

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE**

Université Saad Dahlab - Blida

Faculté de Technologie

Département des Sciences de l'Eau et de l'Environnement

Mémoire de Projet de fin d'études

**LES FOGGARAS DE TIMIMOUN :
PROBLEMATIQUE ET
PERSPECTIVES**

Réalisé par : AMARA Youssouf

Devant le jury :

Président :Mr.BENSAFIA

Promoteur : Pr REMINI.B

Examineur :Pr.BESSENASSE

Examineur :Mme.BOUZOUIDJA

Année universitaire : 2012-2013

Dédicaces

Je rends un grand hommage à travers ce modeste travail, en signe de respect et de reconnaissance envers :

Ma mère

Mon père

Pour tous les sacrifices et leur soutien moral et matériel dont ils ont fait preuve pour que je réussisse.

Je le dédie également à :

Mes frères : Abdelnour, Ibrahim

Mes sœurs : Firouz, Meriem, Samia

Mes amis :

Messaoud, talal, oussama, mohamed, baziz, youcef, tablati, doudou

,houssem,ali,hima,abdellah,chouaieb,hicham,bilal,khal ed,hamama,ismail,mohamed ibrahim,

Hicham,khaled,imad,oussama

,fayssal ,amin ,khadidja , zineb ,zolikha ,johar,assia ,ti nhinan ,

souaad ,nariman ,kaki,said , abdo ,missoum , guichawi, zohir,ghilas ,yassin ,hamidi , ,

Et tous les amis de cité 03 et benislman.

Remerciement

Je remercie Dieu le tout puissant, pour m'avoir donné la santé, le courage et la volonté d'étudier et pour m'avoir permis de réaliser ce modeste travail dans les meilleures conditions.

Au terme de cette modeste étude, je tiens à exprimer ma profonde gratitude et mes vifs remerciements à Mr REMINI Boualem (mon promoteur) pour le soutien, l'aide et les conseils qu'il m'a dispensé pour l'élaboration de cette présente thèse et à ma formation durant les années de spécialités.

Je remercie le président et les membres du jury qui me feront l'honneur de juger mon travail.

Je voudrais aussi remercier l'ensemble des professeurs, la direction de département des sciences de l'eau et le pour avoir veillé notre formation.

Résumé

Dans cette étude nous avons étudié les foggaras de Timimoun. Une technique ancestrale de captage des eaux souterraine. Lors de notre mission d'étude effectuée dans l'oasis de Timimoun durant le mois de Janvier 2013, nous avons menées des investigations et des enquêtes auprès de la population ksourienne. Il ressort de cette étude que la foggara se détériore et risque d'être abandonnée à court terme. L'héritage et l'utilisation des forages de captage des eaux sont avérés les principaux problèmes qui ont accéléré le déclin de ce patrimoine hydraulique.

Mots clés : Foggara – Eau – Oasis – Timimoun – Dégradation.

Abstract

In this study we investigated the foggaras Timimoun. An ancient technique of underground water catchment. In our study mission in the oasis of Timimoun during the month of January 2013, we conducted investigations and surveys of ksourienne population. It appears from this study that the foggaras deteriorates and may be discontinued in the short term. Inheritance and use of drilling water catchment proved the main problems that have accelerated the decline of the hydraulic heritage.

Keys words: Foggara – Water – Oasis – Timimoun – Degradation.

ملخص

في هذه الدراسة عالجتنا فغاغير تيميمون. وهي تقنية قديمة تعتمد على استغلال المياه الجوفية .

وفي دراستنا أيضا لواحة تيميمون خلال شهر كانون الثاني من عام 2013 ، اجرينا عدة تحقيقات مع سكان المنطقة اثبتت ان مشكلتي الميراث وحفر الابار هي الاسباب الرئيسية التي ادت الى تدهور هذا الإرث .

مفتاح الكلمات: فوغارة ، الماء ، الواحة ، تيميمون ، تدهور

INTRODUCTION GENERALE

Dans les régions arides, les pluies se font rares et par conséquent la seule ressource en eau disponible est l'eau souterraine. Depuis des siècles, l'homme du Sahara s'intéresse aux différentes techniques et d'acquisition et de captage des eaux cachées dans le sous sol.

Timimoun ; l'oasis rouge une région hyper aride située au centre du Sahara algérien à plus de 1000 km au sud Ouest d'Alger. Entourée par d'immenses dunes de sable du Grand Erg Occidental, l'oasis de Timimoun est assise sur l'une des plus grande nappe de la planète ; il s'agit du Continental Intercalaire. Au cours du temps, l'oasien grâce à son savoir faire a développé diverses techniques de captage des eaux souterraines.

La foggara, une technique ingénieuse développée dans toutes les régions de Touat et le Gourara depuis plus de dix siècles. Creusée dans le sous sol, la foggara est constituée d'une galerie de faible pente équipée d'une multitude de puits d'aération. Sans énergie humaine ni animale, l'oasien de Timimoun a pu extraire l'eau de la nappe jusqu'à la surface du sol grâce au système de foggaras. C'est autour de cet ouvrage hydraulique que des palmeraies et des ksours ont été créés.

En se basant sur les travaux antérieurs de Remini (2008 à 2011) sur les foggaras de Timimoun et les enquêtes effectuées auprès de la population ksourienne durant le mois de janvier 2013, nous traitons dans cette étude, les causes de la détérioration de ce patrimoine hydraulique et les remèdes susceptibles de sauvegarder et de protéger la foggara.

CHAPITRE 1

PRESENTATION DU SYSTEME FOGGARA

INTRODUCTION

La foggara est un drain souterrain qui capte les eaux souterraines. Un tel système a été développé dans les pays arides. En Algérie, on le retrouve dans le sud ouest et plus particulièrement dans le Touat et Gourara. Cependant, il Ya peu de gens qui connaissent ce patrimoine. C'est à travers ce premier chapitre que nous donnerons une présentation générale du système foggara. L'historique, le mode de fonctionnement et les différentes parties du système seront abordées dans ce chapitre.

1.1. Historique de la foggara

C'est peut-être l'avancée technique la plus importante de toute l'histoire de l'irrigation dans le monde. La foggara appelée qanat en Iran serait apparue au Nord-Ouest du plateau iranien vers la fin de la 1^{er} millénaire av. J.-C. et a été développée à partir des techniques minières. La foggara qui est comparable à un aqueduc souterrain(Fig1.1), s'est ensuite répandue sur toute l'Iran. Vu le succès remarquable de cette technique, la foggara s'est développé dans les quatre coins de la planète. La construction des foggaras ne faisait appel qu'à peu des personnes (trois : un qui creuse et étaye la galerie, un qui envoie la terre excavée dans une Peau en haut, et un en haut qui vide la peau) sur un temps plus long (le travail ne progresse que de quelques mètres par jour).



Fig.1.1 Entrée d'une qanât en Iran ([http:// www.ipogea.org / foggara / foggara.htm](http://www.ipogea.org/foggara/foggara.htm))

1.2. Quelques informations sur la foggara

Une qanat en Iran est un système d'irrigation souterrain permettant de récolter les eaux d'infiltration. Elle est aussi appelée foggara dans les régions du Gourara et d'Adrar etkhettara au Maroc. La foggara est donc différente d'un aqueduc car l'eau est déjà là. Une qanat est construite par le perçage d'un tunnel dans une falaise, un Scarpe ou une base d'un secteur montagneux suivant une formation aquifère. ([http:// www.ipogea.org / foggara / foggara.htm](http://www.ipogea.org/foggara/foggara.htm)).

Le but est d'apporter l'eau à la surface où il peut être utilisé pour l'irrigation des terrains agricoles. L'eau n'est pas apportée jusqu'à la surface mais plutôt à l'extérieur sur la surface irriguée. Les tunnels sont extrêmement horizontaux et précis, avec une pente pour permettre à l'eau de s'écouler à la surface du sol.

On trouve de nombreux qanats en Iran à fleur de terre notamment à Yazd. On en trouve aussi en Chine, en Afghanistan, en Libye, etc.

Malgré les variations de caractéristiques (longueur, profondeur, type de sol creusé...) que l'on peut trouver entre les qanats, ils mesurent typiquement plus de cinq cent mètres (500 m) et le "puits mère" où commence le canal qui profond de plus de dix mètres (10 m)(Laureano, et al. 2003).

Le plus long qanat connu mesure plus de cinquante kilomètres (50 km) à Kerman et le puits mère le plus profond mesure plus de trois cent mètres (300 m) à Gonabad. Yazd, Kerman et Gonabad sont les zones les plus connues pour leur dépendance à un système extensif de qanats(Laureano, et al. 2003).

La manière de construire les qanats diffère beaucoup de la méthode de construction des barrages et demande une organisation politique et une planification beaucoup moins grande. Le type d'investissement demandé par la construction et la maintenance d'un qanat est plus adapté à l'environnement des hauts plateaux. Les marchands ou les propriétaires terriens se rassemblaient en petits groupes afin de financer la construction d'un qanat.

L'unification politique n'a donc pas été facilitée par ce procédé. Quand les parts d'un qanat sont disproportionnés, des problèmes existent quant à la maintenance du système, et ces difficultés ont été citées dans les arguments contre la réforme agraire des années soixantes du siècle précédent. (([http://www.ipogea.org / foggara](http://www.ipogea.org/foggara))).

Au milieu du XX^e siècle, il est estimé qu'environ cinquante milles (50 000) qanats étaient en exploitation en Iran. Le système a l'avantage de subsister aux désastres naturels (tremblements de terre, inondations...) et humains (destructions en temps de guerre), et d'être peu sensible aux niveaux de précipitation. (([http:// www.ipogea.org / foggara / foggara.htm](http://www.ipogea.org/foggara/foggara.htm))).

Un qanat délivre typiquement un débit de huit milles mètres cubes (8000 m³) par période de vingt quatre heures (24 h). ((([http://www.ipogea.org / foggara / foggara.htm](http://www.ipogea.org/foggara/foggara.htm))).

1.3. Les foggaras dans les pays arabes

Remini (2010) a constaté que la majorité des pays arabes disposaient des foggaras et que le développement des oasis a été fait sur la base de la diffusion de ces ouvrages hydrauliques. Selon Remini (2010), cette technique est liée au grand axe commercial « route de la Soie », mais c'est surtout avec l'avenue de l'Islam que la foggara s'est installée dans les oasis avec le palmier dattier comme la structure principale de toute oasis intra désertique. Comme le montre la figure 1.2, la foggara a été creusée dans 16 pays arabes.

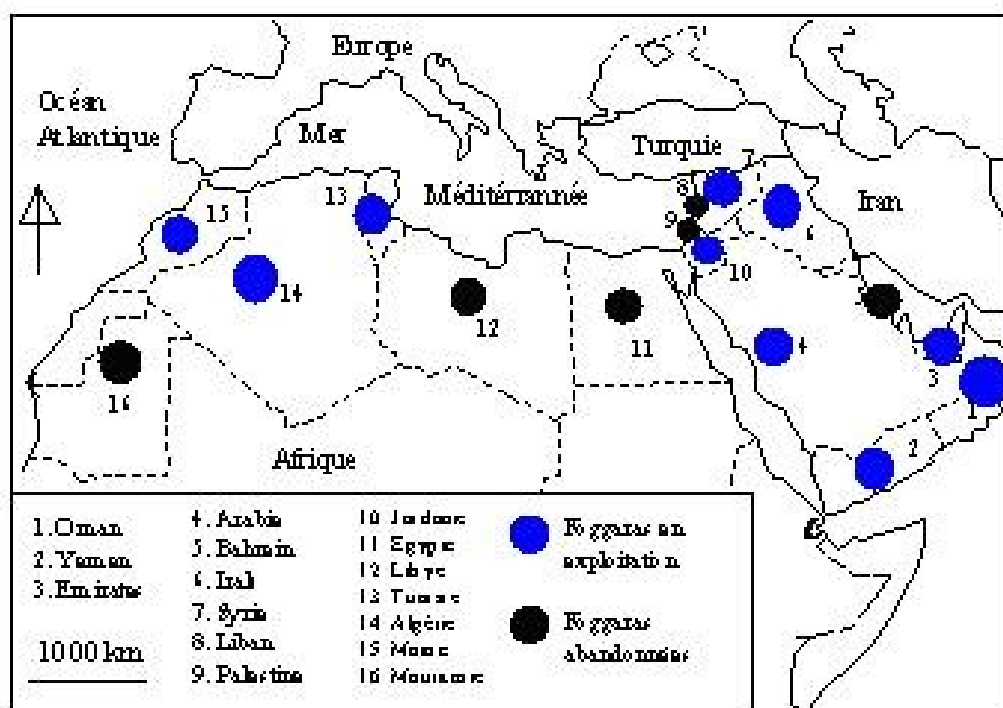


Fig. 1.2. Répartition des foggaras dans les pays arabes

Remini (2010) a regroupé dans le tableau 1.1 le nombre des foggaras initialement creusées et en exploitation dans les pays arabes. Pour des raisons socio-économiques et environnementales, le nombre des foggaras en exploitation a beaucoup diminué.

Tableau 1.1. Caractéristiques des galeries drainantes de quelques pays du monde

Pays	Nombre des galeries initiales	Nombre des galeries en service
Oman	4112	3012
Syrie	239	29
Algérie	1400	903
Yémen	94	02
Emirates Arabes Unis	-	07
Arabie Saoudite	4000 à 5000	-
Jordanie	-	05
Irak	100	-
Maroc (Tafilalt)	570	150
Libye	-	-
Egypte	-	-
Koweït	-	-
Somalie	-	-
Djibouti	-	-
Bahreïn	-	-
Tunisie	09	02

1.4. Les principales parties du système foggara

Une foggara est une galerie souterraine de faible pente qui draine les eaux de la nappe jusqu'à la surface du sol. A la sortie du sol, l'eau est réparti entre les différents jardins par les kasriates, et les souaguis (fig. 1.3 et 1.4).

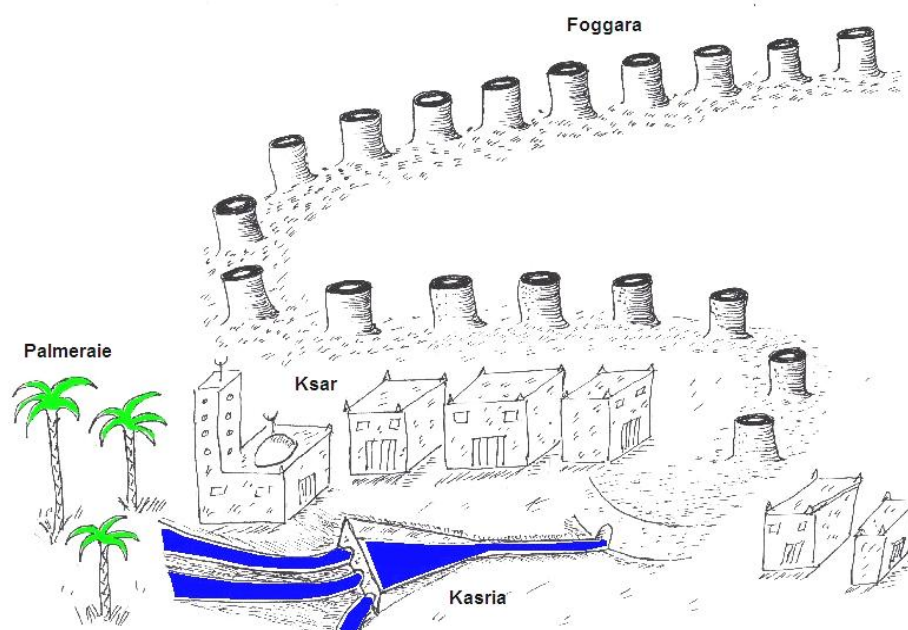


Fig. 1.3. Schéma synoptique d'une foggara de Touat

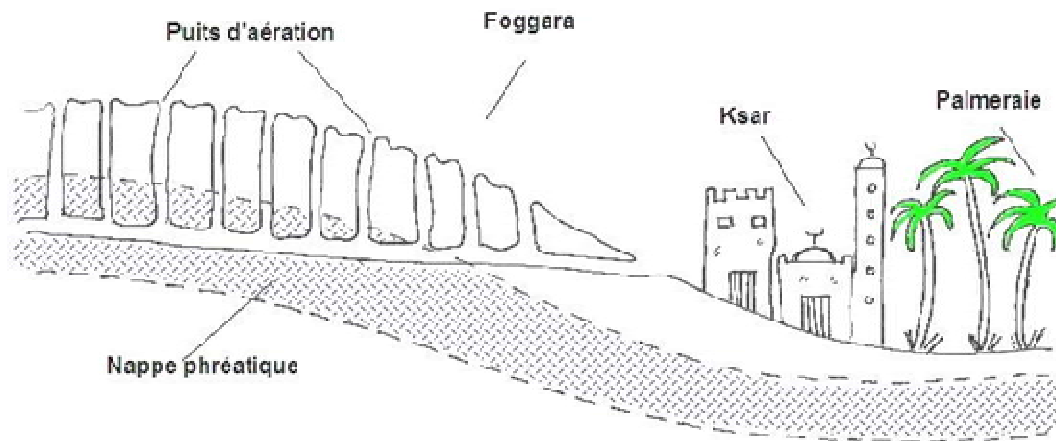


Fig.1.4. Coupe longitudinale d'une foggara

Une foggara est composée :

- **Une galerie souterraine (fig. 1.5) :**

Cet ouvrage permet de drainer les eaux de la nappe aquifère vers la surface du sol (Fig.1.3), La pente moyenne du drain est de 1/1000 (Fig 1.5).C'est la partie la plus importante de foggara.



Fig.1.5. Galerie de la foggara La Salma dans les oasis de Timimoun

- **Des puits d'aération (fig. 1.6) :**

Ces ouvrages annexes ont servi pour l'évacuation des déblais de terre excavés dans la galerie. Lors de l'exploitation des foggaras, ces puits servent pour l'entretien de la galerie et l'aération. Chaque foggara se compose de plusieurs puits avec des profondeurs variables. Il existe des puits qui atteignent les 40 m de profondeur. La distance entre les puits varié entre 5 m et 30 m. Le diamètre de chaque puits varié entre 0.5 m et 1 m.



Fig. 1.6. Alignement des puits d'aération de la foggara de Belkadous dans les oasis de Timimoun

- **La KasriaLakbira ou principale (fig. 1.7, 1.8 et 1.9)**

La kasria prend la forme d'un bassin triangulaire, muni d'un partiteur de débits d'eau.



Fig. 1.7. Kasria principale de la foggara d'El Meghier



Fig.I.8.Kasria principale de la foggara de Tanout dans l'oasis de Beni mehlal (Timimoun)



Fig.1.9. Groupement de trois kasriates dans l'oasis d'OuledSaid (Timimoun)

- **La Kasria Secondaire**

Qui vient à l'aval de la kasria principale qui partage une des parts en plusieurs sous parts. Elle prend la forme d'un bassin triangulaire placé après la KasriaLakbira muni d'un partiteur. Généralement, la kasria secondaire est caractérisée par un partage familial de chaque tribu ou un groupe participant à la réalisation de la foggara (Fig.1.10).



Fig.1.10.Kasria secondaire de foggara d'El Meghier de l'oasis de Timimoun

- **Seguia (fig. 1.10 et 1.11):**

La seguia est un canal à ciel ouvert destinée au transport de l'eau de la foggara à partir de kasria. On parle de la seguia principale si elle part de la kasria principale vers les kasriates secondaires ou vers le Madjen. On parle de la seguia secondaire si elle part de la kasria secondaire vers les kasriates tertiaires ou bien vers le Madjen. .

Les seguais ont été creusées directement sur le sol, favorisant ainsi l'infiltration. Les palmiers cultivés auprès de ces seguias agrandissent normalement et donnent des fruits. Actuellement les seguias sont réalisées avec le ciment, le PVC ou le béton, évitant ainsi l'infiltration dans le sous sol. Les palmiers périphériques aux seguias se sont retrouvés asséchés.



Fig.1.10. Une seggia en terre dans une oasis de Timimoun



Fig.1.11. Une seggia en ciment dans une oasis de Timimoun

- **Le Madjen**

Le Madjen est un bassin de stockage d'eau de la foggara. Cet ouvrage est réalisé au niveau de chaque jardin. C'est à partir du Madjen que s'effectue l'irrigation du jardin. Il existe des Madjens en terre (fig. 1.12 et 1.13) et les Madjens en ciment (fig. 1.14).



Fig. 1.12. Madjen en terre dans l'oasis de Timimoun



Fig.1.13. Madjen en terre dans l'Oasis d'Ouled Said (Timimoun)



Fig.1.14. Madjen en ciment dans l'oasis de Timimoun

1.6. Hydrométrie de la foggara

Creuser dans le sous sol pour extraire le gisement (eau) avec des moyens rudimentaires est un travail colossal. Il s'effectue par collectif de personnes. Une fois l'eau arrive à la surface du sol, elle doit être partagée entre les individus. Pour supprimer des éventuels conflits entre les abonnés, une organisation sociale a été établie durant des siècles, dans lesquelles on trouve des fonctions essentielles comme par exemple :

- **Le Kiel El Ma ou le mesureur d'eau**

C'est le principal élément de cette organisation (fig. 1.15). C'est lui qui mesure les parts d'eau de chaque individu. C'est lui qui mesure le débit de la foggara à chaque à chaque événement : rabattement de la nappe, éboulement dans la galerie et nettoyage de la foggara.



Fig. 1.15. Le Kial El Ma de l'oasis de Timimoun

- **Le débitmètre ou le louh**

Le louh est la pièce maitresse du Kial El Ma. C'est la plaque de jaugeage ou tout simplement le débitmètre. C'est une plaque en cuivre comportant des trous calibrés (orifices) (Fig.1.16). La plaque de jauge est un instrument de mesure au service d'une arithmétique particulière. Les calculs sont effectués en numération de base 24.



Fig.1.16. Le louh des oasis de Timimoun

- **El Zemmam**

C'est un registre confidentiel qui appartient au Kial El Ma. Toutes les données sur les parts d'eau de chaque propriétaire sont enregistrées dans El Zemmam (fig. 1.17). Chaque foggara possède son propre El Zemmam.

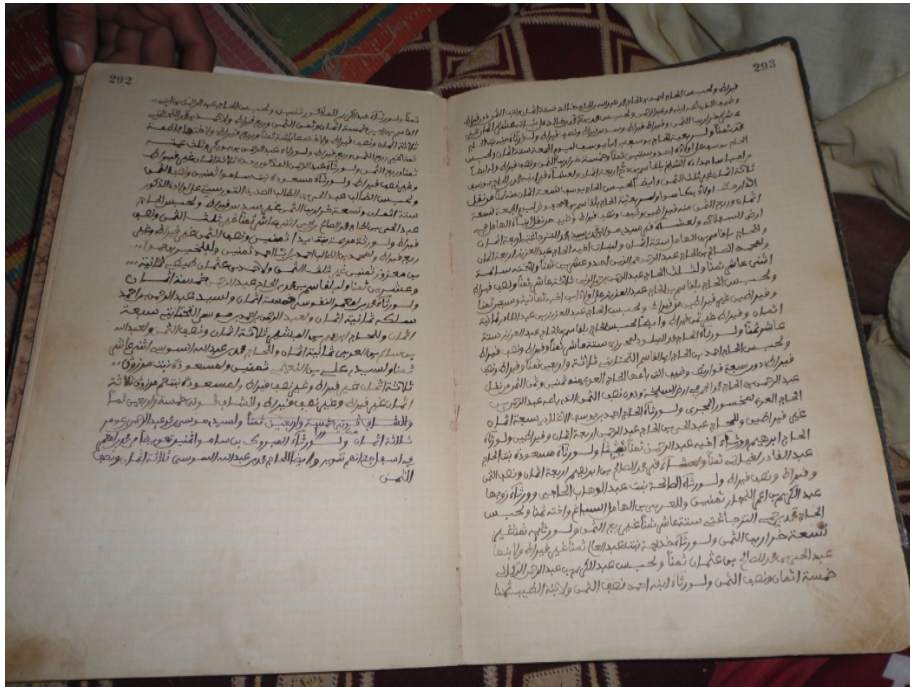


Fig.1.17. Le Zammam de la foggara Afli Amokrane dans l'oasis de Timimoun

- **Le Chahed ou le témoin**

C'est une personne choisie par la djamaa du ksar. La djamaa formée par un groupe de sages désigne une personne du ksar comme Chahed dans une opération de partage des eaux. Elle doit être choisie pour des conditions bien définies telle que l'honnêteté.

Conclusion

La foggara est un système hydraulique unique au monde qui s'adapte bien dans les régions arides. Il permet d'approvisionner en eau potable la population du ksar et d'irriguer les jardins tout en protégeant l'environnement. Sa faisabilité et son exploitation restent aujourd'hui un mystère pour les curieux et les scientifiques

CHAPITRE 2

PRESENTATION ET CARACTERISTIQUES DE LA REGION D'ETUDE : LES OASIS DE TIMIMOUN

Dans ce chapitre on s'intéresse à la situation et à la présentation de la région d'étude qui n'est autre que le Timimoun. Elle représente un ensemble d'oasis qui font parti de la région de Gourara appelé le pays des foggaras. On s'intéresse aussi aux résultats des enquêtes obtenues auprès des personnes concernées lors de notre déplacement dans ces oasis.

2 .1. Situation géographique de Timimoun

La commune de Timimoun fait partie de quatre communes de Gourara qui englobe plusieurs oasis. Timimoun oasis rouge est l'une des villes les plus chaude en Algérie, est située à 1200 km au sud ouest d'Alger (fig. 2.1).

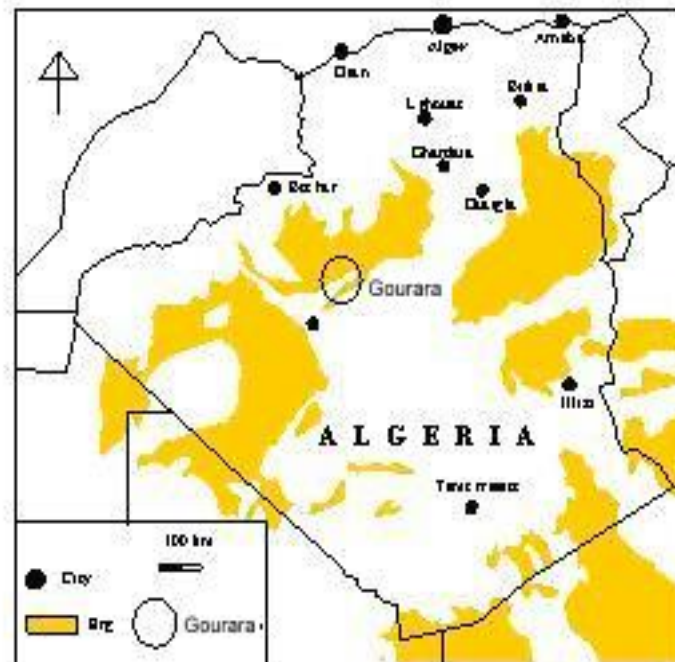


Fig. 2.1. Situation géographique de Timimoun

2.2. Caractéristiques naturelles de Timimoun

2.2.1. Climat

Le climat de Timimoun est chaud et sec, les températures atteignent rarement le zéro. La période froide correspond aux mois de Décembre, Janvier, Février et Mars, dont la température moyenne minimale est de 5° C (fig. 2.2).

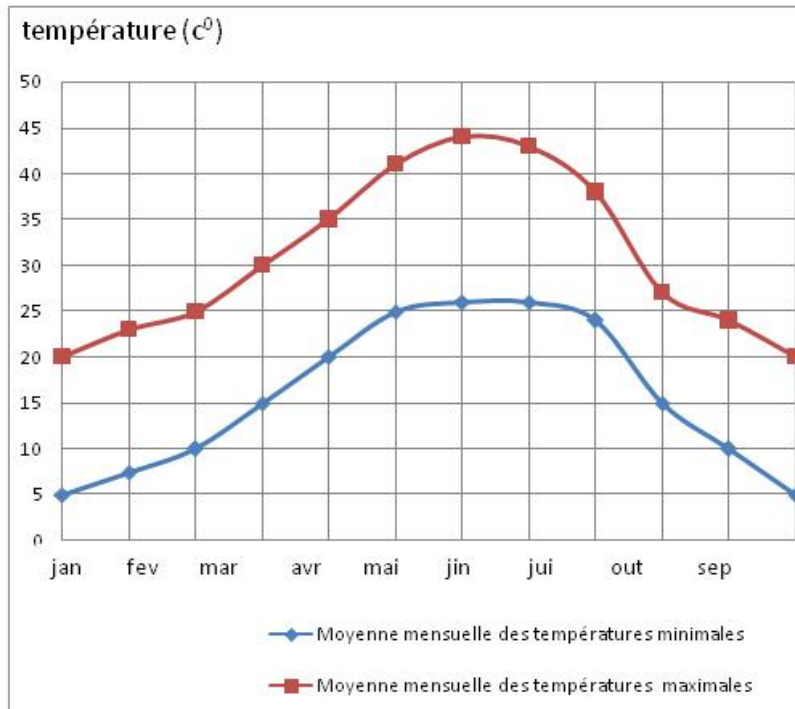


Fig.2.2. Moyenne mensuelle des températures minimales et maximales quotidiennes

Il est intéressant de constater que la moyenne des températures la plus élevée est enregistrée aux mois de juillet et août, elle est estimée à 45C°.La moyenne des températures les plus basses est enregistrée durant les mois de novembre, décembre, janvier et février. Elle peut atteindre 5C°.

2.2.2. Précipitations

La région de Timimoun se caractérise par une pluviométrie très faible. La figure 2.3 représente les précipitations moyennes mensuelles de l'année 2011 de la région de Timimoun.

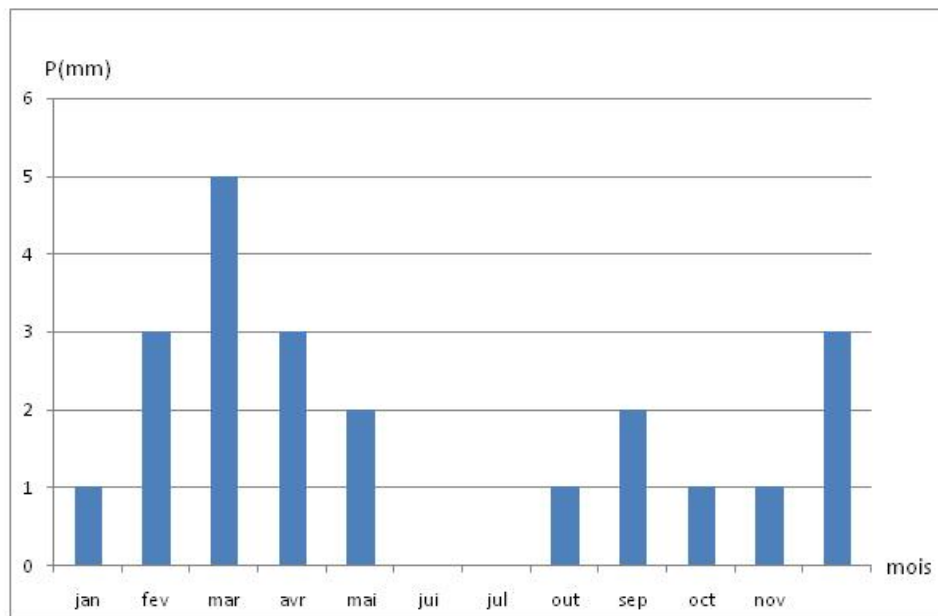


Fig.2.3. Précipitations mensuelles de la région de Timimoun

Les précipitations dans la région de Timimoun sont très faibles, vu sa position géographique et son climat. Elle présente un pic de 5mm enregistré en mois de mars. Cette valeur est la maximale suivie de 3mm le mois de février, avril et décembre. La période de sécheresse s'étend sur les mois de juin et juillet là où l'on enregistre des précipitations nulles. Les mois de janvier, août, octobre et novembre interceptent 1mm de pluie.

2.2.3. Les vents

Au niveau de la région de Timimoun, les vitesses du vent sont presque homogènes pendant plusieurs mois de l'année. La vitesse moyenne annuelle est 5.15 m/s (ANRH). La vitesse moyenne minimale est de 2 m/s. La vitesse moyenne maximale est de 10 m/s (ANRH).

2.2.4. L'humidité

Après les données des 5 dernières années d'observation, on constate que :La moyenne minimale annuelle est de 42.15% (ANRH). La moyenne maximale annuelle est de 49.5% (ANRH).

2.2.5. Evaporation

L'évaporation est très élevée durant toute l'année, la plus faible évaporation se situe au mois de décembre avec 120 à 130 mm(ANRH). Elle augmente au mois de janvier avec 150 à 160mm(ANRH) avec des valeurs très élevée en juillet et en Aout ; elle dépasse les 600mm(ANRH). Au mois de décembre, l'évaporation diminue pour atteindre son minimum.

2.3.1. Les eaux souterraines dans le sud algérien

Les ressources en eau souterraines dans le nord de l'Algérie sont évaluées à plus de 2 milliards de m³ .elle sont exploitées a plus de 90%, soit 1.9 milliards de m³ et beaucoup de nappes se trouvent actuellement en état de surexploitation.

Le sud l'Algérie couvre 85% du territoire global du pays .avec une superficie d'environ 2156000 km².et une population qui a dépassé aujourd'hui les 3 million d'habitants. Les ressources en eau souterraines au sahara sont essentiellement constituées par :

Les eaux renouvelables localisées dans les inféra flux du versant sud des Aurès (région nord de Biskra), du Hoggar TASSILI à l'Est et de la région de Bechar-Tindouf a l'Ouest.

Les eaux non renouvelablesreprésentées par les deux grands réservoirs des deux bassin sédimentaires : le Complexe Terminal et le Continental intercalaire.il est a remarquer, que d'autres ressources en eau situées dans la périphérie des bassins du sahara septentrional (Biskra, Laghouat, Bechar, Hoggar et Tassili) sont également importantes et se caractérisent surtout par des nappes renouvelables (nappes phréatiques) et ce, contrairement aux eaux fossiles ou faiblement renouvelables du bas Sahara.(Khdraoui A 2007)

Le grand bassin du Sahara septentrional couvre une superficie de 800.000 km² en Algérie et en Tunisie, comprend deux vastes systèmes aquifères relativement indépendants en Algérie, mais qui se rejoignent en Tunisie où se situe leur exutoire principal. Il s'agit du Continental Intercalaire (CI), de formation gréseuse et du Complexe Terminal (CT), hétérogène, multicouche gréseux et carbonaté. Ces nappes sont délimitées (Khdraoui A 2007).

Ces deux grands aquifères d'eau dite (fossile) bénéficient en fait d'une certaine alimentation constituée par l'infiltration des eaux de ruissellement en provenance des massifs montagneux de l'Atlas Saharien et de l'Atlas marocain au nord, du Dahar et Djbel Nafoussa au Nord et les Plateaux de Tadmait et de Tinihert au sud. L'écoulement se fait d'Est en Ouest en provenance de l'Atlas et en direction du Touat Gourara ; de Sud au Nord en provenance de la Libye et du Dahra Tunisien.

a) Le Continental Intercalaire

Le Continental Intercalaire, présent dans tout le Sahara septentrional est formé par une succession de couches de grès, de sables, de grès argile, dont l'âge va du Trias à l'Albien. La dorsale du M'zab divise l'ensemble en deux bassins aquifères distincts :

Un bassin occidental avec une nappe libre à semi captive dans les zones recouvertes par des dépôts plus récents (Khdraoui A 2007)

b) Le Complexe Terminal

Le Complexe Terminal est constituée par des formations d'âge et de lithologie différentes. La nappe est en charge dans le Nord sous les formations argileuses du Mio-Pliocène, alors qu'elle est libre dans la partie sud. Les eaux de cette formation convergent vers les Chotts Melghir et Merouane, qui constituent les exutoires naturels de la nappe. Les exutoires artificiels sont constitués par les forages.

2.3.2. Les types des foggaras existant au niveau de la région de Timimoun :

Selon Remini (2010), il existe trois types de foggaras dans la région de Timimoun. Il s'agit des foggaras de l'Albien, des foggaras de l'Erg et des foggaras de Jardin.

a) La foggara de l'Albien

Selon Remini (2010), la foggara de l'Albien, appelée « foggara classique » exploite les eaux du plateau de Tadmait. En effet, la nappe albienne profonde est rapprochée de la surface dans la périphérie du plateau grâce au creusement des galeries souterraines de la foggara. Pour ce type de foggara, l'écoulement est continu toute l'année (fig. 2.4).

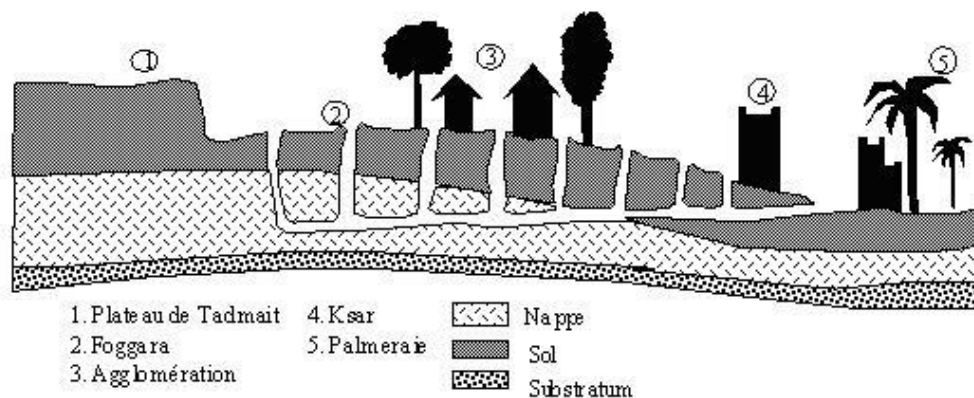


Fig. 2.4. Schéma synoptique d'une foggara Albienne (Remini, 2010)

b) La foggara de l'Erg

La foggara de l'Erg est une foggara qui capte les eaux de la nappe qui se forme au-dessous du Grand Erg Occidental grâce à l'eau qui s'écoule lentement sous l'Erg dans les anciens cours d'eau en provenance de l'Atlas Saharien (Remini, 2010) (fig. 2.5).

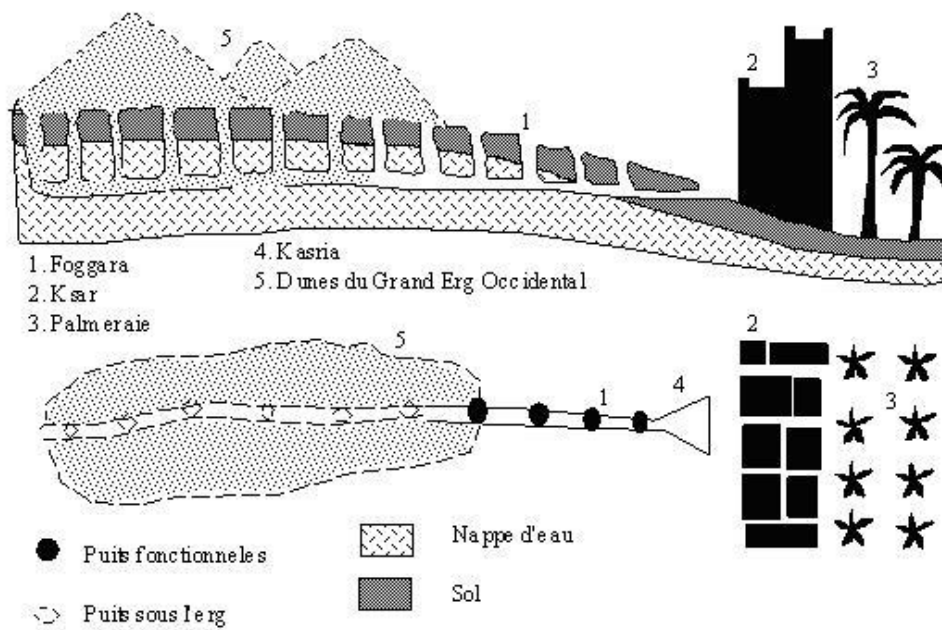


Fig. 2.5. Schéma synoptique d'une foggara de l'Erg (Remini, 2010)

c) La foggara de Jardin

C'est une petite foggara dont la longueur de la galerie ne dépasse pas les 1,5 km. Elle appartient à une seule famille localisée à l'aval d'une ou de plusieurs grandes foggaras albiennes (ou classiques) pour capter les eaux de drainage et d'infiltration et d'irrigation en provenance des eaux d'irrigation de la palmeraie et les jardins (Remini, 2010) (fig. 2.6).

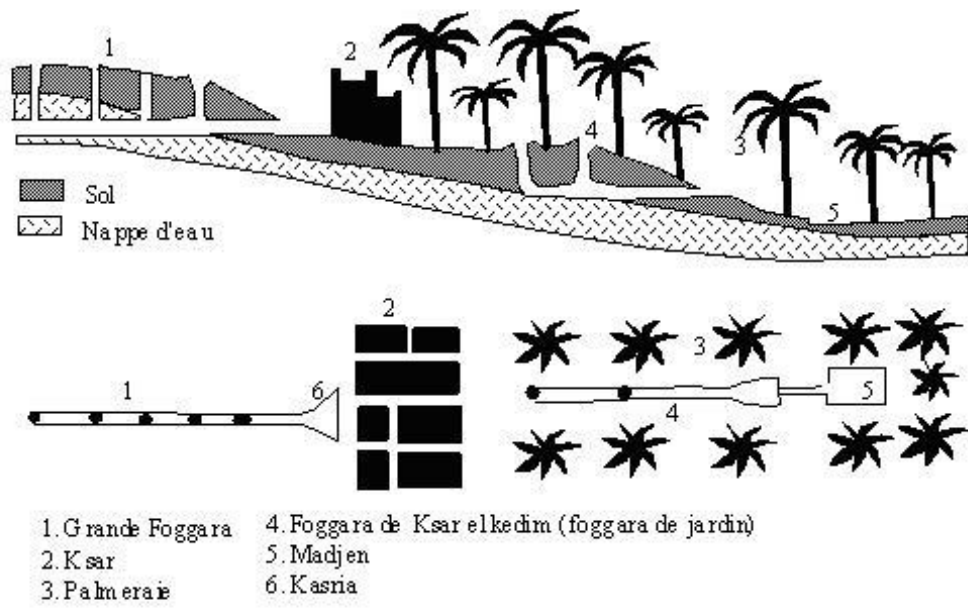


Fig. 2.6. Schéma synoptique d'une foggara de jardin (Remini, 2010)

CHAPITRE 3

RESULTATS DES INVESTIGATIONS SUR LE TERRAIN : DEGRADATION D'UN PATRIMOINE HYDRAULIQUE

Si la foggara a pu résister aux conditions climatiques et environnementales de la région depuis plus de dix siècles, aujourd'hui on assiste à une dégradation accélérée de ce patrimoine. Dans ce chapitre, on traite les causes principales de cette détérioration. Une attention particulière sera donnée aux solutions et recommandations.

3.1. Enquêtes et investigations sur le terrain

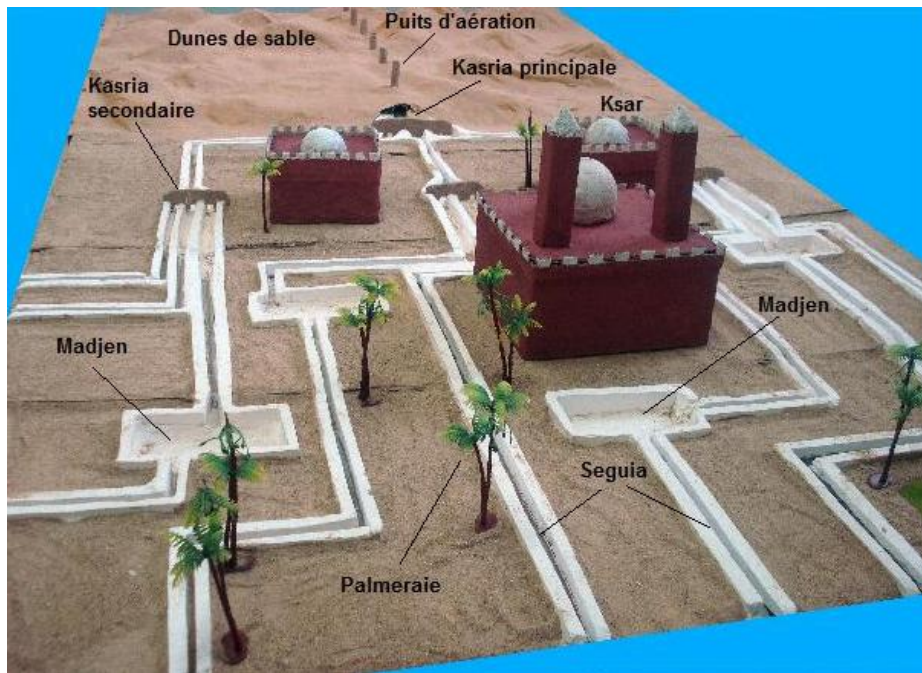
Pour avoir plus d'informations et de données, nous avons organisé une mission d'une semaine dans les oasis de Timimoun durant le mois de février 2013. Nous avons travaillé sans relâche durant toute la semaine pour arracher le maximum de données. C'est ainsi que durant la première journée, les organismes concernées ont été sollicités à savoir ; l'ANRH, la DHW, la Direction de l'Agriculture, l'Association des foggaras, et les APC. A partir de la deuxième journée, des visites sur le terrain pour visiter les oasis de Timimoun Centre, OuledSaid, Beni MehlalAtakou et Kali. Des ksours, des palmeraies ainsi qu'une dizaine de foggaras (El Meghier, La Salma, Ifli Amokrane...) ont été visitées. Faute de moyens de transport (une voiture 4X4), des foggaras limitrophes aux ksours ont été étudiées. Cette étape la plus délicate a pris 4 jours. Les deux dernières journées ont été réservées aux enquêtes auprès de Kial El Ma, des propriétaires de foggaras et la population ksourienne.

3.2. Données utilisées dans cette étude

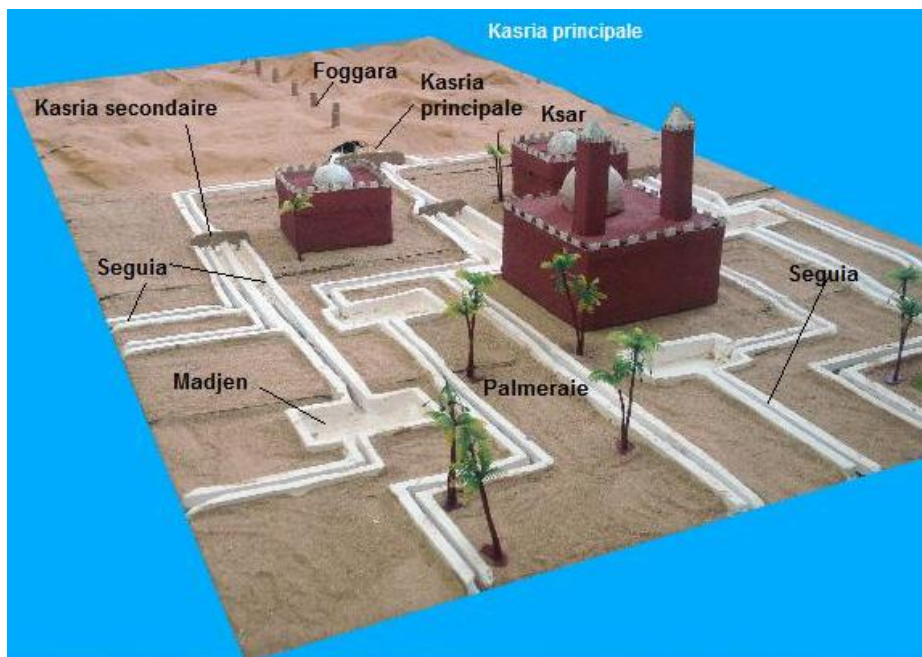
Dans cette étude, nous avons utilisé l'inventaire des foggaras effectué par l'ANRH d'Adrar en 1998 et en 2001. Selon cet inventaire, il existe plus de 900 foggaras réparties dans la wilaya d'Adrar, dont 215 foggaras ont été creusées dans les oasis de Timimoun. Nous avons aussi utilisé les derniers travaux de Remini (2010, 2011, 2012 et 2013)

3.3. Fonctionnement du système foggara

Pour illustrer le fonctionnement de la foggara et le réseau de la distribution, nous avons réalisé un modèle réduit de la foggara avec son réseau en tenant compte de certains paramètres naturels. La maquette a été réalisée au niveau du laboratoire d'hydraulique du département des sciences de l'eau et de l'environnement (fig.3.1 (a et b) et 3.2)). Le modèle est équipé à l'amont d'une galerie munie d'une multitude de puits d'aération. Une kasria principale qui représente le seuil entre l'amont et l'aval du système foggara. A l'aval, on trouve deux kasrias secondaires et quatre Madjens reliés par un réseau de seguias. Ce modèle permet de mieux comprendre le partage de l'eau entre les propriétaires une fois l'eau arrive au niveau de la surface du sol pénètre dans la kasria principale, puis elle est divisée en plusieurs parts d'eau (pour le modèle il ya 4 parts). Chaque part d'eau est transportée par une seguia principale jusqu'à la kasria secondaire, laquelle divise la part d'eau en plusieurs sous part d'eau (dans notre cas il ya 3 sous part). Chaque volume d'eau est transporté par une seguia secondaire jusqu'au Madjen situé sur le point élevé du jardin. A partir du Madjen, l'eau est directement drainée dans des petites seguias à l'intérieur du jardin pour irriguer les palmiers et les plantes. Pour une grande foggara qui renferme plusieurs propriétaires, il existe en plus des kasrias secondaires des kasrias tertiaires et même des kasrias multiples.



a)



b)

Fig.3.1. Vue d'ensemble du modèle réduit du système foggara de Timimoun

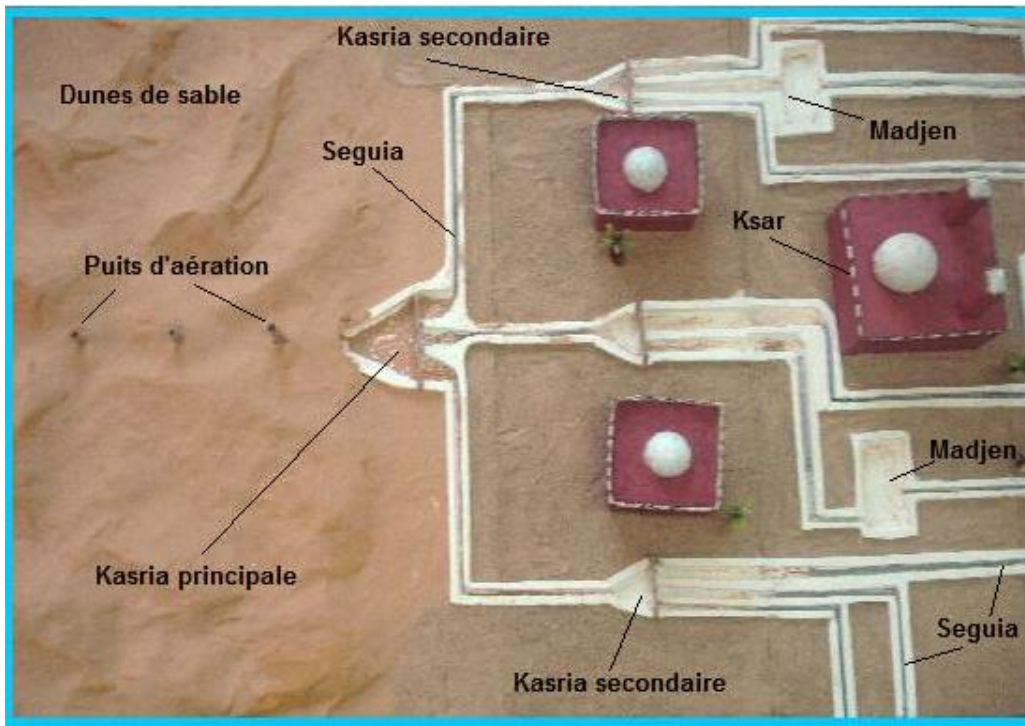


Fig.3.2. Vue de dessus du modèle réduit du système foggara de Timimoun

3.3. Les causes de la détérioration des foggaras dans les oasis de Timimoun

Lors de notre mission sur le terrain et les investigations opérées auprès des sites et des personnes concernés, il s'avère que des problèmes environnementaux, économiques, sociaux et techniques sont les causes principales de la détérioration des foggaras des oasis de Timimoun. Sur un nombre 215 foggaras creusées dans les oasis de Timimoun, plus de 85 ouvrages sont abandonnées. Il reste environ 130 foggaras en service. Cependant, si ces foggaras restantes sont en exploitation, mais avec un débit beaucoup plus faible ; l'eau dans les foggaras a beaucoup diminué. Nous pouvons citer les problèmes essentiels du déclin des foggaras.

3.3.1. Ensablement des foggaras

C'est un phénomène naturel provoqué par une dynamique éolienne permanente. Les oasis installées à la périphérie du Grand Erg Occidental ne

sont pas à l'abri de l'avancée des dunes et sont tout le temps confrontées à l'ensablement. Durant des siècles les oasiens se bâtent contre l'ensablement avec des moyens de lutte rudimentaires. C'est ainsi que plusieurs foggaras se retrouvent aujourd'hui sous le sable (fig. 3.3). Les foggaras de l'Erg qui exploitent la nappe du Grand Erg Occidental sont les foggaras les plus menacées par l'ensablement. C'est ainsi qu'à chaque tempête de sable, les kasrias et les seguias se retrouvent complètement ensablées. Le curage de ces ouvrages devient une opération indispensable afin que la foggara reste en service.



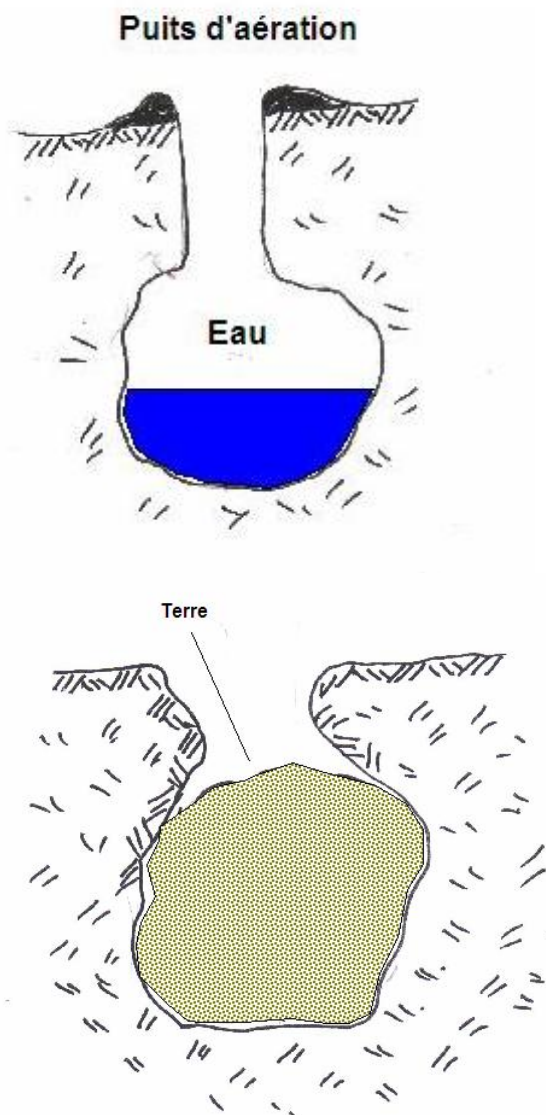
Fig.3.3.Ensablement d'une foggara dans la région de Timimoun

b) Effondrement des foggaras

Le phénomène d'effondrement des galeries et des puits d'aération touche surtout les foggaras des oasis du Timimoun Centre. Les galeries traversant des agglomérations et des routes sont souvent confrontés aux éboulements provoqués par des vibrations du sol dues à la circulation des poids lourds.

Des glissements des galeries et des effondrements des puits peuvent être engendrés par des crues et des inondations. Les services d'hydrauliques ont enregistrés dans la région de Timimoun durant ces dernières années une dizaine de foggaras victimes de ce phénomène d'effondrement.

Un effondrement brusque peut provoquer le colmatage de la galerie (fig. 3.4 (a et b)). Dans ce cas le débit de la foggara chute à une valeur nulle (fig. 3.5).



a) Situation normale

b) Effondrement

Fig. 3.4. Schéma synoptique d'un effondrement brusque dans une foggara

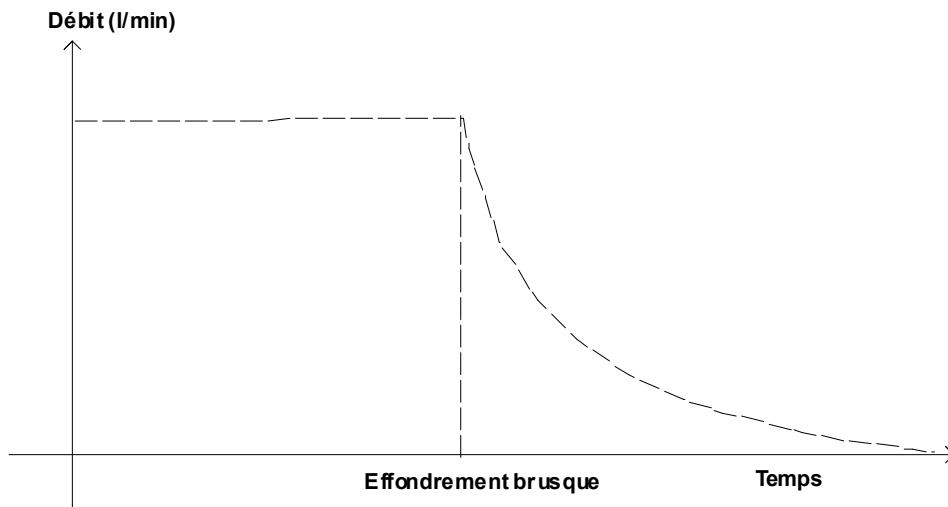
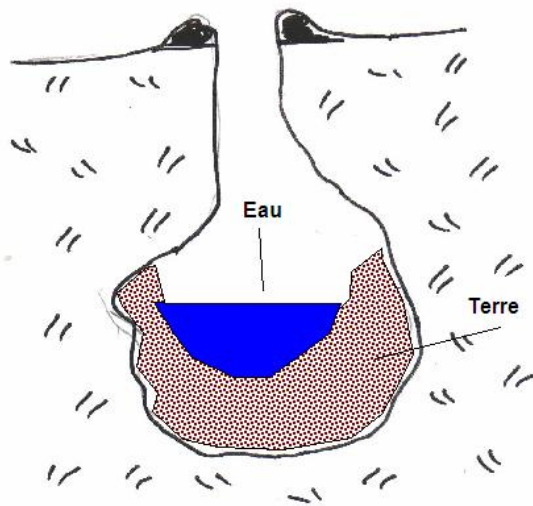


Fig. 3.5. Variation du débit d'une foggara lors d'un effondrement brusque

Des glissements temporaires dus à des vibrations du sol provoquent seulement une régression de la section mouillée du canal (fig. 3.6 (a et b)). Dans ce cas, la foggara continue à fonctionner mais avec un débit beaucoup plus faible (fig. 3.7). Nous avons résumé dans le tableau 3.1 des cas d'effondrement des foggaras au niveau des oasis de Timimoun.

Puits d'aération



a) *Etat normal de la galerie*

b) *Effondrement partiel de la galerie*

Fig. 3.6. Schéma synoptique d'un glissement faible dans un tronçon d'une galerie de foggara

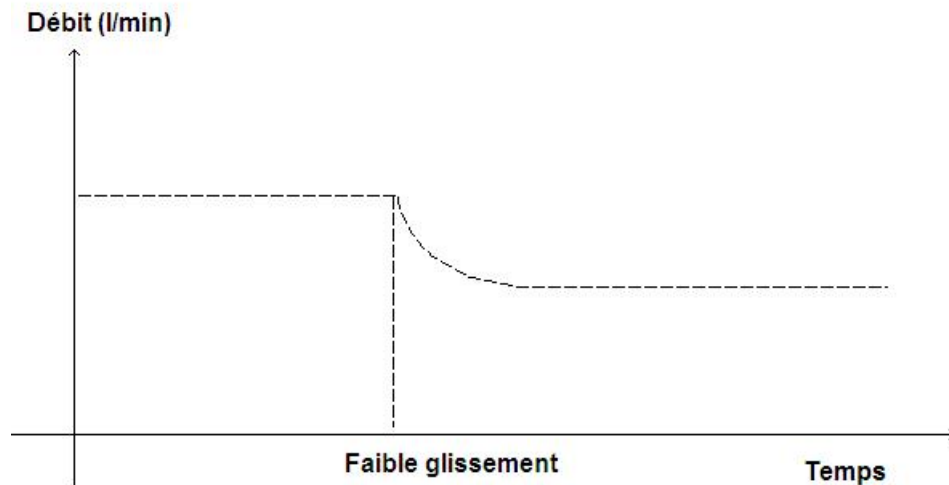


Fig. 3.7. Variation du débit d'une foggara lors d'un faible glissement

Tableau.3.1. Exemples d'effondrement au niveau de la région de Timimoun

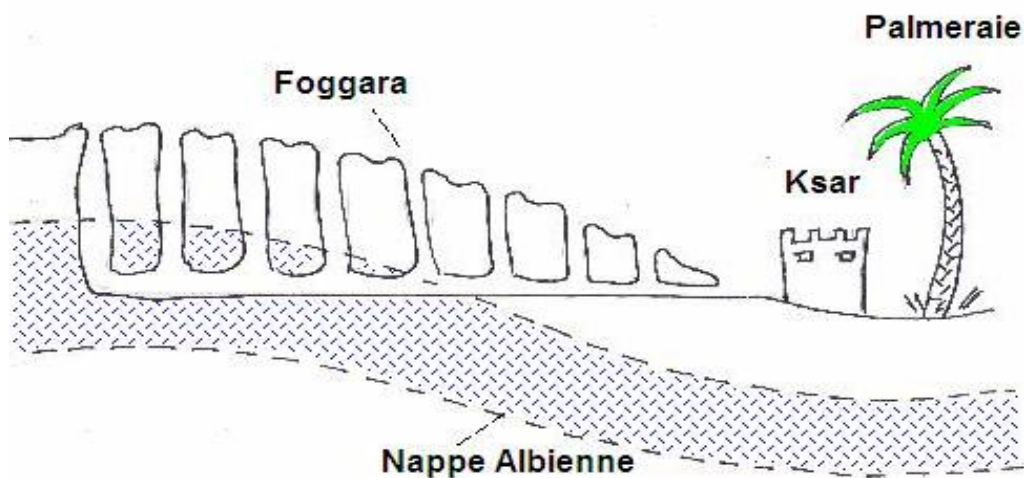
Nom de la foggara	Observations	Débit
Amokrane (Timimoun)	Les crues de 2003 ont provoqué l'effondrement de plusieurs tronçons de la galerie ;	Foggara fonctionnelle mais avec un débit faible
Meghier(Timimoun)	Dépôt dans la galerie suite à l'érosion dans certains tronçons	Foggara fonctionnelle mais avec un débit très faible
L'hanoucha (OuledSaid)	Les travaux publics	Débit nul
Hadj Ali (OuledSaid)	Erosion dans la galerie	Débit nul
Taghzout (Beni Mahlal)	Erosion dans la galerie	Foggara fonctionnelle mais avec un débit faible

d) L'apport des techniques modernes de captage (forages)

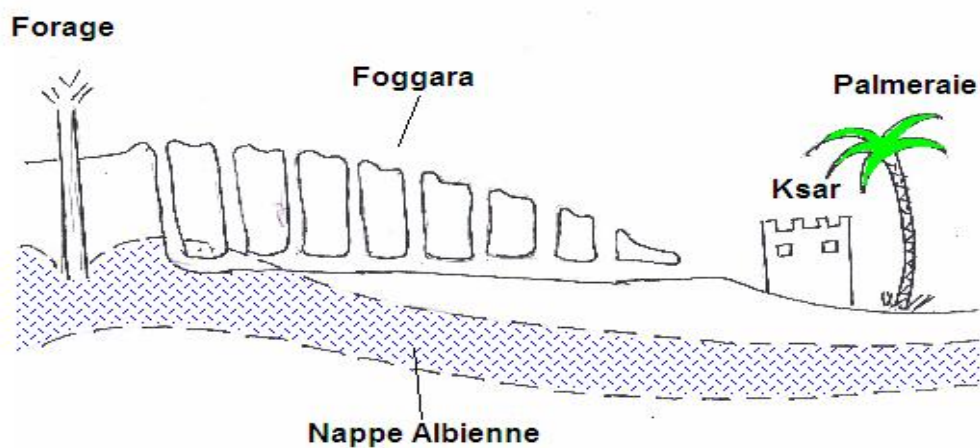
L'exploitation de la nappe du Continental Intercalaire par de nombreux forages provoque un rabattement progressif de la nappe. La situation du champ de captage aux alentours de la zone de drainage de la foggara se manifeste par

un abaissement du niveau de la nappe et par conséquent le débit de la foggara décroît dans le temps (fig. 3.8 (a et b)).

Cette nouvelle situation a provoqué l'assèchement d'une dizaine de foggaras dans les oasis de Timimoun. D'autres foggaras fonctionnent toujours mais avec un débit plus faible comme le cas de la foggara d'El Meghier considérée comme la plus grande foggara de Timimoun (fig. 3.9).



a) *Etat normal d'une foggara*



b) *Mise en exploitation d'un forage*

Fig. 3.8. Schéma synoptique d'un état de foggara après la mise en service d'un forage

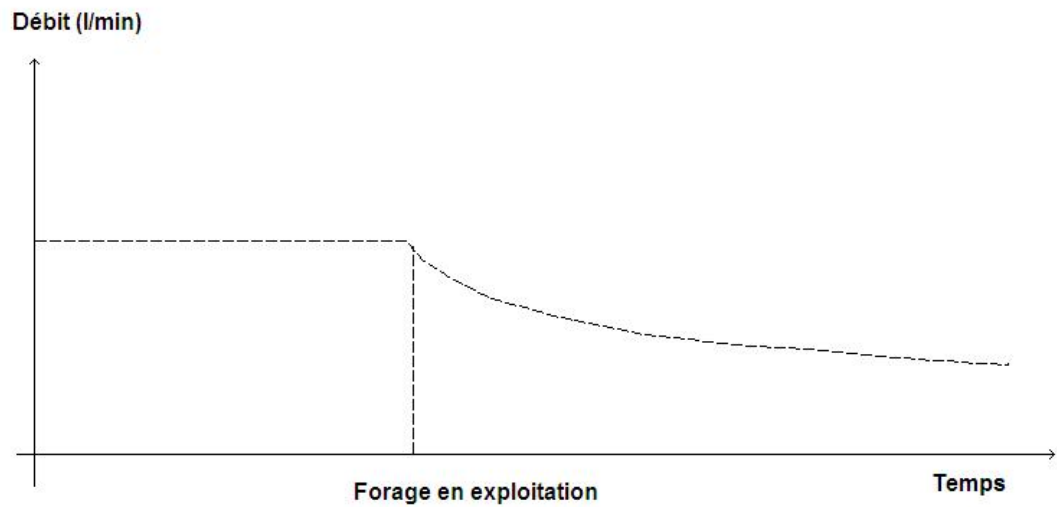


Fig. 3.9. Variation du débit d'une foggara lors de la mise en service d'un forage

e) Pollution des eaux de la foggara

L'absence d'une vulgarisation et d'une connaissance sur la protection du patrimoine hydraulique a encouragé la population d'utiliser les puits d'aération comme des poubelles publics. Dans certaines agglomérations, le réseau d'assainissement se croise avec les galeries des foggaras. Dans d'autres agglomérations, on rattache directement le réseau d'assainissement dans les galeries des foggaras.

Au niveau de la région de Timimoun Les foggaras sont menacées par les différents types de pollution. La foggara d'Afliamokrane est polluée par les rejets urbains (Fig.3.10 et 3.11). La foggara de La Selma est contaminée par les eaux usées en provenance du réseau d'assainissement réalisé auprès de la galerie(Fig.3.12).



Fig.3.10. Rejets urbains dans la galerie de la foggara Ifli Amokrane de Timimoun



Fig. 3.11. Etat critique de foggara Ifli Amokrane de Timimoun



Fig. 3.12. Croisement d'un réseau d'assainissement avec la galerie de la Foggara de La Selma

f) Problème d'héritage

Selon Remini (2010), l'héritage est le problème qui tue la foggara. Des palmeraies qui ont donné des meilleures dattes d'Algérie sont aujourd'hui délaissées et abandonnées à la nature. Des centaines de palmiers dattiers sont délaissés sans entretien et sans irrigation à cause du problème d'héritage. Une fois le propriétaire initial décède, le problème de partage entre les héritiers se pose.

f) Disparition de véritables acteurs de la foggara

Tout ce qui ancien disparaîtra, c'est difficile de l'admettre, mais c'est la réalité. Si la Djamaa existe encore, mais son rôle a beaucoup diminué, le Kial El Ma qui est le poumon du système foggara disparaîtra à court terme. Aujourd'hui, on ne trouve pas un jeune Kial El Ma. Il reste 5 à 6 Kial El Ma dans toutes les oasis de Timimoun. C'est un véritable patrimoine hydraulique qui est entraîné de se perdre. D'ailleurs ce n'est

pas facile d'organiser une opération de mesure du débit d'une foggara ; l'agenda du Kial El Ma est trop chargé.

g) Apport des motopompes dans les oasis

De plus en plus les oasiens utilisent des puits individuels munis de motopompes. Ce type de problème existe surtout dans les oasis limitrophes du Grand Erg Occidental. Cette technique de captage a beaucoup avantage l'individualisme au détriment du collectif. Les oasiens de plus en plus préfèrent la motopompe à la foggara (fig. 3.13).



Fig. 3.13. Multiplication des motopompes dans les oasis de Timimoun

CONCLUSION GENERALE

Considérée comme l'ouvrage hydraulique le plus ancien de l'Algérie, la foggara de Timimoun est restée en service depuis plus de 10 siècles. Certes, le nombre de foggaras en exploitation a diminué de moitié et le débit a fortement régressé. Cependant, malgré les contraintes environnementales, sociales et économiques, la foggara continue d'attirer de plus en plus l'admiration d'imminents chercheurs, notamment ; Kabori, Dubost, Remini... Chaque année l'oasis rouge reçoit de nombreux touristes pour découvrir ce que nos ancêtres ont pu réaliser dans un climat hyper aride marqué par la rareté des pluies et avec des moyens rudimentaires.

Les problèmes de déficit ou de surplus ne sont jamais posés dans l'oasis. Tout a été mis en place pour gérer la pénurie ou le gaspillage d'eau même dans des périodes les plus extrêmes.

Une véritable organisation sociale accompagne la foggara. La gestion de l'entretien, le captage et la distribution de l'eau est effectuée par la djamaa du ksar. Le kial El ma, celui qui mesure les parts d'eau. Il est tout le temps accompagné par son louh ; une plaque en cuivre trouée par des ouvertures de dimensions différentes qui joue le rôle du débitmètre.

Aujourd'hui, pour des problèmes environnementaux et socio économiques, la foggara se détériore et risque d'être abandonnée à court et à moyen terme ? Si aujourd'hui, nous assistons à quelques projets de réhabilitations des foggaras des problèmes complexes comme l'héritage et l'apport des techniques modernes de captage accélèrent le déclin de la foggara.

Il devient difficile aujourd'hui de creuser de nouvelles foggaras, mais à la limite, nous devrions sauver ceux qui sont en exploitation.