

## WATER IN THE KSOURS: WHAT GENIUS? CASE OF TIMIMOUN AND TIOUT (ALGERIA)

M. H. Ait Saadi<sup>1</sup>, B. Remini\*<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institut d'Architecture, Université Blida1, Blida 9000, Algeria

<sup>2</sup>Département des Sciences de l'Eau et Environnement, Faculté de Technologie, Université  
Blida 1, Blida 9000, Algeria

Received: 14 January 2020 / Accepted: 21 March 2020/ Published online: 01 May 2020

### ABSTRACT

What a genius, building a home for more than 10 centuries in the Sahara desert with all the necessary amenities to withstand a hyper-arid climate like that of Timimoun and Tiout. During our work missions during the period: 2000-2019 in the south-west of the Sahara, we were interested in the feeding of Timimoun ksours by the foggaras. This study shows that feeding ksar water remains an unresolved problem for the ksouriens of the Sahara. Two success stories in this area of water have been cited in this paper. These are the ksours of Timimoun which are fed by the foggaras. The ksar of Tiout was supplied with water by an ancestral dam. These are the two cases of the Sahara that have benefited from water with zero energy. These two examples demonstrate the ingenuity of the ksours population. If after ten centuries, the oasis have managed to master the architecture of the ksours, against the supply of ksar in water has shortcomings.

**Keys words:** Foggara; Timimoun; Tiout; Dam; Oases; Ksar.

Author Correspondence, e-mail: [reminib@yahoo.fr](mailto:reminib@yahoo.fr)

doi: <http://dx.doi.org/10.4314/jfas.v12i2.2>



## 1. INTRODUCTION

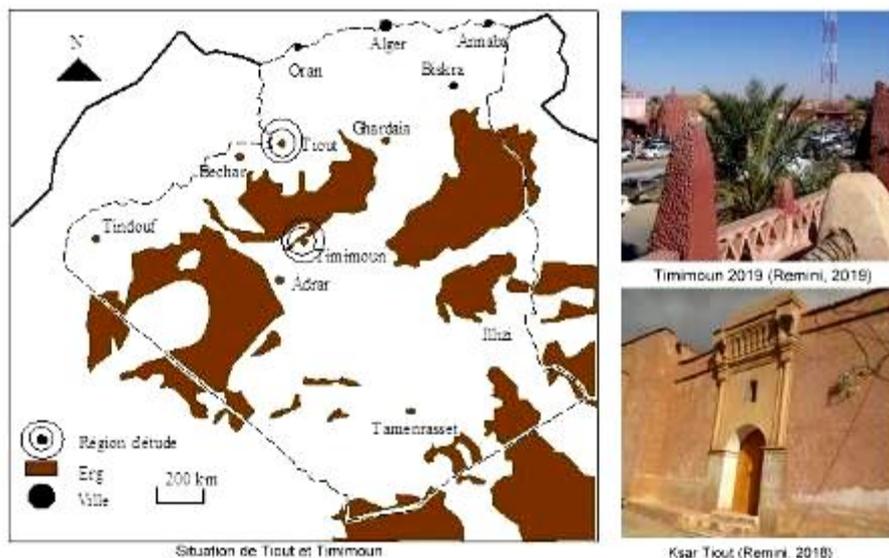
Les milieux secs se caractérisent par de faibles précipitations et des températures dépassant en été la valeur de 48°C. Cependant, des crues peuvent survenir à n'importe quel moment avec même une forte intensité qui peut engendrer des dégâts. Et pourtant l'homme a su aménager son milieu hostile à la vie en construisant son habitat avec toutes les commandités nécessaires à la vie. Le Sahara, le plus dur des déserts de la planète, des oasis ont été développées par l'homme dans les 4 coins de cette espace hyper aride. Cette zone verte qui est l'oasis est constituée d'un ksar (cité des oasiens), d'une palmeraie et d'un ouvrage hydraulique. Si le palmier est l'arbre fruitier de toutes les palmeraies des oasis du Sahara Algérien, cependant le ksar diffère d'une région à l'autre. Cette différence est liée aux matériaux de construction et au savoir-faire de la population ksourienne. C'est ainsi qu'on trouve des ksours bâtis avec la terre et d'autres avec la roche. En ce qui concerne le captage des eaux, la technique utilisée est liée directement à l'hydrogéologie et à la topographie de la région. C'est ainsi que dans la Saoura, on utilise plutôt des puits à balancier de longueur importante (plus de 6 m) [1]. Dans la vallée de M'zab, on utilise des puits à traction animale [2]. Le puits à balancier de faible longueur (inférieur à 3 mètres de long) est le procédé de captage utilisé dans la région du Souf [3-5]. Dans les régions de Touat, c'est un autre système beaucoup plus performant qui a été pratiqué pour le prélèvement des eaux souterraines, il s'agit des foggaras [6-8]. Dans l'oasis de Tiout, c'est plutôt un barrage à sources qui a été destiné à stocker les eaux de sources. La construction de cet aménagement hydraulique a pour fonction d'irriguer la palmeraie et d'alimenter le ksar. La question qui se pose dans ce papier est pourquoi la distribution des eaux dans les ksours n'a pas été solutionnée comme il se doit. Par contre, l'irrigation des jardins a été satisfaite.

## 2. REGION D'ETUDE ET METHODOLOGIE DE TRAVAIL

### 2.1. Région d'étude

Pour la première fois, l'Agence Nationale des Ressources Hydriques a estimé le nombre de foggaras creusées dans les régions de Touat et Gourara à plus de 2200 foggaras selon le dernier inventaire effectué en 2017. Les oasis de Timimoun ont été alimentées par plus de 300

foggaras. Il reste aujourd'hui moins de 100 foggaras en service. Le reste a été abandonné pour des problèmes environnementaux et sociaux. La plus grande foggara de Timimoun El Meghier a été abandonnée suite au rabattement de la nappe [9]. Timimoun, une région touristique située à environ 1200 km au sud-ouest d'Alger (fig. 1). Tiout, une belle oasis à vocation agricole et touristique très connue par son barrage ancestral. Tiout située à environ 700 km au sud-ouest d'Alger (fig.1).



**Fig.1.** Situation géographique de la région d'étude (Remini, 2019)

Durant la période : 2000-2019, lors de nos déplacements dans les oasis du Sahara Algérien dans le cadre de nos travaux sur les ksours et les techniques traditionnelles de captage des eaux, nous avons été impressionné par l'architecture des ksours. Malgré leurs âges qui dépassent les 10 siècles dans certaines régions, les ksours n'ont pas divulgué tous leurs secrets sur l'architecture et sur l'alimentation en eau potable. Ceci nous a poussés à explorer ces axes. Des investigations et des enquêtes ont été entamées auprès de la population des ksours et les propriétaires des foggaras.

### 3. RESULTATS ET DISCUSSIONS

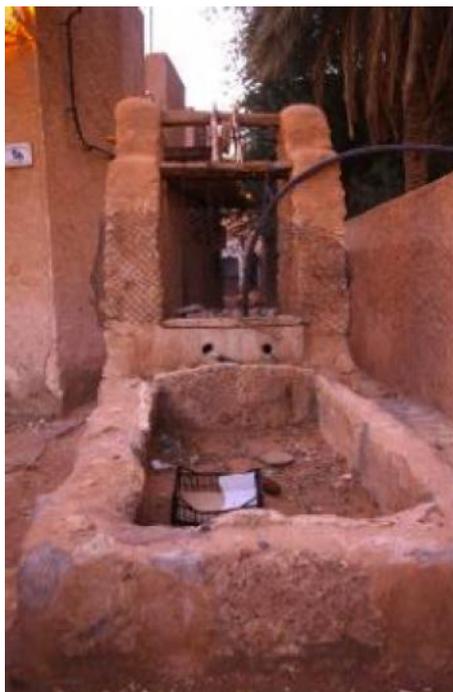
Un milieu sec comme le Sahara se caractérise par la rareté des eaux superficielles, cependant des crues torrentielles peuvent survenir une à deux fois par année en drainant une importante quantité d'eau. Une grande partie de cette eau s'évapore dans l'atmosphère et le reste s'infiltré

pour recharger les aquifères. Diverses techniques de captage des eaux ont été inventées selon l'hydrogéologie de la région. C'est ainsi que le puits est la technique la plus utilisée dans le Sahara. Mais la technique de puisage change en fonction de l'hydrogéologie de la région et plus particulièrement le niveau piézométrique qui détermine le type de la technique de prélèvement. A titre d'exemple, on trouve dans les oasis de Kerzaz (sud-ouest Algerien), des puits à balancier ne dépasse pas la longueur de 6 mètres, puisque le niveau de la nappe ne dépasse les 6 mètres (fig.2) [1].



**Fig.2.** Puits a balancier de l'oasis de Kerzaz, (Photo. Remini, 2014)

Par contre, dans les oasis de M'zab, c'est plutôt les puits à traction animale qui ont été utilisés, parce que le niveau piézométrique se trouve à plus de 20 m du sol (fig.3). Même constat peut être fait sur les puits à balancier qui est pratiqué dans les oasis de Souf, mais le balancier de Souf est très court par rapport à celui de la Saoura, puisque le niveau piézométrique de la nappe ne dépasse pas un mètre (fig.4) [3-5]. Il faut prendre en considération que ces procédés hydrauliques sont à vocation irrigation, c'est-à-dire ils sont situés dans la palmeraie.



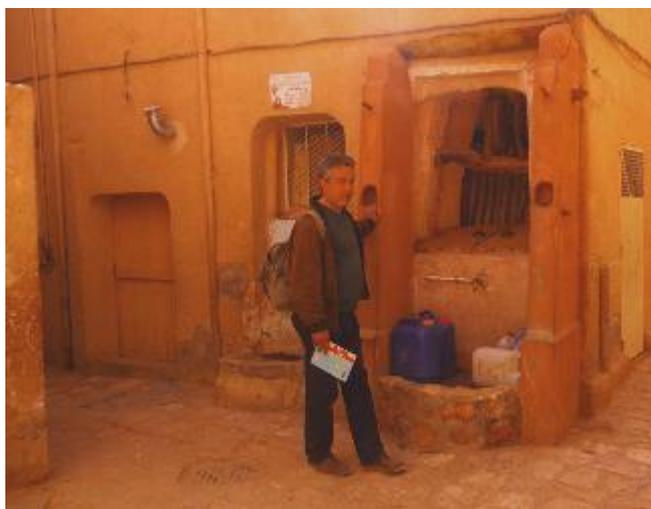
**Fig.3.** Puits à traction animale de la vallée de M'zab, (Photo. Remini, 2018)



**Fig.4.** Puits a balancier de la région de Souf (Photo. Remini et Tallal, 2014)

Dans ce cas le problème qui se pose est la notion de rendement qui. Le ksourien cherche toujours à améliorer le rendement qui est représenté par le couple : Energie- Débit, c'est-à-dire minimiser l'énergie et augmenter le débit. Cependant, le problème ne s'oppose pas au niveau du réseau d'irrigation puisqu'il s'effectue par gravité. Mais le véritable problème se pose au niveau de l'alimentation du ksar en eau potable. Presque l'ensemble des ksours du Sahara Algérien sont alimentés par des puits. Généralement, ils sont installés dans

le ksar, mais loin des habitations, ce qui demande en plus de l'énergie de puisage, une autre énergie pour transporter cette quantité d'eau a l'intérieur de l'habitat (fig.5 et 6).



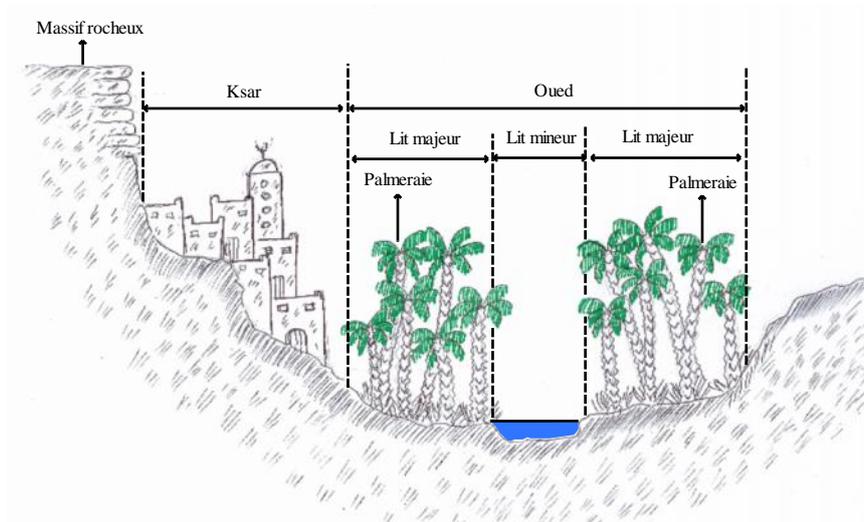
**Fig.5.** Puits dans le ksar de Ghardaïa (Photo. Remini, 2019)



**Fig.6.** Puits dans le ksar de Beni Izguen (Photo. Remini, 2019)

Mais là, où ils ont bien réussi, c'est la lutte contre les inondations dans les oasis. C'est ainsi que les ksours ont été bâti sur les hauteurs, par contre la palmeraie se situe sur les rives des oueds. Ils valorisent les terres de rives majeures (fig.7, 8 et 9). Ils ont allé même plus loin, puisqu'ils ont réussi à tirer profit des inondations. Connaissant la valeur des crues, la population ksourienne a mis en évidence un système de partage des eaux pluviales. Des

aménagements hydrauliques ont été réalisés dans la vallée de M'zab qui sont essentiellement des barrages de régularisation qui sont destinés à l'irrigation, la recharge artificielle des nappes et la sécurité de la population comme le cas de l'oasis d'El Guerrara et Ghardaia (fig.10 et 11)[2].



**Fig.7.** Schéma synoptique d'une oasis d'oued : Le ksar sur les hauteurs et la palmeraie sur les rives de l'oued, (Schéma, Remini, 2019)



**Fig.8.** Région de Ghassira : Un exemple construction des ksour pour éviter inondations (Photo. Auteurs, 2015)



**Fig.9.** Ksar de Timimoun plus haut que la palmeraie, (Photo. Remini, 2019)

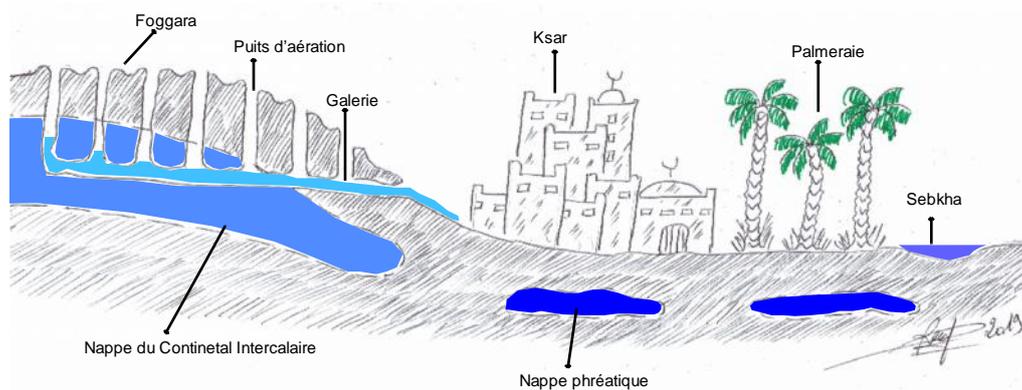


**Fig.10.** Ahabs Foussa de l'oasis d'El Guerrara destiné au partage des eaux de crues,  
(Photo. Remini, 2014)



**Fig.11.** Tissanbadh de l'oasis de Ghardaïa destiné au partage des eaux de crues,  
(Photo. Remini, 2010)

Deux régions du Sahara qui font l'exception ; le Timimoun et le Tiout. La région de Timimoun est connue par sa technique de captage des eaux, qui est la foggara. Ce système hydraulique âgé de plus de 10 siècles a révolutionné le monde d'hydraulique. D'origine de l'ancienne Iran (Perse)[10], la foggara s'est développée dans les 4 coins de planète. Plus de 50 pays arides ont adopté cette technique [11]. La foggara est une galerie souterraine équipée d'une multitude de puits de ventilation qui capte et transporte les eaux de l'aquifère jusqu'à la surface du sol (fig. 12 et 13) [12,13].



**Fig.12.** Schéma d'une coupe longitudinale d'une foggara des oasis de Timimoun  
(Schéma. Remini, 2019)



**Fig.13.** Kasria d'une foggara de l'oasis de Timimoun de la wilaya d'Adrar,  
(Photo. Remini, 2019)

Avec ce procédé basé uniquement sur la gravité, les ksouriens ont solutionné le problème de l'énergie puisqu'il est égal à zéro. Grâce à la foggara, l'eau s'écoule de la nappe jusqu'aux jardins sans fournir d'énergie. Il suffit uniquement de procéder d'une façon périodique à l'entretien de la galerie et les seguias. Avec la foggara, le problème d'irrigation a été réglé puisque l'eau grâce à un réseau de seguias arrive à tous les jardins des propriétaires avec zéro énergie. Cependant, comparativement avec les oasis à puits il y a une avancée remarquable dans les oasis de Touat, puisque l'eau grâce des seguias arrive au niveau du ksar. La population peut se servir de l'eau sans fournir assez d'énergie. La population peut s'alimenter d'eau en remplissant un seau au niveau d'un petit bassin aménagé spécialement au niveau de la seguia (fig.14). C'est la foggara qui dimensionne le ksar. L'assèchement d'une foggara implique l'abandon du ksar par la population (fig.15).



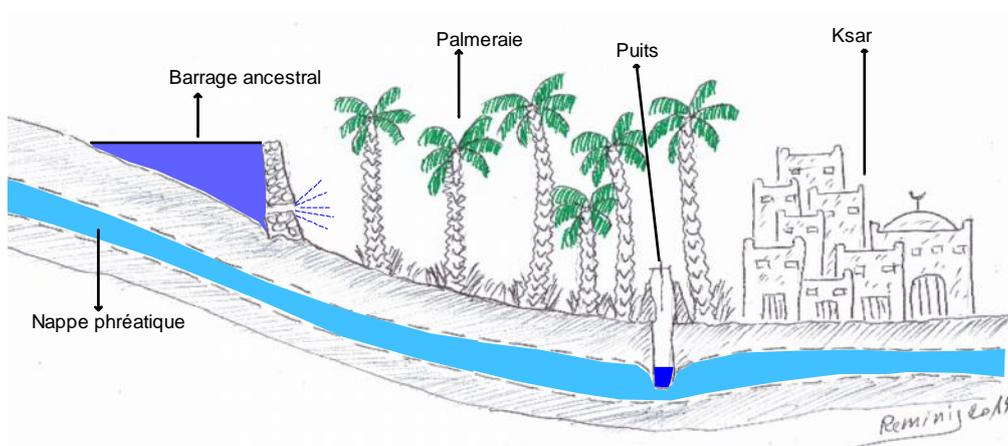
**Fig.14.** Lieu de prélèvement de l'eau pour les habitations du ksar de Timimoun,  
(Photo. Remini, 2008)



**Fig.15.** Un des ksour de Timimoun abandonné suite à l'assèchement de ces foggaras,  
(Photo. Remini, 2008)

La mosquée du ksar est alimentée directement d'une seguia en provenance de la foggara. L'ancienne piscine de Timimoun a été alimentée par la foggara d'El Meghier [9].

Tiout, une belle oasis possédant un barrage ancestral a l'amont du ksar. L'originalité de cette oasis réside dans son système de captage des eaux. Le choix a été porté sur un barrage qui capte une trentaine de sources situées le long de l'oued Tiout (fig. 16 et 17). Le génie et le savoir-faire de la population du ksar ont été prouvés par le choix du site de l'assiette de l'ouvrage (barrage). Il a été bâti sur un lieu de telle façon que toutes les terres soient irriguées par gravité.

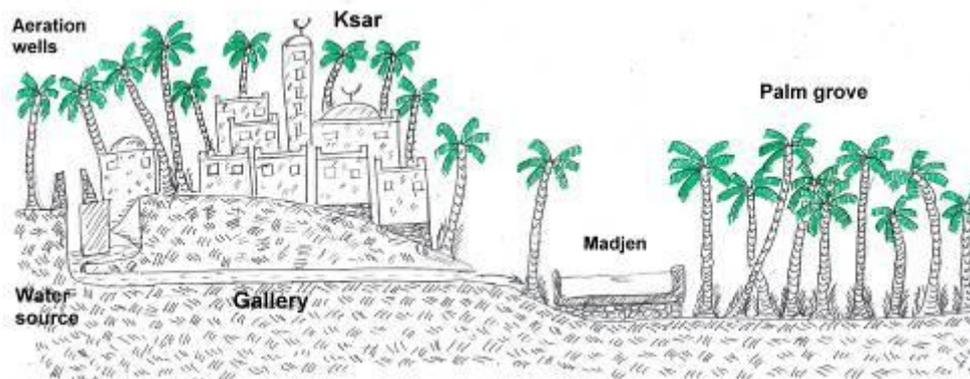


**Fig.16.** Schéma synoptique d'une coupe de l'oasis de Tiout, (Schéma Remini, 2019)



**Fig.17.** Une vue sur le barrage ancestral de l'oasis de Tiout, (Photo. Remini, 2008)

De même, l'eau doit arriver au ksar. Contrairement à l'oasis de Moghrar située à 40 km de Tiout qui a opté pour deux foggaras pour capter et transporter les eaux de sources d'oued Moghrar vers la palmeraie et le ksar (fig. 18) [14].



**Fig.18.** Schéma d'une coupe de l'oasis de Moghrar, (Remini et Achour, 2016)

#### 4. CONCLUSION

Les ksours ; des habitations des oasis datés de plus de 10 siècles dans le Sahara. Bâties avec une architecture de génie, les ksours attirent toujours l'admiration des scientifiques et des touristes. En plus de l'art de bâtir avec des matériaux locaux, l'invention de diverses techniques de captage des eaux témoignent d'un savoir-faire exceptionnel de la population ksourienne. L'exemple des ksours de Touat entourés par les foggaras font l'exception. De l'eau qui s'écoule 24/24 pour alimenter le ksar et irriguer les jardins de la palmeraie avec zéro énergie. De même l'oasis de Tiout grâce à son barrage construit depuis plus de 7 siècles permet d'irriguer la palmeraie et d'alimenter le ksar en eau. Ces patrimoines Architectural et hydraulique permettent aujourd'hui de servir les scientifiques pour solutionner et améliorer les techniques de construction et de captage des eaux pour faire face aux défis des changements climatiques.

#### 5. REFERENCES

- [1] Remini B., Rezoug C. La khottara de la Saoura : un patrimoine hydraulique en déclin. Larhyss Journal. 2017, (30), Juin, 273-296.
- [2] Remini B. Les foggaras de l'oasis de Ghardaïa (Algérie) : le partage des eaux de crues.

Larhyss Journal. 2018, (36), Décembre, 157-178.

[3] Remini B. La foggara et le ghout (Algérie) : quand le forage sonne le déclin. Larhyss Journal. 2019, (39), Sept, 275-297.

[4] Remini B., Souaci B.E. Le Souf : quand le forage et le pivot menacent le ghout ! Larhyss Journal. 2019, (37), Mars, 23-38.

[5] Miloudi A., Remini B. The Ghout of Souf: an original hydro agricultural system. Geoscience Engineering. 2018, LXIV, (3), 30-37.

[6] Remini B., Achour B., Albergel J. Timimoun's foggara (Algeria): An heritage in danger. Arabian Journal of Geosciences. 2011, 4 (3), 495- 506.

[7] Remin B., Achour B. The water supply of oasis by Albian foggara: an irrigation system in degradation. Larhyss Journal. 2016, (26), Juin, 167-181.

[8] Remini B. La foggara de Tadmaït : sans énergie de l'eau du sous-sol a la surface du sol. Larhyss Journal. 2017, (32), Décembre, 301-325.

[9] Remini B., Achour B. Vers la disparition de la plus grande foggara d'Algérie : la foggara d'El Meghier. Revue Sécheresse. 2008, 19 (3), 217-221.

[10] Goblot H. Les Qanats. Une technique d'acquisition de l'eau, Ecole des hautes études en sciences sociales, Centre de recherches historiques, Mouton Paris. 1979, 231p.

[11] Remini B., Achour B., Kechad R. The collecting of groundwater by the qanats: a millennium technique decaying. Larhyss Journal. 2014, (20), Décembre, 259-277.

[12] Remini B. La foggara. Editions Office des Publications Universitaires OPU. 2008, 132 p.

[13] Remini B. La foggara du Sahara-Le génie oasien. Editions Universitaires Européennes. 2011, 128 p.

[14] Remini B., Achour B. The Foggara of Moghrar (Algeria): An irrigation system millennium. JOWSET. 2017, 2 (1), 111-116.

**How to cite this article:**

Ait Saadi MH, Remini B. Water in the ksours: what genius? Case of timimoun and tiout (Algeria). J. Fundam. Appl. Sci., 2020, 12(1), 525-537.