

INTRODUCTION

Dans les milieux secs, caractérisés par la rareté des pluies, les eaux souterraines constituent la seule alternative pour satisfaire les besoins en irrigation et en eau potable. Cependant l'extraction de cette denrée rare est une opération complexe. Différentes techniques hydrauliques ont été développées durant des siècles dans les zones arides de la planète.

Dans le Sahara Algérien, considéré comme le plus beau désert et l'une des régions les plus arides du monde, plusieurs techniques de captage des eaux souterraines ont été utilisées selon les conditions topographiques et hydrogéologiques. C'est ainsi que dans les régions périphériques du Grand Erg Occidental, la foggara reste le meilleur moyen de captage des eaux des nappes. Par contre, dans les régions périphériques du Grand Erg Oriental et plus particulièrement dans la région du Souf, les conditions de creusement des foggaras sont défavorables. Ceci n'a pas découragé les Soufis à inventer un procédé ingénieux appelé le Ghout. Dans ce cas, c'est plutôt les racines de l'arbre qui se déplacent vers l'eau et non pas l'inverse comme le cas de la foggara. Le Ghout consiste à creuser un entonnoir dans le sol de façon à ce que les racines du palmier seront plus proches de la nappe : l'irrigation est continue.

En se basant sur des investigations et des enquêtes effectuées auprès de la population locale, nous avons effectué une étude de recherche sur l'apport des Ghouts sur le développement des palmeraies dans la région du Souf. Un état sur les problèmes de détérioration des Ghouts fera l'objet de ce mémoire de Master. Un intérêt particulier sera donné à l'impact de l'utilisation des techniques modernes sur la disparition des Ghouts.

Chapitre 1

PRESENTATION ET CARACTERISTIQUES DE LA REGION D'ETUDE

Le Souf, une région d'une multitude d'oasis située en plein Grand Erg Oriental, possédant une technique d'irrigation originale et propre à la région. Nous développons dans ce chapitre la présentation de la région du Souf et ses caractéristiques. Un intérêt particulier sera donné aux ressources d'eau existantes dans la région du Souf.

1.1. Caractéristiques de la région

1.1.1. Signification du mot Souf

La signification du mot Souf n'a jamais pu être établie. Les uns veulent y voir le mot arabe "çouf" qui signifie : laine parce que le tissage de la laine était jadis une des principales ressources de la région. D'autres révèlent qu'il s'agit du mot "siouf", mot signifiant "dune en arêtes", et que ce mot se serait déformé en Souf, pour désigner le pays des dunes. Certains auteurs ont expliqué que le mot Souf ressemble aux mots berbères archaïques "Isouf" ou "Asouf", en Kabyle moderne "Assif" signifiant vallée et par extension : rivière, comme d'ailleurs le mot arabe "Oued". Oued Souf serait donc un pléonasme. Le mot Souf se rencontre encore dans la toponymie targuée (le Souf Mellan : la rivière blanche). (Voisin, 2004).

1.1.2. Situation et limites géographiques

Le Souf est situé dans le Sahara algérien, au Nord-Est du Grand Erg Oriental. Cette région est limitée au Nord par la zone des Chotts, au Sud par l'extension de l'Erg Oriental, à l'Est par la frontière tunisienne et à l'Ouest par la vallée de L'Oued Rhir. Elle s'étend sur une superficie approximative de 350 000 hectares (Saibi, 2003).

Cette région sablonneuse de 80.000 km² de superficie se situe à 6°, 35' de longitude Est, et 33° 22' de latitude Nord, son altitude moyenne de 80 mètres accuse une diminution notable du Sud au Nord pour atteindre 25 mètres au-dessous du niveau de la mer dans le chott Mélghir (fig. 1.1). Le Souf se trouve groupé autour de sa capitale El-Oued, Il est constitué par 10 Daïras : El Oued, Reguiba, Guemar, Debila, Robbah, Batada, Taleb Larbi, Hassi Khelifa, Magran et Miha Ouenssa.

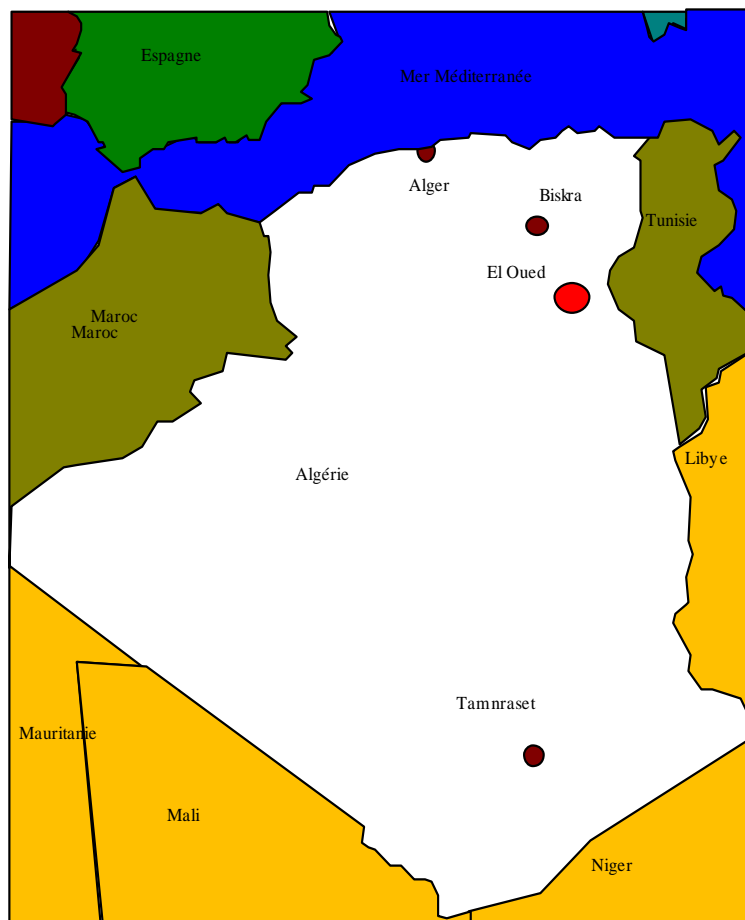


Fig.1.1. Situation géographique de la région du Souf

1.1.3. Le climat de la région

La connaissance des caractéristiques climatiques est fondamentale, pour permettre une meilleure évaluation des besoins en eau des différentes cultures, et une détermination des facteurs qui ont un effet néfaste sur la production et le rendement. (Bneder, 1992).

Le climat de la région du Souf est de type saharien, désertique et se caractérise par des variations très importantes de température et de faibles précipitations.

L'analyse des données climatiques enregistrées durant 5 ans, de 2008 à 2012, donne les résultats du tableau 1.1.

Tableau 1.1. Données climatiques de 2008-2012 (ONM d'EL-Oued, 2012)

Paramètres climatiques	Température moy. (°C)	Précipitation en mm.	Humidité Relative%	Evaporation en (mm).	Insolation par mois (h/mois)	Vitesse de Vent (m/s).
Mois						
Janvier	09.89	24.35	67.05	18.98	214	02.24
Février	12.78	03.81	60.65	23.01	231	02.72
Mars	16.81	10.75	52.26	42.71	351	03.76
Avril	20.25	08.76	41.94	47.83	274	03.07
Mai	25.68	09.53	36.26	62.16	279	03.04
Juin	32.45	0.15	33.26	81.75	335	02.82
Juillet	33.23	0.64	33.16	78.23	357	02.84
Août	33.45	06.38	34.55	72.78	330	02.79
Septembre	29.38	04.01	47.31	44.58	278	02.01
Octobre	23.37	04.48	51.93	42.33	283	01.57
Novembre	16.43	07.06	61.96	13.58	249	01.34
Décembre	11.21	08.88	70.15	20.62	209	01.82
Moyenne annuelle	22.07		49.24		282.5	2.50
Total		96.16		549.14	3390	

a) La température

La température est un paramètre très important pour la détermination et la caractérisation d'un climat d'une région donnée. Les données climatiques enregistrées dans le tableau ci-dessus montrent :

- * Une température moyenne annuelle de l'ordre de 22.07° C.
- * Le mois le plus chaud est Août avec 33.45° C.
- * Le mois le plus froid est Janvier avec 9.89° C.
- * Une période froide s'étalant de Novembre à Avril avec une moyenne de 14.55° C
- * Une période chaude s'étalant de Mai à Octobre avec une moyenne de 29.59° C.

b) L'humidité relative de l'air

Dans la région du Souf, l'humidité relative est faible et varie beaucoup plus dans la journée et dans l'année par les effets des températures élevées et des amplitudes thermiques importantes. L'humidité moyenne annuelle est de l'ordre de 49.24% (2008-2012).

La valeur de l'humidité moyenne maximale dans la région du Souf est enregistrée pendant le mois de Décembre avec 70.15% et la valeur de l'humidité moyenne minimale dans cette région est enregistrée pendant le mois de Juillet avec 33.16% (Tableau 1.1).

c) L'évaporation

Elle est importante durant la période chaude de l'année. La valeur maximale est de 81.75mm au mois de Juin, et la valeur minimale est de 13.58mm au mois de Novembre. Le cumul annuel est de l'ordre de 549.14mm (Tableau 1.1) (ONM, 2012).

d) L'insolation

Les radiations solaires sont importantes au Sahara, car l'atmosphère présente une grande pureté durant toute l'année. (Toutain, 1979).

Dans la région du Souf, le pic est marqué pour le mois de Juillet avec un volume horaire de 357 heures. La moyenne annuelle de l'insolation est de 282.5 heures/mois. (Tableau .1.1) (ONM, 2012).

e) Le Vent

Le vent est le composant climatique le plus marquant dans la région du Souf, c'est un facteur important à considérer dans l'agriculture, il joue un rôle essentiel dans le phénomène de pollinisation, comme il peut provoquer le flétrissement de certaines espèces végétales sensibles. Les vents dominant dans le Souf sont de direction Est-Nord provenant de la méditerranée libyque (Dubief, 1964), chargés d'humidité appelés (El-bahri) et qui soufflent très forts au printemps. Ils sont peu appréciés malgré leur fraîcheur car ils provoquent de la poussière (vent de sable) dans l'air et donnent une couleur jaune au ciel. Tandis que les vents du Sirocco ou "Chihili" apparaissent pendant la période estivale ont une direction Sud-Nord et Sud-Ouest, il se manifeste par des chaleurs excessives. La vitesse moyenne annuelle du vent est de l'ordre de 2.50 m/s (Tableau 1.1).

f) La pluviométrie

La pluviométrie constitue une donnée fondamentale pour caractériser le climat d'une région. De ce fait on remarque à travers (tableau.1.1) que les précipitations sont peu abondantes et irrégulières. Les précipitations annuelles moyennes (2008-2012) sont de l'ordre de 96.16mm. La période pluviale de l'année est très courte (2 à 3 mois) par contre la période sèche s'étale presque sur toute l'année.

1.2. Les Ressources en eau dans la région du Souf

Les eaux souterraines représentent la principale ressource hydrique de la région du Souf, elles sont constituées par les ensembles aquifères suivants :

1.2.1. La nappe phréatique

Elle est comprise dans les dépôts sableux fins de type éolien, localement intercalés de lentilles d'argiles sableuses et gypseuses. Elle est limitée par un substratum argileux imperméable. Son épaisseur est variable et peut atteindre localement une centaine de mètres. Dans le Souf, la nappe phréatique est exploitée par 30000 puits équipés de groupes motopompes (DSA in Côte, 2001).

1.2.2. La nappe du Complexe Terminal (CT)

Les formations du complexe terminal sont très hétérogènes. Elles englobent les assises perméables du Sénonien calcaire et du Mi pliocène. En fait, il est possible d'y distinguer trois ensembles aquifères principaux, séparés localement par des horizons semi-perméables ou imperméables. Ces trois ensembles sont représentés par les calcaires et dolomites du Sénonien et de l'Eocène inférieur, par des sables, grés et gravier du pontien et, par les sables du mi pliocène. La profondeur du Complexe Terminal est comprise entre 100 et 600 mètres et sa puissance moyenne est de l'ordre de 300 mètres. Elle est exploitée par 129 forages, dans toute la wilaya dont 84 dans la zone d'étude. D'après l'inventaire des forages et une enquête sur les débits extraits de la wilaya d'El-Oued (A.N.R.H, 1999) certains d'entre eux présentent un léger cartésianisme dans la partie Nord.

1.2.3. La nappe du Continental Intercalaire (Albien) (CI)

La formation du continental intercalaire est représentée par des dépôts continentaux sablo gréseux et sablo argileux du crétacé inférieur. C'est un système aquifère multicouche dont la profondeur atteint localement 2000 mètres et dont la puissance varie entre 200 et 400 mètres. Elle est exploitée par deux forages artésiens pour l'A.E.P d'El-Oued (1850 mètres pour le forage F1). La pression en tête de forage est de 22 à 23 bars et le débit artésien de 222 l/s. La recharge actuelle de la nappe du Continental Intercalaire s'effectue par infiltration des précipitations sur les bordures du bassin, tout au long des oueds qui descendent des massifs montagneux, notamment de

l'Atlas Saharien au Nord-Ouest et du Dahar à l'Est. Des ruissellements en bordures de plateaux peuvent également participer à l'alimentation de la nappe sur le bord de Tademaït et sur le bord de Tinhert. (Saïbi, 2003).

1.3. La flore et la faune

1.3.1. La Flore

Des arbustes rabougris et des touffes d'herbes espacées croissent au pied des dunes : le Souf n'est pas une région stérile mais une région aride. La flore spéciale est caractérisée par un certain nombre de traits déterminés qui sont : la rapidité d'évolution, l'adaptation au sol et au climat, le petit nombre des espèces, le caractère discontinu du matériel végétal (Ozenda, 1977). Les principales plantes caractéristiques du Souf sont : Le Drinn (*Aristidapungens*), l'Alenda (*Ephédra alata*), l'Arta (*Calligonumcomosum*), le Retem (*Retamaretam*) (fig.1.2), l'Adhide (*Euphorbiaguyoniana*), le Genêt (*Genistasaharae*), l'Ethel (*Tamarix articulata*), le Saxaoul (*Anabasisammodendron*)(voisin ,2004). Sans oublié, le palmier dattier du Souf (fig. 1.3 et 1.4).



Fig.1.2.Le retam



Fig.I.3. Le palmier dattier



Fig.I.4. Le palmier dattier du ghout

1.3.2. La faune

Les deux principaux embranchements représentés dans le Souf, sont les articulés (insectes, arachnides) et les vertébrés (mammifères, oiseaux, reptiles), si tout le monde connaît le lézard, le scarabée, le scorpion, le fennec et la gerboise, on est plutôt surpris d'apprendre qu'il existe plus de 20 espèces d'oiseaux, 32 espèces de reptiles, (23 lézards et 9 serpents) dont 7 sont liées aux sables vifs des massifs de dunes et 25 sont des formes sahariennes vraies, 55 espèces de mammifères dont 24 sont proprement sahariennes. Parmi les 20 espèces d'oiseaux de passage ou sédentaires dans le Souf, 15 sont spécifiques au Sahara. On y voit également des papillons, des cigales, des grenouilles, des foulques... etc. (Voisin, 2004)

1.3.3. La population

Il existait une vieille souche de population berbère autochtone, quand sont arrivés les Adouan, tribu arabe qui s'installa dans le Souf au milieu du VIIème siècle. Les Troud, fraction des Beni-Soleim, s'établirent dans le Souf par la force au XIVème siècle. La bataille décisive fut un combat entre Arabes : les uns sédentaires depuis 750 années, les autres nomades venus d'Arabie. La plupart des sédentaires actuels se disent descendants des Adouan, tandis que les nomades revendiquent leur descendance Troud. Le type purement Arabe représente actuellement le tiers de la population. Chaque siècle vit apparaître de nouvelles tribus : Chaâmba au XVIIème siècle, Rebaia au XVIIIème siècle et Guettatia au XIXème siècle. Les nouveaux arrivants ont été absorbés par les deux grandes tribus qui existent depuis le XIVème siècle : les Achèche et les Messaaba, ce qui fait que, de nos jours, nomades ou sédentaires appartiennent à ces deux grands groupes (Voisin, 2004).

Le nombre total des habitants de la wilaya d'El-Oued est de 612712 habitants dont la population du Souf est estimée à 473047 habitants, avec 38% employée dans l'agriculture (DPAT, 2008) (tableau 1.2).

Tableau 1.2 Nombre d'habitants par daïra(D.P.A.T, 2008)

Daïra	Nombre d'habitants
El-Oued	128458
Reguiba	44297
Guémar	56049
Débila	45265
Hassi Khalifa	38264
Magrane	36333
Robah	39579
Bayada	31226
MihOuensa	22263
Taleb Larbi	31313
Total	473047

1.5. L'agriculture dans le Souf

La superficie totale destinée à l'agriculture est de l'ordre de 1 591 752ha, ce qui représente 35.70 % de la superficie totale de la wilaya. La surface agricole utile est de l'ordre de 52 911 ha ce qui représente 3.32 % de la superficie total agricole avec 51456 ha de superficie irriguée. Dans le Souf la culture qui prédomine est celle du palmier dattier. Le potentiel phoenicicole est de l'ordre de 3.399 089 palmiers dont 2.464 864 palmiers productifs, Le nombre total de palmiers de la variété Deglet Nour est de 2. 228 703 palmiers dont 1.598 454 palmiers productifs. La production totale du palmier dattier est de l'ordre de 1.335 404.18 qx dont 924 237.00 qx de la variété Deglet Nour, alors que la moyenne de production par palmier est de l'ordre de 71.94 kg/palmier (tableau 1.3).

Tableau 1.3. Principales cultures (Source Direction des Services Agricoles 2012)

Type de culture	Superficie (Ha)	Production (Qx)
Industrielle	1688.5	22841
Protégées	151.69	48354
Maraîchère	10418.86	2152540
Céréalière	3005	101619

Le système agricole dans les oasis, est constitué par un groupe d'exploitations possèdent de faibles superficies. Celles-ci sont travaillées par les propriétaires eux-mêmes, aidés souvent par une main d'œuvre salariale. Ce système d'exploitation oasien est caractérisé par :

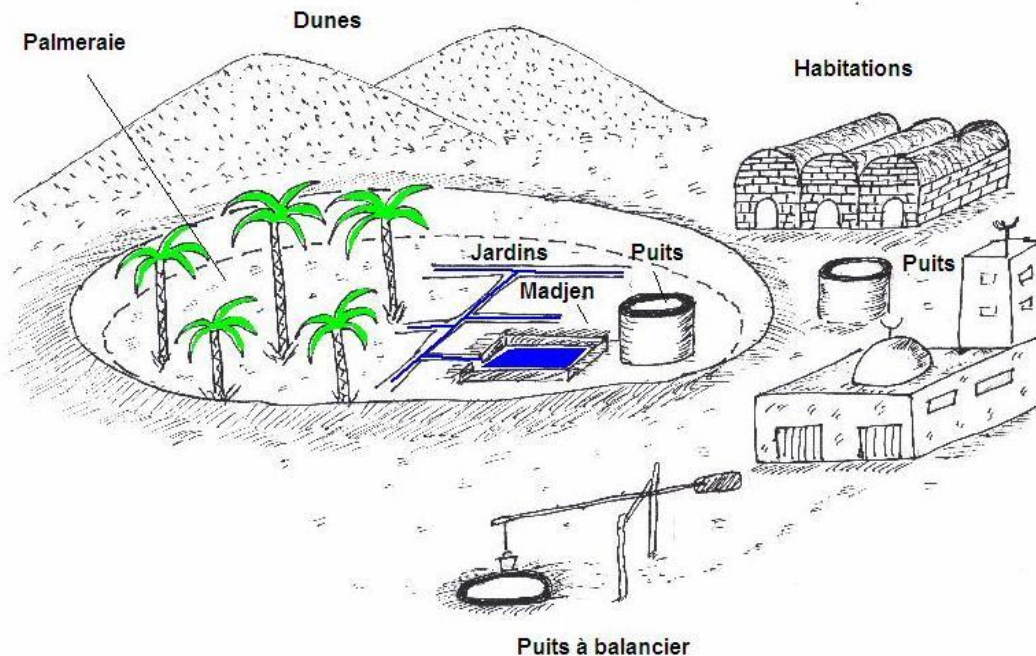
- une économie de type familial ;
- une culture basée essentiellement sur la phoeniciculture, et une place assez importante réservée aux cultures sous-jacentes ;
- une partie de la production dattier est vendue, afin de dégager un supplément de revenu (BNEDER, 1994).

L'espace agricole oasien, est caractérisé par deux types de systèmes ; un ancien et un nouveau, qui se différencient par les moyens et les techniques de production mises en œuvre.

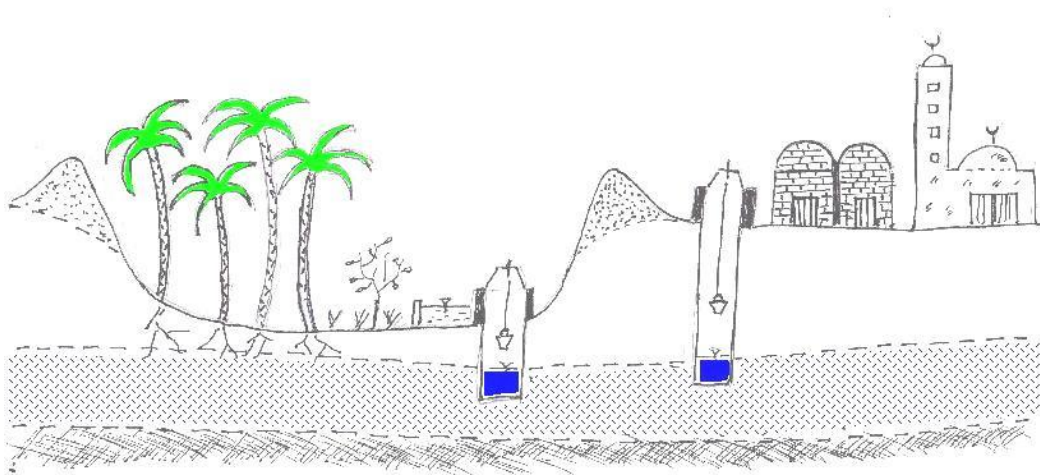
1.5.1. L'ancien système agricole oasisien

La palmeraie traditionnelle du Souf est un ensemble de micropropriétés ou petites exploitations sous forme d'entonnoir (Ghout), et dont les superficies sont réduites. Ce sont généralement des exploitations familiales, ayant pour objectif principal l'autosubsistance (fig. 1.5 (a et b)).

Actuellement, la plupart de ces exploitations sont mal entretenues, envahies de mauvaises herbes, inondées suite au phénomène de la remontée de la nappe phréatique. Phénomène a réduit une grande partie de la superficie agricole utilisée à l'état Ghout, et qui progresse sans cesse.



a) Vue générale du système Ghout



b) Une coupe longitudinale du système Ghout

Fig. 1.5. Schéma synoptique du Système Ghout

1.5.2. Les moyens de production

a-La terre

La terre au Souf est de propriété tribale. Au début, la quasi-totalité des jardins ont une superficie de 1 à 2 hectares, puis il peut être étendu selon des règles juridiques et techniques déposées par les fellahs. Le fellah est l'homme des sciences de la palmeraie. C'est lui qui tranche les litiges entre les propriétaires, c'est lui qui indique aux agriculteurs leurs futurs jardins suivant la direction des vents. La terre n'est exploitée que si elle est située à proximité d'une source d'eau.

b- Le matériel

Les agriculteurs ne disposent que d'instruments rudimentaires à cause de faibles moyens financiers, et en plus la petite taille de leurs exploitations qui ne demandent pas de moyens sophistiqués (machines agricoles). Le matériel qui est généralement utilisé est ; couffins (Zembil), houe (Mesha), faucilles (Mendjel), pelle, corde, pioche, charette (Cariola), râteau, balancier (Khouttara)...

c- La main d'œuvre

Dans l'ancien système, la main d'œuvre est essentiellement de type familial. Cette main d'œuvre est suffisante en raison de la taille réduite des exploitations. Il est rare de trouver un travailleur salarié permanent, à l'exception des khames, cette force de travail est surtout engagée pour l'entretien des parcelles cultivées.

Le recours à la main d'œuvre salariale qu'elle soit permanente ou saisonnière est temporaire pour des opérations culturales précises, pénibles et limitées dans le temps tels que : la pollinisation, la récolte, le transport du sable et du fumier ...etc.

1.5.3. Les techniques de production

a)La fertilisation

Les sols du Souf sont généralement squelettiques et pauvres en matières fertiles, d'où la nécessité d'apporter des éléments fertilisants pour améliorer la performance des sols. Dans les palmeraies de la région du Souf, la fumure organique est la plus utilisée, elle est constituée essentiellement d'un fumier local d'origine animale (souvent crottin du dromadaire), humain et de cendres des foyers. Quant à la fumure minérale, elle est très rarement utilisée en raison de la cherté, la rareté des engrais, et la non maîtrise des techniques culturales, on retrouve essentiellement la fumure azotée. Le fumier organique est généralement destiné pour la fertilisation des palmiers dattiers, la fréquence est très faible, elle dépend des moyens et des besoins de l'agriculteur.

b) L'irrigation

Généralement le palmier dattier dans les Ghouts n'a pas besoin d'irrigation car il est planté au-dessus du toit de la nappe phréatique, mais pour les cultures intercalaires, on note l'installation des puits à balancier pour apporter de l'eau.

c) Le drainage

Dans l'ancien système, le problème de drainage n'était jamais posé car les sols au Souf sont de type sableux et donc très filtrants, en plus la technique du Ghout qui permet une utilisation rationnelle de l'eau sans qu'il y a un excès à drainer.

1.5.4. Les systèmes de culture

Dans l'ancien système agricole oasien les productions agricoles sont essentiellement destinées aux besoins de l'exploitant et sa famille, donc c'est une culture de subsistance. Comme toutes les oasis algériennes, le palmier dattier est la principale ressource agricole et la spéculation la plus dominante, on peut y trouver également les cultures maraîchères, l'arboriculture et les cultures condimentaires.

Pour l'élevage, il est de type familial, dont l'espèce caprine est la plus dominante, par contre les ovins sont moins importants. On trouve également l'âne ou le mulet servant au transport de sable, de fumier, marchandises et personnes.

1.5.5. Le nouveau système agricole oasien

Face aux contraintes de ce système, «colonisation » de nouveaux espaces dans le cadre de la mise en valeur agricole a donné naissance à une nouvelle forme d'organisation caractérisée par une spécialisation parfois monoculturale ; céréalière, fourragère ou maraîchère et/ou donc le palmier dattier ne constitue plus la culture principale. (Bouammar, 2000).

Cette agriculture dite nouvelle est fondée essentiellement suite à la loi 18/83 de l'accèsion à la propriété foncière agricole. Cette loi touche les rapports entre l'homme et l'objet de travail qui est la terre. Au Souf cette loi se traduit par :

- Attribution de terres aux fellahs.
- Grande plantation des cultures maraîchères sous pivot (pomme de terre, fève, petit pois...).
- Renouvellement des vergers phoenicicoles en adaptant un nouveau système d'irrigation économiseur d'eau.

1.5.6. Les moyens de production

a)La Terre

Dans ce nouveau système, l'Etat a donné le coup de pouce nécessaire, il l'a fait d'abord en attribuant des terrains à ceux qui n'en avaient plus (remontée de la nappe) ou pas assez (exiguïté des Ghouts). Cela a été le rôle de la formule de l'APFA à partir de 1983. Services agricoles et municipalités retiennent une Sahane nue (donc de nature domaniale), y créent chemin et lignes électriques, y découpent des lots (4ha en moyenne), et les attribuant aux demandeurs de la commune, éventuellement à des demandeurs extérieurs. C'est ainsi qu'ont été organisées et mises en valeur des sahanes vierges aux portes des villages : Sidi Aoun, Djedeida, HassiKhelifa... Bien souvent, cette loi a permis de régulariser des mises en valeur qui avaient anticipé sur la décision (COTE, 2006).

b) Le matériel

Le nouveau système est caractérisé par une grande mécanisation, que ce soit le travail du sol, semis, irrigation...etc. En plus du matériel traditionnel, on trouve des motopompes, tracteurs agricoles, de mini -pivots pour l'irrigation (de fabrication locale). Cependant, le matériel agricole utilisé dans ce système est à la fois coûteux et de faible puissance, ce qui entraîne une courte durée d'utilisation.

c) La main d'œuvre

La main d'œuvre dans ce système est généralement faible en raison de l'introduction des machines. Cette main d'œuvre se subdivise généralement en :

- Un chef d'exploitation (propriétaire ou non).
- Des techniciens ou ingénieurs agronomes pour le suivi cultural et phytosanitaire.
- Un personnel d'exécution (pour des travaux permanents ou saisonniers).

Dans ce nouveau système, la participation des membres de la famille aux travaux agricoles est réduite à cause du bouleversement socioculturel de ces dernières décennies

d) L'irrigation

Les nouvelles palmeraies sont uniquement plantées en surface. Ce changement est accéléré par la remontée des eaux dans les Ghouts. De nouveaux systèmes d'irrigation sont introduit dans les nouvelles mises en valeurs agricoles (goutte à goutte pour les palmiers dattiers, et centres pivots pour les céréales et les cultures maraîchères (pomme de terre). L'utilisation du système goutte à goutte se voit le plus efficace et le plus économiseur d'eau dans cette nouvelle agriculture.

e) Drainage

Malgré le problème de la remontée de la nappe qui se pose avec acuité, le drainage n'est pas pratiqué dans le Souf.

1.5.7. Les systèmes de culture

Les nouvelles palmeraies ont de grandes superficies, de bonne productivité, et qui présentent une harmonie entre les productions, et entre les facteurs de production eux-mêmes, mais aussi entre les productions et les facteurs de production.

a) Les palmeraies

Les nouvelles exploitations sont caractérisées par de grandes dimensions, plantation rationnelle (écartement entre pieds est de 8 à 10). Ces palmeraies regroupent plus de 1163174 pieds (DSA, 2005). Les variétés les plus cultivées dans la vallée du Souf sont par ordre :

* **La Deglet Nour** : eu égard à l'importance de sa valeur marchande sur le marché intérieur ou extérieur.

* **La variété Ghars** : largement cultivée du fait de sa longue période de stockage.

* **Autres variétés** : regroupent des cultivars qui n'ont pas une grande valeur marchande. Ces cultivars sont : Tinicine, Takermoust, Tafezouine...etc.

b) Les cultures maraîchères

Actuellement, le Souf est devenu l'un des grands pôles en productions maraîchères, entre autre la production de la pomme de terre qui connaît une extension illimitée avec 568880.33 qx. (DSA, 2005). En parallèle, on retrouve également le poivre, la fève, la tomate, le petit pois, la carotte...

c) Autres cultures

Cette gamme de cultures qui regroupe principalement les cultures : industrielles (tabac et arachide), arboricole (olive, vigne et coing), fourragère et condimentaire a subi des développements grâce à l'appui de l'Etat et l'introduction des techniques performantes

dont l'irrigation localisée, la fertilisation et les traitements phytosanitaires. Bancaires pour le reste, formule qui a provoqué un rush de demandes auprès des commissions chargées des dossiers (Cote, 2006).

Conclusion

Comme nous l'avons décrit dans ce chapitre, le Souf est située à 650 km au sud d'Alger. Le contexte géographique et les conditions topographiques et hydrogéologiques ont beaucoup aidé les soufis à développer la technique des ghouts.

Chapitre 2

LA TECHNIQUE D'IRRIGATION DU SOUF : LE GHOUT

Après avoir donné un aperçu sur la présentation de la région de Souf dans le premier chapitre nous développons .dans ce deuxième chapitre, la méthode d'irrigation ou ces types pratiqué depuis plus de six siècles appeler les ghout.

A travers ce chapitre nous décrivons les processus et le mécanisme de fonctionnement des ghout. Les étapes du creusement et la réalisation des ghout sont traité dans ce chapitre

2.1. Définition et généralités

Le système de culture est défini par une surface de terrain traitée de façon homogène par des cultures avec leur ordre de succession et par les itinéraires techniques qui leur sont appliqués. (Lebdi, 2000). Le système de culture correspond à un ensemble de pratiques mises habituellement en œuvre par les agriculteurs en matière de choix de spéculacion, de leurs associations dans l'espace, de leurs successions dans le temps et de leur mode de conduite. (Lebdi, 2000). Le système de culture peut également utiliser à l'échelle de l'exploitant où l'on peut distinguer un ou plusieurs systèmes de cultures, correspondant à des groupes de parcelles gérés de façon similaire. Le concept de systèmes de cultures n'est pas employé à ce niveau-là. On préfère la notion de système technique de production végétale.

2.1.1. Définition de système de production

Au niveau de l'exploitation agricole, un système de production peut se définir comme une combinaison cohérente, dans l'espace et dans le temps, de certaines quantités de

force de travail (familiale, salariée,...etc.), Et de divers moyens de production (terres, bâtiments, machines, instruments, cheptel, semences...etc.), en vue d'obtenir différentes productions ; agricole, végétales ou animales» (Dufumier, 1985 in Senoussi, 1995). Il est le mode de gestion par l'exploitant (centre de décision d'une unité de production), de ses productions et ses facteurs de production pour satisfaire ses propres objectifs et besoins comptent tenu bien évidemment du système agraire dans lequel il s'insère (Mazoyer, 1985). Un système de production serait donc une combinaison de systèmes de culture et d'élevage conduits dans les limites autorisées par l'appareil de production d'une unité de production (force de travail, savoir-faire, moyens mécaniques, chimique, biologique et terres disponibles).

2.1.2. L'oasis de Souf

Le Souf groupé d'oasis au sein du grand Erg Oriental, près un cas similaire, plus spectaculaire encore, spectaculaire par la rapidité du phénomène et par le fait qu'il porte atteinte à la fois à la richesse économique et à la beauté d'une région, spécificité du système de culture utilisé ici, était fondé sur la plantation des palmiers au fond de vastes cratères (ghouts) (Cote, 1998).

2.1.4. Définition du système Ghout

Un ghout est une technique de culture de palmiers dattiers propre à la région du Souf. Le nombre total de ces Ghouts est évalué à 9500. Les palmiers sont implantés par groupe de 20 à 100 palmiers au centre d'une cuvette artificielle, d'une profondeur de 10 m et d'un diamètre de 80 à 200 m, et dont le fond a été amené à moins de 1 m au-dessus de la nappe phréatique. Les oasiens creusent progressivement dans le sol, afin que les palmiers aient constamment leurs racines dans l'eau, ils n'ont pas besoin d'irrigation (Remini, 2004).

2.1.5. Particularités du système Ghout

Par sa situation topographique et la densité des différents types de strates, ajoutées à la faible profondeur de la nappe, il règne dans le Ghout un microclimat différent de celui de la région.

La température de l'air est inférieure de plusieurs degrés par rapport à la température de la surface hors Ghout, avec des variations selon le degré de recouvrement des sols dans le Ghout. Pour un degré de recouvrement total, la luminosité est très faible, et le degré hygrométrique est très élevé. Si la palmeraie est très clairsemée, les cultures sous-jacentes subissent les conditions climatiques du milieu général (Kedadra, 1992).

Selon Toutain (1979), dans une palmeraie à degré de recouvrement de 80 à 75%, le climat est favorable à une bonne végétation des cultures sous-jacentes. De telles conditions :

- Éliminent la forte sécheresse de l'air.
- Réduisent l'évaporation des cultures herbacées.

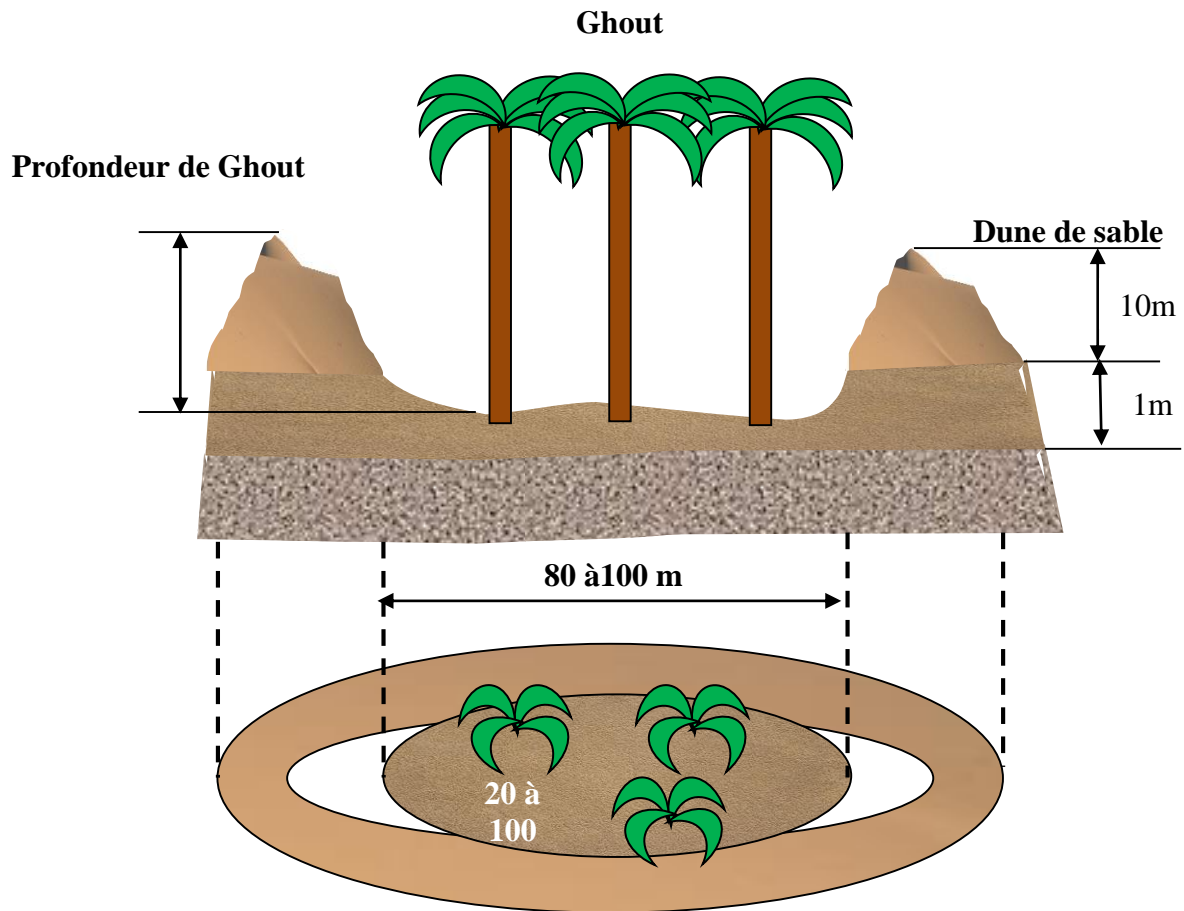


Fig 2.1. Schéma d'un Ghout

2.1.6. Description du système

Les Ghouts dans la région du Souf sont de véritables petites oasis qui peuvent contenir une dizaine à plusieurs centaines de palmiers. Ces systèmes des Ghouts n'existent que dans la région du Souf en Algérie. Ils sont au nombre de 9000 en 1998 et renferment un peu plus de 500 000 palmiers dattiers, toutes variétés confondues. Ces variétés sont au nombre de 74 : Déglet Nour; Ghars; Déгла Beida; Tafezouine; Tinissine (INRA Biskra, 2005). Chacune de ces variétés, sélectionnée depuis des siècles répond à un besoin précis pour les populations : consommation fraîche, conservation, transformation ; alimentation du bétail. Elles sont différentes par le goût, la couleur et la forme. Cette diversité non seulement est riche, mais aussi à une production étalée sur plusieurs mois du fait de l'existence de nombreux cultivars précoces qui commencent à mûrir dès le mois de juillet, et des variétés très tardives qui ne sont récoltées qu'en décembre (INRA Biskra, 2005).

Sous le palmier poussent des arbres fruitiers, tels que le citronnier, le jujubier, l'amandier, le pêcher, l'abricotier, le pommier, le prunier, l'olivier, le cognassier, le grenadier, le figuier, la vigne et l'oranger. La strate la plus basse du Ghout est occupée par des cultures potagères : carotte, pomme de terre, navet, courge, melon, pastèque, oignons, poivron et également des fourrages : orge, à double fin, en vert, pour les animaux et en grains pour l'alimentation humaine et animale. Les habitants sont de grands consommateurs d'épices, c'est pour cela qu'on retrouve dans les Ghouts de petits carrés de coriandre, de fenugrec, d'anis vert et de nigelle. La région produit également du Henné (variété locale) et du tabac à priser dont les premières plantations remontent à la fin du XVII^e siècle, et à partir du XIX^e siècle le tabac était déjà l'objet d'exportation vers les pays voisins (Maroc, Tunisie) (Voisin, 2004).

2.2. La réalisation du Ghout

C'est l'excavation d'un bassin large peut atteindre des centaines des mètres en largeur et en longueur et il peut arriver jusqu'à 16 mètres en profondeur. Cette opération est très difficile et elle ne peut être réalisée qu'après grand effort et patience d'homme Soufi malgré la manque des moyens modernes (anciennement), mais il faut noter que le choix est surtout basé sur le nivellement du terrain et la proche de la nappe phréatique.

2.2.1. Le déblaiement du sable

C'est l'opération la plus importante dans la réalisation d'un nouveau Ghout ou pendant l'élargissement d'un ancien. Cette opération est réalisée par le Remmal ; celui qui enlève le sable du fond du ghout en utilisant le couffin ou le Zembil (fig. 2.2 et 2.3).



Fig. 2.2. Le couffin



Fig.2.3. Le Zembile

2.2.2. Les puits de la palmeraie

Tous les puits sont creusés de la même façon: on commence par creuser un trou de 3 m de diamètre et 2 m de profondeur afin d'atteindre le sable humide, puis au milieu de ce trou on creuse le plus rapidement possible le puits proprement dit, cylindre de 2 m de diamètre.

Pour minimiser l'effort humain, les soufis ont utilisé la poulie et la corde, on parle du puits à poulie (fig. 2.4). Pour de faibles profondeurs, les Soufis ont utilisé les puits à balancier (fig. 2.5). Ce dernier est formé par un tronc de palmier prolongé par une branche plus légère. C'est un levier dont l'axe est porté par deux supports en bois ou en plâtre. A l'extrémité du bras le plus court, on fixe un contrepoids formé par une pierre ou un bloc de plâtre. A l'autre extrémité est attachée une corde au bout de laquelle on suspend un seau



Fig 2.4. Puits à poulie



Fig. 2.5. Puits à balancier

2.2.3. L'implantation des palmiers dans le ghout

Après l'accomplissement du Ghout, on implante les Hachanes ; des jeunes arbres âgés de 3 à 6 ans à 1.5 à 2 mètres du niveau de la nappe (fig. 2.6). Après quelques semaines de travail et d'irrigation, les racines des rejets se développent pour atteindre le niveau de l'eau. Après cette étape, l'agriculteur se retire pour s'occuper de l'entretien du Ghout, plus particulièrement la lutte contre l'ensablement du ghout.



Fig 2.6. Implantation du 'Hachane'

2.2.4. La lutte contre les vents

Pour mener cette lutte constante, la population locale compte le spécialiste ; le felleh. C'est un type qui connaît parfaitement l'action du vent sur le sable, C'est lui qui règle les litiges entre les propriétaires mitoyens. C'est lui qui indique aux agriculteurs l'emplacement de leurs futurs jardins. En tenant compte de ces indications et de ces conseils que les palmiers sont placés en rangées pour former des palissades de protection appelées Z'arb (fig. 2.7 et 2.8). Ils sont en lignes parallèles ou en demi-cercle qui sont enfoncées au bord de ces entonnoirs de façon à ce que le vent dominant n'ensable pas le fond de la palmeraie.

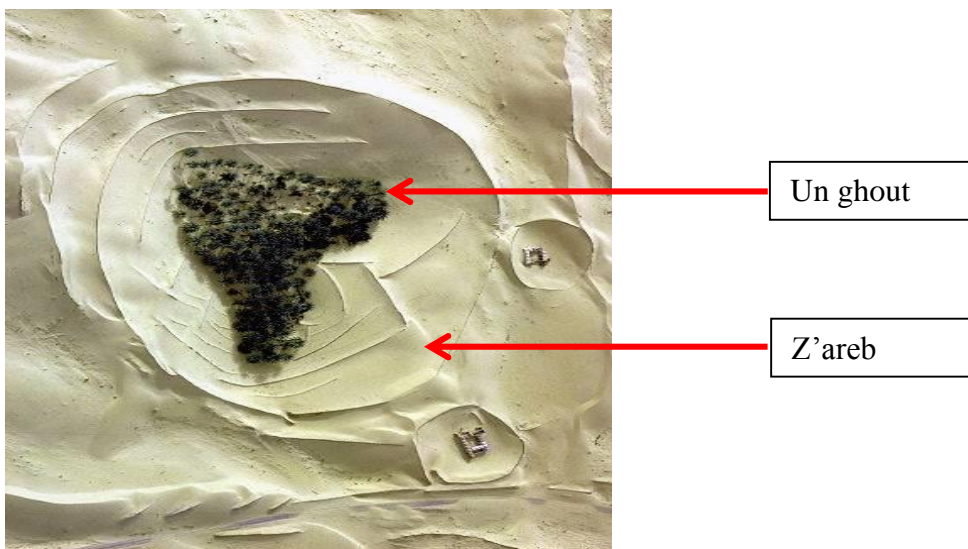


Fig. 2.7. Un ghout entouré par des rangées de Z'arb



Fig. 2.8. Une vue générale d'un Z'arb

2.2.6 Partage d'espace entre les ghouts

Le droit coutumier a prévu des limites et des espaces entre les palmeraies. L'espace qui sépare deux excavations doit constituer pour ses 2/3 la réserve de la palmeraie, l'autre propriété dispose du terrain qui lui fait suite au Nord et la sépare de la palmeraie immédiatement avoisinante dans la même direction. La raison de ce partage s'explique par le fait que lorsqu'on crée une plantation l'extension s'effectue dans le sens Nord-Sud. Cette méthode permet aux palmiers de ne pas être privés de soleil: leur hauteur va décroissante du Nord au Sud, ainsi, ils ne sont pas gênés par leur ombre respective (fig. 2.9).



Fig. 2.9. Espacement entre deux Ghout

Conclusion

Grâce au génie et au savoir faire des oasisiens, une technique d'irrigation originale et unique en monde a été développée dans le Souf. C'est grâce au ghout que de centaines de palmeraies ont été développées en pleine centre des dunes du Grand Erg Erg Oriental. Sans aucuns efforts, l'irrigation s'effectue d'une façon continue ; les racines des palmeraies sont continuellement en contact avec l'eau de la nappe phréatique.

Fig2.8 :

Chapitre 3

DEGRADATION ET DECLIN DES GHOUTS

Nous développons dans ce chapitre les différents problèmes qui ont favorisé la dégradation des ghouts. Les missions et enquêtes effectuées dans les oasis de Souf, un état général et critique des ghouts dans la région de Souf sera donné dans ce chapitre.

3.1. Problème de la remontée de la nappe phréatique

La nappe phréatique du Souf subit une remontée progressive des eaux provoquée par plusieurs facteurs. L'apport en eau alimentant cette nappe devient de plus en plus important et entraînant par conséquent l'inondation de nombreux Ghouts et des dépressions. A ce jour on dénombre plus de 2000 Ghouts touchés (D.S.A EL Oued, 2012). Les premières apparitions de ce phénomène remontent à 1969 et continuent à ce jour. Cette situation a entraîné une baisse considérable du rendement des palmiers, puis leur dépérissement progressif. Afin de régler le problème des eaux résiduaires, les habitants de la région utilisent des fosses septiques, ainsi ils participent involontairement à la destruction de leur environnement. Il est important de noter que l'équilibre naturel qui existait, il y a plusieurs années a été détruit à cause de l'explosion démographique, la surexploitation des nappes profondes d'une part et d'un développement anarchique de l'habitat d'autre part.

3.1.1. Processus de dégradation des Ghouts

Une importante évolution a été reconnue dans le domaine du Ghout depuis les années cinquante.

a) Etape avant 1956

Jusqu'à 1956, toute l'eau utilisée pour l'alimentation humaine, animale et agricole provenait de la nappe phréatique dont les Ghouts sont dans un agréable état. Le Ghout était destiné à tous les activités agricoles dont les puits sont alimentés de la nappe phréatique (généralement en utilisant Khottara). Dans ce cas, la production des palmeraies était de bonne qualité et en grande quantité (fig. 3.1 et 3.2 (a et b)).

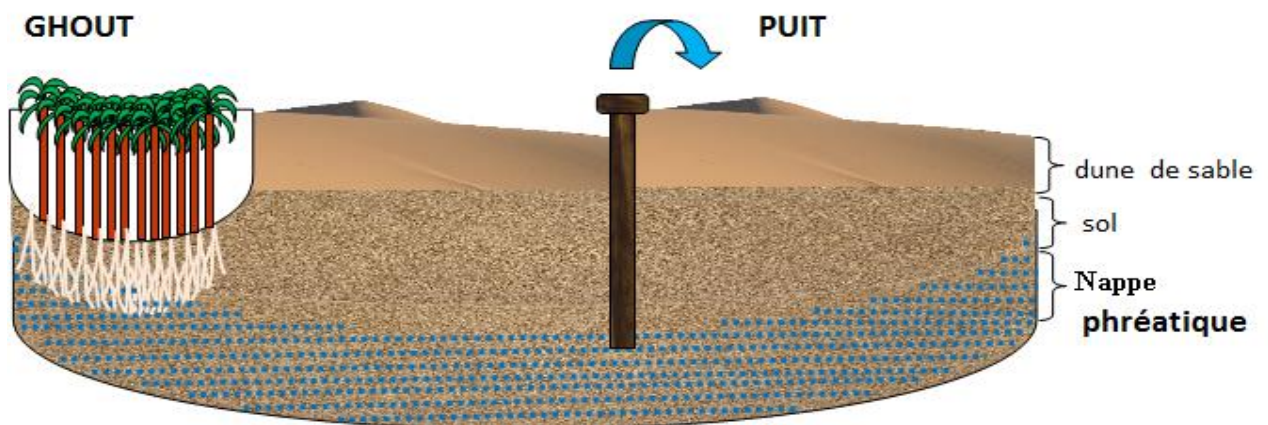
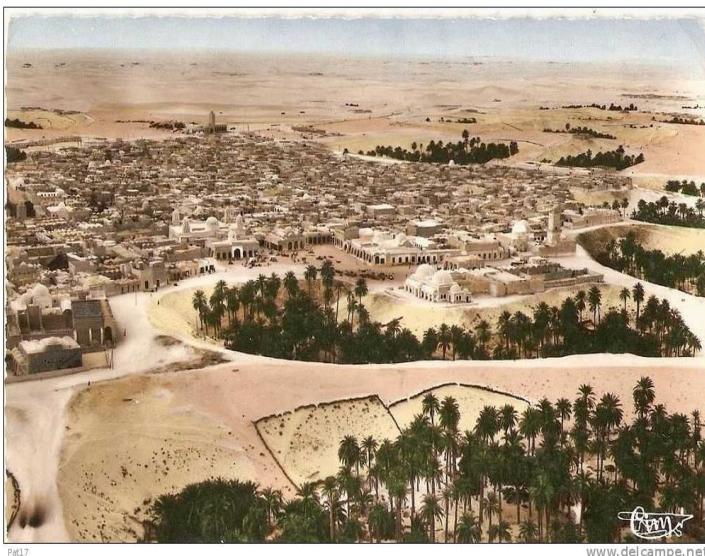


Fig. 3.1. Alimentation du Ghout par la nappe phréatique



a)



b)

Fig 3.2. Des Ghouts en état ordinaire

Etape : 1956 à 1970

A cause de la surexploitation de la nappe phréatique, les agriculteurs commencent l'exploitation de la nappe du Complexe Terminal (CT). Une quantité d'eau venue de s'ajouter à la nappe phréatique par les retours d'irrigation.

Etape : 1970 à 1986

Durant cette étape, plus de 2 forages par année ont été forés dans le Complexe Terminal. Les premiers Ghouts ennoyés ont été observés dans la région du Souf (fig.3.3). Des flags d'eau ont été apparus dans la région du Souf suite à la remontée progressive et persistante de la nappe phréatique.

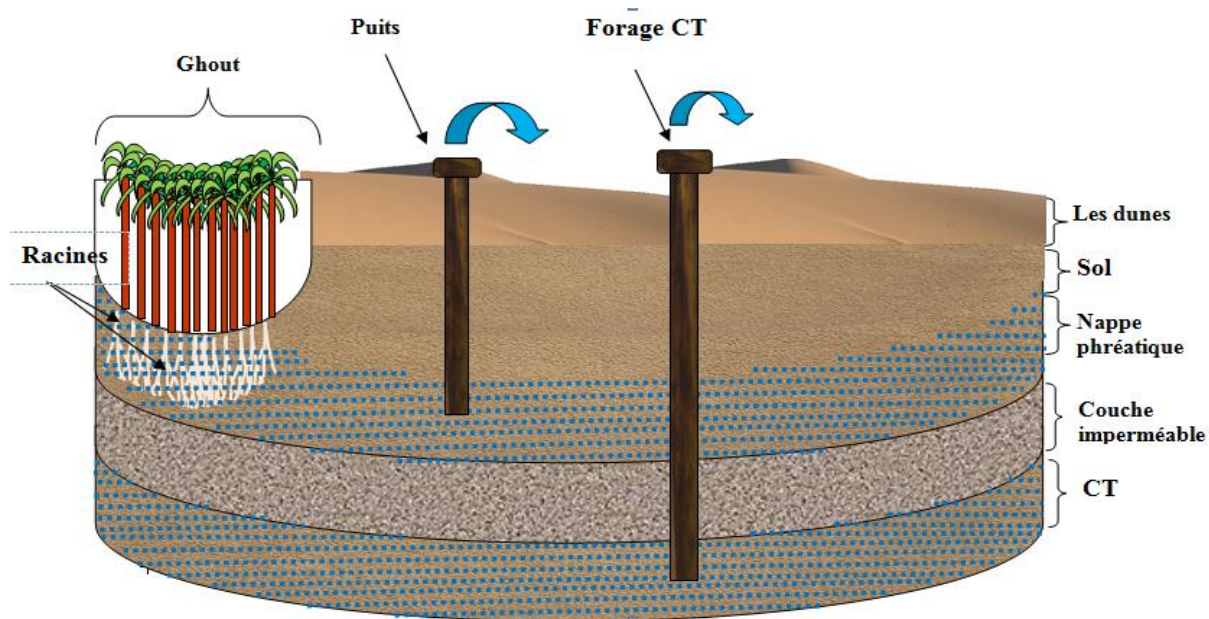


Fig. 3.3. Remonté de la nappe phréatique à cause des forages de C.T

Etape : 1986 – 2010

A cause de la mise en valeurs de nouvelles terres agricoles, plusieurs forages ont été effectués dans les nappes du Complexe Terminal et le Continental Intercalaire. Cette nouvelle situation s'est traduite par un fort débit de d'irrigation qui a provoqué une accélération de la remontée. Dans ce cas, des Ghouts ont été remplies d'eau, d'autres se trouvaient dans un état dégradé (fig. 3.4 et 3.5(a et b)).

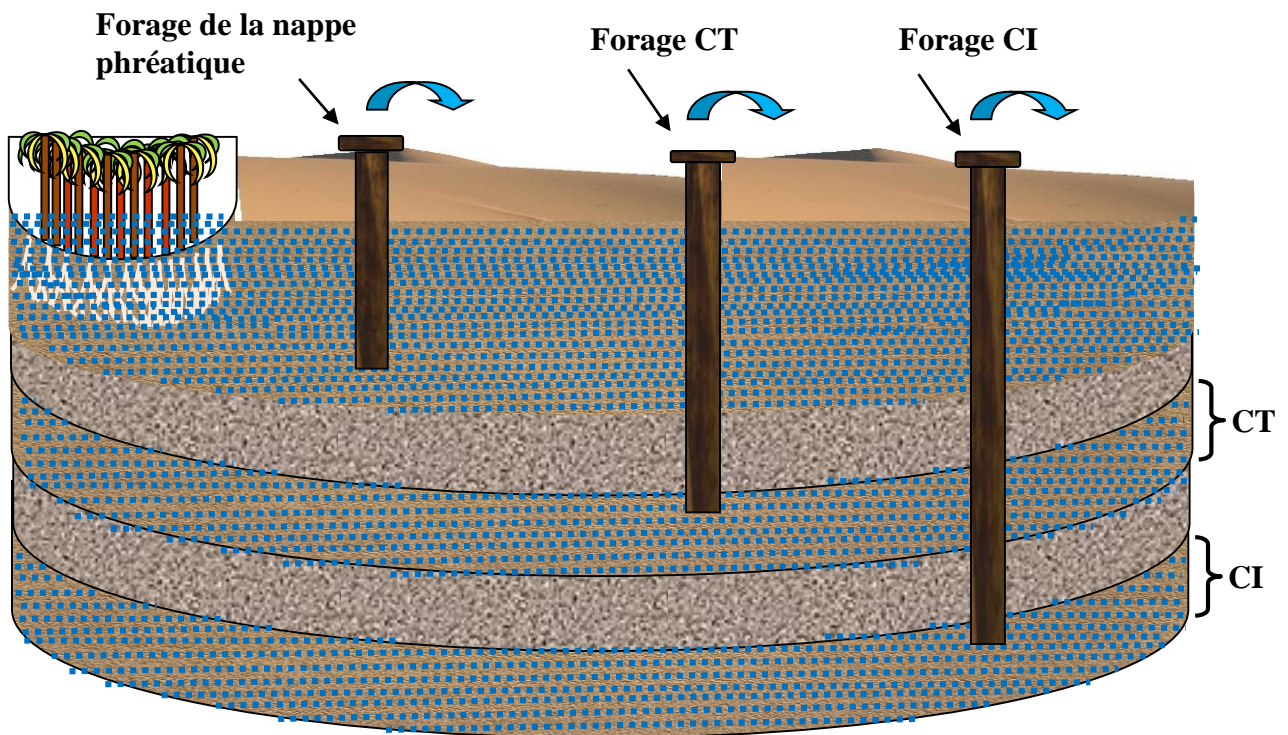


Fig.3.4. Exploitation du C.I conduit a la remontée de la nappe phréatique



a)



b)

Fig 3.5. Ghouts dégradés après la remontée

Étape : 2010-2013

A partir de 2010, date du fonctionnement du méga projet des stations d'épuration par lagunages, un rabattement de la nappe de 30 à 50 cm a été enregistré au niveau de la nappe phréatique. Certains Ghouts ont été asséchés.

3.1.2. Résultats de la dégradation des Ghouts

Les conséquences de la remontée de la nappe phréatique est néfaste sur les Ghouts. Plusieurs cas ont été observés dans la vallée de Souf :

a) Ghouts ennoyés

Plus de 21 % du total des Ghouts approchés sont des Ghouts ennoyés. Ce sont des Ghouts caractérisés par (fig. 3.6) :

- Une absence de l'exploitant au sein du Ghout.
- Colonisation des Ghouts par les roseaux. Dans ce cas, les roseaux prennent la place des palmiers dattiers.
- Salinité très élevée des sols
- Des palmiers dattiers en très mauvais état ;
- Absence des opérations culturales ;
- Un nombre important de pieds dépéris.



Fig 3.6. Ghout ennoyé

b) Ghouts moribonds

Cette classe représente plus de 16 % du nombre total des Ghouts approchés. Ce sont des Ghouts envahis par les roseaux et inondés dans quelques parties basses. Les palmiers sont en mauvais état et une absence d'opérations culturales.

Ces Ghouts agonisants risquent d'envoyer s'il n'y a pas une intervention dans des délais. Cependant, sur les pourtours élevés de ces Ghouts, des palmiers restent vivants et ne présentant aucun symptôme de dépérissement (fig. 3.7).



Fig 3.7. Ghouts moribonds

c) **Ghouts humides**

Plus de 17 % des exploitations approchées se trouvent à l'état humide. Dans ce cas, ces Ghouts sont (fig. 3.8) :

- ✓ Peu envahis par les roseaux ;
- ✓ une faible production des palmiers dattiers ;
- ✓ irrégularité dans la réalisation des opérations culturales ;



Fig 3.8. Ghout humide

d) Ghouts sains

Cette classe représente plus de 38 % du nombre total des Ghouts visités. Ces Ghouts sont généralement loin des agglomérations où les exploitants sont omniprésents, les palmiers sont en bon état phytosanitaire, la majorité des pratiques culturales sont appliquées (fig. 3.9).



Fig 3.9. Ghout sain

Le Souf recense 9562 On peut dire schématiquement que 500 à 600 ghouts sont ennoyés et que 60 000 palmiers sont morts (fig. 3.10). La situation est plus spectaculaire qu'elle touche la partie Sud du Souf, celle des plus grands ghouts profonds développés au milieu des hautes dunes, où il n'existe pas d'activités de remplacement. Les dégâts causé par la remontée des eaux sur les Ghouts sont Perte des cuvettes (ghouts) qui permettaient jadis l'irrigation naturelle des palmiers et autres cultures comme le grenadier, la vigne, les pastèques, les melons...ainsi que leur protection des vents et de la sécheresse. Actuellement le fellah est contraint d'irriguer artificiellement ses cultures et de les protéger des vents, ce qui suscite des dépenses énormes d'argent et de main d'œuvre.

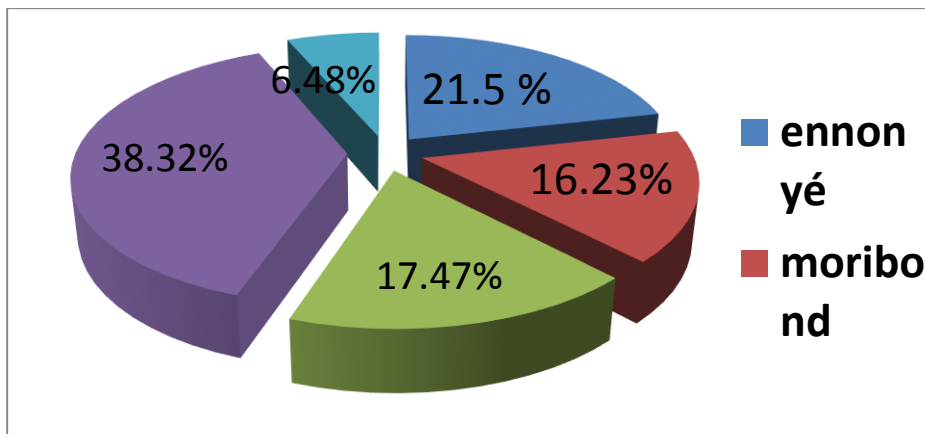


Fig 3.10. Pourcentage de répartition des Ghouts

3.2. Problèmes sociaux

3.2.1. Orientation des agriculteurs vers les cultures maraichères

A cause des énormes problèmes dans l'agriculture des palmeraies les gens de la région Soufienne ont changé totalement le type de culture, ils sont destinés vers les cultures maraichères (pommes de terre, tomates ...) dont le gent est plus assuré que dans l'agriculture traditionnelle (fig. 3.11).



a)



b)

Fig 3.11.: Culture maraichère dans la région du Souf

3.2.2. Urbanisation

L'expansion anarchique des habitats a conduit à l'occupation du béton armé dans les zones réservées pour les ghouts ainsi que la migration des gens spécialisés dans cette culture vers les autres activités dans le chef-lieu d'Oued Souf (fig. 3.12).



a)



b)

Fig 3.12. Urbanisation dans les espaces réservés aux Ghout.

3.3. Les Ghouts morts

3.3.1. Par le rabattement de la nappe

Ce phénomène est l'inverse de la montée des eaux. c.à.d. la diminution de niveau piézométrique de l'eau et particulièrement les zones agricoles donc qui a fait des problèmes de perdre les palmiers s'arrosées en mode traditionnelle et surtout dans le nord (Hassi Khalifa, Reguiba et Guémar) (fig. 3.13).

L'exploitation des eaux souterraines dans la couche de surface surtout l'agriculture de Souf dépend au pourcentage de 100 % des eaux souterraines à la cause de la nature du terre et le climat et jusqu'à présent il n'y a aucune étude qui concerne ce phénomène au niveau de la région, qui doit être demandé l'avenir du développement agricole dans région



Fig 3.13. Conséquences du Rabattement de la nappe phréatique

3.3.2. Par la remontée de la nappe

Plus de 6 % des Ghouts sont complètement inondés, dont les palmiers sont tous dépéris. La solution de remblaiement c'est la première cause qui nous a conduit a la mort des Ghouts car la profondeur de la couche superficielle a été augmenté donc les racines des palmiers n'attend jamais la nappe phréatique.

Tout ça sans oublier l'accroissement des cultures maraichères donc plus d'alimentation par les eaux souterraine.

3.4. Solutions prises pour la protection des Ghouts

3.4.1. Remblaiement des Ghouts

Le remblaiement du fond du Ghout se fait par une couche de sable neuf de 1 ou 2 m d'épaisseur, de façon à assainir le terrain. Les premières opérations de remblaiement partiel des Ghouts menacés ont été lancées par la direction des services agricoles (fig. 3.15). En somme environ 750 Ghouts ont été sauvés. D'autres Ghouts ont été remblayées dans le cadre d'un programme urgent,



a)



b)

Fig.3.15. Opération de remblaiement des Ghouts

3.4.2. Creusement des puits équipé d'une motopompe

Cette méthode permet de pomper l'eau de la nappe pour la remonter sur des terrains de surface où elle est utilisée pour irriguer des cultures maraîchères.

3.4.2. Réseaux d'assainissement et de drainage

Face à cette situation, l'Etat a mis en place un vaste chantier d'assainissement de la ville d'El-Oued, ce qui permettra au terme de cette action d'assainissement de mettre les eaux excédentaires de la ville hors de portée des Ghouts.

3.4.3. Ceinture verte au tour de la ville d'El Oued

Une ceinture verte d'arbres d'Eucalyptus a été réalisée autour de la ville d'El Oued pour protéger la ville contre l'ensablement et la remontée de la nappe.

3.4.4. Réalisation d'un réseau d'assainissement et de drainage

En l'an 2000, un projet d'envergure a été lancé par le gouvernement pour remédier au problème de la remontée de la nappe phréatique. L'objectif est d'assainir les eaux

usées et de drainer les eaux excédentaires, en évacuant vers le chott limitrophe de Halloufa (fig.3.16). Les caractéristiques du projet sont :

- Assainissement en collectif des agglomérations où cela s'avère intéressant pour lutter contre la remontée de la nappe, avec réhabilitation des réseaux et stations de pompage existantes,
- Assainissement individuel (autonome) qui consiste à traiter les effluents au niveau de chaque habitation. Cette solution est adaptée aux zones éparses où la densité de l'habitat est réduite. Les caractéristiques des sols devront toutefois permettre la mise en place de tels dispositifs.
- Traitement des eaux brutes par agglomération ou groupe d'agglomérations à l'aide des stations d'épuration par lagunage aéré, au nombre de 4 stations,

Le regroupement des communes conduit à des capacités de traitement importantes. Les stations sont raccordées par un réseau de 4 stations d'épuration (STEP) (fig. 3.16) est le suivant :

- STEP 1: El Oued, Bayada, Kounine, Robbah;
- STEP 2: Guemmar, Taghzout, Hassani Abdelkrim, Debila;
- STEP 3: Sidi Aoun, Magrane, Hassi Khalifa;
- STEP 4: Réguiba;



Fig.3.16. Schéma de principe (plan d'implantation) de la station d'épuration (Bonnard & Gardel, 2004e).

Conclusion

La cause essentielle du déclin des Ghouts, est sans aucun doute l'apport de la nouvelle technique de captage des eaux souterrain. La découverte de nappe de la nappe du continentale intercalaire a changé complètement la situation. L'exploitation de la nappe albienne a provoqué la remontée de eau est par conséquence les Ghouts se sont retrouvés sous l'eau.

CONCLUSION GENERALE

Comme nous l'avons mentionné au début de ce mémoire que la technique d'irrigation pratiquée dans le Souf est une technique originale et locale appelée le Ghout. Creusé entre les immenses dunes du Grand Erg Oriental le Ghout qui prend la forme d'un entonnoir est un procédé inverse à celui de la foggara. Si dans des régions de Touat et Gourara, l'eau est ramenée de la nappe vers le palmier grâce à la foggara. Par contre, dans la région du Souf, ce sont les racines du palmier qui vont vers l'eau tout en rapprochant le niveau des racines à celui de la nappe phréatique.

Sans aucune irrigation, les racines sont imbibées des eaux interstitielles d'une façon continue et c'est ainsi que le palmier du Souf produit annuellement les plus belles dattes de l'Algérie. Malheureusement cette technique est menacée de disparaître à court terme par des problèmes socio économiques et environnementaux. Concurrencés par des techniques modernes notamment le pivot. Aujourd'hui les centaines de Ghouts creusées grâce aux efforts de nos ancêtres depuis plusieurs siècles, sont inondés puis remblayés en quelques années seulement.

Les inondations provoquées non pas par les eaux de surface, mais plutôt par la remontée des eaux de la nappe. L'utilisation des techniques modernes (forages) pour l'exploitation de la nappe du Continental Intercalaire a déséquilibré un écosystème aussi fragile que celui des milieux secs. Plus que jamais, ce patrimoine hydraulique unique au monde serait menacé de disparaître si des dispositions n'étaient pas prises à court et à moyen terme.