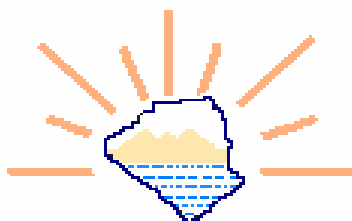


MINISTERE DES RESSOURCES EN EAU

AGENCE DE BASSIN HYDROGRAPHIQUE SAHARA



## **La foggara dans les Oasis du Touat - Gourara et de Tidikelt**

*Définition - propositions de réhabilitation et de sauvegarde*



**Août 2007**

# **La foggara dans les Oasis du Touat - Gourara et de Tidikelt**

*Définition - propositions de réhabilitation et de sauvegarde*

*Note préparée par. A.KHADRAOUI*

**Août 2007**

## Introduction

La présente note\* relative à l'étude de la foggara, notamment dans la région du Touat-Gourara et Tidikelt est de contribuer, aussi peu que cela à la mise en évidence de l'opportunité et de l'urgence de la sauvegarde de ce monument hydraulique, séculaire et culturel. En Algérie, ce système traditionnel de captage et de canalisation des eaux dans les Oasis a survécu depuis des siècles, mais malheureusement pour une multitude de causes, notamment anthropiques, aujourd'hui sa survie s'amenuise et son déclin s'approche inéluctablement, sauf dans le cas où un plan de sauvetage est mis en œuvre très rapidement. Dans les Oasis Algériennes, la foggara s'est développée principalement dans la région du Touat, Gourara et de Tidikelt, elle réalise à la fois le captage et l'adduction d'eau de la nappe aquifère et ce, par un système de galeries drainantes en pente très douce, avec des puits d'aération et d'évacuation de remblais. L'eau débitée se situe à un niveau légèrement supérieur à celui des jardins, permettant ainsi une irrigation par gravité. Le choix de ce mode de captage et d'irrigation est déterminé par des considérations, socio-économique, édaphique et climatique. Il faut reconnaître aussi que l'hydrogéologie spécifique à la région a concouru à cette ingénieuse réalisation.

En vue de contribuer à la compréhension du système d'alimentation et de fonctionnement de la foggara, un programme d'études, financé par la Commission Européenne (CE) a été mis en œuvre. L'objectif du projet est d'entreprendre une l'étude comparative des systèmes de galeries drainantes dans les pays de la Méditerranée occidentale, avec la collaboration des pays du Maghreb (Algérie-Tunisie et Maroc) \*\*

A cet égard, la présente note contributive est axée principalement sur des propositions de réhabilitation et de sauvegarde de la foggara, mode de captage et de canalisation ancestral, qui pourrait être classé patrimoine universel de l'UNESCO. Pour ce faire, cette modeste contribution est structurée comme suit :

- Informations hydrauliques
- Description et fonctionnement
- Inventaire et débits soutirés
- Contraintes et problématique de gestion
- Besoins en eau et perspectives de développement
- Amélioration de débit et protection
- Propositions de sauvegarde de la foggara
- Conclusion

---

\* Note préparée par A.KHADRAOUI, sur demande de la DEAH (MRE) par courrier n°407 en date du 11 juillet 2007.

\*\*Le projet a été lancé au mois de mai 2003 et vise la compréhension du fonctionnement des galeries drainantes dans les pays européens et du Maghreb, en vue de leur mise en valeur et ce, comme un patrimoine mondial. Une première réunion a été tenue officiellement le 24 janvier 2004 à Matera (Italie) et a regroupé les différents chefs de projets nationaux, L'Algérie a été représentée par l'Ecole Polytechnique d'Architecture et d'Urbanisme d'Alger. Une visite de terrain a été effectuée dans la région d'Adrar et un rapport bibliographique sur les foggaras de la région a été élaboré par l'équipe du projet (EPAU et IPOGEA -- Sud Timi)

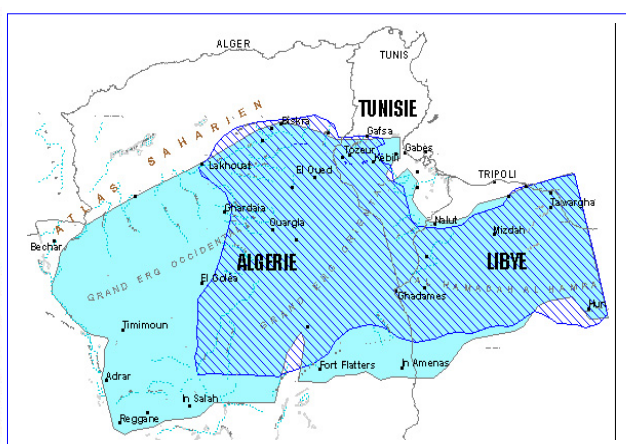
## Informations hydrauliques de la foggara

L'eau de la foggara provient globalement de la nappe du Continental Intercalaire (CI) appelée communément "Albien". Cette nappe qui est captée au nord de Oued Rhir à plus de 2000 m de profondeur, avec un débit de plus de 150l/s (artésien) et une température dépassant les 55°C, elle n'est que de quelques mètres du niveau du sol dans la région du Touat-Gourara et Tidikelt, mais avec un débit par pompage de 40 à 50 l/s et une température de l'eau qui avoisine les 21°C. La qualité physico-chimique de cette formation est acceptable, dont le Résidu Sec ne dépasse guère généralement les 2g/l.

A l'origine, la nappe dans ces régions des foggaras était en charge, c'est-à-dire l'eau était ascendante pour ne pas dire jaillissante, comme actuellement dans les régions du bas Sahara. Cette nappe fait partie du grand réservoir d'eau douce du Sahara Septentrional, qui s'étend sur une superficie de 600 000 km<sup>2</sup>. Les potentialités en eau calculées par modèle mathématique sont de l'ordre de 5 à 6 milliards de m<sup>3</sup>/an et ce, jusqu'à l'horizon 2050. Avec des potentialités en eau relativement considérables, notamment dans la région du Touat –Gourara et Tidikelt, le problème de la disponibilité en eau ne va pas se poser à moyen et même à long terme et ce, à condition que cette ressource très faiblement renouvelable (voire fossile) doit être impérativement gérée de façon rationnelle.



*Répartiteur (Peigne)*



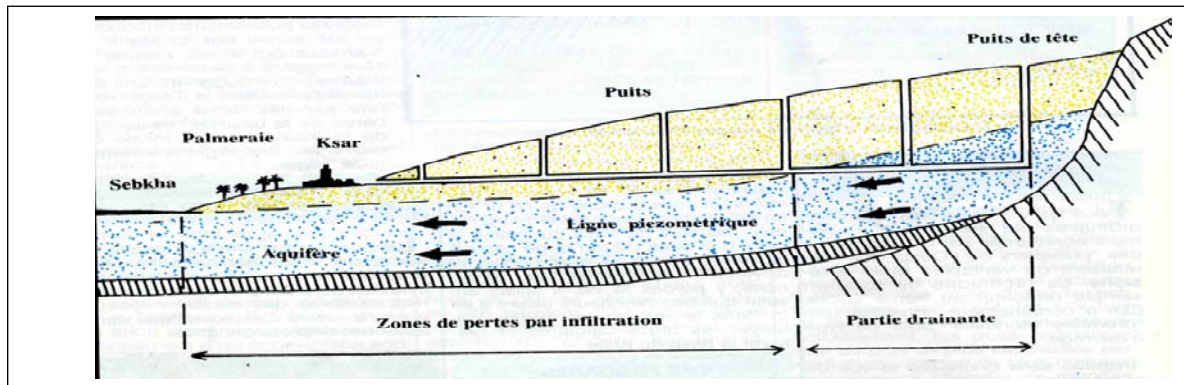
*Source d'alimentation en eau de la foggara  
(Nappe du Continental Intercalaire)*

## Description et fonctionnement de la foggara

La foggara est une galerie drainante creusée en ligne droite de l'amont en aval, qui capte et amène de l'eau souterraine vers le terrain à irriguer et ce, grâce à une pente appropriée. L'arrosage se fait par écoulement gravitaire, il est favorisé par les conditions topographiques favorables, dont le niveau du sol est inférieur au niveau piézométrique de la nappe du continental Intercalaire. La partie drainante ou essentielle de la foggara est la partie poreuse du canal ou appelé également, galerie drainante, elle est creusée en sorte qu'elle puisse faire circuler l'eau et permet le passage de l'ouvrier en phase de réalisation.

Les puits creusés le long de la foggara, permettent de visiter la galerie pour des éventuels entretiens et curage. Il est à préciser que le canal situé en

dehors de la nappe, ne sert que de transporter l'eau et ce, contrairement à la galerie située à l'intérieur de la nappe, qui est la partie utile de la foggara.



*Schéma de fonctionnement de la foggara*

En vue d'avoir une idée sur les caractéristiques physiques de la foggara, il a été jugé intéressant de présenter à titre indicatif la foggara de Amghiar située dans la région de Timimoun. Cette foggara présente une longueur de 7 Km de galerie et plus de 400 puits. Les puits sont creusés à une profondeur de 45 m, soit : au dessous du niveau hydrostatique de la nappe du Continental Intercalaire. Le débit moyen enregistré est de 35 l/seconde, soit un plus d'un million de m<sup>3</sup> par année. La distribution de l'eau vers les utilisateurs se fait par débit et non par volume et ce, par l'intermédiaire d'un répartiteur (cf. ci-dessus)



*Série de puits de visite- foggara au centre ville d'Adrar*

### **Inventaire et débits soutirés**

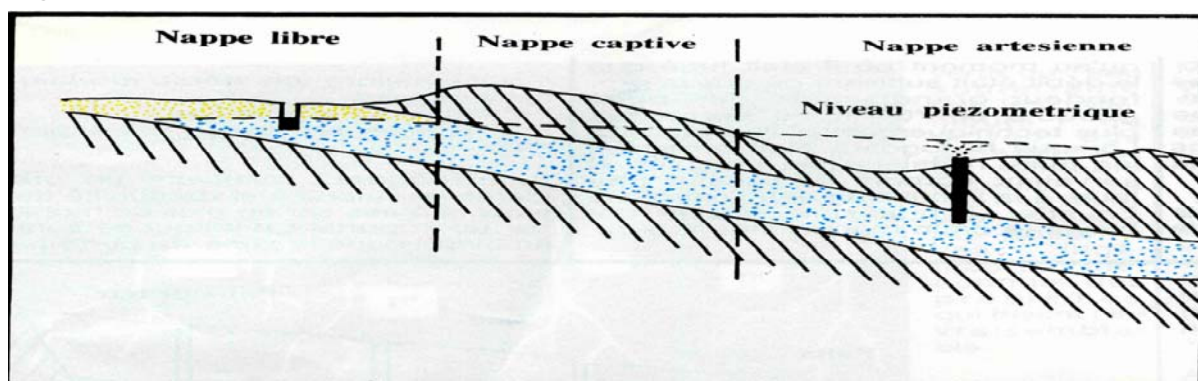
Actuellement l'utilisation de la foggara dans ces régions, pose le problème de son entretien, car le procédé traditionnel de curage est fastidieux et pénible et exige une

main-d'œuvre spécialisée et favorable à entreprendre ce type de travail. Ce manque d'entretien a fait baisser le nombre de foggaras fonctionnelles de plus de 1400 à seulement 900 et ce, avec une diminution constante du débit et du rabattement du niveau hydrostatique de la nappe. Le déficit pour les besoins en eau pour l'Alimentation en Eau Potable (AEP) et l'irrigation exige le recours à la réalisation de nouveaux forages, ce qui crée dans certaines zones des interférences.

Les potentialités en eau dans la région des foggaras, déterminées par plusieurs modèles (ERESS, OSS, BRL) sont d'environ de 1,4 milliard de m<sup>3</sup> par an, alors que les prélèvements annuels sont de l'ordre de 510 Hm<sup>3</sup> pour un nombre total de forages en exploitation de 590 et le nombre de foggaras vivantes est de 900 pour un volume soutiré d'environ 90 Hm<sup>3</sup>/an

## Contraintes et problématique de gestion

La construction et l'entretien de la foggara exigent des ouvriers spécialisés et acceptant de travailler dans conditions particulières et pénibles. Ce système de gestion traditionnel des eaux est géré par la mise en place d'un cadre juridique et réglementaire tacite, qui est le fruit d'un niveau social et culturel de l'époque, dont le droit de l'eau est acquit par la contribution de la construction de la foggara, qui est proportionnel à la part de l'eau, chaque contributeur devient propriétaire et a le droit de faire usage, de vendre ou de louer sa part pour un temps donné. Actuellement ce type de gestion est appelé à disparaître, car le niveau et le mode de vie moderne et urbain s'est imposé et l'agriculture de marché a remplacé celle de subsistance, par conséquent, la main d'œuvre spécialisée dans la construction et l'entretien des foggaras n'existe plus dans la région.



*Formation et écoulement de la nappe*

Cette situation a engendré la disparition d'environ la moitié du nombre de foggaras vivantes et le reste a subi une chute importante de débit. Cette dégradation s'explique surtout par le manque d'entretien (obstruction du canal par les matériaux texturales des parois) de même que par la surexploitation de la nappe, étalée dans le temps. Le rabattement du niveau hydrostatique enregistré sur une période de vingt (20) ans oscille entre, une dizaine et à plus de 20 mètres dans certains endroits. Il faut rajouter également comme contrainte importante, la perte d'eau par infiltration, lorsque l'eau drainée traverse la partie, qui fait la transition entre la partie drainée et la zone irriguée. La quantité d'eau perdue par infiltration est relativement proportionnelle à la longueur de la galerie inactive de la foggara.

Ces contraintes conjuguées à l'influence de l'utilisation des forages mitoyens aux foggaras ont aggravé le rabattement du niveau hydrostatique de la nappe.

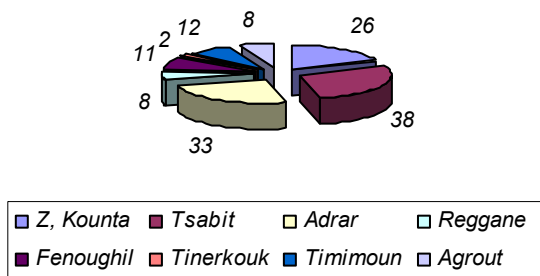
Il est intéressant de souligner, que la foggara présente également d'autres contraintes d'utilisation, tel le transport continu de l'eau et ce, durant toute l'année, c'est-à-dire une partie de l'eau est perdue par évaporation et l'autre partie, qui n'est pas utilisée, notamment pendant la saison hivernale va directement alimenter la nappe phréatique, qui est gênante pour l'agriculture et elle crée un milieu anaérobie nuisible pour les cultures. Cette nappe est l'une des causes principales de l'accroissement de la salinité dans les sols agricoles.

L'autre contrainte est celle liée à l'impossibilité d'utilisation de l'eau de la foggara à son amont, là où se trouve les meilleurs sols et ce, contrairement aux sols situés à l'aval, qui sont le plus souvent salés et généralement hydromorphes (saturés en eau)

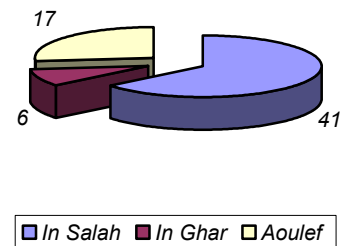
### **Besoins en eau et perspectives de développement**

Malheureusement, ce mode traditionnel de captage ne peut pas répondre aux besoins en eau actuels et notamment aux perspectives de développement de l'agriculture, qui se traduisent par l'extension de nouvelles superficies à mettre en valeur, de même que l'amélioration de l'existant. La demande en eau est déjà importante et elle sera encore plus, ce qui nécessiterait des moyens importants et modernes de captage (forage, pompe etc.)

Volume soutiré pour l'irrigation en hm<sup>3</sup>/an



Volume soutiré pour l'irrigation en hm<sup>3</sup>/an



Etant donné, que les réserves en eau sont relativement considérables et qui avoisinent le milliard de mètres cubes d'eau par année, ce qui incline à penser qu'il est possible de mettre encore en valeur plusieurs milliers d'hectares, notamment dans les zones de Tsabit, Menagueur au Nord d'Adrar et les zones de Zaouiet Kounta et Reggane au Sud (Touat) de même que dans les zones de Ougrouit, Deldoul et autour de Timimoun. (Gourara), ainsi que les zones d'Aoulef et d'Ain Salah (Tidikelt)

### **Amélioration de débit et protection de la foggara**

Face à la situation, notamment décrite (ci-dessus) dans la partie ayant trait aux contraintes et à la problématique de gestion, il est opportun et urgent de prévoir un mode d'entretien efficace, qui tient compte des conditions locales et pouvant réhabiliter les débits découlement primitifs enregistrés juste après la construction de la foggara. Il faut reconnaître, que le débit initial ne pourra jamais être atteint, ceci est du surtout au rabattement du plan d'eau général de la nappe et ce, par une exploitation continue.

Les actions classiques à entreprendre et susceptibles d'augmenter le débit de la foggara sont généralement les suivantes :

- ✓ de creuser le niveau de la galerie, ce qui serait obligé de faire descendre le niveau des terres à irriguer. Ce choix va sans aucun doute augmenter substantiellement le débit

découlement, mais pour certains jardins, il est très difficile de concrétiser cette action.

- ✓ de creuser d'autres puits à l'amont et de prolonger la galerie drainante de la foggara. Ce choix n'est que provisoire, afin de ne pas arrêter l'irrigation des jardins à l'aval et ce, en attendant de trouver une solution définitive à l'épineux problème d'entretien et de curage de la galerie.
- ✓ de creuser d'autres galeries dites " convergentes " à la galerie principale, ce procédé permettra d'augmenter les débits par les arrivées d'eau des autres galeries. L'accroissement du débit est proportionnel au nombre de galeries creusées.

### **Propositions de sauvegarde de la foggara**

Quelques propositions d'actions à entreprendre, qui sont susceptibles de préserver la foggara contre la baisse continue du plan d'eau et de la diminution du débit, de même que l'obstruction des galeries par les matériaux texturales des parois. La concrétisation de quelques propositions est opportune et urgente et d'autres actions méritent d'être étudiées en vue de déterminer le procédé le plus approprié et le plus efficace à la contribution de la sauvegarde de la foggara. La description sommaire de ces propositions est la suivante :

- ✓ d'isoler par une matière étanche la partie inactive de la foggara, qui est très perméable et fait perdre un volume d'eau important par infiltration. En vue de contrôler cette portion de galerie, il serait nécessaire de construire des regards, pouvant jouer également le rôle de pièges à sable. Ces regards de visites peuvent être implantés tous les 20 à 30 mètres de distance
- ✓ de diminuer les débits des forages ou dans la mesure du possible de boucher définitivement les forages situés dans le champ captant des foggaras. Ce procédé permet d'atténuer ou d'éliminer l'influence négative du forage sur le plan d'eau de la foggara.
- ✓ d'étudier par une expérimentation un système d'entretien des galeries de la foggara (curage par pression d'air ou/et de jet d'eau) de faire transporter les particules de sables jusqu'aux regards de visites (pièges à sables) en évitant de provoquer des éboulements.
- ✓ de renforcer la foggara par quelques puits à faible profondeur, forés dans la partie avale de la galerie et ce, en vue d'augmenter par des apports d'eau le débit de la foggara, sans que ces puits n'influencent la stabilité du niveau



hydrostatique de la nappe, dont l'origine de son alimentation provient de la partie amont. Ces puits situés à l'aval, seront équipés en pompes à énergie solaire ou/et éolienne.

## **Conclusion**

L'appréciation de l'utilisation de la foggara ou/et du forage dans la région est perçue différemment et ce, selon les conditions socio-économiques et le type de consommation en eau, en direction de l'agriculture traditionnelle (Ksours) ou de mise en valeur récente. En effet, la foggara offre une eau permanente par gravité, c'est-à-dire sans pompage (gratuitement) et également sans matériels d'irrigation contrairement au forage. Ce dernier exige dans ce type de régions (nappe libre) pour l'exhaure de l'eau, le système de pompage à énergie fossile.

Ce mode traditionnel de captage ne peut pas répondre aux besoins en eau domestiques et agricoles, actuels et futurs sans recourir aux moyens modernes d'exhaure. Certes, la modernisation de l'agriculture dans la région, notamment dans le cadre de la mise en valeur de nouvelles terres, qui est une nécessité, ne doit en aucun cas engendrer des conséquences préjudiciables pour l'agriculture traditionnelle. Car l'exploitation des nappes sans utilisation rationnelle de la ressource en eau, qui est très faiblement renouvelable (voire fossile) risque d'accélérer la disparition des foggaras, par le rabattement du niveau hydrostatique général de la nappe du Continental Intercalaire (Albienne)

A cet effet, il est opportun et urgent qu'un plan d'aide à l'agriculture traditionnelle soit élaboré et ce, en vue d'initier des réalisations d'infrastructures hydrauliques de réhabilitation et de sauvegarde de la foggara.

La contribution par des travaux de recherche dans la région, par un thème aussi important et intéressant, que celui des systèmes de captage traditionnel (foggara) permet de protéger et de préserver ce monument hydraulique, ancestral et culturel, datant du dixième et onzième siècle. Cette technique très ancienne de fonçage et de distribution des eaux de la nappe Albienne, mérite en effet, d'être étudiée dans le cadre d'un thème de recherche, en prenant en compte entre autre les points suivants :

- L'apport de la foggara dans l'agriculture traditionnelle (volume total soutiré, superficie irriguée, déficit en eau etc.)
- La relation entre la foggara et le forage (interférence, rabattement du niveau hydrostatique, variation chimique)
- Contraintes et propositions d'amélioration du fonctionnement (entretien et technique moderne de curage)
- L'aspect socio-économique et culturel lié à la foggara.

## Documents consultés

- 1- **C.E.N.E.A.P** - Plan d'aménagement et de développement socio-économique à l'horizon 2000 - mars 1991 - Wilaya Adrar.
- 2 - **P.GIERSCH** - Rapport préliminaire relatif à la remontée des eaux de la nappe phréatique à El Oued - Direction Départementale de l'agriculture et des forêts du Bas- Rhin – décembre 1984
- 3 - **A. KHADRAOUI** - Communication présentée au Séminaire National sur l'APFA - Wilaya d'Adrar du 1er au 2 avril 1987 – ANRH " Le rôle des études pédologiques en matière de travaux d'irrigation et de drainage dans le Sud algérien
- 4 - **A. KHADRAOUI** Gestion Intégrée des Ressources en Eau « Cas du Bassin Versant de Chott Melhrir » Communication préparée en 2005 et présentée au 13eme congrès de l'Association Africaine de l'eau – Alger - 13 au 16 février 2006.
- 5 - **A. KHADRAOUI** gestion des ressources en eau et en sols dans les oasis Algériennes. Conférence Euro –Africaine – Unesco (Paris) 22 & 23 mars 2005. " Gestion de l'eau et Aménagement du Territoire "
- 6 - **A. KHADRAOUI** - Esquisse pédologique du périmètre de Aoulef- Tit (Wilaya d'Adrar) Août 1988 –ANRH
- 7 - **P.N.U.D** - Etude des ressources en eau du Sahara (ERESS) 1972 – Actualisée en 1981.- ANRH
- 8 - **D.PRADINES** - Etude du champ de captage de Sbaâ (Wilaya d'Adrar) janvier 1987 - ANRH
- 9 – Techniques et Sciences. Revue maghrébine N°6 du 6 avril 1991 – Captage des eau dans le Sahara Algérien – Par : Idriss HASSANI
- 10 - **TAHA Ansari** : Communication présentée au CIRESS–Système traditionnel d'exploitation des eaux souterraines Décembre 2005 –