



Le ksar de Tiout: un exemple de développement durable et de la protection de l'environnement (The Ksar of Tiout: an example of sustainable development and protection of the environment)

H. Ait Saadi¹, B. Remini^{2*}, A. Farhi¹

¹Département d'Architecture, Université de Biskra, Biskra 7000, Algérie,

²Département des Sciences de l'Eau et Environnement, Université de Blida, Blida, 9000 Algérie,

*Corresponding authors: Pr. B. Remini ; E-mail address: reminib@yahoo.fr

Abstract

In this study we treat one of the ksour that lies on the mountains of ksours of the Saharan Atlas. This is the Ksar of Tiout. These ancestral homes were constructed with exemplary architecture and with remarkable know that shows the genius of farmers. To understand the architectural art and techniques of construction of the Ksar of Tiout, we conducted several working missions in the oasis of Tiout in the years 2012, 2013, 2014 and 2015. Of observations and investigations were conducted at the ksar and palm grove. The first results showed originality especially in the water supplies of ksar from an ancestral dam. Of the originalities have appeared in the construction and architecture of the Ksar. Anomalies are visible on the Ksar following the rehabilitation operation conducted in the early 2000s.

Keywords: Ksar, Tiout, Palm grove, Water, Sustainable Resources.

1. Introduction

Le Sahara est le plus grand désert de la planète qui est considéré comme une région aride à hyperaride caractérisée par de faibles précipitations et de hausses températures. Habiter dans un milieu sec avec des conditions hydro climatiques extrêmement difficiles, ce n'est pas une chose simple si des conditions architecturales ne sont pas appliquées. Le ksar veut dire en arabe le palais qui représente la cité des oasiens dans le Sahara. Grâce à l'ingéniosité et au savoir faire de l'oasien, la construction des ksours a connu un développement extraordinaire d'une région à l'autre de ce vaste désert. Pour cela les oasiens se sont largement inspirés de l'observation et de leur milieu naturel. Ils utilisaient les matériaux locaux: les roches, les dérivés du palmier, la terre et les granulats des oueds pour la réalisation des ksours. Par un travail acharné et avec des moyens matériels rudimentaires, ils ont pu fertiliser en leur faveur un milieu sec et contribuer au développement d'un écosystème agricole et à la protection de l'environnement. Ils ont pu bâtir des cités adaptées aux milieux secs avec des conditions extrêmement difficiles. C'est ainsi que l'approvisionnement en eau, l'assainissement, l'aération, la luminosité et l'ensoleillement ont constitué des paramètres indispensables à toute construction d'un ksar dans le Sahara. La palmeraie constitue la principale richesse agricole des ksours du Sahara. Elle assure à la fois l'économie et la bioclimatologie du ksar. La palmeraie crée un microclimat humide en plein milieu aride grâce à la densité de la végétation et un réseau de seguias de plusieurs kilomètres. L'écoulement continu de l'eau dans les canaux à ciel ouvert dégage en période de sécheresse une forte évaporation qui donne un climat très doux.

Dans cette communication nous traitons quelques éléments architecturaux du ksar de Tiout en se basant sur des observations et des investigations effectués au niveau de l'oasis de Tiout durant les années 2012, 2013, 2014 et 2015. Les premiers résultats ont montré des originalités notamment dans l'approvisionnement en eau du ksar à partir d'un barrage ancestral.

2. Matériels et méthodes

2.1. Région d'étude: Ksar Tiout

Tiout, une paisible oasis connue par son ksar et son barrage ancestral est située à 750 km au sud-ouest d'Alger (Figure 1). Localisée à 10 km à l'Est d'Ain Sefra, l'oasis de Tiout est située sur les monts des ksours de l'Atlas Saharien.

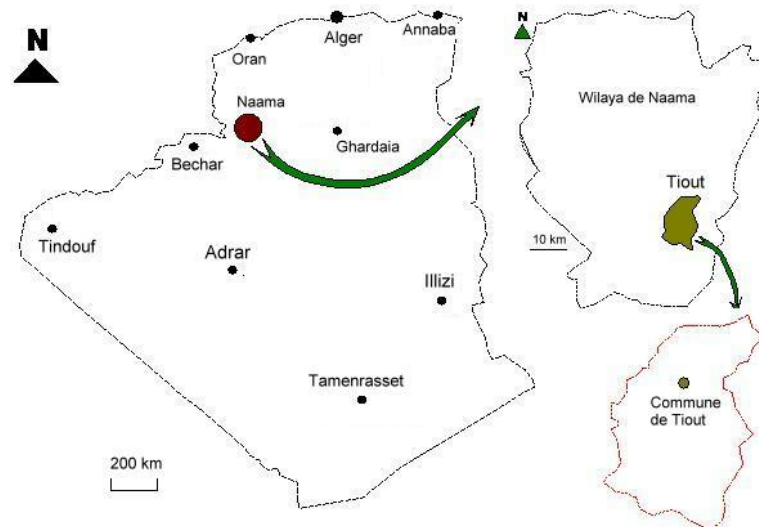


Figure 1: Situation géographique du ksar de Tiout (Ait Saadi, Remini, Farhi, 2015)

2.2. Méthodologie de travail

La méthodologie de travail adoptée dans cette étude se résume en trois étapes. La première, consiste à créer un fond documentaire sur le ksar et l'oasis de Tiout. Malheureusement, peu d'études ont été faites sur le sujet. La deuxième partie a été consacrée au travail de terrain. C'est ainsi qu'une dizaine de missions de travail ont été effectuées durant la période: 2010-2015 à raison de deux sorties par année. Cette étape consistait à recueillir et à collecter le maximum d'informations auprès de la population ksourienne et les services locaux. Des investigations et des prospections ont été opérées au niveau du ksar, de la palmeraie et au niveau du barrage et le réseau de seguias. Durant toutes ces sorties, nous avons axé nos recherches sur les aspects hydraulique, architecture, construction, environnement et développement durable. Dans la troisième partie, nous avons procédé au dépouillement de toutes les données et les informations recueillies durant les visites effectuées entre 2010 et 2015.

3. Résultats et discussions

3.1. Evolution du ksar de Tiout en fonction des ressources en eau

Le ksar de Tiout a été construit sur la périphérie d'oued Tiout sur une assiette qui surplombe le cours d'eau d'une dénivellée moyenne de 8 m. Cette position permet au ksar d'être à l'abri des crues dévastatrices drainées par l'oued. Ces crues ont provoqué souvent des inondations et des dégâts dans la palmeraie et les jardins. D'une superficie bâtie qui avoisine les 27000 m², le ksar a été habité par une centaine de familles. En plus des eaux de surface ramenées temporellement par l'oued de Tiout en périodes de crues, la région de Tiout est assise sur une grande nappe d'eau. Une telle situation a fait apparaître plusieurs sources d'eau sur les berges et sur le fond du cours d'eau. Que ce soit le nombre ou le débit de ces résurgences n'ont jamais été quantifié, cependant l'écoulement était assez fort de telles manières que les agriculteurs dans les jardins entendaient bien le bruit des écoulements. Si sans aucun doute ces écoulements naturels qui ont attiré les premières familles à s'installer dans ce coin paradisiaque. Le développement du ksar s'effectue du bas vers les parties hautes (Figure 2). Les premiers s'installaient près de la source et des jardins. Par contre les derniers arrivés occupaient les parties hautes. En parallèle, la palmeraie s'est développée et agrandie tout en revalorisant de nouvelles terres agricoles. Il existe donc une nette relation entre le ksar et la palmeraie.

3.2. Les matériaux de construction utilisés

Equipé de trois grandes portes (deux qui mènent vers l'extérieur et une qui mène vers la palmeraie), le ksar de Tiout a été construit par les matériaux procurés aux alentours de l'oasis. Profitant du Djebel Aissa, un massif

rocheux qui surplombe la palmeraie, des dérivées des palmiers, de la terre et l'argile ainsi que les granulats drainés par l'oued Tiout. Vieux de 9 siècles, le ksar de Tiout a été construit avec trois éléments essentiels : la Roche, l'Argile, et le Palmier (RAP).

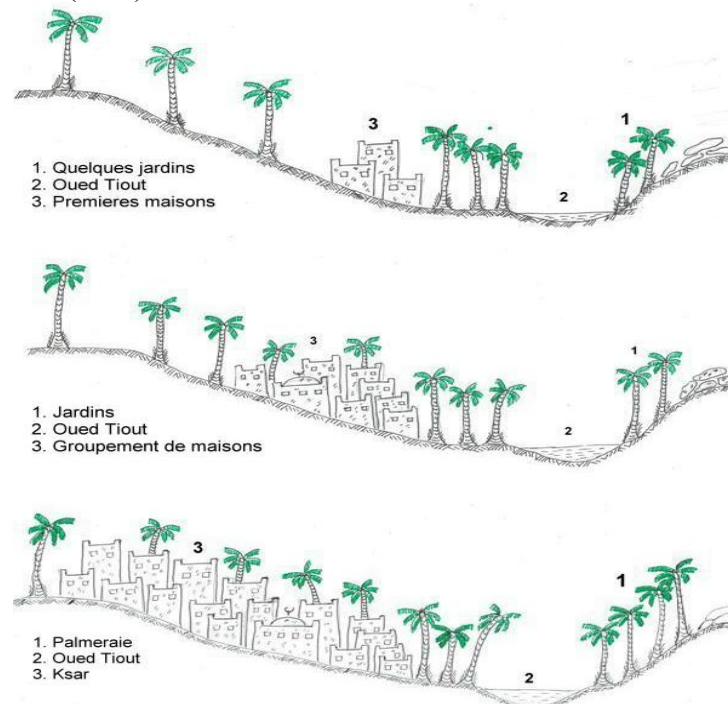


Figure 2: Schéma synoptique du développement du ksar de Tiout
(Schéma exécuté par Remini, 2015)

Les fondations sont réalisées avec la pierre et la roche. Les murs sont construits avec le Toub (argile) qui peut atteindre 6 m de hauteur. Les poutres et les poutrelles sont réalisées avec le bois du tronc de dattier et d'Aerar. Pour supporter l'étage concernant les habitations R+1, la toiture est renforcée par de troncs d'arbres d'Aerar. La roche et la chaux proviennent de Djebel Aissa situé en face du ksar ; un véritable gisement inépuisable de matériaux de construction. La palmeraie est la richesse du ksar. En plus de la fourniture des légumes et les fruits pour la population, elle produit grâce au dattier du bois pour la réalisation des portes, des fenêtres et la toiture (Figure 3). L'argile, un élément essentiel pour la construction des murs du ksar provient du sol des alentours de la palmeraie. Pendant la période de crues, l'oued Tiout charrie de la vase (boue) et des granulats qui sont d'un apport appréciable pour la construction et l'entretien du ksar.

3.3. Quelques éléments architecturaux typiques du ksar

Le ksar de Tiout est doté d'une architecture de génie. Le ksar a été construit de telle façon à satisfaire les conditions de l'ensoleillement, l'aération, la luminosité et l'alimentation en eau potable du ksar. Il est intéressant de donner quelques éléments architecturaux propres au ksar Tiout. Bâties avec le Toub (argile) sur des fondations en enrochement maçonnées à la chaux, les habitations en un ou deux étages sont composées de 3 à 4 chambres équipées d'une cour et d'une terrasse. Pour les maisons à deux étages, les poutres de dattier sont renforcées par des poutres en tronc d'arbres d'Aerar pour mieux supporter le poids du second étage. Des ouvertures ont été aménagées sur les murs et la toiture permettant aux chambres d'avoir une bonne aération et de luminosité. Imbriquées les unes dans les autres en formant des rues qui peuvent atteindre 2 mètres de largeur permettant ainsi une circulation fluide aux hommes et aux animaux (Figure 4). Dotées de portes basses de dimensions 1.60x 1.00 m et fabriquées en bois de troncs de dattier et d'Aerar, les maisons de Tiout se communiquent entre elles par les terrasses facilitant ainsi le déplacement des femmes se fait d'une maison à l'autre (Figure 5). Une placette aménagée au milieu du ksar dans un endroit bien aéré. Elle est dotée de bancs de pierre et de roche permettant à la Djemaa de se réunir pour discuter des problèmes quotidiens tels que la gestion de l'eau et l'entretien du ksar. Le ksar est doté de trois toilettes publiques et d'un hammam. Contrairement aux autres ksours de la région, il est le seul ksar qui possède une mosquée sans le minaret.

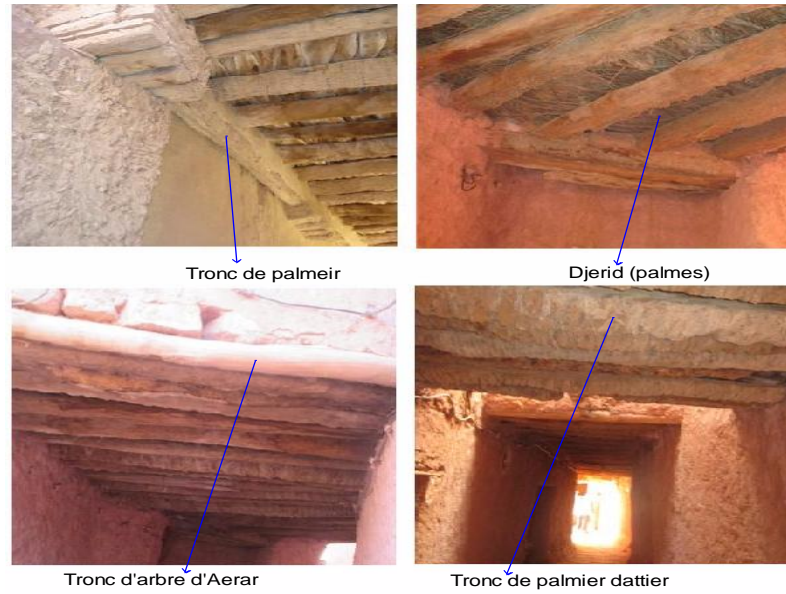


Figure 3: Toiture du ksar réalisé par les dérivées du dattier (Ait Saadi, Remini, Farhi, 2015)



Figure 4: Une des ruelles du ksar de Tiout (Auteurs, Mai 2015)



Figure 5: Portes en bois de tronc de dattier et d'Aerar (Ait Saadi, Remini, Farhi, 2015)

3.4. Relation: Eau –Ksar - palmeraie

Si l'oasis de Timimoun est caractérisée par sa foggara, celle de Tiout est caractérisée par son barrage mythique. Le trio: ksar – palmeraie- barrage forme l'une des plus belles oasis du Sahara (Figure 6).

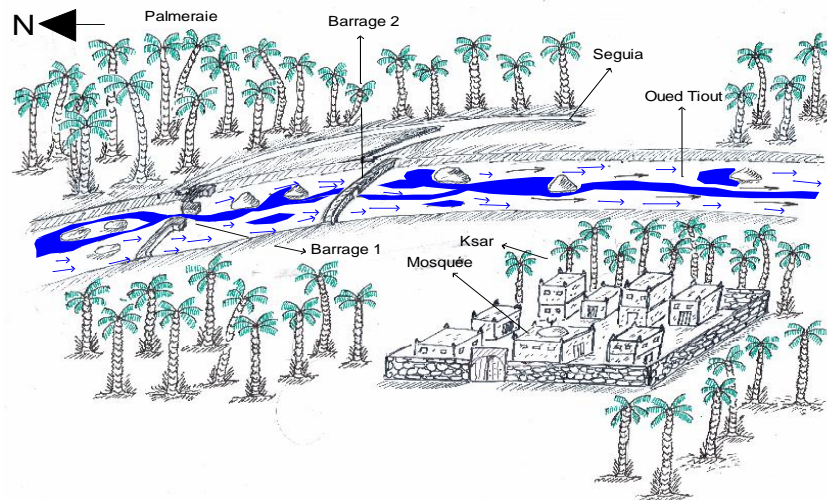


Figure 6: Schéma synoptique de l'oasis de Tiout (Schéma exécuté par Remini, 2015)

3.4.1. Alimentation en eau potable du ksar

Le ksar s'alimentait en eau potable à partir d'une seguia secondaire reliée à la seguia principale (en provenance des barrages) qui traverse l'oued (seguia suspendu) de la rive Est vers la rive Ouest en passant sous le ksar. La population s'alimentait directement d'une source d'un débit très important située sur la rive de l'oued appelée Ain Messaoud. D'ailleurs durant les années quarante, une fontaine publique a été réalisée à l'intérieur du ksar pour exploiter les eaux d'Ain Messaoud. Deux puits ont été creusés à l'intérieur du ksar pour les besoins domestiques. A travers de ces trois procédés d'alimentation en eau, nous pouvons affirmer que le ksar n'a jamais eu de pénuries d'eau durant son histoire.

3.4.2. Irrigation de la palmeraie du ksar

Ce sont plus de 100 sources d'eau naturelles localisées le long de l'oued de Tiout (sur les berges et le fond du cours d'eau) qui ont attirés les premières familles à s'installer près du cours d'eau. Au début, le débit d'eau de ces résurgences était largement suffisant pour satisfaire les besoins domestiques et l'irrigation des jardins de premier groupement familial. L'agrandissement du ksar suivi par l'accroissement de la superficie des terres à irriguer a suscité un débit d'eau de plus en plus important. Cette situation a poussé la population ksourienne à trouver une solution à ce problème. Contrairement aux oasis de Touat et Gourara qui sont alimentés en eau par le système de foggaras (Abidi and Remini, 2011; Remini and Achour, 2013; Remini et al, 2011) (Figure 7), la population du ksar de Tiout a procédé à la réalisation d'un système de deux barrages en série pour l'alimentation du ksar et l'irrigation de la palmeraie (Figure 8).

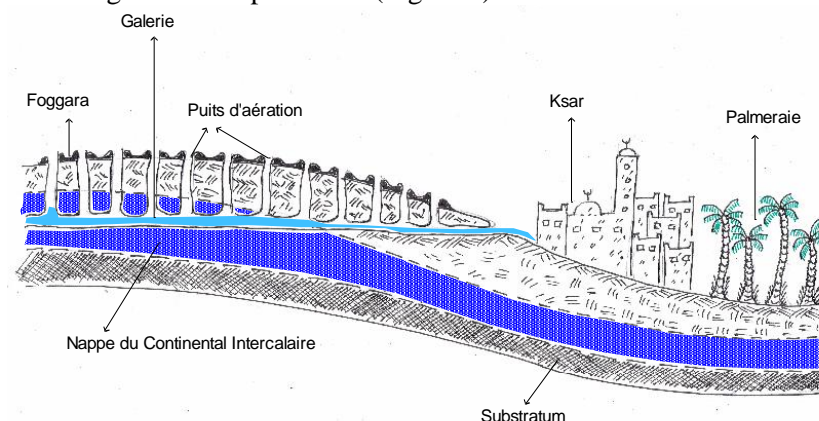


Figure 7: Schéma synoptique d'une oasis à foggara de Touat et Gourara (schéma exécuté par Remini, 2015)

Les eaux en provenance des résurgences remplissaient les barrages en 24 h (Figure 9). En partant des deux barrages, la seguia d'une longueur de 2 km arrive à la palmeraie et aux jardins. Des Madjens collectifs (bassin d'eau construit en maçonnerie de dimension 5 mx5 m) installés au point le plus haut de la palmeraie, permettent de stocker l'eau et de la distribuer entre les agriculteurs par la méthode horaire, c'est-à-dire tour à tour. Nous pouvons dire que le barrage pour l'oasis de Tiout joue le même rôle que la foggara de l'oasis de Touat. La particularité des foggaras de Touat est que le débit reste sensiblement constant (Guillermou, 1993). Cependant, le barrage de Tiout se remplissait par les sources et les résurgences, le débit acheminé par les seguias reste constant dans le temps.

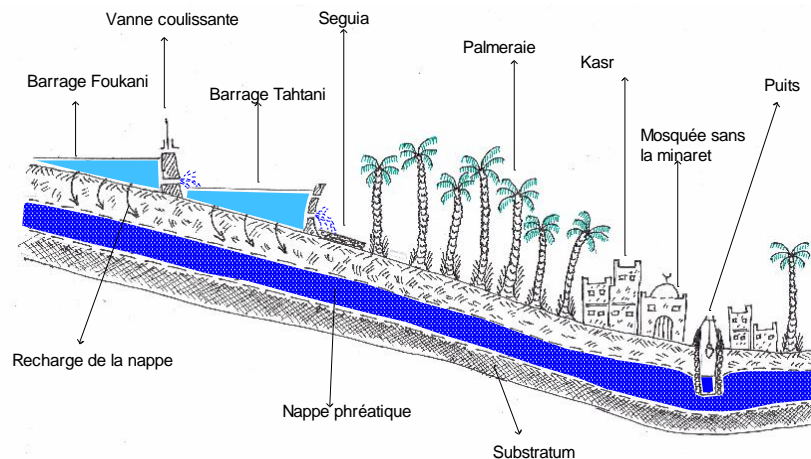


Figure 8: Schéma synoptique de l'oasis de Tiout (Schéma exécuté par Remini, 2015)



Figure 9: Retenue du barrage de Tiout (Ait Saadi, Remini, Farhi, 2015)

En plus de l'irrigation collective opérée par le biais du barrage et la seguia, deux types de puits traditionnels ont été introduits dans la palmeraie de Tiout. Il s'agit du puits à balancier (Figure 10) et à traction animale (âne) (Figure 11) utilisés suivant la profondeur du niveau d'eau de la nappe. Pour une profondeur de 3 à 6 m, le puisage de l'eau s'effectue à l'aide des puits à balancier dont le débit est estimé en moyenne à 15 l/min. Pour une profondeur du niveau d'eau qui peut atteindre 20 m, l'extraction de l'eau se fait par les puits de puisage par attraction animale (âne). Le débit d'eau avoisine 45 l/min. Selon Benbrahim (2008), pour les deux systèmes de puisage (puits à balancier et attraction animale), le débit est de 20 à 30 l/min.

3.4.3. Les crues d'oued Tiout

Fort d'une pente moyenne de 4% et d'une largeur moyenne de 50 m, l'oued Tiout draine d'importantes crues et des fois dévastatrices. Lors de chaque crue, l'oued charrie des quantités considérables de sables et de vase. Vu sa situation élevée, le ksar a été épargné par les inondations. Cependant, la palmeraie a occasionné plusieurs fois des dégâts. Des palmiers emportés par la puissance des écoulements. Cependant, ces crues provoquent des

dépôts sableux dans les jardins et l'endommagement des seguias. D'ailleurs le premier barrage réalisé sur l'oued a été emporté par une crue. Les crues d'oued Tiout sont d'un grand intérêt pour l'oasis. En plus des apports d'eau drainée par l'oued, les éléments nutritifs sont d'un grand intérêt pour la palmeraie. La vase récupérée est souvent utilisée pour l'amendement des sols dans la palmeraie. Le sable et les granulats de l'oued sont utilisés avec la chaux comme du mortier pour la construction et l'entretien du ksar.

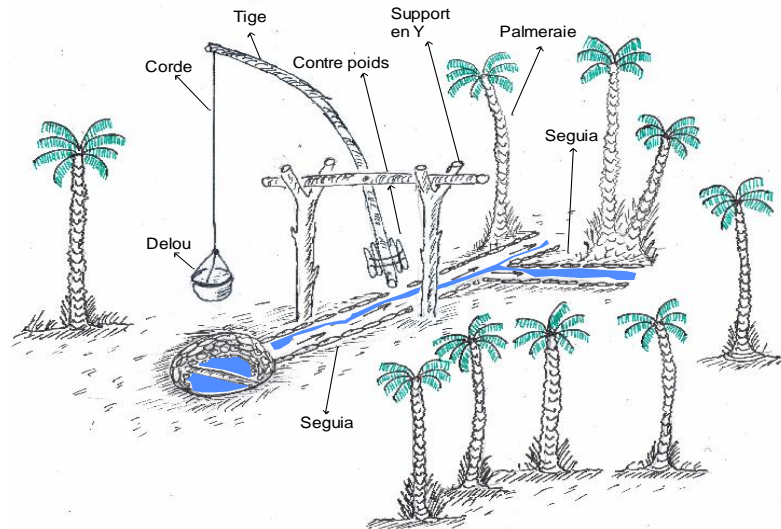


Figure 10: Schéma synoptique d'un puits à balancier utilisé dans l'oasis de Tiout (schéma exécuté par Remini, 2015)

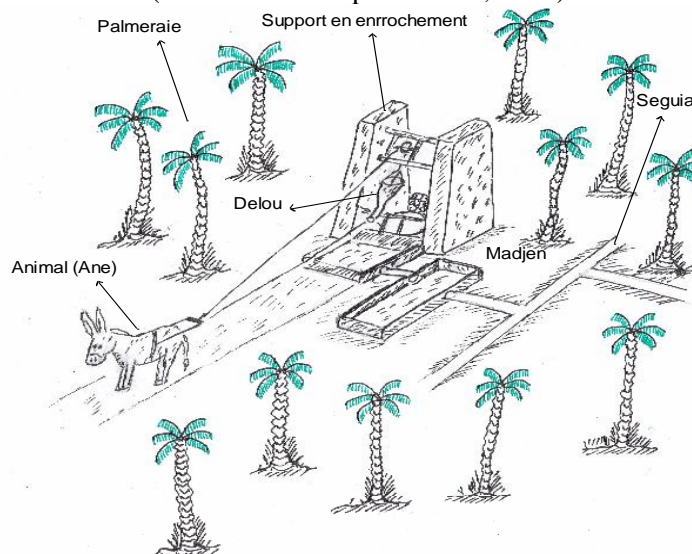


Figure 11: Schéma synoptique d'un puits de puisage à traction animale utilisé dans l'oasis de Tiout (schéma exécuté par Remini, 2015)

3.4.4. Evolution de la palmeraie du ksar

La palmeraie est la partie essentielle du ksar. Elle assure l'économie et la bioclimatologie du ksar. La palmeraie crée un microclimat humide en plein milieu aride grâce à la densité de la végétation et un réseau de seguias de plusieurs kilomètres permet de dégager en période de sécheresse une forte évaporation provoquant ainsi un microclimat très doux. Forte d'une superficie initiale de 9 hectares, l'ancienne palmeraie du ksar de Tiout s'allonge d'une longueur de 1200 m parallèlement à l'oued du côté de la rive gauche du deuxième barrage jusqu'à la sortie du ksar (Figure 12). La palmeraie constitue la richesse par excellence du ksar. Indétrônable, le dattier est classé comme l'arbre fruitier numéro 1 de l'oasis. Les agriculteurs récoltent annuellement une vingtaine de variétés de dattes. Le grenadier est après le dattier l'arbre fruitier le plus abondant. L'abricotier, le figuier et la vigne constituent une richesse pour l'économie du ksar (Figure. 13). Une variété de légumes est cultivée dans les jardins de la palmeraie comme les oignons, les carottes, les navets, les citrouilles, les piments et les tomates. Ils élevaient aussi des moutons et des chèvres.

CIAT2015

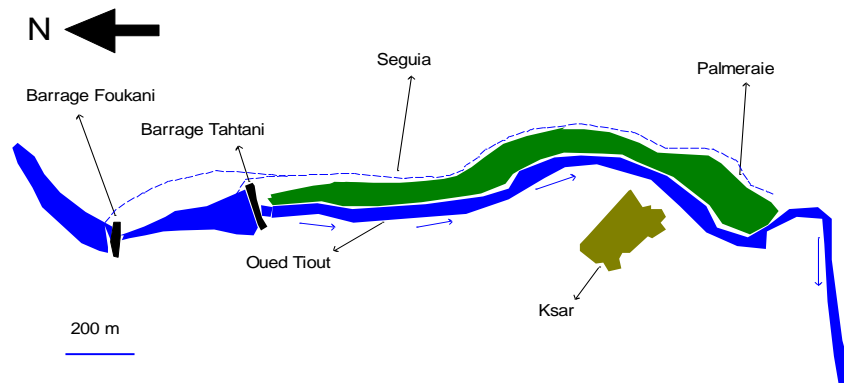


Figure 12: Croquis de la forme de la palmeraie initiale du ksar de Tiout (Remini, Ait Saadi, Farhi, 2015)

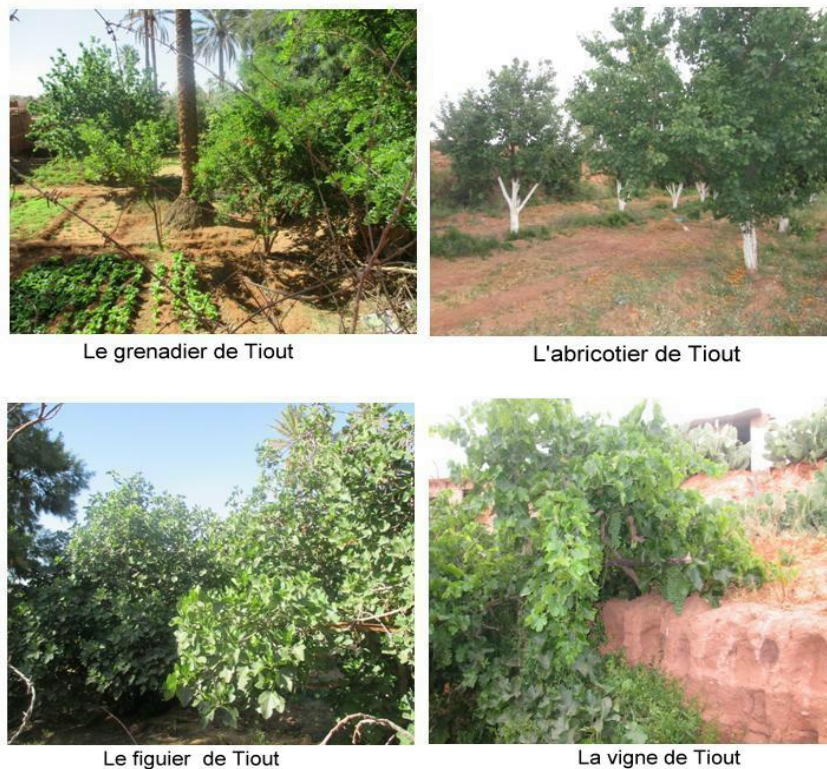


Figure 13: Quelques arbres fruitiers de la palmeraie du ksar de Tiout (Remini, Ait Saadi, Farhi, 2013)

L'essor démographique et le développement socioéconomique de la région de Tiout ont eu pour conséquences un accroissement de tissu urbain, et un développement de la superficie agricole par la mise en valeur de nouvelles terres et la création des fermes agricoles pour atteindre au total une superficie agricole de 130 hectares (Figure14).

L'irrigation collective par les canaux à ciel ouverts acheminant l'eau du barrage jusqu'aux jardins n'assurait plus toute la superficie agricole. Ce qui a poussé les agriculteurs à adopter une irrigation individuelle par le captage des eaux de la nappe par l'utilisation des puits à motopompes ou à électropompes. Le déficit en eau a duré des années jusqu'à l'installation de 6 forages, dont un est destiné pour l'alimentation en eau potable de la nouvelle agglomération. Les cinq autres forages sont destinés à l'irrigation de la palmeraie et les terres agricoles. Les conséquences néfastes des sécheresses répétées ainsi que la forte exploitation de la nappe ont provoqué un abaissement du niveau piézométrique de la nappe et l'assèchement de plusieurs sources d'eau. Actuellement il reste une dizaine de sources de faible débit qui n'arrivent pas à remplir le barrage. Il est à noter que le barrage est resté ensablé depuis une vingtaine d'année. Lors de la dernière mission du mois de Mai 2015, une opération mécanique de désensablement a été engagée par les services locaux. Comme solution alternative, les agriculteurs utilisent actuellement, des motopompes pour refouler les eaux stockées dans la retenue du barrage dans l'ancienne seguia pour atteindre ainsi les jardins.

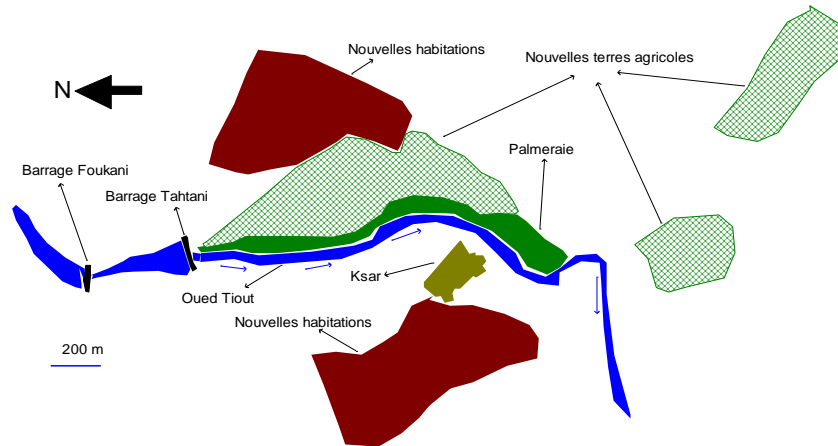


Figure 14: Croquis de la palmeraie et les jardins actuels de la région de Tiout (Remini, Ait Saadi, Farhi, 2015)

3.5. Evolution historique de l'irrigation dans la palmeraie

Nous avons représenté sur la figure 15, une approche sur l'évolution historique de l'irrigation de la palmeraie du ksar Tiout. Trois étapes se distinguent. La première étape débute de l'installation du premier groupement de maison près d'oued Tiout vers l'année 1200. Cette période est connue par une abondance de l'eau. L'eau s'écoule sans interruption à travers les sources. L'irrigation des jardins s'effectue par des seguias qui acheminaient l'eau des sources vers les jardins. Il y'avait plus de 100 sources d'eau naturelles. Les agriculteurs ne maîtrisaient pas les techniques de stockage de l'eau. Il y'avait beaucoup de déperdition des eaux qui se perdent dans l'oued. Avec la venue de nouvelles familles, le ksar a grandi et par conséquent la superficie de la palmeraie s'est accru. Avec le transfert de savoir-faire des régions avoisinantes, un barrage a été construit vers 1300 sur l'oued Tiout pour collecter toutes les eaux des résurgences; c'est le début d'une nouvelle étape (deuxième) qui commence. Le barrage se remplissait des eaux de sources et de ruissèlements. Sur une dizaine de kilomètres, une seguia acheminait l'eau du barrage jusqu'à la palmeraie. Une irrigation collective qui a exigé une gestion rigoureuse du partage de l'eau entre les agriculteurs. En parallèle, les fermiers utilisaient des puits à balancier et à traction animale pour le puisage des eaux de la nappe. Nous pouvons dire que c'était la période de stabilité hydraulique ; les quantités d'eau étaient suffisantes pour l'irrigation des jardins. La troisième étape a commencé vers les années quarante avec l'apport de nouvelles techniques de captage des eaux (motopompes, électropompes et forages), ce qui a provoqué un assèchement des résurgences et par conséquent l'abandon du barrage. Cette situation a coûté la disparition de l'irrigation traditionnelle.

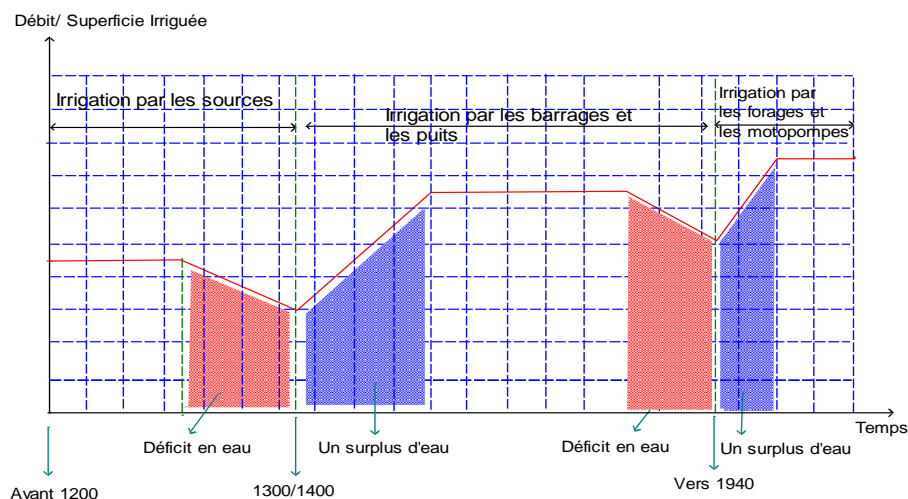


Figure 15: Evolution historique du rapport Irrigation/terres agricoles (Remini, Ait Saadi, Farhi, 2015)

3.6. Réhabilitation du ksar

Heureusement que le ksar de Tiout n'a pas subi les mêmes conséquences comme d'autres ksour qui ont disparu depuis des années. C'est grâce à la population de Tiout et les services locaux qui ont procédé durant la période: 2000-2004 à restaurer 80% du ksar. Cependant, lors de nos visites sur le terrain, nous avons soulevé quelques

anomalies (figure16). Ceci peut s'expliquer par l'absence d'une main d'œuvre spécialisée et le non adhésion de certains propriétaires au projet de restauration. Ils préfèrent faire quelques changements à leurs manières. La réhabilitation du ksar doit se faire par le dévasement du barrage l'entretien des centaines de kilomètres de seguias. Mais le plus important est la mise en fonction de cet aménagement hydro agricole ancestral. L'irrigation traditionnelle à base de seguia et du barrage n'a pas eu lieu depuis une trentaine d'années. Il faut donc que le barrage retrouve son réservoir d'eau par la mise en écoulement des sources d'eau. La recharge artificielle de la nappe par les eaux de crues s'avère une solution intéressante. Cependant, il reste uniquement à trouver le meilleur site pour la réalisation des bassins de recharge.

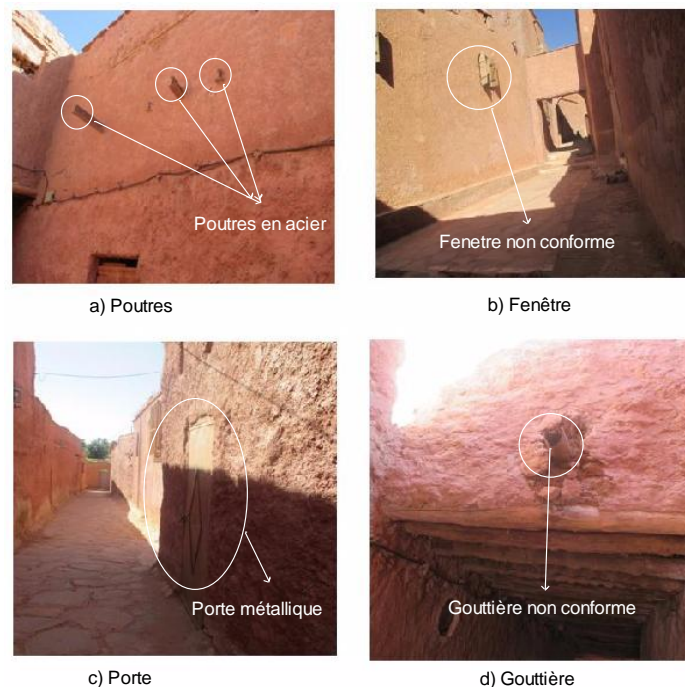


Figure 16: Quelques anomalies de l'opération de réhabilitation du ksar (Ait Saadi,Remini, Farhi, 2015)

4. Conclusion

Les premiers enseignements que nous pouvons tirer de cette étude est que le trio : ksar – palmeraie – barrage constitue une oasis originale et unique dans toute la région des monts de ksours. Si aujourd'hui le ksar d'une centaine de maison bâtie sur une surface de 27000 m² a été réhabilité à 80%, le barrage qui constitue le poumon de l'oasis est dans un état très dégradé et n'arrive plus à jouer son rôle de stockage et de distribution de l'eau. Il est temps que la petite oasis de Tiout retrouve son âme par la restauration de tout l'aménagement hydro agricole constitué par le barrage et les dizaines de kilomètres de seguias qui peut être classé patrimoine hydraulique national.

Remerciements

Sans l'aide de la famille Rahou, cet article ne verra pas le jour. Nous remercions vivement Mrs Reda Rahou, Mejdoub Rahou et Maazouz Mohamed pour la mise à notre disposition des données et de la documentation. C'est grâce à la famille Rahou que toutes les sorties sur le terrain ont eu lieu. Que ce soit l'hébergement ou la restauration, tout a été pris en charge par cette famille.

Références bibliographiques

1. Ben Brahim M., Irrigation traditionnelle et construits socio culturel dans les oasis du Tafilalet (Sud –Est Marocain), II^{ème} congrès International Oasis et Tourisme durable. Zaragoza, 7-11, Aout 2008.
2. Guillermou Y., Survie et ordre social au Sahara. *Cah. Sci. Hum.* 29(1) (1993), p. 121-138.
3. Remini B., Achour B., Albergel J., Timimoun's foggara (Algeria): An heritage in danger DOI: 10.1007/s12517-010-0139-9 *Arabian Journal of Geosciences (Springer)*, Vol. 4, n° 3 (2011), p. 495- 506.
4. Abidi Saad N., Remini B., Les foggaras de Touat : la fierté de la population locale. *Annales des Sciences et Technologie* Vol. 3, N° 2, Décembre (2011), p. 107-113.
5. Remini B., Achour Bachir, The qanat of the greatest western Erg. *Journal American Water Works Association*, 105 (5), May (2013), p. 104-105.

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