Larhyss Journal, ISSN 1112-3680, n°32, Dec 2017, pp. 301-325
© 2017 All rights reserved, Legal Deposit 1266-2002

LA FOGGARA DE TADMAIT : SANS ENERGIE DE L'EAU DU SOUS-SOL A LA SURFACE DU SOL

THE TADMAIT FOGGARA: WITHOUT ENERGY FROM BASEMENT WATER TO SOIL SURFACE

REMINI B.

Département des Sciences de l'Eau et Environnement, Faculté de Technologie, Université Blida 1, Blida 9000, Algérie,

reminib@yahoo.fr

RESUME

A travers ce modeste papier, nous essayons d'apporter quelques enseignements sur un système hydraulique millénaire qui fonctionne depuis plus de 10 siècles en signe de reconnaissance au savoir-faire de nos ancêtres. La foggara, quel génie pour un ouvrage hydraulique qui exploite les eaux du sous-sol à zéro énergie. Indissociable, le social et le technique englobés dans le même système hydraulique qui est la foggara pour développer des centaines d'oasis et faire vivre des milliers de ksouriens dans un milieu hyper aride hostile à la vie comme celui du Sahara. Durant la période : 2006-2017, une durée ou nous avons effectué une dizaine de missions dans les oasis situées à la périphérie du plateau de Tadmait, il ressort que la foggara se détériore du jour en jour. Une perte d'une à deux foggara par année est à signaler. C'est trop pour un ouvrage hydraulique qui fait vivre une centaine de famille. Alors peut-on un jour voir la wilaya d'Adrar ; le berceau des foggaras sans les foggaras ? Espérant que non.

Mots clés : Foggara- Captage – Eau – Sahara – Distribution- Plateau de Tadmait

ABSTRACT

Through this modest paper, we try to bring some lessons on a millenary hydraulic system that has been working for more than 10 centuries as a sign of recognition to the know-how of our ancestors. The foggara, what a genius for a

© 2017 Remini B.; This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

hydraulic system that exploits groundwater at zero energy. Inseparable, the social and technical encompassed in the same hydraulic system that is the foggara to develop hundreds of oases and live thousands of Ksourien in an environment hostile to life like that of the Sahara. During the period: 2006-2017, a duration where we carried out a dozen missions in the oases located on the periphery of the plateau of Tadmait, it appears that the foggara deteriorates from the day to the day. A loss of one to two foggara per year is to be reported. It is too much for a hydraulic work that makes live a hundred families. So can one day see the wilaya of Adrar; the cradle of foggaras without foggaras? Let's hope not.

Key words: Foggara- Capture - Water - Sahara - Distribution - Tadmait Plateau

INTRODUCTION

Dans les régions arides et plus particulièrement le Sahara, l'eau qui représente une denrée rare a poussé la population à aller à sa recherche. Les rares crues drainées par les oueds généralement à sec drainent des quantités d'eau non négligeables dont une partie s'infiltre pour rejoindre les nappes aquifères. Une autre partie s'évapore rapidement dans l'atmosphère. Pour satisfaire les besoins domestiques en eau potable et l'irrigation des jardins, le creusement dans le sous-sol est la seule solution pour atteindre l'eau souterraine. Creuser verticalement est le chemin le plus court pour atteindre la nappe aquifère, mais dans ce cas l'extraction de l'eau s'effectue avec une énergie. Par contre, le creusement horizontal est le chemin le plus long pour atteindre la nappe aquifère, mais l'extraction de l'eau s'effectue sans aucune énergie. Dans ce cas, on parle de système foggara qui capte et irrigue avec zéro énergie, tout simplement en utilisant la gravité. C'est la raison pour laquelle la foggara a connu une réussite durant plusieurs siècles. D'origine minière, la foggara ou qanat a été découverte depuis plus de 30 siècles dans le nord Iranien (Goblot, 1979). Ensuite, la foggara s'est développée dans plus de 52 pays de la planète (Remini et al. 2014). Dans le Sahara Algérien, la foggara s'est développée dans les régions de Touat, Gourara et Tidikelt. Nous traitons dans la présente étude, quelques aspects de la réussite de ce système hydraulique millénaire dans les oasis qui se trouvent à la périphérie du plateau de Tadmait ; le lieu privilégié des foggaras.

REGION D'ETUDE ET METHODOLOGIE DE TRAVAIL

Situation et caractéristiques de la région étudiée

A la périphérie ouest et sud-ouest du plateau de Tadmait, se situent des centaines de foggaras. Les oasis de Touat, Gourara et Tidikelt sont localisés à environ 1200 km au sud-ouest d'Alger (fig. 1). Classées comme des régions les plus chaudes du Sahara qui enregistrent des températures dépassant le seuil de 45°C en périodes d'été. Malgré une pluviométrie moyenne annuelle ne dépassant pas les 100 mm, des crues occasionnelles surgissent dans ces régions en drainant des quantités d'eau non négligeables qui peuvent recharger la nappe phréatique.

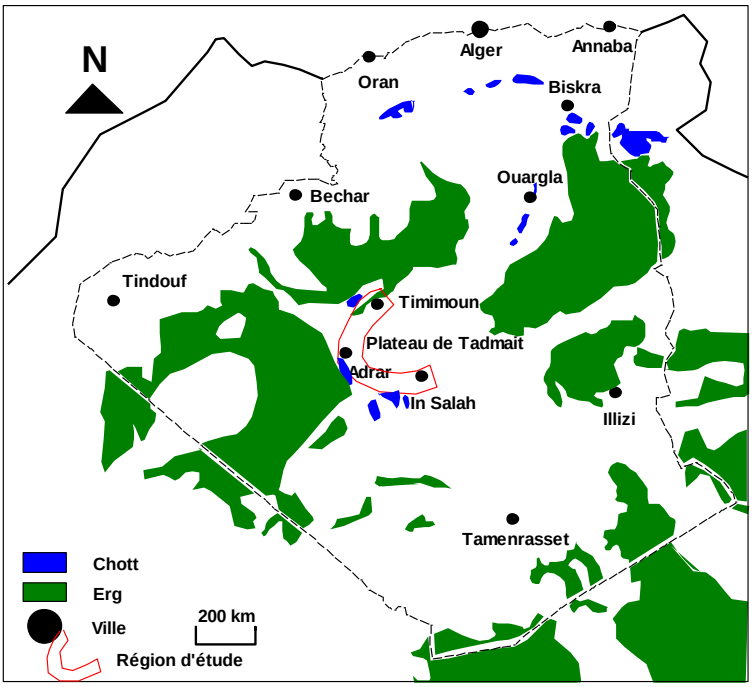

Figure 1 : Situation géographique de la région d'étude

Méthodologie du travail et enquêtes

Durant la période : 2006-2015, plusieurs missions dans les oasis de Touat, Gourara et Tidikelt ont été menées. Des visites et des investigations ont été effectuées sur un ensemble foggaras. Des enquêtes ont été effectuées auprès de la population ksourienne et les propriétaires des foggaras ont été effectuées.

RESULTATS ET DISCUSSIONS

Définitions d'une foggara

Définition 1

Une foggara est un puits horizontal légèrement incliné qui permet de capter les eaux drainées de s'écouler lentement jusqu'à la surface du sol. Il suffit d'avoir le niveau de la nappe au-dessus du niveau des jardins (fig. 2).

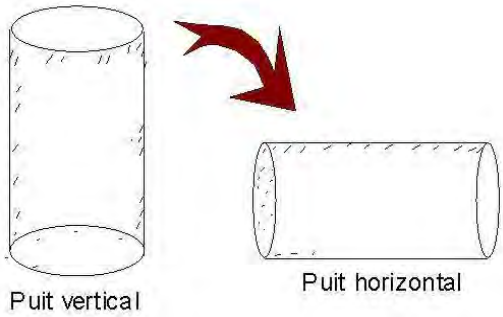

Figure 2 : Schéma très simplifié d'une foggara

Définition 2

Une foggara est une galerie souterraine émergée dans la nappe aquifère qui permet de capter les eaux et de les transporter jusqu'aux jardins situées en contre bas de l'oasis.

Définition 3

Réalisée dans les régions arides, la foggara est un système hydraulique ancestral. Il est composé de plusieurs ouvrages de captage, de stockage et de distributions des eaux.

Définitions 4

La foggara est une technique de captage des eaux souterraines propre aux régions arides. La foggara a marqué le début d'une nouvelle aire durant laquelle, le prélèvement des eaux souterraines est passé d'une technique avec énergie (animale ou humaine) à une technique sans énergie (basée uniquement sur la gravité) (fig.3).

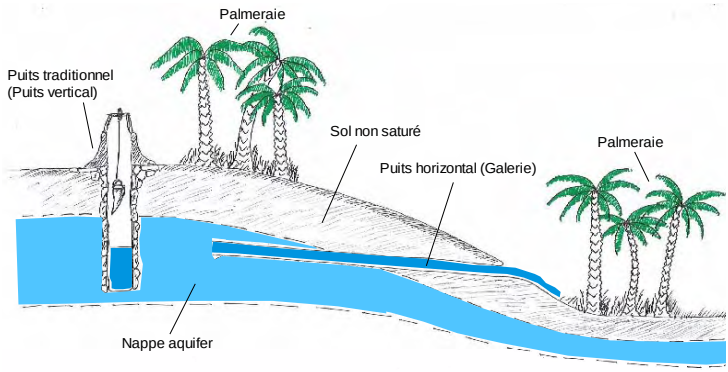

Figure 3 : Schéma simplifié d'une foggara et d'un puits (Remini, 2017)

Définition 5

La foggara est une galerie souterraine légèrement inclinée qui draine l'eau de l'aquifère amont vers les terrains les plus secs situés en aval, en direction de la palmeraie (fig. 4 et 5). Ce procède utilise un système de galeries en pente douce d'une longueur pouvant atteindre les 20 km, équipées d'une série de puits d'aération espacés de 5 à 22 m (Remini et al, 2011). La foggara est un système technique lié à un système social de travail collectif. Un comité de sages appelé Djamaa dont le rôle est de diriger et de surveiller l'entretien de la foggara et de la répartition de son eau.

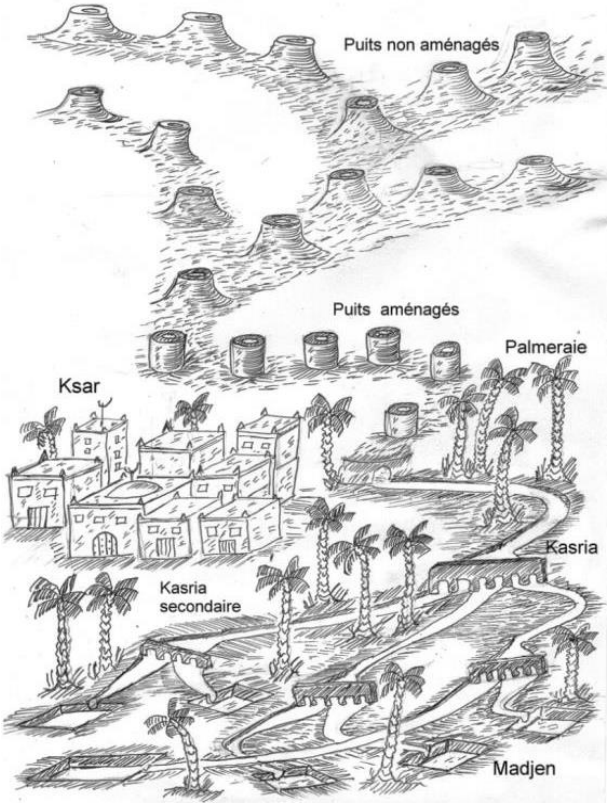

Figure 4 : Schéma simplifié du système foggara (Remini, 2017)

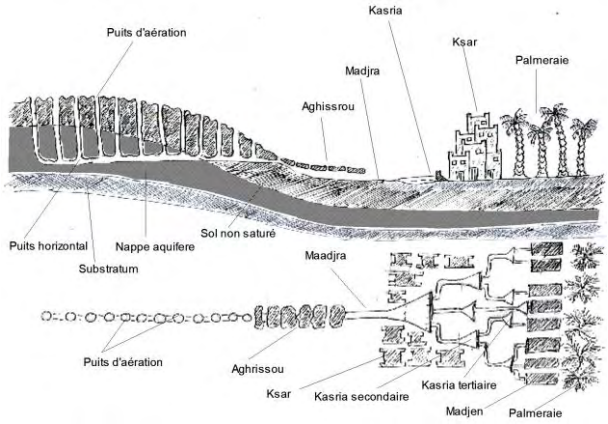

Figure 5 : Schéma d'une coupe longitudinale d'une foggara (Remini, 2017)

Le plateau de Tadmait : le véritable château d'eau des foggaras de Touat, Gourara et Tidikelt

Le plateau de Tadmait ; une immense région plate et pierreuse entouré par le Grand Erg Oriental à l'Est, le Grand Erg Occidental au nord, l'Erg Echech à l'ouest et le massif du Hoggar au sud. Fort d'une superficie égale à 500 km^2 environ, le plateau de Tadmait est situé à une altitude moyenne égale à 600m. (Fig. 6 et 7). Cependant à l'époque du creusement des foggaras, personne ne savait que les oasis de Touat, Gourara et Tidikelt entourent l'une des plus grande nappe de la planète. Le sous-sol du plateau de Tadamit renferme une immense nappe aquifère appelé le Continental Intercalaire d'une capacité de 60000 milliards de m^3 (Abdous et al, 2005. Bensaad, 2011, Larbes, 2003). Sur la périphérie du plateau de Tadmait affleure le niveau de la nappe. Jadis, l'eau de la nappe s'écoulait sur la surface du sol grâce à la différence de pression. Au cours des siècles, des centaines de sources d'eau ont fini par disparaitre suite à l'abaissement du niveau de la nappe. L'apparition des foggaras dans la région est due à la présence des conditions favorables à la réalisation d'un tel ouvrage hydraulique. Les oasis de Touat, Gourara et Tidikelt sont situées autour du plateau de Tadmait mais à une côte inférieure à celle du niveau de la nappe d'eau de la périphérie du Tadmait. Ceci a encouragé les oasiens à creuser de milliers de kilomètres de galeries pour drainer et transporter les eaux de la nappe du Continental Intercalaire sur une distance d'une dizaine de kilomètres. Plus de 1400 foggaras (selon l'inventaire de l'ANRH) dont 820 ont été creusées pour capter les eaux cachées sous le plateau caillouteux de Tadmait.

Sur une superficie de 15000 km^2 de dimensions égales à 500 km par 30 km qui prend la forme d'un arc de cercle allant d'In Salah du sud-est jusqu'à Timimoun au nord –ouest avec un diamètre de 300 km environ reliant Timimoun à In Salah à vol d'oiseau, environ 2000 km de galeries de 820 foggaras sont reparties sur cette surface (Remini et Achour, 2016 ; Remini et al, 2010). Le plateau de Tadmait peut être considéré comme le château d'eau naturel des oasis d'In Salah, Adrar et Timimoun.

Figure 6 : Une vue du plateau de Tadmait (Remini, 2008)

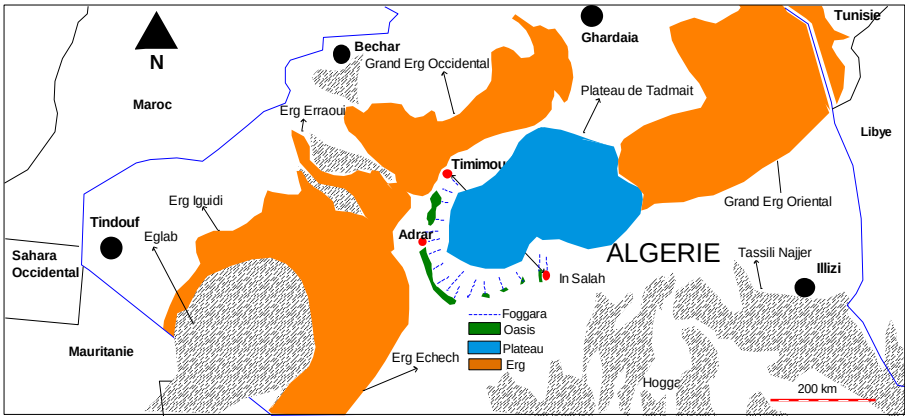

Figure 7 : Le plateau de Tadmait : le réservoir naturel des foggaras de Touat, Gourara et Tidikelt (Remini, 2017)

La foggara : un système hydraulique de captage et de distribution de l'eau

La foggara ne se limite pas seulement à une galerie souterraine, mais c'est tout un système hydraulique d'adduction et de distribution de l'eau que ce soit pour l'alimentation du ksar ou pour l'irrigation des jardins. La foggara englobe le côté technique (l'ouvrage) et le social qui sont inséparable. La foggara qui date de plus de 10 siècles d'existence n'est que le résultat du génie et le savoir-faire des oasiens. Le système foggara se compose de deux grandes parties :

- Le captage et le transport de l'eau
- La distribution et le partage de l'eau

Si la partie amont : captage et transport qui se résume par la galerie souterraine et les puits d'aération reste la même pour toutes les Qanats des 52 pays de la planète, la partie avale : Distribution et partage de l'eau est différente ; c'est l'originalité de la foggara de Tadmait.

La Kasria Lakbira : la limite entre le captage et la distribution de l'eau

Contrairement aux Qanat, Khettara et Aflladj, la foggara du plateau de Tadmait se compose de plusieurs ouvrages hydrauliques comme : la galerie, les puits d'aération, les seguias, les Madjens et les Kasriates. Seulement, la Kasria Lakbira (principale) est considérée comme l'élément le plus important du système foggara. D'ailleurs, le mot Kasria provient du Ksar (palais) vu son importance dans le système foggara. C'est le premier ouvrage que rencontre l'eau à son arrivée à la surface du sol. La Kasria Lakbira est un petit bassin de forme triangulaire dont la base est constituée par une roche plate rectangulaire trouée par des ouvertures de différentes dimensions qui dépendent de la contribution de chaque propriétaire (fig. 8, 9 et 10). La Kasria Lakbira partage le système foggara en deux grandes parties : la galerie de drainage et le réseau de distribution (fig. 11).

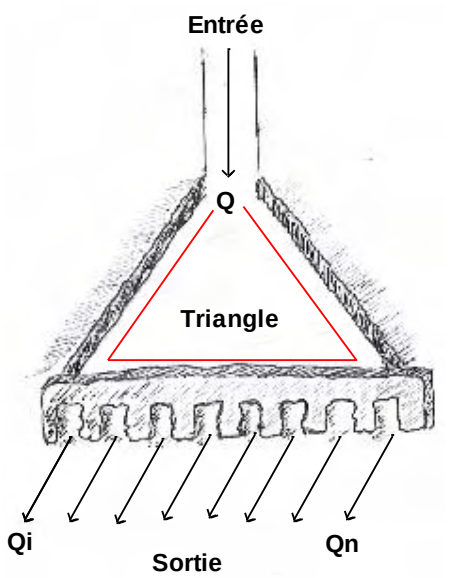

Figure 8 : Schéma d'une kasria Lakbira

Figure 9 : Kasria Lakbira d'une foggara de Timimoun (Remini, 2008)

Figure 10 : Mur de protection de la Kasria Lakbira d'une foggara de Timimoun (Remini, 2008)

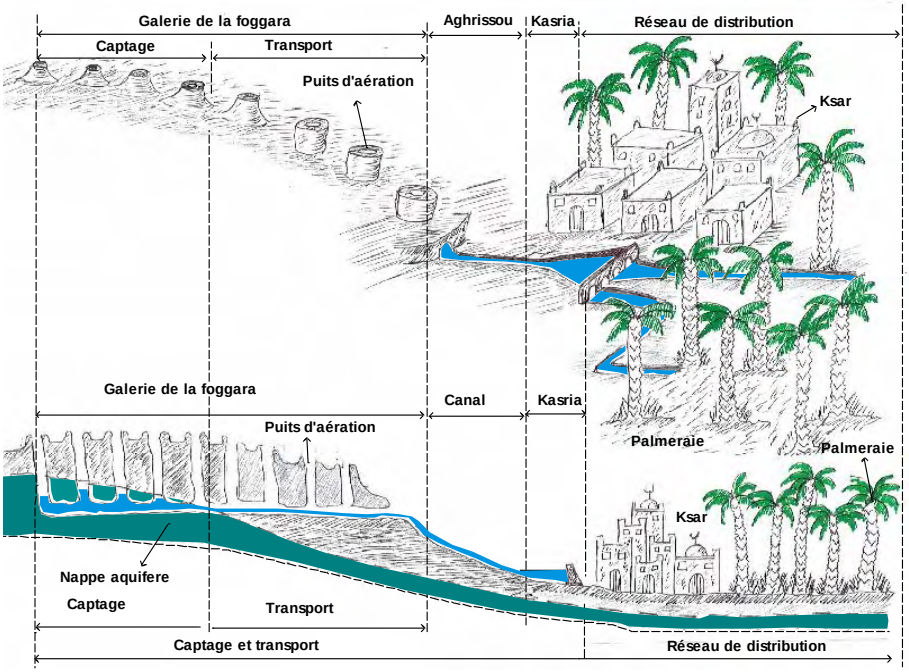

Figure 11 : Différentes parties d'une foggara du plateau de Tadmait (Remini, 2017)

La partie amont d'une foggara

La partie amont de la foggara est constituée par une galerie souterraine horizontale légèrement inclinée. C'est un ouvrage collectif creusé par un groupe de personnes. La longueur de la galerie peut varier de quelques dizaines de mètres jusqu'à une dizaine de kilomètres. La galerie possède une section variable, en général de 50 cm à 80 cm de large et de 90 cm à 150 cm de haut. Les foggaras gardent une distance parallèle entre elles afin d'éviter tout drainage au détriment des anciennes foggaras voisines. La distance respectée entre deux galeries doit être supérieure à 200 m (fig. 12). La galerie est composée de plusieurs Enfad qui représentent le tunnel entre deux puits. La longueur moyenne d'Enfad avoisine 13 m (fig. 12). La galerie se termine par l'Aghissrou qui représente la partie qui se trouve entre le premier puits (à partir de la sortie) et la Madjra (seguia principale). Elle peut être couverte par des pierres plates (fig. 13).

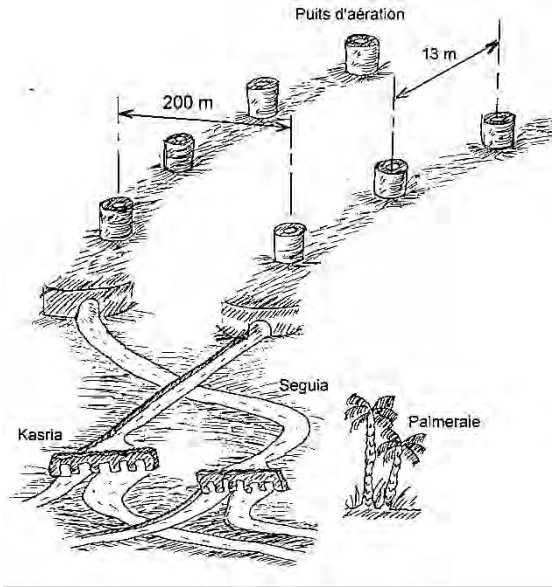

Figure 12 : Distance entre deux foggaras (Remini, 2017)

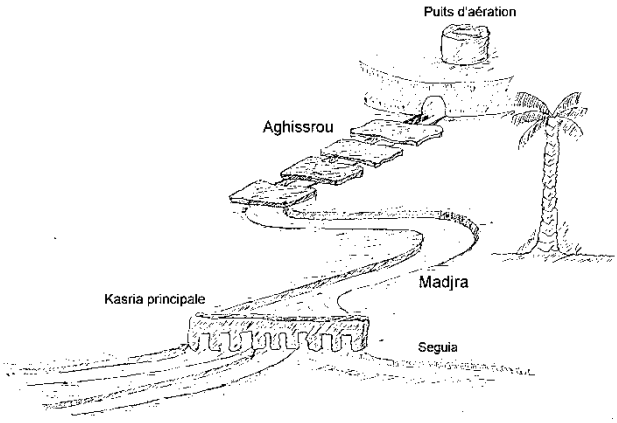

Figure 13 : Schéma d'un Aghrissou (Remini, 2017)

Ce puits horizontal est équipé d'une multitude de puits verticaux espacés de 10 à 20 m d'intervalle. Ce sont des ouvrages annexes qui n'ont aucun rôle à jouer dans le fonctionnement de la foggara. Cependant, le creusement de la galerie nécessite la présence des puits verticaux pour l'apport d'air, de lumière pour faciliter le travail des ouvriers à l'intérieur de la galerie. Ces ouvrages annexes servent à l'évacuation des déblais du fond de la galerie. Lors du fonctionnement

de la foggara, l'aération du drain s'effectue à l'aide de ces puits verticaux, lesquels sont destinés comme accès à la galerie lors des opérations d'entretien. D'une profondeur variant de 6 à 40 m, et de diamètre variant de 0,5 m à 1 mètre, les puits verticaux présentent différentes formes. A l'approche de l'oasis, les puits ont été aménagés et sont équipés de margelles en enrochement (fig. 14). Certains sont couverts présentant une esthétique au centre-ville. Par contre en s'éloignant de l'oasis, les puits ont été délaissés sans aménagements (fig. 15).

Figure 14 : Alignement d'une série de puits d'aération d'une foggara de Reggane (Remini, 2015)

Figure 15 : Une série de puits non aménagés d'une foggara de Timimoun (Remini, 2008)

La galerie d'une foggara est divisée en deux parties : drainante et transport. D'une longueur pouvant atteindre les 2/3 de la longueur totale de la galerie, la partie drainante est la plus importante de la foggara : c'est le véritable réservoir d'eau de la foggara. Elle est émergée dans la nappe aquifère. Par infiltrations, les eaux s'écoulent lentement pour atteindre la galerie. Par contre, la partie transport qui représente le 1/3 de la longueur totale de la galerie (pour une foggara pérenne d'un débit appréciable) est située dans le sol non saturé (fig. 16 et 17). Le point de rencontre entre la ligne piézométrique et la galerie délimite les deux parties. La position de ce point change dans le temps, et se dirige vers l'amont à cause de l'abaissement du niveau piézométrique de la nappe provoqué par le pompage excessif de la nappe ou une sècheresse (fig. 18). Une telle situation engendre un effet inverse : diminution de la partie drainante et augmentation de la partie transport. Donc, le débit de drainage (Qd) diminue et le débit perdu par infiltrations (Qi) augmente, ce qui se traduit par une chute du débit de la foggara (Qf).

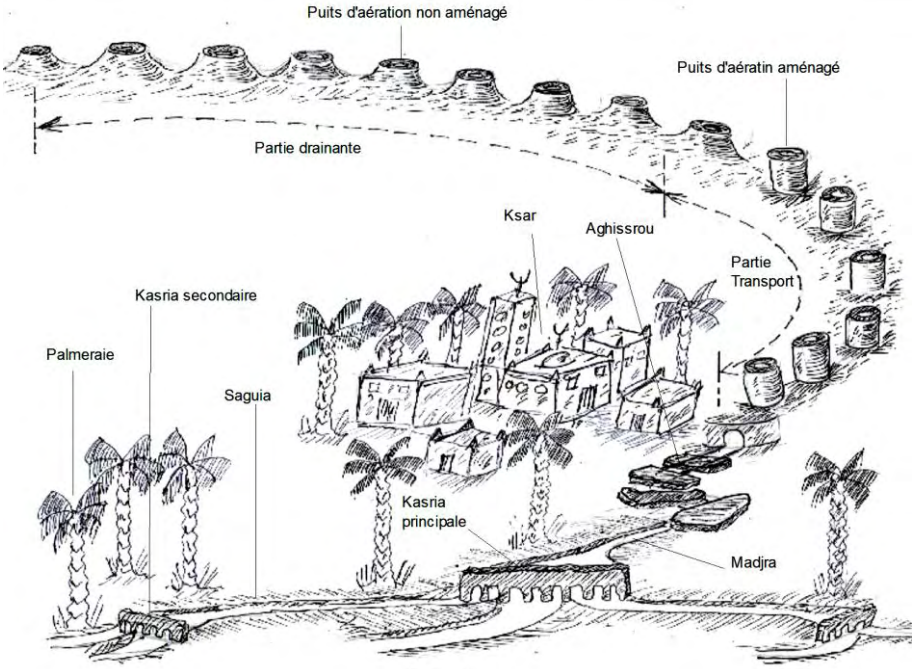

Figure 16 : Schéma de la partie amont de la foggara composée d'une longueur drainante et d'une longueur de transport (Remini, 2017)

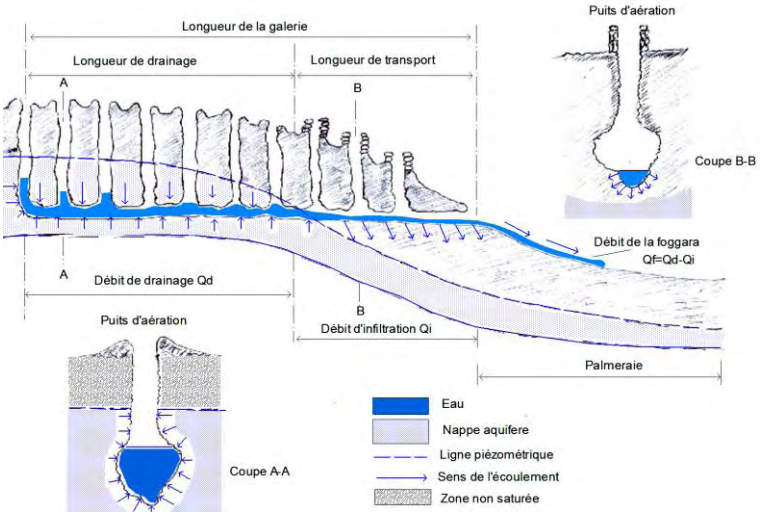

Figure 17 : Schéma d'une coupe longitudinale de la galerie (partie amont de la foggara) (Remini, 2017)

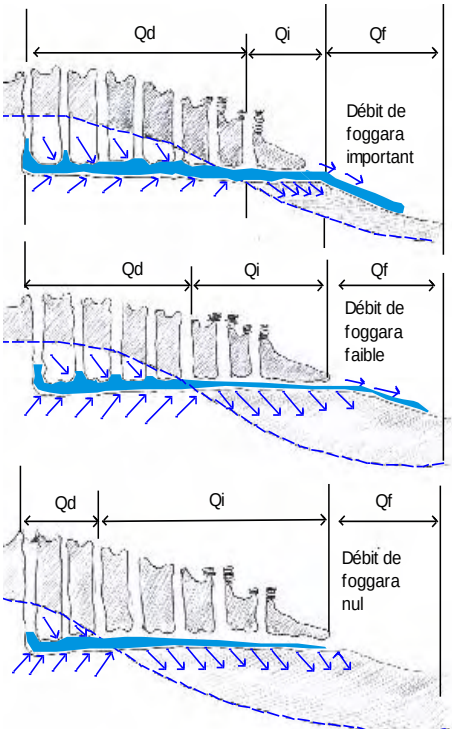

Figure 18 : Schéma de variation du débit de la foggara (Remini, 2017)

Le réseau de distribution d'eau de la foggara

Le réseau de distribution de forme rectangulaire est composé de plusieurs ouvrages hydrauliques : Kasriates ; Souagui (pluriel de Seguia), Madjen (bassin de stockage) et Gamoun (Jardin) (fig. 19). A la sortie de la foggara, l'eau s'écoule d'abord dans l'Aghrissou (canal couvert de pierres plates), puis passe dans le Madjra (canal à ciel ouvert) avant d'atteindre le bassin triangulaire (Kasria Lakbira) (Fig. 20). L'eau pénètre par le sommet et sort diviser par un grand peigne; une pierre plate de forme rectangulaire présentant des ouvertures bien sculptée de dimensions variables. Pour une seule foggara, on trouve plusieurs types de Kasriates repartit dans la palmeraie. En partant de la Kasria Lakbira (principale), puis secondaire jusqu'à multiple (la plus petite) pour atteindre ensuite le Madjen puis le Gamoun (fig. 21). La Kasria Lakbira reçoit la totalité du débit de la foggara. La Kasria Lakbira répartit le débit de la foggara en 3, 4 et même 5 rigoles (Souagui). A partir de ce bassin triangulaire, les seguias vont en éventail dans tous les sens vers les parcelles à irriguer (fig. 22). Au bout de ces seguias, d'autres Kasriates secondaires repartissent l'eau, puis d'autres seguias prennent naissance et s'achèvent par des Kasriates tertiaires et ainsi de suite jusqu'au Madjen (fig. 23, 24 et 25). La Kasria secondaire est un bassin de forme triangulaire placé après la Kasria Lakbira et est caractérisée par un partage familial de chaque tribu ou un groupe participant à la réalisation de la foggara. Les multiples de Kasria sont de petites Kasriates (pluriel d'une Kasria) qui se trouvent après les Kasria secondaires le long des parcours des seguias qui repartissent l'eau directement dans les Madjens.

Le Madjen est un bassin de stockage des eaux de la foggara. Chaque jardin est équipé d'un Madjen dont les dimensions sont en fonction de sa part d'eau. Son volume est calculé par l'apport du débit qui est drainé par la seguia qui provient de la dernière Kasria (multiple, tertiaire ou secondaire). Les Madjens sont creusés dans la partie la plus haute du jardin pour permettre à l'eau d'atteindre par gravité les points les plus bas du jardin. D'une faible profondeur, le Madjen prend différentes formes géométriques : rectangulaire, circulaire et la forme L (fig. 26). Le Madjen est réalisé de telle manière à se remplir en 24 heures. La grandeur du Madjen est synonyme de l'importance de sa part d'eau de la foggara du propriétaire du jardin. Il existe des jardins qui sont équipés de plus d'un Madjen, ceci s'explique par la pluralité des parts d'eau du propriétaire dans plusieurs foggaras.

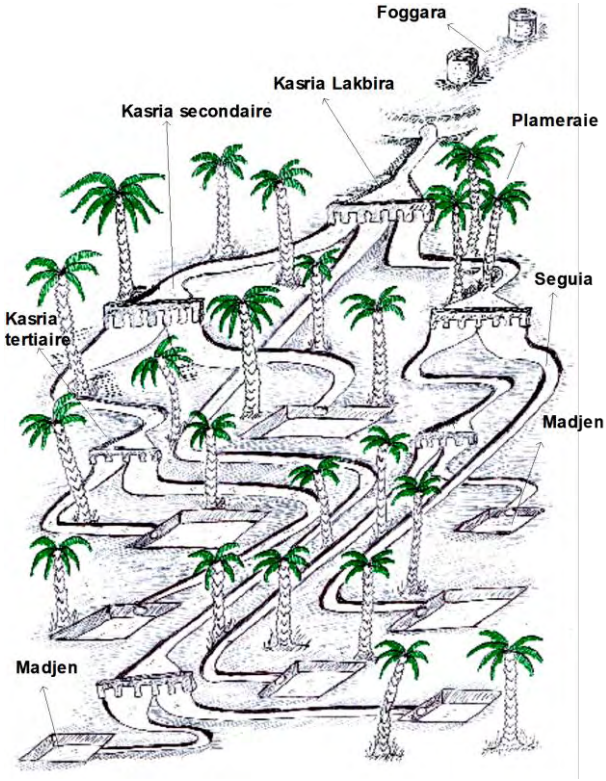

Figure 19 : Type de réseau de distribution d'une foggara du plateau de Tadmait (Remini, 2017)

Figure 20 : Grande Kasria d'une foggara d'Augrout (Remini, 2014)

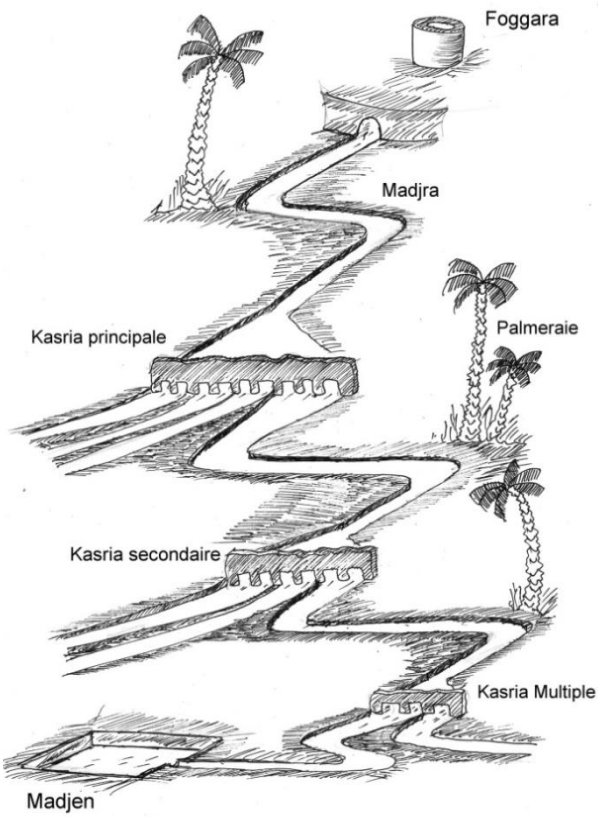

Figure 21 : Schéma d'ordre décroissant des Kasriates dans un réseau de distribution d'une foggara du plateau de Tadmait (Remini, 2017)

Figure 22 : Seguia d'une foggara d'Augrout (Remini, 2014)

Figure 23 : Kasria secondaire d'une foggara de Timimoun (Remini, 2008)

Figure 24 : Kasria tertiaire de la foggara de Meghaier dans l'oasis de Timimoun (Remini, 2015)

Figure 25 : Un Madjen dans la palmeraie de l'oasis de Timimoun (Remini, 2008)

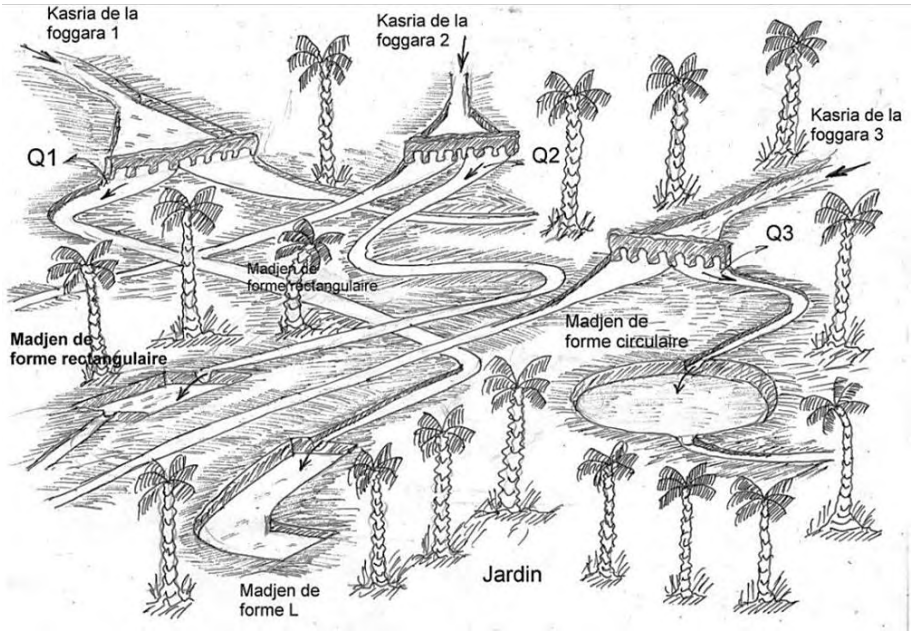

Figure 26 : Différentes types de Madjens dans une palmeraie de Touat, Gourara ou Tidikelt (Remini, 2017).

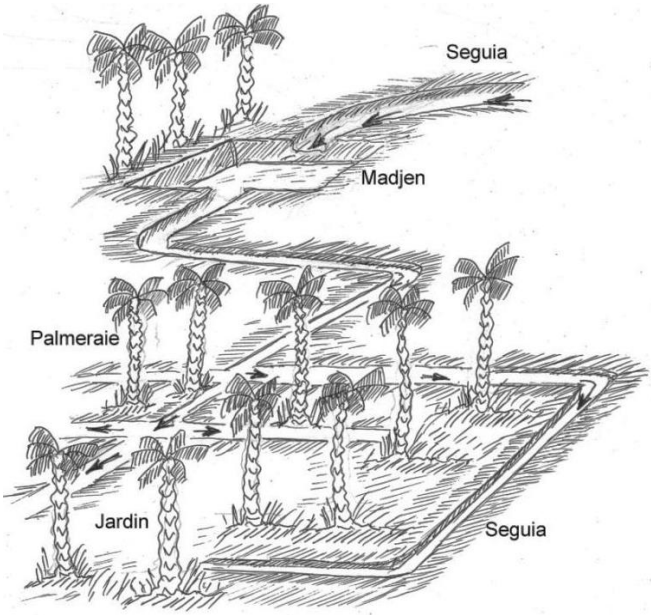

Figure 27 : Schéma des seguias dans une palmeraie (Remini, 2017)

La seguia qui désigne un canal à ciel ouvert de section rectangulaire ou circulaire est construite généralement en terre. Une quantité appréciable d'eau est perdue par infiltration et par évaporation. Ceci à encourager les oasiens à construire des seguias en ciment pour réduire les infiltrations, mais cette solution a provoqué la mort de certains palmiers plantés près de ces seguias. Les canaux drainent l'eau de la Kasria Lakbira jusqu'au Madjen, puis du Madjen jusqu'au « Gamoun » (jardin) (fig. 27).

Dès qu'on se rapproche des jardins, les seguias se multiplient et prennent des directions de tout sens, sans qu'elles se recoupent entre elles. Cet enchevêtrement des seguias provoque une fraîcheur remarquable dans toute la palmeraie. Toutes les seguias situées dans les ruelles sont frontales. Les seguias qui traversent le Ksar sont équipées d'un trou de dimensions égales à celles d'un seau d'eau afin de permettre à la population de Ksar de s'alimenter en eau de la foggara. Contrairement aux réseaux de distribution d'eau existants, à savoir les réseaux ramifié et maillé, le réseau de distribution des eaux de la foggara du plateau de Tadmait est un réseau triangulaire comme nous l'avons dénommé (fig. 28). A la sortie de la galerie, en passant par le Madjra, l'eau rentre dans le bassin triangulaire de la kasria principale par le sommet du triangle avec un débit de la foggara : Qf = Qd – Qi (Remini, 2016) qui sort par la base du triangle qui correspond au partiteur de la Kasria sous forme d'une somme de débits de tous les propriétaires. Le partage du débit de la foggara s'effectue du sommet à la base par ordre décroissant. De la Kasria Lakbira à la Kasria secondaire et ainsi de suite jusqu'à la Kasria multiple qui se termine par un Madjen. De la Madjra (canal de section plus grande que celle de la Seguia) à la Seguia secondaire et ainsi de suite jusqu'à la seguia multiple qui se connecte directement dans le Madjen. A la fin la somme des débits arrivants aux Madjens est égale au débit de la foggara (en supposant que les infiltrations et l'évaporation sont nulles). Le plus important dans ce réseau de distribution est le bon dimensionnement des ouvrages : kasriates, Seguias et Madjens. Le réseau fonctionne 24/24 sans enregistrer ni un déficit ni un surplus d'eau. En plus, des palmiers sont implantés à la périphérie des seguias et des Madjens pour profiter des eaux perdues par infiltrations.

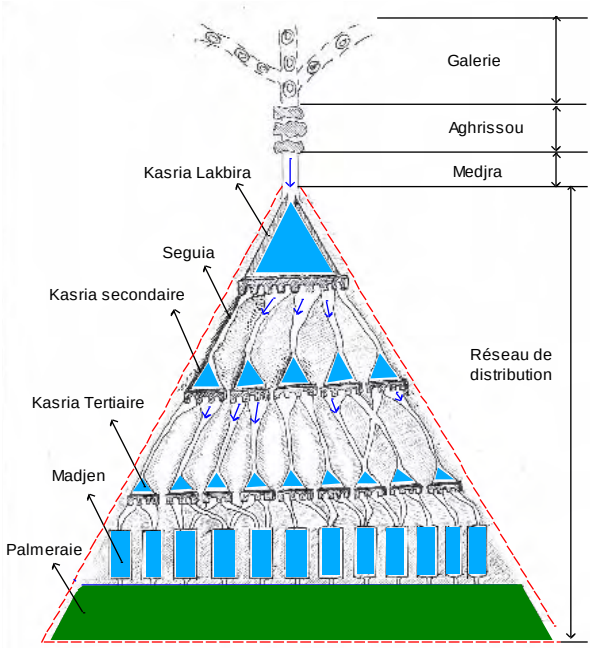

Figure 28 : Réseau de distribution d'une foggara du plateau de Tadmait appelé par l'auteur : Réseau triangulaire (Remini, 2017)

La foggara : Un appareil de fraicheur

De la fraicheur à partir des puits des foggaras

Mentionné au début de cet article que la foggara est un ouvrage hydraulique de captage d'eau adaptée aux régions arides (fig. 29 et 30). Cependant, en plus de l'eau fournie pour l'alimentation du Ksar et l'irrigation de la palmeraie, la foggara fournie aussi de la fraicheur au Ksar. C'est ainsi que des milliers de puits verticaux des foggaras dégagent de l'air frais suite à l'écoulement dans la galerie. Les vents dominants qui sont dirigés vers le Ksar buttent contre l'air frais et ramènent ainsi de la fraicheur dans les ruelles de Ksar.

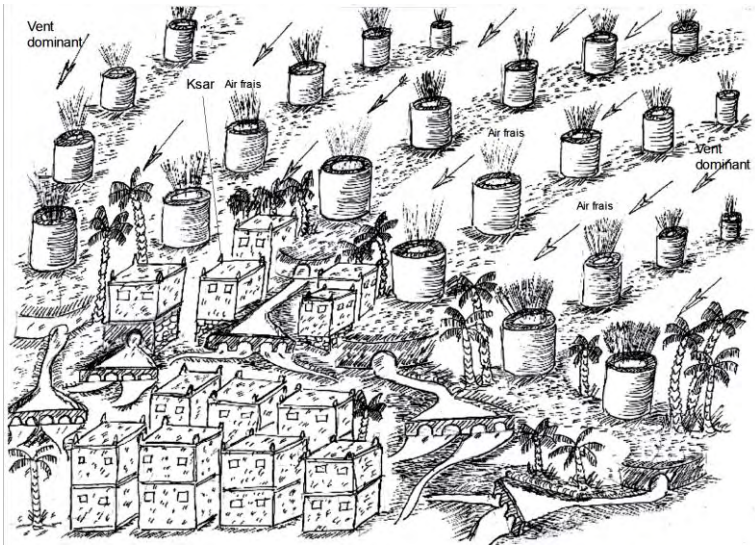

Figure 29 : Schéma probable de l'apport de l'air frais au Ksar en périodes d'été (Remini, 2017)

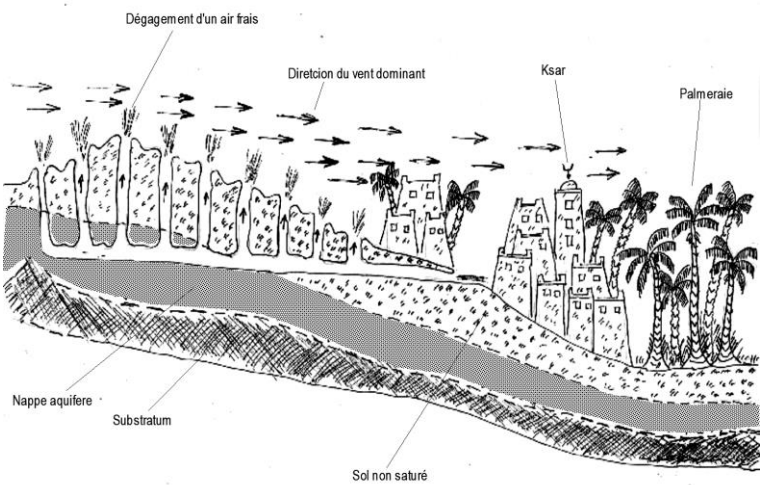

Figure 30 : Schéma d'une coupe longitudinale du système foggara- Direction du vent dominant vers le Ksar (Remini, 2017)

De la fraicheur à partir du réseau de distribution

Dans la partie avale, l'écoulement continu de l'eau dans le réseau de distribution en passant dans de dizaines de kilomètres de seguias, de dizaines de

Kasriates et de dizaines de Madjens. A titre d'exemple, la foggara d'El Meghier, la plus grande foggara de Timimoun possède une Kasria principale, 4 Kasriates secondaires, 22 Kasriates tertiaires qui alimentent 286 Madjens par l'intermédiaires de plusieurs kilomètres de Souaguis (Remini et Achour, 2008).

En plus de l'humidité engendrée par les palmiers et les arbres fruitiers, l'évaporation produite par l'eau du réseau dégage d'humidité et par conséquent on assiste à une fraicheur à l'intérieur de la palmeraie ; la température baisse à l'intérieur de plus de 10°c. C'est ainsi qu'en périodes de grandes chaleurs, les familles campent dans la palmeraie pour profiter de la fraicheur et l'eau de la foggara. D'autres se reposent même dans les galeries pour fuir la grande chaleur.

REMERCIEMENTS

Sans l'aide de la population Ksourienne d'Adrar, Timimoun et In Salah, ce modeste papier ne verra pas le jour. Je les remercie vivement. Je remercie toute l'équipe de l'ANRH qui avec des moyens matériels très limité ont pu faire deux inventaires des foggaras. Je remercie les associations qui militent pour la sauvegarde de la foggara.

CONCLUSION

La foggara ; un système hydraulique ancestral qui fonctionne depuis plus de dix siècles malgré que plus de la moitié de ces foggaras ont péri. En plus il a été adopté par 52 pays du monde. Ceci prouve la réussite d'un tel ouvrage hydraulique. Basée sur la gravité, la foggara reste le seul système hydraulique qui exploite les eaux souterraines avec une énergie égale à zéro. En plus l'eau d'une foggara est de bonne qualité, puisqu'en plus qu'elle provienne déjà d'un aquifère, elle s'écoule lentement sur une dizaine de kilomètres dans la galerie souterraine, ce qui laisse à l'eau de s'acquérir plus de de minéraux en contact avec les différentes types de roches.

Considérée comme une rivière souterraine, la foggara assure son autoépuration grâce à l'écoulement permanent que ce soit dans la galerie ou dans les seguias du réseau de distribution. La foggara est le système hydraulique qui s'adapte dans les arides qui sont d'ailleurs des écosystèmes très fragiles. C'est vrai qu'aujourd'hui, c'est difficile de creuser de nouvelles foggaras, mais peut-on laisser disparaitre aussi facilement un ouvrage hydraulique millénaire à raison

d'une à deux foggaras par année. C'est dommage qu'on assiste à la mort d'une foggara dans une durée aussi courte alors que nos ancêtres ont met de centaines d'années pour la mettre en service. Sans oublier sa maintenance et son entretien qui exige beaucoup d'efforts et du temps. Alors peut-on sauver ce qui reste de ce patrimoine culturel national plutôt mondial !!!

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ABDOUS B., BESBES M., FEZZANI C., LATRECH D., MAMOU A. (2005) North Western Sahara Aquifer System (SASS). Joint management of a transboundary basin. International Symposium on Groundwater Resources in the Sahara CIRESS, Ouargla, December, 12 -13.

BENSAAD A. (2011). L'eau et ses enjeux au Sahara. Editions Kathala.

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

LARBES A. (2003). The North Western Sahara Aquifer System. International Symposium, El Oued, 19-20 May

REMINI B., ACHOUR B., ALBERGEL J. (2011). Timimoun's foggara (Algeria): An heritage in danger DOI: 10.1007/s12517-010-0139-9 Arabian Journal of Geosciences (Springer), Vol. 4, n° 3, pp. 495- 506

REMINI B., ACHOUR B. (2016). The water supply of oasis by Albian foggara: an irrigation system in degradation. Larhyss Journal, ISSN 1112-3680, n°26, Juin, pp. 167-181

REMINI B. (2016). The role of the gallery in the functioning of the foggara. Journal of water and land development, No. 29 (III–VI): 49–57. PL ISSN 1429–7426

REMINI B., ACHOUR B., KECHAD R. (2010). Les types de foggara en Algérie. Revue Sciences de l'eau (Canada- France). Vol. 23, n°2, pp. 105-117.

REMINI B., ACHOUR B., KECHAD R. (2014). The collecting of groundwater by the qanats: a millennium technique decaying. Larhyss Journal, ISSN 1112-3680, n°20, Décembre, pp. 259-277.

REMINI B., ACHOUR B. (2008). Vers la disparition de la plus grande foggara d'Algérie : la foggara d'El Meghier. Revue Sécheresse (France) en 2008. Vol. 19, n°3, pp. 217-221.