El-ihyaa journal, Volume: 25, Issue: 37, Juiellet 2025, p-p: 665 – 684
ISSN: 1112-4350 EISSN: 2588-2406

Ksar M'Doukal, un patrimoine architectural islamique en péril : Etat des lieux et perspectives

قصر أمدوكال، تراث معماري إسلامي في خطر: الواقع والآفاق

Zineddine BACHI[1] **Saadia BENBERKANE**
زين الدين باشي **سعدية بن بركان**
Université de Batna1
zineddine.bachi@univ-batna.dz saadia.benberkane@univ-batna.dz

Date d'envoi : 21/10/2024 **Date d'acceptation: 25/05/2025**

Résumé :

La région des Aurès regorge de nombreux monuments historiques et archéologiques qui ont connu la voie de disparition en raison de la négligence et du manque de protection. Ksar M'Doukal, est considéré comme l'un des plus importants modèles architecturaux bâtie en terre cuite adaptés au climat et aux conditions géographiques et qui reflète un héritage historique construit principalement avec des matériaux locaux et portant de nombreux symboles témoigne du savoir-faire traditionnel Chaoui, et malgré sa richesse culturelle, aujourd'hui il fait face à une dégradation accélérée en raison de différents facteurs tels que l'érosion naturelle, l'abandon et le manque de protection et de maintenance. Nous allons établir dans cette étude un état des lieux de la situation actuelle du Ksar M'Doukel et son histoire, en analysant les principales causes de sa détérioration qui a conduit à l'érosion de grandes parties du Ksar et à sa perte de valeur historique et architecturale du point de vue social. On souligne également l'urgence à préserver ce patrimoine en péril, ce qui permet d'établir les exigences et perspectives de conservation, en s'appuyant sur des approches techniques, en intégrant les communautés locales et en adoptant des politiques de conservation durable.

Mots clés : Ksar M'Doukal; vernacular architecture; alteration; preservation.

[1] - Auteur correspondant.

الملخص:

تزخر منطقة الأوراس بالعديد من المعالم التاريخية والأثرية التي أمست في طريق الزوال والاندثار، بسبب الإهمال وغياب الحماية والترميم، ومن بين أهم هذه المواقع المنسية قصر أمدوكال الذي يعتبر أحد أهم الأنماط المعمارية النادرة للبناء بالطين والذي تشتهر به المنطقة، بحيث يعكس نمطا معماريا يعتمد في بناياته أساسا على مواد محلية موجودة في الطبيعة، كما يحمل في تفاصيله العديد من رموز الفكر التقليدي الفني الشاوي، ويأبى قصر أمدوكال إلا أن يصمد أمام عوامل التلف التي يتعرض لها على مر الزمن.

فبعد الصيرورة التاريخية والزخم الحضاري الذي شهده القصر، يعيش اليوم أسوأ مراحله نتيجة تأثيرات طبيعية وبشرية أدت إلى اندثار أجزاء كبيرة منه، بالإضافة إلى نسيانه من الذاكرة الاجتماعية ما أفقده قيمته التاريخية والمعمارية، فكيف يمكن رد الاعتبار لهذا القصر كقطاع محفوظ وإدراجه ضمن الخريطة السياحية الوطنية؟

لقد أصبح من الضروري الإسراع في اتخاذ كافة الإجراءات الإدارية والتقنية، وتفعيل مخطط الحماية والاستصلاح لإنقاذ ما يمكن إنقاذه والحفاظ عليه في الذاكرة الشعبية، وهذا ما سنحاول الإجابة عليه في ورقتنا البحثية.

الكلمات المفتاحية: قصر أمدوكال؛ العمارة المحلية؛ عوامل التلف؛ حفظ.

Introduction :

Ksar M'Doukal est considéré un patrimoine architectural islamique situé dans la région des Aurès, en Algérie. Représentant un témoignage précieux de l'architecture islamo-berbère, qui est Parmi les événements les plus significatifs de la vie de nos ancêtres. Ils incarnent un style de vie en parfaite symbiose avec l'environnement naturel, tout en portant en eux l'histoire et la culture des peuples anciens dans le domaine de l'architecture et de la construction en terre crue. Ces ksour, souvent conçus selon un plan uniforme, représentent une technique ancienne qui se distingue par sa solidité, sa beauté et sa durabilité. Ils constituent une part essentielle de l'héritage de nos ancêtres.

Ce site historique est aujourd'hui en péril en raison de divers facteurs de dégradation, notamment l'abandon, l'érosion naturelle, et l'absence de politiques de conservation adéquates. Ce patrimoine, qui porte en lui une riche histoire culturelle et sociale, fait face à une dégradation accélérée qui met en danger son existence même.

L'étude du Ksar M'Doukal, cherche à dresser un diagnostic précis de l'état actuel du site, à analyser les causes de sa détérioration, et à proposer des solutions concrètes pour sa préservation et sa mise en valeur. En présentant un aperçu des techniques architecturales traditionnelles utilisées par les communautés anciennes. Dont la préservation des anciens ksour en terre crue représente un véritable défi, leur entretien et leur restauration nécessitent des connaissances spécialisées et des efforts constants pour sauvegarder notre patrimoine architectural culturel. Ces ksour revêtent un grand témoignage des civilisations anciennes qui reflets la capacité de l'homme à s'adapter à

son environnement, transformant les matériaux naturels en structures d'une beauté inégalée.

Cette recherche vise ainsi à explorer certaines interrogations sur Ksar M'Doukal, en combinant une approche historique, architecturale, et technologique pour offrir une vision globale des solutions potentielles pour assurer une conservation d'un site en péril face aux défis contemporains. Quelles sont les caractéristiques architecturales présentées au niveau du Ksar M'Doukal ? Quel est son état actuel ? Comment peut-on préserver le Ksar tout en respectant son intégrité architecturale et culturelle et quelles sont les perspectives qui pourraient en faire un modèle vivant de la culture de nos ancêtres, une culture qui semble aujourd'hui en voie de disparition, d'autant plus que ce ksar a été construit sur les vestiges d'une civilisation romaine ?

En retraçant les études spécialisées antérieures sur Ksar M'Doukal, nous trouvons à la fois Leschi Louis, le chercheur français, qui a présenté une étude sur le site pendant la période antique sous le titre « Centenarium quod « Aqua Viva » appellatur », en 1941, ainsi que par le chercheur Raoul Grange, dans son livre Monographie de Tobna, ces deux études ont été réalisées en 1901 pendant la période de l'occupation française de l'Algérie. Puis on retrouve également un mémoire de maîtrise du chercheur Lazrif Amina sur « Les installations du Ksar M'Doukal, une étude archéologique et architecturale », 2012. Quant aux études scientifiques dans d'autres spécialités, on retrouve le chercheur Mohamed T. Benazzouz, auteur de l'article Etude des interactions, reliefs-migrations, sable dans la région de M 'Doukal (Algérie), 1994. Ces études sont considérées comme très rares en termes de bibliographie historique, archéologique ou architecturale, mais elles nous donnent une image réaliste de l'histoire matérielle du Ksar M'Doukal, tant en termes de découvertes archéologiques ou architecture traditionnelle du Ksar.

Le thème de recherche serait structuré autour de plusieurs axes théoriques centrés sur les stratégies de la préservation du patrimoine architectural traditionnel dans lesquels on a adapté la théorie de la conservation du patrimoine ce qui examine les principes de préservation en mettant l'accent sur les monuments historiques islamo-berbères comme le Ksar M'Doukal, un approche architectural et historique pourrait également analyser les caractéristiques de l'architecture islamique traditionnelle dans le contexte nord-africain en étudiant les matériaux de construction locaux (terre crue, pierre, bois), aux techniques constructives ancestrales, ainsi qu'à l'évolution historique du site, depuis sa fondation jusqu'à son état actuel de dégradation.

1. La construction en terre crue dans la région des Aurès, cas du Ksar M'Doukal:

Les techniques de construction en terre crue n'ont pas suscité une grande attention de la part des chercheurs occidentaux jusqu'aux années 1980. Cependant,

après plus de trente ans de recherche sur ce sujet, ils ont découvert que ces techniques renferment des informations sur les contextes techniques, culturels et sociaux. Elles reflètent parfois le transfert de connaissances et fournissent des données sur l'organisation sociale de la région, offrant ainsi une perspective historique large qui aide à comprendre les processus d'évolution du site. Cela permet également de distinguer ces savoir-faire acquis de ceux empruntés à d'autres environnements culturels.

La construction en terre crue a été utilisée dans de nombreux types de bâtiments, qu'ils soient défensifs ou publics. Cette technique est connue au Moyen-Orient depuis des millénaires et a été introduite en Afrique du Nord, en Espagne et dans le sud de la France par les colons phéniciens et grecs entre les VIIIe et VIe siècles avant J.-C.

Au Moyen Âge, les techniques de construction en terre crue ont connu un essor notable au Maghreb et dans la péninsule ibérique, et dans une moindre mesure en France, sans pour autant abandonner l'utilisation de la brique. De nouvelles variétés de ces techniques sont apparues, et une fois les bâtiments achevés, la terre crue était omniprésente dans les travaux de finition, remplissant divers rôles dans les toitures, les enduits, les finitions, les décorations, etc.

Elle était également utilisée en remplacement de la chaux dans les contextes romains ou médiévaux, en partie pour des raisons économiques, comme pour la construction des murs. Cependant, il est certain que ses qualités spécifiques ont également motivé ce choix[1].

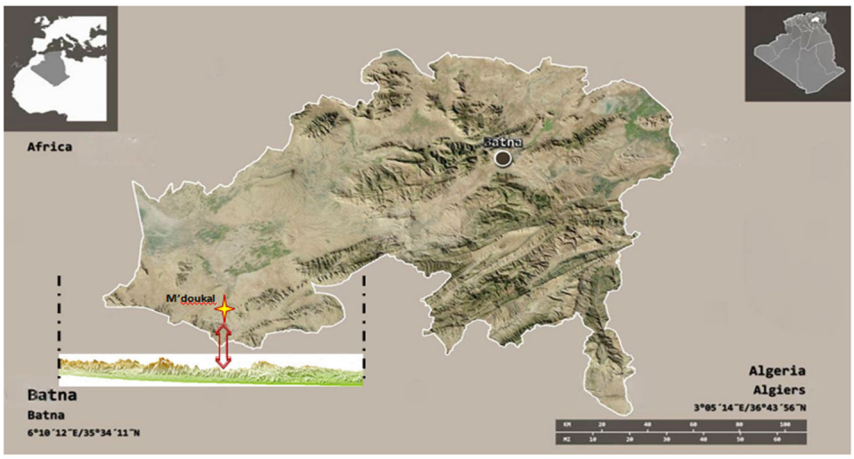
Fig 1 : Une image interprète l'utilisation intensive d'éléments d'argile et de terre dans les structures architecturales du Ksar M'Doukal



Source : Photo de BACHI.Z Mars 2011

La région des Aurès, comme d'autres zones montagneuses en Algérie, est connue par ses nombreux villages construits en terre crue, qui présentent un caractère architectural authentique. Cependant, le style des ksour se limite au Ksar M'Doukal, qui est unique en son genre. Il est situé dans une zone particulière de la wilaya de Batna, parmi les territoires des oasis, faisant de ce ksar le seul au niveau de la wilaya. il se trouve à environ 35 km au sud de la ville de Barika et 122km au sud-ouest de la Wilaya entre 3 grands zones : El-Hodna, Aurès et Ziban, c'est l'un des tissus traditionnelle de type Oasis. Il s'étale sur une superficie de 25214 hectares, 7514 habitants en 1998[2] **(Fig 2)**.

Fig 2 : Carte géo-topographique du Ksar M'Doukal - Wilaya de Batna



Source : (Alamy, 2024)[3] et (maphill, 2024)[4], Adapté par l'auteur

Fig 3 : Vue générale d'une partie du Ksar M'Doukal



Source : Photo de Benberkane. S, 2022

2. Le rôle du ksar M'Doukal dans la société des Aurès :

Le ksar a joué un rôle important dans la société des Aurès en raison de ses caractéristiques architecturales, qui revêtent une importance culturelle, architecturale, sociale et traditionnelle locale. Cela a fait du ksar un centre dynamique, animé par les diverses installations qu'il abrite, répondant aux besoins essentiels de l'époque.

Il présente un style architectural unique ainsi que des traditions ayant une valeur historique, architecturale et sociale significative, englobant tous les éléments importants d'un point de vue culturel et touristique. De plus, il a joué un rôle social fondé sur la culture anthropologique, reposant principalement sur l'artisanat traditionnel, notamment en ce qui concerne la vie quotidienne des femmes chaouies, leur habillement traditionnel et leurs bijoux.

3. Etude du noyau traditionnel de Ksar M'Doukel :

Ksour M'Doukal, désigné comme le seul Kseur de la Wilaya de Batna, anciennement appelé « Acquaviva »[5], se distingue par un modèle architectural traditionnel caractéristique. Il se compose d'habitats construits à partir de matériaux locaux tels que des pierres en calcaire brut et taillé de diverses dimensions, disposées sur des assises régulières, de la paille, du bois et principalement de la terre. Les ouvertures rectangulaires comprennent des fenêtres de forme carrée ou rectangulaire, ainsi que des jours situés en partie haute des murs.

3.1. Aperçu historique: Ksour M'Doukal c'est le premier noyau de la région depuis plus de 16 siècles d'existence avec Toubna et T'houda. En raison du manque de sources sur l'occupation humain dans la région de M'Doukal, il est difficile de dater le site ou de retracer ses étapes historiques. Grâce à des photographies aériennes prises pendant la période coloniale en 1937 après JC, un fort a été découvert dans la région de Naimiya, à environ 6 km au sud de l'oasis de M'Doukal, sous le nom (*Centenarium Aqua Viva*), où une inscription latine a été trouvée à l'entrée du fort remonte au règne de Dioclétien et Maximien en 303 après JC[6] ***(Fig. 4)***.

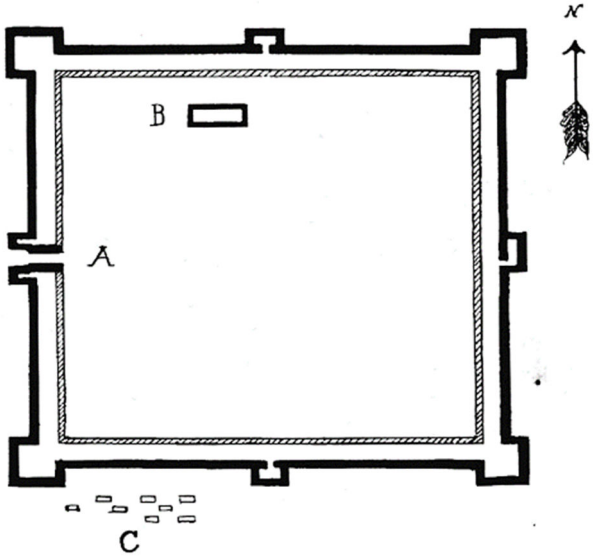
Fig 4 : Une image de l'écriture latine découverte au centenarium quod Aqua Viva



Source : photos de Leschi Louis, 1941, P166

Le fort prend une forme presque carrée, ses dimensions sont estimées à 86,80 m x 85,90 m, avec une hauteur des murs allant de 3,80 m à 4,40 m. Il possède une entrée sur la façade Ouest qui mesure 2 m de large. 1,30 m pour des raisons de sécurité dans les périodes ultérieures[7] **(Fig 5)**.

Fig. 5 : Le plan de centenarium Aqua Viva de Naïmia« *Aqua viva* ».



Source : Leschi Louis, 1941, P171

Selon les informations circulant sur l'histoire de la région, le site M'Doukal remonte à une époque antérieure à l'ère romaine. Pendant la période romaine, il est devenu un centre de transmission des sciences, notamment par le cheikh Al-Zawi (760-839 H). Il est également mentionné que la Kahina aurait fait jaillir la source actuellement connue sous le nom de Ras el-Aïn pour pratiquer l'agriculture. Les vestiges romains encore visibles dans la région se limitent à quelques murailles de la ville situées dans la zone de Naïmia[8].

Les ksour M'Doukel sont donc considérés comme le noyau initial de la région depuis plus de 16 siècles, avec la présence de l'ancienne cité de Toubna et Thagoura. Deux théories ont été avancées concernant l'histoire de ces ksour[9].

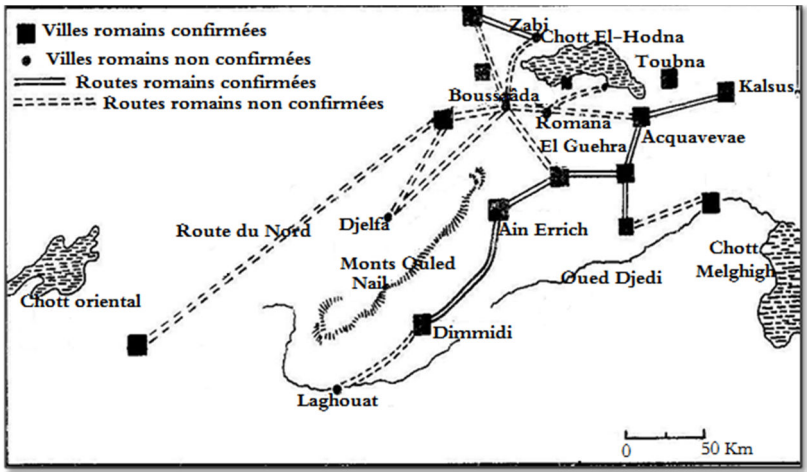
Selon la première théorie, les ksour auraient été construits sur des vestiges romains datant du IIIe siècle après J.-C. ou possédaient un ancien nom, « *Aqua viva* » cité en dessous ***(Fig. 6)***, ce qui témoignerait de la présence de cette civilisation. On retrouve des éléments de construction romaine dans la partie ancienne de la ville, comme dans la mosquée ancienne de « *Jumua »*daté de 1060. Il existe également des vestiges romains derrière la mosquée « *Sidi Omar »*, ainsi que des tombes circulaires dans le cimetière de *Bab El-Sour* et des méthodes de sépulture. Les quartiers d*'El-*

Ariwat et de *Younes* ont été construits en utilisant des techniques et des matériaux romains.

La deuxième théorie soutient que M'Doukal n'a jamais été une ville romaine. Elle aurait été fondée par la reine Dihia, qui aurait également construit l'emplacement de Ras el-Aïn. Son histoire remonte à l'Antiquité, au IIIe siècle après J.-C. Avant cela, il n'existe pas de sources écrites confirmant l'existence ancienne de cette ville. Après le Xe siècle, M'Doukal est devenue une ville importante dans la région de l'El-Hadna, comme le confirment les historiens al-Wartilani, Ibn Khaldoun, et d'autres, ainsi que les récits des habitants locaux de la région[10].

Ksour M'Doukal est donc considéré comme la capitale de la région d'El-Hadna, où il est surnommé « *Aquaviva* » en raison de son style architectural traditionnel, centré sur la région des Aurès et d'El-Hadna[11].

Fig. 6 : Les centres de présence romaine dans l'El-Hodna orientale



Source : lazrīf Amina, 2012, p116, traduit par l'auteur

Ksour M'Doukal, selon les études typologiques, est classé dans le premier type. Il comprend des couloirs étroits et sinueux se terminant souvent par des ruelles abruptes, datant du Ve siècle de l'Hégire (XIe siècle). Les caractéristiques de ce type correspondent parfaitement au Ksour M'Doukal[12].

3.2. Le rôle sociaux économique du Ksar M'Doukal: Ksour M'Doukal jeu un rôle important dans la société Aurèsienne, il est considéré non seulement un lieu de lecture, du tourisme et de l'histoire, mais aussi d'architecture et d'une tradition vivante. A une valeur archéologique, architecturale, historique et sociale dont il dispose de tous les atouts d'intérêt culturel et touristique.

3.3. La structure architecturale: La structure de l'ancien Ksar M'Doukal est constituée principalement de cinq portes principales à des dénominations différentes.

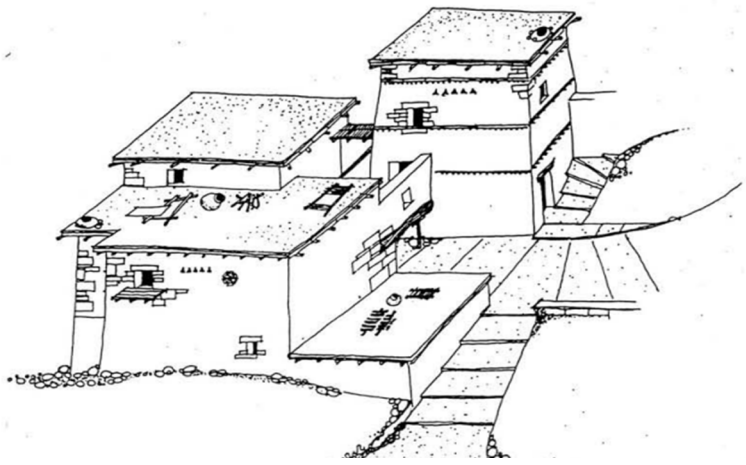
La structure est donc repartie en routes principale et petites ruelles individuelles. Il possède 639 maisons traditionnelles à patio[13].

Comme toute tradition Chaoui les maisons sont organisées sur des ruelles, des skifa. La majorité des maisons ont deux niveaux et donnent directement sur les ruelles. Il est constitué ainsi des écoles coraniques, un grand marché, des mosquées: (El Djomouaa fondé vers 3 Hidjer, mosquées sidi El-Hadj, Sidi Omar, El Atik), des places publiques, des sources d'eau, des jardins dont il occupe un secteur d'agriculture à un réseau d'irrigation qui est considéré l'un des sources de vie économique du noyau.

3.4. Les caractéristiques architecturales du Ksour M'Doukal: Ksar M'Doukal se distingue par de nombreuses caractéristiques architecturales qui en font un modèle unique en son genre. La structure du ksar se compose principalement de cinq portes principales portant des noms différents. Ainsi, l'ensemble est divisé en grandes voies principales et en petites rues individuelles. Il comprend 639 habitations traditionnelles[14].

Comme pour toute construction traditionnelle caractéristique de la région des Aurès, les maisons sont organisées le long des ruelles et des passages couverts. La majorité des maisons sont à deux étages et donnent sur les rues. Le ksar comprend également des écoles coraniques, un grand marché, des mosquées (la mosquée du vendredi, fondée vers le 3eme siècle de l'Hégire, ainsi que les mosquées Sidi El-Hadj, Sidi Omar, et l'ancienne mosquée), des places publiques, des sources d'eau, des jardins, dont une partie est dédiée à l'agriculture. Le système d'irrigation est l'une des sources vitales de l'économie locale. Le schéma suivant illustre un modèle de maison traditionnelle de la région.

Fig 7 : Représente le style de construction traditionnelle en terre crue dans la région des Aurès



Source : Adjali Samia, 2002, P273[15]

4. Matériaux et techniques de construction :

Les ksour se distingue également par un style architectural local, utilisant des techniques de construction en terre crue, connues de nos ancêtres depuis les débuts de la civilisation islamique. Ce style lui confère un caractère authentiquement local. Parmi les caractéristiques architecturales du ksar, nous pouvons citer.

4.1. Les matériaux de construction: La construction du ksar a reposé sur l'utilisation de matériaux locaux, tels que diverses pierres, brute et taillée (le calcaire, le schiste, le grès), disposées sur des fondations très régulières, qui sont en pierres de grande taille avec des freins en bois installés horizontalement sur chaque 1 à 2 m de hauteur dont les maisons présentent toutes les mêmes techniques de construction, selon des principes antisismiques empiriques. Les mortiers de terre et paille ont également été utilisés, ainsi que divers usages du bois, notamment pour la construction des toitures, l'installation de techniques antisismiques, et la fabrication des portes et fenêtres, entre autres. L'élément principal reste la terre crue, matériau de base pour toutes les constructions traditionnelles de la période islamique et des époques parallèles dans différentes régions du monde, en particulier dans les pays arabes fortement influencés par la civilisation islamique. D'autres matériaux de soutien, comme la chaux, le fer et le mortier utilisé comme liant entre les pierres, sont également présents.

4.2. Les techniques de construction: L'architecture en terre crue présente des caractéristiques antisismiques, ce qui la distingue et en fait un modèle de durabilité architecturale actuelle. Les fondations sont créées sous le bâtiment à une hauteur ne dépassant pas 1 mètre, en utilisant de grandes et moyennes pierres disposées en rangées alignées, reliées par une couche de mortier ou de terre. Les supports aux coins principaux du bâtiment sont constitués d'un entrelacement de pierres et de briques formant les deux murs perpendiculaires à chaque angle. À l'intérieur du bâtiment, les supports sont en bois provenant de troncs de palmier ou d'arbres présents dans la région de M'Doukal. Parfois, des supports en briques ou en pisé sont utilisés pour soutenir le toit.

Fig 8 : Exemple de supports utilisés dans la construction du ksar



Source : Photo de BACHI. Z, 2016

Quant aux murs, ont des fondations en pierre et sont construits en partie supérieure en briques ou en pisé, avec des façades murales entièrement en pierre étant rares. Les murs sont souvent recouverts d'une couche de terre, de chaux ou de mortier. Les techniques de construction comprennent l'utilisation de pierres non taillées et la technique des *madamek* (ou couches horizontales de construction).

L'élément des toits est également très important dans l'architecture du ksar, car il conserve un style architectural distinct. Les toits sont constitués de bois, de feuilles de palmier et d'une couche de terre et d'herbes sèches. Récemment, certains foyers privés ont remplacé ces toits traditionnels par des toits modernes en béton, mais ces derniers sont en très mauvais état en raison de l'incompatibilité entre les matériaux traditionnels et les nouveaux matériaux **(Fig 09)**.

Fig 9 : Représente un exemple de toits en bois



Fig 10 : Exemple du type de marches présentes dans le Ksar M' Doukal



Source : Photos de BENBERKANE. S, 2022

Les escaliers sont également un élément architectural important et varié dans le Ksar M'Doukal, indispensable dans les bâtiments à plusieurs étages, et se trouvent généralement à l'intérieur du bâtiment, en plus des arcs de différents types ***(Fig. 10)***.

On trouve également de nombreux éléments décoratifs dans l'architecture du ksar, parmi lesquels les ornements symboliques tels que les décorations en forme de paume, le croissant et l'étoile, ainsi que des motifs géométriques. En outre, les éléments architecturaux qui soulignent le caractère esthétique de l'architecture locale du Ksar M'Doukal incluent les fenêtres, les niches, les arcs et les supports, les balcons et les passages couverts.

Fig 11 : Représentation de l'organisation des habitations Selon le style des passages couverts Skifa



Source : Photo de BENBERKANE. S, 2022

5. Diagnostique de l'état de conservation du Ksra M'Doukal :

Le diagnostique est considéré comme étape indispensable pour toute étude de réaménagement de l'héritage culturel, édifices, monuments historiques, des ensembles urbain et ruraux… etc, quel que soit leur style. C'est à partir de là qu'un spécialiste pourra réaliser une étude préliminaire pour un projet de protection. L'état de conservation du ksar est actuellement dégradé, en raison de nombreuses dégradations et négligences, dues à divers facteurs d'usure, qu'ils soient d'origine humaine ou naturelle. Cela a conduit à de nombreuses fissures, à la désintégration des matériaux de terre crue liant les structures, ainsi qu'à l'effondrement de nombreuses parties principales du ksar, ce qui pourrait entraîner un risque d'effondrement et la perte de ce style architectural unique dans la région.

Ksar M'Doukal est en mauvaise état de conservation, Juste durant les années dernières une grande dégradation a touché presque la totalité des Ksour, et qui nécessite une intervention curative. Dont elle a marqué de nombreuses fissures, fractures, et désagrégations, des effondrements des grands partis du Ksour.

En dessous quelques témoignages de l'état catastrophique du Ksar, qui pourrait mener à la disparition de cet héritage culturel précieux, tant sur le plan architectural que du mode de vie traditionnel qui y prévaut.

Fig 12: Images montrant la détérioration des éléments structurels des anciens bâtiments du Ksar, suite aux différents effets de l'environnement.

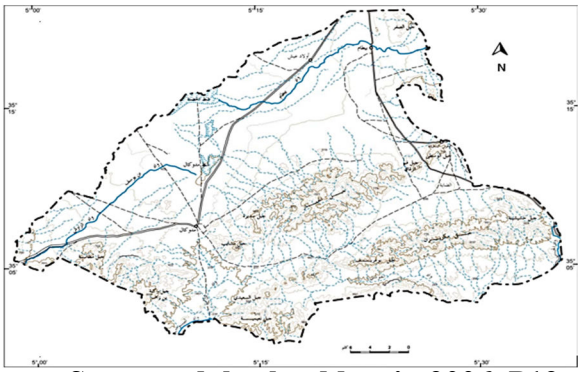


Source: Photo de BENBERKANE. S, 2022

5.1. Etude environnementale de la région d'étude « facteur environnement) : L'étude du terrain et de l'environnement est considérée comme un facteur essentiel pour trouver des solutions efficaces afin de protéger les bâtiments du Ksar de la détérioration et de l'extinction. La présence du Ksar M'Doukal dans une zone basse dont la hauteur ne dépasse pas 500 mètres d'altitude, avec la présence de canaux de collecte d'eau riches en chlorure de sodium à proximité du site du Ksar entraîne un impact négatif et l'activation des processus d'érosion des sols, la dégradation des terres et la désertification.

D'après la carte hydrographique ci-jointe, il est clairement évident que les rivières sont limitées à la zone où se trouve le Ksar. Cela est principalement dû à la faible pente et à l'abaissement du palais par rapport au reste des deux côtés Sud et Est, ce qui le rend plus étroit la zone vulnérable aux risques de forte érosion hydrique et éolienne, ainsi qu'à la sédimentation.

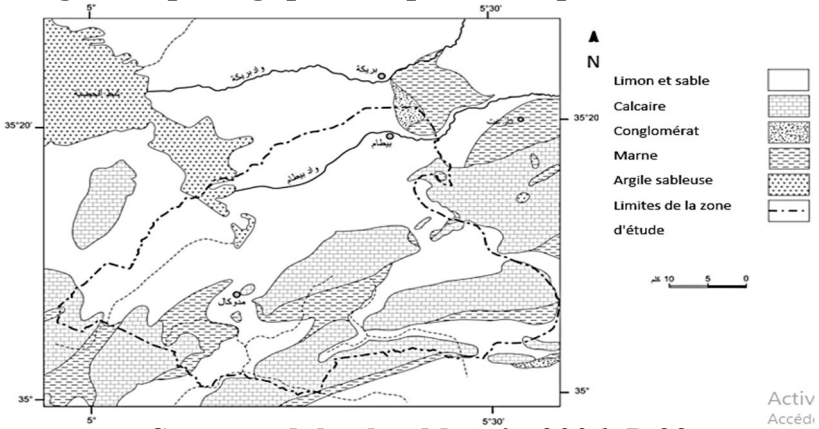
Fig 13 : Carte topographique du site M'Doukal, et le réseau hydrographique.



Source : dabāsh addarājī, 2006, P12

La situation du palais entre deux zones, l'une avec un sol sablonneux et limoneux et l'autre avec des pentes calcaires, le rend vulnérable à de nombreux facteurs de dommages mécaniques et physico-chimiques, qui peuvent à terme le conduire à une détérioration et à une extinction dans un court laps de temps, s'il n'est pas protégé de ces facteurs, notamment des facteurs d'érosion.

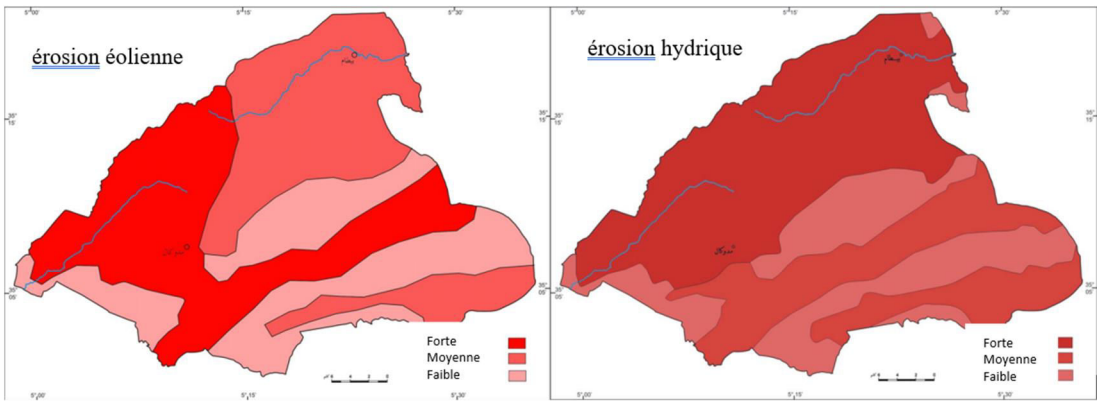
Fig 14 : Carte géomorphologique indique la composition rocheuse de la région



Source : dabāsh addarājī, 2006, P 29

L'emplacement du Ksar M'Doukal dans une zone de forte érosion hydrique et éolienne nous met dans une situation difficile pour le préserver et le protéger, et donc le recours à des opérations de restauration est considéré comme inévitable, et c'est ce que nous présenterons en décrivant les caractéristiques du Ksar.

Fig 15 : Carte de la région M'Doukal montrant la force de l'érosion hydrique et éolienne



Source: dabāsh addarājī, 2006, P P 81, 89

5.2. Types et degrés d'altération – pathologie de la pierre au Ksar : Certain maisons abandonnées du village sont menacé par plusieurs facteurs marqué par :Une dégradation (murs, toitures),effondrement, déformation des murs, présence de plusieurs fissures structurales et fractures avec une perte de matériaux, détachement des revêtements, désagrégation, Erosion abrasion subi par des facteurs climatologiques

(vent, Pluit, cycle de gel et dégel), suite à la dégradation du bois utilisé pour les toitures et dans les techniques antis sismique due à la colonisation biologique. Abandonne et manque d'entretien dans certaines maisons et des réaménagements en cément dans d'autres.

Fig 16: état des façades des murs



Source : Photo de BENBERKANE. S, 2022

Figure 16 représente l'état des façades des murs du ksar et les revêtements muraux modernes qui ne sont pas compatibles avec les éléments architecturaux en raison de la méconnaissance des effets mécaniques des éléments introduits dans les bâtiments.

On observe également la corrosion des façades architecturales et effondrement de certains éléments structurels en raison de l'impact des deux types d'érosion, également, l'incorporation d'éléments modernes sans tenir compte de leur impact sur le tissu historique de l'ancien Ksar.

5.3. Principaux risques et vulnérabilités : Différents risques pourront menacer la stabilité du Ksour y compris des effondrements et perte d'un patrimoine unique et sauvegarder pendant des siècles qui pourra subir aussi le risque de perte humaine.

Le Ksour n'est malheureusement pas classée et aucune étude scientifique pour objet de protection n'a été faite et n'a pas bénéficié d'un budget de réaménagement.

Fig 17 : Exemple d'intégration de techniques modernes dans le style architectural



Source: Photo de BENBERKANE. S, 2022

Le Ksar a subi d'importantes fissures et fissures sur les façades architecturales en raison de l'impact mécanique du sol (vibrations, contraintes du sol) et de l'impact des fuites d'eau des gouttières, qui ont créé des interstices et des canaux le long des murs.

Fig 18 : Exemple de détérioration des façades murales, (mur, portes, niches et des toits)



Source: Photo de Zineddine. B/ Saadia. B, 2022

5.4. Etat des toitures : La plupart des toitures au Ksar M'Doukel sont en mauvaise état de conservation et qui se dégrade de temps à l'autre, dans ce cas le toit s'effondre à cause des fissures résultant des fuites d'eau stagnante sur le toit, et cela est dû au manque d'attention portée à l'évacuation des eaux de précipitation et au manque d'entretien et de consolidation. C'est ce qu'on observe sur fig (19).

Fig 19 : Exemple de fissuration des toits récent en raison de l'incompatibilité des matériaux.



Source: Photo de Zineddine. B/ Saadia. B, 2022

6. Propositions de protection et conservation :

La protection des bâtiments historiques du Ksar M'Doukel nécessite un ensemble d'étapes et de mesures pour préserver cet héritage culturel menacé de disparition. Parmi ces mesures, nous soulignons les suivantes :

- Détermination des propriétés des matériaux bruts et de la terre dans le patrimoine architectural du Ksar M'Doukal. Les techniques de construction ont entraîné l'utilisation de divers types de terre crue et cuite, chacun ayant ses propres caractéristiques en raison de sa composition, de ses méthodes de fabrication et d'application, ainsi que de ses propriétés physiques et chimiques. Il est essentiel de les identifier à travers des tests et des analyses en laboratoire.
- L'architecture en terre crue est considérée comme une alternative future en Algérie. La dévalorisation de cette architecture, principalement due à la généralisation des matériaux et techniques de construction industriels au cours des cinquante dernières années, empêche le soutien des populations et des décideurs locaux pour la réhabilitation du patrimoine en terre, qui constitue une part importante du patrimoine architectural algérien. C'est pourquoi le ministère de la Culture algérien a décidé de définir une stratégie nationale pour promouvoir l'architecture en terre, axée sur la réhabilitation de l'image des matériaux locaux en général et de l'architecture en terre en particulier, comme le Ksar M'Doukal. La mise en œuvre de ce plan par le Centre National de l'Architecture en Terre depuis 2009 a permis d'adopter diverses mesures en faveur de la promotion de l'architecture en terre.
- La durabilité des matériaux en terre et la recherche de stabilisants pour améliorer ce type d'architecture à M'Doukal. Le matériau terre est principalement sensible au soleil, au vent, à la pluie, à l'humidité et aux variations de température. L'importance et la combinaison de ces facteurs varient considérablement en fonction du climat, du site géographique, de l'exposition et de l'architecture du bâtiment. Au Ksar M'Doukal, la détérioration structurelle du système de construction en terre est due à des facteurs tels que l'humidité, le ruissellement, le retrait et les fissures, ainsi que certains produits nuisibles solubles dans l'eau. Le compactage par pression dynamique est la méthode la plus simple et la plus traditionnelle de tous les processus de stabilisation, où la terre humide est transformée en un système dense offrant une stabilité et une durabilité accrues. À cet effet, le traitement de la masse de terre avec des produits chimiques (ciment Portland, chaux, pouzzolane, bitume, etc.) et/ou la protection des surfaces exposées (revêtements, produits de blanchiment, matériaux hydrofuges, silicates alcalins, etc.) est nécessaire. Pour être durable, la protection ne doit pas être effectuée avec des matériaux hydrophiles même s'ils adhèrent bien au support. Il est préférable d'imprégner les surfaces exposées avec des produits

empêchant l'infiltration d'eau. Les silicones sont économiquement intéressantes, tandis que les résines acryliques doivent répondre aux critères de durabilité, d'esthétique et de coût d'estimation.

Conclusion :

Cette recherche a permis de mettre en évidence l'importance historique, archéologique et culturelle du Ksar M'Doukal, tout en analysant l'environnement physique et naturel qui l'entourent, et en mettant en évidence l'impact de la dégradation des bâtiments, en l'absence d'une politique claire de préservation et de restauration de ce secteur qui est perçu comme un exemple vivant de l'ingéniosité traditionnelle Chaoui dans l'architecture islamique du désert et de son adaptation aux environnements difficiles dans lequel les causes de cette dégradation et le manque d'entretien régulier des bâtiments et des espaces ont été étudiés.

Avec l'utilisation de la technologie moderne, comme la numérisation 3D et la réalité augmentée, il serait possible de sauvegarder ce qui reste du Ksar et de récupérer les parties détruites. Grâce à ces technologies et de documenter le site avant qu'il soit endommagé.

Dans le futur, il sera également important de mettre en place des stratégies de restauration et des bâtiments afin de préserver les édifices archéologiques qui composent le Ksar.

Nous proposons, à partir des résultats obtenus, des axes de recherche à venir sur ce thème, qui portent surtout sur la protection de cet héritage humain contre l'extinction :

- Incorporer Ksar M'Doukal dans la vie sociale de la population, en impliquant les organismes civils, tels que les citoyens et l'administration, dans la responsabilité de préserver et de protéger ce patrimoine culturel, et en enseignant aux personnes intéressées les méthodes de préservation et de protection.
- Utiliser des techniques de préservation avancées pour enregistrer tous les éléments architecturaux du Ksar, tels que les drones, le scan 3D et le renforcement de la façade touristique de la ville de M'Doukal grâce à la réalité virtuelle et augmentée.
- Création d'une stratégie de développement durable pour la gestion du secteur protégé du Ksar M'Doukal.
- Promouvoir les recherches comparatives entre les kseur du désert et Ksar M'Doukal, et souligner les disparités et les similitudes artistiques, afin d'ajuster les procédures de conservation et de restauration en fonction des besoins spécifiques de chaque Ksar.

Liste des sources et des références :

Les études (livres et articles).

1. ADJALI Samia, Habitat traditionnel dans les Aurès, Dans P. Baduel, Habitat, État, société au Maghreb, CNRS Éditions, Paris, 2002, pp. 271-280, Récupéré sur https://doi.org/10.4000/books.editionscnrs.817.
2. CHAZELLES Claire-Anne; GAZZAL, Handi, Les Architectures De Terre : Principes Et Diversité Des Mises En Œuvre. Les architectures en terre du Maghreb Programme de recherches archéologiques TERMaghreb Table ronde, 68. Tazzoult, Batna, Algerie: Anr-10-Idex-001-O2 Psl Et Anr-11-Labx-0032-01 Labex Archimede, (juin 2-3-4 2015), Récupéré sur https://www.academia.edu/16194660/Les_Architectures_en_terre_au_Maghreb
3. LESCHI Louis, Centenarium quod « Aqua Viva » appellatur. Comptes rendus des séances de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, 85e année, N. 2. France : l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, 1941, doi : https://doi.org/10.3406/crai.1941.77409
4. MALLEM Djaouadi, & ARIOUAT Ouamane, Étude de réhabilitation du noyau traditionnel de M'Doukal - etat des lieux et diagnistique. Direction de l'urbanisme et de la construction, 2003.
5. تايحي إبراهيم، أمدوكال واحة وتاريخ، بلدية أمدوكال، 2003.
6. دباش الدراجي، الأوساط الفيزيائية في المناطق الجافة في مواجهة التصحر نحو إستراتيجية جديدة في المكافحة، دراسة حالة منطقة بيطام وأمدوكال، جامعة الحاج لخضر باتنة، 2006.
7. لزريف أمينة، منشآت قصر أمدوكال دراسة أثرية معمارية، مذكرة ماجستير، جامعة الجزائر2، 2012.

Les instruments de recherche.

8. Alamy. (2024, 10 10). Alamy's culture and vision. Récupéré sur https://www.alamy.com/: https://www.alamy.com/shape-of-batna-province-of-algeria-and-its-capital-distance-scale-previews-and-labels-satellite-imagery-3d-rendering-image368224595.html
9. Maphill. (2024, 10 10). Maphill s.r.o. Récupéré sur http://www.maphill.com: http://www.maphill.com/algeria/batna/m-doukal/location-maps/physical-map/

Références et marges de référence:

(1) CHAZELLES Claire-Anne & GAZZAL, Handi, Les *Architectures De Terre : Principes Et Diversité Des Mises En Œuvre. Les architectures en terre du Maghreb Programme de recherches archéologiques TERMaghreb Table ronde*, 68. Tazzoult, Batna, Algerie: Anr-10-Idex-001-O2 Psl Et Anr-11-Labx-0032-01 Labex Archimede, juin 2-3-4 2015, p12, Récupéré sur https://www.academia.edu/16194660/Les_Architectures_en_terre_au_Maghreb.

(2) MALLEM Djaouadi, & ARIOUAT Ouamane, *Étude de réhabilitation du noyau traditionnel de M'Doukal - etat des lieux et diagnistique*. Direction de l'urbanisme et de la construction, 2003, p09.

(3) Alamy, *Alamy's culture and vision.* (2024/10/10), Récupéré sur https://www.alamy.com/: https://www.alamy.com/shape-of-batna-province-of-algeria-and-its-capital-distance-scale-previews-and-labels-satellite-imagery-3d-rendering-image368224595.html

(4) Maphill, *Maphill s.r.o.*, (2024/10/10), Récupéré sur http://www.maphill.com: http://www.maphill.com/algeria/batna/m-doukal/location-maps/physical-map/

(5) LESCHI Louis, *Centenarium quod « Aqua Viva » appellatur. Comptes rendus des séances de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, 85e année, N. 2*. France : l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, 1941, p01. doi : https://doi.org/10.3406/crai.1941.77409

(6) LESCHI Louis, *Centenarium quod « Aqua Viva » appellatur,* Ibid, P165.

(7) LESCHI Louis, *Centenarium quod « Aqua Viva » appellatur,* Ibid, P170.

(8) تايحي إبراهيم، أمدوكال واحة وتاريخ، بلدية أمدوكال، 2003، ص 06.

(9) MALLEM Djaouadi, & ARIOUAT Ouamane, *Étude de réhabilitation du noyau traditionnel de M'Doukal - etat des lieux et diagnistique*, Op.Cit, P02.

(10) تايحي إبراهيم، أمدوكال واحة وتاريخ، المرجع السابق، ص 06.

(11) MALLEM Djaouadi, & ARIOUAT Ouamane, (2003). *Étude de réhabilitation du noyau traditionnel de M'Doukal - etat des lieux et diagnistique,* Op.Cit, P02.

(12) لزريف أمينة، منشآت قصر أمدوكال دراسة أثرية ومعمارية، مذكرة ماجستير، جامعة الجزائر2، 2012، ص 36.

(13) MALLEM Djaouadi, & ARIOUAT Ouamane, *Étude de réhabilitation du noyau traditionnel de M'Doukal - etat des lieux et diagnistique,* Op.Cit, P02.

(14) MALLEM Djaouadi, & ARIOUAT Ouamane, *Étude de réhabilitation du noyau traditionnel de M'Doukal - etat des lieux et diagnistique,* Ibid, P02.