



## **Identification du corpus des typologies constructives en terre pour la préservation du patrimoine bâti en et la construction en Algérie** **Identification of constructive typologies corpus land for the preservation of built heritage and construction in Algeria**

**A. Amina Abdessemed-Foufa**

*Institut d'Architecture et d'Urbanisme de Blida 1 (I.A.U), Algérie*

\*Corresponding Author : E-mail address: [aafoufa@gmail.com](mailto:aafoufa@gmail.com) Tel: +213 553 66 06 96

### **Abstract**

Algeria is a country that harbors a large earthen building heritage. With adobe and rammed earth, dating from the medieval period to the present, the earthen architecture extends into all areas from the North to the South of the country using various techniques where the earthen material was used according to technical knowledge and natural constraints. The earth modeling produced a real architectural language that express know-how and creative impulses from one region to another. Preservation and innovation of earthen architecture are two aspects to the concerns of Algeria. Several research centers such as the CNERIB or CAPTERRE aim to enhance the earthen architecture. Also many restoration projects have committed on the territory to preserve this architecture (Tlemcen, Biskra, Témacine, Timimoune and others). In universities, the researches in earthen architecture are very advanced, both in architectural education and in research projects. As such this article will present the work developed by the teachers of the Institute of Architecture and Urban Planning of Blida 1 concerning the realization of the corpus of the earthen constructive typologies in Algeria. There are nearly twenty techniques using either adobe or rammed earth, with several variants combining other materials to meet the site requirements, climate, natural hazards. The purpose of this corpus is the production of knowledge on the processes adopted in Algeria and will be available both for educators and for those who are working in the building sector for construction and preservation.

*Keywords:* architecture, earth, adobe, rammed earth, know-how, natural constraints, Algeria

*Mots clés:* architecture, terre, adobe, pisé, savoirs faire, contraintes naturelles, Algérie.

### **1. Introduction:**

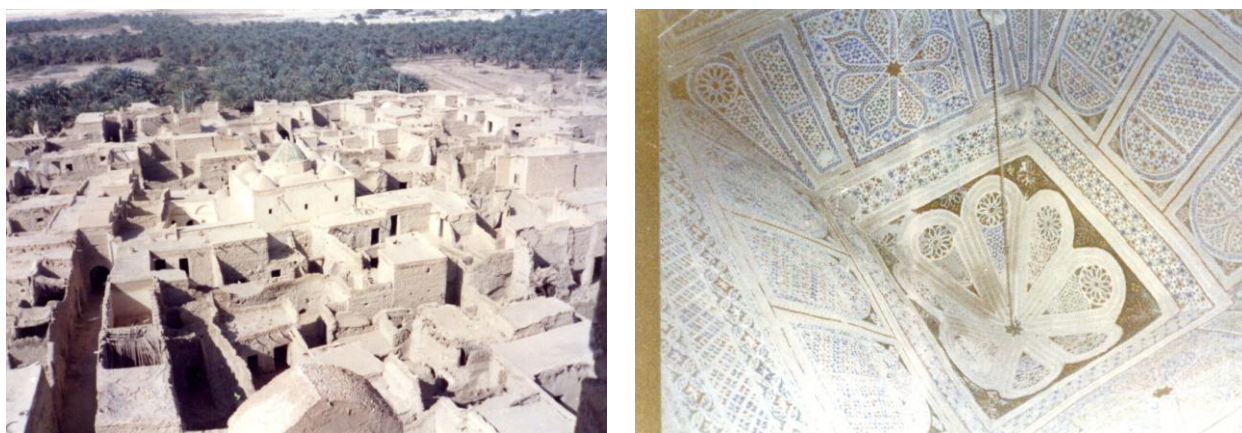
L'Algérie à l'instar des autres pays du globe recèle d'un riche patrimoine en architecture de terre. Depuis plusieurs millénaires la terre a été le matériau d'excellence en matière de construction. Du Nord vers le Sud, d'Est en Ouest on observe cette architecture qui a su conjuguer avec le climat, les aléas naturels et les sociétés. Certaines régions sont encore aujourd'hui des centres de vie tels que Ténès, Cherchell, Blida situées au Nord; Menaâ (Figure 1a), Amenthane (Figure 1b), Ouarka situées dans les Aurès; les oasis des Ziban, de Oud Righ, de Oued Souf (Figure 2), du M'zab, de la Saoura, du Gourara, du Touat et du Tidikelt. Jusqu'au Grand Sud à l'image du Tassili N'adjer ou subsistent encore plusieurs ksour.

A côté de cela beaucoup d'architecture en terre font partie aujourd'hui de l'héritage archéologique comme Mansourah à Tlemcen et la Kalaa des Beni Hamad dans les Hauts Plateaux. Comme on observe un grand nombre de ksour à l'abandon dans le Sud algérien qui souffrent de dégradation à l'image de Temacine (Figure 3), Tamentite, Tamerna et bien d'autres. Ces sites abandonnés sont aujourd'hui des terrains d'apprentissage pour les étudiants et les chercheurs.

Construits en adobe ou en pisé ces œuvres ont marqué le temps et constituent aujourd'hui pour la jeune génération d'architectes et d'ingénieurs des laboratoires de recherche diverses comme la production des différents répertoires de techniques de construction, de typologies architecturales et architectoniques, d'organisation spatiale, d'évaluation des performances énergétiques, dynamiques et sismiques etc.



**Figure 1:** Architecture de terre et de pierres à Menaâ-Aurès (gauche) et à Amenthane-Aurès (droite), Algérie, (©Adjali Samia, 2015)



**Figure 2:** Architecture d'El Oued: coupoles et décors (©Abdessemed-Foufa Amina, 1990)



**Figure 3:** Constructions en terre à Temacine (© Adjali Samia, 2015)

## 2. Architecture de terre à travers l'histoire en Algérie

Les architecture de terre en Algérie datent de la période médiévale. Les géographes voyageurs arabes dont le premier fut Ibn Hawqual (1385) à décrire les enceintes en terre souvent en pisé et parfois en adobe de certaines villes comme Oran, ou Breschk. C'est ainsi que nous possédons l'un des plus grand gisement archéologique à l'Ouest du pays. Les villes de Tlemcen, Mansourah, Agadir et Honein en sont le témoignage de ces architectures. Oubliées pendant longtemps, ces vestiges ont subi des restaurations pour les festivités de *Tlemcen capitale de la culture islamique* en 2012 (Figure 4). Les autres régions situées au Nord du pays comme Ténès, Blida, Koléa et Cherchell sont quand à elles des établissements humains d'origine andalouse ou alors ayant accueillis ces derniers suite à la *reconquista* espagnole qui s'est achevé en 1492 en chassant le dernier souverain musulman d'Espagne.



Construits en terre avec des murs banchés particuliers la *tabia*, ces villes sont d'importants centres historiques. Par ailleurs les ksour du Sud en très grand nombre (on en compte plus de 300 juste dans la région d'Adrar) sont également des fondations médiévales construites souvent en adobe parfois en pierres et parfois mixtes de pierres et de terre. Ces ksour se sont implantés le long des parcours territoriaux ou au croisements de ces derniers telles que les routes du sel ou de l'or bien avant le 8<sup>ème</sup> siècle (Raymond, 1973).



Figure 4: Bab al Qarmadin- portion de l'enceinte de Tlemcen (©Abdessemed-Foufa Amina, 2015)

### 3. Architecture de terre contemporaine en Algérie

L'Algérie tout comme beaucoup de pays a une politique mitigée en ce qui concerne les architectures de terre ou la construction en terre. Il est vrai qu'un centre national de recherche et des études intégrés du bâtiment (CNERIB) œuvre dans le domaine de l'éco-construction par le développement de la brique de terre stabilisée ayant des performances énergétiques mais ce procédé n'est réservé qu'à l'architecture mineure rurale (Figure 5a). Il n'est pas homologué pour la construction privée urbaine ou pour les équipements. Il reste cependant l'un des centres les plus importants pour les recherches qu'il mènent. A côté de cela le centre algérien du patrimoine culturel bâti en terre (CAP-TERRE) crée en 2012 et domicilié à Timimoune a pour objectif de promouvoir, de préserver et de réhabiliter les architectures de terre. Il a pour missions, la recherche sur les matériaux et des techniques de constructions, l'identification et la vulgarisation des savoirs faire, la diffusion de ces procédés à travers des cycles de formation afin d'acquérir les savoirs faire pour l'entretien et la restauration du bâti en terre (Figure 5b). Il est vrai que depuis l'introduction du matériaux *béton*, les autorités ont plus développés la construction industrialisée et délaissé les savoirs faire ancestraux. Ce phénomène n'est pas spécifique à l'Algérie, mais depuis l'avènement de l'industrialisation, le monde a changé. Les populations ne sont guère encouragées à l'utilisation de ce matériaux. Au fil des ans il est devenu le matériaux des pauvres et des préjugés très forts ont réduits l'image des habitations en terre. Cependant il subsiste dans quelques endroits ou ces architectures sont encore maintenues.

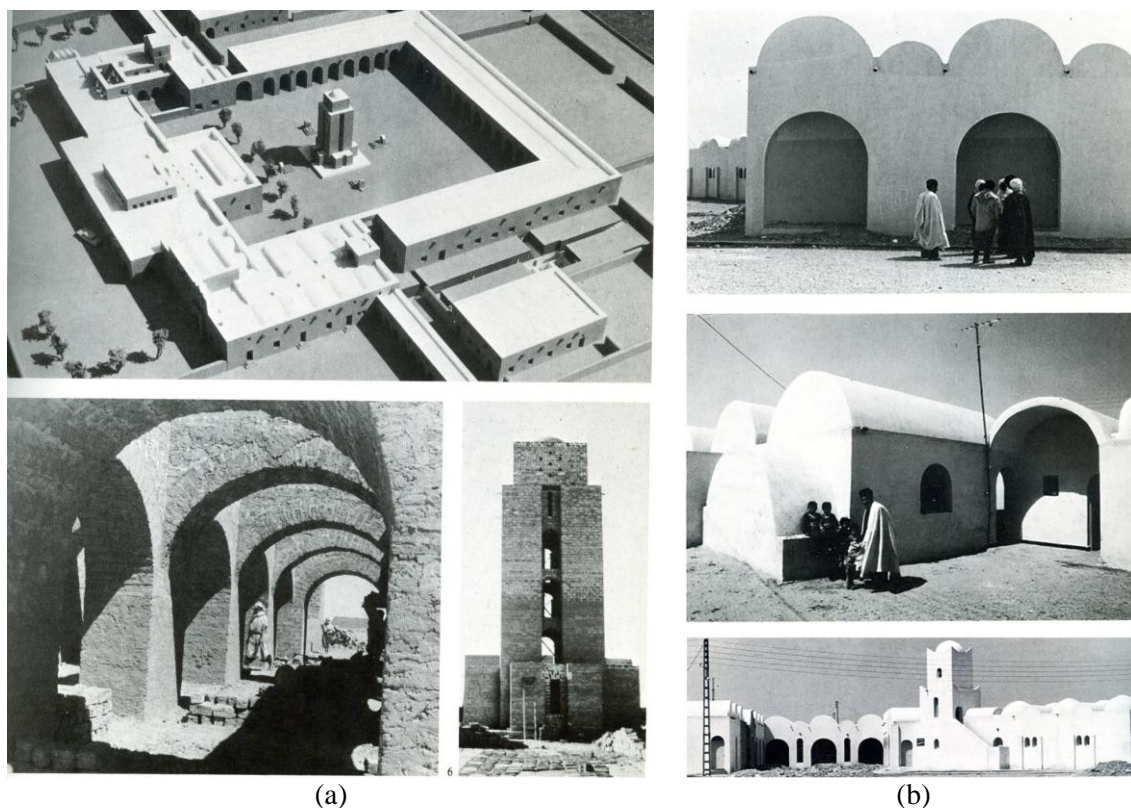


Figure 5: Prototype d'une maison solaire réalisée par le CNERIB (a) (©www.cnerib.edu.dz, Le 14-05-2015); Atelier de formation sur les techniques de fabrication de BTC à Tamanrasset (b)(©prescriptor.info/.../cap-terre-des-ateliers-de-formation-sur-les-techniques, Le 14-05-2015)

Durant la période coloniale, l'hôpital régional d'Adrar construit en 1942 reste l'un des plus grands projets contemporains de cette période (Figure 6a). Réalisé par l'architecte français Michel Luyckx ce projet constitue la première synthèse du 20<sup>ème</sup> siècle entre l'architecture traditionnelle et les techniques de constructions locale innovées. Aujourd'hui il s'est avéré très performant en matière de confort thermique et en matière de techniques de construction. Dans les années 1970, l'Algérie a décidé de construire les villages socialistes avec des matériaux locaux naturels c'est ainsi que 30 maisons sur 192 du village de Ben Brahim (wilaya de Sidi Bel Abbes) ont été

construites en pisé stabilisé BTS (CRATerre, 1979). Dans la même année, une autre expérience s'est déroulée à Zéralda (Wilaya d'Alger) pour la construction de maisons de cantonniers au sein de la résidence présidentielle. Les frères El Minyawî, architectes égyptiens disciples de Hassan Fathy ont conçu dans la wilaya de M'sila, en 1981, 120 logements du village agricole de Maadher en blocs de terre stabilisés BTS (Figure 6b). Durant les années 1890-1990 plusieurs projets ont été réalisés, il s'agit des 40 logements de Chéraga (Wilaya d'Alger), 10 logements d'Adrar, et 40 logement à Tamanrasset en béton de terre comprimé BTC. Suite à la régulation de la brique de terre stabilisée quelques constructions ont vu le jour en 1987(CNERIB, 1993).

Malgré le peu de production architecturale publique avec le matériau terre, quelques privés se sont lancés dans les années 2000 dans la wilaya d'Adrar dans la construction d'un camps de vacances à Tala reprenant les savoirs faïres ancestraux avec les maçon de la région de Timimoune. Le projet est contemporain et a drainé un grand nombre de touristes pour visiter cette région (Figure 7). Malgré ces petites opérations, l'Algérie reste toujours tributaire du béton armé pour la construction à grande échelle (deux millions de logements pour deux quinquennats 2009-2014 et 2014-2020) y compris dans les régions sahariennes.



**Figure 6:** Hôpital régional d'Adrar. Architecte Michel Luykcx (a) (©Michel Luykcx, 1944-1946); village agricole en BTS. Architectes Al Minyawî (b) (©Jacques Evard, 1981).

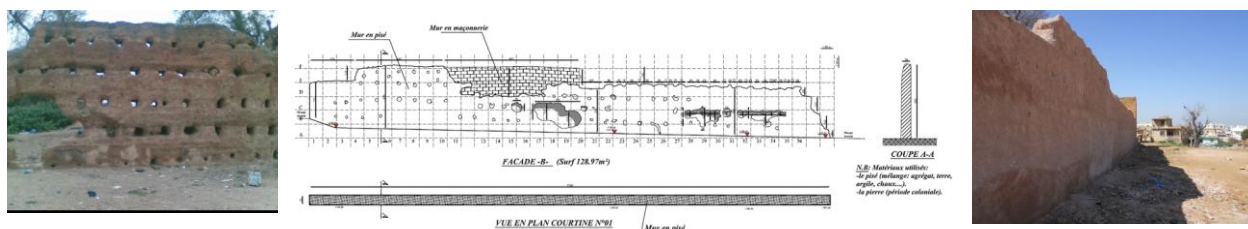


**Figure 7:** Projet d'un camps de vacance à Tala. Propriétaire Constructeur Kadi Kamel (© Abdessemed-Foufa Amina, 2008)



#### 4. Restauration des architectures de terre

Depuis la promulgation de la loi 98-04 relative à la protection du patrimoine bâti, plusieurs projets de restauration de l'héritage culturel algérien ont été entamés. Parmi eux, ceux relatifs à l'architecture de terre. Plusieurs chantiers de restauration des édifices ont été réalisés, la plupart dans les régions du Sud (Figure8). Nous avons eu à travailler sur la restauration de deux édifices dans le ksar de Tamerna dans la wilaya d'El Oued et de plusieurs projets dans la wilaya de Tlemcen pour les festivités de "Tlemcen capitale de la culture islamique". Il s'agit d'une portion de la muraille de Mansourah de la mosquée de Béni Snouss, du moulin de H'balat et du minaret de H'naya. Certains projets ont été réalisés, d'autres non. Les projets présentés ici sont celui de la restauration d'une portion de la muraille de Mansourah à Tlemcen et celui la mosquée de béni Snouss. Réalisés tous les deux entre 2010 et 2011, la muraille était dans un état de dégradation assez avancé, des parties complètement éventrées, les cimes des maçonneries pleines de végétations adventives, les enduits complètement disparus. Il a fallu procéder avec précaution afin de ne pas endommager la muraille. Quand à la mosquée, elle est construite avec deux matériaux, la pierre et la terre. Son état de dégradation n'était pas aussi complexe, par contre elle avait subi beaucoup de transformation avec des matériaux incompatibles tels que le béton armé. Pour la muraille, nous avons reconstruit les parties manquantes puis repris les enduits et protégé les cimes des murs. Pour la mosquée nous avons du démolir toute la partie en béton armé (salle des ablutions) qui a causé beaucoup d'infiltration aux soubassements (Figure 9). Les murs de la mosquée était gorgés d'eau non seulement celles qui se sont infiltrées par capillarité mais celles qui n'ont pu s'évaporer car les murs étaient enduits d'un mortier bâtard à base de ciment. Nous avons du décaper la totalité des murs pour les laisser sécher. Une fois ce travail exécuté, nous avons mis en évidence une trace de mur qui représentait la mihrab, détruit pour construire l'espace des ablutions, selon l'Imam. Cette trace nous a permis de restituer le mihrab. Les travaux de mise hors d'eau ont été réalisés avec un drainage péri métrique. Les enduits à base de terre et de chaux ont été refais sur l'ensemble des murs (Figure9). Les techniques de restauration utilisées ont toutes respectées les méthodes ancestrales. Nous avons respecté les solutions de consolidation et de réparation conformément aux chartes de le restauration. Aucune technologie nouvelle ou matériaux innovant n'a été introduit. Des solutions accessibles aux entreprises algériennes qui démarraient dans les projets de restauration.



**Figure 8:** Restauration de la muraille de Bab Khmiss- Mansourah-Tlemcen. Avant et après (© Abdessemed-Foufa Amina, 2010)



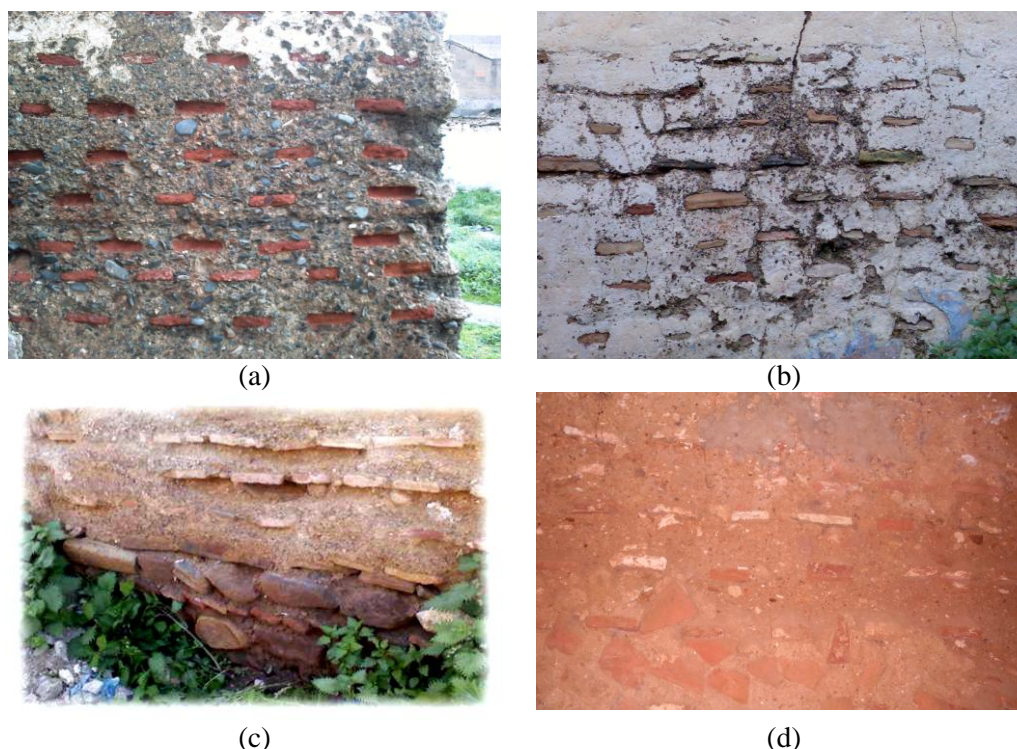
**Figure 9:** Restauration de la mosquée Zahra à Béni-Snouss, Tlemcen. Avant (a) et après (b)(© Abdessemed-Foufa Amina, 2010)

## 5. Recherche universitaire et travaux des masters sur l'architecture de terre

Au niveau de l'Institut d'Architecture et d'Urbanisme de l'Université de Blida 1, plusieurs enseignants chercheurs travaillent sur les architectures de terre et initient les étudiants aux typologies architecturales, constructives et confort thermiques, qu'elles soient localisées au Sud ou au Nord.

Un manuel des typologies constructives a été élaboré entre 2008 et 2010 mettant en évidence les typologies constructives de plusieurs régions du pays et mettant en relief les performances de chacune d'entre elles.

C'est ainsi que nous avons mis en évidence les techniques du pisé dénommé *tabia* dans les villes de Blida, Cherrhell, Ténès, Miliana, Koléa et Alger, utilisées dans la période pré-coloniale (Figure10).



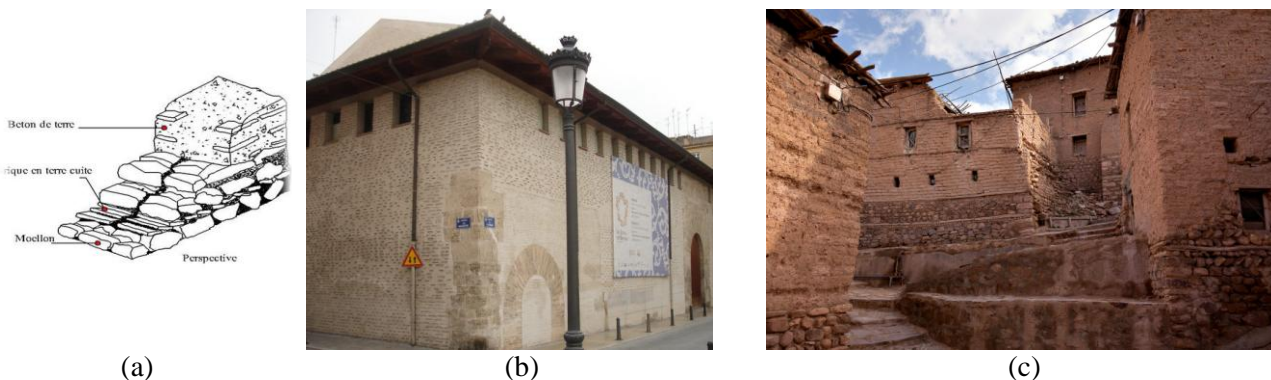
**Figure 10:** (a,b,c et d) *Tabia* renforcée à Blida, Cherrhell, Ténès et Miliana (© Abdessemed-Foufa Amina, 2010)

Pour Blida, le Ct Trumelet (Colonel Trumelet, 1887) décrit les constructions de la ville (mineures ou majeures) en terre et particulièrement en murs porteurs banchés. Cette technique consiste à confectionner entre deux banches en bois un mur de 55 à 70 cm d'épaisseur composé de terre, de chaux, de sable et de débris de céramiques comme la tuile ou la brique cuite sur une hauteur de 70 à 80 cm. A ce banchage est disposée à intervalle régulier, de part et d'autre du mur une rangée de briques. Cette technique de construction a été importée par les andalous qui ont soit édifiés les villes comme Blida et Ténès soit contribués à la construction des villes ou ils ont été accueillis comme Alger, Miliana et Koléa. Cette typologie constructive est celle du mur en pisé auquel a été ajouté des rangés de briques à intervalle régulier entre chaque banche (Figure 11a). Ce pisé dénommé en espagnol par *tapia valenciana* est originaire de Valence (Figure 11b). Bien que le mur en pisé ait été introduit en Espagne lors de la conquête islamique par les arabes, il a été développé par les maures-andalous à Valence comme renforcement des murs en pisé pour répondre aux sollicitations sismiques. En effet Valence a été secoué par un grand séisme en 1395 ce qui a engendré ce système constructif (Cristini & Checa, 2009) qui lui est aujourd'hui attribué. Nous avons constaté également que la présence de cette typologie constructive n'est propre qu'aux villes algériennes suscitées, et que ces dernières sont localisées dans la région sismiquement active correspondant à la zone III du code parasismique algérien (CGS. 2003). Ce système constructif a été adopté dans ces villes pour résister aux effets des tremblements de terre tout comme l'a été utilisée la *tapia valenciana* pour résister aux séismes à Valence. D'après la sismicité historique du Nord de l'Algérie, les villes de Blida, Cherrhell, Alger, Miliana, Tenes et Alger ont été respectivement sérieusement endommagées parfois même détruites en 1610, 1732, 1731 et 1716 (Abdessemed-Foufa, 2007). La disposition des briques entre les banches de terre réduit considérablement les contraintes de frottement et est un système structurel très performant (Cristini & Checa, 2009).



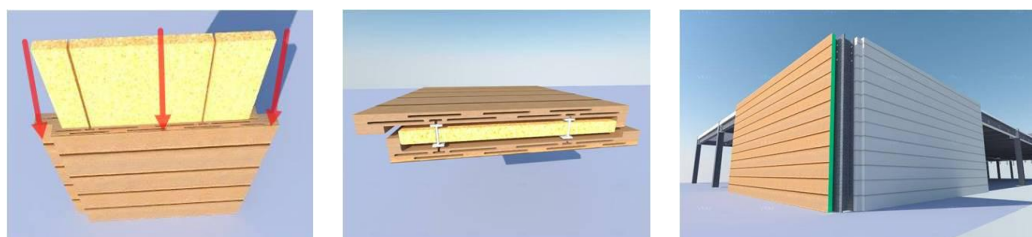
Cette technique de *tabia* renforcé par les briques a évolué durant le colonisation. L'apport du ciment Portland dans l'amalgame terre pour la stabilisation a permis aux bâtisseurs de Blida de généraliser ce procédé depuis 1842 jusqu'à l'avènement du béton armé au courant des années cinquante. C'est ainsi qu'on retrouve ce système constructif aussi bien dans l'architecture traditionnelle que l'architecture coloniale.

Un autre système sismo-résistant a été mis en évidence dans la région des Aurès à Menaâ et Amenthane dans lequel on observe la disposition de rondin de genévrier entre les assises de pierres et de terre à équidistance régulière (Ajali, 1986). Cette structure mixte permet à la construction de répondre aux sollicitations sismiques de manière correcte car le matériau bois absorbe toutes les forces horizontales. Il joue le rôle de raidisseur et collabore à la traction dont la maçonnerie n'est pas capable d'exercer en mode sismique (Figure 11c).



**Figure 11:** Typologie constructive du pisé renforcé (*tabia renforcée*)(a) (© Abdessemed-Foufa Amina, 2010); Almuadin de Valence en *tapia valenciana* (b) (© <https://tierrah.wordpress.com> Le 13-05-2015); Mesures constructives sismo-résistantes à Menaâ-Aurès (c) (© Kais Djillali. Ministère de la Culture)

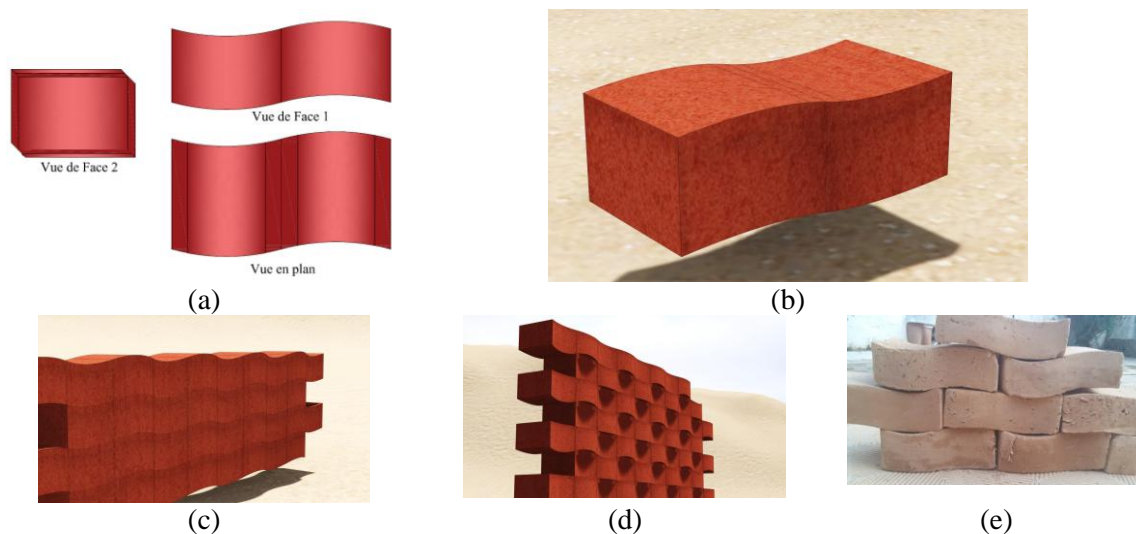
Concernant les travaux des masters, nous avons eu au courant de cette année universitaire (2014-2015), trois étudiants finalisant leurs master en architecture proposant des innovations dans les procédés constructifs en terre. Deux dans l'option "Architecture et Habitat" (Allam & Belkecemi, 2015) et un dans l'option "Architecture et patrimoine, parcours Culture Constructive" (Foufa, 2015). Le premier groupe a présenté un panneau sandwich en terre avec un isolant en fibre de grappes et pétioles du palmier dattier. Ce panneau sera composé de deux coques moulées et cuites entre lesquelles sera disposé un matelas en fibres végétales (après cuisson). La novation concerne la notion de panneaux sandwichs universellement employé, et l'innovation vraie se manifeste par le choix de ses composantes: coques en terre cuite armée et âme isolante en fibres. L'ensemble sera de dimensions standardisées et personnalisé selon le projet de destination. Un système de fixation viendra compléter le procédé pour lui permettre de s'adapter à toutes les structures en acier ou béton armé. Ainsi, ce panneau est en mesure de convenir à toutes les architectures: logements, édifices publics, bâtiment à usage industriel et agricole. De plus, ce procédé qui a été conçu pour les régions du sud pourrait s'adapter aisément à celles du nord. Le procédé offrira une variété illimitée de formes et de textures en fonction de la demande et l'épaisseur de l'isolant sera déterminée selon le domaine d'utilisation. Enfin ce panneau, vient remplacer les maçonneries en double cloison extérieures avec un meilleur rendement thermique, plus léger, moins coûteux et plus facile et rapide à mettre en œuvre (Figure 12).



**Figure 12:** Procédé constructif du panneau sandwich en terre et fibre de palmiers dattiers (© Allam Anis et Belkacimi Imene, 2015)

Ce projet a été primé lors du forum Université-Secteur économique (avril 2015) par les industriels de la Mitidja (CEIMI) et a reçu l'aide financière de l'ENSEJ pour la réalisation de sa micro-entreprise pour la production de ce procédé.

Le second projet a quand à lui proposé une brique de terre stabilisée avec de la chaux ayant des caractéristiques formelles permettant une matérialité pour les projets nouveau en terre ainsi que des performances en matières de réduction du rayonnement solaire sur les façades, un procédé ancestral innové (Figure 13).



**Figure 13:** (a, b, c et d) Prototype et assemblage de l'adobe pour Timimoune (© Foufa Ibtihal Hamza, 2015)

Il s'agit d'une brique d'adobe composée d'un amalgame de terre et de chaux à raison de 20% afin d'améliorer son rendement hygrométrique. Elle sera façonnée dans des moules modélisés pour l'obtention d'une forme quadrangulaire avec des faces curvilignes. Ce procédé est issu des savoirs-faires ancestraux. L'innovation ici est dans la forme du bloc d'adobe et dans le pourcentage de matière stabilisante, il reste économique et n'induit aucun surcoût. L'application visée sera son utilisation dans les projets contemporains pour pouvoir exprimer une matérialité soit dans les espaces intérieurs soit en façade. Cette brique contribue également à la régulation thermique dans le sens où certaines dispositions dans les parements extérieurs de façade permettent un jeu d'ombre et de lumière qui favorise une diminution des radiations solaires sur les façades et de ce fait diminue l'absorption calorifique et l'emmagasinement de la chaleur. Cette technique est inspirée des techniques locales de réalisation d'enduits de façades où des boules de terre sont projetées sur la façade créant ainsi une matérialité et un jeu d'ombre et lumière dans l'architecture de Timimoune (Figure 14). Cette brique sera facile à la fabrication et à l'utilisation car elle reproduit les savoirs-faires locaux.



**Figure 14:** Procédé d'enduits extérieurs à Timimoune (© Foufa Ibtihal Hamza, 2014)



## Conclusion

Aujourd'hui le monde a compris que pour préserver la "Terre", il faut construire de manière durable. Les matériaux naturels ont montré leur capacité à perdurer dans le temps même si beaucoup de sites millénaires sont délabrés aujourd'hui. Les performances techniques comme celles de résister aux tremblements de terre, au confort thermique ainsi qu'au comportement dynamique ne sont plus à démontrer, les solutions ont été déjà adoptées par les anciens. En Andalousie comme en Algérie le même procédé de *tabia* ou *tapia* été utilisé dans les villes exposé à un risque sismique avéré. La recherche sur le matériau "terre" est en avance en Algérie et les jeunes générations d'architectes et ingénieurs sont conscientes de l'importance des architectures de terre tout aussi que leurs confrères des pays du Bassin Méditerranéen.

## Références

1. Ajali S., Habitat traditionnel dans les Aurès: cas de la vallée de l'Oued Abdi. Annuaire de l'Afrique du Nord. T XXV. Ed CNRS, (1986), p. 271-280.
2. Allam A., Belkecemi I., Habitat dans la nouvelle ville de Hassi Messaoud. Mémoire de Master Architecture et Habitat. I.A.U Blida 1, non publié, (2015).
3. Abdessemed-Foufa A., Contribution pour l'élaboration d'un catalogue des techniques constructives traditionnelles sismo-résistantes utilisées dans les grandes villes du Maghreb durant le 18<sup>ème</sup> siècle (Alger, Fès et Tunis). Thèse de Doctorat en Architecture et Environnement. EPAU, Alger. non publié, (2007).
4. Catalogue Collectif. Exposition: *Des Architecture de Terre ou l'avenir d'une tradition millénaire*. Centre Georges Pompidou. Centre de Création Industrielle, (1982).
5. CGS, Règles parasismiques Algériennes 99. *Version 2003*. Alger.
6. CNERIB, Guide technique du béton de terre stabilisée. Alger (1993).
7. Colonel Trumelet. Blida récit selon la légende, la tradition et l'histoire. Ed A. Jourdan. Alger (1887).
8. CRATerre, P. Doat., Construire en terre. Ed Alternatives et Parallèles, (1979), p 86.
9. Cristini V., Checa J.R.R., A historical spanish traditional masonry techniques: some features about tapia valenciana as reinforced rammed earth wall. (2009).
10. Foufa I.H.. Innovation du matériau "brique d'adobe" pour l'architecture contemporaine en terre crue. *Mémoire de Master Architecture et Patrimoine*, option Culture Constructive. I.A.U Blida 1, non publié, (2015).
11. Ibn Hawqual.. Kitab surat al arq. Ed Manchurat Dar Maktabat al Hatyat, (1938), p 69.
12. Raymond M., Route de commerce et échanges en Afrique Occidentale en relation avec la Méditerranée. Un essai sur le commerce africain médiéval du XI<sup>ème</sup> au XVI<sup>ème</sup> siècles. *Journal de la société des Africanistes*, 43 (1973) 271-272.

(2016); <http://www.jmaterenvirosci.com>