ADP
مجلة حوليات التراث
REVUE ANNALES DU PATRIMOINE
ISSN 1112-5020

Performances énergétiques du patrimoine architectural mozabite

Energy performances of the mozabite architectural heritage

Nora Gueliane
EHESS de Paris, France
noragueliane@hotmail.fr

Publié le : 15/9/2017

17
2017

Pour citer l'article :
✳ Nora Gueliane : Performances énergétiques du patrimoine architectural mozabite, Revue Annales du patrimoine, Université de Mostaganem, N° 17, Septembre 2017, pp. 59-76.

BY-NC-ND

http://annales.univ-mosta.dz

***

Revue Annales du patrimoine, N° 17, 2017, pp. 59 - 76
ISSN 1112-5020

Performances énergétiques du patrimoine architectural mozabite

Nora Gueliane
EHESS de Paris, France

Résumé :

La présente proposition s'intéresse à l'aspect bioclimatique dans l'habitat à travers une étude de l'architecture traditionnelle Mozabite. La question posée est comment l'architecture mozabite peut-elle être utile dans le domaine des énergies renouvelables ? Somme nous capables de faire évoluer ses principes en solutions contemporaines ? Il s'agit donc d'étudier le côté bioclimatique de l'habitat mozabite. Pour atteindre nos objectifs, nous adopterons une approche qualitative. Ainsi les outils mobilisés pour le recueil et l'analyse des données sont, essentiellement la recherche documentaire. Cette recherche documentaire a pour objectif, entre autres, la mise en place d'un cadre théorique du sujet. Nous serons particulièrement soucieux de croiser différents types d'approches et de perspectives sans pour autant nous éloigner du terrain et oublier de mobiliser nos compétences d'architecte. Nous avons alors mobilisé d'autres outils tels que l'observation.

Mots clés :

M'Zab, Ghardaia, architecture, bioclimatique, durabilité.

Energy performances of the mozabite architectural heritage

Nora Gueliane
EHESS of Paris, France

Abstract:

The present proposal focuses on the bioclimatic aspect in the habitat through a study of traditional Mozabite architecture. The question asked is how can Mozabite architecture be useful in the field of renewable energies? Are we capable of developing its principles into contemporary solutions? It is therefore a question of studying the bioclimatic side of the Mozabite habitat. To achieve our goals, we will adopt a qualitative approach. Thus, the tools used for collecting and analyzing data are, essentially, documentary research. This documentary research aims, among other things, to set up a theoretical framework for the subject. We will be particularly careful to combine different types of approaches and perspectives without moving away from the

Publié le : 15/9/2017
noragueliane@hotmail.fr
© Université de Mostaganem, Algérie 2017

field and forgetting to mobilize our architectural skills. We then mobilized other tools such as observation.

Keywords:

M'Zab, Ghardaia, architecture, bioclimatic, sustainability.

1 - Le cadre géographique de l'étude :

Cette présentation a pour cadre géographique la vallée du M'Zab, située dans la wilaya de Ghardaïa, à 600 km au sud de la capitale Alger. La vallée s'est développée dans des conditions climatiques particulières, un climat désertique peu favorable à l'installation d'établissement humain. La vallée est connue par ses cinq "ksour" historiques d'un caractère architectural et paysager exceptionnel qui lui ont valu le classement par l'UNESCO, en 1982, comme patrimoine mondial(1). Trois éléments marquent ce patrimoine ; les "ksour" et leurs murailles "Al-Atteuf (1012), Bounoura (1046), Ghardaïa (1053), Melika (1124) et Beni Isguen (1347)"(2). Les palmeraies et les demeures d'été qui s'y trouvent et les cimetières. Par Ailleurs, l'UNESCO, sur son site officiel, atteste que : "La vallée du M'Zab forme un ensemble homogène extraordinaire constituant la marque, dans le désert, d'une civilisation sédentaire et urbaine porteuse d'une culture originale qui a su, par son génie propre, préserver sa cohésion à travers les siècles… Une architecture vernaculaire qui, par sa parfaite adaptation au milieu et par la simplicité de ses formes, garde une valeur d'exemple et d'enseignement pour l'architecture et l'urbanisme contemporains(3).

Ainsi, la région est connue par une architecture particulière qui a inspiré tant d'architectes ; comme Le Corbusier, Ravereau, et Fernand Pouillon. Une architecture pensée de sorte à s'adapter avec les dures conditions climatiques de la région. Car dans un environnement comme celui du M'Zab, tout le génie humain est orienté pour assurer un certain niveau de confort climatique à l'intérieur des habitations. Pour y arriver, un ensemble de dispositifs passifs ont été mis en place.

Il s'agit dans cette intervention d'élucider comment l'architecture vernaculaire mozabite peut être utile dans le domaine des énergies renouvelables. Pour ce faire, de multiples questionnements seront nécessaires : Alain Farel signale dans l'avant-propos de son livre bâtir éthique et responsable ; "La tradition et le bon sens contiennent beaucoup de qualités, mais est-ce suffisant ? Faut-il s'en contenter ad vitam aeternam dans un monde qui évolue de plus en plus vite ?"(4) Donc, somme nous capables de faire évoluer les principes de l'architecture traditionnelle en de solutions contemporaines (en matière des performances énergétiques) que nous pourrons confronter aux exigences actuelles ? Sans autant les considérer comme des "alternatives prêtes à être consommées"(5). Mais plutôt comme un héritage "constamment revisité, réinterprété et réapproprié"(6).

Il s'agit donc d'étudier le côté bioclimatique de l'habitat traditionnel mozabite(7). Nous traiterons des différentes mesures ; de captage et de protection solaire, de ventilation, d'inertie thermique, le choix des matériaux de construction... etc. Ainsi que le mode de vie particulier adopté dans une tentative d'adaptation climatique.

Pour atteindre nos objectifs, nous adopterons une approche, qualitative. Ainsi les outils mobilisés pour le recueil et l'analyse des données sont en premier lieu la recherche documentaire, la consultation d'archives et de fonds cartographiques, essentiellement ceux de l'office de la promotion de la vallée du M'Zab (OPVM). Ainsi que recensions et lectures d'études spécialisées et les ouvrages traitant de la question. Cette recherche documentaire a pour objectif, entre autres, la mise en place d'un cadre théorique du sujet. Nous serons particulièrement soucieux de croiser différents types d'approches et de perspectives sans pour autant nous éloigner du "terrain" et oublier de mobiliser nos compétences d'architecte. Nous avons également mobilisé d'autres outils ; l'observation.

2 - L'adaptation climatique à l'échelle urbaine :

Chaque ksar est installé sur un piton rocheux surplombant la vallée. D'un côté, cette situation offre une vue "rayonnante"[8] d'un intérêt défensif. D'un autre côté, son implantation tenue à l'écart de la terre et de l'eau permet la préservation des ressources hydriques et des sols fertiles pour l'activité agricole[9]. Le choix du site permet également la protection du ksar des inondations de l'Oued.

Au cours des siècles et avec l'amélioration des conditions sécuritaires, la zone occupée par les mozabites s'est agrandie avec des extensions sur les parties basses de la butte d'où l'apparition des maisons de la palmeraie[10]. Saïd Mazouz qualifie cette implantation "d'un agrosystème"[11] harmonieux et judicieusement pensé, intégrant "la triptyque, bâti - palmeraie - eau"[12] dont la topographie du site impose une dialectique particulière dans le rapport entre ces trois éléments[13]. La palmeraie avec son eau et sa végétation crée un microclimat rafraichissant.

Une des manières avec laquelle les mozabites ont pu préserver leur écosystème et gérer efficacement leurs ressources était la limitation du développement du ksar[14]. Elle est faite de façon à ce qu'il y'ait une certaine concordance entre l'espace bâti et "les capacités nourricières du territoire"[15]. Lorsque le ksar n'est plus en mesure de répondre aux besoins de la croissance démographique, il se multiplie. La limitation de la surface des ksour a entrainé une forte densité et a diminué le risque d'exposition aux conditions climatiques.

Le ksar est sous forme de groupement radioconcentrique. La forme urbaine compacte du ksar est conçue dans un esprit d'économie de foncier ainsi que pour se protéger des vents dominants et des vents de sable. Les maisons du ksar sont accolées les unes contre les autres avec une occupation totale de la parcelle. Cette conception de l'espace urbain entraine une introversion de l'espace habité et rend l'habitation protégée de

toute insolation ou effet de nuisance sonore et climatique. En effet, la maison n'a pas de façades donc, pour garantir le minimum d'éclairage et d'aération, elle s'ouvre vers l'intérieur sur un patio. Ainsi cette composition architecturale horizontale et introvertie est prévue pour mieux s'adapter aux conditions climatiques rigoureuses.

Les rues, ruelles et impasses sont régies par une hiérarchisation spatiale ; du public au semi-public puis à l'espace privé devant l'entrée de la maison. Elles ont aussi une hiérarchie d'éclairement naturel, par l'ombrage qu'elles donnent et leur intimité(16). Cet effet crée une barrière psychologique chez les étrangers pour les avertir qu'ils ne sont pas les biens venus dans cet espace. Les ruelles sont étroites et sinueuses, créent de l'ombre et minimisent l'exposition aux rayonnements solaires. Le rapport entre la hauteur des constructions et la largeur des rue et ruelle renforce encore plus se principe.

La conception des ruelles permet de retenir l'air frais de la nuit par le rétrécissement de celle-ci, ce qui crée l'effet venturi "il se produit lorsque la disposition des bâtiments forme un collecteur de flux, le rétrécissement du passage a pour effet d'augmenter la vitesse pour un débit identique. Cet effet provoque l'accélération de l'air même lorsque les vents sont faibles, participe de manière non négligeable à la ventilation de la rue et des habitations"(17). Cette configuration fait diminuer la pression du vent et en augmente la vitesse d'où un flux important qui provoque la ventilation. Si des ruelles ne bénéficient pas de la protection des constructions, dans ce cas, elles sont couvertes pour garantir l'ombrage qu'il faut. Les décalages de ruelles dues à la forme organique du ksar créent des coupes vents de manière continuelle, ce qui engendre une variation de pressions et de favoriser en conséquence la ventilation. En outre, les formes aérodynamiques dans les constructions protègent également des vents dominants, ces formes dirigent les vents, évitent l'érosion et assurent la fluidité de la circulation.

3 - L'adaptation climatique à l'échelle architecturale :

Le confort thermique est un des éléments les plus recherchés dans la maison mozabite et un de ses succès, car "la température ambiante intérieure y dépasse rarement les 30 °C en été, et ne descend pas en dessous de 15 °C la nuit en plein hiver, le tout sans technologie complexe"[(18)]. Cela est rendu possible grâce à un ensemble de dispositifs passifs et une organisation particulière de l'utilisation des espaces :

1. L'orientation :

La majorité des constructions du ksar sont orientées selon l'axe sud-est, nord-ouest, car c'est envers le Sud-est que la mosquée est orientée "vers la qibla/la Mecque" même, les habitations. En outre les portiques du premier étage (cette partie de la maison est la plus ouverte vers l'extérieur donc exposé aux conditions climatiques). De la maison sont orientés au Sud-Est. Il est connu que l'orientation optimale d'une façade est le sud géographique[(19),] car celle-ci reçoit le plus de rayonnement solaire durant l'hiver[(20)]. Le soleil étant bas dans le ciel, il pénètre profondément dans la maison et la chauffe. Cela est très bénéfique, vu l'absence d'un système de chauffage dans la maison mozabite. En été, la façade sud reste la meilleure orientation, car elle est la plus facile à protéger (le masque, dans notre cas est la galerie "d'ikomar" dont le rôle est d'atténuer l'intensité des rayons solaires par l'ombre qu'elle procure et garantir un espace de circulation assez confortable), car le soleil est haut dans le ciel donc ses rayons perpendiculaires n'entrent pas à l'intérieur de la maison qui reste à l'abri.

2. La forme de l'enveloppe :

L'enveloppe est le support des gains et des déperditions dans une bâtisse. La diminution de la surface de l'enveloppe entraine systématiquement la réduction de la quantité des échanges. La maison mozabite, en allant dans le principe de densification, a l'impression d'être serrée sur elle-même (une maison mozabite ne dépasse généralement pas 100 m² de

surface). Elle n'a pratiquement pas de façade à part celle de l'entrée, cette fermeture de la maison sur elle-même entraine une limitation "des fluctuations du confort intérieur dû aux phénomènes extérieurs"(21). En outre, la mitoyenneté "permet un minimum de perte de chaleur en hiver et un minimum de gain en été"(22). En résumé, le principe régnant dans la maison mozabite est d'avoir le minimum de contact avec l'espace extérieur.

3. Les ouvertures :

La maison mozabite est introvertie sur son patio couvert. Les fenêtres sur l'extérieur sont pratiquement inexistantes sinon limitées aux justes besoins de lumière(23). Cette pratique n'est pas justifiée uniquement pour des raisons d'intimité, mais aussi parce qu'il "faut réduire au minimum les entrées solaires"(24) afin de minimiser la surface de contact avec l'environnement et d'assurer un "intérieur frais et sombre"(25). La seule grande ouverture qui existe, c'est la porte, elle est laissée généralement ouverte pour assurer la ventilation. Le peu d'ouvertures existantes est généralement localisé en haut dans le mur (elles sont percées le haut du mur de façon à ne voir qu'en étant debout ainsi que pour renforcer la ventilation). Si le besoin de plus de lumière s'impose, les mozabites utilisent les puits de lumière. Une manière d'éclairage indirect introduite dans la volonté de bénéficier de la lumière naturelle sans autant être exposé aux rayons solaires.

4. La ventilation naturelle :

Dans une région chaude comme le M'Zab, la ventilation est d'une importance cruciale, car elle participe au rafraichissement des espaces. La circulation de l'air est activée grâce à la disposition ingénieuse des ouvertures ainsi que leurs dimensions. "Les ouvertures doivent se trouver en face l'une de l'autre et celle par laquelle l'air pénètre doit être plus petite que celle de sortie"(26).

Une fois la nuit tombée au M'Zab, la température de l'air extérieure étant plus basse que celle de la maison, il suffit alors d'ouvrir le "chebeq" du patio et les quelques ouvertures percées

dans le mur pour activer une circulation de l'air par effet thermosiphon[27]. La position du "chebeq" dans le point le plus haut permet l'évacuation rapide de l'air chaud vu que celui-ci a tendance à monter contrairement à l'air froid qui descend. Le patio reste de ce fait l'endroit le plus frais à l'intérieur de la maison[28]. L'autre intérêt de la ventilation c'est la décharge de l'énergie amassée dans les murs, ces derniers étant de forte inertie thermique, il est indiqué de les ventiler surtout durant la nuit quand la température est relativement basse.

5. L'humidification de l'air :

Malgré l'ingéniosité des mozabites dans les techniques d'adaptation climatique, certes, ils ne disposent pas d'un système d'humidification tel le "malquaf" (un système de ventilation et d'humidification de l'air, une sorte de cheminée orientée de façon à exploiter les vents, elle est répondue ou Machrek "les pays de l'Est comme l'Iran"). Cela est dû probablement à la proximité de la palmeraie du ksar, qui crée un microclimat. En revanche dans les périodes de canicule, les occupants disposent de jarres d'eaux poreuses disposées devant les entrées d'air. L'eau absorbe une partie de la chaleur de l'air et le rafraîchit.

6. Le patio ou amass an tiddar :

La maison mozabite est issue de sa précédente "maison d'isedraten". Ces maisons étaient encore conçues sous le modèle méditerranéen avec un patio à ciel ouvert comme celle de Fès et des médinas du Nord. Mais ce n'est qu'au M'Zab qu'elle est devenue vraiment saharienne[29]. L'innovation effectuée c'est de couvrir le patio par le "le chebeq"[30] donc de diminuer l'intensité des rayons solaires et à entrainer la création d'un nouvel espace ; la terrasse à galerie nommée Tigharghart, caractéristique de la maison mozabite.

Le patio permet un éclairage zénithal minimal des pièces du rez-de-chaussée. Il est aussi utilisé comme "un régulateur climatique"[31] ; en été, "le chebeq" est couvert durant la journée pour empêcher les rayons solaires de pénétrer à la maison.

Pendant la nuit, il est ouvert pour permettre la sortie de l'air chaud de la maison et la pénétration de l'air extérieur plus frais, dans ce cas il joue le rôle d'une "cheminée de ventilation"(32).

En hiver c'est l'inverse qui se produit, "le chabeq" est fermé durant la nuit pour se protéger du froid et ouvert le jour pour tirer profil de la chaleur du soleil. Ses dimensions, relativement petites, permettent d'un côté de minimiser l'entrée du soleil et de l'autre piéger à l'intérieur la masse d'air frais qui rentre durant la nuit et la restituer lentement sur les pièces adjacentes le long de la journée(33). Le patio participe aussi à l'accélération de la ventilation ; celle-ci est assurée grâce aux courants d'air qui s'installent entre l'ouverture du patio et la porte d'entrée ouverte ou les quelques ouvertures aménagées en façade.

7. L'inertie thermique des parois :

L'inertie thermique est l'ensemble "des caractéristiques thermophysiques d'un bâtiment qui le font résister à la variation des flux d'énergie (ou de chaleur) qui s'exerce sur lui"(34). C'est grâce à l'inertie thermique que la durée du transfert de la chaleur d'un milieu extérieur à un autre intérieur est retardée. Elle dépend essentiellement des matériaux de construction utilisés et de l'épaisseur des murs. Cette inertie "ralentit l'entrée de la chaleur le jour et la restitue la nuit, quand elle est bénéfique", elle "rend aussi la ventilation plus efficace"(35).

Les mozabites ont su utiliser cette caractéristique pour maintenir une température moyenne journalière et effacer les fluctuations extrêmes du climat. Grâce à la conception de murs qui pouvaient absorber le maximum de chaleur durant la journée et éviter le réchauffement de l'ambiance intérieur. La nuit en favorisant la ventilation par le "chebeq", les murs refroidissent et rechargent leur masse de fraicheur en restituant cette chaleur or qu'il fait plus froid(36).

Une fois le jour lever la fraicheur reste piégée à l'intérieur grâce à l'inertie élevée. Les murs servent d'accumulateurs et de transfert d'énergie entre le jour et la nuit en limitant les

variations de températures de l'air ambiant[37]. Pour cette raison, le rez-de-chaussée et la cave sont les plus frais le jour, car, non seulement ils bénéficient de l'inertie des murs, mais aussi de celle du sol.

8. Les teintures utilisées :

Les couleurs blanches, pastelles et claires utilisées dans les maisons mozabites sont les mieux adaptées au climat, car elles réfléchissent environ 100 % des rayons solaires avec un taux d'absorption minimal, dans ce cas la paroi chauffe moins. À l'intérieur des habitations, une couleur blanche aide à mieux répartir la lumière, une chose importante, vu le faible nombre d'ouvertures percées.

9. Nomadisme quotidien et saisonnier :

Le nomadisme quotidien et saisonnier à l'intérieur de la maison est une des méthodes d'adaptation climatique. Il est défini par Ammar Bennadji (voir la bibliographie) comme suite : "le nomadisme dans ce cas est utilisé pour qualifier l'occupation partielle de la maison dans certaines périodes, un déménagement vers un autre espace considéré plus confortable dans un moment donné de la journée ou dans une saison". Ainsi, en hiver, le premier étage est le plus fréquenté, celui-ci est plus chaud grâce aux portiques "d'Ikomar" qui permettent aux rayons solaires de pénétrer et de le chauffer. Quant à la terrasse, qui est un espace féminin d'origine, certes elle est utilisée lors des chaudes nuits d'été comme chambre à coucher. Ses acrotères sont suffisamment hauts pour assurer l'intimité des occupants ainsi que celle des voisins. En été, le rez-de-chaussée et la cave - pour les plus aisés -, étant les espaces les plus frais durant la journée, ils sont utilisés comme espace de vie, la cave bénéficie d'une humidité relative plus élevée que le reste de la maison[38]. La cuisine est la principale source de chaleur "apports internes"[39], ce qui fait que celle du rez-de-chaussée n'est utilisée qu'en hiver où elle permet entre-temps de chauffer la maison, mais dès que la chaleur se fait sentir l'espace cuisine est transporté à l'étage

durant toute la saison estivale.

Les gens les plus aisés disposent d'une maison dans la palmeraie. Ils quittent le ksar à partir du mois de juin pour y passer la période de la canicule. L'environnement de la palmeraie est nettement plus frais et confortable dû au microclimat que la végétation offre. Cette migration vers les résidences de la palmeraie vient aussi à la période de la cueillette des dattes, ce qui rend leur séjour à la palmeraie bénéfique, car il facilite le travail des champs. Par ailleurs, il est important d'évoquer que les mozabites "mangent et dorment à même le sol, bien qu'ils sachent faire de magnifiques meubles en bois"(40). Ce comportement n'est pas dû au manque de civisme ou de modernité(41), mais plutôt une technique d'adaptation climatique, car ils ont su que dans leur climat "le confort vient du sol"(42); celui-ci maintenait une température de 15 °C durant toute l'année.

10. L'économie d'énergie :

La maison mozabite ne dispose d'aucune isolation, aucun chauffage, aucune étanchéité d'air (les ouvertures de la maison mozabite ne possèdent pas une menuiserie, c'est uniquement des ouvertures perforées dans le mur, qu'on peut facilement boucher lors des nuits froides ou du vent de sable), aucune ventilation électrique, aucune climatisation(43). La seule source d'énergie disponible était le soleil et le bois du palmier, ce dernier était utilisé avec modération et seuls les palmiers morts étaient utilisés. Malgré ça, le mozabite a pu concevoir une ambiance vivable avec une utilisation optimale de l'énergie solaire, car même dans une région chaude comme le M'Zab le soleil est recherché par tous.

11. Matériaux de construction :

Les matériaux utilisés sont issus du site, ce qui leur donne deux caractéristiques. D'un côté, "ils assurent l'intégration de la forme bâtie à son site par le biais de l'harmonie chromique"(44), vu qu'ils sont extraits sur place. Cela implique une concordance

générale entre le bâtiment et son site d'implantation ainsi qu'avec le paysage général[45]. D'un autre côté, garantir une concordance entre le climat du lieu et "les propriétés thermo-physique"[46] du matériau. Elles sont un élément fondamental du confort thermique, car elles permettent au matériau de "transmettre l'onde de chaleur avec un amortissement important et plusieurs heures plus tard quand la température extérieure aura chuté"[47].

En outre, les matériaux extraits in situ ne demandent aucune énergie pour leur extraction, transport, et mise en œuvre. Ils n'entrent dans aucun processus de transformation industrielle[48] donc ils ne contiennent pas de polluants, ce qui garantit ainsi qu'ils ne sont pas nocifs pour la santé durant toutes les étapes ; fabrication, utilisation et mise en place[49]. Une fois la maison démolie, une grande partie des matériaux comme la pierre, le bois (poutres et solives) sont récupérés et réutilisés[50] donc recyclables. Ce qui implique un coût global minimum et sans impact sur l'environnement.

Le matériau, généralement, utilisé pour la construction d'une maison est la pierre. Une roche calcaire qui constitue le site de la vallée, extraite, sauvant du sol même d'implantation sous différentes formes et tailles. Elle est utilisée, sans la tailler, pour les murs, les piliers, les planchers, les arcs et les voûtes[51]. Les Mozabites utilisent également les briques crues ; en terre argileuse, combinée parfois, avec de la paille pour une meilleure cohésion. Elles sont fabriquées sur place, séchées au soleil et elles ne nécessitent aucune énergie à part l'effort humain pour leur fabrication et mise en œuvre. En fin de vie, les briques peuvent être mouillées, retravaillées et réutilisées ou tout simplement abandonnées sur le site sans qu'elles n'engendrent aucun impact nocif sur l'environnement.

Ils utilisent aussi la "Timchent", un plâtre typique de la région, obtenue d'un gisement de gypse disponible à environ 1 m de profondeur. Après l'extraction de la matière première, elle est

cuite dans un four semi-enterré fonctionnant avec du bois et d'autres sortes de déchets. Après 24 heures de cuisson, la pierre devient tendre, elle est nettoyée puis préparée à la consommation. Ce matériau est caractérisé d'une couleur blanche grisâtre, utilisée comme enduit et liant. En revanche, il présente quelques anomalies, d'un côté son billant Carbonne, est positif, il demande un combustible ; le bois, mais celui-ci est une source renouvelable. D'un autre côté, beaucoup de gisements utilisés pour la fabrication de cette matière "sont maintenant épuisés"(52).

Pour la construction, les mozabites utilisent également la chaux, dont la matière première est disponible de manière abondante dans la région, son extraction est facile, vu sa disponibilité dans les couches superficielles(53). Certes, la roche nécessite une calcination dans un four, par un procédé identique à celui de "Timchent", mais sollicite cinq à six fois plus de bois(54). Ils utilisent aussi le bois, principalement celui du palmier, mais aussi d'autres types disponibles dans les palmeraies comme l'acacia, le bois des arbres fruitiers. Il est utilisé "entièrement"(55), avec rationalité et exceptionnellement pour la structure et les portes d'entrée ; une lourde porte en bois de palmier, malgré la richesse de la région en bois de palmiers. Par ailleurs, il est strictement interdit de couper un arbre si celui-ci n'est pas mort, cet acte est considéré comme "détruire l'oeuvre de Dieu"(56). Avant son utilisation, le bois est solidifié au soleil et n'est traité avec aucun autre produit.

Conclusion :

L'habitat mozabite est un cas révélateur de l'adaptation des architectures traditionnelles. Développés dans un contexte de fortes contraintes, leurs constructeurs ont pu, malgré tout, transformer une vallée hostile en un lieu vivable, relativement confortable, répondant ainsi aux besoins de leur communauté durant mille ans. Cela avec le peu de ressources naturelles disponibles sur le site et grâce au développement de techniques affinées avec le temps et l'expérience. Ils ont mis au point une

architecture climatique adaptée à l'environnement.

Concernant leur philosophie de bâtir, André Ravereau signale que "Les constructeurs Mozabites ce sont imposés de ne mettre en œuvre que ce qui était nécessaire à l'élémentaire équilibre de leurs constructions… tous les éléments constructifs du M'Zab permettent toujours de se référer à une démarche objective"(57) et la une des caractéristiques fondamentales de cette architecture.

L'étude de l'architecture mozabite devient ainsi intéressante, en terme de logique d'implantation, d'utilisation économe des ressources, des techniques d'adaptation climatiques ainsi que l'interprétation spatiale d'un contexte culturel et social particulier. Sa durabilité réside dans sa possibilité de s'adapter à un contexte, à un environnement naturel et humain déterminé, en exploitant au mieux ce qui est localement disponible, pour atteindre le maximum de confort possible. Une ingéniosité qui lui a permis de survivre mille ans et rester fonctionnelle jusqu'à nos jours. Elle représente une bonne leçon d'architecture, une mine d'enseignements et une réserve de solutions efficaces du point de vue de la soutenabilité. Elle mérite, alors, d'être revisitée et développée pour résoudre les questions de l'époque contemporaine. De ce fait, ce patrimoine vernaculaire gagne alors de l'intérêt et devient d'une vraie utilité d'exemplarité pour répondre à des problématiques de la vie contemporaine.

En revanche, il faut avoir à l'esprit que l'architecture traditionnelle n'offre en aucun cas des solutions prêtes à être utilisées. Elle ne peut pas être considérée comme une alternative de l'architecture et des techniques contemporaines ni comme un catalogue de solutions prêtes à être reproduites à l'identique. Mais plutôt comme un héritage "constamment revisité, réinterprété et réapproprié". Car le rythme du développement, le mode de vie de notre époque conditionnent de nouveaux besoins, les moyens dont on dispose permettent d'utiliser de nouveaux procédés qui devront être confrontés aux pratiques

traditionnelles.

Notes :

1 - Les critères d'inscription de la vallée du M'Zab dans le patrimoine mondial sont le critère (ii) : les ensembles anthropiques de la vallée du M'Zab témoignent, par leur architecture puissamment originale datant du début du XI^{e} siècle et par la rigueur de leur organisation, d'un modèle original exceptionnel d'implantation pour les établissements humains de l'aire culturelle du Sahara central. Ce modèle d'habitat a exercé une influence considérable pendant près d'un millénaire sur l'architecture et l'urbanisme arabes, y compris sur les architectes et urbanistes du XX^{e} siècle, de Le Corbusier à Fernand Pouillon et André Raverau.

2 - Ksar (pluriel Ksour), un village saharien souvent fortifié et/ou aggloméré à fonction caravanière. Cf, Maria Gravari Barbas : Habiter le patrimoine, enjeux, approche, vécu, Presse universitaire de Rennes, Rennes 2005, p. 415.

3 - Le site de l'UNESCO : http://whc.unesco.org/fr/list/188

4 - Alain Farel : Bâtir éthique et responsable, Ed. Moniteur, Paris 2007, p. 11.

5 - Ibid.

6 - Ibid.

7 - En termes de démarche globale, il n'existe pas dans l'architecture mozabite de différences entre une mosquée, une école ou une maison... etc. C'est les mêmes techniques, procédés et matériaux utilisés pour toutes ces catégories. En revanche, les différences constatées sont dues au programme, la fonction et au site ; la topographie du terrain et sa position dans le ksar.

8 - Marc Côte : Une ville remplit sa vallée Ghardaïa, Revue Méditerranée, Tome 99, N° 34, France 2002, p. 107.

9 - Marc Côte : La ville et le désert le bas-Sahara algérien, Ed. Iremam-Karthala, Paris et Aix-en-Provence 2005, p. 123.

10 - Marc Côte : Une ville remplit sa vallée Ghardaïa, p. 107.

11 - Marc Côte : La ville et le désert le bas-Sahara algérien, p. 123.

12 - Ibid., p. 124.

13 - Ibid.

14 - Ammar Bouchair: Decline of urban ecosystem of M'Zab valley, building and environment, 39, 2004, pp. 719-732.

15 - Nassima Dris : Patrimoine et développement durable ressources, enjeux, lien social, Presses universitaires de Rennes, Rennes 2012, p. 162.

16 - Marc Côte : La ville et le désert le bas-Sahara algérien, p. 191.

17 - Voir, http://www.gramme.be/unite9/pmwiki/pmwiki.php

18 - Armand Dutreix : Bioclimatisme et performances énergétiques des bâtiments, Ed. Eyrolles, Paris 2010, p. 28.

19 - Samuel Courgey et Jean-Pierre Oliva : La conception bioclimatique des maisons confortable et économiques, Ed. Terre vivante, Mens 2006, p. 130.
20 - Ibid., p. 44.
21 - Mohammed Chabi : Le Ksar de Tafilelt dans la vallée du M'Zab, une expérience urbaine entre tradition et modernité.
22 - Ibid.
23 - André Ravereau : Le M'Zab une leçon d'architecture, Ed. Actes Sud-Sindbad, Arles 2003, p. 139.
24 - Pierre Fernandez et Pierre Lavigne : Concevoir des bâtiments bioclimatiques, fondements et méthodes, Ed. Le Moniteur, Paris 2009, p. 342.
25 - Catherine et Pierre Donnadieu & Henriette et Jean Marc Didillon : Habiter le désert, les maisons mozabites, Ed. Pierre Mardaga, Bruxelles 1986, p. 110.
26 - Plemenka Supic : L'aspect bioclimatique de l'habitat vernaculaire, p. 33.
27 - Pierre Fernandez et Pierre Lavigne : op. cit., p. 263.
28 - Armand Dutreix : op. cit., p. 28.
29 - André Ravereau : op. cit., p. 97.
30 - Ibid., p. 146.
31 - Voir, Ammar Bouchair: Decline of urban ecosystem of M'Zab valley.
32 - Mohammed Chabi et Mohammed Dahli : Une ville nouvelle saharienne sur les traces de l'architecture traditionnelle. ww.ummto.dz
33 - Plemenka Supic : op. cit., p. 32.
34 - Jean-Louis Izard : Architectures d'été construire pour le confort d'été, Ed. Edisud, Aix-en-Provence 1993, p. 68.
35 - Pierre Fernandez et Pierre Lavigne : op. cit., p. 342.
36 - Armand Dutreix : op. cit., p. 28.
37 - Ibid., p. 29.
38 - Marcel Mercier : La civilisation urbaine au M'Zab, Ed. Pfister, Alger 1922.
39 - Jean-Louis Izard : Architectures d'été construire pour le confort d'été, p. 16.
40 - Armand Dutreix : Bioclimatisme et performances énergétiques des bâtiments, p. 28.
41 - Rémi Baudouï et Philippe Potie : André Ravéreau, l'atelier du désert, Ed. Parenthèses, Marseille 2003, p. 113-118.
42 - Armand Dutreix : op. cit., p. 28.
43 - Ibid.
44 - Marc Côte : La ville et le désert le bas-Sahara algérien, p. 193.
45 - Brahim Benyoucef : Le M'Zab espace et société, IBD, Alger 1992, p. 136.
46 - Marc Côte : op. cit., p. 196.
47 - Ibid.
48 - Friedrich Kur : L'habitat écologique, quels matériaux choisir ? Ed. Terre

vivante, Mens 2000, pp. 13-14.
49 - Ibid., p. 53.
50 - Catherine et Pierre Donnadieu & Henriette et Jean Marc Didillon : Habiter le désert, les maisons mozabites, p. 90.
51 - Brahim Benyoucef : op. cit., p. 137.
52 - Catherine et Pierre Donnadieu & Henriette et Jean Marc Didillon : op. cit., p. 88.
53 - Site officiel de l'OPVM, voir, http://www.opvm.dz
54 - Catherine et Pierre Donnadieu & Henriette et Jean Marc Didillon : op. cit., p. 88.
55 - Ibid.
56 - Ibid.
57 - André Ravereau : Le M'Zab une leçon d'architecture, p. 153.

Références :

1 - Barbas, Maria Gravari : Habiter le patrimoine, enjeux, approche, vécu, Presse universitaire de Rennes, Rennes 2005.
2 - Baudouï, Rémi et Philippe Potie : André Ravéreau, l'atelier du désert, Ed. Parenthèses, Marseille 2003.
3 - Benyoucef, Brahim : Le M'Zab espace et société, IBD, Alger 1992.
4 - Bouchair, Ammar: Decline of urban ecosystem of M'Zab valley, building and environment, 39, 2004.
5 - Bouchair, Ammar: Decline of urban ecosystem of M'Zab valley.
6 - Chabi, Mohammed : Le Ksar de Tafilelt dans la vallée du M'Zab, une expérience urbaine entre tradition et modernité.
7 - Côte, Marc : La ville et le désert le bas-Sahara algérien, Ed. Iremam-Karthala, Paris et Aix-en-Provence 2005.
8 - Côte, Marc : Une ville remplit sa vallée Ghardaïa, Revue Méditerranée, Tome 99, N° 34, France 2002.
9 - Courgey, Samuel et Jean-Pierre Oliva : La conception bioclimatique des maisons confortable et économiques, Ed. Terre vivante, Mens 2006.
10 - Donnadieu, Catherine et al.: Habiter le désert, les maisons mozabites, Ed. Pierre Mardaga, Bruxelles 1986.
11 - Dris, Nassima : Patrimoine et développement durable ressources, enjeux, lien social, Presses universitaires de Rennes, Rennes 2012.
12 - Dutreix, Armand : Bioclimatisme et performances énergétiques des bâtiments, Ed. Eyrolles, Paris 2010.
13 - Dutreix, Armand : Bioclimatisme et performances énergétiques des bâtiments.
14 - Farel, Alain : Bâtir éthique et responsable, Ed. Moniteur, Paris 2007.

15 - Fernandez, Pierre et Pierre Lavigne : Concevoir des bâtiments bioclimatiques, fondements et méthodes, Ed. Le Moniteur, Paris 2009.
16 - Izard, Jean-Louis : Architectures d'été construire pour le confort d'été, Ed. Edisud, Aix-en-Provence 1993.
17 - Kur, Friedrich : L'habitat écologique, quels matériaux choisir ? Ed. Terre vivante, Mens 2000.
18 - Mercier, Marcel : La civilisation urbaine au M'Zab, Ed. Pfister, Alger 1922.
19 - Ravereau, André : Le M'Zab une leçon d'architecture, Ed. Actes Sud-Sindbad, Arles 2003.
20 - Supic, Plemenka : L'aspect bioclimatique de l'habitat vernaculaire.