1360 à 2100).

Autres propriétés :

- indice de correction acoustique à 500 Hz : 50 dB pour un mur de 20 cm en briques de terre crue filée
- bonne diffusion de la vapeur d'eau, pare-vapeur ou VMC inutiles
- propriétés absorbantes des argiles (produits de dégraissage type K2R)
- protection contre les nuisances associées aux ondes électromagnétiques générées par les appareils et circuits électriques
- par sa nature, le matériau n'entre pas dans un cycle de dégénérescence.

- peut absorber jusqu'à 3% de son poids en vapeur d'eau (évolution de sa teneur en eau de 4% à 7%, ce qui permet d'avoir une inertie " hydrique "non négligeable en ce qui concerne le confort)
- évite l'excès d'humidité qui provoque des rhumatismes
- évite le manque d'humidité qui provoque des problèmes oculaires, inflammatoires et respiratoires.

### 7.3 Résistance mécanique

La terre crue est un matériau s'apparentant aux bétons. Du point de vue mécanique, elle fonctionne comme ces derniers, uniquement en compression (les valeurs de résistance à la traction, à la flexion et au cisaillement sont très faibles). La terre mise en œuvre de manière monolithique (pisé, bauge) a généralement une résistance à la compression d'environ 20 kg/cm<sup>2</sup> (2 MPa). Les éléments de maçonnerie (adobes) ont des résistances à la compression pouvant aller de 20 kg/cm<sup>2</sup> à 50 kg/cm<sup>2</sup> (2 MPa à 5 MPa). L'adjonction d'éléments fibreux (paille par exemple) permet de conférer au mélange une certaine résistance en traction, flexion et cisaillement, mais qui reste tout de même négligeable.

## 8. Les avantages et inconvénients du matériau terre :

<b>Avantages</b>	<p>La terre absorbe et restitue l'humidité.</p> <p>La terre régule la température par inertie thermique.</p> <p>La terre est un très bon isolant phonique.</p>
<b>Avantages-écologiques</b>	<p>La terre utilise peu d'eau en phase de transformation.</p> <p>La terre est une ressource locale abondante et renouvelable.</p> <p>La terre a des vertus thérapeutiques, soigne les affections de la peau, détruit les bactéries et les acariens.</p> <p>La construction en terre crue n'utilise que 3% de l'énergie employée dans une construction en béton.</p>
<b>Inconvénients</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Il s'érode facilement, ce qui rend son emploi délicat dans les régions à forte pluviométrie .</li> <li>• Utilisée en couverture elle peut prendre l'eau, s'alourdir et provoquer des affaissements .</li> <li>• n'adhérant pas au bois, cela fait apparaître des décollements autour des ouvertures.</li> <li>• Il ne résiste pas à la flexion et à la traction.</li> <li>• 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.</li> </ul>

## 9. La terre stabilisée :

Le béton de terre est encore utilisé dans l'habitat car il a montré une grande durabilité pour diverses conditions climatiques grâce à une technologie élaborée qui se base sur la sélection savante du sol et de la technique de construction qui lui est appropriée, ainsi que sur l'exigence d'une bonne tenue à l'eau sous des conditions climatiques sévères. Les exemples sont nombreux : L'Alhambra de Grenade, les immeubles de 8 étages de Shibam au Yémen, les constructions en pisé de Tlemcen en Algérie, etc.

### 9.1. Définition du Béton de Terre Stabilisée (BTS) :

Cette brique de terre stabilisée (BTS) est composée d'un mélange de terre, sable et ciment, compressée dans une presse manuelle ou automatique

Le Béton de Terre crue Stabilisée (BTS) est un matériau aux propriétés hors du commun pour la construction d'un habitat confortable, écologique et à grande échelle.

Le Béton de Terre Crue Stabilisée est un matériau de construction écologique, qui utilise de la matière première disponible localement, facilement accessible et peu coûteuse: terre, sable, graviers, argiles etc.

Fig.27: Le matériau BTS



Fig. 28: mur en BTS



source :Craterre

## 9.2. Les stabilisants pour améliorer la performance de la terre :

Le matériau terre est essentiellement sensible à l'insolation, au vent, aux précipitations, à l'humidité et à la température. L'importance de ces agents et leur synergie varient largement avec le type de climat, la localisation géographique, l'exposition et l'architecture de la construction.

Ceux qui sont à l'origine de la dégradation structurelle du système terre sont : la battance, l'humidité, le ruissellement, le retrait de fissuration et certains produits nocifs dissous dans l'eau.

La densification par compactage dynamique est le moyen le plus simple et certainement le plus ancestral de tous les procédés de stabilisation où la terre humide foisonnée est convertie en un système dense ayant les caractéristiques de stabilité et de durabilité plus grande.

Pour densifier la terre, l'homme s'est servi de ses pieds comme outil, il a par la suite utilisé des pilons en bois ou en acier...de nos jours, les outils dépendent du procédé de fabrication (manuel, hydraulique, pneumatique, etc.). Si l'on ne dispose que de l'effort de la main ou du pied pour mouler le matériau et des étrointes capillaires apportées par la dessiccation au soleil pour le serrage, alors il faut que le sol soit fortement argileux pour une cohésion suffisante. En revanche, avec une forte énergie de compactage on peut utiliser une terre maigre ou peu argileuse.

Cependant, la terre crue reste un matériau hydrophile quelle que soit sa composition, et sa stabilisation mécanique n'est pas toujours suffisante face aux milieux agressifs. A cet effet, le traitement dans la masse du sol par des produits chimiques (ciment portland, chaux, pouzzolane, bitume, etc.) et/ou la protection de surface exposée (enduits, badigeons, hydrofuges, silicates alcalins, etc.) est dans ces conditions nécessaire.

La protection pour être durable ne doit pas être effectuée à l'aide de matériaux hydrophiles même s'ils présentent une excellente adhérence au support. Il est par conséquent judicieux d'imprégner les surfaces exposées par des produits qui empêchent l'infiltration de l'eau. Les silicones sont des produits économiquement intéressants, par contre les résines acryliques obéissent à la tryptique : durabilité, esthétique et économie.<sup>29</sup>

## 9.3. Les avantages du béton de terre stabilisée :

### 9.3.1. Économie :

- à prix égal d'entreprise, on obtient une qualité de construction bien supérieure,
- dans le cas d'auto-construction, la simplicité de la technologie des blocs comprimés permet de faire des économies importantes,
- le matériau étant prélevé sur place, on minimise les coûts de transport,
- la réouverture des fours à chaux serait enfin possible grâce au développement de la terre stabilisée,

<sup>29</sup> *Les architectures en terre du Maghreb*, Lambèse – Tazoult. 2015



### 9.3.2. Esthétique :

- on peut réaliser à nouveau des formes traditionnelles (voûtes, coupoles, arcs, murs contreforts, ) qui ont été abandonnées en raison de leur coût, car avec des tours de main faciles à acquérir, ces formes redeviennent économiquement possibles,
- le matériau de base (arène granitique ou tuf) étant prélevé sur place, l'intégration chromatique avec l'environnement naturel va de soi,
- on évite la mise en dépôt de la terre extraite des terrassements de la plate-forme de la construction et des fouilles pour fondations,

### 9.3.3. Thermique :

- en été, les murs épais en terre sont bien isolants et, grâce aux modifications de cristallisation de la chaux qui sert de liant, rafraîchissent les locaux par effet de "gargoulette" (réaction endothermique de l'évaporation de l'eau),
- en hiver, la recristallisation de la chaux et le gonflement de la terre argileuse grâce à l'humidité réimperméabilisent le mur,
- la masse thermique des murs permet une régularisation des températures internes, écrêtant les températures trop élevées et trop basses,

### 9.3.4. Climatique :

- les matériaux permettent de réaliser une architecture bioclimatique, en association avec une utilisation judicieuse des plantes et arbres à feuilles caduques,
- la mise en ambiance thermique sera assurée par des capteurs solaires à circulation d'air, mis au point par une société corse

### 9.3.5. Énergétique :

- la terre n'est pas cuite mais séchée au soleil, évitant donc une consommation de combustible,
- le prélèvement sur place, réduisant les transports, se traduit par une économie de carburant,
- la chaux de stabilisation étant calcinée à des températures inférieures à celles nécessaires pour la fabrication des ciments, la consommation générale d'énergies fossiles se trouve réduite,

### 9.3.6. Environnemental :

- réutiliser sur place les terres extraites lors des terrassements (Fondations, déblais pour plate-forme de la construction), réduit les atteintes portées aux paysages naturels,
- les gravats, qui sont toujours produits sur un chantier, sont facilement réintégrables dans l'environnement géologique et pédologique naturel,

### 9.3.7. Acoustique :

- la présence des boulins(trous des traverses maintenant les banches de coffrage) peut être utilisée pour constituer des sortes de vases acoustiques de profondeurs différentes qui absorberont diverses

fréquences et éviteront les réverbérations des sons,

- la texture des murs, qui ne sont pas rigides comme des parois de béton mais relativement élastiques, réduira aussi les réverbérations,

- la masse et l'épaisseur des murs permettent d'obtenir un bon isolement phonique, en particulier pour les basses fréquences, qui réduit la gêne pour le voisinage.

## 10. CONCLUSION

Terre crue, banco ou adobe sont les termes utilisés pour désigner la terre, utilisée avec le moins de transformations possible en tant que matériau de construction.

Le terme terre crue permet surtout de marquer la différence avec la terre cuite. Plusieurs techniques de construction utilisant la terre crue comme matériau structurel existent : le pisé, la bauge, l'adobe, la brique de terre compressée...etc

La terre crue est un matériau économique : l'extraction ne nécessite pas de moyens technologiques importants ; l'utilisation est réalisée sans transformation ; l'acheminement est réduit. Tous ces facteurs limitent les coûts. Sur le plan technique c'est un matériau très isolant aussi bien phonique que thermique.

En Algérie l'utilisation de la terre est très ancienne, elle est utilisée non seulement dans les campagnes mais aussi dans les villes. Presque toutes les constructions dites traditionnelles sont faites avec de la terre associée à d'autres matériaux d'appoint tels que les ajouts végétaux ou minéraux.

## **Chapitre II:**

L'HABITAT EN TERRE DANS LE SUD ALGERIEN

*"Tout peuple qui a produit une architecture a dégagé ses lignes préférées qui lui sont spécifiques que sa langue, son costume ou son folklore (...) on rencontrait sur toute la terre des formes et des détails architecturaux locaux, et les constructions de chaque région étaient le fruit merveilleux de l'heureuse alliance de l'imagination du peuple et des exigences de l'espace"*

*Hassan FATHY*

## **CHAPITRE II:**

### **L'HABITAT EN TERRE DANS LE SUD ALGERIEN**

#### **1. Introduction**

L'occupation d'un espace par une population détermine une certaine organisation urbaine et une production architecturale qui sont la réponse d'une société confrontée à des réalités contraignantes: sociales, historiques, géographiques et techno-économiques.

De telles contraintes et conditions prédominent le rapport ingénieux que chaque culture, chaque groupe social entretient avec son héritage historique et son environnement.

Aujourd'hui, le sud Algérien offre un terrain particulièrement riche pour l'étude de l'architecture Vernaculaire. On y trouve une gamme étendue de formes d'habitat, d'espaces et de groupement urbains originaux. Notre pays est très vaste et riche en constructions Vernaculaires, en se promenant du Sud Est vers le Sud Ouest, on découvre plusieurs styles et formes d'habitats qui ne se ressemblent pas.

#### **2. Originalité du cadre bâti saharien**

Dans les environnements présahariens et sahariens, l'art de construire se traduit par la variété des architectures tant au niveau de la richesse des formes construites, de l'emploi maîtrisé des matériaux puisés dans la nature environnante, du matériel et des techniques de construction ancestrales qu'au niveau de l'usage de l'espace, de conformité aux normes d'organisation sociale et en adéquation avec les rigueurs du climat. Un des atouts majeurs de l'habitat traditionnel est son originalité ; une originalité qui dans l'emploi des matériaux, l'adoption des formes, l'utilisation rationnelle des espaces, la fonction, le rôle et l'utilité de chaque construction.

Nous sommes devant un habitat vernaculaire qui a pour point de départ les besoins et l'application des savoir-faire de l'humain, et pour finalité la satisfaction de ses besoins, nous pouvons le voir à l'organisation et la conception du vallée du M'zab à Ghardaïa.

#### **3. Analyse urbaine du vallée du M'zab :**

Elle est classée un patrimoine national et mondial, la vallée du M'Zab se distingue par des particularités architecturales, et urbanistiques unique en leurs genre, elle s'agglutine une quantité considérable de sites, et de monuments historiques.

Les habitations forment les cinq Ksars, et se trouvent dans les palmeraies, ainsi que d'autres infrastructures et bâtiments très importants.

### 3.1. Composition de la vallée du M'Zab (Ksars)

**3.1.1. EL ATTEUF:** elle se trouve à une dizaine de kilomètre en aval de Ghardaïa, étagée sur sa croupe et entourée par des maisons rempart. Elle possède deux mosquées, deux minarets. Sur le côté Ouest, la porte principale s'ouvre sur une placette, puis une porte plus ancienne donne sur le souk.

Le marché d'intérêt purement local, les ruelles adjacentes destinées aux commerces de première nécessité, tout autour de la place se trouve les hadjbas, maisons de réunions des fractions. Les ruelles présentent de nombreux passages couverts des impasses importantes distribuent chacune une dizaine de maisons. La ville est entourée de cimetières, dont le plus important comporte la célèbre mosquée de Sidi Brahim. El-Atteuf possède deux palmeraies, l'une situé à 1km vers Ghardaïa et l'autre commence à 2km en descendant succèdent sur plusieurs kilomètres. Le long de l'Oued M'Zab, le plus ancien des barrages du M'Zab, c'est la fin de la pentapole.<sup>1</sup>

Fig.29: El Atteuf



Source: OPVM, (2004). « la vallée du M'ZABE », secteur sauvegardé.

**3.1.2. BOUNOURA:** elle est à moins de 4km en aval de Ghardaïa de l'autre côté Nord de l'Oued, c'est un petit Ksar dont la destruction de la partie supérieure a bloqué le développement. Elle est protégée sur toute sa partie basse par des roches qui bordent l'oued M'Zab et sont surmontées de maisons –remparts.

<sup>1</sup> MANSOURI SADDEK, "les proportions dans l'architecture musulmane" 2008, pp 99 - 108

La mosquée, en bas forme elle-même rempart et possède son minaret. La circulation dans le Ksar est nettement incurvée selon une direction Nord- Ouest, des ruelles partent perpendiculairement à cet axe, la limite supérieure de la ville à mi-hauteur de la butte est protégée par un rempart avec tous de défense et de guet. Le Souk est placé à l'extrémité n'a plus qu'une petite importance local. Des cimetières importantes ceinturent la vile à l'opposé de la vallée. La palmeraie s'étend dans l'Oued Azouil, elle comporte de nombreuses constructions, une autre palmeraie s'étend vers l'Est le long de l'Oued M'Zab en direction d'El-atteuf.<sup>2</sup>

Fig.30:Bounoura



Source: OPVM, (2004). « la vallée du M'ZABE », secteur sauvegardé.

3.1.3. *GHARDAIA*: c'est la ville la plus en amont, et la plus importante elle s'organise autour d'une colline dont le sommet est occupé par la mosquée, son Minaret et un autre minaret plus ancien dominant la ville, le Ksar s'est développé de façon concentrique, dont nous pouvons lire sur son plan deux lignes de remparts le long de la seconde se trouve une petite place, la place Rahba. Des portes qui donnent accès aux différents quartiers existants encore sauf dans la partie Sud.

Le Souk, à la périphérie Sud-ouest de la ville, est devenue le plus important dans la vallée, la place est entourée d'un portique sur lequel s'ouvrent des boutiques et des magasins- réserve, elle est aussi le point d'aboutissement des nombreuses ruelles qui remplissent un rôle économique dans leur partie la plus proche du Souk. Au Nord-Ouest à quelque deux kilomètres privés commence la palmeraie dans tous les terrains appartiennent aux privés, la principale défense de palmeraie consistait en une grosse tour de guet qui la dominait sur les hauteurs, et qui est en contact visuel avec une autre tour située à 1km environ, et celle-ci est en contact avec le minaret du Ksar.

<sup>2</sup>Idem.p 04

Toute la palmeraie forme un immense système hydraulique qui ne laisse perdre aucune eau grâce à des barrages et des canaux qui servent de cheminements piétonniers en dehors des crues et qui se décomposent en dérivations complexes pour réaliser un partage équitable de l'eau.<sup>3</sup>

Fig.31:Ghardaïa



Source: OPVM, (2004). « la vallée du M'ZABE », secteur sauvegardé.

3.1.4. *BENI IZGEN*: elle est à flanc de piton à 2.5km de Ghardaïa, au confluent de l'Oued N'tissa et de l'Oued M'Zab, ce Ksar le second en importance s'organise à partir d'une vieille ville "Tafilatt" qui occupe la partie supérieure du Ksar, on y trouvait un rempart tout autour du Ksar flanqué de quelque tours de guet, la plus grosse domine la ville "TOUR BOULILA".

Un peu en contrebas de cette tour, vers Nord-est et en bordure de rempart s'élève la mosquée avec son minaret .la ville s'est développée semi concentriquement, les rues forment une demi circonférence dont partent perpendiculairement les ruelles.

Les ruelles qui mènent à une place de marché de forme triangulaire munie d'un puits et entouré de boutique. Quelques commerces de première nécessité se regroupent dans les ruelles autour de la place. Le reste de la ville ne comporte aucune boutique.

Les cimetières sont nombreux à l'extérieur de la ville en particulier au Sud- Est de l'autre côté de l'Oued .La palmeraie, s'étend le long de l'Oued N'tissa et comporte de nombreux ouvrages hydrauliques notamment un grand barrage d'absorption qui permet de retenir toutes les eaux apportées par les crues pour en nourrir le sol et remplir les puits.<sup>4</sup>

<sup>3</sup>Idem.p 04

<sup>4</sup>Idem.p 04



Fig.32:Béni



Source: OPVM, (2004). « la vallée du M'ZABE », secteur sauvegardé.

3.1.5. *M'LIKA*: elle est située à mi-distance de Ghardaïa et de Béni Izgen mais sur l'autre rive de l'Oued M'Zab, elle n'a conservé que peu d'importance. On n'y voit pas de traces d'agrandissement, sa protection était assurée par des maisons- remparts. Des portes ménagées entre des maisons donnent accès à des ruelles, lesquelles rejoignent une rue principale qui traverse le Ksar du Nord au Sud. La mosquée se trouve au centre de la ville, son minaret la domine, à son pied s'étend le Souk qui n'a plus guère d'activité, à l'extérieur de la ville une petite mosquée est édifiée sur l'emplacement de la ville primitive (Ouadaï). Un grand cimetière groupe ses tombes (Sidi Aissa).

M'lika n'a plus vraiment de palmeraie, l'ancienne palmeraie étant intégrée presque entièrement à Ghardaïa, on peut y voir sur l'Oued M'Zab un pont construit vers 1930 pour servir de passage aux piétons et aux ânes.

Fig.33:M'lika



Source: OPVM, (2004). « la vallée du M'ZABE », secteur sauvegardé.

### 3.2. Principes de la composition urbaine du ksar

3.2.1. *Implantation*: Les villes de la vallée sont installées sur le roché des hauteurs naturelles (évitant les crues). Implantation à l'écart des sources d'eaux. Facteur défensif (vue rayonnante).

3.2.2. *Tissu urbain*: ville resserrée à l'intérieur de l'enceinte (mur, maisons- remparts). Les villes sont peut étendues. Schéma urbain dense. Marché situé à proximité des portes. La mosquée domine la ville, c'est le centre spirituel. Économie séparée du spirituel. Rues étroites. Fenêtres des pièces en encorbellement ont un rôle défensif. Banquette en maçonnerie dans les voies (réunion). Donc on peut conclure que la hiérarchisation du Ksar, du bas vers le haut est comme suit: Rempart, Souk, espace de rencontre, maison d'habitation(très resserrées avec des petites ouvertures séparée par des ruelles étroites), mosquée(l'endroit le plus sacré qui domine le tout).

3.2.3. *Règles traditionnelles d'urbanisme*:

- Aucune maison ne porte ombre sur la voisine (hauteur limitée).
- Aucune maison ne peut avoir une vue sur l'autre (murs d'acrotère).
- Les façades sont presque toutes semblables dans leurs nudités (pas de décoration, les petites ouvertures sous forme de lame).

### 3.3. Éléments structurants l'espace urbain

3.3.1. *La mosquée* : c'est l'élément le plus important de la ville imposant par son volume et sa position dominante.

En effet, il est le cœur de la cité en qualité d'espace de culte, siège de gouvernement, lieu de rassemblement, forteresse de défense et espace d'enseignement... Si de loin, la mosquée offre avec son minaret dressé au ciel et occupant le point le plus haut, l'image et les différentes enveloppes emboîtées et hiérarchisées de murs de maisons.<sup>5</sup>

Fig.34:Ghardaïa la mosquée



Source: OPVM, (2004). « la vallée du M'ZABE », secteur sauvegardé.

<sup>5</sup><http://www.opvm.dz> ,Article de l'espace urbain, consulté : Mai 2016

3.3.2. *Le souk* : c'est la place du marché, le centre d'activité par excellence de la ville. Si la mosquée représente le centre sacré, intime de la ville implanté au sommet protégé enveloppé par les habitations, le marché par contre est le centre public, lieu de transaction, de brui, de rencontre et se trouve délibérément rejeté à la périphérie de la ville<sup>6</sup>

Fig.35:Ghardaïa la place du marché



Source: OPVM, (2004). « la vallée du M'ZABE », secteur sauvegardé.

3.3.3. *Les portes de l'enceinte* : les cités étaient protégées par des remparts ou des maisons-remparts, ainsi que par des tours de guet et de défense, l'enceinte était percée de portes qui sont surveillées par des postes de garde avec chambre à l'étage.<sup>7</sup>

Fig.36:Ghardaïa vue extérieure



Source: OPVM, (2004). « la vallée du M'ZABE », secteur sauvegardé.

<sup>6</sup>Idem

<sup>7</sup>Idem.p 08

3.3.4. *Les parcours* :a l'intérieur des villes, la circulation s'effectue par des ruelles, parfois partiellement couvertes, suivant le terrain, elles sont souvent tortueusement de forte déclivité.<sup>8</sup>

Fig.37: Ghardaïa vue d'une ruelle



Source: OPVM, (2004). « la vallée du M'ZABE », secteur sauvegardé.

3.3.5. *Les cimetières*: les cimetières se trouvent hors les villes mais organisés par elle, et en fonction d'elle, ils sont des véritables cités des morts qui s'étendent sur des surfaces importantes, et ceignent pratiquement les villes.<sup>9</sup>

Fig.38:Ghardaïa les cimetières



Source: OPVM, (2004). « la vallée du M'ZABE », secteur sauvegardé.

3.3.6. *Les palmeraies*: les palmeraies sont situées à proximité des villes, et munies des moyens élémentaires de défense, les tours de guet sous forme de poste avancés qui permettent

<sup>8</sup>Idem.p 08

<sup>9</sup>Idem.p 08

d'avertir la ville. Toutes les palmeraies comportent de nombreuses ouvrages hydrauliques; barrages d'absorption, galeries souterraines, puits, ruisseaux artificiels ou rigoles.<sup>10</sup>

Fig.39:Ghardaïa les palmeraies



Source: OPVM, (2004). « la vallée du M'ZABE », secteur sauvegardé.

3.3.7. *L'architecture religieuse*: avec sa variété de fonctions particulières entraîne un débordement de forme apparent bizarre et surtout caractérisées par l'aspect typique des minarets en forme de pyramides terminées par l'ornement des quatre doigts dressés vers le ciel.<sup>11</sup>

3.3.8. *Les place du marché*: sont entourées de portiques et arcades. En dehors des villes les mêmes qualités se retrouvent dans les aménagements des cimetières et tous Les aménagements des villes d'été. Tous les mausolées et les tombeaux disséminés dans les cimetières peuvent être considérés comme des événements architecturaux d'une infinie variété de formes.

Dans les palmeraies, toute l'architecture des barrages et des déversoirs, des puits, des bassins, des seguias et des murs de clôtures, constitue un infini répertoire de résolutions astucieuses.<sup>12</sup>

<sup>10</sup>Idem.p 08

<sup>11</sup>Idem.p 08

<sup>12</sup>Idem.p 08

Fig.40:Ghardaïa les minarets



Source: OPVM, (2004). « la vallée du M'ZABE », secteur sauvegardé.

3.3.9. *L'habitat*: est sûrement le plus développé des régions sahariennes, les maisons à un étage organisant autour d'un patio .Les murs extérieurs étant pratiquement aveugles. Une quantité de niches et des étagères sont encastrées dans la maçonnerie même.

A. *Ce que veulent dire l'habitat, l'habitation, et l'habiter*: Un seul mot désigne l'espace d'habitation : *ad-dār*. Avant de signifier « maison », « espace bâti », le mot *dār* signifie « territoire ». *Dār al-`ahd*, « territoire du pacte », *dār al-harb*, « territoire de la guerre », *dār al-imān* « territoire de la foi », *dār al-islām*, « territoire de l'Islam », autant de dénominations qui montrent bien qu'avant de désigner une maison, le mot *dār* désigne un espace délimité et approprié, sur lequel s'exerce l'autorité indiscutée d'un chef ou d'un groupe. C'est donc un espace sur lequel s'exerce un pouvoir dont l'autorité est reconnue. Tandis que l'habiter renvoie à *habitus*, en terre arabe, d'*as-sakan* dérive le terme « sérénité », *sakīna*. *Sukūn* est le contraire du mouvement. *Sakana* veut dire « il a perdu de son agitation (*harakātu*) », ou « s'est calmé après avoir agi ». La principale fonction, donc, de la maison est de procurer le repos et la sérénité, de soustraire l'être à l'agitation et au vacarme environnant.<sup>13</sup>

## 4. Analyse architecturale du ksour:

### 4.1.genèse et évolution:

Le mot se prononce « *gsar* ». C'est une altération phonique de la racine arabe *qasr* qui désigne ce qui est court, limité. C'est à dire un espace limité, auquel n'a accès qu'une certaine catégorie de groupes sociaux. C'est un espace confiné et réservé, limité à l'usage de certains. Le *ksar* (pl. *ksour*) est un grenier, mieux encore un ensemble de greniers bien ajustés<sup>14</sup>

<sup>13</sup> HALBWACHS M., *La mémoire collective*, Paris, PUF, 1968, p. 166.

<sup>14</sup> MOUSAOUI A., *Logiques du sacré et modes d'organisation du sacré de l'espace dans le sud-ouest algérien*, thèse de doctorat, 1994, 370 p.

Le k'sar (pluriel : k'sour), Ighrem (pl. igherman) en langue amazighe signifie étymologiquement palais. Les ksour sont ces ensembles fortifiés qui s'étendent du Sud marocain au Sud tunisien et qui, à l'origine, étaient construits dans un souci défensif. De nos jours et avec la disparition des préoccupations défensives, le ksar désigne toute agglomération saharienne anciennement construite et de tendance plutôt rurale par opposition aux structures plus importantes que sont les médinas.

Tandis que dans le Sud-ouest, le ksar est constitué par l'adjonction d'entités appelés **kasbet** (pluriel de kasbah), entités fortifiées, cette caractéristique ne se rencontre pas dans la vallée du Mزاب ou dans les ksour du Sud-est.<sup>15</sup>

#### **4.2 .Le Fonctionnement de Ksar**

Restitué à l'échelle du territoire, le ksar fonctionnait dans une structure basée sur le travail du jardin en palmeraie et sur les grande voies d'échange commerciale ente l'Afrique subsaharienne et la Méditerranée. En plus des activités interne, le territoire Ksourien avait pour fonction l'acheminement des échanges intercontinentaux. Vers une époque plus récente, la notion d'hierarchie dans le territoire est dans la centralité inter-ksour :La Zaouïa. Les ksour gardent un rôle très actif du fait qu'ils représentent une solution économique pour l'habitat.

#### **4.3. L'architecture ksourienne**

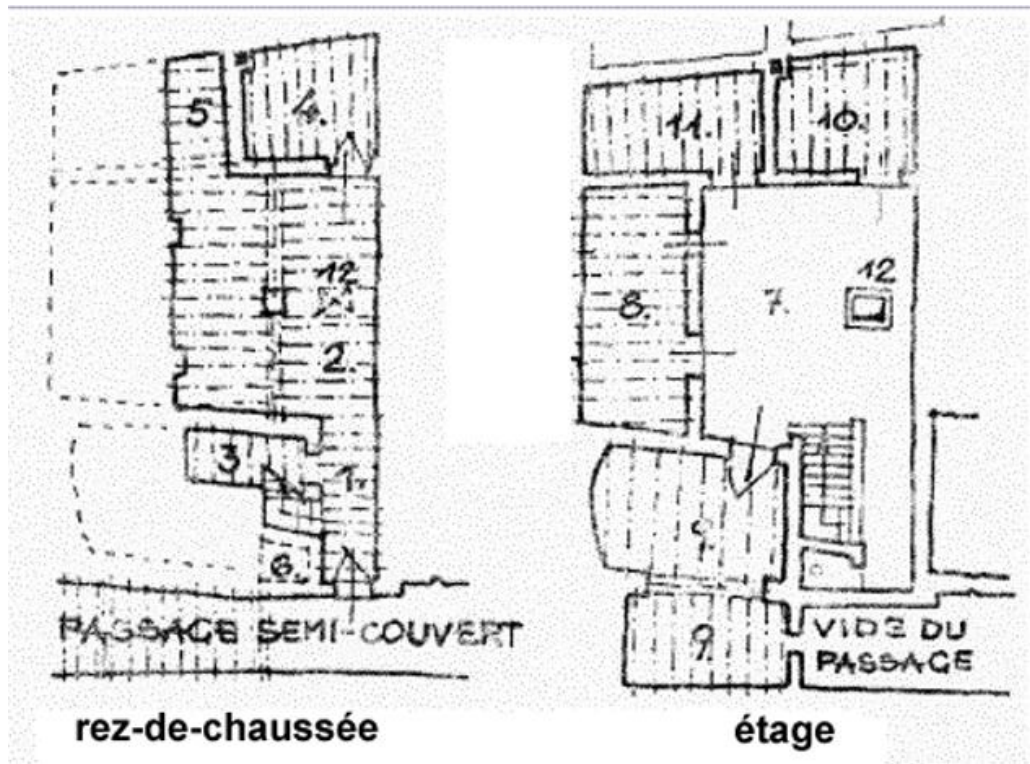
Les maisons obéissent au même plan, à savoir une cour intérieure toujours carrée, accessible par une chicane d'une ruelle. Cette cour est en plus très fonctionnelle. Elle peut, selon les circonstances, faire fonction d'étable pour les animaux ou de lieu de dépôt provisoire. Autour de la cour sont disposés les *byût* (les pièces). Ces pièces adjacentes étalées en rez-de-chaussée, rarement en étage, sont éclairées et aérées par l'intermédiaire de cette cour.

En général, deux chambres, une cour intérieure (*rahba*), un petit magasin à provisions et un petit enclos pour les animaux (*taghemmin*).

---

<sup>15</sup>Article de "le patrimoine Ksourien dans le Bas-Sahara algérien"

Fig.41: Maison dans le *ksar* de Taghit



Source : (J. Bachminski et D. Grandet, 1985, p. 23)

Légende : 1 : *Sqifa*, 2 : Patio, 3 : Étable, 4 : Cuisine, 5 : Dépôt, 6 : Trémie des latrines d'étage, 7 : Terrasse, 8 : Séjour, 9 : *Bayt*, 10 et 11 : Dépôts

Fig.42: Maison à quatre piliers au *ksar* de Kenadsa

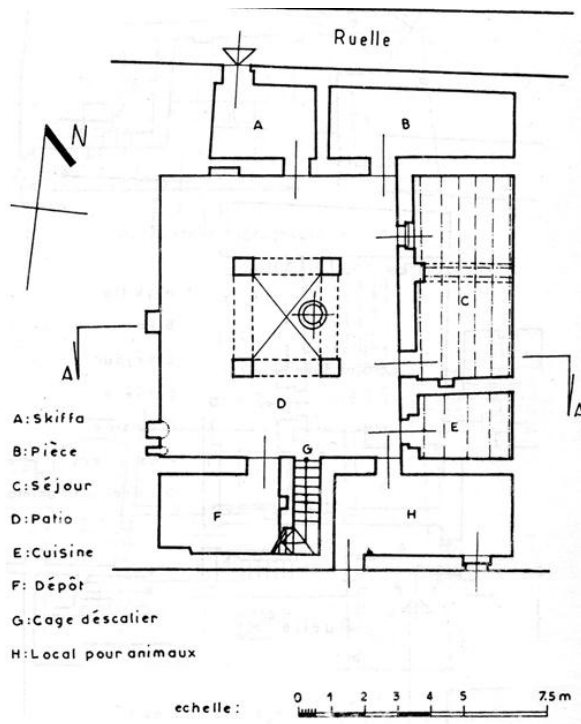
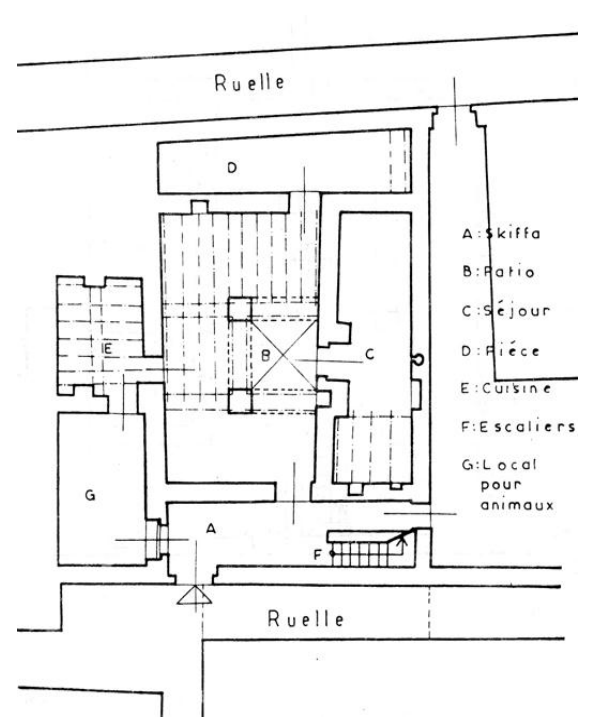


Fig.43: Maison à deux piliers au *ksar* de Kenadsa



Source: (J. Bachminski et D. Grandet, 1985)



4.3.1. *La byût*: (pluriel *bayt*) est la cellule de base, généralement allongée de 4 mètres de profondeur et d'environ 2 mètres en hauteur et en largeur ; la juxtaposition de ces *byût* et leur superposition donne l'impression, depuis l'extérieur, d'une muraille élevée, sans ouverture, compacte, analogue aux remparts d'un établissement fortifié. L'une de ces *byût* fait office de cuisine. Elle était généralement sans toit pour permettre l'évacuation des fumées résultant du feu de bois servant à la cuisson.

**Fig.44:** *Bayt* (cellules de base) au *ksar* de Kerzaz (2005)



Source : (l'architecture ksourienne (algérie) entre signes et signifiants, Mustapha AmeerDjeradi)

4.3.2. *le patio*: un autre élément très important et même structurant de la maison ksourienne est le patio ou *wastdār*. C'est autour de cet élément que s'organise la maison. Chaque face s'ouvre sur le *bayt*.

**Fig.45:** *WastDār d'el Qadi*, à Boukais, dans la wilaya de Béchar

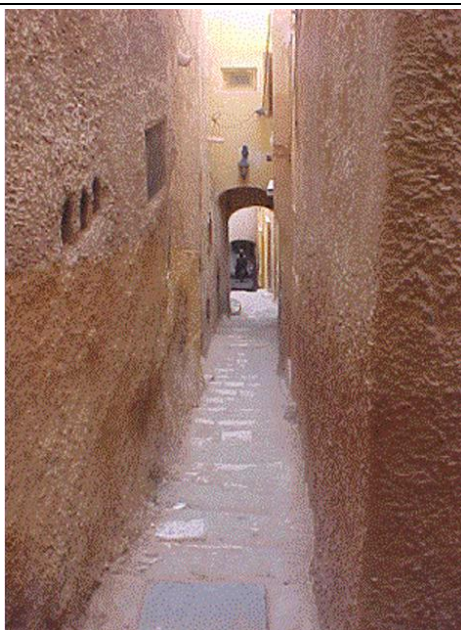


Source : (l'architecture ksourienne (algérie) entre signes et signifiants, Mustapha AmeerDjeradi)

**Fig.46:** *DārbûHasûn*, cheikh ZāwiyaKerzaziya, à Kerzaz



Source : (l'architecture ksourienne (algérie) entre signes et signifiants, Mustapha AmeerDjeradi)

**Fig.47:** Arcature au niveau d'un *zqāq* à Ghardaïa indiquant le changement de la qualité de l'espace public

Source : l'architecture ksourienne (algérie) entre signes et signifiants, Mustapha AmeurDjeradi.

Les portes, seuils et ouvertures marquent la transition entre deux sortes d'espace, les portes invitent à l'entrée, elles reflètent ou proclament l'importance du contenu de l'édifice.

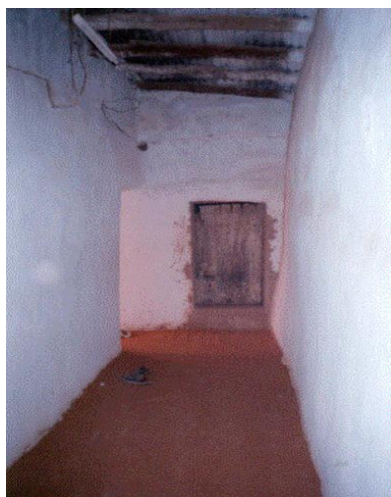
L'arc le plus usité au Maghreb est l'arc plein cintre outrepassé ou en fer à cheval, qui symbolise la défense et la protection magiques.

**Fig.48:** Traitement de la porte d'entrée d'une maison mozabite à Ghardaïa

Source : l'architecture ksourienne (algérie) entre signes et signifiants, Mustapha AmeurDjeradi

4.3.3. *le sqîfa*: La porte est souvent prolongée d'une *sqîfa*, sorte de vestibule, cette *sqîfa* n'est pas un espace où le propriétaire recevait ses clients<sup>16</sup>. Elle révèle plutôt la structuration polynucléaire de la famille. Chaque homme évite, en général, de croiser le regard d'une femme qui n'est pas la « sienne ». il patient quelque peu dans la *sqîfa*, il peut même s'y reposer éventuellement, notamment quand il est accompagné d'un invité, étranger à la famille, le temps que *le chemin* soit dégagé.

Fig.49 :*Sqîfa* dans une maison à Kerzaz



Source : l'architecture ksourienne (algérie) entre signes et signifiants, Mustapha AmeerDjeradi

Avant d'entamer la *sqîfa*, un lieu de sens, l'*atba* (le seuil) la devance, servant à marquer le changement d'espace, mais également de statut.<sup>17</sup> Les seuils sont souvent des barrières symboliques de ces ouvertures et peuvent être marqués par des prières, des incantations et des bénédictions pour s'assurer qu'une arrivée est bienveillante et protéger l'espace intérieur.

Fig.50 : *Atba-t dar* (seuil de la maison) au ksar de Kerzaz



Source : l'architecture ksourienne (algérie) entre signes et signifiants, Mustapha AmeerDjeradi

<sup>16</sup>BACHMINSKI J. et GRANDDET D., *Éléments d'architecture et d'urbanisme traditionnels*, Université des sciences et de la technologie d'Oran, 1985, 84 p.

<sup>17</sup>WESTERMARCK Ed., *Les cérémonies du mariage au Maroc*, Paris, Leroux, 2003, p. 28.

4.3.4. *l'œil de la maison*: un élément architectural attirant notre curiosité est le trou au niveau de la toiture appelé *`ayn ad-dār*, littéralement traduit « l'œil de la maison ». Cette ouverture aménagée au plafond des patios est, en effet, un « œil de la maison » qui regarde le ciel, symbole de la grâce et de la protection. Elle permet l'infiltration de la lumière, qui est la métaphore la plus fondamentale du Coran, lequel dit : « Dieu est la lumière du ciel et de la terre ».

Fig.51 : *Ayn-ad-dâr* (« œil de la maison » à Taghit (2003)



Source : l'architecture ksourienne (algérie) entre signes et signifiants, Mustapha AmeerDjeradi

#### 4.4. Techniques et procédés constructifs

La terre est extraite aux abords du site de construction et est débarrassée des résidus organiques et de cailloux de grande et moyenne taille. Additionnée d'eau, elle est laissée pendant un temps relatif à la nature de la construction : trois à six mois pour un ksar, un peu moins pour une kasbah et moins d'un mois pour une maison isolée. Mélangée avec de la paille et pétrie pour acquérir la plasticité nécessaire, elle est alors :

- soit exécutée manuellement à l'aide d'un moule à doubles cases pour confectionner des briques parallélépipédiques qui seront séchées au soleil.

C'est la technique connue sous le nom d'adobe ;

- soit utilisée au moyen de la technique du pisé (branchage) dans un coffrage en bois. Elle est damée à l'aide d'un pilon également en bois entre les deux branches constituant l'appareil jusqu'à ce qu'elle soit compacte. Celles-ci sont ensuite déplacées pour construire un autre tronçon du mur. Au fur et à mesure que celui-ci s'élève en hauteur, la largeur du coffrage se rétrécit pour assurer une assise technique solide aux niveaux supérieurs et à la toiture.

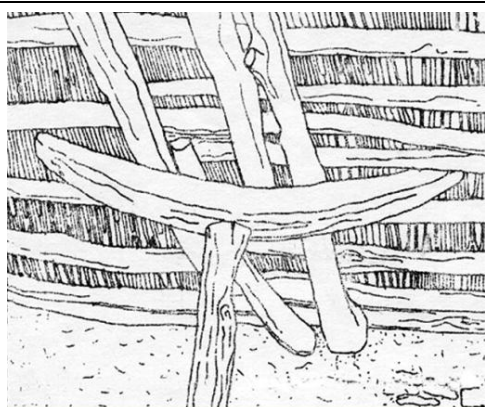
De manière générale, l'habitation est en *tûb* avec une structure en murs porteurs, assez épais. La poutraison est faite de troncs de palmiers (*khashba*) et les plafonds sont constitués par un clayonnage de palmes (*jrîd*). La terrasse est faite d'un mortier de terre où se mêlent argile et feuilles de palmiers. Les troncs d'arbre constituent les poutres, ce qui explique la largeur à peu près

commune à toutes les pièces (2 mètres 50 environ). La différence réside dans la longueur qui, elle, dépend d'aspects sociaux. Quand l'importance de la fonction de la pièce nécessite une plus importante largeur, on recourt à la construction de piliers et surtout de voûtes.

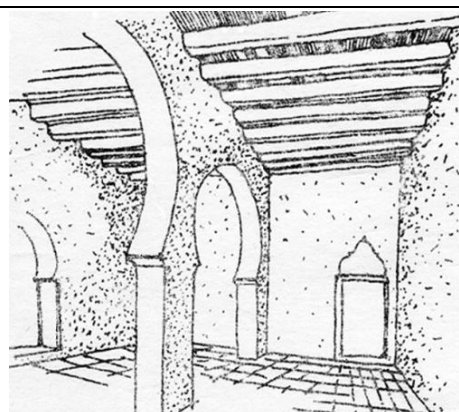
Les troncs sont taillés en deux, les demi-cylindre ainsi obtenus sont juxtaposés les uns aux autres et couverts d'un revêtement de pierraille mélangée au mortier à base d'argile.

La région des monts des ksour a connu un autre type de toiture analogue au précédent, où le tronc de palmier est remplacé par des troncs d'olivier ou d'arars.

**Fig.52:** Support de plancher d'une chambre, à Roufi, dans les Aurès

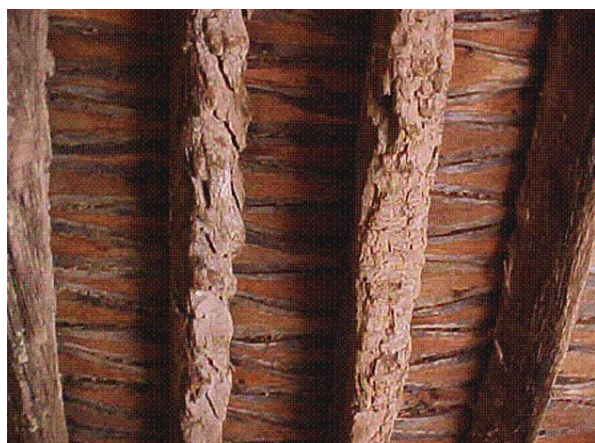


**Fig.53 :** Technique d'agrandissement d'une chambre par piliers surmontés d'un arc



Source: J. Bachminski et D. Grandet, 1985, p. 7

**Fig.54:** Gaines de palmier juxtaposées à Taghit



**Fig.55 :** Lattis serré de tiges de roseau à Bousseghoun



Source: J. Bachminski et D. Grandet, 1985, p. 7

La décoration s'inscrit dans une ornementation géométrique. C'est un art que les Berbères ont de tout temps pratiqué. Des compositions cruciformes, des carrés, des losanges et des polygones étoilés ont été réutilisés dans les décors architecturaux du *ksar*. Ces symboles ont été si fortement

réappropriés par le génie de l'art musulman qu'ils finissent par changer de sens aux yeux mêmes de ceux dont les ancêtres en furent les promoteurs.

Les décorations se font au niveau du matériau lui-même. Les toitures sont faites à partir d'un clayonnage des branches de palmiers (*jrîd*). Elles sont d'une composition géométrique. La disposition des pierres est en arête de poisson, de corniches saillantes<sup>18</sup>.

Fig.56 :Décoration du plafond en osier à Boussemgoun



Source: J. Bachminski et D. Grandet, 1985, p. 7

## 5. Conclusion

D'après l'analyse on constate que: L'environnement bâti de l'homme n'a jamais été et n'est toujours pas commandé par les spécialistes (architecte, urbaniste, etc.). Cet environnement était le résultat d'une architecture populaire.

Les populations de ces régions ont su, des siècles durant, adapter le matériau « terre » à des conditions écologiques, économiques et socioculturelles particulières. C'est une synthèse de l'esprit et de la matière qui a produit des ensembles architecturaux d'une grande diversité qui font référence à un savoir-faire artisanal trouvant son expression dans les formes, la décoration des plafonds et des fenêtres, le mobilier, etc.

La terre est entrain de devenir, grâce aux nouvelles techniques de stabilisation et de la promotion de la terre armée, un matériau d'avenir. Dont notre Sahara offre un terrain plus favorable et plus performant pour l'étude de l'Architecture vernaculaire, Architecture de terre.

<sup>18</sup> JACQUES-MEUNIE D, *Architectures et habitats du Dadès (Maroc présaharien)*, Paris, Librairie C. Klincksieck, 1962, p. 46.

Le climat du sud algérien est très favorable pour concevoir un habitat plus performant en utilisant les éléments naturels tels que, terre, soleil, végétation. Afin d'insérer l'homme dans son environnement, en autre termes, aboutir à un habitat bioclimatique.

## **Chapitre III:**

L'UTILISATION DE LA TERRE ET LES DIRECTIVES  
MINISTERIELLES



*" Les bonnes lois conduisent à la création de meilleures lois, Les mauvaises lois conduisent à des lois pires. "*

*Jean-Jacques Rousseau*

## CHAPITRE III :

### L'UTILISATION DE LA TERRE ET LES DIRECTIVES MINISTERIELLES

#### 1. Introduction :

L'architecture de terre s'insère dans le concept du développement durable, elle consiste la solution adéquate pour la protection de l'environnement sans compromettre l'avenir des générations futures.

En Algérie, la qualité et la diversité des constructions en terre ne sont pas en reste. Elles sont encore visibles dans les zones présahariennes : Béchar, Adrar (vallée de Gourara de Timimoune), Biskra, Ghardaïa (vallées des M'Zab), Tamanrasset..., aux Aurès : les villages de Ghoufi, Béni Souik, Khanga, Arris, Baniane... et également en Kabylie : Tizi-Ouzou(villages de Maatkas, Beni Yenni...).

Si la construction en terre a considérablement diminué, cela est dû à la rupture dans la transmission des savoir-faire. Elle souffre, également, du monopole des autres matériaux jugés modernes. On pense toujours que la terre n'est pas adaptée aux pays développés et qu'elle est incapable d'offrir les mêmes garanties de pérennité et de confort. Si elle est peu utilisée, c'est parce que peu d'entreprises et de maitres d'œuvre savent la mettre en œuvre, en Algérie ils sont pratiquement inexistantes.

Cela étant dit, le principal défaut du matériau terre n'est pas uniquement de nature psychologique, mais également technique. Effectivement, la terre est un matériau qui craint l'eau, son principal inconvénient est sa sensibilité aux intempéries. L'autre défaut réside dans la difficulté de s'assurer de la qualité des terres, car elles sont très différentes dans leurs compositions et leurs propriétés, surtout que les normes d'utilisation ne sont pas connues des responsables de projets. Ces derniers ne sont pas en mesure de contrôler la qualité du matériau et par conséquent celui de la construction.

Si, en plus de ces facteurs, s'ajoutent des décisions politiques qui abandonnent à leur sort les constructions traditionnelles et qui encouragent, par perte de conscience, le laissez faire de ce genre d'habitations – qui, peut-être, n'auraient eu besoin que d'une simple restauration ponctuelle–, la dégradation de ce patrimoine est inévitable.

## 2. Matériaux locaux

### 2.1. Nécessité de recours aux matériaux locaux:

- Limites avérées du matériau béton (cher, énergivore, technologie lourde).
- Le recours aux matériaux locaux est d'un intérêt stratégique pour le pays
  - ✓ des enjeux économique,
  - ✓ écologique ,
  - ✓ développement durable.
- Ce retour doit être consolider
  - ✓ par des études des recherches contextualités;
  - ✓ Aménagement d'un cadre institutionnel ou opérationnels, pour enclencher la dynamique du retour aux matériaux locaux naturels (OPGI, DLEP et les collectivités locales ).

### 2.2. sur le plan politique:

#### 2.2.1.la décision ministérielle:

Le développement de l'utilisation des matériaux locaux dans la construction des logements semble être la solution inéluctable. La question a fait l'objet de plusieurs études, recherches et séminaires lancés par le ministère de l'habitat notamment vers la fin des années 90, où diverses solutions ont été proposées, mais les programmes d'exécution n'ont jamais abouti à cause des divers changements gouvernementaux qu'a connus le pays à cette période.

Dernièrement, une réglementation a été disposé concernant l'utilisation des matériaux locaux, (directive n° 92/DC/PM du Janvier 2014), en application de l'instruction du Monsieur le Premier Ministre, "Abdelmalek Sellal", le Ministre d'Habitat, de l'Urbanisme et Ville "Abdul Majid Taboun" a demandé de veiller a ce que toutes les dispositions nécessaires soient prises pour la production national des matériaux locaux, cette décision est destinée aux organismes suivants :

- Les Présidents des Directoires des SGP INDJAB et GENEST;
- Le Président Directeur Général de l'ENPI ;
- Les Directeurs Généraux :
  - de l'AADL ;
  - des OPGI ;
- Les Directeurs :
  - du logement ;

- des Equipements Publics ;
- de l'urbanisme, de l'Architecture et de la Construction.

### 2.2.2. la publication de la Short-List :

Le 30-05-2015, le Ministère de l'Habitat, de l'Urbanisme et de la ville lance une présélection nationale et internationale restreinte pour la présélection d'entreprises ou de groupements d'entreprises solidaires pour études et réalisation ou réalisation de cités intégrées avec VRD et équipements d'accompagnement, à travers le territoire national, dont le mode de réalisation est basé sur la préfabrication en usines(e) fixe(s) ou foraine(s).

Seules les entreprises ou groupements d'entreprises solidaires ( Nationaux, Etrangers ou mixtes Algéro-étrangers) ayant un procédé constructif, couvert par avis technique du CNERIB dont le mode de réalisation est basé sur la préfabrication en usine fixe ou foraine, ayant déjà réalisé au moins un (01) projet de construction de bâtiments à usage de logements, avec le procédé technique proposé, et s'engageant à installer une ou plusieurs usines fixe(s) ou foraine(s) en Algérie, peuvent retirer le cahier des charges auprès du ministère de l'Habitat, de l'Urbanisme et de la Ville.

Le cahier des charges devra être retiré par le soumissionnaire ou par son représentant dument désigné ; dans le cas d'un groupement; le cahier doit être retiré par le mandataire ou son représentant dument désigné.

Le ministère de l'habitat, de l'urbanisme et de la ville informe l'ensemble des entreprises et groupements d'entreprises ayant participé à ladite présélection que la Short-List des entreprises présélectionnées est mentionné dans le *tableau 01* .

Mais, le 12-01-2016, la Direction Générale des Ressources du ministère de l'Habitat, de l'Urbanisme et de la Ville informe les soumissionnaires ayant participé à l'avis de présélection nationale et internationale que la liste de présélection est annulée.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> journal El Moudjahid, publié le 2015

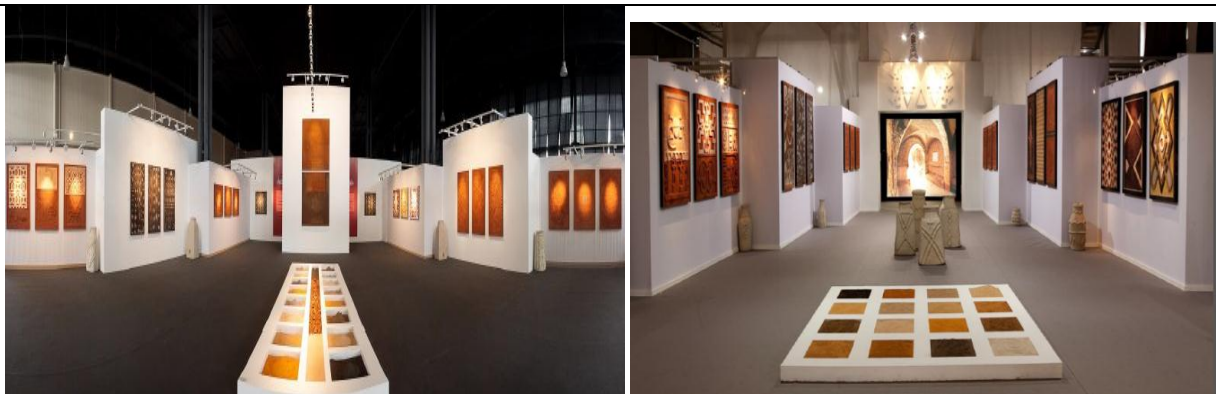
N°	Pli n°	Soumissionnaire	Pays d'origine	Nature de l'entreprise
01	63	MODULCONPTY.LTD	Australie	Entreprise
02	16	CSCEC-BLCC	Chine	Entreprise
03	8	CHEC-BLCC	Chine	Groupement
04	51	GURBAG INSAAT	Turquie	Entreprise
05	31	ESSENTIAL BUILDING-INERGA	Algérie-Espagne	Groupement
06	17	PIZZROTTI-PIZZROTTI SARL ALGERIE	Algérie-Italie	Groupement
07	58	SNC ALINAC-GROUPO PICCINI SPA	Algérie-Italie	Groupement
08	33	AZMECO	Azerbaïdjan	Entreprise
09	29	CGGC-CJSUS	Chine	Entreprise
10	09	CGCOC GROUP	Chine	Entreprise
11	34	BUCG	Chine	Entreprise
12	40	SINOHYDRO CORPORATION LIMITED	Chine	Entreprise
13	6	CRCC-BCEG	Chine	Groupement
14	64	CRCEG-SANY HUNAN	Chine	Groupement
15	60	GULF PRECAST CONCRET (GPCC)	Emirats Arabes	Entreprise
16	3	IBSE INTERNATIONAL	France	Entreprise
17	59	SHAPOORDJI PALLODJI CO PVT LTD	Inde	Entreprise
18	55	MAIORA GROUP SPA	Italie	Groupement
19	48	BILYAP INSAAT	Turquie	Entreprise

**Tableau.01** :Short-List des entreprises présélectionnées  
Source : journal El Moudjahid, le 03-11-2015.publicité p 20

### 2.2.3. la stratégie de ministère de la culture:

La dévalorisation de l'image des architectures de terre, essentiellement induite par la généralisation de l'emploi des matériaux et techniques de construction industriels depuis cinq décennies, empêche l'adhésion des populations et des décideurs locaux aux opérations de réhabilitation du patrimoine bâti en terre qui constitue une part majeure du patrimoine architectural algérien.

**Fig.57** : Exposition "De Terre et d'Argile" en 2009-2011-2012.



Source: Ecole polytechnique d'Alger

Fig.58 :Atelier d'initiation aux techniques de construction en terre.



Source: CAPTERRE, Timimoun, décembre 2014

C'est la raison pour laquelle le ministère algérien de la culture a décidé de définir une stratégie nationale en matière de promotion des architectures de terre, basée sur l'idée de la réhabilitation de l'image des matériaux locaux en général et de celle des architectures de terre en particulier. Sa mise en œuvre a permis, depuis 2009, la réalisation de diverses actions en faveur de la promotion des architectures de terre dont plusieurs expositions, l'institutionnalisation du Festival Culturel International de Promotion des Architectures de Terre, Archi'Terre, et la création d'un établissement public, le Centre Algérien du Patrimoine Culturel Bâti en Terre, CAPTerre.

#### A. CAPTerre:

Centre Algérien du Patrimoine Culturel Bâti en Terre, Établissement public à caractère administratif sous tutelle du ministère de la culture (Décret n° 12-79 du 12 février 2012).

Fig.59:le signe de Centre Algérien du Patrimoine Culturel Bâti en Terre



Source: Ecole polytechnique d'Alger

*a. Actions du CAPTerre:*

- Recherche appliquée pour ré acquisition, développement et diffusion savoir-faire (manuels de construction, de réhabilitation et d'entretien) ;
- Assistance technique (projets publics ou privés de réhabilitation ou de construction) ;
- Organisation de cycles courts de formations qualifiantes (professionnels du bâtiment) ;
- Identification et inventaire du patrimoine culturel bâti en terre et des savoir-faire liés à sa production ;
- Organisation manifestations culturelles et scientifiques promotion et valorisation.<sup>2</sup>

*b. Faire appel au CAPTerre*

- Réhabiliter une construction bâtie en terre
- Concevoir ou réaliser un édifice contemporain qui utilise le matériau terre
- Vous former dans le domaine des architectures de terre
- Créer ou développer les activités d'une entreprise dans la filière terre
- Effectuer des études ou recherches sur le patrimoine architectural bâti en terre ou sur la construction en terre
- Développer des projets ou activités dans le cadre de la conservation du patrimoine bâti en terre ou de la promotion des architectures de terre
- Faire bénéficier un édifice ou un ensemble d'édifices à valeur exceptionnelle d'une mesure de protection légale du ministère de la culture.<sup>3</sup>

*B. ARCHI'TERRE:*

Institutionnalisé par arrêté du 13 juillet 2011 de la Ministre de la Culture, le festival Archi'Terre s'ouvre aux professionnels de la construction avec la possibilité de participer à un workshop intitulé «Les architectures de terre : une tradition millénaire au service de la modernité». En plus de leur participation aux ateliers pratiques d'initiation aux techniques de construction en

<sup>2</sup> journées d'information et de sensibilisation à l'EPAU d'Alger les 22 & 23 avril 2015

<sup>3</sup> Idem.

terre, ces professionnels participeront à une table ronde dans laquelle interviendront certains des plus grands spécialistes mondiaux du domaine.

Ce festival permettra en effet de sensibiliser, chaque année, quelque deux cent cinquante des meilleurs étudiants architectes et ingénieurs en génie civil de tout le territoire national à l'importance de la sauvegarde du patrimoine algérien bâti en terre et au bien-fondé de la volonté de relancer la production d'un cadre bâti en terre, totalement ancré dans la modernité.<sup>4</sup>

Fig.60 : le signe de festival ARCH'Terre



Source: Ecole polytechnique d'Alger

Fig.61 : les ateliers de l'architecture de terre



Source: S.Salmi, l'EPAU, Novembre 2012

<sup>4</sup> <http://www.epau-alger.edu.dz/> consulté en mai 2016



### 2.3. Sur le plan pratique:

Selon A. Boudaoud, président du Collège national des architectes (CNEA), à Liberté: « *Les matériaux locaux sont très peu utilisés en Algérie* »<sup>5</sup>

En Algérie, et malgré les difficultés enregistrées dans tous les domaines, ces architectures de terre ne jouissent pas d'assez d'intérêt, des pratiques inappropriées de conservation et d'entretien. Nous assistons par conséquent, à la perte des savoir-faire traditionnels, et d'une production architecturale originelle.

En effet, notre pays a manifesté très tôt son intérêt pour la revalorisation de l'architecture de terre mais l'échec des premières opérations (Moustafa Ben Brahim, Bel Abbes, 1973-1975), qui n'ont pas réussi à surmonter l'obstacle psychologique a limité leurs effets. Les programmes de développement ne sont pas tentés par les avantages que représente l'architecture de terre.

Cependant, l'architecture de terre pose le problème de la perte du savoir-faire, de ces règles qui sont négligées, oubliées ou encore mal interprétées et donc très souvent mal appliquée.

Il y a de la résistance dans le sens où l'on est tombé dans la facilité. Des cimenteries se sont installées, le parpaing est produit en grosses quantités, il est maçonné facilement, il en est de même pour la brique cuite. Par contre et pourtant qu'il y a maintenant une réglementation concernant l'utilisation des matériaux locaux, les cimenteries de brique de terre crue n'existent pas pour le moment, et plusieurs programmes ne sont pas lancés à cause de la chute des prix du pétrole, pour cela cette décision n'est pas encore appliquée.

#### 2.3.1. Entreprise de Lafarge : L'Habitat en terre stabilisée une solution innovante.

*A. Présentation de Lafarge:* Fondé en France en 1833, Lafarge est devenu un leader mondial des matériaux de construction. Lafarge produit et vend principalement du ciment, des granulats et du béton prêt à l'emploi dans le monde entier, essentiellement sous le nom commercial "Lafarge". Ses produits et solutions de construction sont utilisés pour construire ou rénover des logements, bâtiments et infrastructures<sup>6</sup>.

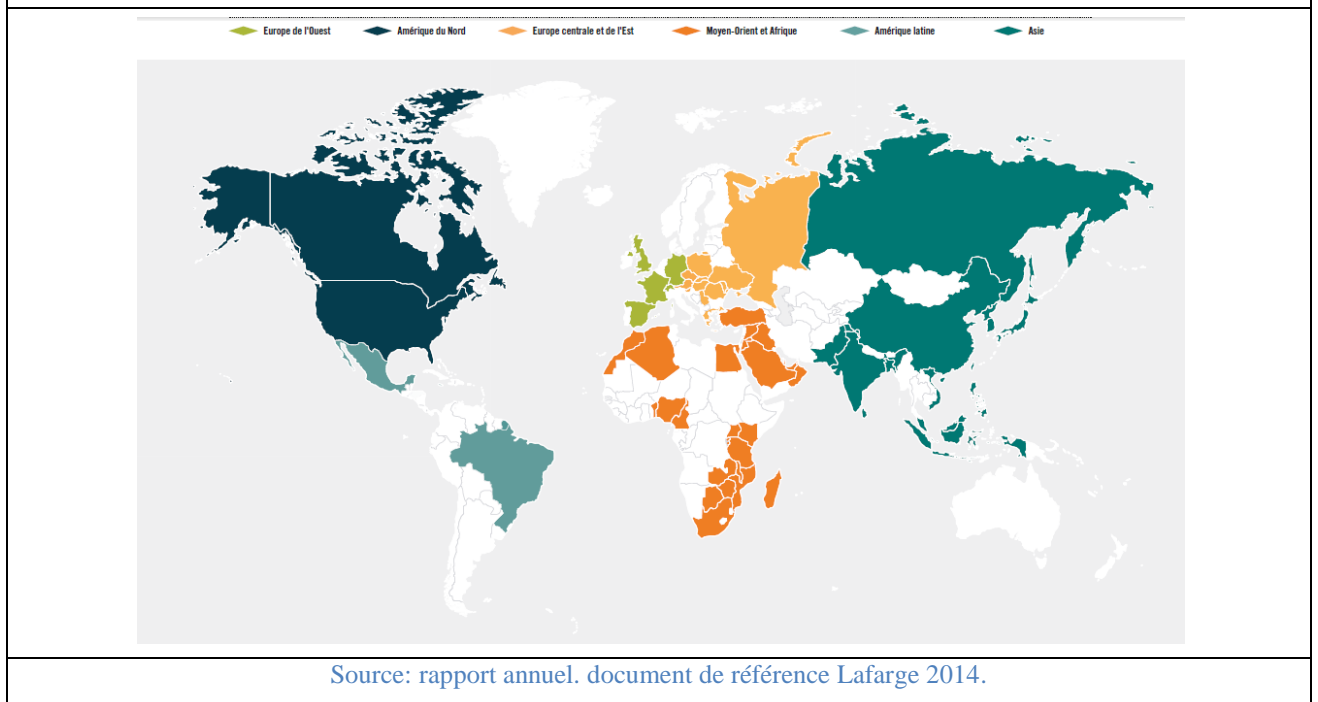
*B. Stratégie:* Au fil des ans, Lafarge a bâti un portefeuille géographique équilibré avec une présence dans 61 pays, un positionnement unique qui lui permet de bénéficier de la dynamique de croissance des pays émergents tout en conservant des positions fortes dans les pays développés.

<sup>5</sup>publié dans Liberté le 23-07-2015

<sup>6</sup>www.lafarge.com

L'annonce du projet de fusion entre Lafarge et Holcim constitue une nouvelle étape historique dans le développement du Groupe : la création du leader mondial à l'avant-garde des matériaux de construction pour mieux accompagner la croissance des marchés. L'année 2014 a été consacrée à deux priorités : la poursuite des actions en matière d'innovation et de réduction des coûts, et la préparation de ce projet majeur.<sup>7</sup>

**Carte.01** : des implantations de Lafarge dans le monde au 31 décembre 2014 (usines et bureaux commerciaux).



### *C. Le logement abordable: Une opportunité économique et sociale.*

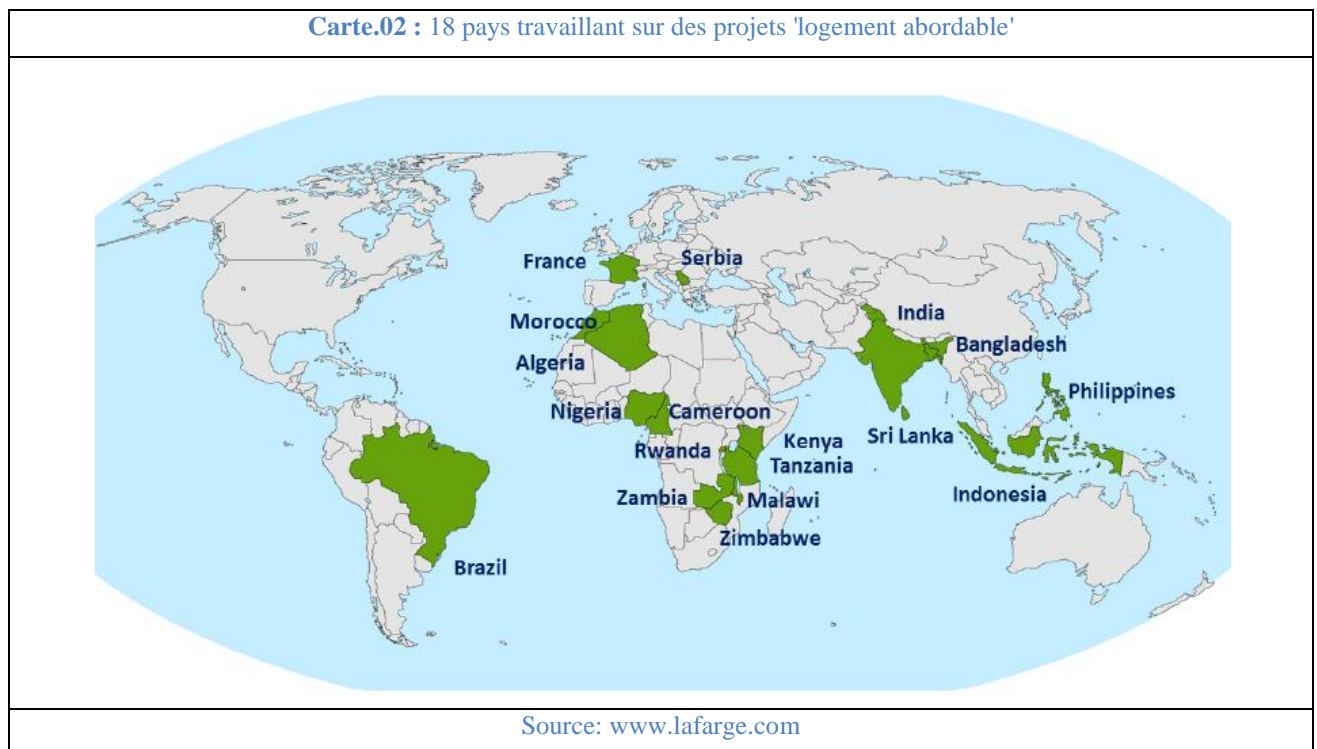
- l'ambition de cette idée "Favoriser l'accès à un logement décent pour un plus grand nombre en mettant à leur disposition:
  - ✓ Des outils de financement adaptés – Microfinance.
  - ✓ Des solutions constructives innovantes.
- l'objectifs : Construire et améliorer l'habitat dans un souci de durabilité et réduction des coûts.
  - ✓ Intégré dans le programme d'innovation et de transformation 2015.
  - ✓ Intégré dans notre ambition 'développement durable' avec un objectif de 2 millions de personnes positivement impactées en 2020.

<sup>7</sup> idem p.13

D. Quatre initiatives 'Logement Abordable'<sup>8</sup>

Micro finance	Terre & ciment
<p><i>Problématique client:</i> Pas d'accès au financement</p> <p>• <i>Notre solution, S'appuyant sur notre réseau de distributeurs favoriser l'accès au micro crédit et à l'assistance technique. (catalogues de maisons, plans , devis, conseils ...)</i></p>	<p><i>Problématique client:</i> Trouver des solutions durables comme alternative à la terre cuite et au béton.</p> <p>• <i>Notre solution: Une brique de terre stabilisée au ciment garantissant performances mécaniques, thermiques et esthétiques avec une faible empreinte environnementale.</i></p>
Réhabilitation de slums	Habitat social
<p><i>Problématique client :</i> Disposer de béton de qualité : résistances et waterproof.</p> <p>• <i>Notre solution: du béton en sac fourni directement aux artisans sur les sites de construction.</i></p>	<p><i>Problématique client: qualité et rapidité de construction pour les projets de grande échelle.</i></p> <p>• <i>Notre solution: Travailler avec les développeurs sur les techniques améliorant la qualité, la rapidité d'exécution et le cout.</i></p>


Carte.02 : 18 pays travaillant sur des projets 'logement abordable'

<sup>8</sup>idem p.13

*E. L'expérience de Lafarge dans la construction en terre*

Année	L'expérience de l'entreprise
2008-2010	• India: Projet « Aadhar » (Liant maigre pour enduits de maisons en terre)
2010-2013	• Projet 'Terre' Lafarge Centre de Recherche (LCR)
2013	• Mise en place d' une offre 'Durabric': solution pour la fabrication de briques de terre compressées et stabilisées - Malawi.
2014	• Lancement de Durabric au Malawi • Premier retour d'expérience (first buildings) • Développement de nouvelles applications LCR: sols et système de couverture.
2015	• Replication du modèle Durabric en Afrique et Asie • Travail sur une offre intégrée complète. • Projet d'une entité apte à promouvoir la technique terre stabilisée à plus grande échelle.
<p><b>Tableau.02 : L'expérience de Lafarge dans la construction en terre</b> Source: <a href="http://www.lafarge.com">www.lafarge.com</a></p>	

*F. Une solution alternative: La brique de terre compressée stabilisée:*

<p><b>Brique de terre compressée stabilisée (BTCS)</b></p>	<p><b>Bénéfice pour la construction</b></p>
<p>Un mélange de terre, sable et ciment, compressée dans une presse manuelle ou automatique.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Plus économique 'Abordable'</b> que la plupart des autres techniques.</li> <li>▪ <b>Des Bâtiments sains</b>– moins d'humidité, confort thermique.</li> <li>▪ <b>Performances mécaniques:</b> 5 MPa vs 1,5 Mpa pour des briques cuites artisanales.</li> </ul>
<p><b>Fig.62 : BTCS</b></p>	<p><b>Bénéfices environnementaux</b></p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Réduction des émissions de CO2</b> – ration de 1pour 10 comparé à la brique. Pas d'utilisation de bois.</li> <li>▪ <b>Fabrication sur site</b> (transport limité) Utilisation des matériaux locaux (terre)</li> <li>▪ Résistance aux chocs, pluies, insectes.</li> </ul>
<p>Source: <a href="http://www.lafarge.com">www.lafarge.com</a></p>	<p><b>Social benefits</b></p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Création d'emploi</b> : Formation sur site de la main d'œuvre locale .</li> </ul>

**COMPARISON OF CONSTRUCTION MATERIALS**  
 Typical comparison (to be finetuned country per country)









Property	CSEB 	Burnt clay bricks 	Concrete blocks 
Size	29 x 14 x 9	22 x 11 x 7,5	42 x 20 x 15 to 50 x 25 x 20
Weight	7,5 Kg	3-5 Kg	From 12 to 20 Kg
Compressive strength	5 MPa to 7 MPa	Ave. 2 MPa (artisanal)	4 MPa to 4.5 MPa
Water absorption	8% to 10%	Up to 20%	Up to 5%
Bricks per m <sup>2</sup> of wall	30	50 (single layer) 100 (double layer)	8 to 10
CO <sub>2</sub> emissions / m <sup>3</sup> building material	60 kg	640 kg	240 kg
Cost / m <sup>2</sup> (base 100 = burnt clay bricks)	80 to 90	100 (double layer)	120 - 150


Tableau.03 : comparaison entre le BTCS et d'autres matériaux

Source: centre de recherche de Lafarge.

G. Solutions Terre-Ciment Affordable: Des solutions produites localement, combinant tradition et modernité:

**Fig.63 : Des solutions produites localement**

- Blocs Terre Comprimés Stabilisés 
- Mortiers de montage 
- Chapes intérieures 
- Enduits intérieurs ou extérieurs 
- Tuile micro bétons 



Source: [www.lafarge.com](http://www.lafarge.com)

*H. Proposition de valeur pour la construction en BTCS: une offre service complète incluant:*<sup>9</sup>

➤ **Produit:**

- Un ciment spécialement conçu et désigné pour la fabrication.

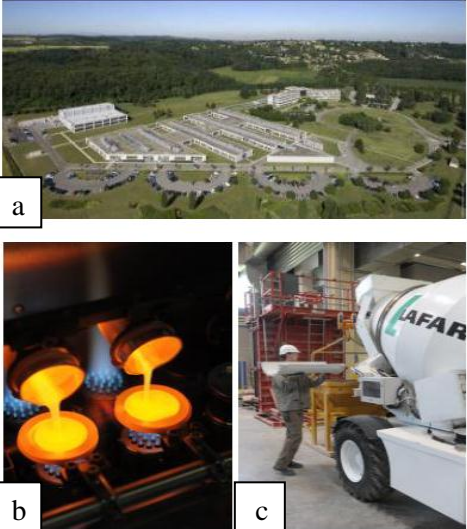
➤ **Assistance technique:**

- Analyse de sols et optimisation de la formule du mix.
- Formation à la fabrication des maçons et utilisateurs locaux
- Mise à disposition de presses, tamis au bénéfice des artisans, communautés, ONG et autres usagers.
- Contrôle qualité aux différents stades de la fabrication.

➤ **Sécurité:**

- Sensibilisation et formation des partenaires:
- Mise en place des bonnes pratiques : port des EPI , transport de charge, travail en hauteur à toutes les étapes de la fabrication et de la construction.

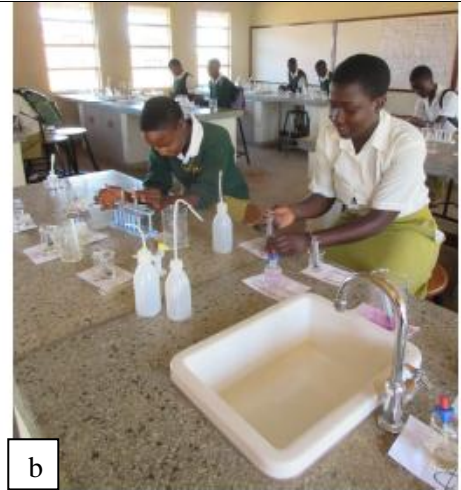
*I. Le plus grand centre de recherche au monde sur les matériaux de construction:*

Un réseau R&D mondial de 120M€ de budget	<p><b>Fig.64 : centre de recherche de Lafarge</b></p> 
<p>Le Centre de Recherche de Lyon</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 240 chercheurs</li> <li>• 60% de docteurs parmi nos managers</li> <li>• Une dizaine de nationalités différentes</li> </ul>	
CDL » : un laboratoire dédié au développement de nouveaux systèmes constructif.	
Source: <a href="http://www.lafarge.com">www.lafarge.com</a>	

*J. exemples de projets réalisés par Lafarge en Malawi:*

<sup>9</sup> idem p.13

Fig.65: lycée de Nkiwichi



Source: [www.lafarge.com](http://www.lafarge.com)

Fig.66 : Ecole de Ntcheu

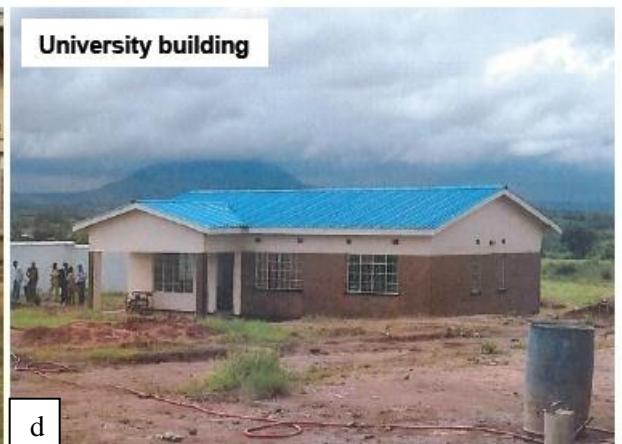


Source: [www.lafarge.com](http://www.lafarge.com)

Fig.67 : Projet de logement en Maziko



Source: [www.lafarge.com](http://www.lafarge.com)



Source: [www.lafarge.com](http://www.lafarge.com)



Fig.68 : Thomas Health Center



Source: [www.lafarge.com](http://www.lafarge.com)

Fig.69 : Logements Antananarivo – Madagascar 2014



Source: [www.lafarge.com](http://www.lafarge.com)

### *K. Lafarge en Algérie*

*a. Activités et Stratégie :* L'Algérie est un marché d'importance stratégique pour le Groupe Lafarge dans le Bassin méditerranéen. Le secteur de la construction est en croissance constante depuis 2000, avec d'importants besoins en matériaux de construction et solutions constructives.

Le Groupe Lafarge est aujourd'hui présent en Algérie à travers ses activités « Ciment, Granulats, Béton et Plâtre ». Lafarge Algérie possède 2 cimenteries (M'Sila & Oggaz) avec une capacité totale de production de 8,6 mi T/an, gère en partenariat avec le GICA la cimenterie de Meftah (1.2 mi/an) et compte 30 centres de production de béton, réseau en croissance continue, d'une capacité actuelle d'un million de mètres cubes. Lafarge vient de lancer la première enseigne de supermarché des matériaux de construction BATISTORE, permettant un accès stable aux matériaux de construction en termes de qualité, de choix, de services à des prix abordables.<sup>10</sup>

**Fig.70 :** bureau commercial de Lafarge en Algérie



Source: [www.lafarge.dz](http://www.lafarge.dz)

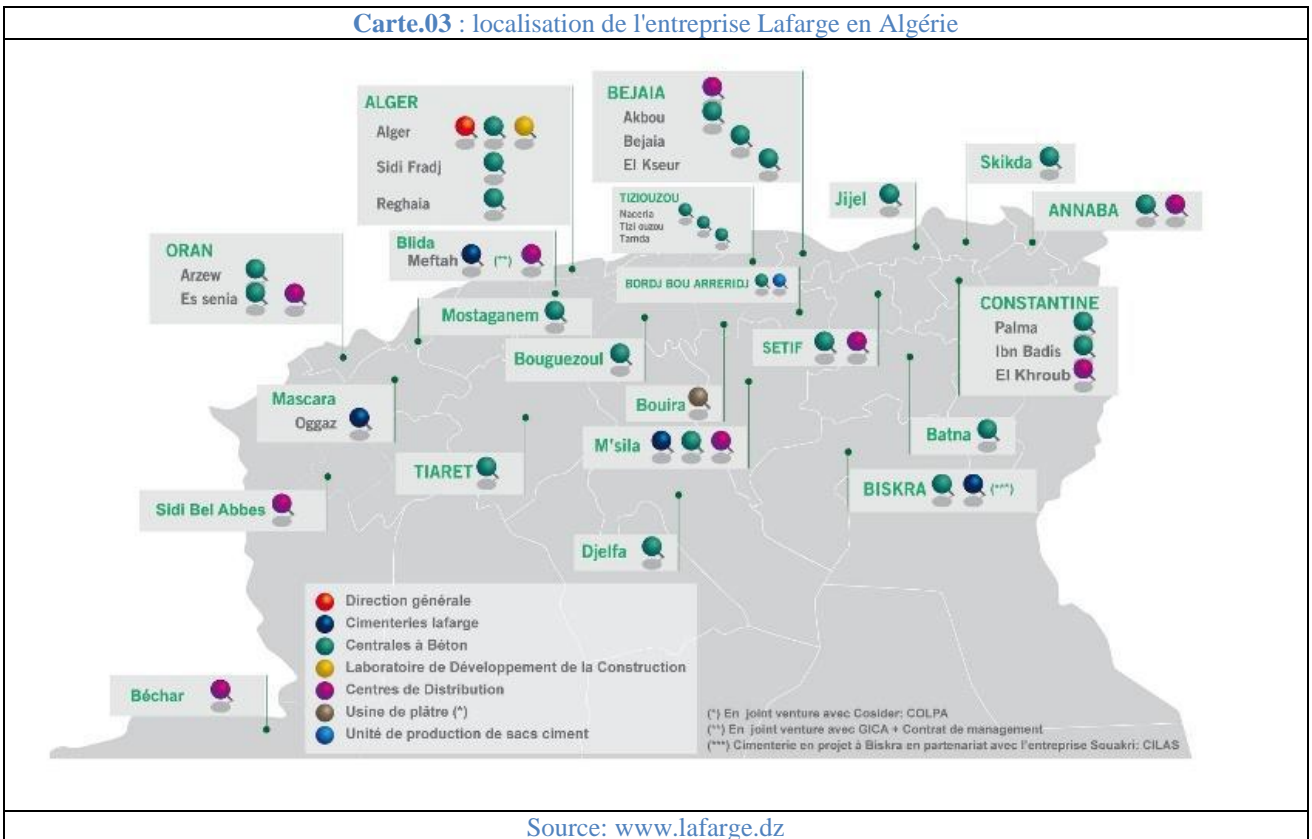
<sup>10</sup> [www.lafarge.dz](http://www.lafarge.dz)

Fig.71 : les cimenteries de Lafarge en Algérie



b. Localisation

Carte.03 : localisation de l'entreprise Lafarge en Algérie



L. synthèse:

Après avoir traité une nouvelle technologie déjà appliquée par une entreprise, nous pouvons affirmer qu'il y a des entreprises qualifiées dans ce domaine qui a la capacité et l'expérience de réaliser en terre, l'Algérie pourrait bénéficier de leurs expériences.

### 3. les enjeux et les défis majeurs :

D'après cette recherche, nous avons relevé les enjeux et les défis majeurs pour l'utilisation des matériaux locaux qui se traduisent par :

- La méconnaissance des avantages et caractéristiques du matériaux terre, à l'heure actuelle il est complètement négligée, Si les conditions de logement des populations habitant dans une maison en murs de terre ne sont pas satisfaisantes, ce n'est pas à cause du caractère inapproprié du matériau, mais à cause des conditions de mise en œuvre et du cadre général. Selon l'étude de TAMSI, 63% de population affirmé que la terre est un matériau pour les pauvres.
- L'insuffisance de l'utilisation des matériaux locaux dans la construction, à cause de l'absence des usines et de carrière, ça provoque un problème de disponibilité et facilité de l'utilisation de la terre.
- L'existence d'une volonté politique et d'initiatives locales en matière de l'utilisation des matériaux locaux, ceci se reflète dans les directives de Monsieur le Ministre de l'habitat, l'urbanisme et la ville, "Abdelmadjid TEBOUNE", et les diverses action de ministère de la culture, par la création de Festival Culturel International de Promotion des Architectures de Terre, Archi'Terre, et la création d'un établissement public, le Centre Algérien du Patrimoine Culturel Bâti en Terre, CAPTerre.
- L'insuffisance de moyens financiers dans cette période, a cause de la chute de prix du pétrole et la crise financiers vécu dans notre paye, qui touche le secteur de l'habitat et influe sur le taux de réalisation des projets dans tous les domaines.
- L'absence de normes spécifiques en matière de matériau terre, il reste l'un des matériaux non codifiés par une norme, au contraire du béton, par exemple; quand le CTC fait une suivie d'un projet construire en terre, il ne peut pas faire des essais sur la qualité de matériaux, parce qu'il n'y'a pas des réglementations technique concernant les matériaux locaux.

#### 4. Recommandations :

D'après cette recherche, on est maintenant en mesure de présenter une tentative de réponse aux problèmes posés ultérieurement avec les recommandations suivantes afin de stopper les projets de logements destructeurs du patrimoine, et apporter d'autres alternatives pour répondre à la forte demande en logement, et aussi répondre aux besoins de la population en terme d'espaces et aux nouvelles exigences de confort :

1. Car il y a une vraie méconnaissance de ce matériau, l'état doit créer un programme de formation, de recherche et d'application, mis en place en concertation avec les partenaires nationaux et internationaux : il faudrait également renforcer la formation technique existant dans les centres de formation technique et professionnelle : comme la création de nouvelles filières par exemple technicien en maçonnerie BTS ou bien BTC...etc.

Dont le but est de former, d'informer et de sensibiliser les artisans à ces matériaux et de faire des formations communes artisans architectes sur ces thèmes, qui sont oubliés.

2. Pour résoudre le problème de la mécanisation et de l'industrialisation : le département ministériel doit parvenir à un accord avec des entreprises étrangères pour le transfert des techniques de construction modernes, moyennant des avantages accordés par les pouvoirs publics en Algérie, dans le cadre de la modernisation des moyens nationaux de réalisation et qui permettront de réduire les coûts et les délais de réalisation et d'augmenter l'attractivité du secteur de la construction .

À travers la création d'usines de fabrication de matériaux locaux (brique de terre) et la création de carrières (terre brute emballée dans des sacs pour faciliter le transport et la commercialisation) avec des équipements sophistiqués (extracteurs de terre, presses automatiques...), et des laboratoires pour contrôle de qualité.

3. Les politiciens peuvent insuffler une nouvelle façon de faire, donc une stratégie sur le moyen et long terme, dont il est nécessaire de définir une politique claire de l'habitat adaptée au contexte local : des normes et des lois pour la réalisation en terre, acquises auprès des expériences des entreprises étrangères. Mais à condition de suivre l'application de ces lois.

Il est intéressant aussi que les collectivités locales et les projets étatiques, comme ici au Sud, doivent prendre l'initiative en utilisant les matériaux locaux.

4. Il existe un arsenal juridique qui permet de le faire. Les architectes doivent montrer la voie : Demain, s'il faut bâtir des logements, par exemple, autant utiliser la brique de terre, on ne peut pas demander à un cimentier de changer de métier et de faire du lobbying pour la brique de terre, mais la balle est dans le camp des architectes qui peuvent proposer des techniques de construction en conseillant le matériau terre, c'est leur responsabilité en tant que maîtres d'œuvre. Encore une fois, il faut souligner que les matériaux industriels sont énergivores. Et puis, les cimenteries sont à l'origine de presque 10% des gaz à effet de serre. Le bâtiment en béton consomme de l'énergie et fournit beaucoup de déchets.
5. Il faut qu'on prenne une halte pour s'entendre sur l'avenir de l'Algérie dans un contexte énergétique global. On n'assure pas la sécurité énergétique avec le gaz de schiste. La fabrication de brique de terre consomme moins d'énergie que le béton armé. Utiliser la terre permet de s'inscrire dans une logique de préservation des ressources et de l'énergie.

## 5. Conclusion :

Ont conclu que cette directive aura une incidence positive sur l'utilisation des matériaux locaux, par faire appel à des entreprises étrangères pour bénéficier de leurs expériences, comme l'entreprise Lafarge dont on a déjà parler dans ce chapitre, et avec le temps, nous pouvons construire comme eux.

Dans ce cas, et avec la crise financier vécu en Algérie, où tous les domaines touchant, c'est un peu difficile de créer des usines pour fabrication des matériaux locaux et carriers, a cause de la chute de prix du pétrole.

Donc on constate que:

En général, la décision ministérielle peut résoudre le problème de l'utilisation des matériaux locaux dans le sud algérien, par donner des directives, et faire suivre l'application de ces directives.

## Conclusion générale

Le développement durable est un concept né de la prise de conscience collective d'un état alarmant de la situation écologique et sociale mondiales à la fin du XXème siècle.

Le démarche de développement durable concerne tous les secteurs, notamment celui de la construction. Construire durable, c'est construire un projet sain, confortable, innovant, qui puisse durer dans le temps, avec peu de moyens à disposition, et dans le respect aussi bien de son environnement immédiat, que de l'environnement dans son sens plus global.

Le sud Algérien ne manque pas de ressources en terme de matériaux naturels : la terre, la pierre, le bois, toute une variété de fibres. Néanmoins, la terre constitue sa principale richesse, c'est un matériau renouvelable. En terme d'énergie, c'est un des matériaux les plus écologiques qui soit : très peu d'énergie pour le transport, sa transformation, et son recyclage. Couplée avec la brique, la pierre ou le béton, elle permet une très grande richesse d'utilisation.

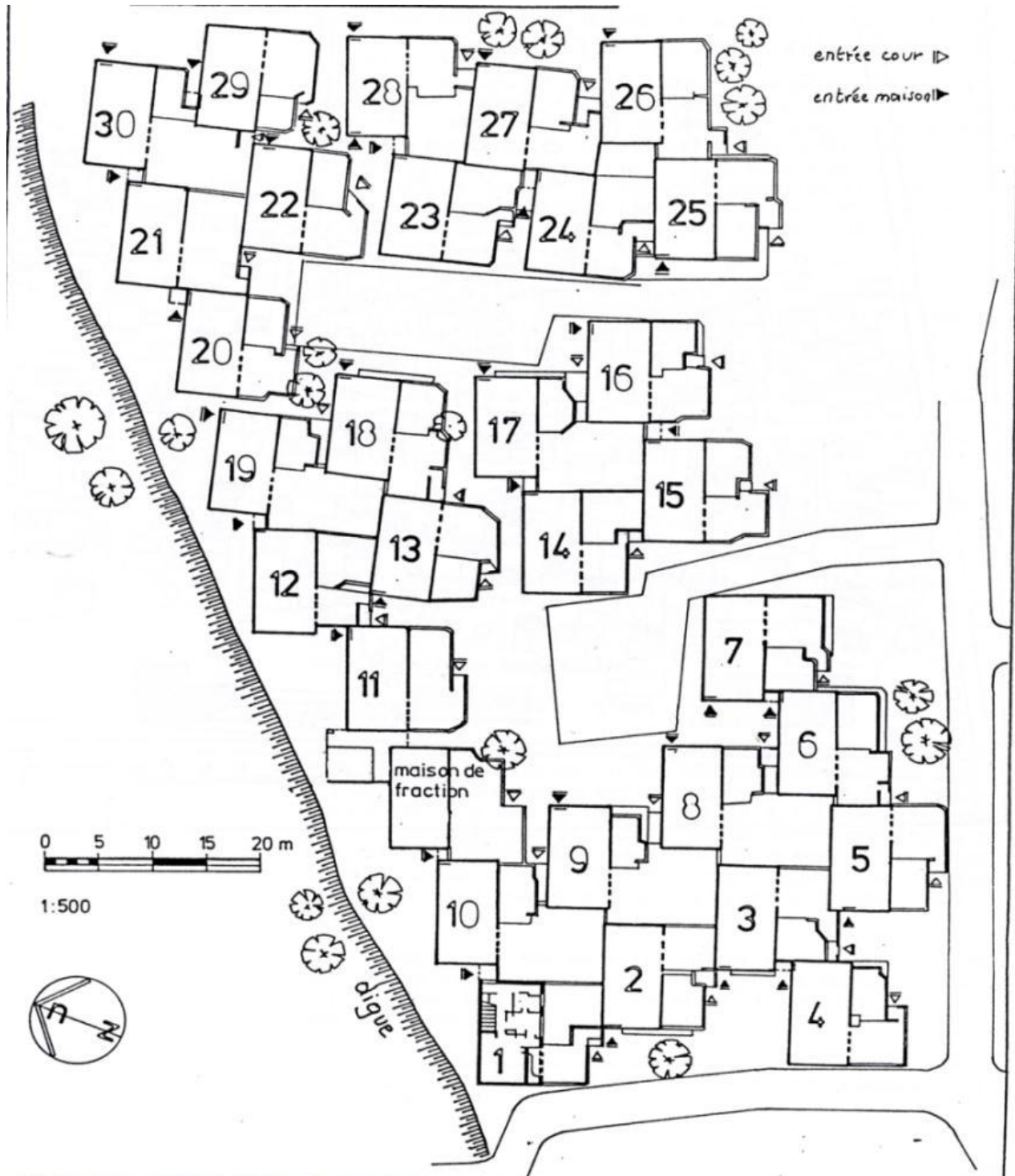
En dehors des effets de mode, la terre est en passe de devenir un matériau d'avenir dans les pays industrialisés, en Algérie, cet engouement pour ce matériau ancestral peut être l'occasion d'un retour aux sources insufflé de nouvelles inspirations, porter un regard nouveau et innovant ce qui a toujours été lié à au passé et à la tradition.

Dans un pays où le prix du pétrole continue de baisser, il est important de trouver des solutions pour réduire les coûts de réalisation des logements. Construire durable dans un contexte de crise, c'est composer avec ce qu'il y a de disponible et saisir toutes les potentialités de l'environnement immédiat pour explorer de nouveaux modes d'expression et de nouveaux champs d'action. Il ne s'agit pas d'appliquer des règles pour atteindre une quelconque performance mais plutôt de construire un projet qui offre tout le confort nécessaire à son usager et dont sa construction et son avenir participent au développement économique, social et culturel de son territoire.

La directive de ministère d'Habitat, de l'Urbanisme et Ville, concernant l'utilisation des matériaux locaux, aura un impacte positive, en ce qui concerne les nouvelles technologies de la réalisation avec les matériaux locaux, qui nous bénéficions par faire appel des entreprises étrangères pour construire des logements au sud algérien.

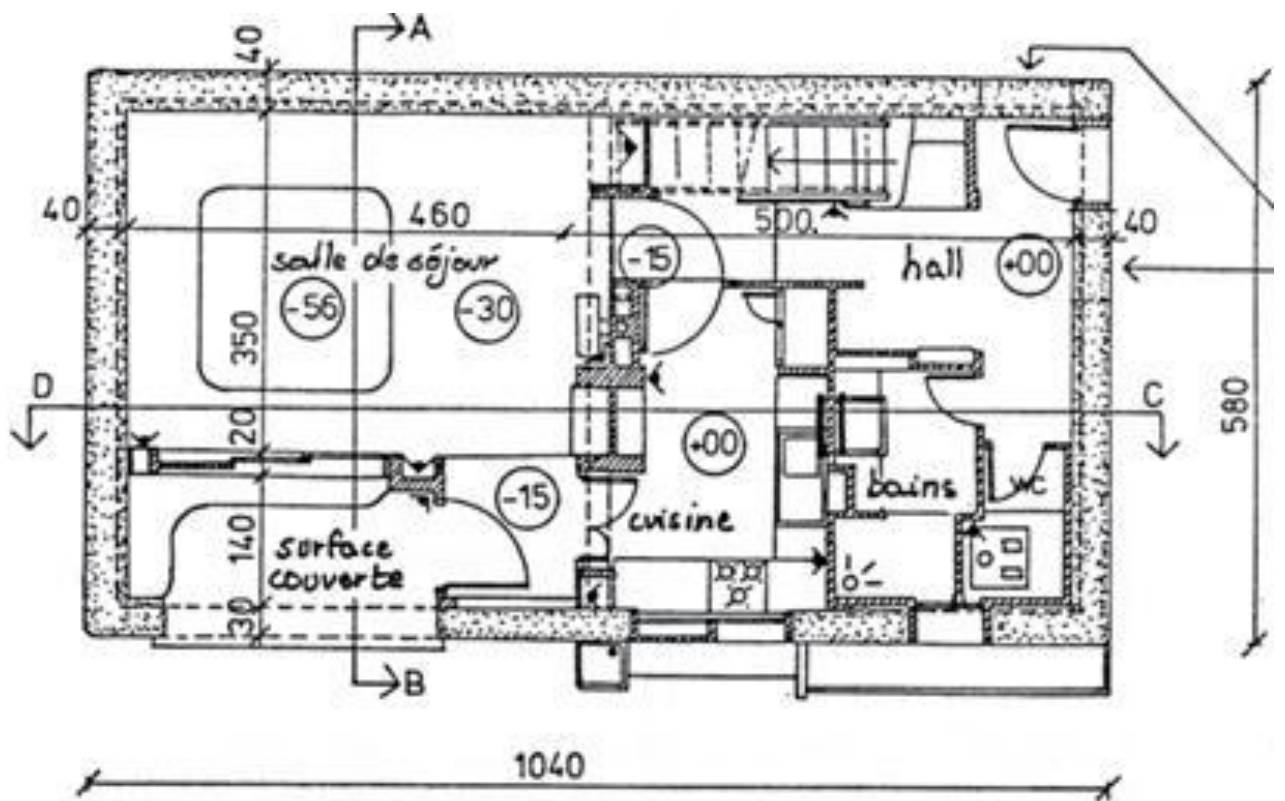
On pouvons affirmer que la décision ministérielle peut résoudre le problème de l'utilisation des matériaux locaux, mais face aux problèmes économiques que connaît le pays, c'est un peu difficile, pour atteindre notre objectif, le ministère d'Habitat, de l'Urbanisme et Ville, doit suivre les directives et non pas seulement donner des instructions.

## Annexes

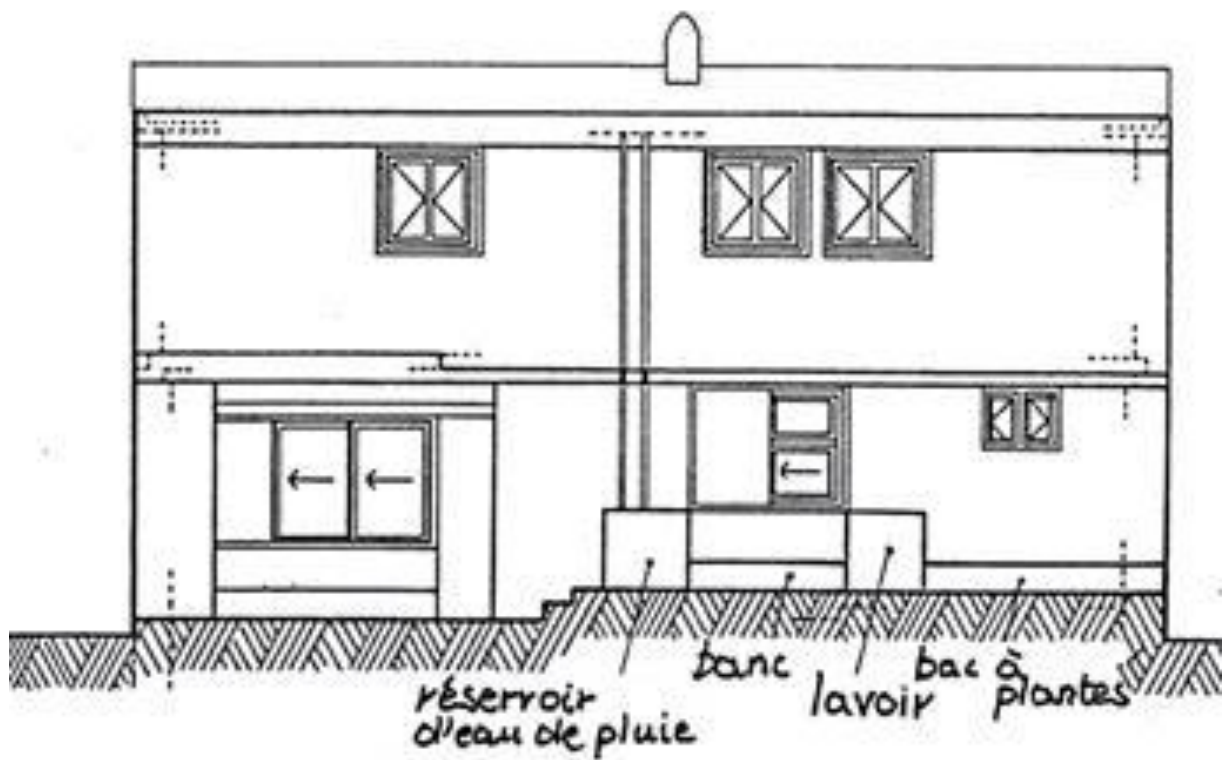


Plan de masse des maisons en pisé de Mostafa Ben Brahim





Plan d'une habitation type au village Mustafa Ben Brahim



Façade d'une habitation type au village Mustafa Ben Brahim

**MINISTÈRE DE L'HABITAT, DE L'URBANISME ET DE LA VILLE**

**AVIS DE PRESELECTION NATIONALE ET INTERNATIONALE  
RESTREINTE**

**EN VUE DE L'ETABLISSEMENT D'UNE SHORT-LIST D'ENTREPRISES  
N°07/DGR/MHUV/2015**

Le Ministère de l'Habitat, de l'Urbanisme et de la Ville lance une présélection nationale et internationale restreinte pour la présélection d'entreprises ou de groupements d'entreprises solidaires pour études et réalisation ou réalisation de cités intégrées avec VRD et équipements d'accompagnement, à travers le territoire national, dont le mode de réalisation est basé sur la préfabrication en usine(s) fixe(s) ou foraine(s).

Seules les entreprises ou groupements d'entreprises solidaires (Nationaux, Étrangers ou mixtes Algéro-étrangers) ayant un procédé constructif, couvert par avis technique du CNERIB, dont le mode de réalisation est basé sur la préfabrication en usine fixe ou foraine, ayant déjà réalisé au moins un (01) projet de construction de bâtiments à usage de logements, avec le procédé technique proposé, justifié par une attestation de bonne exécution délivrée par les maîtres d'ouvrages, et s'engageant à installer une ou plusieurs usines fixe(s) ou foraine(s) en Algérie, peuvent retirer le cahier des charges auprès du Ministère de l'Habitat, de l'Urbanisme et de la Ville, Direction Générale des Ressources (Sous-direction des Marchés), Adresse : sis au 135, Rue Didouche-Mourad - Alger, contre paiement des frais de reproduction, fixés à 10.000 DA, non remboursables.

Le cahier des charges devra être retiré par le soumissionnaire ou par son représentant dûment désigné ; dans le cas d'un groupement, le cahier des charges doit être retiré par le mandataire ou son représentant dûment désigné.

Les offres, accompagnées des pièces et documents en cours de validité, en langue française ou en arabe, sont présentées selon les exigences de l'article 12 du cahier des charges.

Les offres seront contenues dans une enveloppe cachetée et fermée. Cette enveloppe sera mise dans une enveloppe extérieure anonyme, fermée et présentée comme suit :

**A MONSIEUR LE DIRECTEUR GENERAL DES RESSOURCES  
MINISTÈRE DE L'HABITAT, DE L'URBANISME ET DE LA VILLE**

**135, rue Didouche-Mourad - Alger.**

**«A NE PAS OUVRIR»**

**AVIS DE PRESELECTION NATIONALE ET INTERNATIONALE RESTREINTE  
EN VUE DE L'ETABLISSEMENT D'UNE SHORT-LIST D'ENTREPRISES  
N°07/DGR/MHUV/2015.**

**«POUR ETUDES ET REALISATION OU REALISATION DE CITES INTEGREES AVEC VRD  
ET EQUIPEMENTS D'ACCOMPAGNEMENT, A TRAVERS LE TERRITOIRE NATIONAL,  
DONT LE MODE DE REALISATION EST BASE SUR LA  
PREFABRICATION EN USINE(S) FIXE(S) OU FORAINE(S)»**

La date de dépôt des offres est fixée au **soixantième (60<sup>e</sup>) jour** au plus tard à treize heures (13h00), à compter de la date de la première parution de l'avis de présélection nationale et internationale restreinte dans les quotidiens nationaux ou le BOMOP. Si ce jour coïncide avec un jour férié ou un jour de repos légal, la date de dépôt des offres sera différée au jour ouvrable suivant au plus tard à treize heures (13h00). L'ouverture des plis est prévue le même jour de dépôt des offres à quatorze heures (14h00). Les soumissionnaires sont invités à y assister.

*El Moudjahid/ Pub*

ANEP 327766 du 30/05/2015

Vendredi 29 - Samedi 30 Mai 2015

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'HABITAT, DE L'URBANISME  
ET DE LA VILLE

## **AVIS D'ANNULATION**

**de l'avis de publication de la Short-List  
de la présélection nationale et  
internationale restreinte  
N°07/DGR/MHUV/2015**

La Direction Générale des Ressources du Ministère de l'Habitat, de l'Urbanisme et de la Ville informe les soumissionnaires ayant participé à l'avis de présélection nationale et internationale restreinte N°07/DGR/MHUV/2015 du 30/05/2015, en vue de l'établissement d'une Short-List d'entreprises ou groupement d'entreprises solidaires, pour les «**études et réalisation ou réalisation de cités intégrées avec VRD et équipements d'accompagnement à travers le territoire national, dont le mode de réalisation est basé sur la préfabrication en usine(s) fixe(s) ou foraine(s)**» que la liste de ladite présélection, publiée dans les quotidiens *EChaâb*, *Horizons* et *El Massa* le 02 novembre 2015 et sur *El Moudjahid* en date du 03 novembre 2015, est **ANNULÉE**.

## Bibliographie

### 1.Ouvrages :

- AMRAOUI Touatia ,*L'artisanat dans les cités antique de l'Algérie*, 2013.
- ALLICHE (S.), CHENNAOUI (Y.) .The formalisation as an identification process of a constructive way : the rammedearth of Cherchell (Algeria). In : Rammed Earth Conservation. Editors Mileto C., Vegas F., Cristi ni V. CRC Press/ Balkema, Taylor &Francis Group, London, 2012.
- CHENNAOUI Youcef. *Le matériau pisé à Cherchell : un autre type d'architecture en terre, nature et filiation*. In *MEDITERRA 2009* .Proceedings, Monfalcone. Edition Edicom, Italie, 2009.
- CRATerre, *Traité de construction en terre*, Editions Parenthèses, 2006.
- LEQUÉMENT Robert - Fouilles à l'amphithéâtre de Tébessa (1965- 1968), BAA, Suppl., 2, Alger, 1968.
- Samia CHERGUI ,*Les Morisques et l'effort de construction d'Alger aux XVIIe et XVIIIe siècles*, Cahiers de la Méditerranée, n°79. Nice, 2009.
- Tarn-et-Garonne, *Construire en terre crue*, Les 8 CAUE de Midi- Pyrénées.2010
- WESTERMARCK Ed., *Les cérémonies du mariage au Maroc*, Paris, Leroux, 2003, p. 28.
- JACQUES-MEUNIÉ D., *Architectures et habitats du Dadès (Maroc présaharien)*, Paris, Librairie C. Klincksieck, 1962, p. 46.
- Bachminski J. et Grandet D., *Éléments d'architecture et d'urbanisme traditionnels*, USTO, Oran, 1985, ronéo, 84 p.
- Silvio Guindani, *Architecture vernaculaire. territoire, habitat et activités productives*,1990, P 218 , Editeur Presses Polytechniques et Universitaires Romandes (PPUR) (1990).
- André Ravéreau, *Le M'Zab, une leçon d'architecture*, publié en 1981,Sindbad.
- Hassan FATHY, *Gourna, a Tale of two villages*, Le Caire, 1969. Traduit l'année suivante et publié chez Sindbad sous le titre *Construire avec le peuple. Histoire d'un village d'Egypte : Gourna* , Paris, Sindbad, 1971.

### 2.Rencontres scientifiques:

#### Table ronde – séminaire :

- *Les architectures en terre du Maghreb*,Programme de recherches archéologiques TERMaghreb, 2014-2016, Lambèse - Tazoult 2-3-4 juin 2015.
- journées d'information et de sensibilisation à l'EPAU d'Alger les 22 & 23 avril 2015

### 3.Mémoires et thèses :

- AHMED ALI et AIT KADI Salima. *Performances thermiques du matériau terre pour un habitat durable des régions arides et semi arides*, mémoire de magister, 2012.
- BACHMINSKI J. et GRANDET D., *Éléments d'architecture et d'urbanisme traditionnels*, Université des sciences et de la technologie d'Oran, 1985, 84 p.
- Dorothee ALEX ENSAL. *Petit guide des Architectures en pisé*. Mémoire de master .Année 2010-2011.
- HALBWACHS M., *La mémoire collective*, Paris, PUF, 1968, p. 166.
- MANSOURI SADDEK, "*les proportions dans l'architecture musulmane*" 2008, 334p.
- MOUSAOUI A., *Logiques du sacré et modes d'organisation du sacré de l'espace dans le sud-ouest algérien*, thèse de doctorat, 1994, 370 p.
- N. Baloul, *Conservation et valorisation du patrimoine architectural en terre de la région du Twat-Gourara : cas du ksar de Tmassekht*, mémoire de magister 2007.

### 4. Rapports :

- D.DANGAIX et D.SELLIER, « *Bâti vernaculaire et développement urbain durable* », Etude réalisée par Nomadéis, 2012.
- DDC, BUCO Ouagadougou, *Étude de marché sur la diffusion et l'utilisation des matériaux locaux dans la construction d'habitat* , Rapport définitif, TAMSI Consult, Août 2005

### 5.Article :

- "*L'architecture ksourienne (algérie) entre signes et signifiants*", Mustapha Ameer Djeradi. publié le 22 Avr 2010.
- "*L'avenir de l'architecture*", publié le 12 Fev 2014 .
- "*Le patrimoine Ksourien dans le Bas-Sahara algérien*", publié le 04 Jui 2010
- "*Vers la création de cinq usines de logements préfabriqués*" journal le carrefour d'Algérie, publié le 29 Dec 2014.

### 6.Documentation électronique :

- [www.asterre.com](http://www.asterre.com)
- [www.cnerib.edu.dz](http://www.cnerib.edu.dz)
- [www.CRATerre.com](http://www.CRATerre.com)
- [www.ctc-centre.org](http://www.ctc-centre.org)

- [www.epau-alger.edu.dz](http://www.epau-alger.edu.dz)
- [www.guide-maison-ecologique.com](http://www.guide-maison-ecologique.com)
- [www.lafarge.com](http://www.lafarge.com)
- [www.manifesterre.net](http://www.manifesterre.net)
- [www.m-culture.gov.dz](http://www.m-culture.gov.dz)
- [www.mhuv.gov.dz](http://www.mhuv.gov.dz)
- [www.opvm.org](http://www.opvm.org)
- [www.unesco.org](http://www.unesco.org)

## Liste des figures :

N° de la figure	Désignation et titre de la figure Chapitre I	N° de la Page
01	Le Tulou De Fujian, l'habitat traditionnel en hakka	12
02	La ville de Shibam (Yémen)	12
03	Site néolithique de çatalhöyük	13
04	Zone archéologique de Chan Chan (Pérou)	14
05	Le palais de El Alhambra (la rouge) en Espagne	14
06	Un ensemble de 65 logements	15
07	La grande mosquée de Djenné, Mali	16
08	Fouilles du quartier sud-ouest de Timgad (Médiathèque du Patrimoine)	17
09	Coupe stratigraphique des fouilles de l'amphithéâtre de Tébessa	17
10	Mur de pourtour en pisé, Grande Mosquée d'Alger	18
11	Terre banchée à double parement de briques. Mur de qibla, Grande Mosquée d'Alger	18
12	Mur en pisé à parement alternant briques cuites et mortier de chaux	19
13	Tapes d'exécution de la banchée du mur à parement alternant briques cuites	19
14	Vues au microscope de différentes argiles	21
15	Ségrégation dans un tas de terre	21
16	Extraction de la terre à bâtir	22
17	Procédés de production de la terre crue	23
18	Presse hydraulique	24
19	Presse manuelle	24
20	Construction d'un mur en pisé au MAROC	25
21	Montage d'un mur en adobe	26
22	Séchage de brique en adobe	27
23	Montage d'un mur en adobe	27
24	Mur en terre extrudée	27
25	Torchis sur barreau	28
26	Torchis sur clayonnage	28
27	Le matériau BTS	32
28	Mur en BTS	32
<b>Chapitre II</b>		
29	El atteuf	39
30	Bounoura	40
31	Ghardaïa	41
32	Béni	42
33	M'lika	42
34	Ghardaïa la mosquée	43
35	Ghardaïa la place du marché	44
36	Ghardaïa vue extérieure	44
37	Ghardaïa vue d'une ruelle	45
38	Ghardaïa les cimetières	45
39	Ghardaïa les palmeraies	46
40	Ghardaïa les minarets	47
41	Maison dans le ksar de Taghit	49
42	Maison à quatre piliers au ksar de Kenadsa	49
43	Maison à deux piliers au ksar de Kenadsa	49
44	Bayt (cellules de base) au ksar de Kerzaz	50

45	WastDār d'el Qadi, à Boukaïs, dans la wilaya de Béchar	50
46	DārbûHasûn, cheikh ZāwiyaKerzaziya, à Kerzaz (2005)	50
47	Arcature au niveau d'un zqāq à Ghardaïa indiquant le changement de la qualité de l'espace public	51
48	Traitement de la porte d'entrée d'une maison mozabite à Ghardaïa	51
49	Sqîfa dans une maison à Kerzaz	52
50	Atba-t dar (seuil de la maison) au ksar de Kerzaz	52
51	Ayn-ad-dâr (« œil de la maison » à Taghit	53
52	Support de plancher d'une chambre, à Roufi, dans les Aurès	54
53	Technique d'agrandissement d'une chambre par piliers surmontés d'un arc	54
54	Gaines de palmier juxtaposées à Taghit	54
55	Lattis serré de tiges de roseau à Bousseghoun	54
56	Décoration du plafond en osier à Bousseghoun	55
Chapitre III		
57	Atelier d'initiation aux techniques de construction en terre	62
58	Atelier d'initiation aux techniques de construction en terre	63
59	Le signe de Centre Algérien du Patrimoine Culturel Bâti en Terre	63
60	Le signe de festival ARCH'Terre	65
61	Les ateliers de l'architecture de terre	65
62	La carte des implantations de Lafarge dans le monde au 31 décembre 2014	69
63	Des solutions produites localement	70
64	Centre de recherche de Lafarge	71
65	Lycée de Nkiwichi	72
66	Ecole de Ntcheu	72
67	Projet de logement en Maziko	73
68	Thomas health center	74
69	Logements antananarivo – madagascar 2014	74
70	Bureau commercial de Lafarge en Algérie	75
71	Les cimenteries de Lafarge en Algérie	76

## LISTE DES CARTES

01	Des implantations de Lafarge dans le monde au 31 décembre 2014	67
02	18 pays travaillant sur des projets 'logement abordable'	68
03	Localisation de l'entreprise Lafarge en Algérie	76

## LISTE DES TABLEAUX

01	Short-List des entreprises présélectionnées	62
02	L'expérience de Lafarge dans la construction en terre	69
03	Comparaison entre le BTCS et d'autres matériaux	70



# TABLE DES MATIERES

Dédicaces .....	I
Dédicaces .....	II
Remerciement .....	III
Sommaire .....	IV

## CHAPITRE INTRODUCTIF : DEFINITION DU CHAMP DE LA RECHERCHE

Introduction .....	03
Problematique .....	04
Hypothèses .....	06
Objectifs .....	06
Methodologie de travail .....	07

## CHAPITRE I : L'ARCHITECTURE EN TERRE

I- Genèse de l'architecture de terre .....	10
1. Introduction .....	10
2. Définition de l'architecture vernaculaire .....	10
3. L'architecture en terre à travers l'histoire.....	11
3.1. En Asie .....	11
3.1.1. En Arabie.....	12
3.1.2. En Afghanistan.....	12
3.1.3.En Mésopotamie.....	12
3.2.En Amériques.....	13
3.3. En Europe.....	14
3.3.1.En France.....	15
3.4.En Australie .....	15
3.5.En Afrique .....	15
3.5.1. En Algérie .....	16
A.La construction en terre dans l'antiquité en Algérie.....	16
B.L'emploi du pisé dans l'Alger ottoman .....	17
C. Le pisé de Cherchell .....	18
II-Techniques et matériau « terre » .....	20
1. Introduction .....	20
2. Définition de la terre .....	20
3. Composition de la terre crue .....	20
3.1. La fraction solide .....	20
3.2. La fraction liquide .....	21

3.3. La fraction gazeuse .....	21
4. Construire en terre, oui, mais laquelle?.....	21
5. Les techniques constructives de la terre crue .....	22
5.1. La terre creusée .....	23
5.2. La terre couvrante.....	24
5.2.1.La maison enterrée .....	24
5.2.2.La maison recouverte de terre .....	24
5.3. La terre remplissante .....	24
5.4. La terre découpée .....	24
5.5. La terre comprimée .....	24
5.5.1. La brique compressé.....	25
5.6. La terre façonnée .....	25
5.7. La terre empilée.....	25
5.8. La terre moulée.....	26
5.8.1. La brique piriforme .....	26
5.8.2. La brique cylindrique .....	26
5.8.3. La forme prismatique .....	26
5.9. La terre extrudée.....	27
5.10. La terre coulée.....	27
5.11. La terre paille .....	28
5.12. La terre garnissage .....	28
5.12.1. Le bauge entre claies .....	28
A.Les boules de paille .....	28
B.Le torchis .....	28
C.La terre projetée.....	29
6. Les qualités de la terre crue.....	29
7. Caractéristiques physiques de la terre crue .....	30
7.1. Aspect thermique.....	30
7.2. Masse volumique.....	30
7.3. Résistance mécanique .....	31
8. Les avantages et inconvénients du matériau terre .....	31
9. La terre stabilisée .....	32
9.1. Définition du Béton de Terre Stabilisée (BTS) .....	32
9.2. Les stabilisants pour améliorer la performance de la terre .....	33
9.3. Les avantages du béton de terre stabilisée .....	33
9.3.1.Économie.....	33
9.3.2.Esthétique .....	34

9.3.3.Thermique .....	34
9.3.4.Climatique .....	34
9.3.5.Énergétique .....	34
9.3.6.Environmental .....	34
9.3.7.Acoustique .....	34
10. conclusion .....	35

## CHAPITRE II : L'HABITAT EN TERRE DANS LE SUD ALGERIEN

1.Introduction .....	38
2. Originalité du cadre bâti saharien.....	38
3. Analyse urbaine du vallée du M'zab .....	38
3.1. Composition de la vallée du M'Zab (Ksars) .....	39
3.1.1. EL ATTEUF.....	39
3.1.2. BOUNOURA .....	39
3.1.3. GHARDAIA.....	40
3.1.4. BENI IZGEN.....	41
3.1.5. M'LIKA .....	42
3.2. Principes de la composition urbaine du ksar .....	42
3.2.1. Implantation .....	42
3.2.2. Tissu urbain.....	43
3.2.3. Règles traditionnelles d'urbanisme .....	43
3.3. Éléments structurants l'espace urbain.....	43
3.3.1. La mosquée .....	43
3.3.2. Le souk .....	44
3.3.3. Les portes de l'enceinte .....	44
3.3.4. Les parcours .....	45
3.3.5. Les cimetières.....	45
3.3.6. Les palmeraies.....	45
3.3.7. L'architecture religieuse .....	46
3.3.8. Les places du marché .....	46
3.3.9. L'habitat.....	47
4. Analyse architecturale du ksour .....	47
4.1. Genèse et évolution .....	47
4.2 .Le Fonctionnement de Ksar .....	48
4.3. L'architecture ksourienne.....	48
4.3.1. La byût .....	50
4.3.2. Le patio.....	50
4.3.3. Le sqîfa .....	52

4.3.4. L'œil de la maison.....	53
4.4. Techniques et procédés constructifs.....	53
5. Conclusion.....	55

### CHAPITRE III : L'UTILISATION DE LA TERRE ET LES DIRECTIVES MINISTERIELLES

1. Introduction.....	59
2. Matériaux locaux.....	60
2.1. Nécessité de recours au matériaux locaux.....	60
2.2. Sur le plan politique.....	60
2.2.1.La décision ministérielle.....	60
2.2.2. La publication de la Short-List.....	61
2.2.3. La stratégie de ministère de la culture:.....	62
A. CAPTerre:.....	63
a. Actions du CAPTerre.....	64
b. Faire appel au CAPTerre.....	64
B. ARCHI'TERRE.....	64
2.3. Sur le plan pratique.....	66
2.3.1. Entreprise de Lafarge : L'Habitat en terre stabilisée une solution innovante.....	66
A. Présentation de Lafarge.....	66
B. Stratégie.....	66
C.Le logement abordable: Une opportunité économique et sociale.....	68
D. Quatre initiatives 'Logement Abordable'.....	68
E. L'expérience de Lafarge dans la construction en terre.....	69
F.Une solution alternative: La brique de terre compressée stabilisée.....	69
G.Solutions Terre-Ciment Abordable.....	70
H. Proposition de valeur pour la construction en BTCS.....	71
I. Le plus grand centre de recherche au monde sur les matériaux de construction.....	71
J.Exemples de projets réalisés par Lafarge en Malawi.....	72
K.Lafarge en Algérie.....	75
a.Activités et strategie.....	75
b. Localisation.....	76
L.Synthèse.....	76
3.Les enjeux et les defits majeurs.....	77
4. Recommandations.....	78
5.Conclusion.....	79
Conclusion generale.....	80
Annexes.....	84
Bibliographie.....	

Liste des figures .....	.....
Liste des cartes .....	.....
Liste des tableaux .....	.....
Table de matières .....	.....
Résumé.....	.....

## Résumé:

Plus de deux milliards des habitants de notre planète vivent aujourd'hui dans des habitations en terre crue. L'étude des propriétés physiques des grains de sable et des techniques de construction, permet de montrer la diversité de l'architecture en terre qui, loin d'être seulement une tradition, est une technique prometteuse pour l'avenir dans le cadre du développement durable. L'architecture de terre est l'expression de l'ingéniosité intemporelle et de la capacité humaine à bâtir un environnement avec les ressources disponibles localement.

En Algérie, où la terre est un matériaux dans l'abondance au zone saharienne, il y a une volonté de à l'utilisation des matériaux locaux , représenté dans le directive de ministère d'Habitat, de l'Urbanisme et Ville, pour atteindre des logements écologique, mais la crise financière vécu en Algérie et la baisse du prix de pétrole influence sur le taux de réalisations des logements.

L'objectif de ce travail consiste donc a la facilité de l'utilisation de matériaux locaux au milieu de l'absence de formation professionnelles, des carriers et des usines pour la fabrication des blocs de terre, on a affirmé dans cette recherche que la décision ministérielle peut résoudre le problème de l'utilisation des matériaux locaux par faire appel des entreprises étrangère et bénéficier de leur expériences.

### mots-clés

**Le sud Algérien, habitat saharien, directive ministérielle, architecture en terre, matériaux locaux.**

### ملخص :

يعيش أكثر من مليارين من سكان كوكبنا الآن في مساكن في الطين. دراسة الخواص الفيزيائية للحبيبات الرمل تقنيات والبناء، ويسمح لإظهار تنوع العمارة الطينية، وبعيدا عن كونها مجرد التقليد، هي تقنية واعدة للمستقبل في تطوير استدامة العمارة الأرض هو تعبير عن براعة الخالدة وقدرة الإنسان على بناء بيئة مع الموارد المتاحة محليا.

في الجزائر، اين يتوفر الطين بكثرة في المناطق الصحراوية، هناك رغبة في العودة إلى استخدام المواد المحلية، ممثلة في تعليمية وزارة السكن، العمران والمدينة، لتحقيق سكنات بيئية، لكن الأزمة المالية التي تمر بها الجزائر و انخفاض أسعار النفط اثرت على معدل انجاز مشاريع الإسكان.

يتمثل الهدف من هذا العمل في كيفية تسهيل استخدام المواد المحلية في خضم نقص التدريب المهني وغياب المحاجر ومصانع لإنتاج لبنات طينية ، لقد اكدنا في هذا البحث أن القرار الوزاري يمكن من حل مشكلة استخدام المواد المحلية عن طريق استدعاء الشركات الأجنبية والاستفادة من خبراتهم.

### كلمات مفتاحية

الجنوب الجزائري, المسكن الصحراوي, القرار الوزاري, الهندسة الطينية, المواد المحلية .