

**UNIVERSITE SAAD DAHLAB - BLIDA**

**Faculté de Technologie**

Département des Sciences de l'Eau et Environnement

# **MEMOIRE DE MASTER**

Filière: **Hydraulique**

Spécialité : **Sciences de l'Eau**

Thème:

**IMPACT DES TECHNIQUES MODERNES DE CAPTAGE DES EAUX  
SUR LA DEGRADATION DES GHOUTS (Oued Souf)**

Présenté par :

**SOUACI Baha Eddine**

Devant le jury composé de :

Mr BOUDJADJA A Professeur, Univ. Blida1 Président

Mme. BOUZOUIDJA SMAA Univ. Blida1 Examinatrice

Mr BENSSENASSE M Professeur, Univ. Blida 1 Examineur

Mr REMINI B Professeur, Univ. Blida 1 Promoteur

Promotion 2015/2016

# Dédicace

Je dédie ce travail de fin d'études à ma famille au sens large et  
à tout mon  
entourage mais tout particulièrement à :

Mon père et ma mère, pour leur patience, conseils, aident et  
aussi de m'encourager à la réalisation de ce modeste travail.

« Je vous remercie, mes parents »

Mon frère Med Amine et Issam el Bachir

&

Mes sœurs Imene et Yasmine et Malek

Dont je suis si fière

Tous mes amis.

Tous les étudiants de Science de l'eau et Environnement

# Remerciement

Je tiens à remercier vivement toutes les personnes qui ont contribué à la réalisation de ce travail de fin d'études.

Je vais remercier le professeur Boualem REMINI pour sa disponibilité et ses éclaircissements scientifiques, ainsi que pour ses précieux conseils et surtout pour m'avoir laissé une grande liberté dans la conception et la rédaction de ce travail.

Je remercie tous ma famille : mes chers parents, TAHAR et RAFFA et mes grand parents MBARKA et YASMINA qui ont toujours été là pour moi, « Vous avez tout sacrifié pour vos enfants n'épargnant ni santé ni efforts. Vous m'avez donné un magnifique modèle de labeur et de persévérance. Je suis redevable d'une éducation dont je suis fier »

J'arrive à remercier Mr : Ali MENNAI (intéressant aux recherches écologiques) et Mr : Abdelkader AUOADJE (fonctionnaire à la direction d'agriculture). Ainsi que tous mes amis pour son aide et son soutien permanents pendant ces mois de travail.

## ملخص

تعقيد منطقة واد سوف جاء على شكل وعاء و عدم وجود منفذ، دفعت الرجل السوفي إلى اختراع تنمية المياه الزراعية النظيفة في المنطقة التي تسمى الغوط. بدون شبكة الري، بحيث يحفر حفرة في الكثبان الرملية، والذي يسمح لمزارع عين بزرارعة أشجار النخيل بحيث يكون جذور هافيا اتصال دائم مع مياه الخزان الجوفي. وتستنقذ استنادا على التحقيقات التي أجريت في واد سوف خلال شهر ديسمبر 2015 ومارس وسبتمبر 2016. وأظهرت النتائج أن الغوط معرض للخطر بسبب العواقب الناجمة عن الحفر العميق. وفي السنوات العشر الماضية، غزت منطقة سوف تقنية السقي بالمحور التي تهدد اختفاء الغوط. وبالتالي كانت الزراعة على خطوط الري 33000 محور وحوالي 6000 غوط.

كلمات البحث: الغوط - المحور - ماء - النخلة - سوف

## Résumé

La complexité de la région d'El Oued Souf caractérisée par sa forme d'une cuvette et l'absence d'un exutoire, a poussé le Soufi à inventer un aménagement hydro-agricole propre à la région appelé Ghout. Sans réseau d'irrigation, un cratère au milieu des dunes qui permet aux fermiers de planter des palmiers dont les racines restent en contact permanent avec les eaux de la nappe phréatique. Notre étude s'est basée sur des investigations et des enquêtes effectuées dans les oasis de Souf durant le mois décembre 2015, Mars et septembre 2016. Les résultats obtenus montrent que le Ghout est en voie de disparition à cause des conséquences provoquées par le forage profond. Ces 20 dernières années, la technique du pivot a envahi la région du Souf menaçant ainsi la disparition du Ghout. C'est ainsi que le service agricole plus de 33000 rampes d'irrigation et environ 6000 Ghout.

**Mots clés :** Ghout – Pivot – Eau – Palmier – Souf.

## Abstract

The complexity of the region of El Oued Souf characterized by the shape of a bowl and the lack of an outlet, pushed the Sufi to invent a clean hydro-agricultural development in the region called Ghout. Without irrigation network, a crater in the dunes, which allows farmers to plant palm trees whose roots are in permanent contact with the waters of the aquifer. Our study is based on investigations and inquiries in the oases of Souf during the month December 2015, March and September 2016. The results show that the Ghout is endangered because of the consequences caused by deep drilling. In the past 20 years, the technique of pivot invaded the Souf region threatening the disappearance of Ghout. Thus the agriculture department over 33,000 irrigation lines and about 6000 Ghout.

Keywords: Ghout - Pivot - Water - Palm - Souf

# SOMMAIRE

<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>1</b>
<b>1- ETUDE DE BIBLIOGRAPHIQUE.....</b>	<b>2</b>
Introduction.....	2
1 – 1 Irrigation par la foggara.....	2
1 – 2 Irrigation par les sources.....	3
1 – 3 Irrigation par les crues.....	4
<b>2- REGION D'ETUDE ET METHODOLOGIE DE TRAVAIL.....</b>	<b>5</b>
Introduction.....	5
2 – 1 Situation et caractéristique de la région.....	5
2– 2 Investigation et enquêtes.....	6
2-3 L'eau dans la région d'étude.....	6
<b>3-RESULTATS ET DISCUSSION.....</b>	<b>8</b>
Introduction.....	8
3 – 1 Naissance du Ghouts.....	8
3 – 2 Les Ghouts dans le Souf.....	12
3 – 3 Fonctionnements du Ghout.....	16
3 – 4 Ghout et Pivot ; le conflit.....	18
<b>CONCLUSION.....</b>	<b>21</b>

## Liste des Figures

- Fig1.1. Schémas synoptique d'une foggara de Touat (Remini, 2016).....(3)**
- Fig. 2.1. Situation géographique dans la région d'étude.....(6)**
- Fig. 2.2. Les nappes aquifères du Sahara Septentrional (source UNESCO in 1972 Castany, 1985 as amended by the Remini).....(7)**
- Fig.3.1. Schéma synoptique de l'évolution du Ghout (Remini, 2016).....(11)**
- Fig. 3.2. Agrandissement du Ghout  
.....(12)**
- Fig. 3.3. Schéma synoptique d'une vue générale de la dispositions des Ghouts dans la regin du Souf (Remini, 2016).....(13)**
- Fig. 3.4. Schéma d'une coupe longitudinale des Ghouts (Remini, 2016).....(13)**
- Fig. 3.5. Vue aérienne des Ghouts dans la région du Souf (Google Earth).....(14)**
- Fig. 3.6. Schéma de dégradation d'un Ghout du Souf (Remini, 2016.....(15)**
- a) Ghout avant les années cinquante
  - b) Ghout après les années quatre vingt
- Fig.3.7. Etat dégradant des Ghouts durant les années quatre-vingt-dix....(16)**
- Fig. 3.8. La Khottara (le puits à balancier) du Souf.....(17)**
- Fig. 3.9. Réseau d'irrigation des jardins dans le Ghout.....(18)**
- Fig. 3.10. Les rampes pivotantes réalisées localement par les Soufis.....(20)**
- Fig. 3.11. Vue aérienne d'un envahissement des pivots dans le région du Souf (Google Earth).....(20)**



## Introduction

Les régions arides sont caractérisées par une faible pluviométrie moyenne annuelle qui ne dépasse pas les 100 mm/an. L'eau du sous-sol constitue la seule source disponible à l'homme. Ces eaux qui proviennent de la recharge des nappes par les crues violentes et soudaines drainées par les oueds. La forte évaporation d'une région aussi sèche que le Sahara ne laisse qu'une partie d'eau qui s'échappe en s'infiltrant dans un sol sableux. Grâce au savoir-faire et au génie oasien, l'homme a inventé diverses techniques de captage des eaux souterraines qui dépendent de l'hydrogéologie et de la topographie de la région. Le Sahara Algérien est considéré comme un laboratoire naturel à ciel ouvert, où plusieurs systèmes hydrauliques de captage des eaux ont été appliqués dans des différentes zones. C'est ainsi que dans la région de Touat et Gourara, l'eau souterraine s'écoule en surface grâce au système de foggara (Remini et al., 2014). Dans la vallée de Mزاب, des techniques ancestrales de captage des eaux de crues ont été adoptées par la population locale depuis plus de 7 siècles (Remini, et al., 2012). Dans les oasis de Ziban et plus particulièrement le long de l'oued Labiod des barrages traditionnels ont été construits pour le captage des eaux de surface. Grâce à des seguias aménagées par les agricultures, l'eau arrive au niveau des jardins. Le Souf ; une région hyper aride qui diffère des autres parties du Sahara, un autre modèle de captage et d'irrigation a été mis en évidence par la population depuis des siècles. Une invention locale qui consiste à planter des palmiers dans des entonnoirs au milieu du Grand Erg Oriental. C'est le sujet que nous devons traiter dans cette étude. Il s'agit d'examiner le mécanisme et le fonctionnement des Ghouts, ainsi que les causes de dégradation de ce patrimoine hydro agricole national.

## Chapitre 1

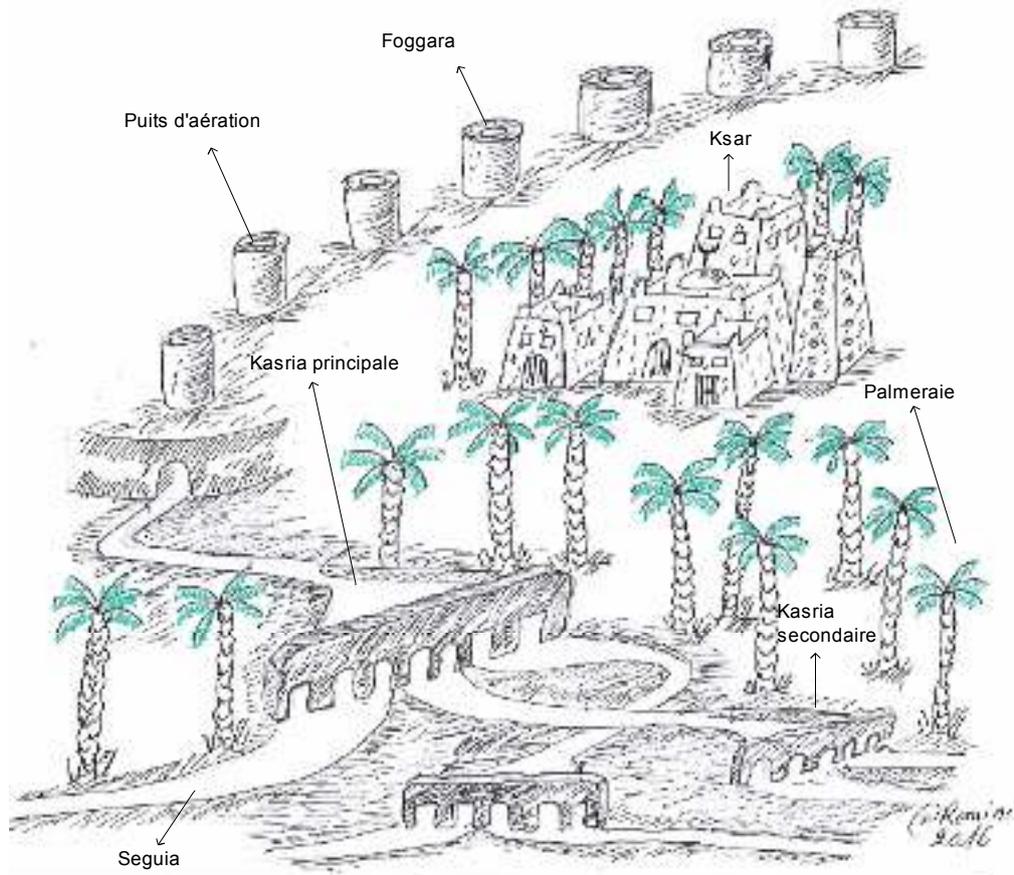
# L'EAU DANS LES OASIS : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

### Introduction

Dans le chapitre 1 consacré à l'étude bibliographique nous donnons un aperçu sur les techniques d'irrigation pratiquée dans le Sahara Algérien. Selon des conditions topographiques et hydrogéologiques les oasiens ont réussi à adopté la technique adéquate à leur milieu tout en sauvegardant l'environnement.

### 1.1. Irrigation par la foggara

Dans la région de Touat et Gourara, les oasiens ont adopté depuis plus de dix siècles un système ingénieux de captage et d'irrigation. Le système oasien est composé essentiellement d'une galerie drainante qui consiste à capter les eaux de la nappe aquifère. Une fois l'eau arrive au niveau du sol, elle sera partagée entre les agriculteurs grâce à un répartiteur appelé Kasria (Remini, 2014) (fig. 1.1). Plus de 1400 foggaras ont été creusées dans les régions de Touat, Gourara et Tidikelt. Ceci démontre la réussite d'un tel système hydraulique. Les jardins se trouvent en contre bas du plateau de Tademaït qui est considéré comme la véritable source d'eau des foggaras. L'eau s'écoule par gravité dans les galeries jusqu'à 14 kilomètres dans certaines foggaras pour atteindre la surface du sol (Remini, 2016 ; Remini et al, 2011 ; ).



**Fig1.1. Schémas synoptique d'une foggara de Touat (Remini, 2016)**

## **1.2. Irrigation par les sources**

Dans certaines régions du Sahara, l'eau s'écoule naturellement sur le sol à travers les résurgences. L'homme s'installe en construisant son ksar et en aménageant des terres en jardins. Il adopte ensuite des techniques de captage et d'irrigation. C'est ainsi que dans l'oasis de Kenadsa, l'homme a réalisé un système de foggaras pour capter les eaux de sources. Ensuite grâce à un réseau de seguias, l'eau est partagée entre les agriculteurs (Remini et al, 2013). Par contre dans l'oasis de Tiout, les oasisiens ont construit un barrage sur l'oued Tiout qui permet de collecter les eaux des sources. Le barrage assure l'alimentation du Ksar de Tiout et l'irrigation de la palmeraie et les jardins de l'oasis (Ait Saadi et al, 2016).

### **1.3. Irrigation par les eaux de crues**

C'est au niveau de la vallée de Mzab qu'une technique ancestrale de captage des eaux de crues a été inventée depuis plus de plus de 7 siècles. Une les eaux de crues arrivent au niveau de la palmeraie Ghardaia, l'eau sera acheminée à travers des canaux jusqu'aux quartiers. Puis à travers des ouvertures aménagées dans les murs de jardins, l'eau pénètre dans le réseau de seguias de chaque jardin. Le surplus d'eau sera évacué par un trop plein vers l'oued Mzab. Grace des barrages réalisés sur le cours d'eau, l'eau réalimente la nappe phréatique (Remini et al. 2012).

## Chapitre 2

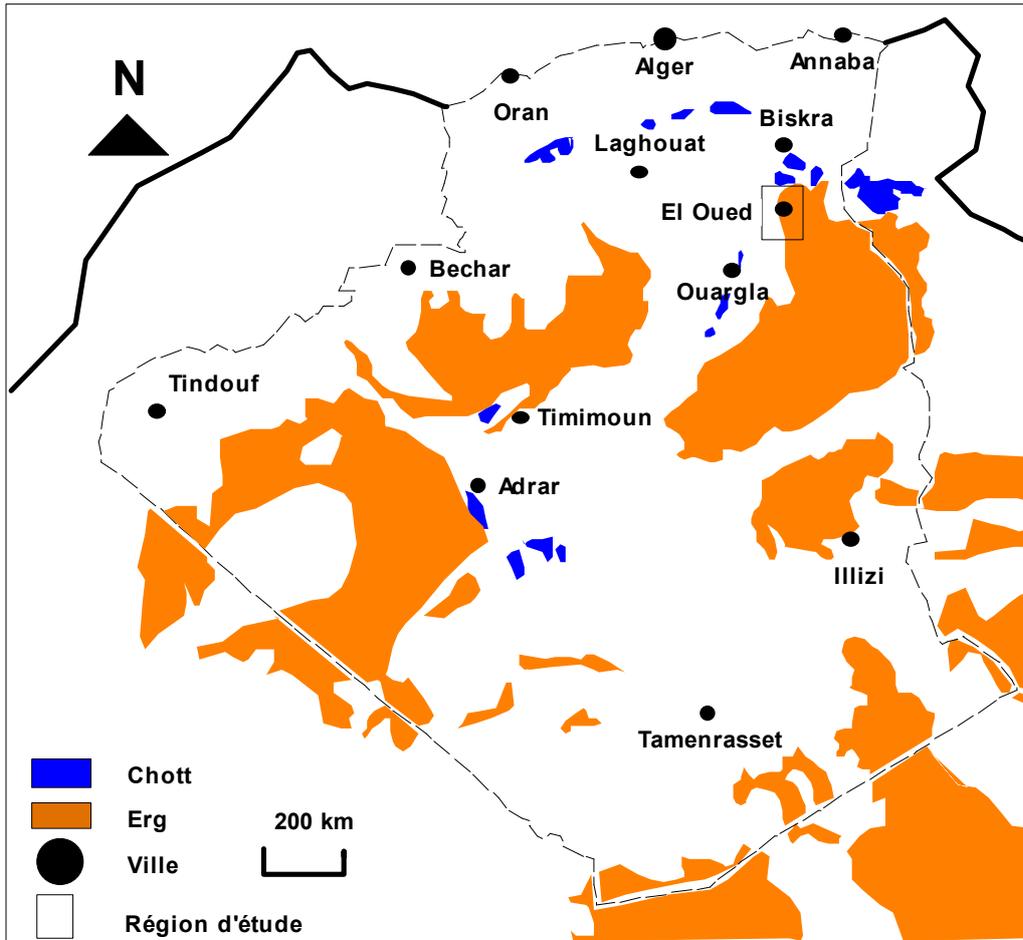
# REGION D'ETUDE ET METHODOLOGIE DE TRAVAIL

### Introduction

Avant l'exploitation des résultats obtenus, le chapitre 2 traite la région étudiée ainsi que les méthodes utilisées pour aboutir aux résultats. Il s'agit de donner un aperçu très succinct de la situation et les caractéristiques de la zone d'étude ainsi que la méthodologie de travail. .

### 2.1. Situation et caractéristiques de la région d'étude

Le Souf, une belle région connue par ces couples et les Ghouts. Une région hyper aride dont le pluviomètre moyenne annuelle ne dépassant pas les 60 mm. Située en plaine orientale, le Souf est localisée à 600 km d'Alger à vol d'oiseau (fig. 2.1). Dans un milieu sec où la température dépasse les 50° en période estivale, l'eau devient une denrée chère.



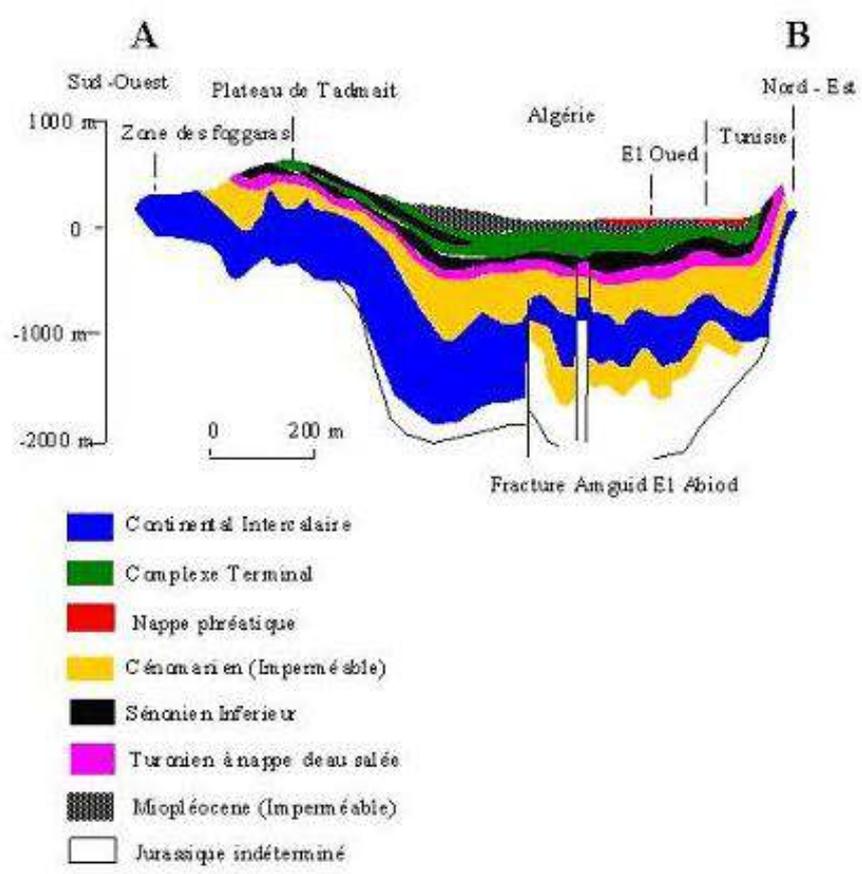
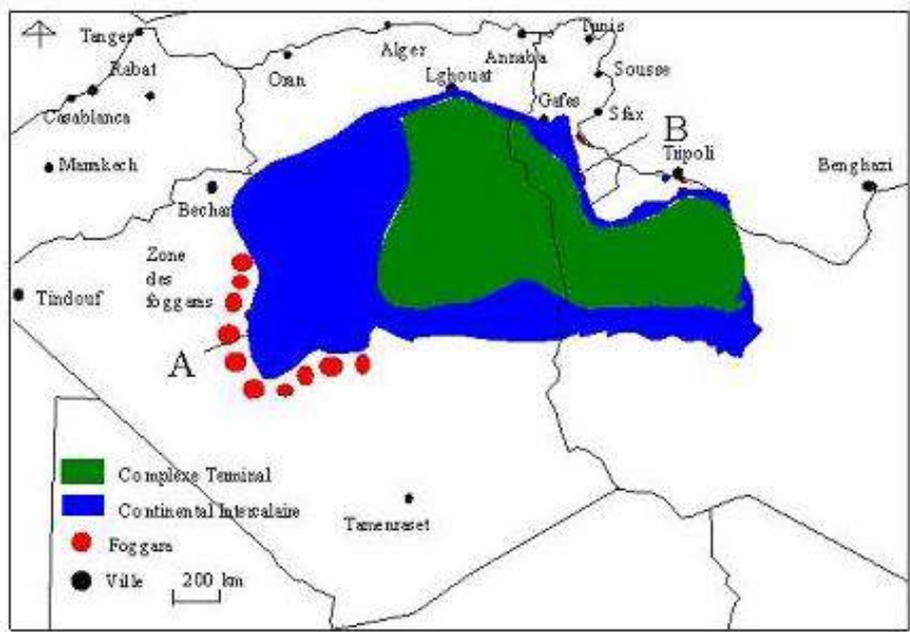
**Fig. 2.1. Situation géographique dans la région d'étude (Remini, 2016)**

## 2.2. Investigation et enquêtes

Pour mieux comprendre la situation du passé et d'aujourd'hui du système de Ghout, quatre missions de travail ont été organisées dans les oasis du Souf. Des visites et des investigations ont été menées sur les lieux des Ghouts. Des discussions et des enquêtes ont été effectuées auprès des propriétaires des Ghouts et de la population locale. Des données ont été récupérées auprès des services d'hydraulique de la wilaya ainsi que les services d'Agriculture.

## 2.3. L'eau dans la région d'étude

Si le sol d'El Oued est animé par une dynamique éolienne, le sous-sol est animé par une dynamique hydraulique intense. La région du Souf est très riche en eau souterraine. Elle est assise sur trois nappes : phréatique, le Complexe Terminal et le Continental Intercalaire (fig. 2.2).



**Fig. 2.2. Les nappes aquifères du Sahara Septentrional (source UNESCO in 1972 Castany, 1985 as amended by the Remini)**

## Chapitre 3

# RESULTATS ET DISCUSSIONS

### Introduction

Dans le chapitre 3, nous examinons la technique ancestrale hydroagricole utilisée dans la région du Souf. Il s'agit du Ghout. Les Conditions hydrogéologiques et topographiques de la région convient à ce système oasien. La naissance, le fonctionnement et la dégradation des Ghouts feront l'objet de ce chapitre.

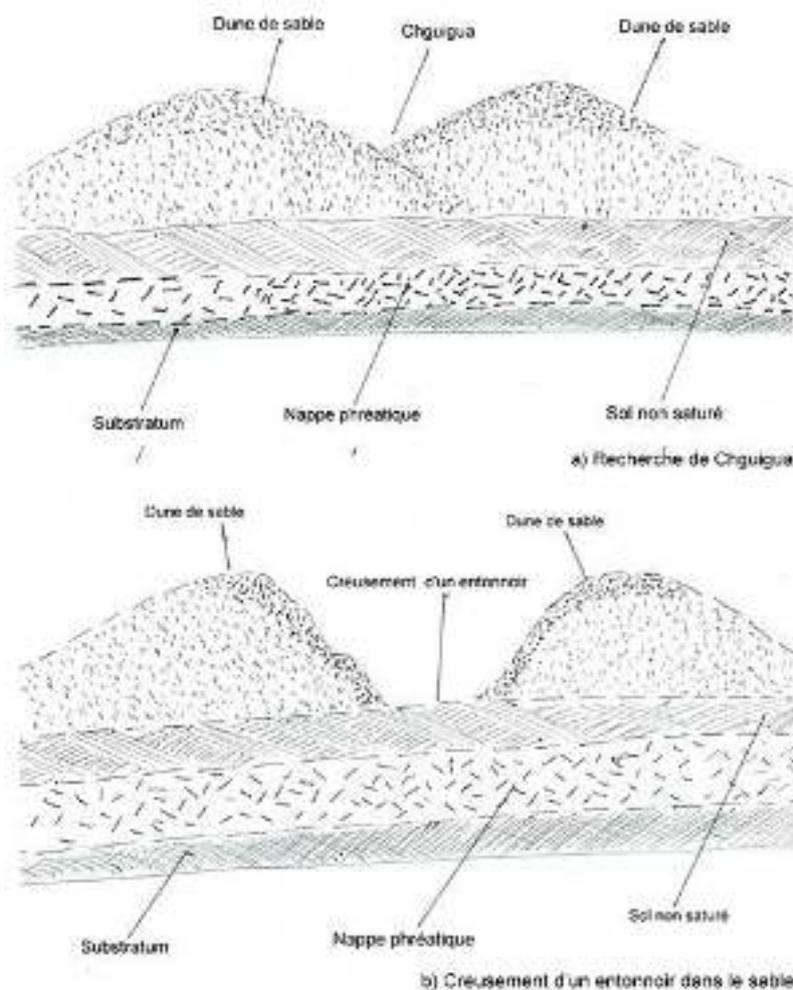
### 3.1. Naissance du Ghout

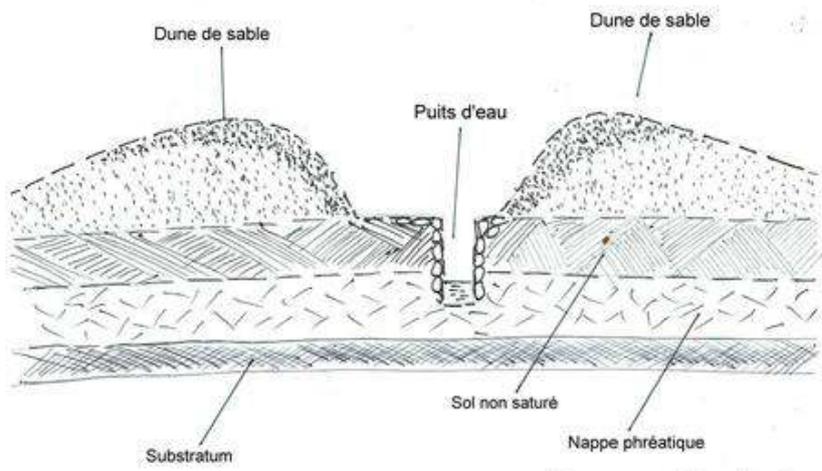
Pour aménager un Ghout, les agriculteurs font une prospection sur le terrain à la recherche d'un site favorable au creusement d'un Ghout qui dépend de la localisation du niveau de la nappe. Le Ghout sera aménagé entre deux dunes juxtaposées, c'est au point **V** appelé Cheguiga (fig.3.2a et 3.2a). Une fois l'endroit est repéré, l'oasien enlève le sable manuellement en remplissant les couffins (appelé Zembile) pour les faire remonter vers le haut de la dune. La personne qui fait ce travail s'appelle localement Remmal. Une fois, l'entonnoir de 2m de diamètre a été réalisé et le sol a été atteint (fig. 3.1b), on passe au creusement d'un puits d'environ de 2m de profondeur (fig.3.1c). A ce stade, soit que l'oasien abandonne son projet ou il continuera les travaux. Tout dépend de l'éloignement du niveau de la nappe et le degré de salinité. Dans le cas où les deux conditions sont vérifiés, l'oasien installe le balancier appelé localement Khottara et commence prélever l'eau du puits pour l'irrigation des jeunes palmiers (fig. 3.1d). Ceci s'explique par le début d'un grand aménagement hydro agricole qui peut prendre 6 à 8 ans de travaux (fig. 3.1e). Au début le terrain agricole prend une superficie de rayon de 20m environ chaque année on élargit le cercle tout en évacuant le sable et en plantant de jeunes palmiers et à chaque année ou refait le même travail jusqu'à obtenir le Ghout proprement dit qui peut contenir de 100 à 200 palmiers (fig. 3.1f et 3.1g). Il est à signaler que l'irrigation par les eaux de la Khottara peut durer une année. Dans ce cas, l'opération d'irrigation s'arrêtera dès que l'agriculteur soit rassuré que les racines du palmier sont en contact directe avec l'eau de nappe. En plus du palmier dattier, l'oasien assure sou autosuffisance alimentaire par une agriculture parallèle constituée des tomates, piment, carottes,... L'irrigation de ce petit jardin est assurée par un

réseau de Seguias. L'aménagement hydro agricole le Ghout et d'origine de la vallée de Souf. Une organisation de chantier pour la réalisation d'un tel projet est unique puisqu'elle est menée par une équipe de la prospection du site jusqu'à la fin des travaux, l'entretien du Ghout est assurée par des principaux participants à ce projet sont :

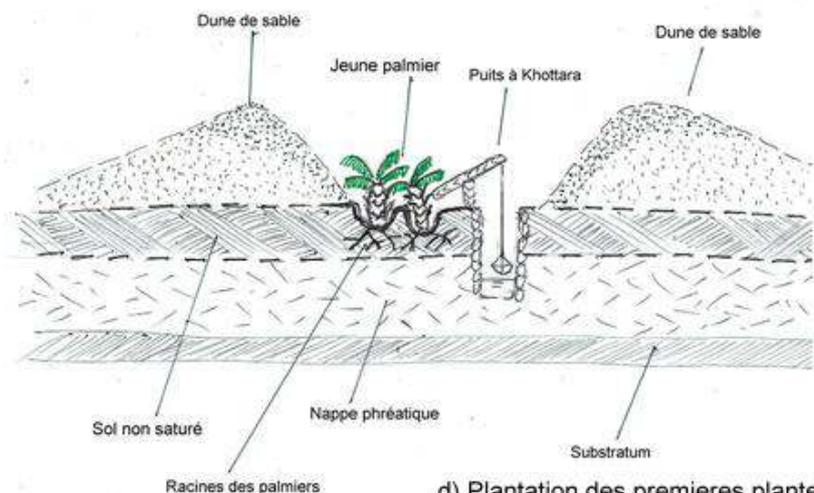
- Le chercheur d'eau (hydrogéologue)
- Le Remmal celui qui s'occupe de dessablement du site
- L'agronome, celui qui s'occupe de la plantation des jeunes palmiers.

La durée de vie d'un Ghout est environ 80 ans. Après cette période l'agriculteur plante de nouveaux jeunes palmiers à coter des anciens palmiers qui peuvent être récupérés pour l'extraction du jus des dattes (légumie) ainsi que le tronc du palmier et les dérivés qui seront utilisé pour la construction de l'habitat.

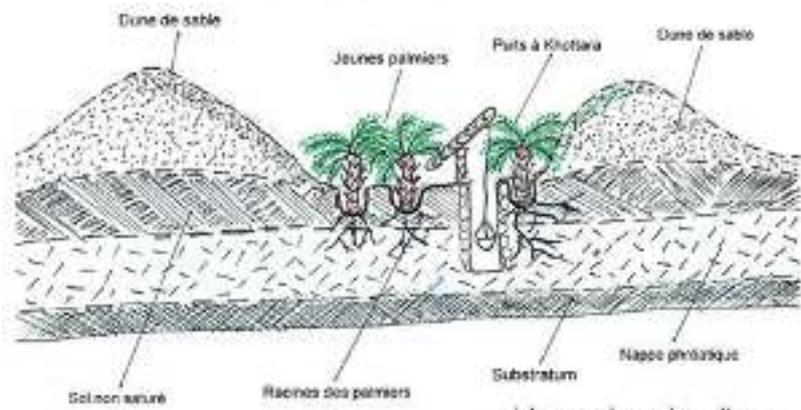




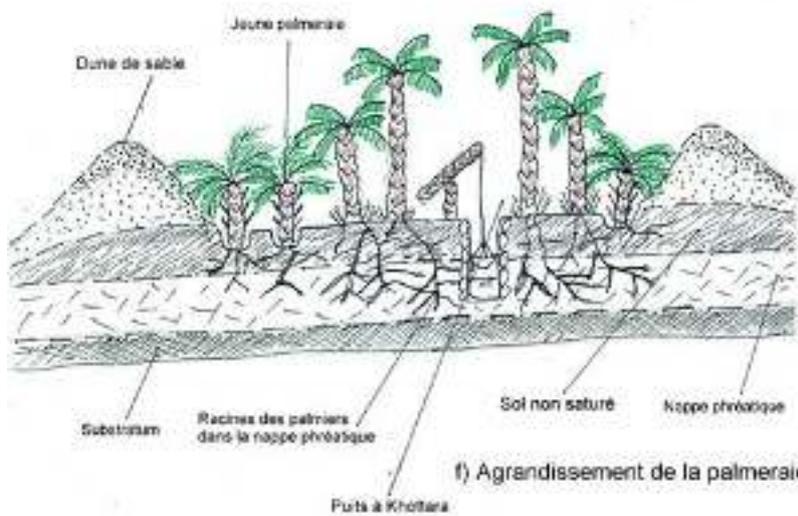
c) Creusement d'un puits d'eau



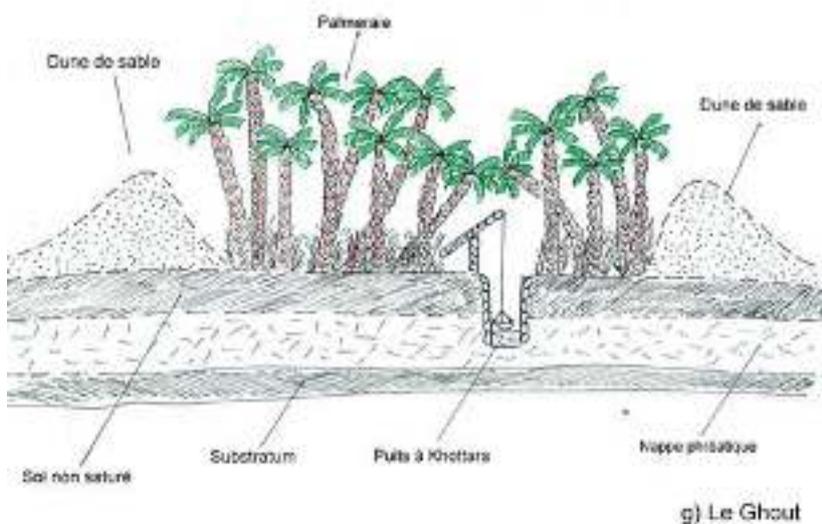
d) Plantation des premieres plantes



e) Les racines dans l'eau



f) Agrandissement de la palmeraie



g) Le Ghout

**Fig.3.1. Schéma synoptique de l'évolution du Ghout (Remini, 2016)**



a) Premier jeune palmier



b) Naissance du Ghout



c) Agrandissement du Ghout



d) Accroissement des palmiers



e) Les racines des palmiers dans l'eau



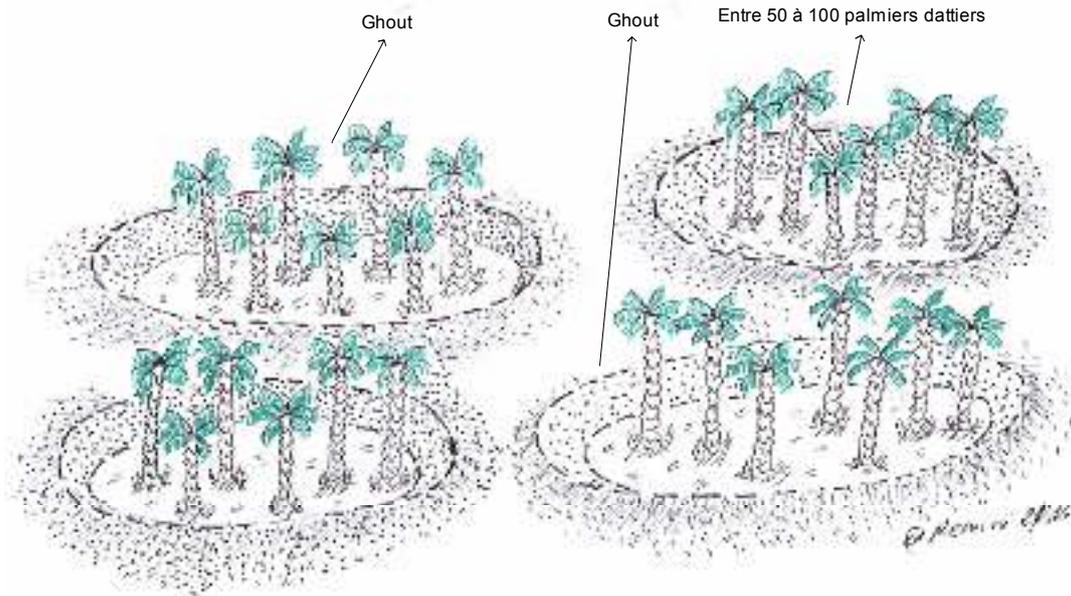
f) Le Ghout

**Fig. 3.2. Agrandissement du Ghout**

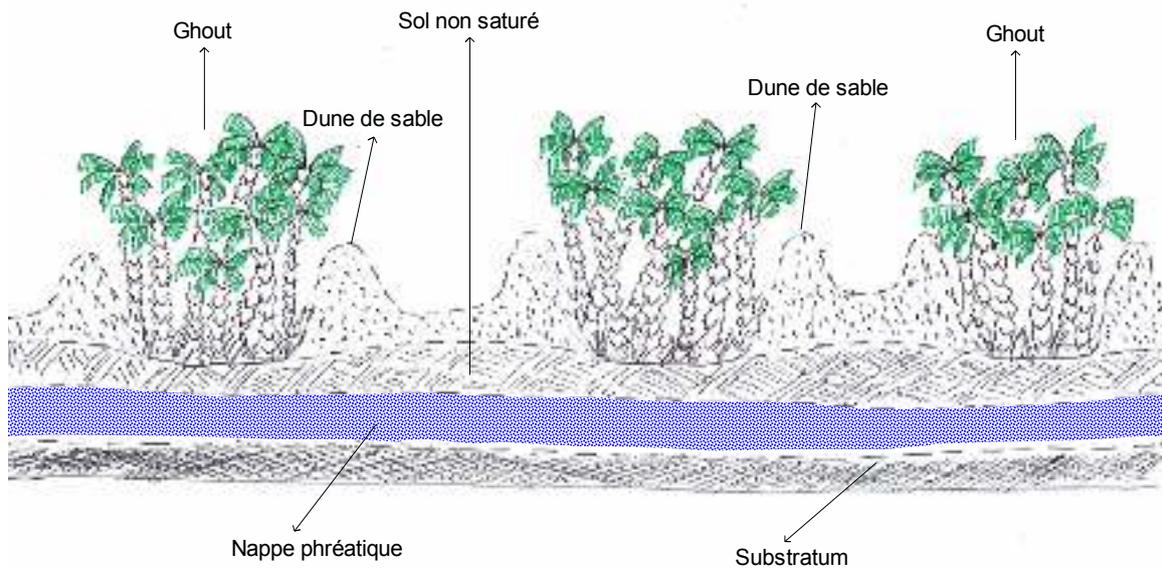
### **3.2. Les Ghouts dans le Souf**

Les Ghouts, ce système hydro agricole qui a contribué au développement des palmeraies dans la région du Souf depuis des siècles, se trouve aujourd'hui dans un état dégradé. En effet, les oasis de Souf se sont développées en plein Grand Erg Oriental entourée des dunes de sable. Une région complètement différente de celle de Touat ou Gourara. Contrairement à ces deux régions qui utilisent le système des foggaras pour l'alimentation de la population et l'irrigation de la palmeraie (Remini, 2016), le Souf, vu son hydrogéologie et

sagéomorphologie ne peut pas s'alimenter par un système de foggara. Les Soufis ont inventé leur propre système d'irrigation en fonction des conditions locales. Il s'agit du système hydro agricole appelé Ghout (fig. 3.3, 3.4 et 3.5). Il a été conçu par la population locale qui permet d'irriguer les palmeraies tout en sauvegardant l'environnement régional caractérisé par un climat hyper aride. Une région a écosystème très fragile, la moindre perturbation provoquera des conséquences néfastes sur l'environnement.



**Fig. 3.3. Schéma synoptique d'une vue générale de la dispositions des Ghouts dans la region du Souf (Remini, 2016)**

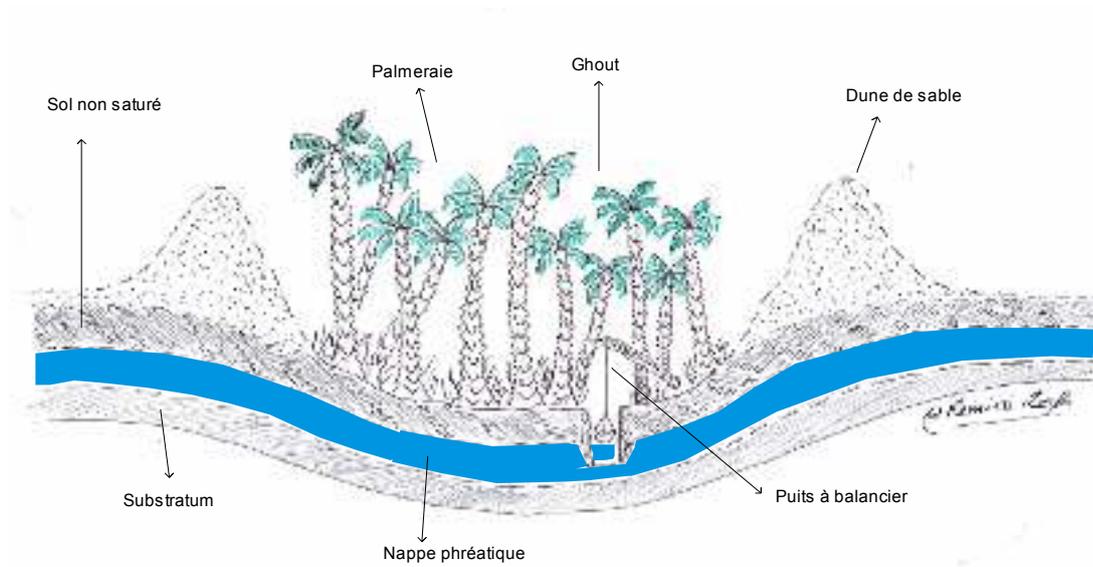


**Fig. 3.4. Schéma d'une coupe longitudinale des Ghouts (Remini, 2016)**

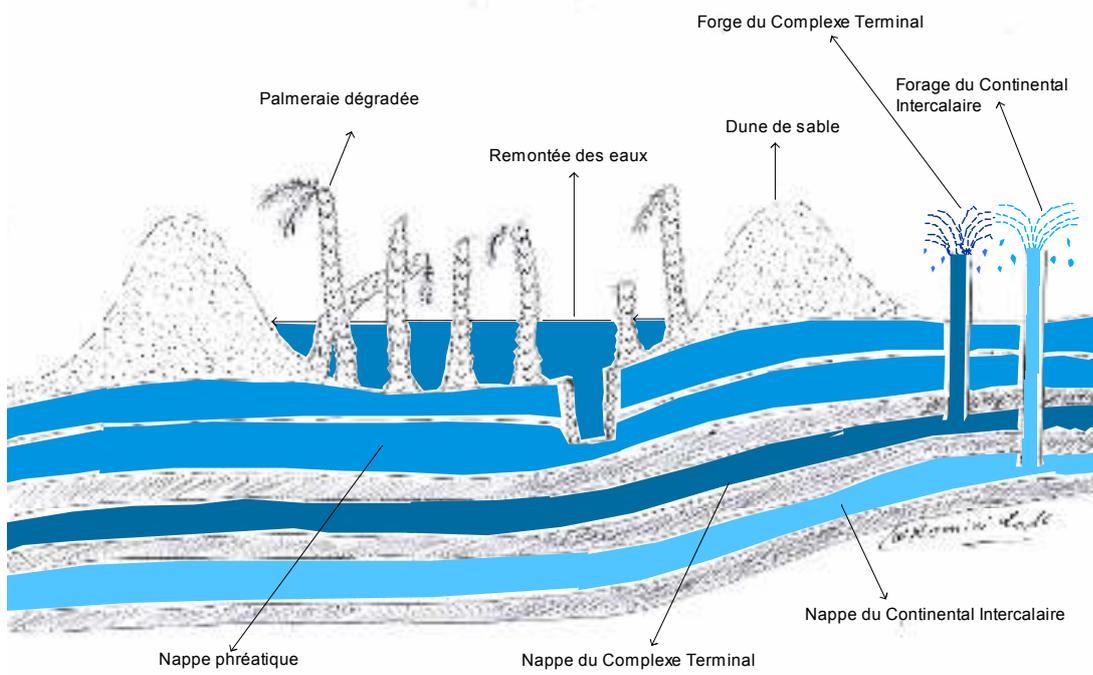


**Fig. 3.5. Vue aérienne des Ghouts dans la région du Souf (Google Earth)**

C'est ainsi que les oasiens depuis des siècles vivaient en harmonie avec la nature. Ils exploitaient l'eau de la nappe phréatique que ce soit pour l'alimentation de la population ou pour l'irrigation des palmeraies jusqu'au début des années cinquante (fig. 3.6 a) ; date de l'apparition du puits profond. La naissance du premier forage du Continental Intercalaire a marqué le début du déclin des Ghouts. Au début des années quatre-vingt, plusieurs hectares de nouvelles terres agricoles ont été valorisées. C'est le passage de l'agriculture oasienne à l'agriculture des grandes superficies qui demande des volumes importants en eau. Ce débit provient des eaux de nappes profondes à savoir le Continental Intercalaire et le Complexe Terminal. Cette nouvelle situation a provoqué un déséquilibre écologique de la nappe phréatique est devenue incapable de recevoir les eaux des retours d'irrigation et de drainage. Ceci a provoqué les inondations des Ghouts par les eaux souterraines. Plusieurs Ghouts ont été complètement inondés provoquant ainsi des conséquences néfastes sur l'environnement et l'économie de la région (fig. 3.6. b et fig. 3.7)

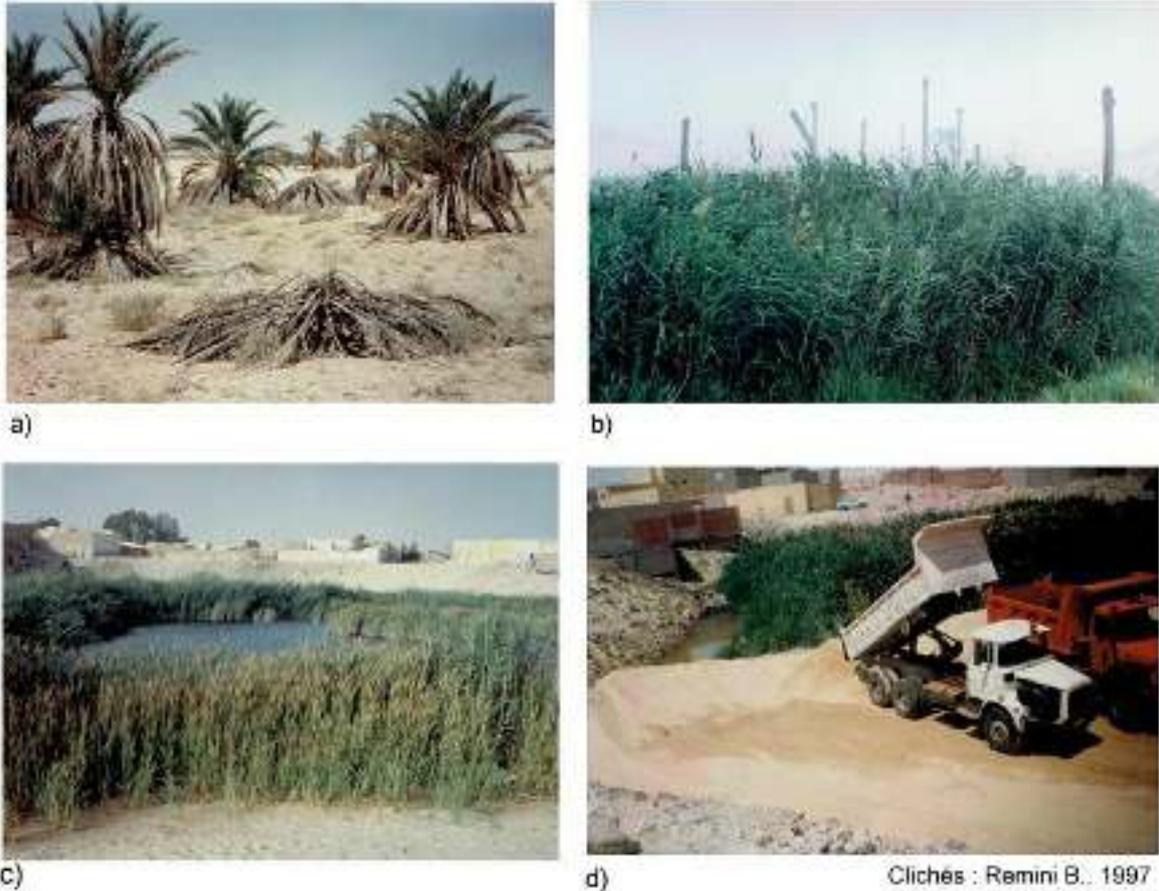


**a) Ghout avant les années cinquante**



**b) Ghout après les années quatre vingt**

**Fig. 3.6. Schéma de dégradation d'un Ghout du Souf (Remini, 2016)**



**Fig.3.7. Etat dégradant des Ghouts durant les années quatre-vingt dix**

### 3.3 Fonctionnement du Ghout

Le Ghout se compose de deux techniques d'irrigation :

- Une irrigation sans écoulement destinée aux palmiers qui consiste aux racines de rester dans les eaux stagnante de la nappe phréatique.
- Une irrigation avec écoulement destinée aux jeunes palmiers (1an) et à la culture maraichère. Grace à un puits à Khottara réalisé dans le Ghout, un réseau de seguias permet à l'eau de s'écouler du puits jusqu'aux plantes. Les eaux d'irrigation retournent à la nappe phréatique. L'agriculteur Soufi s'occupe uniquement de l'irrigation du jardin et l'entretien du Ghout du sable (fig. 3.8 et 3.9). C'est le travail permanent du Soufi.



a) Khottara



b) Puits



c) Asseli

**Fig. 3.8. La Khottara (le puits à balancier) du Souf**



**Fig. 3.9. Réseau d'irrigation des jardins dans le Ghout**

### 3.4. Ghout et le pivot ; le conflit

El-Oued Souf, une oasis à mille coupoles ; symbole d'une architecture typique de la région. Elle est connue aussi par ces Ghouts, symbole d'un système hydro agricole originale à la région du Souf. Située en plein Grand Erg Oriental, El Oued Souf est entouré par des dunes de sable. Frappé par un climat hyper aride, les Soufis ont appris à vivre avec les déficits en eau. A travers des siècles, en maîtrisant la région, les Soufis ont inventé leur propre système d'irrigation. Le Soufi a défié la nature malgré l'immensité du désert. Ils ont pu enlever des tonnes de sable avec des moyens rudimentaires. Le Soufi a transformé les dunes de sable du Grand Erg Oriental à des surfaces vertes offrant ainsi un paysage unique au monde. Le Soufi a réussi à changer une région désertique en une région verte. Sans endommager l'environnement en creusant des centaines de caractères appelés Ghouts. Impressionnant aménagement hydro agricole qui fonctionne sans énergie et

en produisant les meilleurs dattes. Diffèrent des oasis à Foggara de Touat et Gourara qui utilisent un système d'irrigation basé sur la gravité. L'eau, une fois drainée par la galerie arrive sur le sol. Grâce à un système de partage, l'eau sera acheminée par un réseau de seguias jusqu'aux palmiers. Dans le Ghout les palmiers mettent leurs racines dans les eaux de la nappe durant toute leur vie. Le jeune palmier a besoin de l'irrigation pendant 6 à 8 mois. Ensuite, l'agriculteur se contente uniquement de nettoyage en permanence du Ghout et de la récolte des fruits. Le Ghout : un aménagement hydro agricole d'origine Soufi est né depuis environ cinq siècles selon les témoignages des propriétaires. Sans irrigation, le palmier des Ghouts se développe beaucoup plus rapidement que le palmier irrigué avec moins de maladies et une qualité meilleure du fruit. Le secret de cette technique ingénieuse réside dans la qualité du sol et de l'eau. Les racines du palmier sont en contact permanent avec les eaux de la nappe. Sachant que l'écoulement dans un milieu poreux est très lent avec un régime laminaire. C'est possible que cette différence de température entre le bas et le haut du palmier (racines et le tronc) qui donne une telle qualité. Le Ghout, un système hydraulique oasisien utilisé par les soufis depuis des centaines d'années. Bien adapté au milieu sec du Souf, le système Ghout est un circuit fermé qui n'utilise aucune technique d'irrigation et aucun système de drainage. Appelé palmier Baali, le palmier du Ghout se développe, résiste aux maladies et donne un fruit « bio » et de meilleure qualité. La palmeraie Ghout est renfermée sur elle-même, elle ne reçoit ni l'eau pour l'irrigation et n'évacue aucune goutte d'eau de drainage, seulement les racines des palmiers se développent dans la nappe phréatique et ne quitteront jamais l'eau. Cependant à partir des années 70, la rampe pivotante a fait son apparition dans le Souf. L'irrigation par pivot ; une technique qui consomme beaucoup d'énergie électrique a envahi la région au début des années 50. Fabriquées localement par les Soufis, environ 30.000 pivots ont été installés ces 50 dernières années. En ½ siècle, le soufi a changé le paysage de la région qui a duré cinq cent ans. (fig. 3.10 et 3.11). En passant d'un circuit fermé à un circuit ouvert qui ne s'adapte pas à la région du Souf, l'homme a endommagé l'environnement. Des phénomènes qui n'ont jamais existés dans le passé, aujourd'hui sont d'actualité tel que la remontée des eaux, la salinité du sol et le problème de drainage.



a)



b)



c)



d)

**Fig. 3.10. Les rampes pivotantes réalisées localement par les Soufis**



**Fig. 3.11. Vue aérienne d'un envahissement des pivots dans le région du Souf (Google Earth)**

## Conclusion

Comme nous l'avons mentionné au début de cette étude qu'effectivement le Ghout constitue l'un des plus grands aménagements hydro agricole des régions arides. Un système oasien d'origine d'El-Oued a été inventé depuis plus de 450 ans. Aménager au milieu des dunes de sable du Grand Erg Oriental, le soufi a converti un milieu sec à un milieu humide sans endommager l'environnement de la région. Sans irrigation et sans énergie, les palmeraies des Ghouts donnent aujourd'hui les meilleurs fruits de la planète grâce au savoir-faire du Soufi et l'ingéniosité de la technique. Les racines imbibées dans les eaux de la nappe phréatique se développent rapidement tout en résistant aux différents types de maladies. Plus de 13000 Ghouts ont été creusés donnant ainsi un paysage unique au monde constitué par des petites surfaces vertes dans un milieu sec. Les forages profonds qui exploitent la nappe du Continental Intercalaire durant les années 50 était une découverte fatale pour le système oasien. Durant les années 80, l'irrigation des grandes surfaces a engendré la multiplication des forages et par conséquent un débit important. Cette nouvelle situation a reçu un « un choc hydraulique » qui a provoqué un déséquilibre écologique. L'homme a inversé le sens de l'écoulement de la nappe vers la surface du sol, ce qui a engendré les inondations des Ghouts et l'asphyxie des palmiers, environ 6000 Ghouts ont été abandonnés. Aujourd'hui, le Ghout doit être sauvé car il ne pourra jamais être remplacé par le pivot. C'est la seule technique qui s'adapte aux milieux secs et particulièrement dans la région du Souf qui n'a pas connu un tel désastre depuis plus de 4 siècles et demi ; une durée qui correspond à l'âge des Ghouts. Il suffit uniquement une durée de 40 ans d'utilisation des nouvelles techniques pour assister au désastre de la remontée des eaux de la nappe.

## Références bibliographiques

Ait Saadi H., Remini B., Farhi A., 2015. Le ksar de Tiout (Algérie) : la maîtrise de la gestion de l'eau et de la protection de l'environnement. Larhyss journal, ISSN 1112-3680, n°24, Décembre, pp. 243-261.

CASTANY G., 1985. Principales and practices of hydrogeology, University Edition Dunod.

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., 2011. Les foggaras de la ceinture oasienne du Sahara : passé, présent et futur; Janvier, Doctorat en sciences hydrauliques. Université de Biskra.

Remini B., Achour B., OuledBelkhir C., Baba Amar D., 2012. The Mzabfoggara: an original technique for collecting the water rising. J. Water Land Dev., No. 16 (I–VI): 49–53

Remini B., Achour B. et 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. et Kechad R., 2011. Traditional techniques for increasing the discharge from qanats in Algeria. DOI: 10.1007/S10795-012-9125-6. Journal of irrigation and drainage systems (Springer).Volume 25,n° 4 (December), pp 293-306

Remini B. et Kechad R., 2012. The foggara in the Arab world. Journal of Geographia Technica (indexé scopus), n° 1, pp.1-7.

Remini B. et Achour Bachir, 2013. The qanat of the greatest western Erg. Journal American Water Works Association, 105 (5), May, pp. 104-105.

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., 2011. Les foggaras de la ceinture oasienne du Sahara : passé, présent et futur; Janvier, Doctorat en sciences hydrauliques. Université de Biskra.