



## **LA FOGGARA DE TINDOUF (ALGERIE) : UN PATRIMOINE HYDRAULIQUE EN DECLIN**

### **THE FOGGARA OF TINDOUF (ALGERIA): A HYDRAULIC HERITAGE DECLINED**

**REMINI B.<sup>1</sup>, ABIDI SAAD N.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Département des sciences de l'eau et Environnement, Faculté de Technologie,  
Université Blida 1, Blida 9000, Algérie.

<sup>2</sup>Département d'hydraulique, Université d'Ouargla, Algérie

*reminib@yahoo.fr*

#### **RESUME**

Le présent article évoque pour la première fois un état global sur la foggara Ras El Ma de Tindouf et son rôle dans l'irrigation oasienne. L'absence des données et des informations sur la foggara, deux missions ont été effectuées dans les oasis de Tindouf durant les années 2013 et 2017. C'est ainsi que des investigations et des enquêtes ont été menées auprès de la population ksourienne. Il ressort de cette étude que la foggara d'une longueur de plus de 2 km équipée est équipée d'une centaine de puits d'aération. Contrairement aux foggaras de Touat et de Gourara qui puisent les eaux de l'aquifère du Continental Intercalaire, celle de Tindouf exploite les eaux de la nappe inferoflux de l'oued Tindouf. En arrêt depuis plus de 70 ans, la foggara a cessé de fonctionner suite à la détérioration d'une partie de sa galerie. Sans réhabilitation et sans entretien depuis 1950, ce patrimoine hydraulique risque d'être complètement abandonné à court terme.

**Mots clés** : Foggara – Oasis – Tindouf – Nappe inféroflux

## **ABSTRACT**

The present article evokes for the first time a global state on the Ras El Ma foggara of Tindouf and its role in oasis irrigation. The lack of data and information on the foggara, two missions were carried out in the oases of Tindouf during the years 2013 and 2017. Thus, investigations and investigations were conducted among the Ksourian population. It emerges from this study that the foggara with a length of more than 2 km equipped is equipped with a hundred wells. Contrary to the foggaras of Touat and Gourara which draw the waters of the aquifer of the Continental Intercalary, that of Tindouf exploits the waters of the inferoflux water table of the Tindouf River. In stop for more than 70 years, the foggara stopped working after the deterioration of a part of its gallery. Without rehabilitation and without maintenance since 1950, this hydraulic heritage risks being completely abandoned in the short term.

**Key words:** Foggara - Oasis - Tindouf – Inferoflux Water table.

## **INTRODUCTION**

Le Sahara, le plus grand Désert chaud de la planète ; une vaste région hyper aride dont la pluviométrie moyenne annuelle ne dépasse pas 100 mm/an, mais les crues soudaines qui apparaissent dans les oueds sont souvent dévastatrices. Seulement, une faible quantité d'eau qui s'infiltré dans le sol pour rejoindre les aquifères. Cependant pour accéder à ces eaux, diverses techniques ancestrales de captage des eaux ont été mises en œuvre par la population du Sahara. Parmi ces nombreux systèmes hydrauliques, la foggara s'est développée dans 52 Pays de la planète suite à son succès (Remini et Achour, 2014). Considérée comme le fief de la foggara, la région de Touat et de Gourara compte plus de 1800 foggaras (Boutadara et Remini, 2018). La foggara de Touat et Gourara est une technique traditionnelle conçue pour récupérer les eaux de la nappe du Continental Intercalaire (Abidi Saad et Remini, 2011 ; Remini et Achour, 2016 ; Remini et al, 2014 ; Remini et Achour, 2013a ; Remini et al, 2011). Elle est constituée d'une galerie souterraine équipée de plusieurs puits verticaux. La galerie d'une longueur allant de 1 à 20 km faiblement inclinée qui sert de drainage et de conduite d'écoulement de l'eau entre l'aquifère et la surface du sol (jardins). L'eau s'écoulé gravitairement à surface libre. Les puits verticaux qui ont un double rôle : lors du creusement, les puits servent comme moyens d'évacuation de débris de terre. En phase d'exploitation de la foggara, les puits sont utilisés comme des issues aux fellahs pour entretenir la galerie. La

profondeur des puits varie de 5 à 15 m. La distance moyenne entre deux puits est de 13 m. D'autres foggaras ont été conçues pour récupérer les eaux des infiltrations perdues par les foggaras classiques lors d'irrigation des jardins : ce sont des foggaras de Jardin (Remini, et al, 2015). Des foggaras qui exploitent la nappe du Grand Erg Occidental ont été signalées dans les oasis d'Ouled Saïd à Timimoun (Remini et Achour, 2013b ; Remini et Achour, 2013c). Dans les oasis de l'Hoggar (Tamanrasset), des foggaras ont été creusées pour capter les eaux de la nappe infero-flux de l'oued (Remini, Achour, 2013d). Contrairement aux foggaras de Touat et Gourara qui ont fait l'objet de plusieurs études, aucune étude sérieuse n'a été menée sur la foggara de Tindouf. Sauf que Papy (1959) a signalé l'existence des foggaras en service dans les oasis de Tindouf durant les années cinquante. C'est l'une des raisons qui nous a poussées à travailler sur ce patrimoine hydraulique qui risque de disparaître définitivement à court terme

## **REGION D'ETUDE ET ENQUETES**

### **Situation de la région d'étude**

Tindouf, une ville située à l'extrême sud-ouest d'Algérie à environ 1500 km de la capitale Alger (fig. 1). Une région hyperaride avec une pluviométrie moyenne annuelle de 35 mm. Selon les historiens, le nom de Tindouf se divise en deux : « Tin » et « Douf ». Le premier (Tin) veut dire « Ain » en arabe, c'est-à-dire un puits d'eau ou une source d'eau en arabe. Le second (Douf) veut dire en arabe l'importance du débit. Donc Tindouf est une région qui possède d'énormes capacités en eau.

Tindouf était une oasis créée au 16<sup>ème</sup> siècle et qui a servi comme un point de repos pour les voyageurs et les caravanes. Les ksours ont été bâtis sur les hauteurs non loin de l'oued de Tindouf. Par contre, la palmeraie et les jardins ce sont développées sur les rives de l'oued. Des centaines de puits ont été creusés à la périphérie de l'oued Tindouf dont l'eau souterraine est de bonne qualité et de quantité importante.

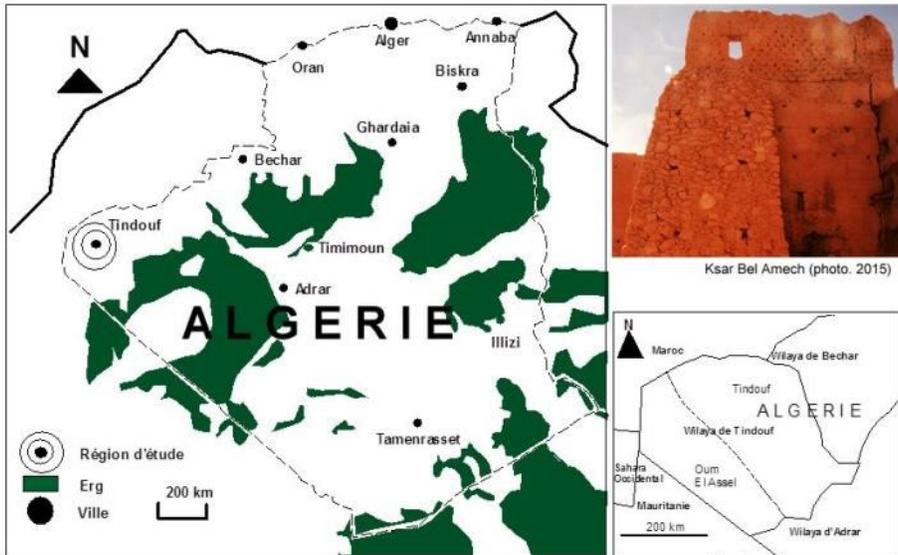


Figure 1 : Situation de la région d'étude (Remini, 2017)

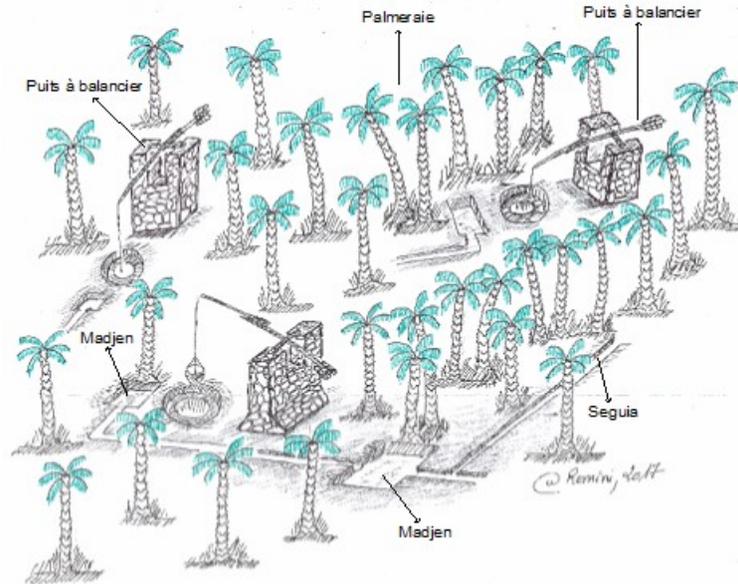
### Enquêtes et méthodologie de travail

Sur la base d'une recherche bibliographique sur les foggaras du Sahara nous avons aperçu qu'il existait des foggaras dans l'extrême sud-ouest Algérien et plus exactement dans les oasis de Tindouf. Papy (1959) est le premier auteur qui a signalé l'existence des foggaras dans cette région. Deux missions de travail ont été organisées dans la région de Tindouf durant 2013 et 2017. Des investigations et des enquêtes auprès de la population ksourienne ont été effectuées. Il est à signaler l'absence des données et de la documentation sur la foggara de Tindouf.

### RESULTATS ET DISCUSSIONS

Tindouf ; une région riche en sources d'eau naturelles qui s'écoulaient d'une façon continue sur la surface du sol. Les longues sécheresses ont favorisé le rabattement de la nappe et ont mis fin à ces écoulements obligeant ainsi la population à s'équiper de plusieurs puits à poulie et des khottaras (qui sont des puits à balancier). Ces puits ont été creusés sur les périphéries de l'oued de Tindouf. Ce cours d'eau est très connu par ces crues dévastatrices drainant ainsi

des débits d'eau importants qui rechargent périodiquement la nappe aquifère. L'irrigation des jardins et la palmeraie s'effectue par les khottaras (fig. 2). En plus, des deux puits collectifs qui alimentent les ksours, certaines habitations sont équipées des puits individuels.

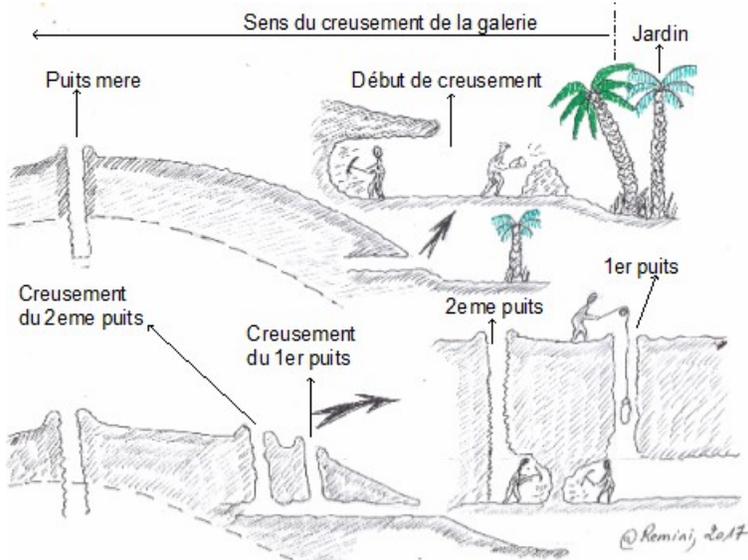


**Figure 2 : Schéma probable de l'ancienne palmeraie de Tindouf avec quelques khottaras (Schéma Remini, 2017)**

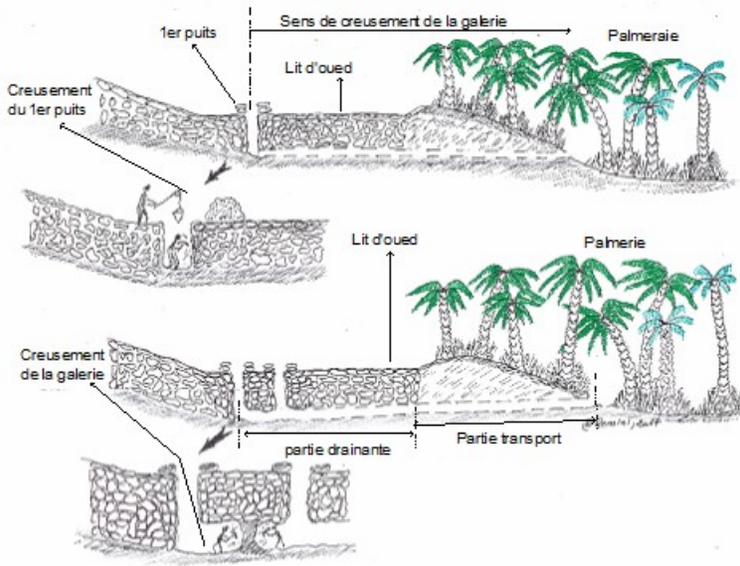
Le succès enregistré par la foggara dans les oasis limitrophes comme le Touat, Gourara, la Saoura et Tabelbala a poussé la population de Tindouf à importer le savoir-faire de ce système ancestral. Grâce au génie de la population ksourienne de Tindouf, la foggara a été adaptée aux conditions hydrogéologiques de leur milieu qui sont différentes de celles de Touat. L'originalité de la foggara de Tindouf réside dans la source de puisement de l'eau. En effet et contrairement aux foggaras de Touat et Ouled Said (Timimoun) qui exploitent successivement les eaux de la nappe du Continental Intercalaire et les eaux de nappe du Grand Erg Occidental (Abidi Saad et Remini, 2011 ; Remini et al, 2014 ; Remini et Achour, 2016 ; Remini et Achour, 2013a ; Remini et Achour, 2013b ; Remini et Achour, 2013c), la foggara de Tindouf puise son eau de la nappe Inferoflux de l'oued de Tindouf. Ce type de foggara appelé foggara de l'oued a été utilisée dans les oasis de la région de Tamanrasset (Remini et Achour, 2013d).

Il est à préciser que ni la date, ni le nombre de foggaras creusées dans la région de Tindouf n'ont été évoqué par les historiens. Seulement, Papy (1959) a mentionné dans une étude sur le déclin des foggaras au Sahara qu'il existait plusieurs foggaras le long de l'oued de Tindouf, sauf que l'auteur n'a jamais précisé le nombre exact de foggaras. Il faut signaler aussi que lors de nos missions effectuées en 2013 et en 2017 sur le site qu'aucune trace de foggaras n'a été décelée à part celle de la foggara de Ras El Ma.

Contrairement au creusement de la foggara dans les oasis de Touat et Gourara qui s'effectue dans le sens opposé à l'écoulement, le creusement de la foggara de Tindouf a été mené dans le même sens de l'écoulement. Le puits mère est situé dans une zone dont le niveau piézométrique est supérieur à celui de la surface des jardins. Appelée foggara de Ras El Ma, en français veut dire « tête de la source », le puits mère d'une profondeur de 2,5 mètres se trouve dans une zone d'épandage formée par une diminution rapide de la pente de l'oued se remplit d'eau. Un deuxième puits est creusé à 10 m environ du premier dans le lit d'oued. Dans la troisième étape, les deux puits sont reliés par une galerie est ainsi de suite jusqu'à l'entrée de la palmeraie. Le creusement de la galerie commence de l'aval vers l'amont pour les foggaras de Touat et Gourara et de l'amont vers l'aval pour la foggara de Tindouf (fig. 3 et 4).



**Figure 3 : Schéma des étapes de creusement d'une foggara dans les oasis de Touat ou Gourara (Schéma exécuté sur la base des informations recueillies auprès des propriétaires des foggaras)**



**Figure 4 : Schéma du creusement de la foggara de Tindouf (Schéma exécuté par Remini, 2019)**

D'une galerie de longueur de 2100 m (DHW Tindouf, 2013), la foggara de Tindouf possède environ une centaine de puits d'une profondeur moyenne de 2,5 m chacun (fig. 5, 6 et 7). Si aujourd'hui, on ne connaît pas sa date de la mise en eau, la foggara Ras El Ma s'est asséchée en 1950 à cause de la baisse du niveau piézométrique de la nappe. Une tentative de récupération de ce système hydraulique ancestral a été lancée en 1958 par le géologue Bourgeois en ajoutant des puits à la foggara dans la partie amont (partie drainante), mais sans résultat (DHW Tindouf, 2013).

La galerie de la foggara de Tindouf présente deux parties : drainante et transport. La partie drainante est située dans la nappe inferoflux de l'oued Tindouf. C'est la partie la plus importante et la plus menacée par les éboulements et obturations.

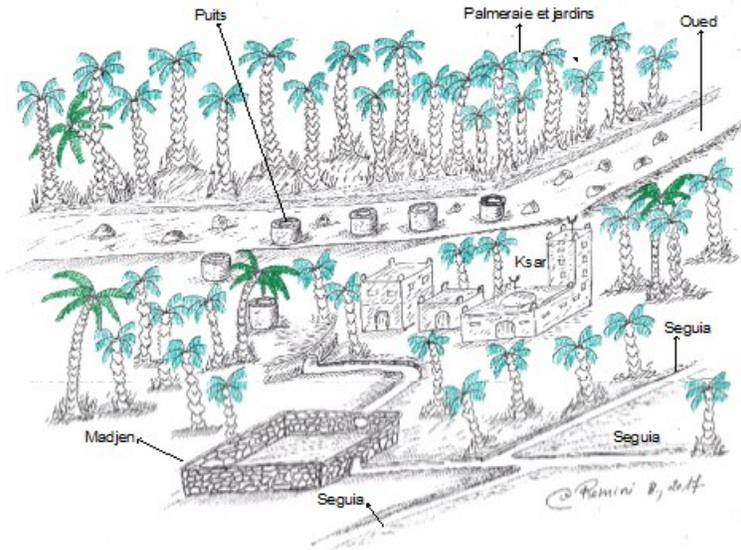


Figure 5 : Schéma probable d'une oasis à foggara d'oued (Schéma Remini, 2017)

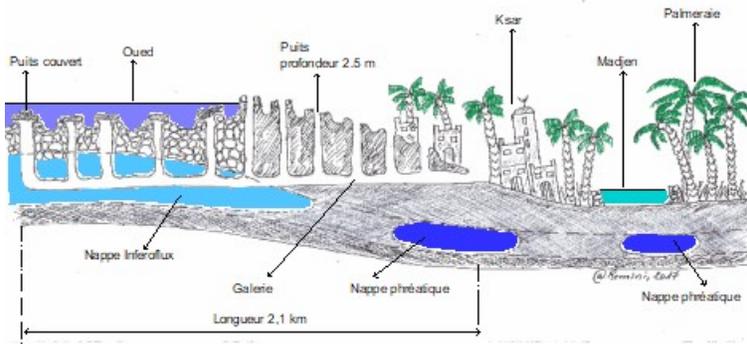
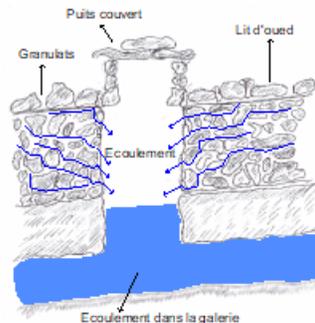


Figure 6 : Schéma probable d'une coupe longitudinale de la foggara de Tindouf (Schéma Remini, 2017)

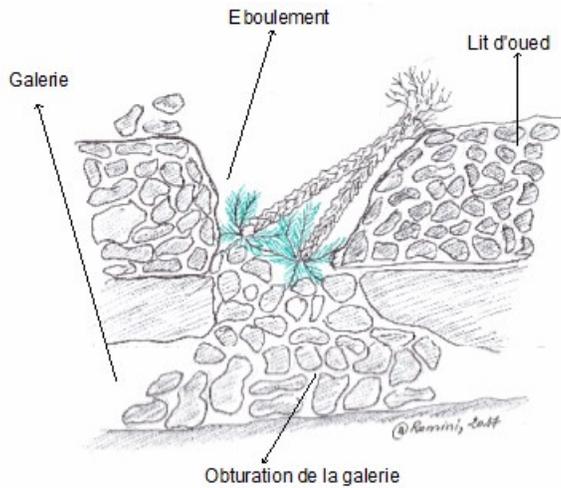


**Figure 7 : Vue d'une partie de la galerie de la foggara de Ras El Ma de Tindouf (Photo. Auteurs, 2013)**

Quant à la partie transport est creusée dans le sol en dehors de l'oued et sert à véhiculer l'eau drainée vers le Madjen qui se trouve dans les jardins. Les puits de la partie drainante sont généralement couverts par des blocs et des roches afin d'éviter le colmatage de la galerie par les granules et la vase charriés par le cours d'eau (fig. 8). Cependant en périodes de crues, ces puits ne peuvent pas résister à la force de l'écoulement et sont à chaque crue détruits et obturés (fig. 9). Ceci oblige les oasisiens à reconstituer et à nettoyer les puits et la galerie. Par contre, les puits de la partie transport sont épargnés par ces problèmes. Lors des grandes crues, qui peuvent emporter tous les objets qui se trouvent le long de l'oued. Devant cette situation, il y a une seule solution et une seule voie celle qui consiste à creuser de nouveau puits et galerie. Une telle opération qui mobilisera plusieurs moyens matériels et humains peut prendre plusieurs mois de travaux.



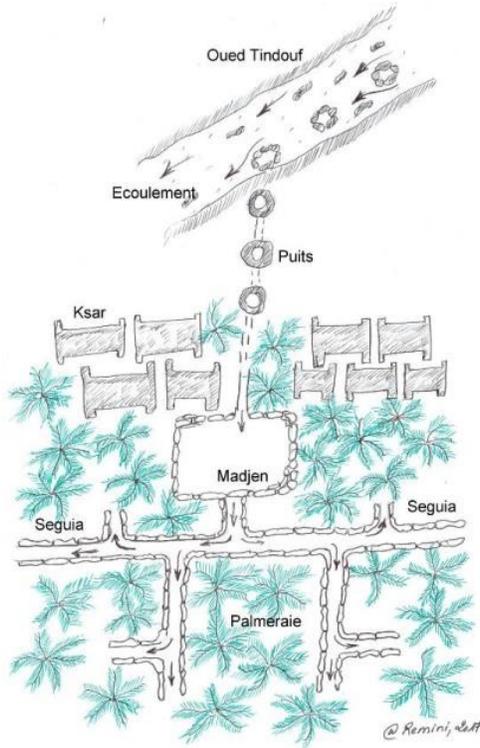
**Figure 8 : Schéma synoptique du puits mère de la foggara de Tindouf (Schéma Remini, 2017)**



**Figure 9 : Schéma d'un éboulement d'un puits de la foggara de Tindouf (Schéma Remini, 2017)**

Le problème ne se pose pas dans l'alimentation en eau potable des deux ksours (Bel Amech et Rmadine), puisque deux puits ont été creusés. Par contre les jardins et la palmeraie ont été irrigués au début par des khottaras (puits à balancier) et ensuite par la foggara.

Comme la foggara est un ouvrage collectif, une organisation sociale a été mise en évidence depuis des siècles pour assurer le partage de l'eau entre les copropriétaires. C'est ainsi qu'un comité de sages appelé Djamaa organise les opérations de partage de l'eau. Pour acheminer l'eau de la foggara jusqu'aux jardins des abonnées, un réseau de distribution d'eau a été construits. Il se compose de plusieurs kilomètres de seguias de section rectangulaires et un grand bassin de stockage des eaux appelé Madjen (fig. 10). A la sortie de la foggara, l'eau est stockée dans le Madjen. C'est à partir de ce bassin que l'eau sera distribuée entre les agriculteurs. La part d'eau est une fonction de la contribution de chaque copropriétaire dans l'entretien de la foggara. Puisque c'est une foggara horaire, le partage s'effectue par unité de temps.



**Figure 10 : Schéma probable d'une palmeraie de Tindouf avec son réseau de distribution (Schéma Remini, 2017)**

Afin de mener à bien les opérations de partage, la population ksourienne a inventé la montre à eau. Composée de deux récipients, un de forme quelconque (le plus grand) sera rempli d'eau et l'autre de forme demi cylindrique de dimensions inférieure est gradué et troué au fond. Chaque part d'eau est définie par le temps de remplissage de la tasse une fois posée sur la surface de l'eau. Donc le partage s'effectue par la nouba, c'est-à-dire tour à tour. Dans ce cas, l'irrigation s'effectue d'une façon linéaire.

Aujourd'hui, malgré que la foggara de Ras El Ma contient de l'eau, mais ne fonctionne pas et se trouve dans un état très dégradée (fig. 11). Le réseau de seguias est complètement détruit (fig.12). Les puits d'aération sont devenus des poubelles à ciel ouvert (fig. 13 et 14). Un tel patrimoine hydraulique peut être récupéré et réhabiliter puisque l'eau existe toujours dans la galerie surtout en période de crues mais nécessite toujours un entretien. Par contre, les puits et les seguias sont complètement détruits et demandent une réhabilitation.



**Figure 11 : L'eau dans la foggara de Tindouf, mais elle ne fonctionne pas (Photo. Auteurs, 2013)**



**Figure 12 : Foggara de Tindouf ; Seguia dégradée (Photo. Auteurs, 2013)**



**Figure 13 : Puits dégradé (Photo. Auteurs, 2013)**



**Figure 14 : Des puits qui demandent de l'entretien (Photo. Auteurs, 2013)**

## **CONCLUSION**

Comme nous l'avons mentionné au début de ce papier que contrairement aux foggaras de Touat et Gourara, la foggara des oasis de Tindouf n'a pas fait l'objet d'une étude sérieuse. Malgré le manque de données et d'informations, cet article a mis en évidence l'originalité et le rôle de la foggara dans l'irrigation des jardins et de la palmeraie de Tindouf. Le génie oasien a été évoqué dans ce papier, puisque la foggara de Tindouf a été conçue pour exploiter les eaux de la nappe inféroflux de l'oued Tindouf. Certes, il y a un transfert de savoir-faire des régions limitrophes comme le Touat, la Saoura et Tabalbala, mais la population ksourienne a su adapté ce système hydraulique aux conditions hydrologiques et topographiques de leur milieu. En plus, le mode de partage des eaux de la foggara est différent de celui de Touat. Il est basé sur le paramètre temps et non pas sur le volume comme celui de Touat. C'est un mode horaire ; la distribution de l'eau s'effectue par unité de temps et l'irrigation s'effectue tour à tour, c'est une irrigation en série. Complètement abandonné, la foggara de Tindouf ; un patrimoine hydraulique de toute la région de Tindouf est en péril.

## **REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

- ABIDI SAAD N., REMINI B. (2011). Les foggaras de Touat : la fierté de la population locale. *Annales des Sciences et Technologie* Vol. 3, N° 2, Décembre, pp. 107-113.
- BOUTADRA Y., REMINI B. (2018). The foggaras of Bouda (Algeria): from drought to food. *Applied Water Science*. Vol.8, N°162. doi.org/10.1007/s13201-018-0822-7.
- DHW DE TINDOUF. (2013). Les ressources en eau : passé, présent et futur. Rapport interne, 82 p.
- PAPY L. (1959). Le déclin des foggaras au Sahara, d'après des travaux récents. *Cahiers d'outre-mer*. Vol. 12, N° 48, Octobre-décembre. pp. 401-406.
- REMINI B., ACHOUR B. (2016). The water supply of oasis by Albian foggara: an irrigation system in degradation. *Larhyss Journal*, N°26, Juin, pp. 167-181
- REMINI B., ALBERGEL J., ACHOUR B. (2015). The Garden Foggara of Timimoun (Algeria): The Decline of Hydraulic Heritage. *Asian Journal of Water, Environment and Pollution*, Vol. 12, N°3, pp. 51-57.
- REMINI B., ACHOUR B., KECHAD R., (2014). The foggara: a traditional system of irrigation in arid regions. *Geoscience Engineering Journal*. Vol. LX, N°32, pp.32-39.
- REMINI B., KECHAD R., ACHOUR B. (2014). The collecting of groundwater by the qanats: a millennium technique decaying. *Larhyss Journal*, N°20, Décembre, pp. 259-277
- REMINI B., ACHOUR B., ALBERGEL J., (2011). Timimoun's foggara (Algeria): An heritage in danger. *Arabian Journal of Geosciences (Springer)*, Vol. 4, N° 3, pp. 495- 506.
- REMINI B., ACHOUR B. (2013a). The foggaras of In Salah (Algeria): the forgotten heritage. *Larhyss Journal*, N°15, September, pp. 85-95.
- REMINI B., ACHOUR B. (2013b). The triple foggara of Ouled Said (Algeria): the ingenuity of the Sahara peasantry. *Larhyss Journal*, N°15, September, pp. 113-122
- REMINI B., ACHOUR B. (2013c). The qanat of the greatest western Erg. *Journal American Water Works Association*, Vol. 105, N°5, May, pp. 104-105.
- REMINI B., ACHOUR B. (2013d). Les foggaras de l'Ahaggar : Disparition d'un patrimoine hydraulique. *Larhyss Journal*, N°14, Juin, pp. 149-159.