
| RESEARCH ARTICLE

Bioclimatic potential and sustainable materials in vernacular architecture in Tunisia. Study sites: Matmata and Takrouna

Potentialités bioclimatiques et matériaux durables dans l'architecture vernaculaire en Tunisie. Support d'études: Matmata et Takrouna

Khaoula Ben Cheick Souguir

Architecte. Docteur en Esthétiques et pratiques des arts, Enseignante contractuelle à l'université de Kairouan, Tunisie

Corresponding Author: Khaoula Ben Cheick Souguir, **E-mail:** souguirkhaoula@yahoo.fr

| ABSTRACT

Vernacular architecture in Tunisia is a living and evolving heritage of traditional skills. It exemplifies intrinsic bioclimatic strategies and the use of sustainable local materials adapted to climatic and territorial constraints. Faced with contemporary challenges related to climate change, resource scarcity, and the energy consumption of the building sector, Tunisian vernacular architecture serves as an empirical benchmark for bioclimatic design and sustainable construction. Born from a long process of adaptation to environmental constraints, this architecture is based on a deep understanding of the climate, topography, and local resources, resulting in simple and energy-efficient building forms. Through the analysis of the cases of Matmata (Southeast) and Takrouna (North-Central), this article explores how traditional forms of housing leverage geological, topographical, and climatic contexts to optimize thermal comfort, reduce energy consumption, and integrate buildings into their socio-ecological environment.

L'architecture vernaculaire en Tunisie, est un héritage vivant et successif des savoir-faire. Elle illustre des stratégies bioclimatiques intrinsèques et l'usage de matériaux locaux durables adaptés aux contraintes climatiques et territoriales. Face aux enjeux contemporains liés au changement climatique, à la raréfaction des ressources et à la consommation énergétique du secteur du bâtiment, l'architecture vernaculaire Tunisienne constitue une référence empirique en matière de conception bioclimatique et de durabilité constructive. Issue d'un long processus d'adaptation aux contraintes environnementales, cette architecture repose sur une connaissance fine du climat, du relief et des ressources locales, traduite par des formes bâties sobres et énergétiquement performantes. À travers l'analyse des cas de Matmata (Sud-Est) et de Takrouna (Nord-Centre), cet article explore comment les formes traditionnelles d'habitat tirent parti des contextes géologiques, topographiques et climatiques pour optimiser le confort thermique, réduire les consommations énergétiques et intégrer les constructions dans leur environnement socio-écologique.

| KEYWORDS

L'architecture vernaculaire, stratégies bioclimatiques, matériaux locaux, durabilité constructive, Matmata, Takrouna

Vernacular architecture, bioclimatic strategies, local materials, sustainable construction, Matmata, Takrouna

| ARTICLE INFORMATION

ACCEPTED: 15 November 2025 **PUBLISHED:** 29 December 2025 **DOI:** <https://doi.org/10.61424/ijah.v3i3.639>

1. Introduction

Le secteur du bâtiment représente l'un des principaux consommateurs d'énergie et producteurs d'émissions de gaz à effet de serre à l'échelle mondiale. En Tunisie, ces enjeux sont accentués par la pression climatique, l'urbanisation rapide et la généralisation de modèles architecturaux standardisés souvent inadaptés aux contextes locaux. Dans ce

cadre, l'architecture vernaculaire apparaît comme un héritage technique et culturel offrant des réponses durables fondées sur l'adaptation au climat et l'utilisation raisonnée des ressources.

L'architecture vernaculaire en Tunisie n'est pas une simple tradition du passé mais elle incarne une intelligence constructive collective, fruit d'un long processus d'expérimentation et d'adaptation aux conditions environnementales. Cet article vise à analyser les potentialités bioclimatiques et les matériaux durables de cette architecture à travers deux contextes géographiques distincts et contrastés afin d'identifier les spécificités et les techniques exploitables dans l'architecture contemporaine.

2. Architecture vernaculaire et bioclimatisme

L'architecture vernaculaire se définit comme une production bâtie issue de savoir-faire locaux, utilisant des matériaux disponibles in situ et répondant directement aux contraintes climatiques, topographiques et culturelles.¹ Elle repose sur des principes aujourd'hui reconnus par l'architecture bioclimatique : orientation optimisée, compacité volumétrique, inertie thermique, ventilation naturelle et protection solaire. L'architecte Pierre Frey déclare que l'architecture vernaculaire est la graine qui pousse et se prolifère dans sa terre². En effet, la réussite de cette architecture émane de son intégration parfaite au site et du son respect au contexte environnemental et paysager. Le bioclimatisme, en tant qu'approche architecturale, vise à tirer parti des conditions naturelles pour assurer le confort thermique des occupants tout en réduisant les besoins énergétiques. Les architectures traditionnelles, ont intégré ces principes de manière intuitive, générant des formes bâties performantes et durables.

1: Frey pierre, pour une nouvelle architecture vernaculaire, p55

2: Ibid, p60

3. Méthodologie

La méthodologie adoptée repose sur une analyse qualitative comparative de deux cas d'étude représentatifs de l'architecture vernaculaire en Tunisie. Elle combine :

- l'analyse morphologique et spatiale des formes bâties,
- l'étude des matériaux constructifs,
- l'évaluation des stratégies bioclimatiques passives,
- une lecture contextuelle intégrant les dimensions environnementales

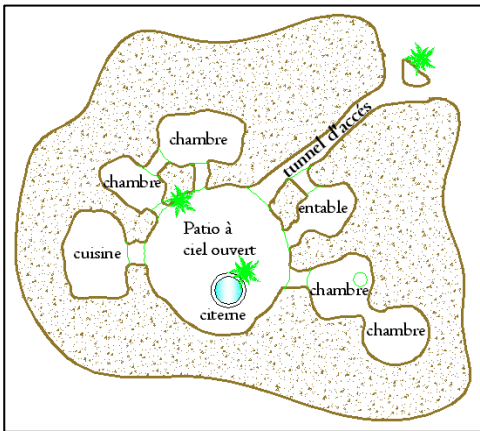
Les cas de Matmata et Takrouna ont été choisis pour leur contraste climatique, géographique et typologique, permettant une lecture transversale des stratégies d'adaptation vernaculaires.

4. Matmata : l'habitat troglodytique face au climat aride

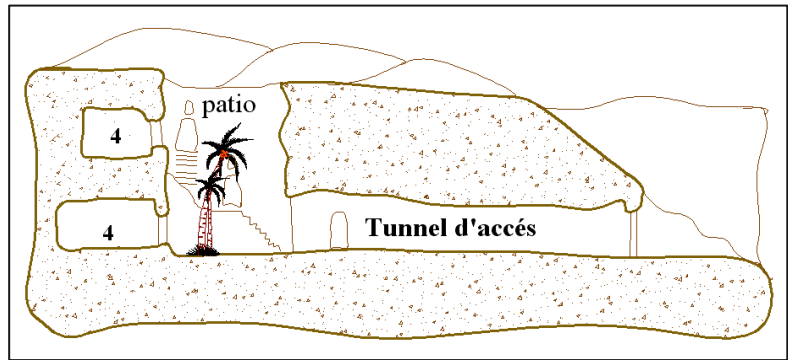
Située dans le Sud-Est tunisien, Matmata se caractérise par un climat aride marqué par de fortes amplitudes thermiques. L'habitat troglodytique, creusé dans le sol, constitue une réponse architecturale particulièrement adaptée à ces conditions extrêmes.

a- Organisation autour d'un puits-patio

Les logements s'organisent autour d'un patio circulaire excavé, distribuant les espaces de vie semi-enterrés. Cette configuration permet de bénéficier de l'inertie thermique du sol, qui agit comme un régulateur naturel de température. Les variations thermiques extérieures sont ainsi fortement atténuées, assurant une fraîcheur relative en été et une protection contre le froid en hiver.

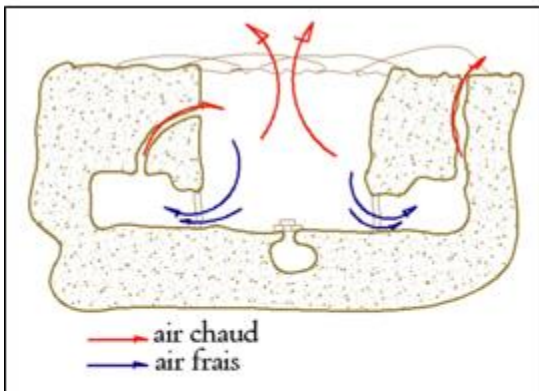


Plan d'une maison troglodyte. Auteur



Coupe sur une maison troglodyte. Auteur

La ventilation naturelle est favorisée par la différence de pression et de température entre les espaces intérieurs et le patio, tandis que l'enfouissement limite l'exposition directe au rayonnement solaire et aux vents chauds. L'utilisation exclusive de la terre comme matériau principal confère à ces habitats une parfaite intégration paysagère.



Le patio diminue sensiblement la température d'air ambiant et les vents violents chargés de poussières n'ont aucun effet sur le microclimat de ces habitations.
Source: Auteur



Le patio joue le rôle d'un régulateur thermique et un puits de lumière qui assure l'éclairage des pièces d'habitation.
Source: Auteur

b- Matériaux de constructions

La nature du matériau employé est déterminée par les ressources locales. L'habitat troglodytique de Matmata est situé dans le sol, il profite le plus du sol argileux qui permet de tailler en toute facilité toutes les formes voulues et aussi les meubles à l'intérieur des espaces habitables. On associe souvent avec cette argile limoneuse desséchée la pierre, ou le bois qui provient du Palmier ou d'Eucalyptus.

-**La pierre** est extraite de la montagne et des excavations de la maison. Elle est utilisée pour le soutènement des parois argileuses denses.

- **La chaux** produite par la cuisson de pierre calcaire. En tant que matériau, il est préparé de différentes manières suivant les usages particuliers dans la construction. Il est utilisé pour badigeonner les parois de l'habitat et les pièces d'habitations.

- **Le plâtre** est utilisé par la cuisson de la roche de Tuffé gypseuse.

- **Le gypse** est souvent utilisé parce qu'il est disponible, facile à l'emploi et économique. Sa cuisson ne demande pas une température très élevée comme celle demandée pour la cuisson de la chaux.

- **Le bois** de palmier est façonné en diverses dimensions.



Utilisation de la pierre pour le soutènement des parois argileuses. Source: Auteur



La chaux est utilisée pour donner la couleur Blanche lumineuse aux pièces d'habitation et pour différencier l'espace creusé de la roche montagneuse. Source: Auteur

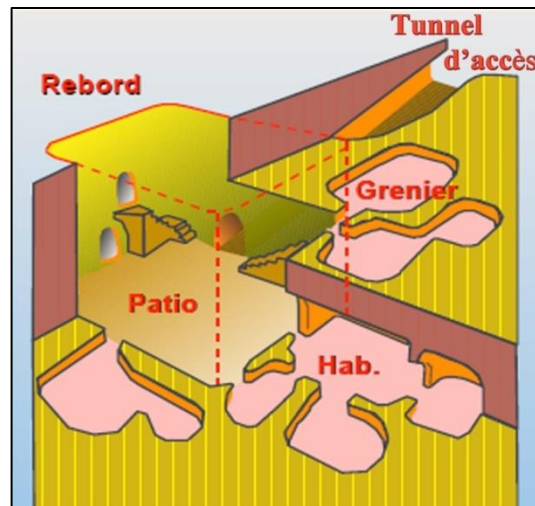


Le plâtre est utilisé pour l'ameublement. Source: Auteur

c- Etude formelle

Le troisième niveau d'adaptation, le plus fondamental, concerne l'importance de la forme de l'habitation, c'est-à-dire la répartition et la quantité des parois en contact avec l'extérieur.

Afin de limiter au maximum les fluctuations du confort intérieur dues aux phénomènes extérieurs (soleil, vent...), il est de règle de rechercher un maximum d'espaces intérieurs pour un minimum de surfaces de parois de l'enveloppe. (Surfaces exposées).¹



Espaces intérieurs de l'habitat troglodytique de Matmata. Source: Guide de l'architecture bioclimatique.

1: Alain Liébard, André de Herde; Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques: concevoir, édifier et aménager avec le développement durable; édition: Observ'ER 2006

d- Nature des parois et comportement thermique

Un autre niveau d'adaptation intéresse la gestion des rayonnements solaires et terrestres et touche à la nature même des parois, c'est-à-dire : les matériaux qui les composent, leur épaisseur et leur revêtement. Matmata se caractérise par la recherche d'une masse thermique importante et par le contrôle des rayonnements. L'inertie thermique est obtenue par le choix d'un matériau de construction qui soit massif et disponible sur place : terre, pierres, argiles.

-L'épaisseur des parois rajoute aussi aux avantages thermiques du matériau et les solutions dépendent alors des possibilités propres aux matériaux et à leur technique d'emploi. Le cas extrême est illustré par cet habitat troglodytique où la température intérieure ne varie guère de plus de quelques degrés par rapport à la moyenne annuelle.



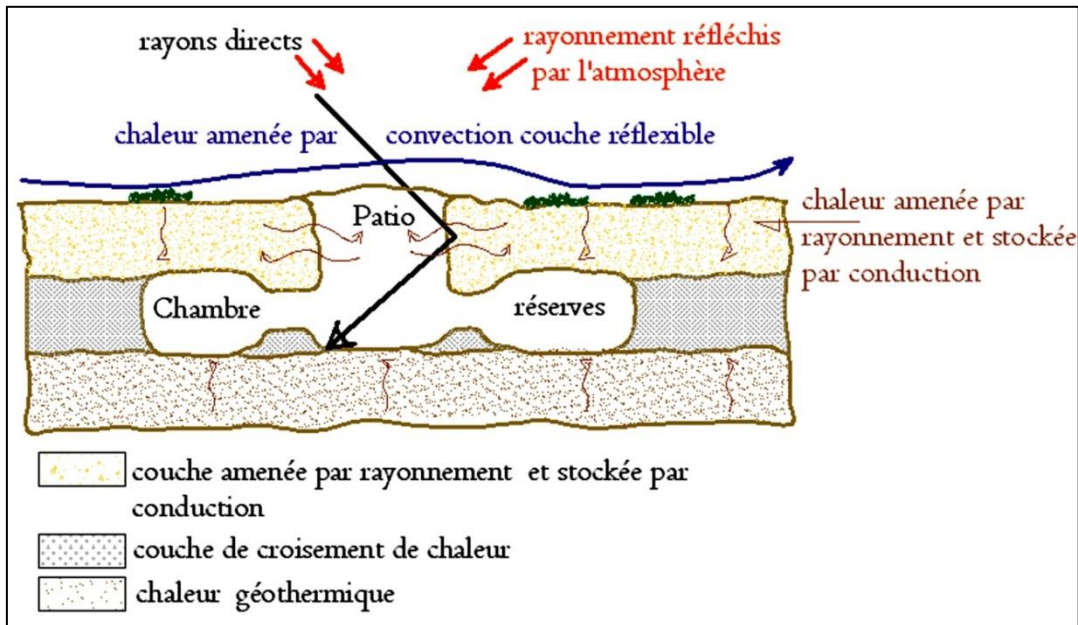
Source: Auteur

-Le comportement thermique pendant le jour

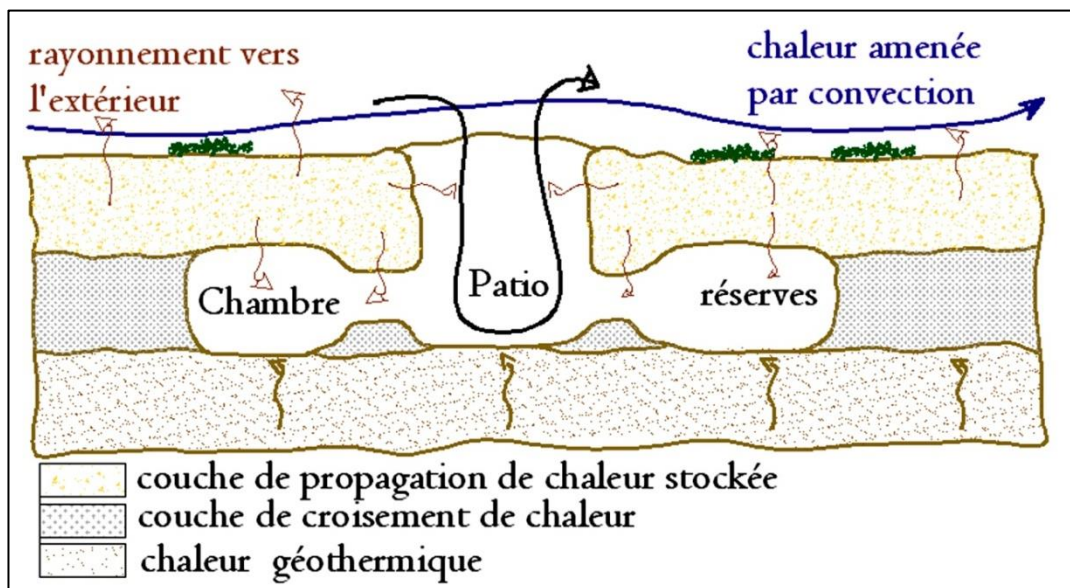
La couche superficielle accumule progressivement la chaleur amenée par le milieu extérieur, tandis que la deuxième couche se trouve encore dans sa fraîcheur. L'énergie géothermique donne à la troisième couche, une température inférieure à celle de la première et supérieure à la deuxième. La différence entre la chaleur géothermique de la 3^{ème} couche et celle du sol fait qu'on éprouve la sensation de fraîcheur dans la couche intermédiaire.

- Le comportement thermique Pendant la nuit :

La couche superficielle chauffée durant la journée rayonne une partie de sa chaleur vers l'atmosphère froide de l'extérieur et transmet une autre partie par conduction dans la couche intermédiaire avec un certain retard de phase. La différence entre la température géothermique de la couche superficielle contribue à donner à la couche intermédiaire une sensation de chaud par rapport à l'extérieur.



Comportement thermique pendant le jour. Source: Auteur



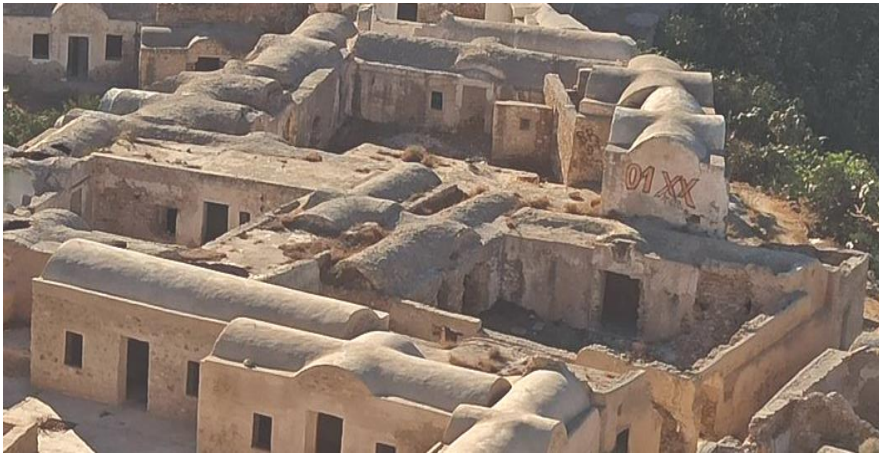
Comportement thermique pendant la nuit. Source: Auteur

5. Takrouna : une architecture vernaculaire en milieu montagneux

À l'opposé géographique de Matmata, le village de Takrouna est implanté sur une montagne du centre-est tunisien. L'architecture y est dominée par la pierre locale, utilisée pour les murs porteurs et les enveloppes bâties. La morphologie du village se caractérise par une forte compacité, réduisant les surfaces d'échange thermique avec l'extérieur. Les habitations, étroitement imbriquées, bénéficient d'une protection mutuelle contre les vents dominants et les variations climatiques. Les ouvertures sont généralement limitées et soigneusement orientées, favorisant l'éclairage naturel tout en maîtrisant les apports solaires.

a- Organisation autour d'un patio

Cette conception de la maison introvertie trouve une raison dans le climat, ainsi que dans une tradition héritée de l'antiquité et qui caractérise la plupart des habitations méditerranéennes. Il existe également deux types de maisons à patio: il y a celles qui comprennent une skifa qui offre une entrée en chicane à la maison et il y a aussi celles qui offrent une entrée directe sur le patio sans skifa.



Regroupement d'habitation avec plusieurs patio. Photo personnelle

b- Matériaux de constructions

- La pierre

Elle constitue un matériau local qui est extrait de Jbel Takrouna et des montagnes rocheuses entourant le village. On utilise la pierre calcaire tendre pour les fondations et les murs. La pierre, matériau à forte inertie thermique, joue un rôle fondamental dans la régulation du

confort intérieur. Associée à l'épaisseur des murs et à la topographie du site, elle contribue à maintenir des conditions thermiques stables avec un minimum de ressources énergétiques.



construction avec la pierre naturelle extraite de la montagne. Source: Auteur

- La chaux

Elle est utilisée seule en tant que liant, ou en tant que enduit lorsqu'elle est mélangée à du sable et des agrégats. L'enduit à la chaux est un bon protecteur des façades extérieures contre les intempéries et l'humidité. Il joue le rôle d'étanchéité.

Il est utilisé sur des maçonneries nues en pierre, et pour les fondations ainsi que les couvertures.



Source: Auteur

- Le plâtre

Par cuisson de pierres gypseuses, on obtient le plâtre traditionnel .

Celle- ci est ensuite broyée finement avec un pilon en bois d'olivier afin d'obtenir une poudre très fine qui sera tamisée avant son gâchage. Ce badigeon est utilisé pour la pose des cadres, pour la décoration et spécialement pour la création de voutes.

- Le grès "Rjich"

"Il provient de la région de Mahdia. A Takrouna, la variété dite "fondou" a été utilisé tardivement, elle est de forme parallélépipédique, de dimensions normalisées; elle est utilisé dans la construction des encadrements et des ouvertures".¹

Pour l'encadrement des ouvertures: la pose de pierres taillées d'encadrement se fait au fur et à mesure que l'on construit le mur. On distingue trois types de linteaux: en arc, en éléments horizontaux, ou en madriers surmontés d'un arc.



Lindeau en bois. Source: Auteur

c- Le confort thermique

A l'intérieur du bâtiment, les matériaux utilisés jouent le rôle de régulateur thermique, ce qui permet d'obtenir de la fraîcheur durant l'été et une température douce en hiver.

¹ AMMAR Leila, *Histoire de l'architecture en Tunisie, de l'antiquité à nos jours* p 62

A l'extérieur, grâce aux proportions étroites des rues et ruelles et aux constructions rapprochées, ces dernières sont protégées de la rugosité des vents et de la chaleur excessive de l'été. Les petites ruelles et placettes qui sont constamment protégées de la chaleur et du vent offrent une fraîcheur constante au lieu.



Source: Auteur



Source: Auteur

Les ruelles et les impasses de largeurs minimales adoucissent la vitesse du vent et les températures d'été, favorisent l'ombre pendant l'été et contribuent ainsi à un confort thermique remarquable.

A l'intérieur des bâtiments, on relève un bon équilibre thermique, une fraîcheur pendant les mois d'été, une chaleur pendant les mois d'hiver grâce aux matériaux utilisés et aux systèmes constructifs de Takrouna.

6. Matériaux durables et locaux

Dans les deux cas étudiés, l'usage de matériaux locaux constitue un principe fondamental de durabilité. La terre et la pierre, disponibles sur site, présentent une faible énergie incorporée, une excellente compatibilité hygrothermique et une grande durabilité dans le temps. Ces matériaux permettent également une maintenance aisée et une réversibilité des constructions. La sobriété constructive observée dans ces architectures contraste fortement avec les pratiques contemporaines dépendantes de matériaux industrialisés et importés.

7. Discussion : Quel apport pour l'architecture contemporaine

L'analyse des architectures vernaculaires de Matmata et Takrouna révèle une cohérence remarquable entre climat, forme bâtie et matériaux. Ces modèles offrent des enseignements précieux pour l'architecture contemporaine, notamment en matière de conception passive, de réduction des consommations énergétiques et d'intégration contextuelle. Toutefois, il ne s'agit pas de reproduire ces formes de manière mimétique, mais de réinterpréter leurs principes à travers des approches hybrides associant innovation technologique et intelligence vernaculaire.

8. Conclusion

L'architecture vernaculaire en Tunisie, à travers les exemples de Matmata et Takrouna, démontre que la durabilité architecturale est avant tout une question d'adéquation au contexte environnemental et culturel. Les stratégies bioclimatiques passives et l'usage raisonné de matériaux locaux constituent des réponses pertinentes aux défis contemporains du développement durable. La valorisation et la réinterprétation de ces savoir-faire traditionnels peuvent contribuer à l'émergence d'une architecture tunisienne contemporaine plus résiliente, sobre et respectueuse de son territoire.

Références

- [1] Alain L and André de H. (2006). *Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques: concevoir, édifier et aménager avec le développement durable*; édition: Observ'ER
- [2] AMMAR L (2010). *Histoire de l'architecture en Tunisie de l'antiquité à nos jours*, centre de publication universitaire,, 264 p
- [3] BEN O H. (2001). *Découvrir la Tunisie au sud, de Matmata à Tataouine : ksour, jessour et troglodytes*, éditeur Hédi Ben Ouezdou, 2001, 78 p
- [4] BACHOUCH N. (2020). *L'architecture vernaculaire de Kabéli l'ancien entre la revitalisation*, éditions universitaires européennes, Paris, 2020, 160p
- [5] BATTESTI V. (2005). *"Architectures de terre, l'exemple de Siwa, de rives en rêves"*, IRD éditions, Paris, 2005, 125p.
- [6] CAMPS G. (1987). *Les Berbères : mémoires et identité*, Errance, Paris, 225p.
- [7] DESPOIS Jean, *la Tunisie orientale, Sahel et basse steppe, étude géographique*, Presse universitaire de France, 1955, 613p
- [8] FLEURY M. (2012). *Durabilité, architecture vernaculaire et paysages culturels*, journal Constructo, Canada, 2012.soutenable, 152p
- [9] FREY P. (2010). *pour une nouvelle architecture vernaculaire*, actes sud, 2010, 173p
- [10] GIBLIN B. (1998). *L'Homme et la Terre (Elisée Reclus 1830–1905)*, La Découverte, Paris, 1998, 396p.
- [11] IZARD J L. (1977). *Architecture et approche bioclimatique*, centre d'études et de recherche architecturale, Paris, 70p
- [12] LOUBES Jean.-Paul. (1988). *Maisons creusées du Fleuve Jaune : Architecture troglodyte en Chine*, REAPHIS, 210p.
- [13] LOUBES Jean-Paul. (1984). *archi troglo*; édition Parenthèses 1984, 124p
- [14] LOUIS A. (1975). *Tunisie du sud. Ksour et villages de crêtes*, centre national de la recherche scientifique, Paris, 372p
- [15] LOUIS A. (1961). *les îles de Kerkennah les travaux*, Bascone et Muscat, 134
- [16] MRABET A. (2004). *L'art de bâtir au Jérid, étude d'une architecture vernaculaire au sud Tunisien*, Edition faculté des lettres et des sciences humaines