

EARTH-SHELTERED DWELLINGS IN SOUTH TUNISIA: TROGLODYTIC CAVES OF SENED JEBEL

Abstract

The Earth-sheltered Dwelling, such as troglodytic caves of Sened Jebel, represents a specific traditional architecture of South Tunisia, present since Berber period. It consists in the development of underground habitats in the rock of mountainside or hill. Troglodytes represent, generally, places of refuges and protection against enemies. They represent, also, constructions having a purpose of protection against the hardness of the climate and looking to minimize impact on the environment.

Recognizing the role that this precious heritage can play as a lever for sustainable development, a conservation, safeguarding and management project must necessarily be programmed in a socio-economic development strategy for this region. The elaboration of a nomination file seems a priority for the inscription proposal of this heritage in the World Heritage List of UNESCO.

Keywords: Earth-sheltered Dwellings | Sened Jebel | Energy-efficient | Conservation | Sustainable Development.

Introduction

The effects of nature, the activity of animals or men have shaped an underground world over the centuries. The troglodyte habitat is, perhaps, the most spectacular imprint, by the type of relationship between the man and the nature that it induces. In addition to the permanent habitat function, the use of the subsoil is motivated by religious, defensive or functional considerations (extraction, storage, transport, etc.) [1]. As an original way of life and form of architecture, troglodytism is part of the world's cultural diversity. But the traditional systems to which it belongs and which have functioned for thousands of years now seem doomed gradually to disappear under the pressure of growing standardization. Both the ancient and the modern forms of the heritage are in danger [2].

In South of Tunisia, it exists a variety of troglodytes habitat characterized by their diverse forms and typologies. There are three specific categories of this traditional architecture [3]:

- A troglodyte habitat dug vertically on the ground: It corresponds to the groupings of the old Matmata (the largest in terms



Fig. 1 - [17]: Underground habitat in the Berber village of Matmata.



Fig. 2 - [18]: A semi-troglodyte habitat in the Berber village of Toujane

of size), Techin and Chemlali (see Fig. 01).

- A semi-troglodyte habitat perched on stone: These are groupings located at the top of the rocky mountains which offer a good base of stability for the constructions. They are mainly built although they still contain excavations in the rock "ghar" which would have been the first homes. Currently these excavations serve as animal shelter and for storing food and cooking wood. This habitat corresponds to those of Tamezret, Taoujout, Toujane, Zraoua and Beni Zeltan (see Fig.02).
- A troglodyte habitat dug horizontally in the mountain: It corresponds to the region of Tataouine and Beni Khedache. It encompasses the villages of Chenini, Douiret, Guermassa, Beni Barka, Ghomrassen, Galaà Ouled Chéhida, Blidet Meguadmin and others less important. The region of Sened Jebel, which will be studied in this paper, is also part of this category (see Fig.03).

This traditional architecture style is designed based on local needs. It represents areas for habitation and for social and economic activities as well as for sanctuary and defence. The specific design and the ecological advantages of these troglodytes, especially moderation of temperature, have attracted the interest of many researchers. In this paper we report the preliminary results of a study aiming to better understand and analyze the troglodytic caves of Sened jebel for the valorization of this specific heritage and for the sustainable development of this region.



Fig. 3 -[19]: Ruined Berber village of Chenini

Identification of Sened Jebel Troglodytic caves

Settlement and caves design

The mountain village of Sened Jebel, located about fifty kilometers east of Gafsa, bears witness to the traces of ancient human civilizations (see Fig.04, Fig.05, Fig.06). It is one of the most secular places in Tunisia hosting the first Berber inhabitants. The National Heritage Institute has identified no less than 70 caves in Jebel Dhahra, nine of which have been rehabilitated by the Institute's services [4].

Sened Jebel is characterized by a beautiful natural landscape but also by aggressive climate conditions, especially extreme temperatures. This vernacular architecture, that has its origins in nature, represents a result of human creative genius [5], using local natural resources for surviving in this extreme surrounding [6].

According to the interior design of the Sened caves we can distinguish three categories [7]:

- Simple or one-room caves: They are composed mostly of one unit that takes an irregular shape with average size



Fig. 4 - [4]: Troglodytic caves of Sened Jebel.



Fig. 5 e 6 -[4]: Inside troglodytic cave.

about 10 m deep, 4m wide, 3m high (see Fig.07).

- Compound or multi-chamber caves: These caves are broader than the simple ones. They are composed generally of a central space giving on one or more rooms. They contain up to four openings used for lighting and ventilation (see Fig. 08).
- Olive mills caves: They are composed of a central space almost circular with around 6m diameter used for olive oil extraction and others cells reserved for specific oil production stages (see Fig. 09).

Building materials

Troglodytic caves of Sened Jebel are embedded in a hillside. Earth covers the entire caves, except where there are openings. The hill on which houses are staged is composed of a crumbly rock, a mixture of marl and dolomite fragments easily attackable by pickaxe [8, 9]. The composition of this hill rock is similar to that of mountains rocks forming Berber troglodyte dwellings in South-East regions. These mountains rocks are composed specially of marl and limestone [10].

The almost total absence of the use of the usual building materials can be noted. The soil is in itself the building materials. The stone brought from the surroundings in small quantities was used only for the marking of the main entrance door, stairs and to make up for the inclination of the land. The palm wood was used for making the doors. The olive wood for the manufacture of its amount [10].

Energy-efficient and performance

Troglodytic caves of Sened Jebel are located in a hard climate conditions that have mostly significant temperature extremes. In spite of this, these dwellings provide a comfortable and weather-resistant interior.

The most significant value of earth shelters and the basis for the exploitation of earth in energy saving building initiatives is its energy preservation potential [11]. Earth temperatures vary much less than air temperatures in mountain areas, which means the earth can absorb extra heat from the troglodyte in hot weather and insulate the troglodyte to maintain warmth in cold weather [12].

The exposed façade of the dwelling, usually facing south, allows the sun to light and heat the inside. These earth-sheltered dwellings also require less outside maintenance, and the earth surrounding the cave provides soundproofing [12].

Conservation and Sustainable Development of Sened Jebel Village

Conserving a cave dwelling is a totally different activity from conserving a building made of "dead" stone removed from its environment. A cave building lives, changes and ages with the earth of which it is a part [13]

Although for a long time, this cultural heritage has remained relatively safe from human degradation and damage, today it is increasingly exposed to multiple threats that seriously affect it [14]. These threats can be summed up essentially in natural risks such as erosion, humidity, proliferation of plants... and human menace such as bad interventions and exploitations...

Recognizing the role that this precious heritage can play as a lever for sustainable development, a conservation, safeguarding and management project must necessarily be programmed in a socio-economic development strategy for this region. This project must essentially include an inventory and a detailed identification of all existing troglodytic caves in Sened Jebel. It must provide for an adequate protection system by focusing on regular maintenance and preventive conservation. Given the specific cultural and natural quality of this heritage, an orientation towards sustainable tourism can be an interesting solution for local development. Tourism requires, in fact, the setting up of a planned and thoughtful tourism development: tourism becomes a tool for planning this fragile territory [15]. This project must necessarily include the contribution of all local actors: State, local authorities, experts, associations, inhabitants, etc. The sensitivity of these actors to the values of heritage conservation and their organization has a great influence on the direction of investments, decisions and options to be taken in the field [16].

Some major troglodytic sites classified in the World Heritage List of UNESCO are now strictly protected and have an international assistance. We can mention: Mesa Verde (United States), Matera (Italy), Cappadoce (Turkey), Pétra (Jordan), Abou Simbel (Egypt), Lalibela (Ethiopia), Ajantaj Elioraj Elephanta (India) and Mogao (China). The inscription of Sened Jebel troglodytic caves with the others earth-sheltered dwellings of southern Tunisia on the list of world heritage is an opportunity to enhance preservation and valorization of this exceptional heritage and to improve the

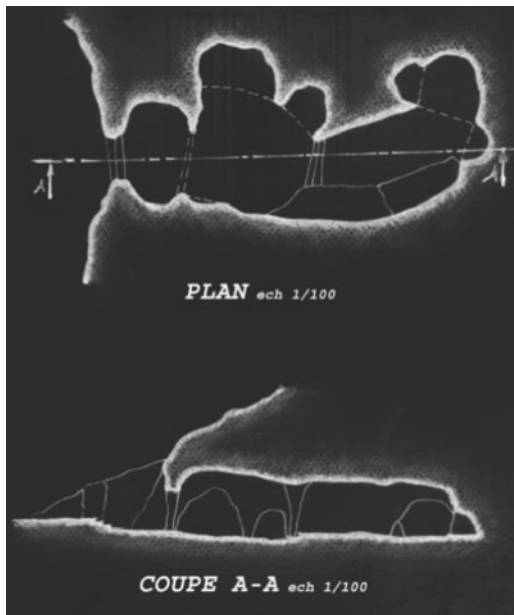


Fig. 7 - [7]: Simple or one-room caves.

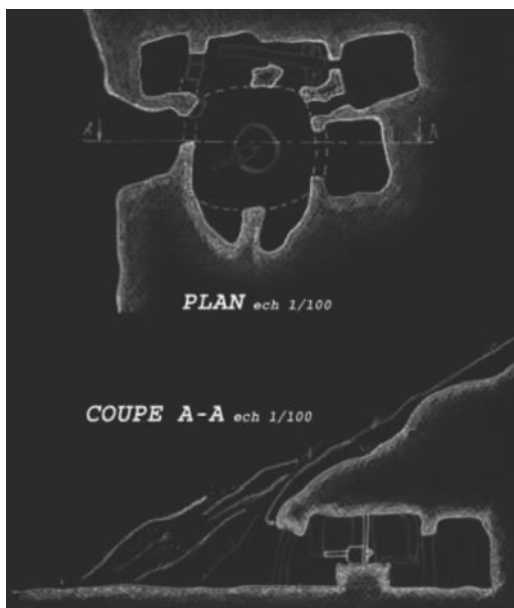


Fig. 8 - [7]: Compound or multi-chamber.

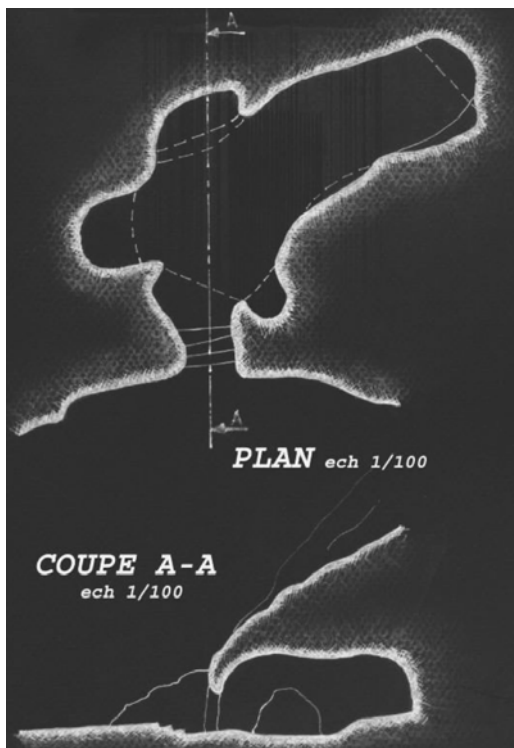


Fig. 9 - [7]: Olive mill cave.

sustainable development of this region. This cultural heritage is perfectly suited for insertion in UNESCO's World Heritage List. It responds especially to the criteria of selection (i), (iii) and (v): (i) it represents a masterpiece of human creative genius, (iii) it bears an exceptional testimony to a cultural tradition which has disappeared, (v) it is an outstanding example of a traditional human settlement which is representative of a culture and an human interaction with the environment. The elaboration of a nomination file seems a priority for the inscription proposal of this heritage.

Conclusion

Sened Jebel is characterized by a beautiful natural landscape but also by aggressive climate conditions, especially extreme temperatures. This vernacular architecture, that has its origins in nature, represents a result of human creative genius, using local natural resources for surviving in this extreme surrounding.

The conservation of this specific cultural heritage represents a requirement. We must try to understand how they blend into the environment and how to preserve them from human and natural threats.

It can be concluded that, the Sened Jebel caves can play as a lever for local sustainable development. However, any definite conclusion in this regard requires further studies and maximum participation and consultation of the various national and international actors such as State, local authorities, experts, associations, inhabitants, international organizations etc.

REFERENCES

- [1] P. Bertholon, O. Huet, *Habitat creusé: Le patrimoine troglodytique et sa restauration*, ISBN : 2-212-11362-5, Groupe Eyrolles, 2005, pp. 11-12.
- [2] J. Daniel, *Troglodytes: a hidden world*, The UNESCO courier: a window open on the world, Vol:XLVIII, December 1995, p 12.
- [3] Bureau d'Etudes R. Kioua et R. Rekik, *Les spécificités architecturales du sud tunisien : répertoire et recommandations*, République Tunisienne, ministère de l'équipement, de l'habitat et de l'aménagement du territoire, direction de l'urbanisme, 2016, p 61.
- [4] Wepost magazine, <http://www.wepostmag.com/grottes-berberes-de-sned-musee-a-ciel-ouvert>.
- [5] The Criteria for Selection of the UNESCO World Heritage sites: <http://whc.unesco.org/en/criteria>.
- [6] F. Ben Ali, F. Iucolano, D. Piscopo, M. Fumo, D. Caputo, *The galeb of Southern Tunisia: from tradition to innovation*. In: De Joanna P, Francese D, Passaro A (eds) *Sustainable environment in the Mediterranean region: from housing to urban and land scale construction*. FrancoAngeli, Milano, 2012, p 40.

- [7] M. Boukthir, *Water and population in the mountain villages of southern Tunisia*. Comments and clarifications around the village of Sened (en langue arabe), BIBLID , 1133-8571, 2012, pp. 35-36.
- [8] V. Mayet, *Voyage dans le sud de la Tunisie*, Challamel, 1887.
- [9] J. Gandini, *Pistes du Sud Tunisien à travers l'histoire*, ISBN 9782864105800, Extrem'sud editions, 2000-2012.
- [10] Bureau d'Etudes R. Kioua et R. Rekik, *Les spécificités architecturales du sud tunisien : répertoire et recommandations*, République Tunisienne, ministère de l'équipement, de l'habitat et de l'aménagement du territoire, direction de l'urbanisme, 2016, p 60.
- [11] A. Jidefor Anselm, *Earth Shelters; A Review of Energy Conservation Properties in Earth Sheltered Housing*, licensee InTech, 2012.
- [12] U.S. Department of Energy, *Efficient Earth-Sheltered Homes*, www.energy.gov.
- [13] P. Bertholon, Olivier Huet, *Habitat creusé: Le patrimoine troglodytique et sa restauration*, ISBN : 2-212-11362-5, Groupe Eyrolles, 2005.
- [14] M. Khauousi, *Gestion et conservation du patrimoine culturel immobilier dans les pays du Maghreb La Tunisie*, CL/RA/MA/2009/PI/H/4, UNESCO, 2009.
- [15] H. Abichou, M. Sghaier, H. Rey-Valette, *La valorisation des ksour sahariens du sud-est tunisien: un essai d'orientation stratégique d'un développement touristique durable*, *Tourisme saharien et développement durable: Enjeux et approches comparatives*, Tozeur, 2007, p 621.
- [16] H. Abichou, M. Sghaier, H. Rey-Valette, *La valorisation des ksour sahariens du sud-est tunisien: un essai d'orientation stratégique d'un développement touristique durable*, *Tourisme saharien et développement durable: Enjeux et approches comparatives*, Tozeur, 2007, p 626.
- [17] <http://www.chercheinfo.com/view-listing.php?id=3191>.
- [18] <http://footage.framepool.com/fr/shot/900790882-toujane-troglodyte-entree-village>.
- [19] <http://fr.trekearth.com/gallery/Africa/Tunisia/South/Tataouine/Chenini/photo1129619.htm>.

LES HABITATS CREUSES AU SUD DE LA TUNISIE: GROTTES TROGLODYTIQUES DE SENED JEBEL

Résumé

Les habitats creusés, telles que les grottes troglodytiques de Sened Jebel, représentent une architecture traditionnelle spécifique du sud tunisien, présente depuis la période berbère. Il consiste dans le développement d'habitats souterrains dans le rocher de montagne ou de colline. Les troglodytes représentent généralement des lieux de refuge et de protection contre les ennemis. Ils représentent également des

constructions ayant un but de protection contre la dureté du climat et cherchant à minimiser l'impact sur l'environnement.

Reconnaissant le rôle que ce patrimoine précieux peut jouer comme levier de développement durable, un projet de conservation, de sauvegarde et de gestion doit nécessairement être programmé dans une stratégie de développement socio-économique de cette région. L'élaboration d'un dossier de candidature semble être une priorité pour la proposition d'inscription de ce patrimoine sur la Liste du patrimoine mondial de l'UNESCO.

Mots-clés: Habitat creusé | Sened Jebel | Efficacité énergétique | Conservation | Développement Durable.

Introduction

Les effets de la nature, l'activité des animaux ou des hommes ont façonné tout un monde souterrain au cours des siècles, dont l'habitat troglodytique est, sans doute, l'empreinte la plus spectaculaire, par le type de rapport entre l'homme et la nature qu'il induit. Outre la fonction d'habitat permanent, l'utilisation du sous-sol est motivée par des considérations religieuses, défensives ou fonctionnelles (extraction, stockage, transport, etc.) [1]. Mode de vie et d'architecture original, le troglodytisme fait pleinement partie de la diversité culturelle du globe. Mais les systèmes traditionnels dans lesquels il s'inscrit et qui ont fonctionné pendant des milliers d'années, semblent périmés. Ils sont peu à peu éliminés par une standardisation qui se répand dans toutes les sociétés. Aussi, que ce soit sous ses formes anciennes ou modernes, ce patrimoine est-il en péril [2].

Au sud de la Tunisie, il existe une variété d'habitats troglodytes caractérisés par leurs formes et leurs typologies diverses. Il existe trois catégories spécifiques de cette architecture traditionnelle [3]: (i) Un habitat troglodyte creusé verticalement dans le sol: il correspond aux groupements de l'ancienne Matmata (la plus importante au niveau de sa grandeur), Techin et Chemlali (voir Fig.01). (ii) Un habitat semi-troglodyte perché en pierre: ce sont des groupements situés au sommet des montagnes rocheuses qui offrent une bonne base de stabilité pour les constructions. Ils sont principalement construits bien qu'ils contiennent toujours des excavations dans la roche « ghar » qui auraient été les premières habitations. Actuellement ces excavations servent comme abri pour les animaux et pour le stockage des aliments et du bois de cuisson. Cet habitat correspond à ceux de Tamezret, Taoujout, Toujane, Zraoua et Beni Zeltan (voir Fig.02).

(iii) Habitat troglodytique creusé horizontalement dans la montagne: il correspond à la région de Tataouine et Beni Khedache. Il englobe les villages de Chenini, Douiret, Guermassa, Beni Barka, Ghomrassen, Galaà Ouled Chéhida, Blidet Meguadmin et d'autres moins importants. La région de Sened Jebel, qui sera étudiée dans cet article, fait également partie de cette catégorie (voir Fig.03). Ce style d'architecture traditionnelle est conçu en fonction des besoins locaux. Il représente des zones d'habitation et d'activités sociales et économiques, ainsi que de sanctuaire et de défense. La conception spécifique et les avantages écologiques de ces troglodytes, en particulier la modération de la température, ont suscité l'intérêt de nombreux chercheurs.

Dans cet article, nous rapportons les résultats préliminaires d'une étude visant à mieux comprendre et analyser les grottes troglodytiques de Sened Jebel pour la valorisation de ce patrimoine spécifique et pour le développement durable de cette région.

Identification des grottes troglodytiques de Sened Jebel

Implantation et conception des grottes

Le village de montagne de Sened Jebel, situé à une cinquantaine de kilomètres à l'est de Gafsa, témoigne des traces d'anciennes civilisations humaines (voir Fig.04, Fig.05, Fig.06). C'est l'un des endroits les plus séculiers de la Tunisie accueillant les premiers habitants berbères. L'Institut national du patrimoine a recensé pas moins de 70 grottes à Jebel Dhahra dont neuf ont été réhabilitées par les services de l'Institut [4].

Sened Jebel se caractérise par un paysage naturel magnifique mais aussi par des conditions climatiques agressives, notamment des températures extrêmes. Cette architecture vernaculaire, qui trouve ses origines dans la nature, est le résultat du génie créateur humain [5], utilisant les ressources naturelles locales pour survivre dans cet environnement extrême [6]. Selon le design intérieur des grottes de Sened, on peut distinguer trois catégories [7]:

- Les grottes simples ou les grottes à une pièce: elles sont principalement composées d'une unité prenant une forme irrégulière, d'une taille moyenne d'environ 10 m de profondeur, 4 m de largeur et 3m de hauteur (voir Fig.07).
- Grottes composées ou grottes multi-chambres: Ces grottes sont plus larges que les grottes simples. Elles sont composées généralement d'un espace central donnant sur une ou plusieurs chambres. Elles contiennent jusqu'à quatre ouvertures utilisées pour l'éclairage et la ventilation (voir Fig.08).
- L'huileries: elles sont composées d'un espace central presque circulaire d'environ 6 m de diamètre utilisé pour l'extraction de l'huile d'olive et d'autres cellules réservées à des stades spécifiques de production d'huile (voir fig.09).

Matériaux de construction

Les grottes troglodytiques de Sened Jebel sont nichées dans une colline. La Terre recouvre l'ensemble des grottes, sauf là où il y a des ouvertures. La colline sur laquelle se dressent les habitations est composée d'un rocher friable, d'un mélange de fragments de marnes et de dolomites facilement attaquables à la pioche [8, 9]. La composition de ce rocher de colline est semblable à celle de rochers de montagne formant des habitations troglodytes berbères dans les régions du sud-est. Ces montagnes rocheuses sont composées spécialement de marnes et de calcaires [10].

On peut noter l'absence presque totale de l'utilisation des matériaux de construction d'usage. Le sol constitue en lui-même les matériaux de construction. La pierre apportée des environs en petite quantité servait seulement pour le marquage de la porte d'entrée principale et rattraper l'inclinaison du terrain. Le bois de palmier servait à la confection des portes. Le bois d'olivier pour la confection de son montant. [10].

Efficacité énergétique et performance

Les grottes troglodytiques de Sened Jebel sont situées dans des conditions climatiques difficiles, caractérisées par des températures extrêmes. Malgré ces conditions, ces habitations offrent un intérieur confortable et résistant aux intempéries. La valeur la plus significative des abris en terre et la base de l'exploitation de la terre dans des initiatives de construction éco-énergétiques est son potentiel de conservation de l'énergie [11]. Les températures de la Terre varient beaucoup moins que les températures de l'air dans les zones de montagne, ce qui signifie que la Terre peut absorber une chaleur supplémentaire provenant du

troglodyte par temps chaud et isoler le troglodyte pour maintenir la chaleur par temps froid [12]. La façade exposée de l'habitation, généralement orientée au sud, permet au soleil de s'éclairer et de chauffer l'intérieur. Ces habitations abritées de la terre nécessitent également moins d'entretien extérieur et la terre entourant la grotte est insonorisée [12].

Conservation et développement durable du village de Sened Jebel

La conservation d'une grotte d'habitation est une activité totalement différente de la conservation d'un bâtiment en pierre "morte" retiré de son environnement. Un bâtiment de grotte vit, change et vieillit avec la terre dont il fait partie [13]. Bien que ce patrimoine culturel soit longtemps resté à l'abri de la dégradation et des dommages causés par l'homme, il est aujourd'hui de plus en plus exposé à de multiples menaces qui l'affectent gravement [14]. Ces menaces peuvent se résumer essentiellement aux risques naturels tels que l'érosion, l'humidité, la prolifération des plantes... et la menace humaine telle que les mauvaises interventions et les exploitations...

Reconnaissant le rôle que ce patrimoine précieux peut jouer comme levier de développement durable, un projet de conservation, de sauvegarde et de gestion doit nécessairement être programmé dans une stratégie de développement socio-économique de cette région. Ce projet doit essentiellement comprendre un inventaire et une identification détaillée de toutes les grottes troglodytiques existantes à Sened Jebel. Elle doit prévoir un système de protection adéquat en mettant l'accent sur l'entretien régulier et la conservation préventive. Compte tenu de la qualité culturelle et naturelle spécifique de ce patrimoine, une orientation vers le tourisme durable peut constituer une solution intéressante pour le développement local. Le tourisme nécessite en effet la mise en place d'un développement touristique planifié et réfléchi: le tourisme devient un outil d'aménagement de ce territoire fragile [15]. Ce projet doit obligatoirement inclure la contribution de tous les acteurs locaux: État, autorités locales, experts, associations, habitants, etc. La sensibilité de ces acteurs aux valeurs de la conservation du patrimoine et leur organisation a une grande influence sur l'orientation des investissements, des décisions et des options à prendre dans la matière [16].

Certains sites troglodytiques classés sur la liste du patrimoine mondial de l'UNESCO sont aujourd'hui strictement protégés et bénéficient d'une assistance internationale. Nous pouvons citer: Mesa Verde (États-Unis), Matera (Italie), Cappadoce (Turquie), Pétra (Jordanie), Abou Simbel (Égypte), Lalibela (Éthiopie), Ajantaj Elioraj Elephanta (Inde) et Mogao (Chine). L'inscription des grottes troglodytiques de Sened Jebel avec les autres habitations troglodytiques du sud de la Tunisie sur la liste du patrimoine mondial est une occasion d'améliorer la préservation et la valorisation de ce patrimoine exceptionnel et d'améliorer le développement durable de cette région. En fait, ce patrimoine culturel convient parfaitement à une inscription sur la liste du patrimoine mondial de l'UNESCO. Il répond notamment aux critères de sélection (i), (iii) et (v): (i) il représente un chef-d'œuvre du génie créateur humain, (iii) il constitue un témoignage exceptionnel d'une tradition culturelle disparue, (v) il s'agit d'un exemple exceptionnel d'établissement humain traditionnel, représentatif d'une culture et d'une interaction humaine avec l'environnement. L'élaboration d'un dossier de candidature constitue une priorité pour la proposition d'inscription de ce patrimoine.

Conclusion

Sened Jebel se caractérise par un paysage naturel magnifique mais aussi par des conditions climatiques agressives, notamment des températures extrêmes. Cette architecture vernaculaire, qui tire ses origines de la nature, est le résultat du génie créateur humain, utilisant les ressources naturelles locales pour la survie dans cet environnement.

La conservation de ce patrimoine culturel particulier constitue une exigence. Nous devons essayer de comprendre comment ils se fondent dans l'environnement et comment les préserver des menaces humaines et naturelles.

On peut en conclure que les grottes de Sened Jebel peuvent jouer un rôle de levier pour le développement durable local. Cependant, toute conclusion définitive à cet égard nécessite de nouvelles études et une participation et consultation maximales des différents acteurs nationaux et internationaux tels que les États, les autorités locales, les experts, les associations, les habitants, les organisations internationales, etc.