

**MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE**



UNIVERSITÉ KASDI Merbah -OUARGLA



**Faculté des Sciences de la Nature, de la Vie, des sciences de la Terre et de
l'Univers**

DÉPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

**En vue de l'obtention du Diplôme d'Ingénieur d'État
en sciences agronomiques**

Spécialité : Agronomie Saharienne

Option : Mise en valeur du sol en zones sahariennes

THÈME

Contribution à l'étude spatiale de la remontée de la nappe
phréatique : problèmes posés et conséquences sur le
système agricole " Ghout " à Oued Souf.

Présenté par : BERRAH Said

Composition du jury :

Président :	M. HAMDI AISSA B.	M.C.A	U.K.M.Ouargla
Promoteur :	M. SAKER ML.	M.C.A	U.K.M.Ouargla
Co- Promoteur:	M. DADDI BOUHOUNE M.	M.A.A	U.K.M.Ouargla
Examineurs :	Mme. BABAHANI S.	M.A.A	U.K.M.Ouargla
	M. IDDER A.	M.A.A	U.K.M.Ouargla
	M. LADGICI A.	M.A.A	U.K.M.Ouargla

ANNÉE UNIVERSITAIRE : 2008/2009

Table des matières

PREMIERE PARTIE

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I :Définition des concepts

Introduction	1
1. Définition de système de culture	13
2. Définition de système de production	13
3. L'oasis de Souf.....	13
3.4.1 Définition du système ghout	14
3.4.2 Particularités du système Ghout	14
3.4.3. Description du système	14
3.4.4 La construction du ghout.....	15

Chapitre II : Presentation de la region d'etude

1-Situation géographique.....	16
2- Les facteurs écologiques	16
2.1 - Facteurs abiotiques.....	16
2.1.1. - Facteurs physiques de la région	16
2.1.1.1 - Le sol.....	16
2.1.1.2. - Le relief.....	16
2.1.1.3-Hydrogéologie	17
2.1.2- Les facteurs climatiques.....	21
2.1.2.1- Température.....	21
2.1.2.2- pluviométrie	21
2.1.2.3-humidité relative de l'air	21
2.1.2.4-Evaporation	22
2.1.2.5-Insolation.....	22
2.1.2.6-Le vent.....	23
2.1.3-Synthèse climatique	23
2.2- Facteurs biotiques	26
2.2.1 - Données bibliographiques sur la flore de Souf	26
2.2.2. Données bibliographiques sur la faune du Souf.....	26
3. L'agriculture dans la région du Souf	26
3.1. L'ancien système agricole du Souf	27
A- Les moyens de production	27
B- Les techniques de production.....	28

C- Les systèmes de culture	29
D- Commercialisation et revenus	29
E-Approvisionnement	29
F- Le financement	29
3.2. Le nouveau système agricole du souf:	30
3.2.1. Les systèmes de culture.....	30

Chapitre III : remontee de la nappe phreatique au souf

1. Description	32
2. Résultats des études réalisées par l’A.N.R.H en 1998.....	32
2.1. L’origine des eaux de la nappe phréatique.....	32
2.2. Profondeurs de la nappe	32
2.3. Etude de salinité des eaux :	33
2.4. Etude de la pollution des eaux.....	33
3. L’alimentation de la nappe phréatique	34
3.1. Première étape d’évolution.....	34
4. Principales causes de la remontée de la nappe phréatique du Souf.....	36
5. Impact de remontée de la nappe phréatique sur l’environnement de la région	37
6. Action d’amélioration de la situation	38
6.1-Actions relancées	38
6.2- Actions programmées	38

DEUXIEME PARTIE

MATERIEL ET METHODE D4ETUDE

Chapitre IV :Materiel d'etude

1. Choix de la zone d’étude.....	29
1.1. Critère de choix des zones d’étude.....	29
1.2. Choix du site expérimental.....	29
2. Caractéristiques des types de stations	29
2.1-Ghout inondé.....	29
2.2-Ghout humide.....	30
2.3- Ghout sec	31
Tableau IV. Fiche des donnes de stations sèches.....	31

Chapitre V :Methode d'étude

1. Approche méthodologique.....	34
1.1- Travail d'enquête.....	34
1.2-Caractérisation des eaux de la nappe phréatique	34
1.3-caractérisation des sols.....	35
2-Méthodes d'analyses	37
2.1-Analyse des échantillons des eaux	37
2.2-Analyse des échantillons de sol	37
2.2.1-Paramètres physiques.....	37
2.2.2-Paramètres physico-chimiques de l'extrait 1/5	37
2.2.3-Paramètres chimiques	37
3- Exploitation des résultats	38

TROISIEME PARTIE

Chapitre VI :Etude d'enquête

1. Enquête administrative.....	39
1.1. Situation de l'assainissement dans la région du Souf	39
1.1.1 Assainissement	39
1.1.1.1 Assainissement collectif	39
1.1.1.2 Assainissement individuel	39
2. Enquête agricole	41
2.1. Etat de la composition variétale	41
2.2. Les cultures maraichères	42
2.3. Equipement et matériel.....	42
2.4. La main d'œuvre	42
2.5. L'aménagement des exploitations	43
2.6. Le drainage	43
2.7. La conduite et l'entretien de la palmeraie.....	43
2.7.1 La pratique de la matière organique	43
2.7.2 L'irrigation	44
2.7.3 La toilette.....	44
2.7.4 La pollinisation.....	44
2.8. Le rendement par pied	44
3. Conclusion	45

Chapitre VII :Etude de la nappe

1. Etude du niveau de la nappe phréatique	46
1.1 Variation spatiale des niveaux de la nappe phréatique.....	46

2. Salinité globales	48
2.1. Conductivité électrique.....	48
2.1.1. Variations spatiales du conductivite electrique.....	48
2.2. Résidus sec des eaux phréatiques.....	50
2.2.1. Variations spatiales des résidus secs	50
3. pH des eaux phréatiques.....	52
3.1. Variations spatiales du pH.....	52
4. Conclusion.....	54

Chapitre VII :Etude du sol

1. Etude des propriétés physiques.....	55
1.1 Humidité du sol	55
1.2Granulométrie.....	56
1.2.1Granulometrie des sols dans les ghouts inondés	56
1.2.2Granulometrie des sols dans les ghouts humides	57
1.2.3.Granulometrie des sols dans les ghouts secs	57
1.2.4. Variations spatiales du sable totale dans la région du Souf	58
2. Etude des propriétés physico-chimiques.....	60
2.1. Salinité global.....	60
2.1.1Conductivité électrique des sols	60
2.1.1.1. Variations spatiales de la conductivité électrique dans région du Souf.....	61
2.1.2. Résidu sec des sols	63
2.1.2.1. Variations spatiales du résidu sec dans la région du Souf.....	63
2.2. pH des sols	65
2.2.1. Variations spatiales du pH dans la région du Souf.....	65
3. Etude des propriétés chimiques	67
3.1. Taux de gypse.....	67
3.1.1. Variations spatiales du taux de gypse dans la région du Souf	67
3.2. Taux de calcaire	69
3.2.1. Variations spatiales du taux de calcaire dans la région du Souf	69
3.3. Matière organique	71
Tableau XII. Taux de Matière organique des sols dans les stations d'études.....	71
3.3.1. Variations spatiales du taux de matière organique dans la région du Souf.....	71
4. Conclusion.....	73
Conclusion générale	74
Recommandations	76
Références bibliographiques	77
Annexes :	80

Liste des figures

Figure 1. Présentation géographique de la région de Souf (Google, 2008)	17
Figure 2. Diagramme ombrothermique de GAUSSEN appliquée à la région du Souf (1999-2008).....	24
Figure 3. Le Climagramme d'Emberger en (1999 à 2008)	25
Figure 4. Mécanisme d'alimentation de la nappe phréatique (COTE M, 1998).....	35
Figure 5. État des ghouts d'après M. Cote 2006.....	32
Figure 6. Carte présentative des ghouts d'études dans la région de Souf	33
Figure 7. Moyenne des mesures du niveau de la nappe phréatique	46
Figure 8. Variations spatiales des niveaux de la nappe phréatique	47
Figure 9. Salinité moyenne d'eau phréatique dans les ghouts	48
Figure 10. Variation spatial de la conductivité électrique de la nappe phréatique.....	49
Figure 11. Le résidu sec moyen de la nappe phréatique dans les ghouts.....	50
Figure 12. Variations spatiales des résidus secs.....	51
Figure 13. pH moyenne des eaux phréatiques dans les ghouts	52
Figure 14. Variations spatiales du pH	53
Figure 15. Variations de l'humidité du sol dans les stations d'étude.....	55
Figure 16. Variations de la granulométrie des sols dans les ghouts inondés	56
Figure 17. Variations de la granulométrie des sols dans les ghouts humides	57
Figure 18. Variations de la granulométrie des sols dans les ghouts secs	57
Figure 19. Variations spatiales du sable total des trois couches	59
Figure 20. Variations de la conductivité électrique du sol dans les stations d'études	60
Figure 21. Variations spatiales de la conductivité électrique des trois couches.....	62
Figure 22. Variations du résidu sec dans les stations d'études	63
Figure 23. Variations spatiales des résidus secs des trois couches	64
Figure 24. Variations du pH du sol dans les stations d'études.....	65
Figure 25. Variations spatiales du pH des trois couches.....	66
Figure 26. Variations du taux de gypse du sol dans les stations d'études.....	67
Figure 27. Variations spatiales du taux de gypse des trois couches.....	68
Figure 28. Variations de taux de calcaire du sol dans les stations d'études.....	69
Figure 29. Variations spatiales du taux de calcaire des trois couches.....	70

Figure 30. Variations du taux de matière organique dans les ghouts d'études	71
Figure 31. Variations spatiales du taux de matière organique des trois couches	72

Liste des tableaux

Tableau I. Données climatiques de 1999-2008 (O.N.M, 2009).	22
Tableau II. Fiche des données de la station inondée	29
Tableau III. Fiche des données des stations humide	30
Tableau IV. Fiche des données de stations sèches	31
Tableau V. Taux d'humidité des sols dans les stations d'études	55
Tableau VI. Granulométrie du sol dans les ghouts étudié.....	56
Tableau VII. La conductivité électrique des sols dans les stations d'études (dS/m)	60
Tableau VIII. Le résidu sec des sols dans les stations d'études	63
Tableau IX. pH du sol dans les stations d'études.....	65
Tableau X. Taux de gypse des sols dans les stations d'études.....	67
Tableau XI. Taux de calcaire des sols dans les stations d'études	69
Tableau XII. Taux de Matière organique des sols dans les stations d'études	71

Liste des photos

Photo 1. Ghout inondé dans la région du souf	30
Photo 2. Ghout humide dans la région du souf.....	31
Photo 3. Ghout sec la région du souf	31
Photo 4. Mesure du niveau de la nappe (A) et Prélèvement des eaux (B).....	34
Photo 5. Mesure du niveau de la nappe (A) et Prélèvement des eaux (B).....	35
Photo 6. Prélèvement de sol	35

Liste des abréviations

A.E.P : Agence d'eau potable.

A.N.R.H : Agence national des ressources hydrauliques.

A+L : Limon plus argiles

B.N.E.D.E.R : Bureau national des études pour le développement rural.

C : Calcaire

C.E.n : Conductivité électrique de la nappe

C.E.s : Conductivité électrique du sol

CI : Complexe intercalaire.

CT : Complexe terminale.

D.H.W : Direction d'hydraulique de la wilaya

D.S.A : Direction des services agricoles.

E.N.A.G.E.O : Entreprise nationale de géophysique.

G : Gypse

H : Humidités du sol

I.T.D.A.S : Institut technique de développement d'agronomie saharien.

MO : Matière organique

O.N.M : Office national de météorologie

pHn. : pH de la nappe

pHs. : pH du sol

Pn. : Profondeur de la nappe phréatique

R.s.n. : Résidu sec de la nappe.

R.S. : Résidu sec.

R.s.s : Résidu sec du sol.

S.f. : Sable fin

S.g. : Sable grosses

Remerciements

Je remercie Dieu tout puissant de m'avoir accordé la force, le courage et les moyens afin de pouvoir accomplir ce travail.

Je remercie tout particulièrement mon promoteur Mr. SAKER ML, pour ces orientations, ces conseils et l'aide qu'il m'a donnée.

A mon Co-promoteur Mr. DADDI BOUHOUNE M.

A Mr. HAMDI AISSA B, par sa présence en tant que président de jury.

A Mme. BENMAHCENE S. Mr LADGICI A et Mr IDDER A qui ont bien voulu examiner ce présent travail.

Je remercie aussi tous mes amis et mes collègues notamment SABER R, LABBI Y., CHACHA B., MESBAHI A., KACHEHA A. et HAKIME A., RAMDANI M., BEHIR T., CHOUKRI. , OMAR.

Enfin, j'invite tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail, qu'ils trouvent ici mes vifs remerciements.

DEDICACE

Je dédie ce modeste travail

*A ma source de tendresse, l'être la plus chère dans le monde, la
femme la plus patiente*

Ma chère mère

Mon idéal, l'être le plus généreux

Mon cher père

A mes frères et mes sœurs et ma grand-mère

*A tous mes collègues de l'université Kasdi Merbah-Ouargla en
particulier les étudiants de la 5^{ème} année Mise en valeur*

*A tous mes amis qui ont toujours été à mes cotés dans les bons et les
mauvais moments*

SAID

Introduction

Le Souf est une région qui compte parmi les plus originales ; sa situation dans l'Erg oriental, presque au contact des grands chotts (DUBOST, 1991).

L'agriculture est l'activité principale dans la région, et notamment l'exploitation du palmier dattier par un ancien système, répandu dans les palmeraies traditionnelles. Ce sont des micropropriétés dans lesquelles les palmiers dattiers sont implantés au fond de grandes alvéoles, creusées dans le sable de l'Erg, juste au dessus du toit de la nappe phréatique. D'énormes quantités de sable sont dégagées par les hommes pour constituer ce qu'on appelle un Ghout. Ces palmeraies forment un modèle agronomique d'autosubsistance, assurant en premier lieu, la survie de l'exploitant et son ménage, et loin d'être orienté à produire des surplus commercialisables (LEGHRISSE, 2007).

L'homme par sa persévérance, ses efforts, sa technicité et son ingéniosité a pu domestiquer l'hostilité du milieu (sable, vents, sécheresse, fortes chaleurs en été...etc.) en une œuvre inouïe par son unicité et son originalité, formant cet espace vivant, dans lequel vit une société oasienne, refuge pour la biodiversité agricole et lieu de développement de tout un savoir faire inédit. Cette technique du Ghout révèle une intelligence ancestrale de l'homme soufi.

Durant la dernière décennie dans la région du Souf, et contrairement à certaines régions sahariennes qui souffrent d'un manque d'eau, la région souffre d'un problème de remontée de la nappe phréatique.

Les premiers habitants de cette région utilisaient uniquement les eaux de la nappe superficielle, mais avec la croissance démographique et économique qu'a connue cette région, et le développement des techniques des forages, ils ont eu recours à l'exploitation des nappes profondes ces dernières années, parallèlement à cela, on assiste à la remontée des eaux dans les ghout (NECIB, 2000).

Le phénomène a pris des dimensions très alarmantes ces dix dernières années, contribuant au dépérissement des palmiers, dont les conséquences sont très négatives sur le plan économique et social.

Dans notre travail, nous essayerons de saisir la répartition spatiale et l'impact de la remontée de la nappe phréatique sur le système ghout à oued souf.

A travers cette confrontation de ce système, plusieurs questions qui s'imposent d'elles mêmes:

La remontée de la nappe phréatique est la principale cause de la dégradation du ghout dans la région du souf ?

Quelle sont les effets de ces phénomènes sur les caractères édaphiques des ghouts et sur leur palmiers?

Pour cela, nous avons effectuée sur les différents types de ghouts des analyses sur la nappe phréatique et le sol.

Notre travail comporte trois parties essentielles, à savoir :

La première partie de notre travail a été consacrée à la synthèse bibliographique : définition des concepts pour avoir une idée sur les systèmes agricoles oasiens, la remontée des eaux phréatiques au souf et la présentation de la région d'étude.

La seconde partie a été réservée aux matériels et méthodes utilisés pour la réalisation de ce travail.

La troisième partie est inhérente aux résultats et discussions de notre travail.

1. Définition de système de culture

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 spéculations, 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. 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 SENOUSSE (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 compte 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, chimiques, biologiques et terres disponibles).

3. L'oasis de Souf

Le Souf groupe 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).

3.4.1 Définition du système ghout

Un ghout est une technique de culture de palmiers dattiers propre à la région du Souf. 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 oasisiens 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).

3.4.2 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.

3.4.3. 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 ; Dégla Beida ; Tafzouine ; 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).

3.4.4 La construction du ghout

Le ghout est une technique particulière de plantation, qui consiste à planter plusieurs palmiers dans une excavation commune pratiquée dans les sahanes à travers les couches superficielles gypso-salines de tercha, de manière à placer les racines des jeunes plants au contact de l'horizon humide de la nappe superficielle.

Les déblais de Tercha et de sable sont disposés en cercles autour de cette excavation qu'on doit protéger de l'ensablement par des haies de palmes, appelées le zerb qui arrête le sable et l'accumulation pour former une immense dune circulaire.

La construction des ghouts et leur réglementation fait l'objet d'une codification précise dont certains agriculteurs experts sont les dépositaires (DANIEL D, 1991).

1-Situation géographique

La région du Souf se situe au Sud Est de l'Algérie, à 600Km de la capitale Alger (Carte N°1). Elle est dans les confins septentrionaux de l'Erg Oriental (33° à 34° N et 6° à 8° E). Elle est limitée à l'Est par l'immense chott tunisien El-Djérid, au Nord par les chotts Merouane, Melrhir et Rharsa, à l'Ouest par la trainée des chotts de l'Oued Rhir et au Sud par Ouargla (Oued Maya) (VOISIN, 2004).

Cette région se trouve à une altitude moyenne de 80 m, accusant une diminution notable du Sud au Nord pour être à 25 m au dessous du niveau de la mer dans le chott Melghir qui occupe le fond de l'immense bassin du bas Sahara (NAJAH, 1971).

2- Les facteurs écologiques

Il est classique de distinguer en écologie des facteurs abiotiques et des facteurs biotiques.

2.1 - Facteurs abiotiques

Sous le terme facteurs abiotiques, nous allons étudier les facteurs physiques de la région (le sol, le relief et l'hydrogéologie), et les facteurs climatiques (la température, les précipitations, l'humidité relative et le vent).

2.1.1. - Facteurs physiques de la région

Dans cette partie on expose et on définit le type de sol, le relief, l'hydrogéologie (la position du courant d'eau souterraine).

2.1.1.1 - Le sol

Le sol de la région du Souf est un sol typique des régions sahariennes. C'est un sol pauvre en matière organique, à texture sableuse et à structure caractérisée par une perméabilité à l'eau très importante (HLISSE, 2007).

2.1.1.2. - Le relief

La région du Souf est une région sablonneuse avec des dunes, pouvant atteindre 100 mètres de hauteur. Le relief est assez accentué et se présente sous un double aspect. L'un est un Erg, c'est-à-dire une région où le sable s'accumule en dunes et c'est la partie la plus importante, elle occupe $\frac{3}{4}$ de la surface totale. L'autre est le Sahara ou région plate et déprimée, formant les dépressions fermées, entourées par les dunes, qui forment des dépressions, entourées de dunes (NADJEH, 1971).

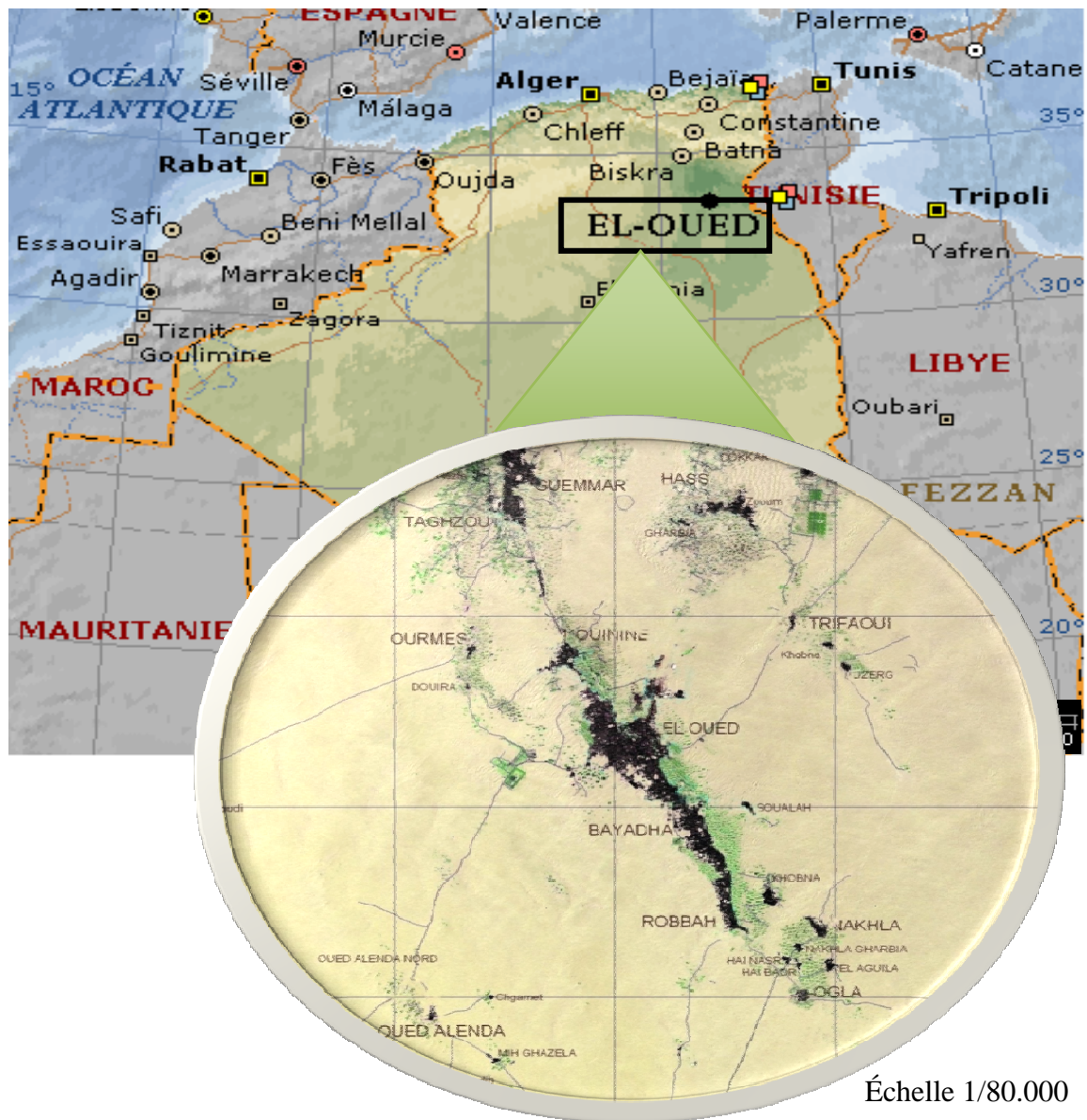


Figure 1. Présentation géographique de la région de Souf (Google, 2008)

2.1.1.3-Hydrogéologie

Le sud de l'Algérie couvre 85% du territoire global du pays, avec une superficie d'environ 2156000 km², et une population qui a dépassé les trois millions d'habitants (REMINE, 2003).

Considérée comme une zone désertique, où les précipitations sont quasi nulles, les crues sont violentes et dévastatrices, le charriage est considérable et l'érosion des berges participe au transport solide dans les cours d'eau, avec un débit appréciable.

Pour ce grand espace, l'essentiel des ces ressources en eau est localisée dans 02 grandes systèmes aquifères ; la nappe du CI qui est un grande réservoir d'eau fossile qui s'étant sur tout Sahara septentrional et la nappe de CT qui est un aquifère peu profond. (REMINI, 2003).

2.1.1.3.1 – L'Aquifère du Continental Intercalaire

Le continental Intercalaire occupe l'intervalle stratigraphique, compris entre la base du trias et le sommet de L'Albien. Ce réservoir, avec son volume considérable dû à la fois à son extension, surtout le Sahara septentrional (600000 Km²) et son épaisseur, cette dernière peut atteindre les 1000 mètres au Nord Ouest du Sahara.

La nappe du continental Intercalaire est un réservoir à eau douce, dont la plus grande partie de cette ressource est remplie pendant les périodes pluvieuses du Quaternaire.

Les eaux du Continental Intercalaire sont caractérisées par :

-Une température qui dépasse les 60 °C, sauf aux endroits où l'Aquifère est proche de la surface du sol.

- Une charge en H₂S et CO₂ qui lui donne un caractère corrosif.

- La minéralisation de l'eau oscille entre 1 et 2 g/l de résidu sec et peut atteindre les 5g/l.

L'alimentation de la nappe, malgré qu'elle est relativement faible se fait par ruissellement à la périphérie du réservoir, tout au long de l'extrémité des Oueds qui descendent des monts de l'Atlas saharien, du Dahar tunisien, du plateau de Tadmaït et Tinhert et des pluies exceptionnelles sur le grand Erg.

L'écoulement des eaux de cette nappe se fait dans la partie occidentale du Nord vers le Sud et dans sa partie orientale de l'Ouest vers l'Est. (KHADRAOUI, 2000)

***L'Aquifère du Continental Intercalaire au Souf**

La formation du continental intercalaire est représentée par des dépôts continentaux sablo gréseux et sablo argileux du crétacé inférieur. C'est un système aquifère multicouches 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 litres /seconde (GUERISSI, 2007).

La nappe du Continental Intercalaire est captée à une profondeur moyenne de 1900 m, l'eau de cette nappe se distingue par sa température très élevée, atteignant plus de 60 °C, et un résidu sec de 2 à 3 g/l (A.N.R.H., 2005).

2.1.1.3.2-L'Aquifère du Complexe Terminal

La nappe de Complexe Terminal (C.T) se localise dans le Sahara occidental et s'étend sur une superficie de 350000 Km², avec une profondeur oscillant entre 100 et 500 m.

Le Complexe Terminal est constitué par des formations d'âge et de lithologie différents, à la base, il y a le Sénono-éocène carbonaté et du sommet, on trouve le Mio-pliocène sablo-argileux. La nappe du Complexe Terminal est en charge sous formations argileuse du Mio-pliocène dans la partie Nord, et libre dans la partie Sud.

L'écoulement général se fait vers les Chotts et vers le golf de Gabes, Les eaux de cet aquifère se caractérise par une température peu élevée. Cette eau est moins chargée en sels sur les bordures et relativement élevée au centre (plus de 3 g/l). (KHADRAOUI, 2000).

***L'Aquifère du Complexe Terminal au Souf**

D'après des études faites par la direction de l'Hydraulique de Souf et l'Agence Nationale des Ressources Hydrauliques de Ouargla, cette nappe couvre une partie importante du Sahara septentrional, avec environ 35000 Km² de superficie, captée par une centaine de sondages, débitant ainsi plus de 3120 l/s. Elle est contenue, soit dans des sables ou dans des calcaires, (BEN HAMIDA et BEN SEGHIR, 1993).

➤ Nappe des sables

Au sein de ces niveaux sableux, viennent s'engendrer deux nappes, de type captif dont la première correspond à la formation supérieure du complexe terminale, appelée communément réservoir du « Sub-Souf». Cette nappe constituée de sable grossiers et faisant partie du complexe terminale s'émerge progressivement vers le Nord du Sahara.

Il faut mentionner également d'existence d'une deuxième nappe de sable d'âge Pontien. Au-dessus des bancs supérieurs de la nappe des calcaires et en contact avec les marnes de l'Eocène Inferieur et des graviers Siliceux, constituant donc une

deuxième nappe captive en continuité avec la nappe du Pontien du Sud Tunisien. La profondeur de cette nappe varie entre 400 et 460 mètres environ.

L'écoulement des eaux dans ces deux dernières nappes se fait du Sud Ouest vers le Nord Est, automatiquement, vers la zone des Chotts (Melghir et Merouane).

Dans la zone a forte exploitation, telle que la ville d'El Oued, l'extraction des eaux se fait par passage, par contre dans les régions ou l'exploitation est moindre à Taleb Laarbi et Douar El Maa, la nappe est exploitée par artésianisme, c'est le cas de la nappe Continental.

➤ **Nappe des Calcaires**

Le Complexe terminale du Souf possède une litho stratigraphie plus complexe, les forages captant cette nappe nous montrent l'existence de deux niveaux durs, servant de repère la classification des eaux souterraines, du sud au nord, nous observons l'existence d'un premier niveau calcaire, mieux individualisé parfois, il est purement calcaire, quelque fois, il est formé par des calcaires gypseux, il correspond ainsi au niveau inférieur.

Le niveau supérieur principalement représenté par des calcaires siliceux, et considéré comme une zone de transition entre la nappe des calcaires et celle des sables. Dans l'ensemble, ces deux niveaux sont séparés par des formations. Tantôt marneuses parfois d'argile (rouge). (NECIB A, 2001).

D'après les forages profonds, captant cette nappe, nous remarquons que, sa profondeur varie entre 500 et 800 mètres, mais il faut mentionner également que cette dernière n'est pratiquement pas exploitée dans la région du Souf.

2.1.1.3.3 La nappe phréatique

C'est une nappe libre, contenue dans des sables fins, intercalées localement par des lentilles d'argiles sableuses et gypseuses. Elle repose sur un substratum argileux, imperméable, d'une épaisseur de 200 mètres (NECIB A, 2001).

La nappe phréatique s'étale sur presque la quasi-totalité du territoire de la vallée, elle est exploitée par environ 10.000 puits traditionnels, à une profondeur moyenne de 40m (A.N.R.H., 2005).

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 (DHW in Côte, 2001).

2.1.2- Les facteurs climatiques

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).

L'analyse des données climatiques enregistrées durant 10ans, de 1999 à 2008, donne les résultats suivants :

2.1.2.1- 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 I montrent :

- * Une température moyenne annuelle de l'ordre de 22 ,66C.
- * Le mois le plus chaud est juillet avec 34,43° C.
- * Le mois le plus froid est janvier avec 10,76° C.
- * Une période froide, s'étalant de novembre à avril, avec une moyenne de 14,99° C
- * Une période chaude, s'étalant de mai à octobre, avec une moyenne de 29,98° C.

2.1.2.2- pluviométrie

La pluviométrie constitue une donnée fondamentale pour caractériser le climat d'une région. De ce fait, on remarque à travers le tableau n°1 que les précipitations sont peu abondantes et irrégulières. Les précipitations annuelles moyennes (1999-2008) sont de l'ordre de 5,47 mm. 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.

2.1.2.3-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 47,39% (1999-2008).

La valeur de l'humidité moyenne maximale dans la région du Souf est enregistrée pendant le mois de décembre, avec 67,7% et la valeur de l'humidité moyenne minimale dans cette région est enregistrée pendant le mois de juillet, avec 30,9 % (tableau I) (O.N.M, 2009).

2.1.2.4-Evaporation

Elle est importante durant la période chaude de l'année. La valeur maximale est de 33,44mm au mois de juillet, et la valeur minimale est de 7,67mm au mois de janvier. Le cumul annuel est de l'ordre de 228,44 mm (tableau I) (O.N.M, 2009).

2.1.2.5-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 juin, avec un volume horaire de 344 heures. La moyenne annuelle de l'insolation est de 273,40 heures/mois. (Tableau I) (O.N.M, 2009).

Tableau I. Données climatiques de 1999-2008 (O.N.M, 2009).

Paramètres climatiques	Températures moy. (°C)	Précipitations en mm.	Humidité Relative%	Evaporation en (mm).	Insolation par mois (h/mois)	Vitesses de Vent (m/s).
Mois						
Janvier	10,76	12,88	64.4	7,67	238,9	2,64
Février	12,92	1,82	53.7	10,44	239,1	2,58
Mars	17,84	5,06	45.1	16,02	274,6	3,90
Avril	21,56	9,15	42.8	21,28	278,4	4,02
Mai	26,45	1,96	39.2	26,53	301,1	4,09
Juin	31,30	0,62	32.7	28,8	344,9	3,87
Juillet	34,43	0,22	30.9	33,44	337	3,59
Août	33,83	2,91	34.8	28,09	327,6	3,08
Septembre	28,67	5,21	45.6	20,23	263,6	3,28
Octobre	25,33	7,01	52.3	15,57	245	2,26
Novembre	16,18	7,19	59.5	10,79	226,1	2,10
Décembre	12,65	11,61	67.7	9,58	204,5	2,32
Moyenne annuelle	22,66	65.64*	47,39	228 ,44*	273,40	3,14

* : cumul

2.1.2.6-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 dominants 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, à 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 2,32m/s (Tableau I) (O.N.M, 2009).

2.1.3-Synthèse climatique

Afin de pouvoir caractériser le climat d'une localité ou d'une région ,de nombreux indices, formules et expressions graphiques son proposés, mais ces formulations font toutes intervenir les températures et les précipitations, comme principales variables (LACOSTE et SALALON, 2001).Ces deux facteurs sont utilisés pour construire les diagrammes ombrothermique de Gausson et le Climagramme pluviothermiques d'Emberger.

***Diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN**

Le diagramme Ombrothermique de (BAGNOULS et GAUSSEN ,1953 in DADDI BOUHOUN, 1997) permet de suivre les variations mensuelles de la période sèche, il est représenté à travers une échelle ou $p= 2T$.

L'aire comprise entre les deux courbes représente la période sèche dans la région du Souf, cette période s'étale sur toute l'année Figure 2.

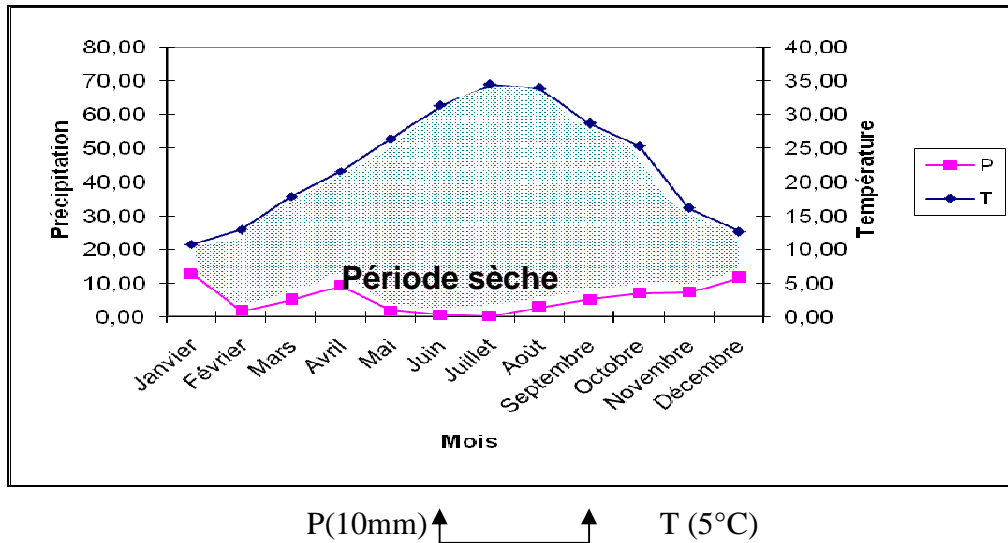


Figure 2. Diagramme ombrothermique de GAUSSEN appliquée à la région du Souf (1999-2008)

*Climagramme d'Emberger

Il permet de connaître l'étage bioclimatique de la région d'étude et de donner une signification écologique du climat.

En abscisses, sont représentées les moyennés des minimas des mois le plus froid. En ordonnées, on a les valeurs du quotient pluviométrique Q_2 (figure 3) sur le climagramme, sont portés les différents étages bioclimatiques sahariens, arides, semi-arides, subhumides et humides.

D'après la formule de STEWART, adaptée pour l'Algérie et le Maroc, qui se présente comme suit: $Q_2 = 3,43 \times P / (M-m)$

Où :

Q_2 : facteur de précipitation d'Emberger.

P : précipitation annuelle.

M : Température du mois le plus chaud.

m : Température minimale du mois le plus froid.

Et d'après les données de la période de 10 ans, on a :

P: 65,64mm

M: 314,84calven

m: 277,81calven

Donc $Q_2 = 6,08$.

Et après la position sur le Diagramme d'Emberger, on trouve que la région d'étude est située dans la partie caractérisée par un climat saharien, avec un hiver doux.

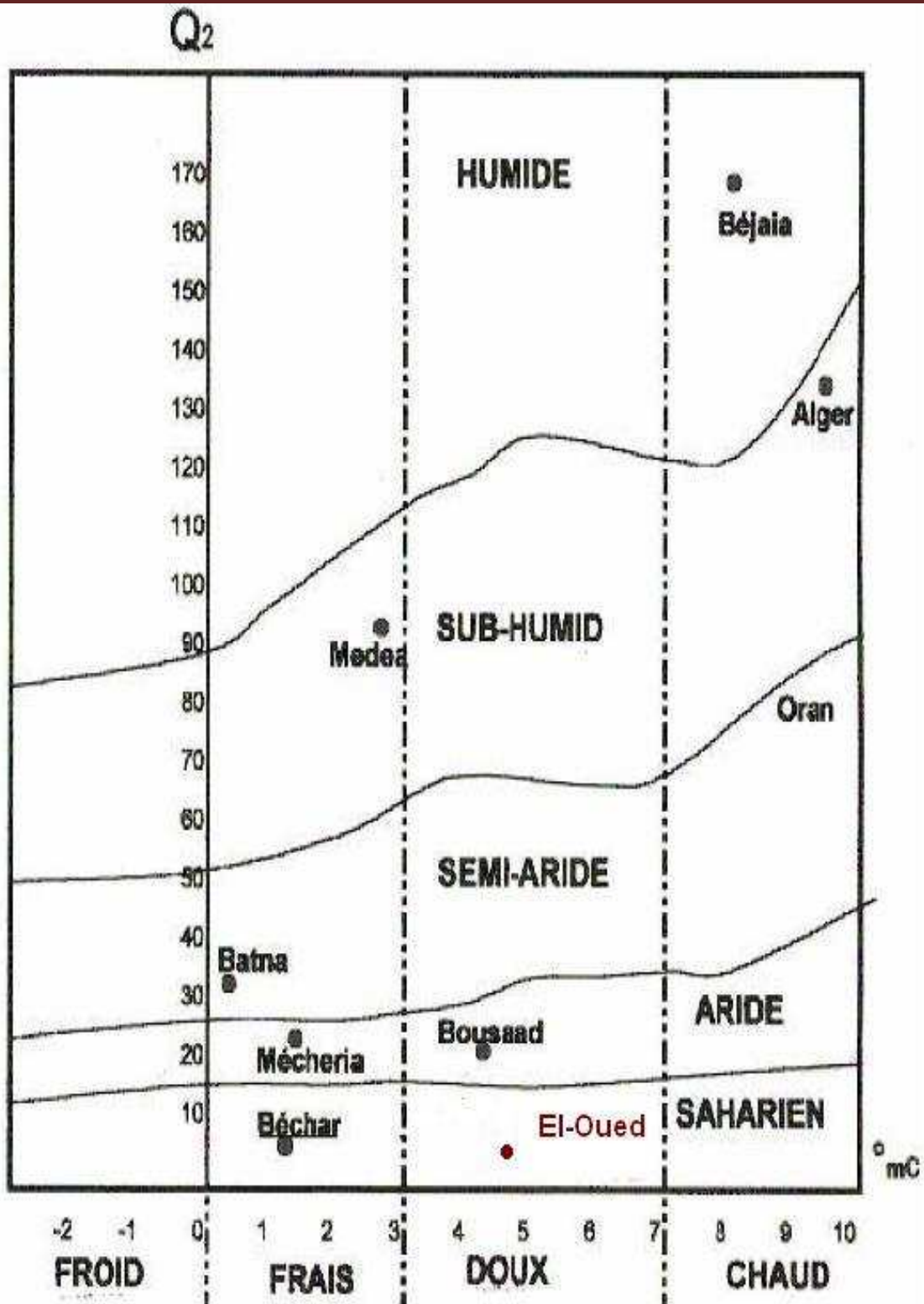


Figure 3. Le Climagramme d'Emberger en (1999 à 2008)

2.2- Facteurs biotiques

Dans cette partie, on s'intéresse aux données bibliographiques de la faune et la flore de la région d'étude.

2.2.1 - Données bibliographiques sur la flore de Souf

Des arbustes rabougris et des touffes d'herbes espacées croissent aux pieds 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.

(VOISIN, 2004).

Les principales plantes caractéristiques du Souf sont : Le Drinn (*Aristida pungens*), l'Alenda (*Ephédra alata*), l'Arta (*Calligonum comosum*), le Retem (*Retama retam*), l'Adhide (*Euphorbia guyoniana*), le Genêt (*Genista saharae*), l'Ethel (*Tamarix articulata*), le Saxaoul (*Anabasis ammodendron*)

2.2.2. Données bibliographiques sur la faune du Souf

Les deux principaux embranchements représentés dans le Souf sont les articulés (insectes, arachnides) et les vertèbrés (mammifères, oiseaux, reptiles). Si tout le monde connaît le lézard, le scarabé, 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. (VOISIN, 2004).

3. L'agriculture dans la région du Souf

L'activité principale dans cette région a longtemps été basée sur l'agriculture, et notamment l'exploitation du palmier dattier, en utilisant une méthode originale : les Ghouts, sortes de cratères creusés et perpétuellement entretenus à main d'hommes, dont la profondeur était telle que les racines des palmiers qu'on y plantait trouvaient l'eau de la nappe phréatique à la profondeur optimale. D'où ce paysage caractéristique de la vallée du Souf.

Le système agricole dans les oasis, est constitué par un groupe d'exploitations qui 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 dattière est vendue, afin de dégager un supplément de revenu (BNEDER, 1992).

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. (LEGHRISSE, 2007).

3.1. L'ancien système agricole du Souf

Selon le travail de (LEGHRISSE, 2007). La palmeraie traditionnelle du Souf est un ensemble de micropropriétés ou petites exploitations, sous forme d'entonnoirs (Ghouts), et dont les superficies sont réduites. Ce sont généralement des exploitations familiales, ayant pour objectif principal l'autosubsistance.

Actuellement, la plupart de ces exploitations sont mal entretenues, envahies de mauvaises herbes, inondées suite au phénomène de la remontée de la nappe phréatique.

Ce phénomène a réduit une grande partie de la superficie agricole, utilisée à l'état Ghout, et qui progresse sans cesse.

L'ancien système est caractérisé par :

A- Les moyens de production

*** 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 les 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.

*** Le matériel**

Les agriculteurs ne disposent que d'instruments rudimentaires à cause des 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), pelles, cordes, pioches, charettes (Cariola), râteaux, balanciers (Khouttara)...etc (LEGHRISSE, 2007).

*** 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 khamés. 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 (LEGHRISSE, 2007).

B- Les techniques de production*** 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 crottins de dromadaire), humain et de cendres de 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. (LEGHRISSE, 2007).

*** 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. (LEGHRISSE, 2007).

*** 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 ait un excès à drainer (LEGHRISSI, 2007).

C- 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 du sable, du fumier, des marchandises et des personnes. (LEGHRISSI, 2007)

D- Commercialisation et revenus

La production dans l'ancien système agricole est constituée essentiellement par la production dattier. Cette dernière est destinée en premier lieu à l'autoconsommation, et le surplus dégagé est commercialisé sur le marché local par de petits commerçants ou par les exploitants eux-mêmes, surtout après la dissolution de l'office national des dattes (OND). Les variétés commercialisées sont essentiellement Ghars et Deglet Nour, le prix des dattes diffère d'un cultivar à l'autre. La quantité de dattes commercialisée est faible du fait que l'exploitant cherche d'abord à satisfaire ses besoins, les autres produits non commercialisés sont en grande partie autoconsommés. (LEGHRISSI, 2007).

E-Approvisionnement

Dans l'ancien système agricole oasien, on parle généralement d'un autoapprovisionnement, en raison de la situation financière de l'exploitant et la cherté des facteurs de production. L'approvisionnement en facteurs de production concerne principalement : les semences, le fumier, le pollen, les djebbars et les engrais...etc (LEGHRISSI, 2007).

F- Le financement

L'investissement dans le système agricole oasien traditionnel provient généralement du maigre surplus dégagé de la production. Le développement de l'activité agricole se trouve

donc limité et sans évolution. Ce système ne fait jamais appel aux prêts bancaires (LEGHRISSE, 2007).

3.2. Le nouveau système agricole du souf:

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 monoculturelle ; 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 :

- l'attribution de terres aux fellahs
- une grande plantation des cultures maraîchères sous pivot (pomme de terre, fève, petit pois...etc.)
- renouvellement des vergers phoenicoles en adaptant un nouveau système d'irrigation économiseur d'eau.

3.2.1. 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- La phoeniculture

Les nouvelles exploitations sont caractérisées par de grandes dimensions, plantations rationnelles (écartements 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 Déglet 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 autres, 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...etc.

c-Autres cultures

Cette gamme de cultures qui regroupe principalement les cultures : industrielles (tabac et arachide), arboricole (olive, vigne et coing), fourragère et condimentaires 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 traits.

1. Description

La vallée du Souf souffre actuellement des conséquences négatives de la remontée des eaux de la nappe phréatique, qui a engendré l'inondation de la quasi-totalité des ghouts (cratères abritant les palmeraies), ainsi que les zones basses de la ville et sa périphérie.

Les premières apparitions de ce phénomène remontent à l'année 1969 et ont pris de l'ampleur dans les années 80, en raison d'une forte expansion démographique et d'un développement urbain anarchique, venant perturber l'équilibre naturel qui existait auparavant.

En plus de cet usage d'irrigation naturelle, la nappe phréatique était l'unique ressource pour l'approvisionnement en eau potable de la population et les animaux, ainsi que pour l'arrosage des cultures vivrières (10.000 puits traditionnels environ) (A.N.R.H, 2000).

2. Résultats des études réalisées par l'A.N.R.H en 1998

2.1. L'origine des eaux de la nappe phréatique

Cette étude a été réalisée par le CDTN au cours de l'année 1992, elle a pour but de préciser l'origine des eaux de la nappe en question et leur datation. Elle a porté sur l'échantillonnage de 69 points de mesures, et ce en vue d'analyse au laboratoire, (Oxygène, Deutérium et Carbone 14) Les résultats enregistrés ont permis de préciser qu'il s'agit d'une eau ancienne (alimentation directe par irrigation et à partir des eaux usées).

2.2. Profondeurs de la nappe

Sur la base des mesures des niveaux hydrostatiques des nappes phréatiques ,portant sur deux campagnes réalisées en 1993 et 1998, ayant permis de situer les zones ayant subi un rabattement, une remontée ou une stabilité entre les deux campagnes d'observations. Les fluctuations des niveaux des nappes oscillent généralement entre 0,30 et 8 m de profondeur. La majeure partie des zones qui se caractérisent par un rabattement se localisent au niveau des exploitations agricoles ou à leur proximité ; ceci s'explique par l'utilisation des eaux de la nappe phréatique pour l'irrigation.

Les zones concernées par la remontée des eaux, couvrent une superficie très restreinte et se localisent au Sud de Reguiba et au Nord de la localité d'Oued El Allenda. Cette remontée s'explique par la réalisation (après l'année 1993) de forages destinés à l'alimentation en eau potable de ces localités.

Quant aux zones présentant une stabilité du niveau hydrostatique, elles se localisent dans des endroits urbanisés. Cette stabilité s'explique par l'arrêt de toute réalisation de forages, y compris pour l'alimentation en eau potable (A.N.R.H, 2000).

2.3. Etude de salinité des eaux :

Les études réalisées pour la salinité des eaux a permis de tirer les conclusions suivantes:

- La salinité croit du Sud vers le Nord, en parallèle avec le sens d'écoulement de la nappe phréatique. La répartition spatiale de la teneur en sels sur l'ensemble de la vallée se présente comme suit:

- . 2 à 4 g/l au Sud et au centre de la vallée.
- . 4 à 8 g/l au Centre Nord de la vallée.
- . Supérieure à 12 g/l à l'extrémité Nord de la vallée.

L'interprétation des données des variations de la salinité fait ressortir une augmentation sur une superficie restreinte à l'Ouest de Hassi Khalifa, d'une diminution au Nord Ouest de la localité de Reguiba et dans la zone comprise entre Trifaoui et Sidi Aoun. Enfin une stabilité est constatée au niveau d'une grande partie du Sud et du centre de l'aire de l'étude. (A.N.R.H, 2000).

2.4. Etude de la pollution des eaux

Dans le souci d'exploiter et de préserver la qualité des eaux des différentes nappes notamment celles destinées à l'alimentation en eau potable, il a été jugé nécessaire de mettre en place un réseau de surveillance, constitué de 108 points de mesures (forages profonds et puits traditionnels).

Les résultats d'analyses bactériologiques, des nitrates et de fluor des échantillons d'eau prélevés ont permis de constater que:

-Les nappes profondes du complexe terminal et du continental Intercalaire ne présentent aucun risque de pollution.

-Quant à la nappe phréatique, elle se caractérise dans certaines zones par des teneurs relativement élevées en nitrates et en fluor, soit respectivement plus de 100 et 5 mg/l, teneurs supérieures par rapport aux normes admises, qui sont de 50 mg/l pour les nitrates et 2 mg/l pour le fluor.(A.N.R.H, 2000).

3. L'alimentation de la nappe phréatique

Le Souf a l'avantage de disposer de trois nappes d'eau : phréatique, profonde et très profonde. C'est le jeu réciproque entre ces trois nappes qui pose problème (COTE, 2006).

D'après Cote (2006), l'alimentation de la nappe phréatique est passée par deux étapes d'évolution :

3.1. Première étape d'évolution

L'appel à la nappe miopliocène (continental terminal), pour les besoins en AEP d'El-Oued, puis les AEP des autres centres, et secondairement pour les périmètres irrigués. Profondeur de la nappe= 2500 à 5000m ; débit des forages= 30 à 80 litres/seconde. Premier forage réalisé dans le Souf revient à 1956. Mais on n'a pas modifié pour autant le système d'évacuation des eaux, donc cet apport d'eau nouvelle de profondeur, déversée dans les puits perdus, finit par rejoindre la nappe phréatique. Celle-ci reposant sur un plancher imperméable, et gonfle de volume, a donc vu son toit monter au sein du matelas sableux.

3.2. Seconde étape d'évolution

L'appel à la nappe albienne (continental intercalaire), la ville d'El-Oued prenant des dimensions importantes (150 000 habitants aujourd'hui), ses besoins grandissant, on a fait appel à une ressource très puissante. Profondeur= 1800m, débit= 200 litres/seconde/forage, température= 57°C, premier forage réalisé en 1987. Deux autres forages ont suivi dans le Souf (l'un pour la ville également, l'autre pour le périmètre de Sahane Berry).

Or, à cet apport d'eau supplémentaire massif, n'a pas correspondu non plus une modification dans le système d'évacuation, autrement dit, l'on est passé d'un système où l'eau de la nappe phréatique, aboutissant à la nappe phréatique, à un nouveau système, dans lequel l'eau des 3 nappes aboutit à la seule nappe phréatique. Cette énorme suralimentation de la nappe superficielle explique directement sa montée progressive, Il y a eu une rupture d'un système fermé et en équilibre relatif.

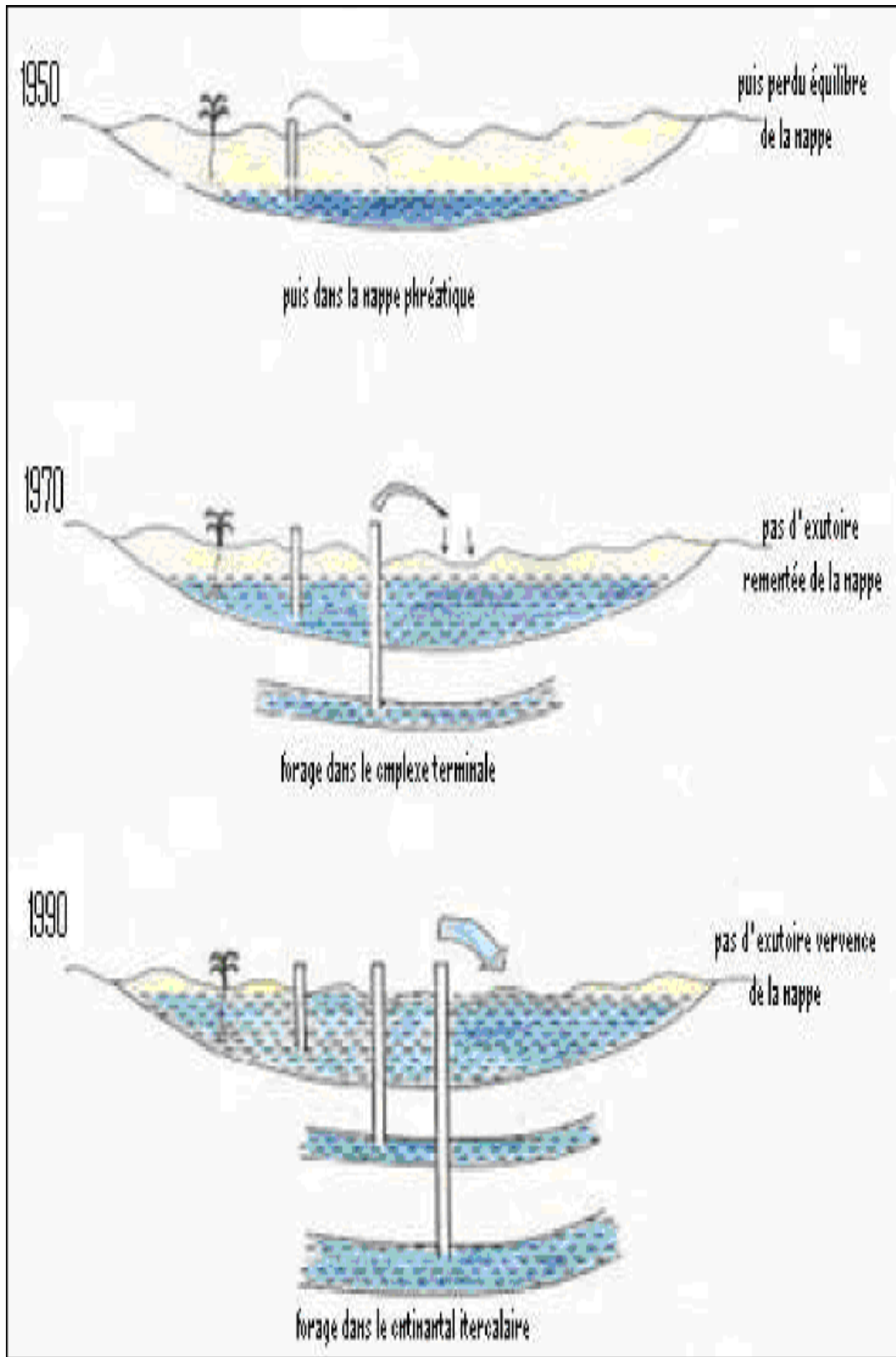


Figure 4. Mécanisme d'alimentation de la nappe phréatique (COTE M, 1998)

4. Principales causes de la remontée de la nappe phréatique du Souf

Plusieurs paramètres contribuent à la remontée des eaux de la nappe phréatique au Souf, parmi les quelles sont :

-Transfert des nappes profondes : l'utilisation des nappes profondes (CI et CT) pour l'alimentation en eaux potable et l'agriculture contribuent fortement à la remontée de la nappe superficielle. Ce transfert est facilité également par la communication inter nappes, qui est due à la vétusté des équipements d'anciens forages par les eaux usées. Il est à noter que les études techniques réalisées dans la Souf ne mentionnent pas l'existence d'une interaction entre les différences, et ce par des mouvements de sols (failles, perméabilité etc...) (A.N.R.H, 1998).

Utilisation des forages pour l'irrigation : avant, le mode d'irrigation dans le Souf, se faisait directement à partir de la nappe phréatique. Avec la baisse du niveau de la nappe, le recours aux nappes plus profondes (du complexe terminal et du continental intercalaire) a été imposé. Plusieurs puits forés dans le Souf servent aujourd'hui à des périmètres irrigués (Domaine Dhaouia) (L.A.D.E, 2004).

Le pluviomètre exceptionnel : généralement, les précipitations dans la zone du Souf ont lieu de novembre à février, le plus souvent fines et modérées, et de courtes durées.

Ces pluies deviennent parfois torrentielles et engendrent des dégâts, tels a été le cas en 1969(DSA, 1993).

Mauvaise gestion des eaux : l'ensemble des forages exploités destinés à l'alimentation des agglomérations produisent d'énormes débits, ce qui traduit une consommation excessive. De plus, nous devons signaler l'absence d'un réseau d'AEP adéquat et de capteurs sur les branchements particuliers ; ceci fait partie de la mauvaise gestion des eaux.

La topographie de la région : la topographie de la région d'El Oued est très vallonnée, avec des zones basses et des dépressions. Cette topographie conjuguée à une très forte perméabilité du sol (90% de sable) facilite l'infiltration des eaux d'irrigation et de pluie (70mm/an) vers la nappe phréatique. Cette situation est aggravée par le manque d'exutoire naturel, proche de la région (ANRH, 1993).

Absence d'un réseau d'assainissement

A ce jour, le réseau d'assainissement de la région du Souf est inexistant, malgré les efforts des autorités pour réaliser l'opération. Actuellement un bureau Suisse P.G s'occupe de l'étude de la réalisation d'un réseau d'assainissement en collaboration avec HPO hydro-projet-Ouest

et DHW d'El-Oued. De plus, les habitants utilisent toujours les puits abandonnés et les ghouts pour l'assainissement. Ceci influe sur le réservoir de la nappe phréatique et détériore davantage la qualité de l'eau (LADE, 2004).

Absence d'exutoire : la ville d'El-Oued ainsi que les agglomérations environnantes touchées par les phénomènes, sont situées dans une région où aucun exutoire quel qu'il soit n'existe (DSA, 1993).

Plus de rejets et moins de prélèvements : C'est la cause la plus importante du phénomène de la remontée. En effet, l'absence d'exutoire naturel oblige toutes les eaux citées plus haut à rejoindre la nappe en question. D'une part, cette même nappe n'est plus sollicitée, d'autre part, ceci montre clairement la cause de l'équilibre naturel qui existait avant la détérioration de la qualité des eaux de la nappe étudiée.

5. Impact de remontée de la nappe phréatique sur l'environnement de la région

La vallée du Souf est confrontée au problème grave de la remontée des eaux, phénomène discuté depuis de nombreuses années. Son impact a été négatif sur le développement économique et agricole de la région la sante publique et la vie sociale des populations.

Les effets de la remontée des eaux de la nappe phréatique du Souf sont multiples, dont les principales sont :

- * Disparition des ghouts.
- *Contamination des eaux souterraines et pollution de la nappe phréatique.
- *Apparition des roseaux dans les Ghouts et dépérissement des palmiers.
- *Augmentation des maladies à transmission hydrique
- *Abandon du Ghout par son propriétaire.
- *Les dattes sont devenues de mauvaises qualités, au point de n'être plus récoltées dans les Ghouts à moitié envahis par l'eau.
- *Apparition de décharges sauvages à l'intérieure des agglomérations, dans les Ghout abandonnés.

6. Action d'amélioration de la situation

D'après l'A.N.R.H (2000), l'amélioration de la situation créée par la remontée des eaux dans la zone du Souf est conditionnée par le rabattement de la nappe phréatique.

A cet effet, plusieurs actions sont nécessaires, à savoir:

- une meilleure gestion des réseaux de distribution d'eau potable
- le bouchage des forages non exploités ou vétustes
- l'achèvement et la réhabilitation du réseau d'assainissement
- l'arrêt total de la réalisation de nouveaux forages
- l'encouragement de l'utilisation des eaux de la nappe phréatique pour l'irrigation.

Depuis 1998, plusieurs actions ont été initiées, relancées ou programmées, dont les plus importantes sont les suivantes :

6.1-Actions relancées

- . Réalisation du réseau d'assainissement, dont une partie est fonctionnelle.
- . Réalisation du réseau de drainage dans les zones basses de la ville.
- . Remblaiement de certains ghouts en zones urbaines.
- . Réalisation de puits améliorés dans la nappe phréatique pour l'irrigation.

6.2- Actions programmées

- . Reboisement des ghouts avec des arbres hydrophiles.
- . Généralisation du comptage de l'eau potable.
- . Bouchage des forages détériorés.

1. Choix de la zone d'étude

Dans le cadre de ce travail, nous avons essayé de saisir l'impact de la remontée de la nappe phréatique sur le système agricole (ghout) dans la région du Souf.

Pour atteindre le but de ce travail, nous avons choisi trois zones d'études caractérisées par la différence de niveau de la nappe phréatique, zones (sèches, humide, inondées).

1.1. Critère de choix des zones d'étude

Notre choix a porté sur la région de Oued Souf, ce choix repose sur les éléments principaux suivants :

- la localité dispose d'un nombre important de ghout (9562 ghouts) (D.S.A, 1998).
- Cette région est touchée par la remontée de la nappe phréatique.

1.2. Choix du site expérimental

Pour atteindre l'objectif de ce travail, nous avons choisi la station de ghout, selon leurs types, avec le choix de 30 ghouts (10 ghout de chaque type).

Dans ce travail nous avons pris en considération la répartition spatiale des sites expérimentaux au niveau de la région d'étude, pour cela, nous avons fait le choix à partir de la figure 5 qui présente l'état des ghouts dans la région du Souf.

2. Caractéristiques des types de stations

2.1-Ghout inondé

Tableau II. Fiche des données de la station inondée

Station	X	Y	Superficie (m ²)	Age moyen (ans)	Nombre des palmiers
1	6°54'16.90"	33°19'08.18"	4640	59	1
2	6°54'20.69"	33°19'03.51"	4000	65	0
3	6°54'24.35"	33°19'07.45"	3000	65	4
4	6°54'32.21"	33°19'10.56"	3600	61	0
5	6°54'42.06"	33°24'42.24"	4200	63	17
6	6°50'14.61"	33°24'27.18"	4000	65	0
7	6°52'56.97"	33°21'50.33"	1800	63	0
8	6°53'32.98"	32°58'02.09"	5200	78	0
9	6°53'02.54"	33°22'20.75"	3400	54	0
10	6°52'35.86"	33°22'29.00"	4560	72	0

Ce type de ghout il représente 915 du nombre total qui est de 9562 ghouts dans la région d'étude (D.S.A, 1998).

Ce sont des ghouts caractérisés par la colonisation des roseaux (prenant la place des palmiers dattiers), et se caractérisant aussi par des palmiers dattiers en très mauvais état, et un nombre important de pieds dépéris (CHEDALA S et MOULATI H, 2008).

Ces ghouts sont dans la majorité des cas abandonnés (photo 1).



Photo 1. Ghout inondé dans la région du souf

2.2-Ghout humide

Tableau III. Fiche des données des stations humide

Station	X	Y	Superficie (m ²)	Age moyen (ans)	Nombre des palmiers
1	6°55'14.35	33°16'39.47	6120	63	110
2	6°55'13.28	33°16'44.99	6700	67	106
3	6°55'26.71	33°16'44.9"	4000	65	60
4	6°53'36.23	33°27'42.06	2700	62	57
5	6°54'16.69	33°28'01.07	3200	60	38
6	6°49'40.83	33°24'59.50	4900	59	42
7	6°50'60.7	33°25'05.8"	2490	60	47
8	6°54'44.9	33°33'07.3"	4800	63	71
9	6°42'20.5	33°32'46.9"	3000	68	60
10	6°54'50.5	33°33'07.3"	3400	62	38

Ce type de ghout représente 2100 du nombre total qui est de 9562 ghouts dans la région d'étude (D.S.A, 1998). Ces ghouts sont peu envahis par les roseaux avec une faible production de dattes (photo 2).



Photo 2. Ghout humide dans la région du souf

2.3- Ghout sec

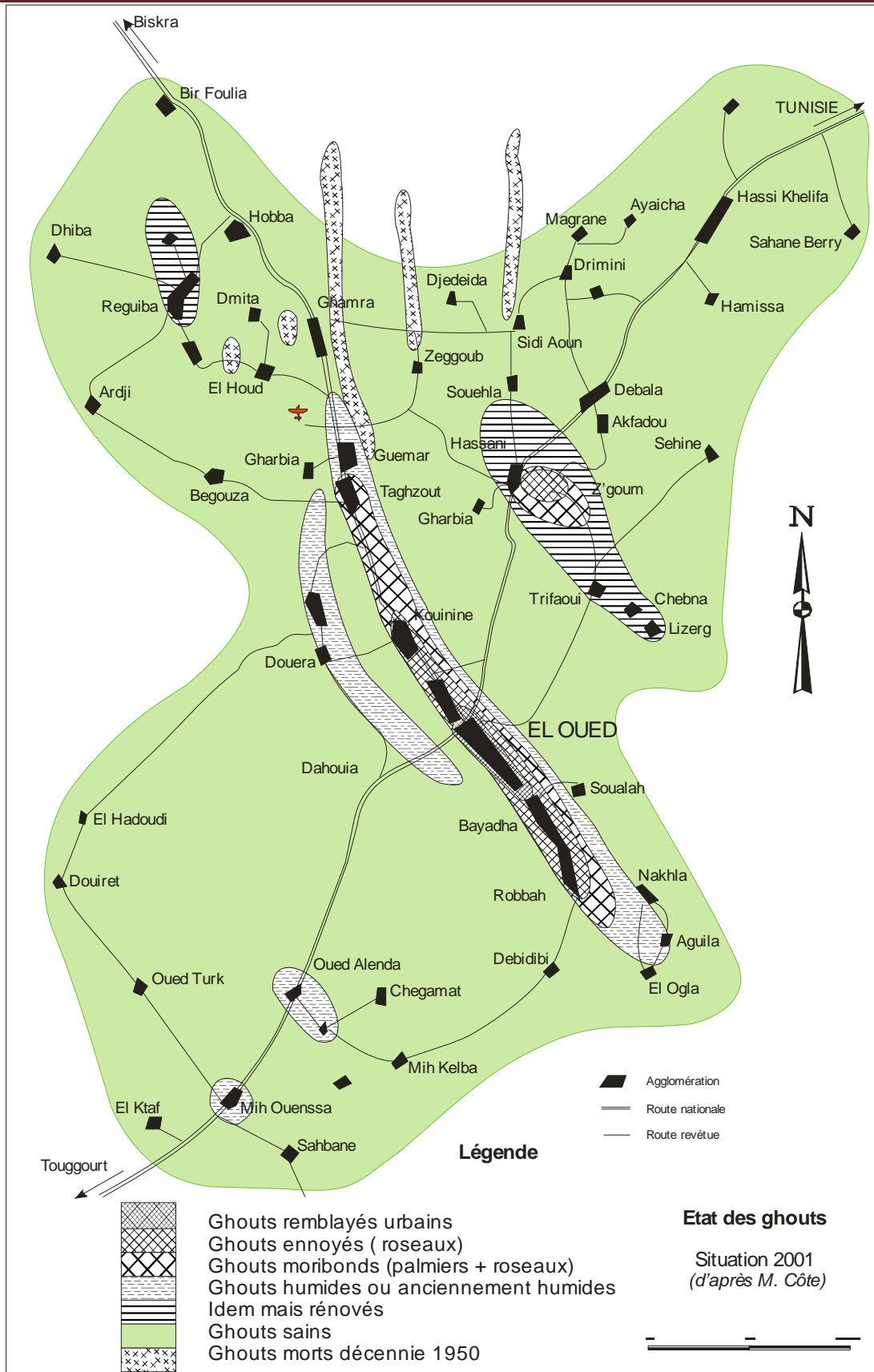
Tableau IV. Fiche des données de stations sèches

Station	X	Y	Superficie (m ²)	Age moyen (ans)	Nombre des palmiers
1	6°58'06.40"	33°14'45.09"	3840	54	55
2	6°58'03.31"	33°14'35.89"	7800	68	120
3	6°58'12.04"	33°14'28.54"	4860	51	60
4	6°52'53.22"	33°28'41.46"	3600	58	66
5	6°52'09.71"	33°28'07.76"	3200	69	69
6	6°54'36.28"	33°30'08.80"	5400	51	68
7	6°45'72.79"	33°15'61.74"	6400	53	100
8	6°41'62.90"	33°12'01.00"	5000	55	120
9	6°43'08.21"	33°10'51.82"	6200	59	150
10	6°54'50.00"	33°33'00.31"	6000	56	80

Ce type représente 6745 du nombre total qui est de 9562 ghouts (D.S.A, 1998). Ces ghouts sont caractérisés par des palmiers, en bon état (photo 3).



Photo 3. Ghout sec la région du souf



re 5. État des ghouts d'après M. Cote 2006.

Figur



Figure 6. Carte présentative des ghouts d'études dans la région de Souf

1. Approche méthodologique

Dans la région du Souf, la remontée des eaux phréatiques provoque des effets négatifs sur le système agricole (Ghout). C'est dans ce contexte que s'inscrit notre travail qui porte sur l'étude de l'impact de quelques contraintes physico-chimiques du sol et de la nappe sur le dysfonctionnement et l'avenir du système agricole (Ghout).

Pour atteindre notre objectif de travail, nous avons adopté la démarche suivante schéma 1 :

1.1- Travail d'enquête

Elle se consiste dans la réalisation des enquêtes. Celles-ci ont été réalisées au cours des entretiens directs avec les agriculteurs dans leurs palmeraies pour connaître la situation globale de ces derniers, après la remontée de la nappe phréatique. Par conséquent, les changements accidentels qui ont suivi ce phénomène. Il s'agit en effet de recueillir les informations qui vont nous permettre de mieux cerner la problématique de la station d'étude et en même temps de connaître la réaction de l'agriculteur contre ce problème.

1.2- Caractérisation des eaux de la nappe phréatique

Nous avons prélevé les échantillons au niveau de chaque ghout, selon le type de ghout et le niveau de la nappe. Ces prélèvements sont réalisés en hiver pour :

***Ghouts inondés** : dans les ghouts inondés, nous avons prélevé l'eau directement à la surface, et nous avons mesuré le niveau de la nappe, à l'aide d'une règle graduée (photo 4).

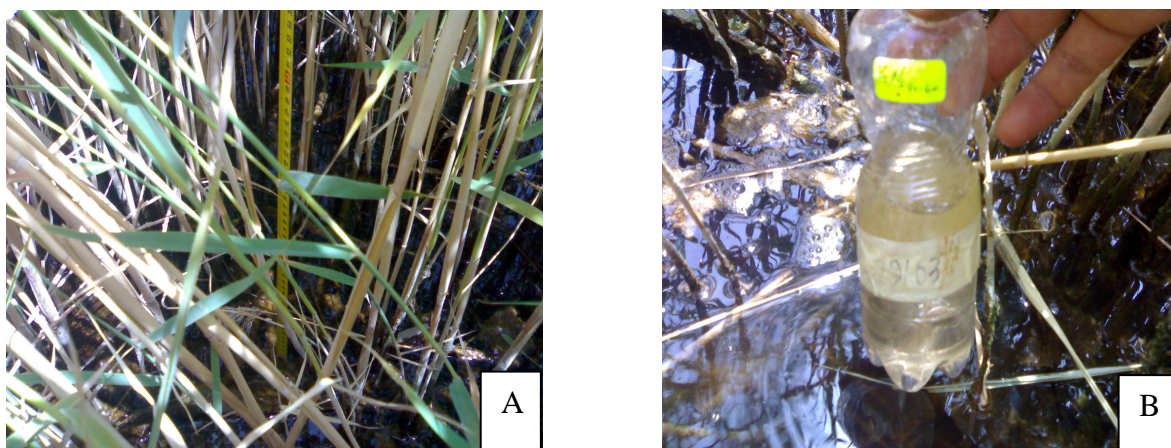


Photo 4. Mesure du niveau de la nappe (A) et Prélèvement des eaux (B)

***Ghouts humides** : dans les ghouts humides, nous avons prélevé l'échantillon par un tuyau plastique transparent et fin, et nous avons mesuré le niveau de l'eau avec une règle graduée (photo 5).

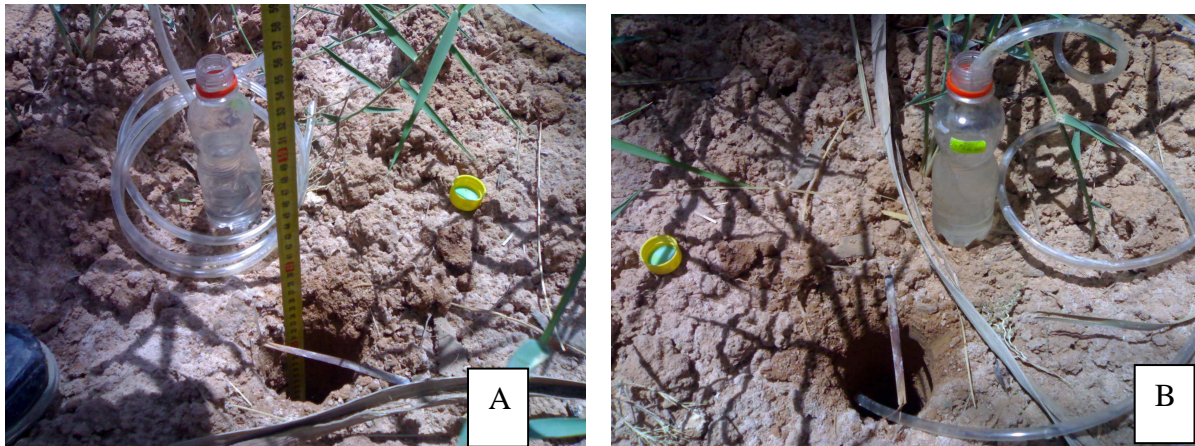


Photo 5. Mesure du niveau de la nappe (A) et Prélèvement des eaux (B)

***Ghouts secs :** dans les ghouts secs, nous avons prélevé l'eau au niveau des puits, lorsque le niveau de la nappe est très profond. Pour déterminer le niveau de la nappe, nous avons utilisé pour cela, une sonde piézométrique.

A l'aide des bouteilles en plastique, nous avons prélevé l'eau de la nappe juste à côté de chaque point d'eau.

Après la filtration des eaux nous avons réalisé les analyses suivantes : la conductivité électrique (CE) à 25° C, le pH et le résidu sec.

1.3-caractérisation des sols

A l'aide d'une tarière de 120 cm de longueur, on prélevé les échantillons de sol on les met dans des sachets en plastique pour éviter leur séchage, afin de déterminer le taux d'humidité (photo 6).

Chaque prélèvement est constitué de 3 couches de 40 cm. Après avoir déterminé l'humidité, les échantillons sont séchés à l'air libre, puis tamisé à 2 mm. Les analyses effectuées sont les suivantes :

La conductivité électrique (CE) 1/5 à 25°C, le pH 1/5, le résidu sec, le taux de calcaire, le taux de gypse et le taux de matière organique.

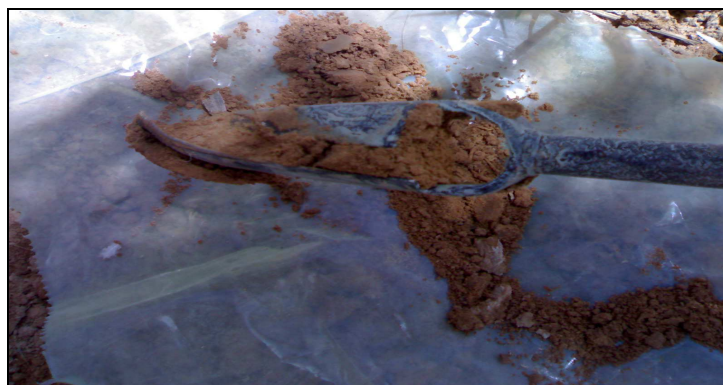


Photo 6. Prélèvement de sol

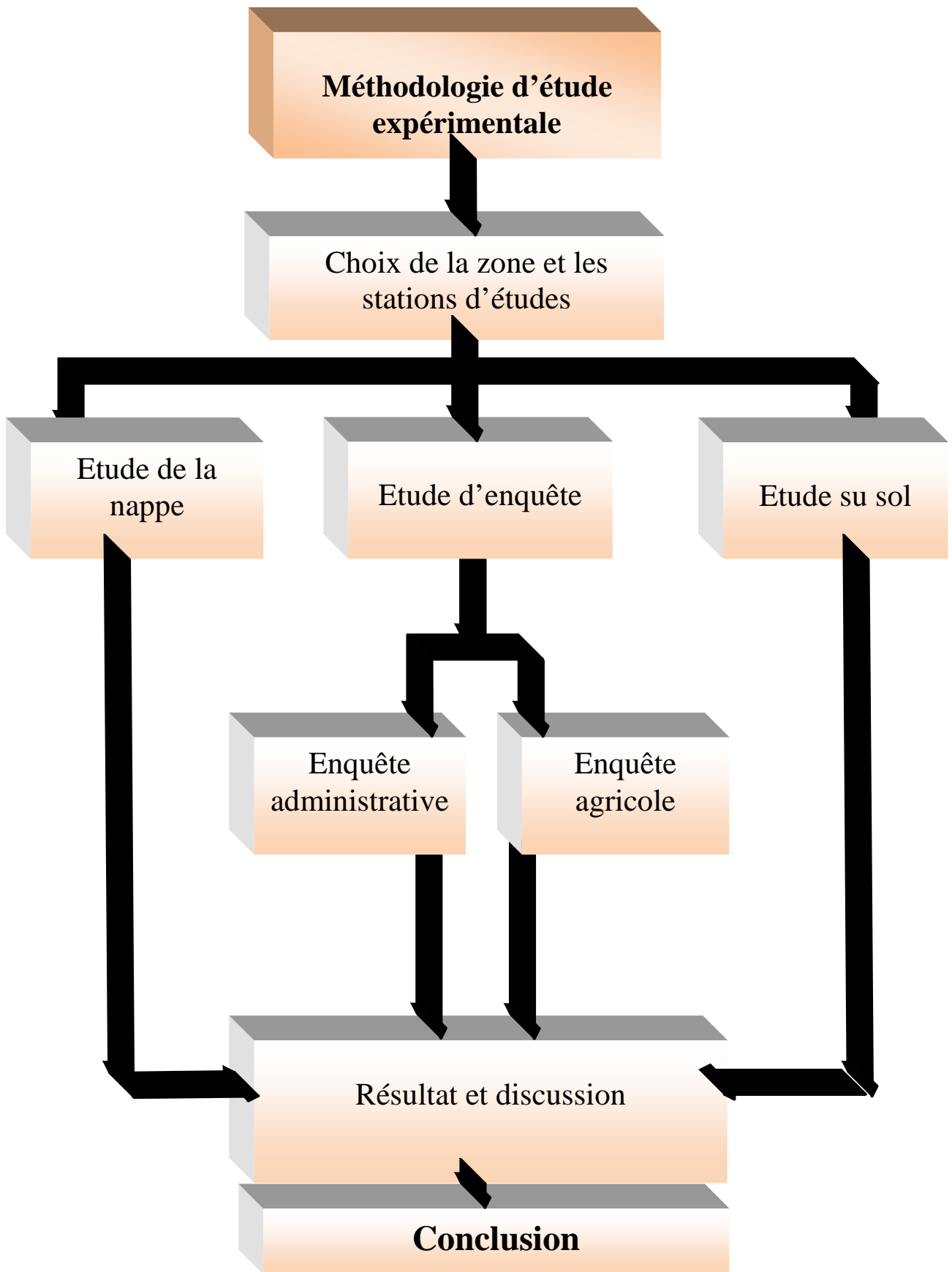


Schéma 1. Méthodologie d'étude

2-Méthodes d'analyses

Afin d'avoir une idée sur quelques caractères des eaux et des sols, nous avons effectué les analyses ci-dessus.

2.1-Analyse des échantillons des eaux

***Conductivité électrique (CE) à 25°C** : mesure au conductivimètre.

*- **pH** : mesuré au pH mètre.

*-**Résidu sec (RS)** : par dessiccation à 110°C.

2.2-Analyse des échantillons de sol

2.2.1-Paramètres physiques

***Granulométrie**

Cette analyse permet de connaître la répartition des particules minérales inférieures à 2mm. Elle a pour but la détermination des pourcentages de sable, d'argile et de limon.

*-**Humidité**

La méthode consiste à sécher les échantillons de terre à l'étuve à (105°), durant 24 h, jusqu'à atteindre un poids constant.

2.2.2-Paramètres physico-chimiques de l'extrait 1/5

***Conductivité électrique (CE) à 25°C** : mesuré au conductivimètre.

*- **pH** : mesuré au pH mètre

*-**Résidu sec (RS)** : par dessiccation à 110°C

2.2.3-Paramètres chimiques

*-**calcaire total (Ca CO₃)** : méthode volumétrique, calcimètre de BERNARD

*-**Gypse (Ca SO₄)** : diverses méthodes analytiques chimiques ont été appliquées, dosage du gypse dans les sols (PORTA, 1998, in HAMDIAISSA, 2001).

Dans notre étude, le gypse est dosé par le principe gravimétrique (précipitation des sulfates par le chlorure de baryum), Il est exprimé en % de terre sèche à l'air libre et passe au tamis de 1mm. Cette méthode est adoptée pour les sols gypseux (COUTUNET, 1965).

*-**Matière organique : (méthode de perte au feu)** : Selon MORENO et al (2001), cette méthode est utilisée pour faire la détermination de la matière organique par incinération (perte au feu ou perte par calcination). La perte au feu permet de mesurer directement la matière organique dans le sol. On place les échantillons pendant une nuit (16 heures) dans un four à moufle à 375 °C. La perte de poids, après calcination, nous donne la matière organique.

3- Exploitation des résultats

Les coordonnées des sites expérimentaux ont été précisés à l'aide de GPS (Global position system), qui nous permet de réaliser des cartes des isovaleurs à l'aide d'un logiciel dit Surfer80 pour nous donner des idées sur la répartition spatiale des différents paramètres hydro-édaphique étudiés.

1. Enquête administrative

1.1. Situation de l'assainissement dans la région du Souf

1.1.1 Assainissement

D'après HPO-BG (2003), l'assainissement des eaux résiduaires dans la vallée est caractérisé par la prépondérance d'un assainissement individuel (ou autonome) pour toutes les agglomérations de la Vallée du Souf. Les seules agglomérations pour lesquelles il existe un réseau d'assainissement des eaux usées sont Guemmar et El Oued.

1.1.1.1 Assainissement collectif

Pour Guemmar, le réseau qui concerne les quartiers nord de la ville a une longueur de 6 km environ.

En l'absence de station de pompage à l'aval, ce réseau n'a pas été mis en service.

Pour El Oued, l'ossature du réseau (diamètres de 200 à 600 mm) a une longueur de 23 km environ.

Selon les analyses effectuées en bout de réseau, une fraction de la population, de seulement 10% environ serait raccordée à ce réseau.

Les eaux provenant de ce réseau sont refoulées au N de la ville, ainsi que les eaux de drainage, pour être déversées dans des espaces inter dunaires, en bordure de la route vers Hassani Abdelkrim.

1.1.1.2 Assainissement individuel

Parmi les dispositifs utilisés pour l'assainissement individuel dans la vallée du Souf, on peut distinguer

- Les fosses non étanches "traditionnelles", avec des parois en maçonnerie, de roses des sables ("louss"), l'eau s'infiltrant par le fond après un séjour plus ou moins long dans la fosse.
- Les fosses non étanches "modernes", avec des parois constituées de viroles préfabriquées en béton armé, mises en place par havage, avec infiltration par le fond, comme avec les fosses "traditionnelles".
- Les fosses étanches (moins répandues), en maçonnerie ou en béton, ainsi que quelques variantes plus rares (fosses doubles par exemple, avec séparation des eaux usées, selon leur nature).

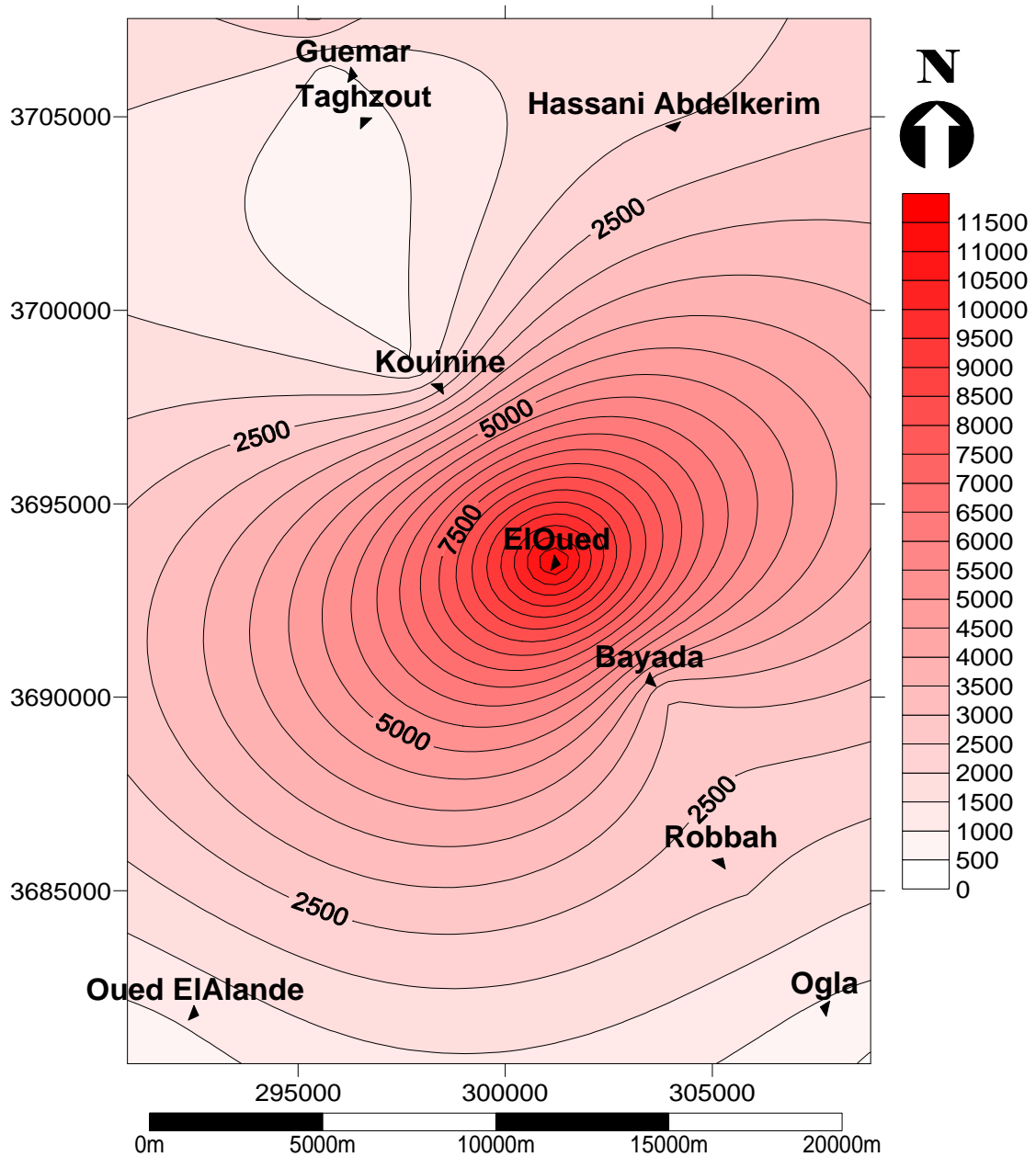


Figure 6. Variations spatiales de fosses individuelles selon leur nombre (B.G-H.B.O, 2003)

A partir de la figure précédente nous avons remarqué que le nombre des fosses individuelles est très élevé au niveau de centre de la région.

2. Enquête agricole

Nous avons réalisé cette enquête avec l'agriculteur et à l'aide de travail de LEGHRISSI, 2007, pour avoir une idée générale sur les ghouts étudiés.

2.1. Etat de la composition variétale

Les résultats de notre enquête montrent que les exploitants s'intéressent beaucoup plus à la plantation de la variété Deglet Nour, parce que c'est la variété la plus commercialisable.

Le palmier dattier est la première source de revenu et de subsistance, il ne compte pas moins de cent cinquante à deux cents variétés. Selon le travail de LEGRISSE (2007), les phoeniculteurs du Souf classent en cinq catégories de palmiers dattiers :

a. Les Nehouch : comprennent toutes les variétés femelles peu exigeantes dont les fruits ne peuvent être conservés longtemps sans s'altérer, ce sont des variétés qui poussent à partir du noyau, il s'agit de pieds plus ou moins sauvages.

b. Les dégoul : désignent des variétés quelque peu voisines des premières. Cet arbre est fin, et élancé, son fruit se conserve assez longtemps. Les Dégoul ne se reproduisent que par la plantation d'un rejet et sont toujours désignés par un nom significatif qui rappelle souvent la forme ou la couleur du fruit : Déglà Beida (palmier à dattes blanches). En un mot, ce sont des variétés sélectionnées.

c. La variété Ghars : c'est la variété la plus rustique qui s'adapte en principe à tous les terrains, à tous les emplacements dans la palmeraie et dont les fruits emmagasinés à l'abri de l'air, compressés en pots, en sacs ou en jarres conçues à cet effet, se conservent plusieurs années.

d. La variété Déklet Nour : c'est la variété la plus cultivée au Souf, ses fruits plus fins, plus succulents, sont bien plus chers à la vente et ne sont consommables qu'entièrement mûrs. La Déklet Nour produit tous les ans. Très rares sont les années où il n'offre pas de récolte, alors que pour un quelconque phœnix dactylefera, il est assez normal de le voir produire une année sur deux. (NAJAH, 1971).

Aussi bien pour ses qualités et sa délicatesse, la Déklet Nour revendique un terrain riche, sablonneux ou calcaire, une eau douce, un emplacement très ensoleillé, privilégié dans la palmeraie, à l'abri des vents. Ainsi, se trouve-t-il bien à son aise dans le Souf, en sol Sahane. Sa production atteint le double de celle fournie dans l'Oued Righ.

Le ghout fournit les meilleures dattes au monde de par la qualité biologique et sa résistance dans le transport et autres conservations (NAJAH, 1971).

e. Les Dokkar

Les palmiers mâles ou Dokkars existent en nombre très limité, ils produisent du pollen utilisé en brins épillets pour la fécondation.

2.2. Les cultures maraîchères

On signale la présence de cette culture chez les 10 % de nos enquêtes et l'absence chez les restes, car ils n'ont pas assez de temps pour suivre leurs cultures qui demande beaucoup de soins cultureux et ils pratiquent une autre activité, telle que le commerce, l'industrie, l'artisanat ... etc.

Les agriculteurs du Souf se livrent à quelques cultures maraîchères pour la consommation familiale et même pour la vente sur les marchés. Parmi ces cultures maraîchères, on trouve ; pastèques, melons, courges, courgettes, potirons aubergines, piments, tomates, oignons, ails, ... etc.

Après la remontée de la nappe phréatique on enregistre que 10 % des enquêtes pratiquent cette culture dans les Ghout que dans la période printanière pour avoir les fruits et les légumes d'été, tels que les melons, pastèques, courges.

2.3. Equipement et matériel

Le matériel possédé par les exploitants est de type traditionnel, il est nécessaire pour les opérations culturales légères (taille, labour superficiel), comme (faucille, houe, râteau, charrette. pelle, couffin ou "Zembil" pour le transport du sable, balancier ou "Khattara" pour avoir de l'eau). Avec la topographie spécifique du système Ghout, on note l'absence totale de machines agricoles.

Suite à une remontée inquiétante de la nappe et avec l'affleurement des eaux qui sont l'origine de la propagation de quelques insectes nuisibles, surtout les moustiques. On signale que la majorité des exploitants qui ont perdu un nombre important de palmiers ont vendu leurs outils agricoles qui étaient utilisés précédemment dans les Ghout au marché ou utilisés dans les jardins potagers. On note alors que les dizaines d'années d'efforts qu'il a fallu pour construire ces cratères sont remplacées simplement par des dizaines de jours de travail des bulldozers pour le remblaiement des Ghouts.

2.4. La main d'œuvre

La main d'œuvre était classée en deux classes :

Familiale : elle est due en grande partie par la relation de solidarité qui caractérise l'exploitant du Souf qui est toujours aidé par la taille importante de son ménage et par l'entraide ("Aouana") de ses voisins.

Familiale+saisonnrière : L'intégration entre la main d'œuvre familiale et saisonnière représente un pourcentage faible ; elle est due à la faible taille du ménage de ce genre d'exploitant, ce qui l'oblige à recruter la main d'œuvre saisonnière pour combler ce vide. Actuellement, on enregistre l'existence de la main d'œuvre familiale dans quelques Ghouts qui possèdent un certain nombre de palmiers vivants, les visites des membres de la famille ne dépassent pas deux ou trois fois par an (pollinisation, visite de prospection, récolte).

2.5. L'aménagement des exploitations

Généralement, la forme du Ghout offre un bon aménagement contre les aléas climatiques. Pour diminuer le phénomène d'ensablement et l'effet agressif du vent de sable, les exploitations ont la tendance à installer des haies de palmes sèches et pour stabiliser la localisation des dunes environnantes.

Malgré toutes les opérations de haute technicité dans le but d'assurer un bon aménagement des palmeraies contre les aléas climatiques (haies de palmes sèches, brises vents vivants ...etc.), ces opérations n'ont pu avoir un aménagement idéal contre les aléas climatiques, comme celles existant dans le système, par conséquent les exploitants souffrent des problèmes du vent de sable, les vents chauds (Sirocco) qui est la principale cause du dessèchement des fruits des dattes.

2.6. Le drainage

Dans ce cas, le problème de drainage n'était jamais posé, car la structure du sol est bénéfique pour ce dernier avec une pénurie en eau qui est constatée pour l'irrigation des cultures maraîchères et les arbres fruitiers.

Actuellement, le problème de drainage est le seul problème qui entrave les Ghouts, suite à une remontée inquiétante de la nappe superficielle. On signale que ce problème a engendré une grande destruction du patrimoine phœnicicole, surtout pour la variété Déglet Nour, qui était plantée à grande échelle.

2.7. La conduite et l'entretien de la palmeraie

2.7.1 La pratique de la matière organique

À l'époque, la première fumure était très faible, elle est dite d'élevage. Elle a lieu deux ou trois ans après la mise en place du palmier dattier. Elle se situe dans un arc de cercle, à une

certaine distance du palmier dattier. Cette opération s'accompagne d'une nouvelle façon de labour ou "Azg" dans l'eau, puis l'enfouissement de trois charges (chaque charge pèse 20 Kg) de crottin de dromadaire, judicieusement mélangés à la terre. Une nouvelle fumure est nécessaire quatre ans après et doit être conséquente, de l'ordre de dix charges. Elle sera suivie par un autre enfouissement deux ans après et représentant cinq charges de fumure, n'intéressant qu'un palmier dattier. Elle sera localisée dans un demi-cercle. Les façons doivent être reprises de l'autre côté de l'ordre de cinq ou six ans après. On note que l'utilisation des engrais minéraux est absente chez tous les enquêtes, absence probablement justifiée par la méconnaissance des agriculteurs de ce type de fertilisation et de son mode d'utilisation.

Maintenant, la fumure organique est totalement absente dans les Ghout touchés par la remontée de la nappe, même s'il y a des palmiers dattiers vivants. Ceci est dû à la rentabilité de cette opération, du côté financier.

2.7.2 L'irrigation

Généralement, le palmier n'a pas besoin d'irrigation, car il est planté à la nappe phréatique. Mais pour les cultures intercalaires, on note l'installation des puits traditionnels pour avoir de l'eau.

2.7.3 La toilette

On note que cette dernière était pratiquée à grande échelle (élagage, le ramassage des cornafs, désherbage, le nettoyage du Ghout et son entretien) pour assurer le déroulement des activités et accéder facilement au Ghout.

Après la remontée de la nappe et suite à l'abandon des Ghout par leurs propriétaires, on enregistre que toutes les techniques de toilette n'étant plus pratiquées, car la majorité des pieds étaient détruits.

2.7.4 La pollinisation

Le contact entre les agriculteurs avec leur Ghouts après la remontée est très limité, il ne dépasse pas deux ou trois fois par an, parmi lesquelles, on trouve l'opération de pollinisation qui se réalise avec peu de soins.

2.8. Le rendement par pied

Pour évaluer le rendement d'un palmier dattier, nous prendrons successivement un palmier Déglet Nour et un palmier de variété Ghars.

D'une manière générale, la production annuelle de la variété Déglet Nour, quand l'arbre est bien entretenu, abstraction faite des calamités plus ou moins fréquentes : sauterelles, pluie d'automne avant la récolte, est plus stable que celle des autres espèces, et notamment du "Ghars" moins régulier, quoique produisant parfois plus que la Déglet Nour.

En prenant comme exemple, une palmeraie modèle, là où la Déglet Nour fournit 100 Kg par arbre et où l'on récolte 150 Kg pour le Ghars.

Logiquement, la remontée va influencer sur le patrimoine phœnicicole et le rendement, selon le taux très élevé des pieds détruits et le degré d'abandon des Ghouts.

On constate que les rendements ont connu une chute brutale, illustrée par les chiffres effrayants, parfois nulle.

3. Conclusion

Le palmier dattier dans le Souf repose sur un mode de culture particulier (le ghout), ce dernier qui a perduré depuis les temps les plus lointains, se trouve aujourd'hui dans une mauvaise situation. Beaucoup d'entraves compromettent la survie de ce système, et donc un patrimoine phœnicicole en péril. Ces contraintes sont comme suit :

L'absence d'un réseau de drainage, ce qui a entraîné une remontée de la nappe phréatique en surface des ghouts.

Cette remontée a eu une répercussion négative sur le bon fonctionnement des ghouts dont on a enregistré :

- un abandon des ghouts par les agriculteurs, suite à une mauvaise rentabilité des palmiers.
- beaucoup d'opérations culturales sont rarement pratiquées au sein des ghouts.
- la mort d'un nombre important des palmiers dattiers.
- l'envahissement des palmeraies par les mauvaises herbes suite au non entretien.

1. Etude du niveau de la nappe phréatique

Le résultat montre que le niveau de la nappe dans la station des ghouts inondés est remonté à la surface du sol, il est de -50,9 cm. Dans les ghouts humides, le niveau de la nappe est proche de la surface du sol que les ghouts secs. Il atteint dans les ghouts humides et secs, respectivement 192,27 cm, et 436,22 cm (figure 7).

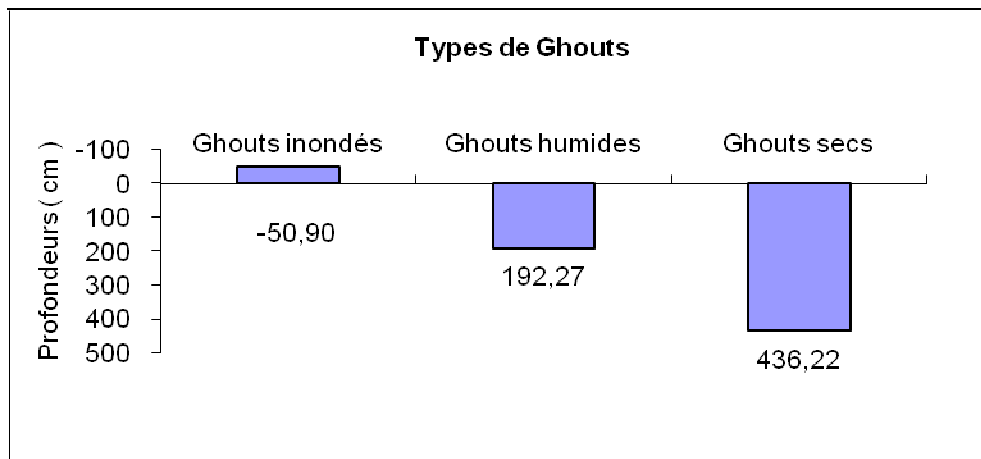


Figure 7. Moyenne des mesures du niveau de la nappe phréatique

1.1 Variation spatiale des niveaux de la nappe phréatique

La figure 8 présente :

- Une remontée de la nappe phréatique localisées dans le couloir de Kouinine – Robbah-ElOued. Ces zones hautes correspondent à un surplus d'eau.
- Un rabattement de la nappe phréatique localisée au niveau du triangle Reguiba - Hassi Khalifa –Tahrzout, qui correspond à un déficit en eau.

Les résultats obtenir montre que les stations située proche des habitats présentes des problèmes de remontée de la nappe phréatique. Cette remontée s'explique par la réalisation de forages destinés à l'alimentation en eau potable de ces localités.

Cependant, dans les stations qui se trouvent loin des habitats, elles présentent une nappe phréatique profonde. La majeure partie des zones qui se caractérisent par un rabattement se localisent au niveau des exploitations agricoles ou à leur proximité ; ceci s'explique par l'utilisation des eaux de la nappe phréatique pour l'irrigation.

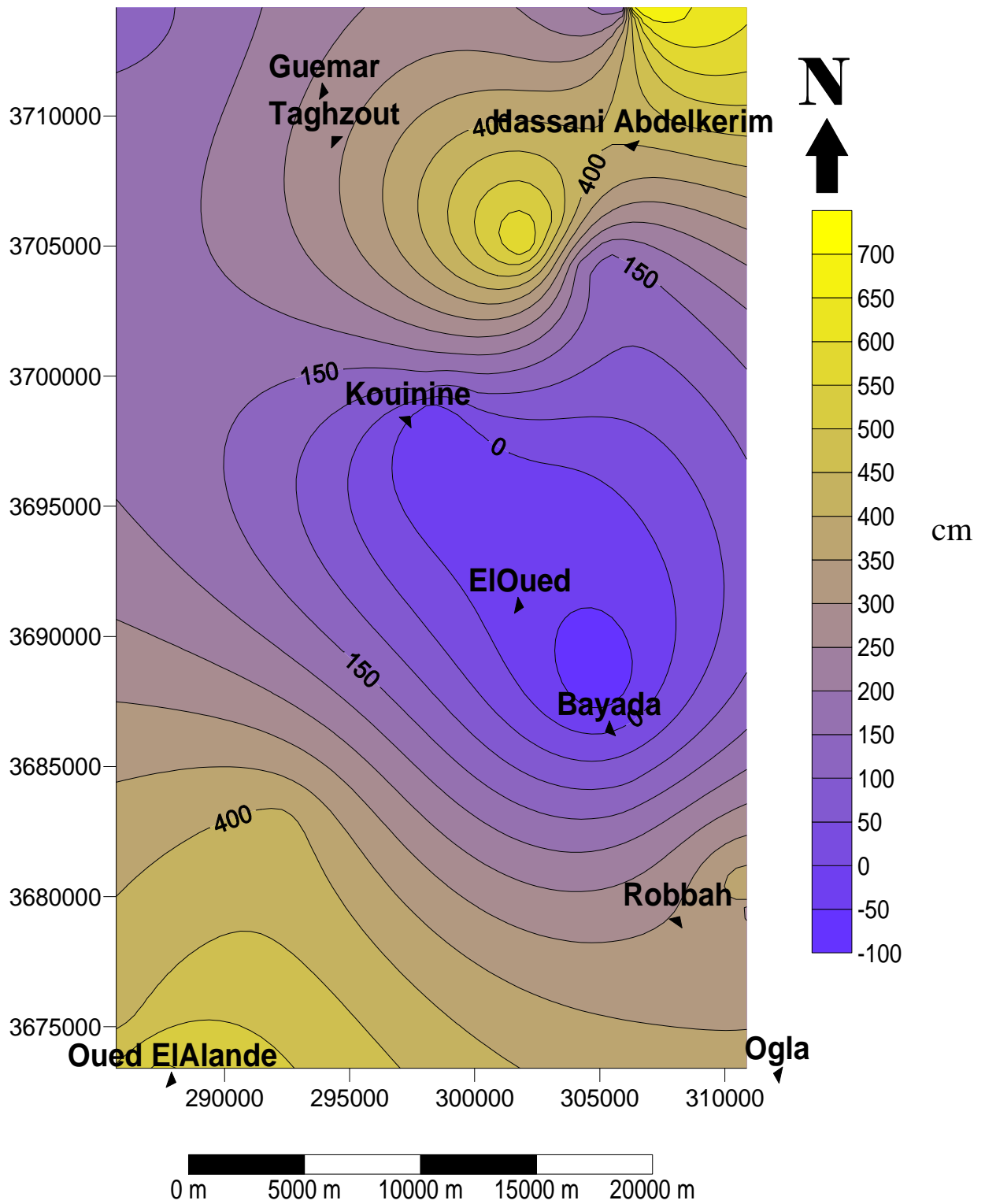


Figure 8. Variations spatiales des niveaux de la nappe phréatique

2. Salinité globales

2.1. Conductivité électrique

La conductivité électrique d'une eau est fonction des différents sels dissous dans cette eau et de leur concentration. Pratiquement, la mesure de la conductivité permet de reconnaître l'aptitude de l'eau à l'irrigation. Plus la conductivité électrique est basse, plus l'eau est apte à l'irrigation dans la région considérée.

La figure 9 montre que l'eau de la nappe phréatique est a salinité excessive dans les ghouts inondés ($CE=6,35$ dS/m), que dans la station des ghouts humides ($CE=5,59$ dS/m), et des ghouts secs ($CE=1,78$ dS/m).

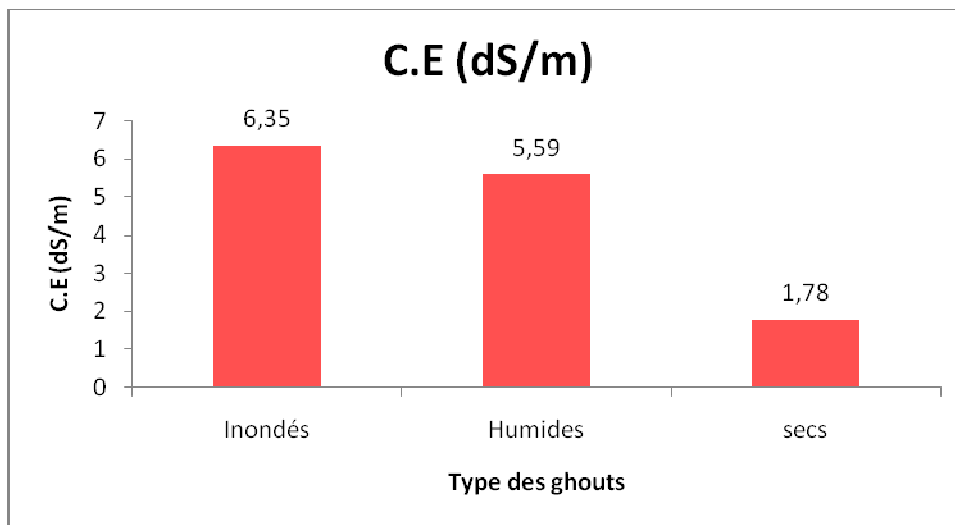


Figure 9. Salinité moyenne d'eau phréatique dans les ghouts

2.1.1. Variations spatiales du conductivite electrique

A partir de la Figure 10, nous avons remarqué :

-Une forte conductivité électrique localisée dans le prolongement du couloir d'El Oued – Kouinine-bayada, on peut expliquer cette observation par la contamination de la nappe phréatique par les eaux usées.

-Des basses conductivités sont situées au Sud d'El Oued dans la région d'Ogla, de Oued El Alennda et aussi au Nord -Ouest de Kouinine.

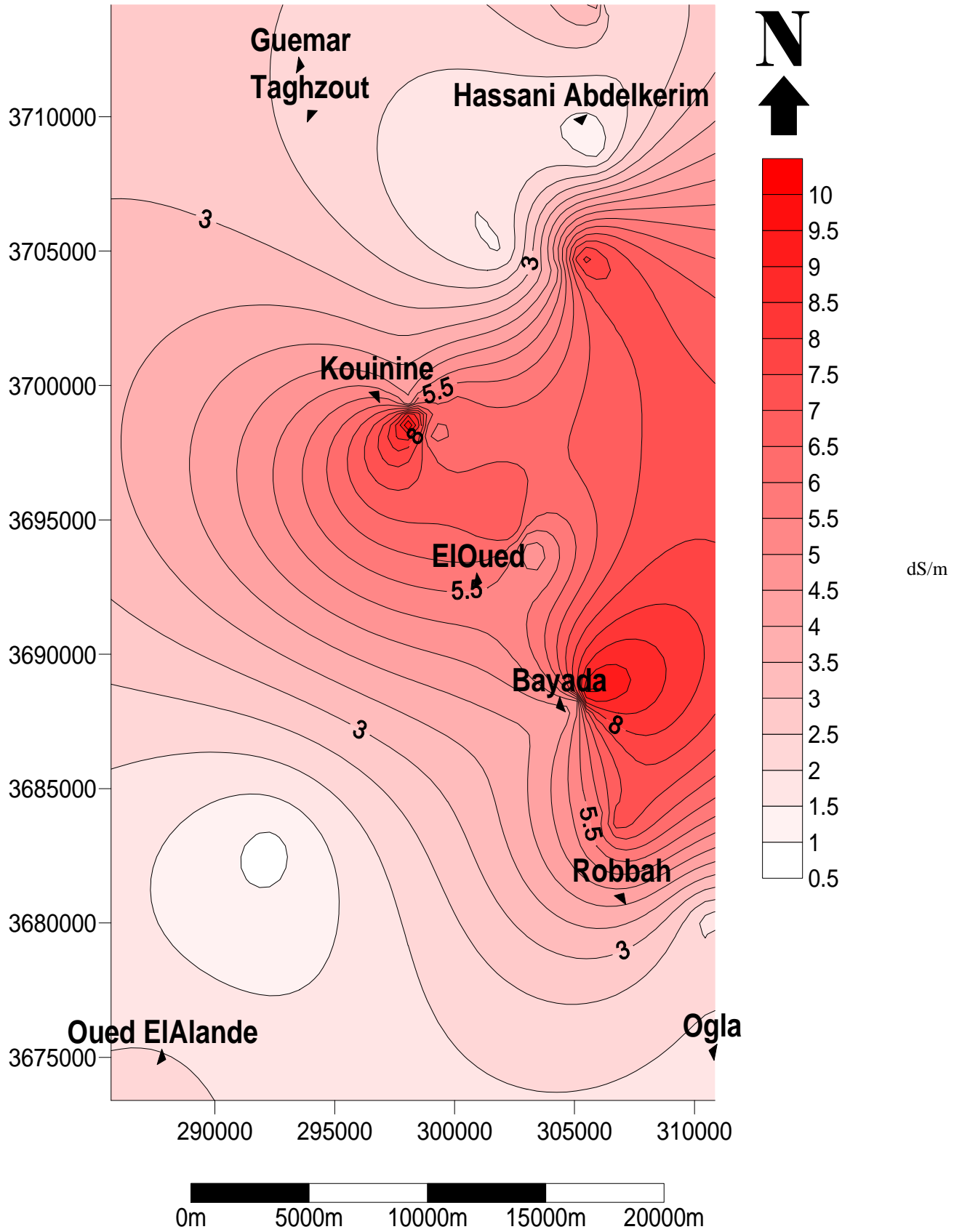


Figure 10. Variation spatiale de la conductivité électrique de la nappe phréatique

2.2. Résidus sec des eaux phréatiques

Les résultats montrent que le moyen du résidu sec sur Ghouts inondé, Ghouts humides Ghouts sec respectivement est 6,38. 4,18. 2,70 (g/l). Selon l'annexe 5 l'eau de la nappe phréatique a une très forte salinité ($2.25 < R.s < 5$) (figure 11).

Les résultats de résidu sec d'eau phréatique est posé l'élévation de charge du sel et va y avoir la dégradation des végétaux dans les ghoutes humide et inondé.

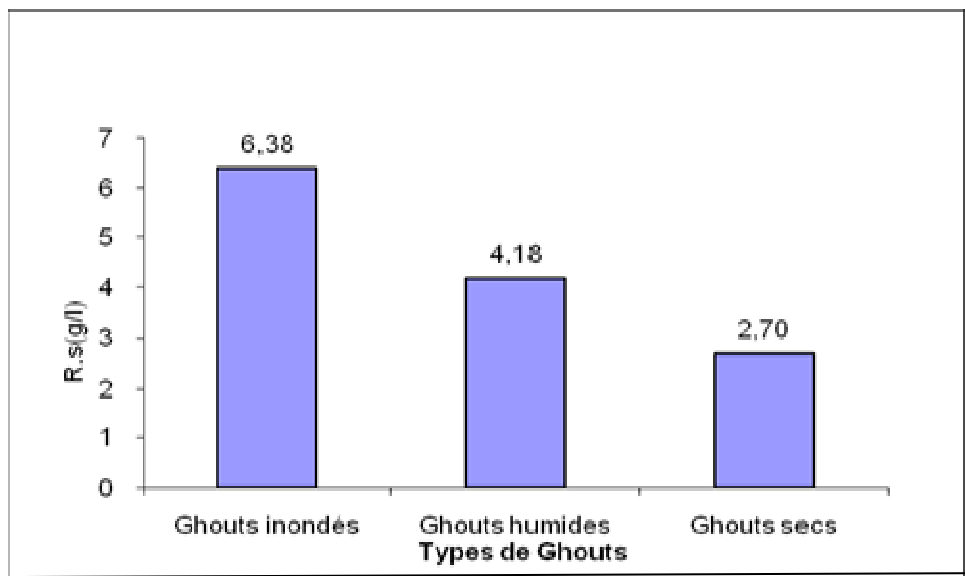


Figure 11. Le résidu sec moyen de la nappe phréatique dans les ghouts

2.2.1. Variations spatiales des résidus secs

A partir de la Figure 11 qui montre les variations spatiales des résidus secs, nous avons remarqué :

Le taux de résidu sec est plus élevé à la partie Est de la région il atteint 6.6 g/l et une valeur de 2.25 g/l dans le Nord-ouest et Sud-ouest de la région du souf.

On peut expliquer l'élévation de charge du sel dans ces communes par la contamination de la nappe phréatique par les eaux résiduelles, à cause de l'urbanisation.

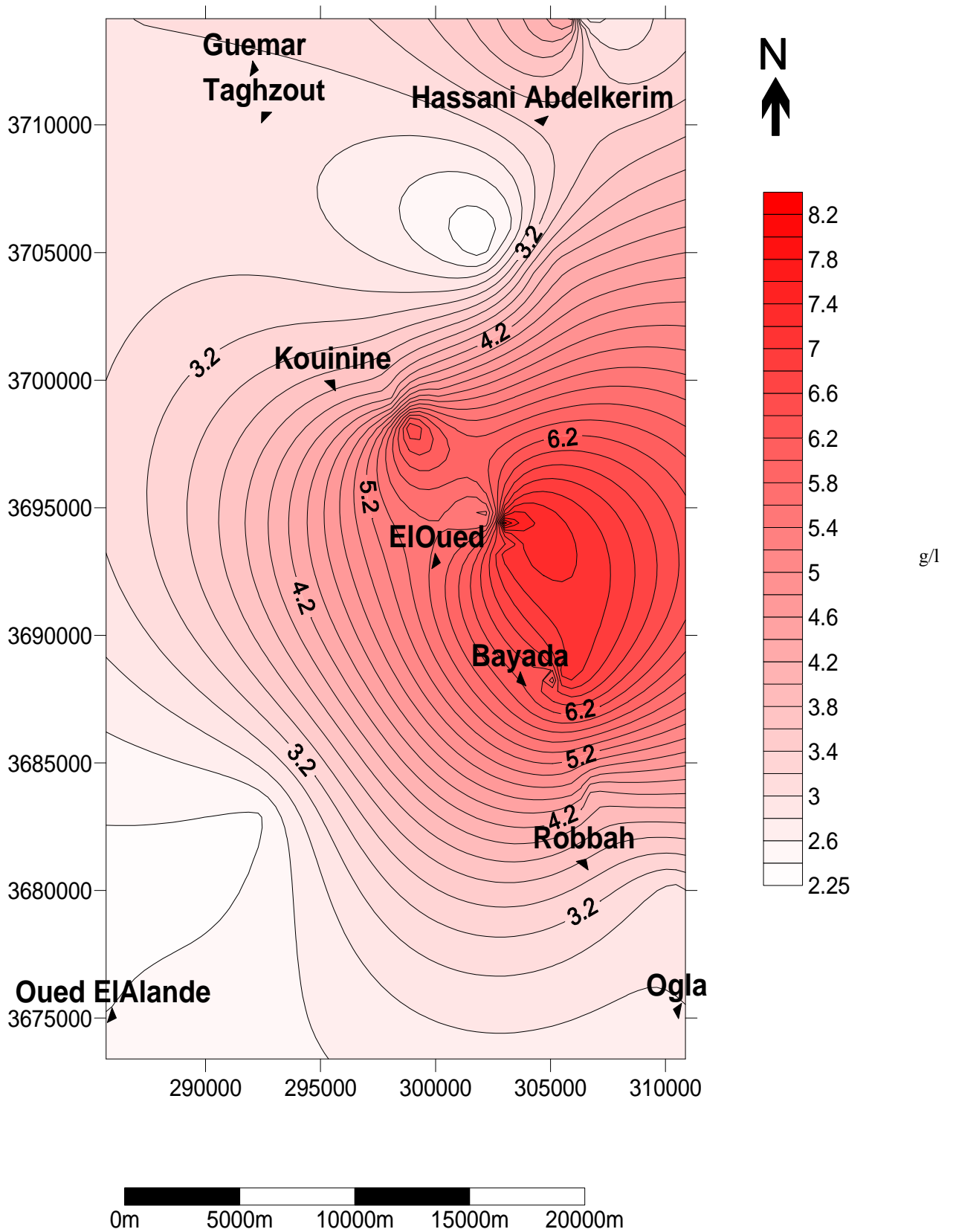


Figure 12. Variations spatiales des résidus secs

3. pH des eaux phréatiques

Les résultats montrent que le moyen de pH sur Ghouts inondés, Ghouts humides Ghouts sec respectivement est 8.18, 8.09, 7.60 (figure 13). Selon l'annexe 4. Le pH des eaux de la nappe phréatique est alcalin dans toutes les stations d'études. L'effet de l'alcanisation dans les ghouts inondes et humides posés la déficience de nutrition minéral.

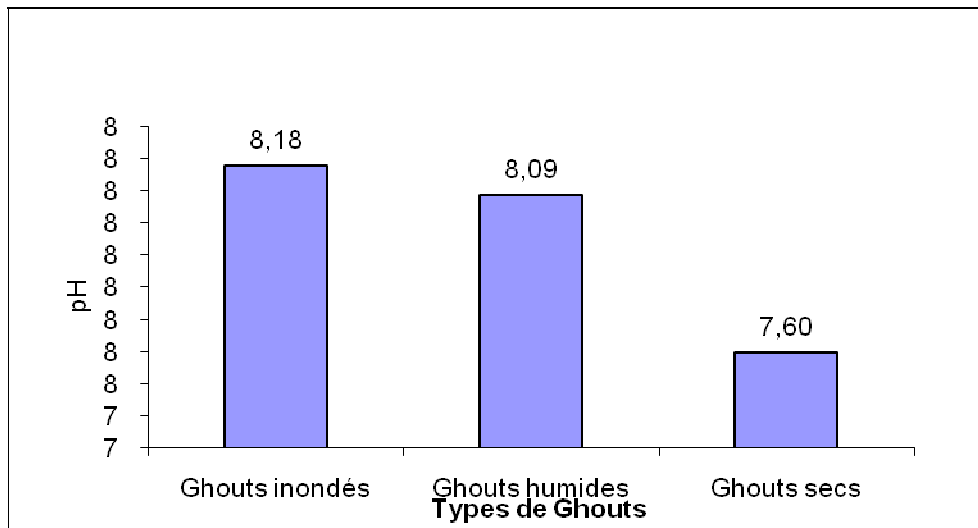


Figure 13. pH moyenne des eaux phréatiques dans les ghouts

3.1. Variations spatiales du pH

La figure 14 montre que le pH de la nappe phréatique est alcalin dans région d'étude.

Des valeurs élevées, entre 7,8 et 8,3 ont été mesurées dans des ghouts inondés, principalement dans les communes d'ElOud, Kouinine et El Buada (zone d'agglomération), mais aussi dans des endroits isolés de la région Nord.

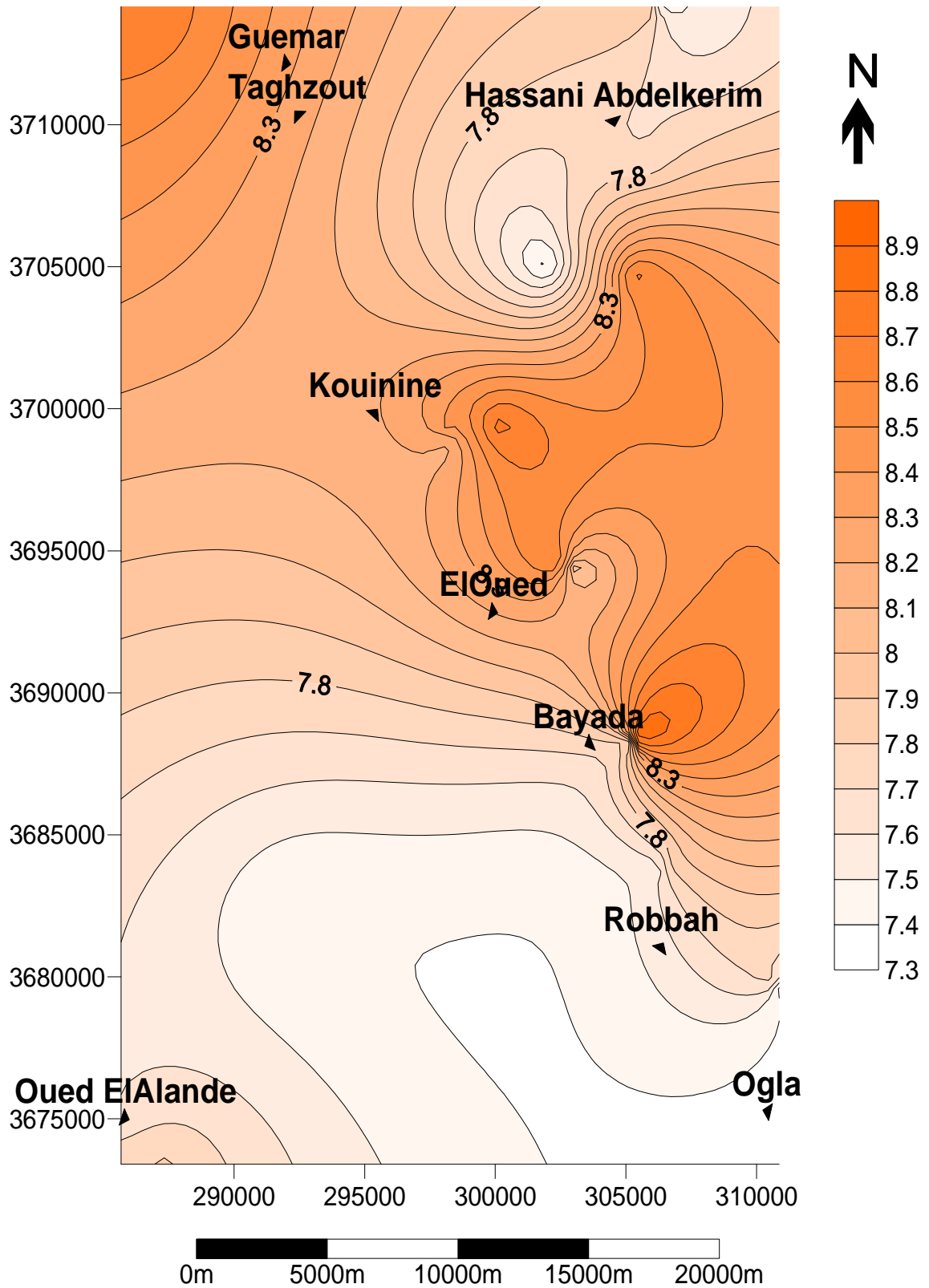


Figure 14. Variations spatiales du pH

4. Conclusion

Les eaux de la nappe phréatique sont des eaux de salinité globale très excessive, mais elles varient entre les types de ghouts. Elle est très forte dans les ghouts inondés que dans les ghouts humides et secs.

Le pH des eaux est alcalin dans toutes les stations d'études.

D'après l'analyse statistique (annexe7) nous avons remarqué qu'il y a une relation négative très hautement significative entre la profondeur de la nappe phréatique et leur salinité globale et son alcalinité.

L'étude spatiales montre que la remontée de niveau piézométrique de la nappe phréatique ressentie au niveau des centres urbains, l'élévation de niveau de la nappe phréatique est accompagné par une élévation des salinités globale et alcalinité cette élévation et par le temps entérine la dégradation du système agricole (ghout).

1. Etude des propriétés physiques

1.1 Humidité du sol

Tableau V. Taux d'humidité des sols dans les stations d'études

Profondeurs cm	Ghouts secs	Ghouts humides	Ghouts inondés
0 - 40	1.74	3.4	14.68
40 - 80	1.94	6.87	21.5
80 - 120	2.23	8.53	40.38

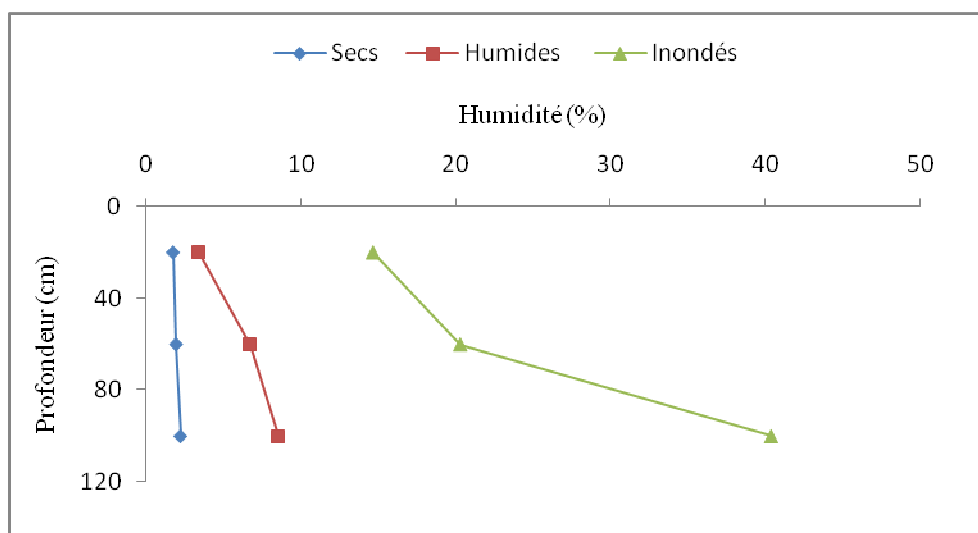


Figure 15. Variations de l'humidité du sol dans les stations d'étude

Selon les résultats obtenus de la figure 15, l'humidité du sol dans les ghouts inondés est comprise entre 14,68 à 40,37 %, elle est faible en surface et augmente en profondeur.

Pour les ghouts humides, l'humidité du sol est comprise entre 3,40 à 8,53 %, elle est variable, faible en surface, puis augmente en profondeur. Pour les ghouts secs, l'humidité du sol est faible par rapport aux deux autres ghouts inondés et humides, qui atteignent une valeur maximale de 2,22 %. L'humidité augmente aussi vers la profondeur.

D'après les résultats, nous observons que le taux d'humidité augmente en fonction de la profondeur du sol au niveau des trois ghouts, c'est à dire en se rapprochant de la nappe phréatique, mais ce taux est élevé dans les ghouts inondés à cause de la remontée de la nappe phréatique, ce qui provoque une asphyxie qui conduit à un stress hydrique en excès d'eau.

1.2 Granulométrie

Tableau VI. Granulométrie du sol dans les ghouts étudié

granulométrie (%)				
Type de Ghout	Profondeur cm	sable fin (SF)	sable grossiers (SG)	limon + argile (L+A)
Ghout inondé	0 - 40	63,45	24,97	11,57
	40 - 80	59,45	27,56	13
	80 - 120	57,61	29,76	12,63
Ghout humide	0 - 40	50,35	41,52	8,14
	40 - 80	42,36	50,35	7,29
	80 - 120	42,69	43,35	13,96
Ghout sec	0 - 40	45,35	47,56	7,1
	40 - 80	41,38	52,92	5,7
	80 - 120	40,15	54,56	5,29

1.2.1 Granulometrie des sols dans les ghouts inondés

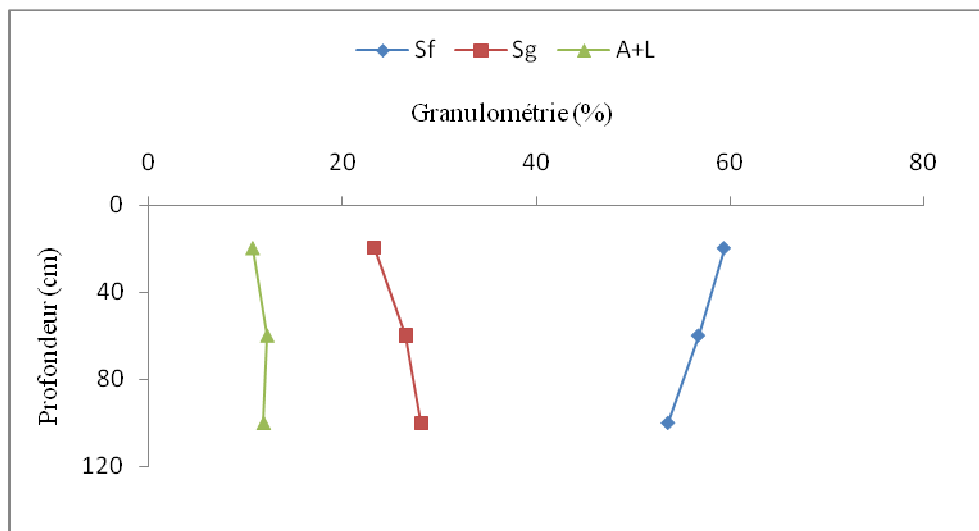


Figure 16. Variations de la granulométrie des sols dans les ghouts inondés

Les analyses granulométriques montrent que, notre sol est sableux pour tous les horizons. On remarque aussi que la fraction sableuse est dominée par le sable fin.

La fraction argileuse et de limon montrée une valeur, ne dépassant pas 13 %.

1.2.2 Granulométrie des sols dans les ghouts humides

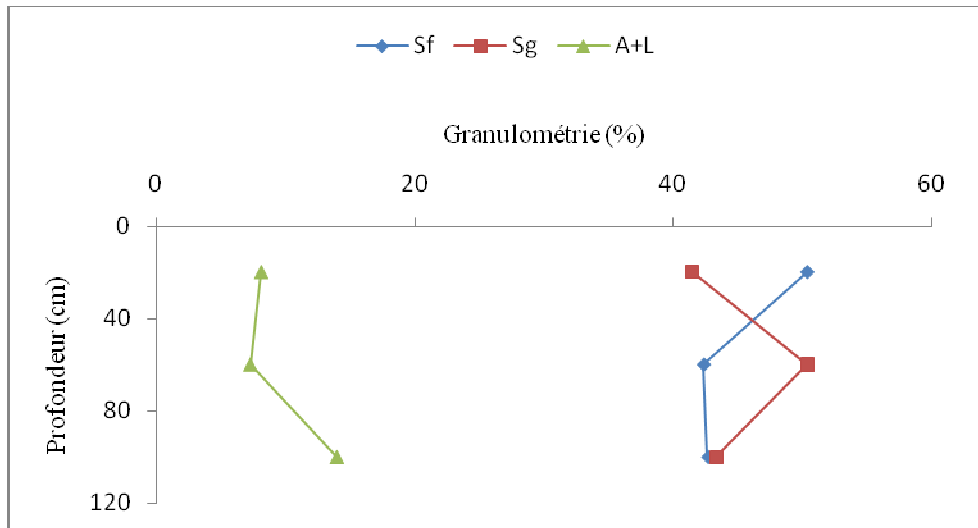


Figure 17. Variations de la granulométrie des sols dans les ghouts humides

D'après la figure 17, on remarque que la texture est sableuse dans tous les horizons, avec des variations entre le taux du sable fin et le sable grossier. La fraction de l'argile et du limon est faible (ne dépassant pas 13,96%).

1.2.3 Granulométrie des sols dans les ghouts secs

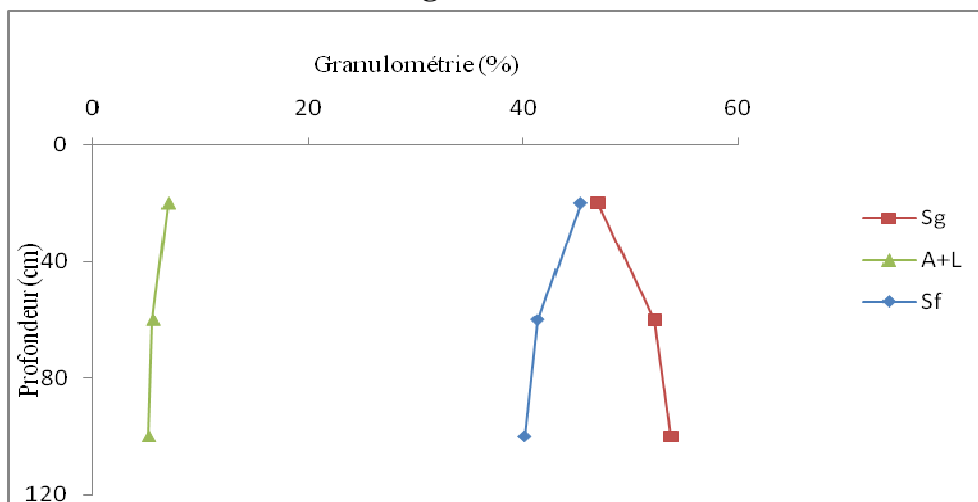


Figure 18. Variations de la granulométrie des sols dans les ghouts secs

D'après la figure 18, on remarque la dominance de la fraction sableuse dans tous les horizons, cette dernière est dominée par le sable grossier. Par contre, la fraction de l'argile et du limon est faible (ne dépassant pas 7,1%).

1.2.4. Variations spatiales du sable totale dans la région du Souf

A cause de la dominance de la fraction sableuse dans la texture du sol dans la région du Souf, on a vu de représente le taux du sable totale sur les carte des variations spatiales.

A partir de la figure 18 nous remarquons que le taux de sable totale varie d'une zone à une autre par une manière irrégulière dans les trois couches peut être liée à la morphologie.

D'autre part, on peut dire que la dominance de sable totale dans le sol de la région du Souf provoque l'augmentation de la perméabilité et diminue la capacité de rétention d'eau.

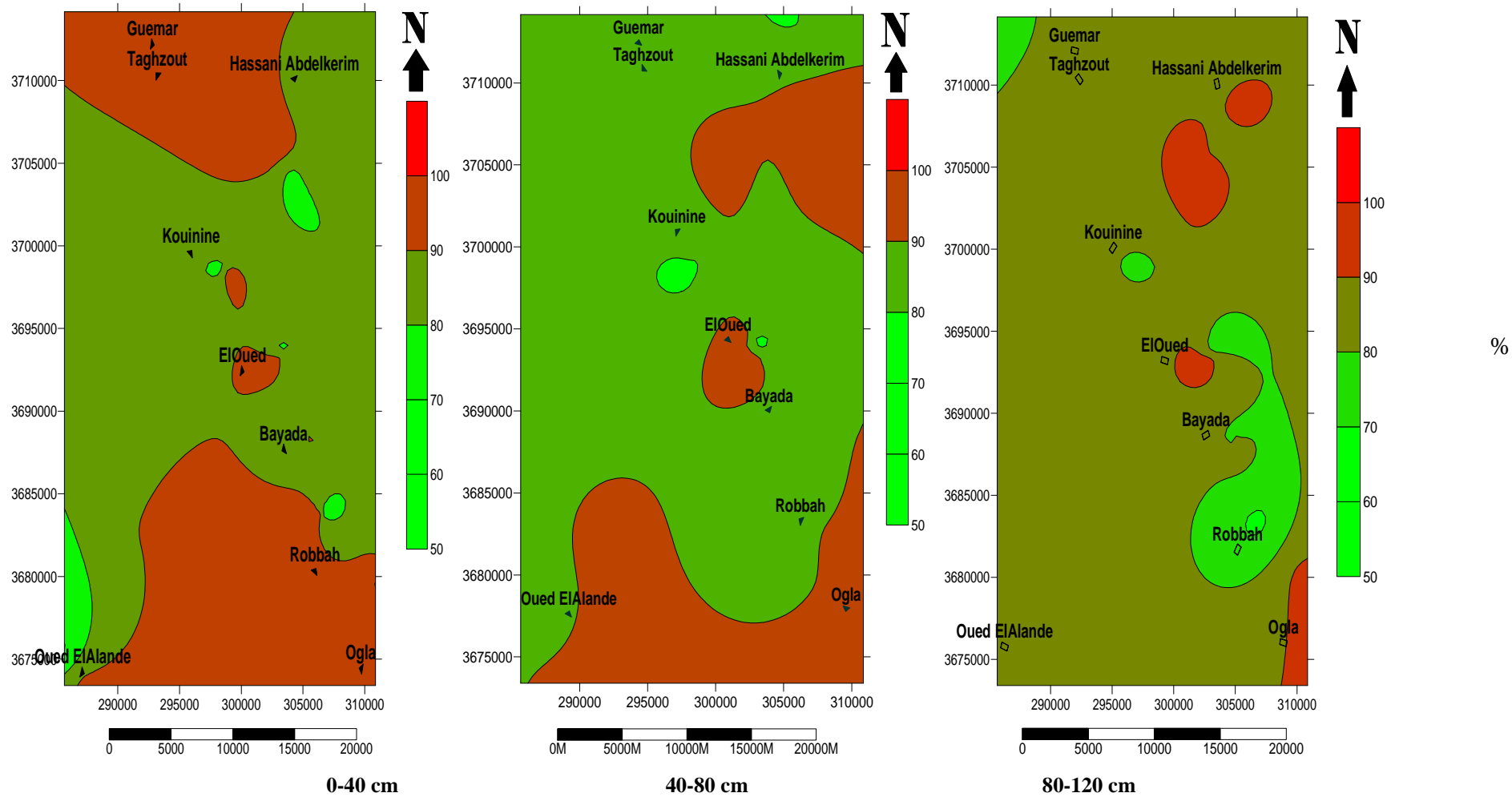


Figure 19. Variations spatiales du sable total des trois couches

2. Etude des propriétés physico-chimiques

2.1. Salinité global

On définit la salinisation comme une concentration excessive de sel soluble dans le sol, qui limite le développement des plantes (MAATOU, 2001).

2.1.1 Conductivité électrique des sols

Tableau VII. La conductivité électrique des sols dans les stations d'études (dS/m)

Profondeur cm	Ghouts inondés	Ghouts humides	Ghouts secs
0 - 40	2,90	2,29	1,30
40 - 80	2,72	2,21	1,33
80 - 120	3,34	2,26	1,23

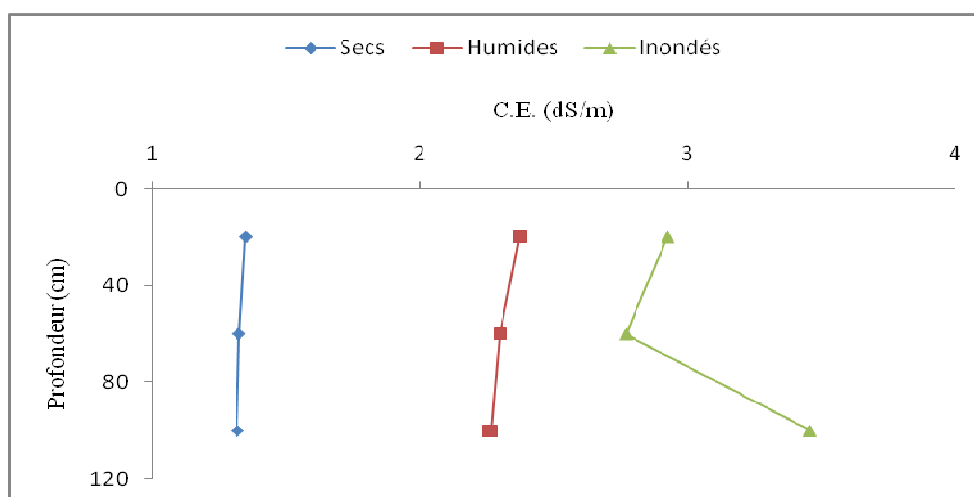


Figure 20. Variations de la conductivité électrique du sol dans les stations d'études

Selon AUBERT (1978), un sol est considéré comme salé, lorsque la conductivité électrique de son extrait dilué 1/5 est supérieure ou égale à 2 dS/m (Figure 20, Annexe 3).

Dans les ghouts secs, le sol est peu salé ($1,23 \text{ dS/m} < \text{CE} < 1,33 \text{ dS/m}$).

Dans les ghouts humide, le sol est peu salé dans les ghouts humides ($1,21 \text{ dS/m} < \text{CE} < 2,29 \text{ dS/m}$).

Dans les ghouts inondés, le sol est très salé ($2,72 \text{ dS/m} < \text{CE} < 3,34 \text{ dS/m}$).

Cela est peut être du à la présence de la nappe phréatique dans les ghouts inondés, la proche dans les ghout humides.

A partir de ce résultat, on peut dire que la conductivité électrique a des effets négatifs sur le sol dans les ghout humide et inondé, ces effets se traduisent par :

La destruction de la structure du sol par la dégradation chimique du complexe, la destruction de la structure colloïdal du sol, et par conséquent, la diminution de la perméabilité.

2.1.1.1. Variations spatiales de la conductivité électrique dans région du Souf

D'après la figure 21, nous avons remarque que :

-Dans la première couche, On peut dire que les sols salés localisent dans la cote Nord-Ouest de la région de Souf, (Guemar, Taghzout, Reghiba) ces communes connues par un nombre important des ghouts humides,

-Dans la deuxième et la troisième couche les sols salés localise dans le centre de la région du Souf et leur environnement, ce sont des zones des agglomérations, présentent un nombre important des ghout inondé, pour cela, on peut dire que l'origine de la salinité dans ces ghoute est la nappe phréatique.

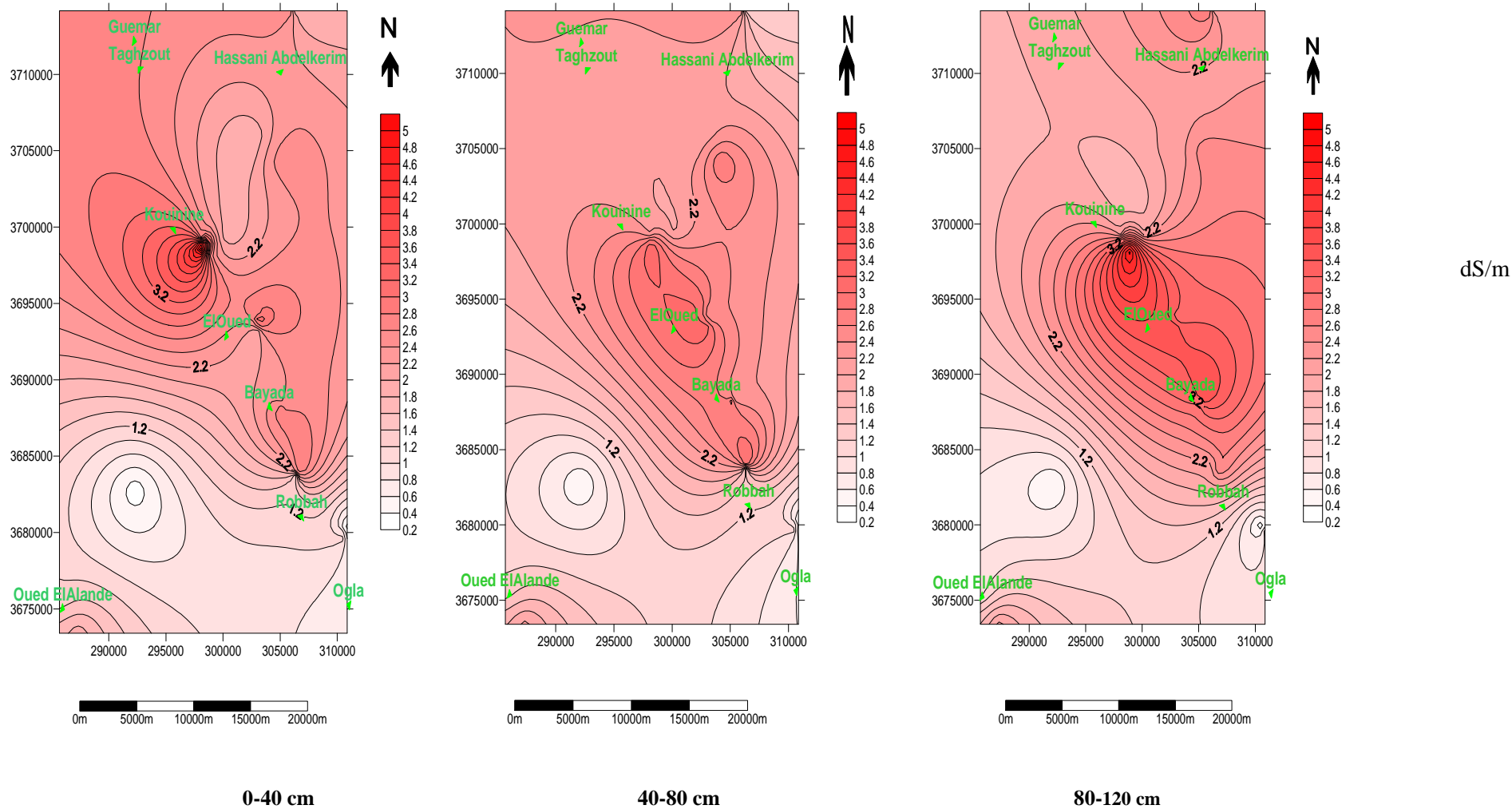


Figure 21. Variations spatiales de la conductivité électrique des trois couches

2.1.2. Résidu sec des sols

Tableau VIII. Le résidu sec des sols dans les stations d'études

Profondeurs cm	Ghouts inondés	Ghouts humides	Ghouts secs
0 - 40	4,25	3,80	1,65
40 - 80	5,59	2,83	2,24
80 - 120	5,76	3,45	2,36

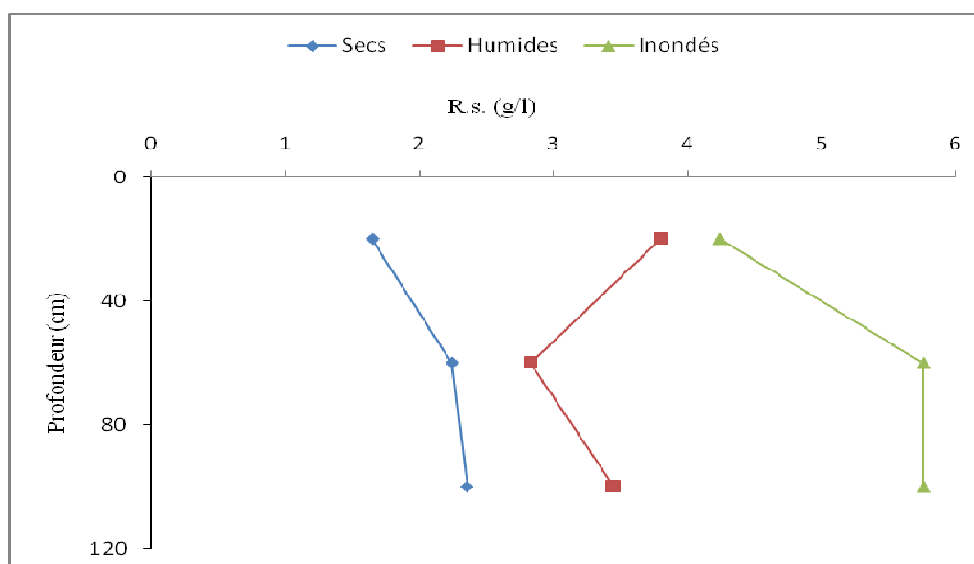


Figure 22. Variations du résidu sec dans les stations d'études

D'après la figure 22, le résidu sec dans les ghouts inondés est compris entre 4,25 et 5,76 g/l, dans les ghouts humides, il est entre 2,83 et 3,80 g/l, et dans les ghouts secs, entre 1,65 et 2,36 g/l.

Dans les ghouts secs et inondés, le résidu sec augmente en fonction de la profondeur, mais dans les ghouts humides, il est irrégulier en fonction de la profondeur.

2.1.2.1. Variations spatiales du résidu sec dans la région du Souf

A partir de la figure 23 qui présentent les variations spatiales du résidu sec dans les trois couches, nous avons remarqué que :

Des valeurs maximales des résidus secs rencontrés au niveau de centre de la région, zones de la remontée de la nappe phréatique, expliquent l'origine des résidus secs dans les stations d'études.

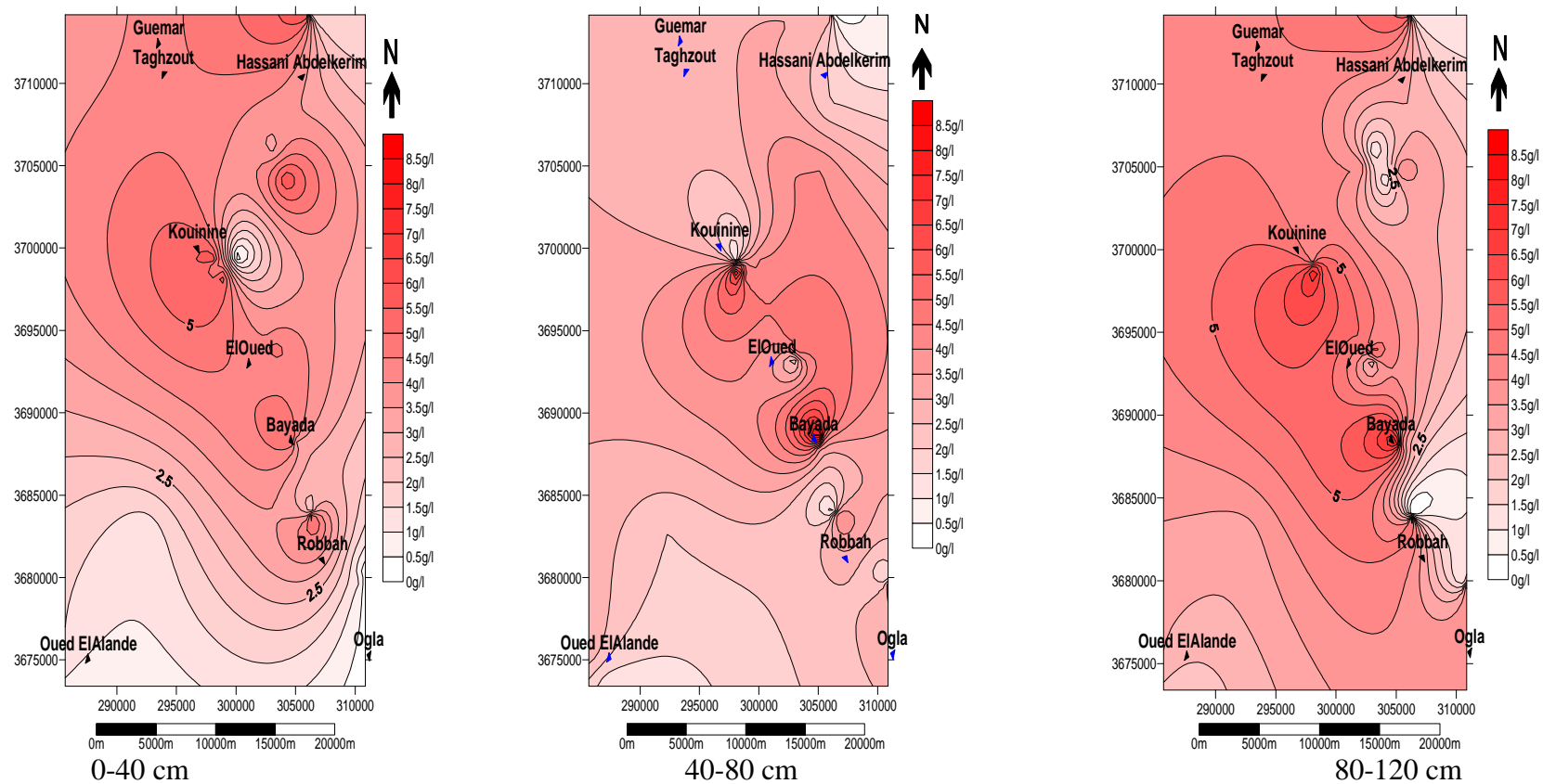


Figure 23. Variations spatiales des résidus secs des trois couches

2.2. pH des sols

Tableau IX. pH du sol dans les stations d'études

Profondeurs cm	Ghouts inondés	Ghouts humides	Ghouts secs
0 - 40	7,53	7,27	7,35
40 – 80	7,58	7,13	7,19
80 - 120	7,46	7,12	7,11

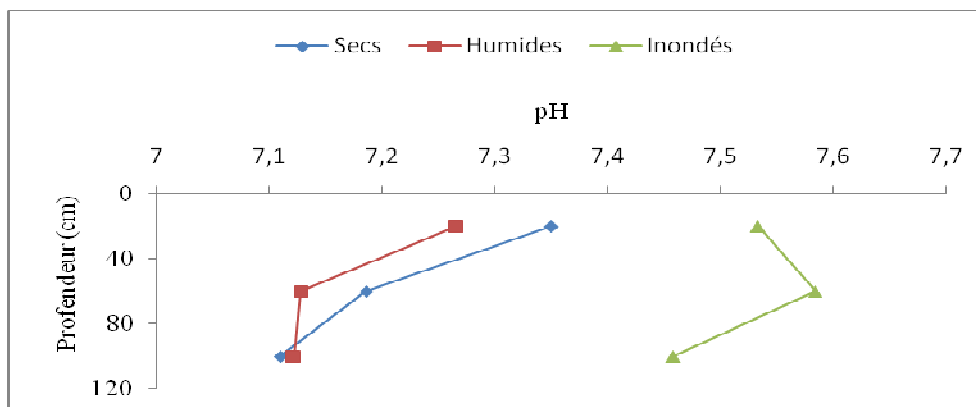


Figure 24. Variations du pH du sol dans les stations d'études

D'après les résultats obtenus de la Figure 24, on peut classer selon l'échelle du pH de l'extrait 1/5, selon SOLTNER (1989), sont présentés en (annexe 2).

Le pH du sol dans les ghouts inondés est alcalins ($7,46 < \text{pH} < 7,58$), et irrégulier en profondeur.

Le PH du sol dans les ghouts humides est alcalins ($7,12 < \text{pH} < 7,27$), il est variable selon les profondeurs.

Le PH du sol dans les ghouts secs est aussi alcalins ($7,11 < \text{pH} < 7,35$).

2.2.1. Variations spatiales du pH dans la région du Souf

A partir de la figure 25 (0-40 cm). Nous avons remarque que le pH est alcalin dans le centre et la cote ouest de la région du Souf, et neutre dans la limite de l'Est. Par contre dans la deuxième et la troisième couche, nous avons remarque que l'alcalinité reste localise dans le centre avec une peu d'extension vers le Nord-ouest de la région.

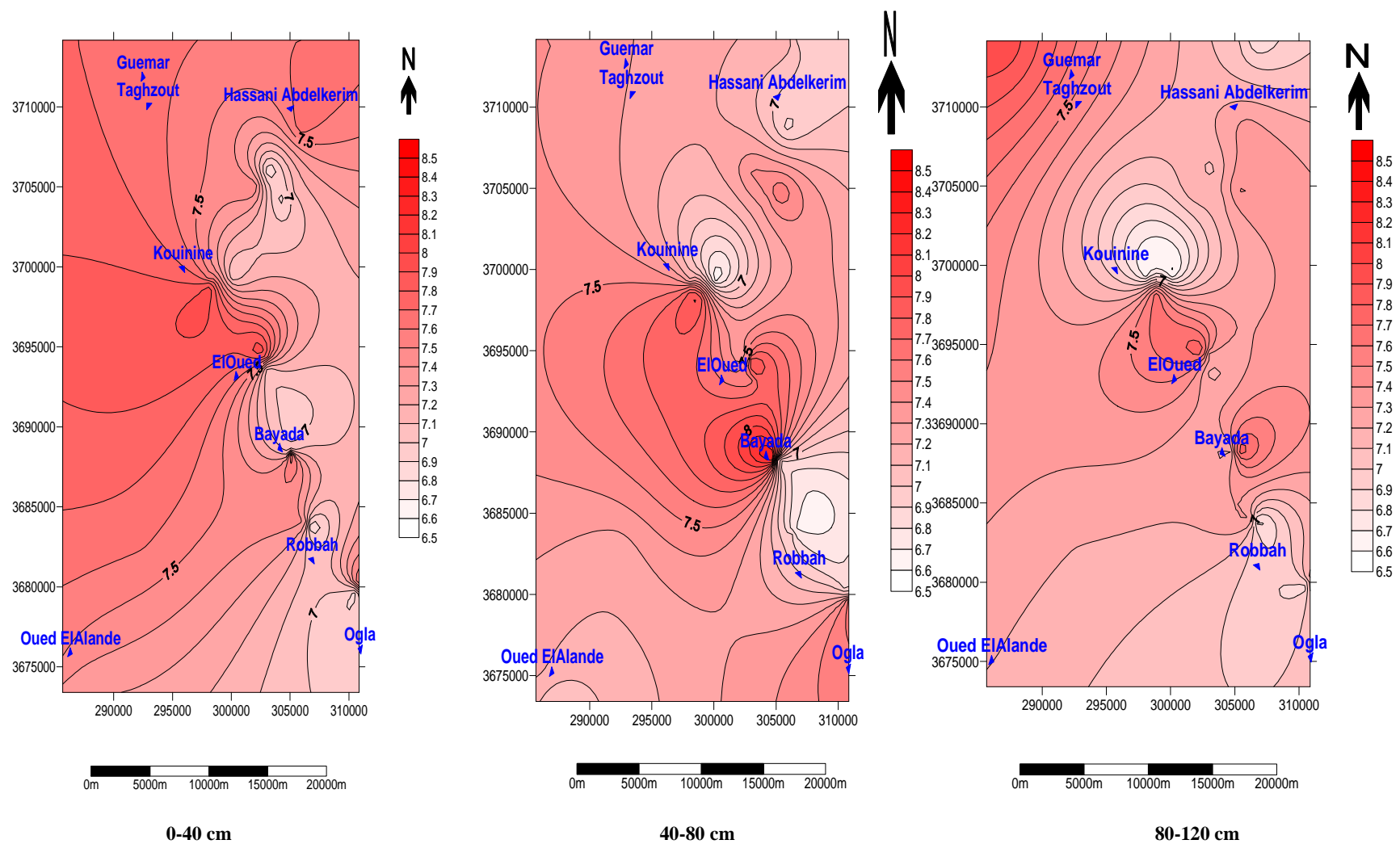


Figure 25. Variations spatiales du pH des trois couches

3. Etude des propriétés chimiques

3.1. Taux de gypse

Tableau X. Taux de gypse des sols dans les stations d'études

Profondeurs cm	Ghouts inondés	Ghouts humides	Ghouts secs
0 - 40	4,58	5,02	5,27
40 - 80	4,38	4,38	5,00
80 - 120	4,87	4,81	5,89

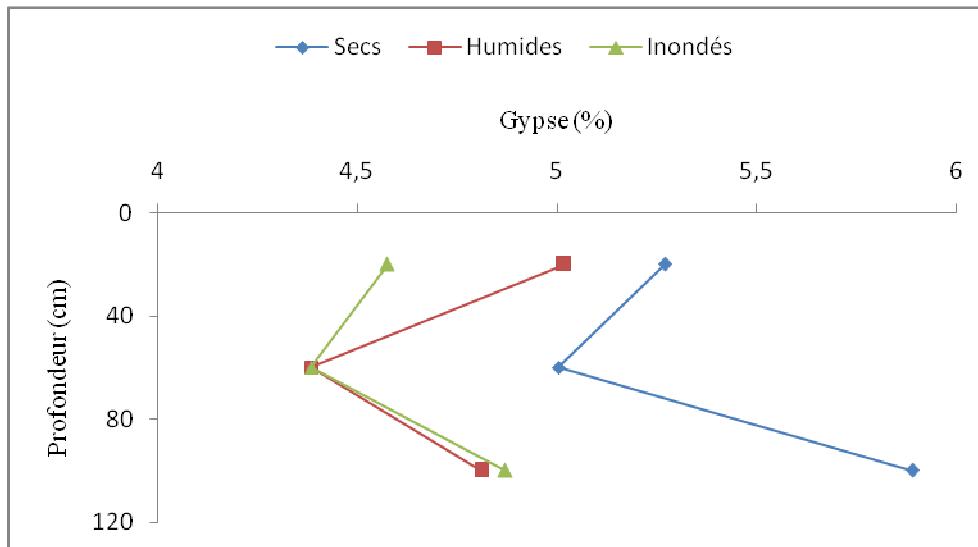


Figure 26. Variations du taux de gypse du sol dans les stations d'études

D'après la figure 26, le taux de gypse est compris entre 4,38 et 4,87 % dans les ghouts inondés, entre 4,38 et 5,02% dans les ghouts humides, et entre 5 et 5,89% dans les ghouts secs.

Selon l'annexe 6, les sols des trois types de ghouts sont des sols légèrement gypseux.

3.1.1. Variations spatiales du taux de gypse dans la région du Souf

Selon la figure 27, les sols des trois couches sont des sols légèrement gypseux, mais elles varient d'une zone à un autre, nous avons observé que l'extension maximale du taux de gypse est rencontré dans la troisième couche au Sud-est de la région.

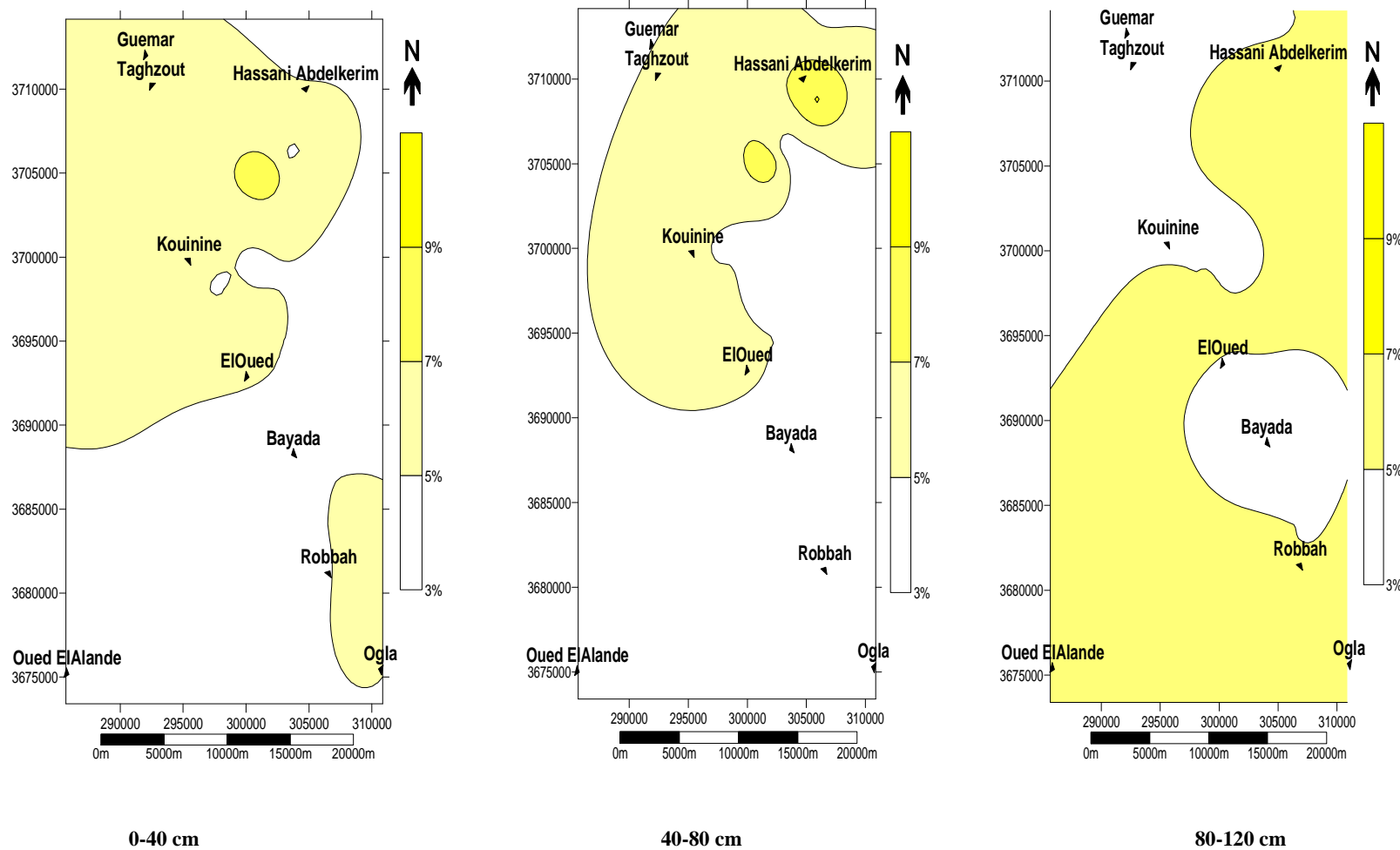


Figure 27. Variations spatiales du taux de gypse des trois couches

3.2. Taux de calcaire

Tableau XI. Taux de calcaire des sols dans les stations d'études

Profondeurs cm	Ghouts inondés	Ghouts humides	Ghouts secs
0 - 40	12,42	13,03	10,05
40 - 80	13,12	13,52	10,94
80 - 120	12,53	12,46	10,66

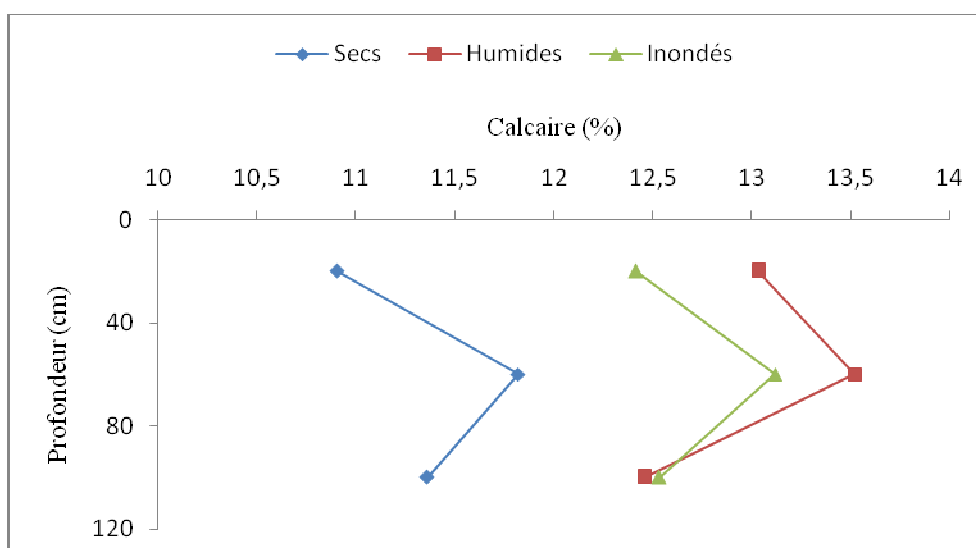


Figure 28. Variations de taux de calcaire du sol dans les stations d'études

L'échelle d'appréciation des teneurs du sol en calcaire total est présentée en annexe 1. Le sol est modérément calcaire dans toutes les stations d'études. Il est compris entre 12,42 et 13,12% dans les ghouts inondés, entre 12,46 et 13,52% dans les ghouts humides, est compris entre 10,05 et 10,94% dans les ghouts secs.

Nous remarquons que le taux de calcaire est élevé dans la deuxième couche par rapport à la couche superficielle et la couche de profondeur.

3.2.1. Variations spatiales du taux de calcaire dans la région du Souf

Selon la figure 29 qui présentent les variations spatiales du taux de calcaire nous avons remarqué que les trois couches sont semblables (modérément calcaire), dont l'accumulation maximale du taux de calcaire se trouve dans la cote Nord-est de la région du Souf.

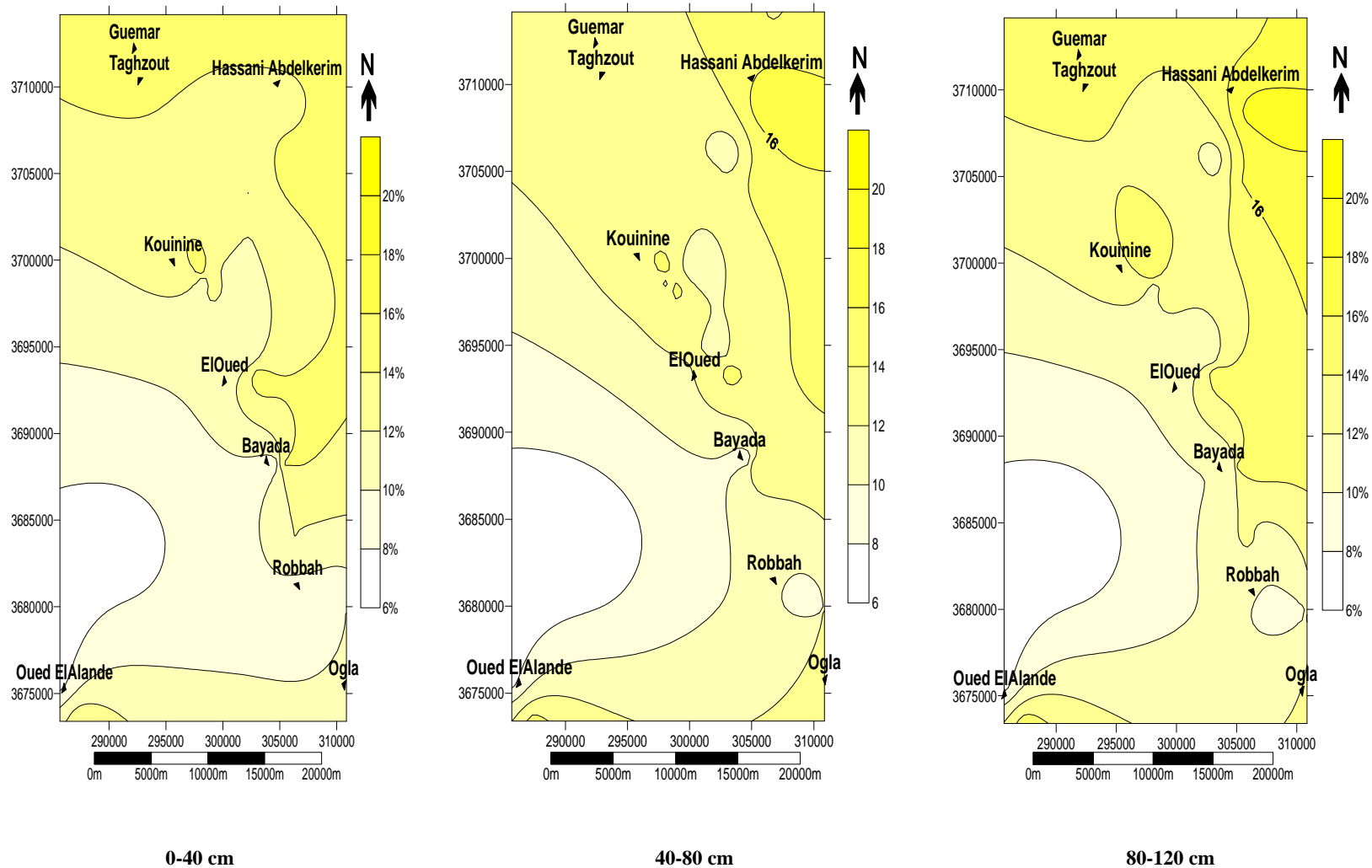


Figure 29. Variations spatiales du taux de calcaire des trois couches

3.3. Matière organique

Tableau XII. Taux de Matière organique des sols dans les stations d'études

Profondeurs cm	Ghouts inondés	Ghouts humides	Ghouts secs
0 - 40	0,63	0,61	0,57
40 - 80	0,76	0,83	0,70
80 - 120	1,09	1,06	1,02

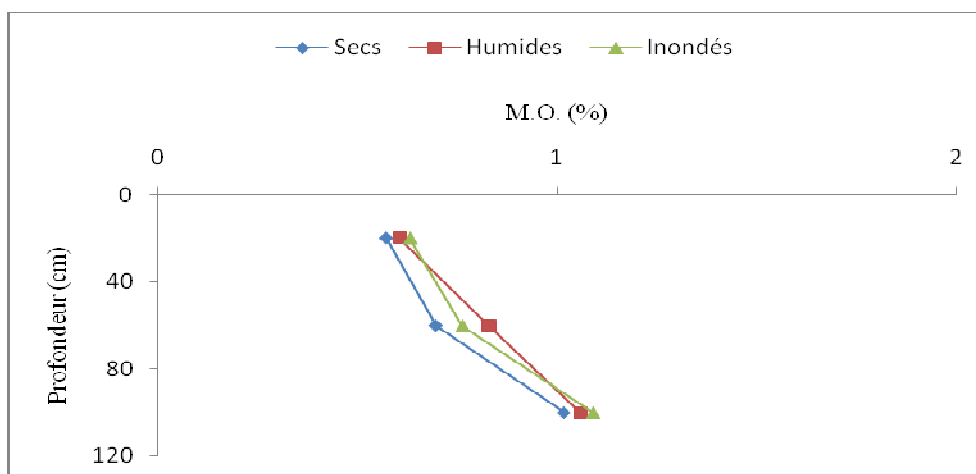


Figure 30. Variations du taux de matière organique dans les ghouts d'études

D'après la figure 30 le taux de matière organique est compris entre 0,63 et 1,09 % dans les ghouts inondés, entre 0,61 et 1,06% dans les ghouts humides, et entre 0,57 et 1,02.% dans les ghouts secs.

Selon l'annexe 8 les sols des trois types de ghouts sont des sols faibles en matière organique.

3.3.1. Variations spatiales du taux de matière organique dans la région du Souf

La figure 31 montre que le sol de trois couches faible en matière organique, d'autre côté la figure ne montre aucune variation spatiale dans la deuxième et la troisième couche. Par contre au niveau de première couche nous avons remarqué des valeurs proportionnellement élevée se trouve dans la cote Sud de la région du Souf.

Le résultat de matière organique montre que la région du Souf a des sols squelette, pauvre en matière organique, nécessite beaucoup des opérations de fertilisation pour l'amélioration.

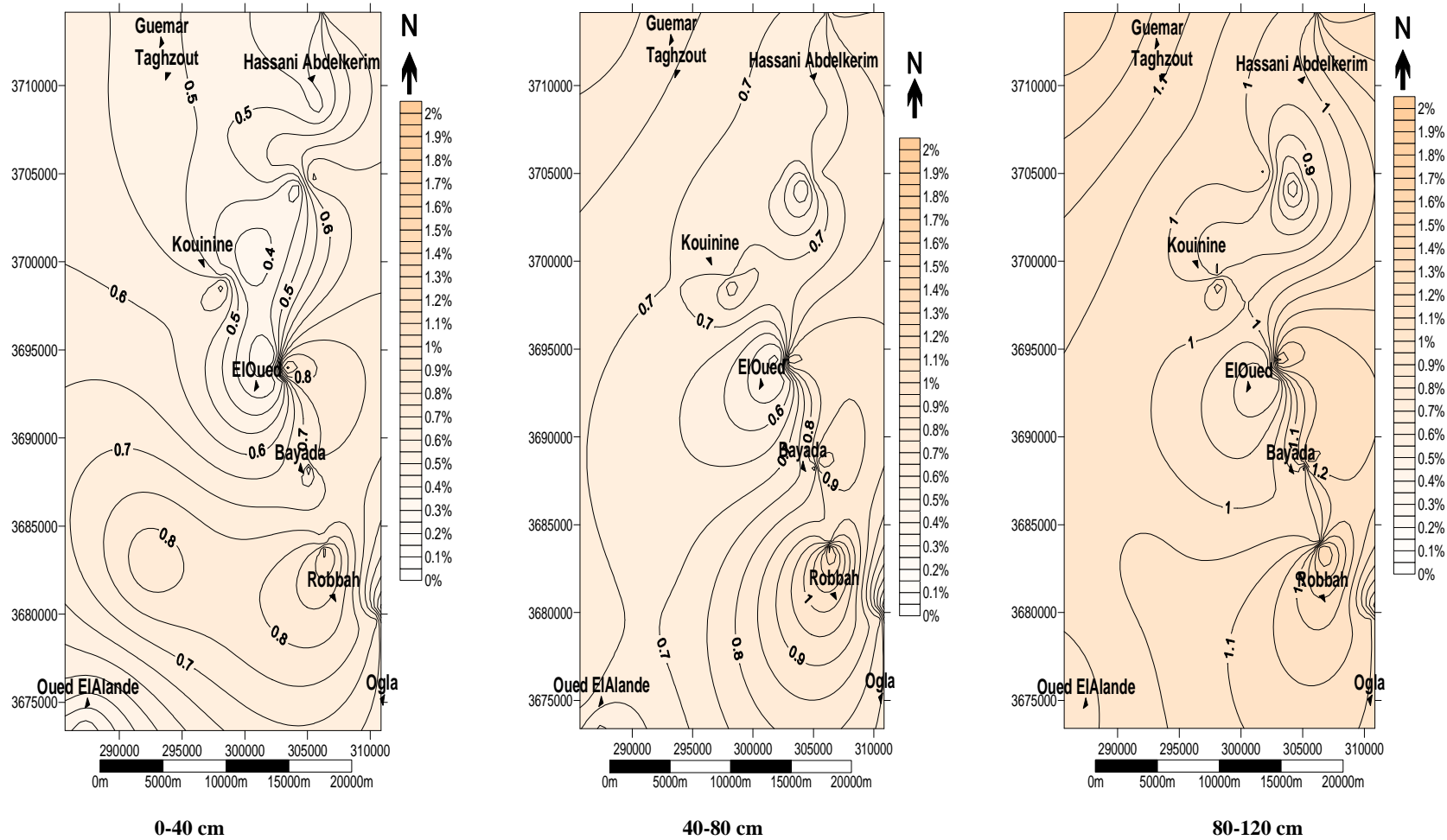


Figure 31. Variations spatiales du taux de matière organique des trois couches

4. Conclusion

L'étude du sol de nos stations montre que le taux d'humidité varie entre les types de ghouts. Il est élevé dans les ghouts inondés par rapport aux ghouts humides et secs, à cause de la remontée de la nappe phréatique.

Les analyses granulométriques des sols montre une dominance par la fraction sableuse.

A la lumière des résultats analytiques a permis de tirer les conclusions suivantes :

-les sols des ghouts inondés sont très salés par rapport aux deux autres ghouts, l'augmentation de la salinité du sol est justifiée par l'augmentation de salinité de la nappe phréatique.

-Le pH du sol de toutes les stations d'études est alcalin, avec des variations spatiales correspondant à la profondeur de la nappe.

De manière générale, les sols du Souf sont modérément calcaire, légèrement gypseux, faible en matière organique.

Les résultats des propriétés chimiques dans les stations d'étude montrent une indépendance aux niveaux de la nappe phréatique.

Conclusion générale

La vallée du Souf est confrontée au problème grave de la remontée des eaux phréatiques, phénomène existant depuis de nombreuses années. L'origine de ce phénomène a été étudiée en tenant compte de plusieurs facteurs. La complémentarité des conclusions conduit à mettre en évidence deux causes principales : l'exploitation des eaux des nappes profondes, le rejet des eaux en absence d'un réseau d'assainissement adéquat. Son impact a été négatif sur le développement économique et agricole de la région.

Notre étude fait partie d'une série des approches scientifiques de l'impact de la remontée de la nappe phréatique sur le système agricole (ghout) dans la région du souf. Il fait partie de l'axe de recherche ; relation sol-eau-plante, développé par l'équipe de pédologues de laboratoire de protection des écosystèmes en zones arides et semi arides de l'université de KASDI MERBAH, a pour but de mettre en évidence les effets de la remontée de la nappe phréatique sur la qualité du sol et l'état du ghout.

Au terme de cette étude de la nappe phréatique, il ressort que :

d'après notre étude spatiale, nous constatons que la remontée du niveau piézométrique de la nappe phréatique est généralement ressentie au niveau des centres urbains. Un rabattement de la nappe phréatique a été constaté en général au niveau des zones agricoles qui exploitent les eaux de la nappe phréatique.

D'après les données traitées, on note que les eaux de la nappe phréatique du souf se caractérisent par un pH alcalin dans toutes les stations d'études, atteignant jusqu'à 8,9. Dans les ghouts inondés, une salinité extrême de l'ordre 6,35 dS/m. et dans les ghouts humides et secs respectivement 5,59 ; 1,78 dS/m.

Au terme de l'étude du sol, il ressort que :

Les ghouts inondés, présentant un sol très humide et très salé, alcalin, légèrement gypseux, modérément calcaire. L'analyse granulométrique montre que le sol des ghouts inondés est formé principalement par la fraction de sable fin.

Les ghouts humides, présentent un sol moyennement humide, très salé, alcalin et aussi légèrement gypseux, modérément calcaire, une texture sableuse, avec une variation entre les sables fins et les sables grossiers.

Les ghouts secs, présentant un sol peu humide, peu salé, alcalin, légèrement gypseux et modérément calcaire, l'analyse granulométrique montre que le sol des ghouts secs est formé principalement par la fraction de sable grossier.

De manière générale, l'étude du sol montre que les sols des trois types de ghouts présentent une faible teneur en matière organique.

Nous constatant de notre étude qu'il y a une variation spatiale des propriétés physico-chimiques du sol qui reste liée au phénomène de la remontée de la nappe phréatique, les sols devient peut salés, charges en sels et alcalin dans les zones de fortes remontée de la nappe phréatique, par contre, on observe un effet inverse dans les zones de rabattement.

Au terme des analyses des enquêtes, il ressort que cette remontée a engendré plusieurs contraintes, telles que:

- un abandon des ghouts par les agriculteurs, suite à une mauvaise rentabilité des palmiers ;
- la mort d'un nombre important de palmiers dattiers ;
- l'envahissement des palmeraies par les mauvaises herbes, suite au non entretien ;

Les remontées des eaux phréatiques présentent des conséquences négatives sur l'environnement et sur le dysfonctionnement du système ghout dans la région du souf, parmi lesquelles on peut citer deux problèmes majeure :

- 1) **Stress hydrique en excès d'eaux** : Ce problème se traduit par, l'engorgement des sols par les eaux phréatiques, l'anaérobiose, la pourriture, la chute des rendements, le dépérissement des palmiers dattiers et la dégradation des palmeraies, lorsqu'un sol est entièrement gorgé d'eau, les racines s'asphyxient.
- 2) **Stress salin** : les sels peuvent être toxiques pour les palmiers dattiers ou peuvent affecter la balance nutritionnelle.

Il apparaît de cette étude une dégradation hydro édaphique des ghouts par le phénomène de remontée de la nappe phréatique. Si ce fléau n'est pas stoppé et pris en charge dans un proche avenir, aussi bien par les responsables du secteur que par les pouvoirs publics, avec des moyens appropriés, les conséquences seront plus graves sur le système ghout et les oasis de cette région, cela menace les patrimoines phoenicicole de la région du souf, avec un effet de désertification de toute la région, qui aura des conséquences socioéconomiques désastreuses.

Enfin, ce travail reste préliminaire, et nécessite d'autres études complémentaires au niveau de la région de souf. Ces études vont nous permettre de suivre l'évolution du phénomène de la remontée et ses impacts sur l'agrosystème du souf.

Recommandations

Afin de mettre un terme à la remontée des eaux de la nappe phréatique du souf, il est nécessaire de prendre les mesures suivantes :

- ◆ Réaliser un réseau d'assainissement sous la base d'une étude sérieuse et détaillée.
- ◆ Rationaliser l'utilisation de l'eau issue des nappes profondes et ce, tant pour la consommation humaine que celle de l'agriculture.
- ◆ Améliorer le fonctionnement et la gestion du réseau de production de stockage et de distribution d'eau potable en fonction du développement démographique.
- ◆ Installer des compteurs adéquats sur les branchements particuliers avec la sensibilisation du citoyen et révision des tarifs de l'eau à la hausse.
- ◆ Contrôler sévèrement et régulièrement le débit d'exploitation des forages destinés à l'AEP et l'irrigation.
- ◆ Réaliser un certain nombre d'études visant une meilleure connaissance de l'évolution de cette nappe, son écoulement et sa communication éventuelle entre les nappes.
- ◆ Une analyse qualitative de l'eau dans les différentes zones.
- ◆ Reboisement des ghouts par des espèces hydrophiles.

Références bibliographiques

- A.N.R.H., 1993.** Carte piézométrique de la nappe phréatique du souf.
- A.N.R.H., 1998.** Carte piézométrique de la nappe phréatique du souf.
- A.N.R.H., 2005.** Inventaire de forages d'eau de la wilaya d'El oued. 19p.
- A.N.R.H., 1999.** Note relative sur les ressources en eau de la wilaya d'El-Oued. 1999.
- A.N.R.H., 2000.** Note relative sur les ressources en eau de la wilaya d'El-Oued. 2000.
- ACHOUR. A., 1995.** *Diagnostic de l'état du patrimoine phœnicicole Algérien et essai d'analyse du cout de production dattier .Cas de la palmeraie du Souf.* Mém. Ing. Univ. Ouargla, 65p.
- AUBERT G., 1978.** *Méthode d'analyse de sol.* Ed. C.R.C.P, Marseille, p189.
- B.N.E.D.E.R., 1992.** Inventaire du patrimoine phœnicicole. Irrigation drainage, Tipaza, 74p.
- BAGNOU.S, 2001.** *La dynamique du sel soluble et leur impacte sur la nutrition minérale du palmier dattier. Cas de la région d'Ouargla .* Mém. Ing. Agro. Ouargla, 82p.
- BAIZE D., 1988.** *Guide des analyses courantes en pédologie (choix, expression, présentation et interprétation)* I.N.R.A., Paris, 172p.
- BEN HAMIDA S et BEN SEGHIR A., 1993.** *Contribution d'étude de problème de la remontée de la nappe phréatique.* A.N.R.H.Ouargla.1993.89p
- BG-H.B.O., 2003.** Valle du souf, Etude d'assainissement des eaux résiduaires, pluviales et d'irrigation. Mesures complémentaire de lutte contre la remontée de la nappe phréatique, Mission II.
- BOUAMMAR B., 2000.** *Les changements dans l'entérinement économique depuis 1994 et leur effet sur la rentabilité économique et financière de la néo-exploitation agricole oasisienne et sur leur devenir : cas des exploitations céréalières et phœnicicole de la région de Ouargla.* Mem. De Mag. INA. Alger, 124p.
- C.D.T.N., 1992.** 2^{ème} rapport préliminaires des données sur l'interprétation des données hydrochimique et isotopique de la campagne d'échantillonnage
- CHADALA S et MOULATI H. (2008).** *Contribution a l'étude de l'impact de la remontée de la nappe phréatique a oued souf sur la composition floristique du ghout.* Mémoire ingénieur univ. Ouargla .p112.
- CÔTE .M., 1998.** *Des oasis malades de trop d'eau Sécheresse .* Vol 9 n° 2, p 123 - 130.
- COTE M., 2006.** *Si le Souf m'était conté.* Ed. Média plus Constantine, 2006, 135p
- COTINET S. 1965.** *Méthode d'analyses utilisables pour les sols sales calcaire et gypseux, Analyse d'eaux agronomie tropicales* IRATCV. Paris pp12-42.

- D.H.W ,2004-2005** Inventaire de forages.
- D.S.A, (2000).** Fiche des données de la région de Souf. D.A.S.El Oued 2000.
- D.S.A., (1993).**Fiche des données de la région de Souf D.A.S.El Oued 2007.
- D.S.A., (1994).** Fiche des données de la région de Souf . D.A.S.El Oued 1994.
- D.S.A., (1998).** Schéma directeur de mise en valeur de la wilaya d'El Oued .188p.
- DUBIEF., 1964.** *Essai sur l'hydrogéologie superficielle au Sahara, Institut de météorologie et de physique du globe de l'Algérie, Alger, 384p.*
- DUBOST D., (1991).** *Ecologie, Aménagement et développement agricole des oasis algériennes.* Tome I. Thèse Doctorat. Université François Rabelais Tours. P290
- DUFUMIER (1985) in SENOUSSE (1995).** *Dynamique interne du milieu agricole saharien. Introduction d'un nouveau système d'irrigation. Périmètres céréaliers implantés dans les zones arides algériennes (Cas de la région de Ouargla),* Mémo. de D.E.A, formation doctorale E.S.S.O.R Université du Mirail, Toulouse, France, 94p.
- E.N.A.G.E.O. 1993.** Entreprise nationale de géophysique, division exploitation sismique. Extension de l'étude géophysique par sondage électrique de la région du Souf.6p.
- HAMDI AISSA., 2001.** *Le fonctionnement actuel et passé des sols du nord Sahara (cuvette d'Ouargla).* Thèse doct. Paris, INA. 283p.
- INRA (2005).** Proposition d'action spécifique pour le système ghout d'El-Oued. Institut national de recherche agronomique.5p.
- KEDDADRA Y. (1992).** *Etude de l'évolution des encroutements gypseux dans les ghout. Région du souf.* MEMOIE INGENIER .INA. El-Harrach. Alger 110p
- KHADRAOUI A., 2000.** *Les ressources en eau dans le Sahara septentrional.* Congrès scientifique Arabe El Oued. P : 20-28.
- LEBDI. N., 2000.** *Dynamique interne du milieu agricole saharien. Déclin ou renouveau des systèmes de production ? Cas des cinq zones de la vallée de l'Oued Righ.* Mémo. Ing. ITAS. Ouargla, 119 p.
- LEGHRISSE. I., 2007.** *la place d'un système ingénier (ghout) dans la nouvelle dynamique agricole de la région de Souf.* Mémo. Ing. Univ d'Ouargla. 78p.
- MAATTOUI MEH., 2001.** *Sodiale : un acide organique pour la correction des problèmes des salinités du sol et des eaux sales.* Séminaire nationale sur la problématique de l'agriculture des zones arides et de reconvention. SIDI BEL ABBES, ALGERIE, 437p.
- MAZOYER M. (1985).** *Système agricole d'exploitation de la nature.* Edit. I.N.A.P.G. P (15-42).

- MORENO M et al. 2001.** *Comparaison entre la détermination du métier organique des sols par la méthode de Walkler-Blak et la méthode de perte au feu, agro sol, volume 12, p49-58.*
- MOULATI. A., 2004.** Rapport sur l'étude d'assainissement des eaux résiduaires, pluviales et d'irrigation mesures complémentaire de lutte contre la remontée la nappe phréatique, missions O.N.A. ,87p.
- MUNIER. P., 1973.** *Le palmier dattier.* Éd. MAISONNEUVE et LAROSE paris, 217p.
- NADJAH A., 1971.** *Le Souf des oasis.* Ed. la maison du livre Alger, 174p.
- NECIB A., (2001).** *Contribution à l'étude de l'impact de la remontée de la nappe phréatique sur le devenir de l'agriculture dans la région du souf.* Mem. Ing. Uni. Ouargla. P74.
- O.N.M., (2009).** Données climatiques de la période (1999-2008) région d'El Ooud.
- REMINI.B.,2004 .** *La remontée des eaux dans la région d'El Oued* Revue vecteur environnement Canada, 6p.
- SAIBI.H, 2003.** *Analyse qualitative des ressources en eau de la vallée du Souf et impact sur l'environnement, région aride à semi aride d'El Oued.* Mém .Magister. Univ. Houari Boumediene ,160p.
- SAKER M.L.et DADDI BOUHOUN M., 2005.** *Le patrimoine phœnicicole algérien .contraintes et tous de développement.* Séminaire National sur les Sources Bio-énergétique pp : 1-13.
- SOLTNER D., 1998.** *Les bases de la production végétale, Tome I, Le sol.* 17^{ème} Edition. C.S.T.A.Anger, 468p.
- TOUTAIN G. ,1977.** *Eléments d'agronomie saharienne.* De la recherche au développement. Ed .La maison neuve. 1979 Paris, 276p.
- VOISIN R ., 2004.** *Le Souf monographie,* Edit El Walid. 319p.
- ZELA L. et SMADHI D. 2006.** *Gestion de l'eau dans milieu désertique : cas des oasis algériennes.*5p.
- ZELLA L., 2006.** *Peut-on rendre l'âme aux oasis algériennes ?* In quotidien El-Watan. Mardi 29 août 2006.5p.

المراجع بالعربية:
حليس يوسف. 2007. الموسوعة النباتية لمنطقة سوف، 252ص

Annexes :

Annexe1. Dosage du calcaire total (BAIZE, 1988)

CaCo3(%)	Horizons
<1	Non calcaire
1 < CaCo3 < 5	Peu calcaire
5 < CaCo3 < 25	Modérément calcaire
25 < CaCo3 < 50	Fortement calcaire
50 < CaCo3 < 80	Très calcaire
>80	Excessivement calcaire

Annexe 2. Echelle d'interprétation des résultats du pH de l'extrait 1/5 (SOLTNER1989)

pH	Classes de sols
5 à 5,5	Très acide
5,5 à 5,9	Acide
6 à 6,5	Légèrement acide
6,6 à 7,2	Neutre
7,3 à 8	Alcalin
> 8	Très alcalin

Annexe 3. Echelle de la salinité en fonction de la conductivité électrique de l'extrait dilue1/5(AUBERT ,1978)

C.E.(dS/m) à 25 c°	Degré de salinité
< 0,6	Sol non salé
0,6 < C.E. < 2	Sol peu salé
2 < C.E. ≤ 2,4	Sol salé
2,4 < C.E. ≤ 6	Sol très salé
> 6	Sol extrêmement salé

Annexe 4. Echelle de pH des eaux phréatiques (GAUCHER ,1968 in SOLTNER, 1989)

pH eau	Sols
6,75 < pH eau < 7,25	Neutre
7,75 < pH eau < 8,25	Alcalin
> 8,5	Très alcalin

Annexe 5. Echelle Classification des eaux (DURAND, 1958 in CHADALA et MOULATI, 2008).

Résidus secs en g/l	Différents types des eaux
< 0,25	Eaux non salines
0,25 < R.s ≤ 0,75	Eaux à salinité moyenne
0,75 < R.s < 2,25	Eaux forte salinité
2,25 < R.s < 5	Eaux très forte salinité
>5	Eaux à salinité excessive

Annexe 6. Echelle Classification des sols gypseux (BARZADJI ,1973 in CHADALA et MOULATI, 2008).

Gypse(%)	Nom de la classe
< 0, 3	Non gypseux
0,3 -10	légèrement gypseux
10 -15	Modéré gypseux
25 -50	gypseux

Annexe 8. Classe de la matière organique (MOROND, 2001).

M.O. (%)	Caractérisation
0.5 <M.O.< 1	Très faible
1 <M.O.< 2	Faible
2 <M.O.< 3	Moyen
3 <M.O.< 5	Riche
5 <M.O.	Très riche

Annexe 9. Fiche d'enquêtes

Identification de l'exploitant

-Type de ghout :
-Nom de l'exploitant :
-acticité d'origine :

-N° de ghout :
-âge de l'exploitant :
-date d'enquête :
-la main d'œuvre :

Identification du Ghout

-Coordonne de Ghout :
-Age de phénomène :

-âge de ghout :
-Surface de Ghout :

Déroulement des activités durant les deux périodes (avant et après la remontée de la nappe) :

Activités	Avant la remontée	Après la remontée
N° de palmier		
Rendement/variété		
Toilette		
Irrigation		
Drainage		
Aménagement de l'exploitation		
Pollinisation		
Matérielle utilisées		
Culture maraichère		
La fertilisation		
Dose apportée		
Matérielle utilisées		

