

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE
LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE KASDI MERBAH- OUARGLA
FACULTE DES SCIENCES ET SCIENCES DE L'INGENIEUR
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE
MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En vue de l'obtention du Diplôme d'Ingénieur d'Etat en Biologie

Filière : Ecologie Végétale et Environnement

Option: Ecosystèmes Steppiques et Sahariens

THEME

**Contribution à l'étude de l'impact
de la remontée de la nappe phréatique à Oued Souf
sur le changement floristique des Ghouts**

Présenté par:

M^{elle} : CHEDALA Souhila

M^{elle} : MOULATI Hana

Composition du jury:

| | | |
|----------------------|----------------------|------------------------------------|
| Président | Mr. CHEHMA A. | (Maître de conférences) |
| Promoteur | Mr. DADDI BOUHOUN M. | (Maître assistant chargé de cours) |
| Co- Promoteur | Mr. SAKER ML. | (Maître de conférences) |
| Examineurs | Mme. MEDJBER T. | (Maître assistant chargé de cours) |
| | Mr. HAMDY AISSA B. | (Maître de conférences) |

Année universitaire : 2007/2008

اهداء

!"# \$ %& #'()
 *+, -. /0 1 2 +2 / 3 45
 67 8# 95:5; <= 0: 3 45>?@ A+ B 1 45CDEF , 1 60 45
 IIII 3, 1
 BB@JJ JJJJ #
 %KHL < M +N% OP 45Q R+ S<8 L TN1 T 1PHUV W=X D5
 III Y Z1# [\ 45 YHI] OP 45Q
 IB@ ^#
 _ `# c C (@ CY 2 CD b _ `5>?@ a / .2 3 _=N# =# -(b 45
 d(e Cd ` C f+ Cg F
 < , D+ j d h@ 1 ie 45 W1 U(? ` 45
 Ck= Cd HcdI (m Cf. C>n1 C f` Co<# C>m#C> C>m#C 0 C fm _]< e 45
 Id(, C +(
 O D ,1 O=pN _: dh 45
 d (N% @ P2 " q5 3 (" 45
 % @ P2 " q5 (4# O<V T2 N %! 45

هدايا

اهداء

) (N T H
' .le 'r
I 45 P2 O 2#
6+s 45C n L(= N t 45 (V 6u d+v %n 45A+ -. 45
y d.(#y w x1FH (P2
V ? d?] = =?V%! TN1 45C'0# H z /@RZ 45 (O +N 45
yA + ^#y Q 0l o@ S+ # 45C N1 01 {
d0 K K (N#Cd} ` Cd{h j _ `# d N#C B C #j _ `# (d,= dR| 45
I H
~1V %2 -(b 45
d+(€ Cd<' j\$ <=!P • 1#T* &, #6 Z# 45
ld• N C>+2 C (, Cd!1. yj d=i # ,#T| /@b 45
Cd 1 C 1 " CdH ., jU V] T\ \$BR, K d@ v] @ m]0 45
I fm Cd{h Cd(, 1 Cd} ` Cd (. Cd+(, Cd 8 Cd (N
>+2 f=p =!P ^1 d](1 45
o] T2=!P0 T] T2 +0 45

سويديه

Remerciements

Avant tout louange à dieu le tout puissant pour nos avoir donné le courage, la volonté et la patience pour terminer ce travail.

Au terme du présent travail, nous tenons tout d'abord nous sincères remerciement à lé garde de :

M^r DADDI BOUHOUN M., Notre promoteur pour ses conseils et son attention qu'il a portée pour la réalisation de ce mémoire.

M^r SAKER M.L., notre co- promoteur pour sa précieuse aide, sa patience, son appui et des conseils précieux.

Nous sommes très heureuses d'exprimer notre reconnaissance à **M^r CHEHMA A** d'avoir accepté de présider ce jury.

Aux différents membres du jury qui nous ont fait honneur et ont bien voulu examiné ce modeste travail **M^{me} MOUDJEBRE T.** et **M^r HAMDIA AISSA B.**

Nos remerciements vont également aux personnels du laboratoire du département des nous avoir aidé dans la réalisation du pesé présent travail, particulièrement, M^r BEGGARIA., le laboratoire L.A.D.E., surtout **M^{me} SAFA** et responsable de D.S.A de El-Oued **Mr REHLAE MEHAMED.**

M^r MOULATI A., Responsable d'office national d'assainissement direction projet El- Oued

Et nos remerciements vont qui ont contribué de prés ou de loin pour réalisation de ce travail.

Souhila et Hana

Liste des tableaux

| N° | Titre | Page |
|-------------|--|-------------|
| Tableau I | Niveau de remontée de la nappe phréatique dans différentes communes | 19 |
| Tableau II | Nombre et pourcentage de palmiers affectés par commune | 27 |
| Tableau III | Données météorologiques de la région du Souf (1998.2007) | 30 |
| Tableau IV | Etat de la situation des ghouts d'Oued Souf | 41 |
| Tableau V | les familles et les espèces végétales dans les stations d'études | 82 |
| Tableau VI | Les groupes écologiques des espèces végétales dans les stations d'études | 83 |
| Tableau VII | Répartition des espèces végétales dans les stations d'études | 84 |

Liste de figures

| N° | Titre | Page |
|---------|--|------|
| Fig. 1 | Système de Ghout au Souf | 5 |
| Fig. 2 | Evolution du comportement de la nappe phréatique au Souf | 12 |
| Fig. 3 | L'évolution des prélèvements à partir du complexe terminal et du continental intercalaire | 14 |
| Fig. 4 | Mécanismes d'alimentation de la nappe phréatique | 16 |
| Fig. 5 | Carte piézométrique de la nappe phréatique en 2001 | 18 |
| Fig.6 | Carte piézométrique de la nappe phréatique (Avril 2002. Avril 2001) | 20 |
| Fig. 7 | Carte de variation du niveau piézométrique des eaux de la nappe phréatique (Avril 2002. mars 2001) | 22 |
| Fig. 8 | Différences du niveau piézométriques entre 2002 et 1993 | 23 |
| Fig. 9 | Carte de variations de la profondeur des eaux de la nappe phréatique (2002.1993) | 25 |
| Fig. 10 | Situation géographique de la région du Souf | 29 |
| Fig. 11 | Diagramme Ombrothémique de BAGNOULS et GAUSSEN appliquée à la région du Souf (1998.2007). | 31 |
| Fig. 12 | Diagramme Ombrothermique de GAUSSEN et BAGNOULS (1957). | 34 |
| Fig.13 | Présentation des ghouts d'étude dans la zone de Kouinine | 48 |
| Fig. 14 | Moyenne des mesures du niveau de la nappe phréatique en hiver | 56 |
| Fig.15 | Salinité des eaux de la nappe phréatique | 56 |
| Fig.16 | Moyenne des mesures du niveau de la nappe phréatique au printemps | 57 |
| Fig. 16 | Salinité des eaux de la nappe phréatique | 57 |
| Fig. 17 | variations de l'humidité du sol dans les stations d'études | 60 |
| Fig. 18 | variations de la granulométrie des sols inondés dans les ghouts | 60 |
| Fig. 19 | Granulométrie des sols humides dans les ghouts | 61 |
| Fig. 20 | Granulométrie des sols secs dans les ghouts | 61 |
| Fig. 21 | Variations de la conductivité électrique du sol dans les stations d'études | 62 |
| Fig. 22 | Variations du Résidus secs du sol dans les stations d'études | 63 |
| Fig. 23 | variations du pH du sol dans les stations d'études | 63 |
| Fig. 24 | Variations du taux de gypse du sol dans les stations d'études | 64 |
| Fig. 25 | Variations du taux de calcaire du sol dans les stations d'études | 65 |
| Fig. 26 | Variations du taux de matière organique des sols dans les stations d'études | 65 |
| Fig. 27 | Variations du taux d'humidité des sols dans les stations d'études | 66 |
| Fig. 28 | Variations de la conductivité électrique des sols dans les stations d'études | 67 |
| Fig. 29 | Variations du taux de résidus secs des sols dans les stations d'études | 67 |
| Fig. 30 | Variations du pH des sols dans les stations d'études | 68 |
| Fig. 31 | Variations du taux d'humidité des sols dans les stations d'études | 69 |
| Fig. 32 | Variations du la granulométrie des sols inondés dans les dunes | 69 |
| Fig. 33 | Variations du la granulométrie des sols humides dans les dunes | 70 |
| Fig. 34 | Variations du la granulométrie des sols secs dans les dunes | 70 |
| Fig. 35 | Variation de la conductivité électrique des sols dans les stations d'études | 71 |
| Fig. 36 | Variations du taux de Résidu sec des sols dans les stations d'études | 71 |
| Fig. 37 | Variations Taux de pH des sols dans les stations d'études | 72 |
| Fig. 38 | Variations du taux de calcaire des sols dans les stations d'études | 73 |

| | | |
|---------|--|-----|
| Fig. 39 | Variations du Taux de gypse des sols dans les stations d'études | 73 |
| Fig. 40 | Variations du taux de matière organique du sol dans les stations d'études | 74 |
| Fig. 41 | Variations des caractères végétatifs des pieds de palmiers dattiers dans les stations d'études | 77 |
| Fig. 42 | Profondeurs moyennes d'enracinement dans les stations d'études | 79 |
| Fig. 43 | Rendements moyens des palmiers dattiers dans les stations d'études | 79 |
| Fig. 44 | Densité moyenne des espèces dans les dunes des stations d'études | 99 |
| Fig. 45 | Densité moyenne des espèces dans les ghouts des stations d'études | 99 |
| Fig.46 | Recouvrement moyen des espèces dans les dunes des stations d'études | 101 |
| Fig. 47 | Recouvrement moyen des espèces dans les ghouts des stations d'études | 103 |
| Fig.48 | Dominance moyenne des espèces dans les dunes des stations d'études | 105 |
| Fig.49 | Dominances moyennes des espèces dans les ghouts des d'études | 107 |

Liste des photos

| N° | Titre | Page |
|-------------|--|------|
| Photo 1 | ghout inondé 1 | 43 |
| Photo 2 | ghout inondé 2 | 43 |
| Photo3 | ghout inondé 3 | 44 |
| Photo 4 | Ghout humide 1 | 44 |
| Photo 5 | Ghout humide 2 | 45 |
| Photo 6 | ghout humide 3 | 45 |
| Photo 7 | ghout sec 1 | 46 |
| Photo 8 | ghout sec 2 | 46 |
| Photo 9 | ghout sec 3 | 47 |
| Photo 10 | prélèvement des eaux | 49 |
| Photo 11 | niveau de la nappe | 49 |
| Photo 12 | Prélèvement des eaux | 50 |
| Photo 13 | Niveau de la nappe | 50 |
| Photo 14 | la profondeur creusée pour atteindre le niveau d'eau | 50 |
| Photo 15 | Prélèvement des eaux | 50 |
| Photo 16 | Niveau de la nappe | 50 |
| Photo 17 | distance de prélèvement | 51 |
| Photo 18 | Echantillonnage du sol | 51 |
| Photo 19,20 | Prélèvement du sol | 52 |
| Photo 21 | Le profil creusé dans le haut de ghout | 52 |

Liste des fiches

| N° | Titre | Page |
|----------|--|------|
| Fiche 1 | Identification de <i>Traganum nudatum</i> | 85 |
| Fiche 2 | Identification de <i>Molkiopsis ciliata</i> (<i>Moltkia ciliata</i>) | 85 |
| Fiche 3 | Identification de <i>Cotula cinerae</i> | 86 |
| Fiche 4 | Identification de <i>Cyperus conglomeratus</i> . | 86 |
| Fiche 5 | Identification de <i>Ephédra alata</i> | 87 |
| Fiche 6 | Identification de <i>Atractylis flave</i> . | 87 |
| Fiche 7 | Identification de <i>Phragmites communis</i> | 88 |
| Fiche 8 | Identification de <i>Heliathemum kahiricum</i> | 88 |
| Fiche 9 | Identification <i>Launea glomêrata</i> | 89 |
| Fiche 10 | Identification <i>Zygophyllum album</i> | 89 |
| Fiche 11 | Identification de <i>Launea résedifolia</i> | 90 |
| Fiche 12 | Identification <i>Coranulaca monacantha</i> | 90 |
| Fiche 13 | Identification de <i>Marrubium deserti</i> | 91 |
| Fiche 14 | Identification <i>Suaeda mollis</i> | 91 |
| Fiche 15 | Identification de <i>Sonchus maritimus</i> | 92 |
| Fiche 16 | Identification <i>Stipagrostis pugens</i> | 92 |
| Fiche 17 | Identification <i>Retama retam</i> | 93 |
| Fiche 18 | Identification <i>Neurada procumbens</i> | 93 |
| Fiche 19 | Identification de <i>Plantago albicans</i> | 94 |
| Fiche 20 | Identification <i>Convolvulus arvensis</i> | 94 |
| Fiche 21 | Identification de <i>Genista sahara</i> | 95 |
| Fiche 22 | Identification <i>Euphorbia guyoniana</i> | 95 |
| Fiche 23 | Identification <i>Salsola tetrandra</i> | 96 |
| Fiche 24 | Espèce non identification | 96 |

Liste des abréviations

| Abréviation | Signification |
|-------------|---|
| A.N.R.H | Agence nationale de ressource hydrique |
| CI | Continental intercalaire |
| CE | Conductivité électrique |
| CT | Complexe terminale |
| D.S.A. El | Direction de service agricole El Oued |
| E.R.S.S | Etude des ressources en eau du Sahara septentrional |
| D.H.W | Direction d'hydraulique de la wilaya |
| D | Densité |
| L.A.D.E | Laboratoire d'Algérienne des eaux |
| Mo | Matière organique |
| O.N.M | Office nationale de météorologie |
| O.N.R.G.M | Office nationale de recherche géologique et minière |
| R.s | Résidu sec |
| H | L'humidité |
| C | Calcaire |
| G | Gypse |
| CEs | Conductivité électrique du sol |
| RSs | Résidu sec du sol |
| pHs | pH du sol |
| Sg | Sable grossi |
| Sf | Sable Fin |
| L+A | Limon + Argile |
| CEn | Conductivité électrique de nappe phréatique |
| Rsn | Résidu sec de nappe phréatique |
| Pn | Profondeur de nappe phréatique |
| pHn | pH de nappe phréatique |
| Lnt | Longueur du tronc |
| Ct | Circonférence du tronc |

| | |
|-----|-------------------------------|
| N.p | Nombre de palmes |
| Rt | Rendement |
| Nr | Nombre de régime |
| Hra | Hauteur des racines aériennes |
| Prd | Profondeur début |
| Prf | Profondeur fine |
| Af | <i>Atractylis flava</i> |
| Np | <i>Neurada procumbens</i> |
| Ca | <i>Convolvulus arvensis</i> |
| Cco | <i>Cyperus conglomerates</i> |
| Cci | <i>Cotula cinérea</i> |
| Cm | <i>Carmuleca monocantha</i> |
| Eg | <i>Euphorbia guyoniana</i> |
| Ea | <i>Ephédra alata</i> |
| Gs | <i>Gensita saharien</i> |
| Hk | <i>Heliathemum kahiricum</i> |
| Sma | <i>Sonchus maritimus</i> |
| Sm | <i>Suaeda mollia</i> |
| L.g | <i>Launea glomerata</i> |
| Lr | <i>Launea residifolia</i> |
| M.d | <i>Marrubium deserti</i> |
| Np | <i>Neureda procumbens</i> |
| St | <i>Salsola tetrandra</i> |
| Tn | <i>Traganum nudatum</i> |
| Sp | <i>Stipagrostis pugeus</i> |
| An | Anonyme |
| Pa | <i>Plantago albicans</i> |
| Pc | <i>Phragmites communs</i> |
| R.r | <i>Rétama retam</i> |

Sommaire

| | |
|-------------------|---|
| Introduction..... | 1 |
|-------------------|---|

Première partie

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I : Oasis de Souf

| | |
|--|---|
| 1. L'écosystème oasien..... | 3 |
| 2. Classification des oasis..... | 3 |
| 2.1. Les Oasis qui utilisent principalement les eaux superficielles..... | 3 |
| 2.2. Les Oasis à puits artésiens jaillissants (Oued Rhir .Ouargla) | 3 |
| 2.3. L'oasis à foggares (Gourara, Touat) | 4 |
| 2.4. L'oasis à puits ordinaire (M'ZAB) | 4 |
| 2.5.L'oasis d'excavation du souf | 5 |
| 2.5.1. Le Ghout..... | 5 |
| 2.5.2. Caractères floristiques de Oasis de Souf | 6 |
| 2.5.2.1. Palmier dattier | 6 |
| 2.5.3.Les plantes spontanées..... | 7 |
| 2.5.3.1. Répartition des différents végétaux en Sahara | 7 |
| 2.5.3.2. Les principales plantes caractéristiques du Souf | 9 |

Chapitre II : La remontée des eaux phréatiques à Souf

| | |
|--|----|
| 1. Description du phénomène | 11 |
| 2. Historique de la remontée | 11 |
| 3. Causes de la remontée de la nappe dans le Souf | 13 |
| 4. Analyse technique de la remontée de la nappe | 14 |
| 5. Niveau piézomètre de la nappe phréatique | 17 |
| 6. Variation des niveaux piézométriques..... | 17 |
| 7. Variations de profondeur de l'eau de la nappe phréatique..... | 24 |
| 8. Effets de la remontée de la nappe phréatique | 26 |

Chapitre III : Présentation région d'études

| | |
|--|----|
| 1. Situation géographique et administrative de la région de Souf | 28 |
| 2. Climatologie | 30 |
| 2.1. Données météorologiques de la région du Souf (1998.2007)..... | 30 |
| 2.1.1 .La température | 30 |
| 2.1.2. Précipitation | 31 |
| 2.1.3. L'humidité relative de l'air | 31 |
| 2.1.4. L'évaporation | 31 |
| 2.1.5. L'insolation | 31 |
| 2.1.6. Le vent..... | 31 |
| 2. 2 .Synthèse climatique..... | 32 |
| 3. La pédologie | 35 |
| 4. Structure géomorphologique..... | 35 |
| 5. Topographie..... | 36 |
| 6. La géologie..... | 36 |
| 7. Relief | 36 |
| 8. L'hydrogéologie..... | 37 |
| 9. La flore et la faune..... | 39 |

Deuxième partie

MATERIELS ET METHODES D'ETUDES

Chapitre IV : Matériels d'études

| | |
|--|----|
| 1. Choix de la zone d'étude..... | 41 |
| 1.1. Critère de choix de la zone de Kouinine | 41 |
| 1.2. Présentation de zone d'étude | 42 |
| 1.2.1. Localisation de kouinine..... | 42 |
| 1.2. 2 Situation topographique | 42 |
| 2. Choix du site expérimental | 42 |
| 3. Caractéristiques des stations..... | 42 |
| 4.. Présentation des stations d'études | 43 |

Chapitre V: Méthodes d'études

| | |
|--|----|
| 1.Approche méthodologique | 49 |
| 1.1.Objectif | 49 |
| 1.2. Pour l'étude de la nappe (pendant l'hiver et le printemps)..... | 49 |
| 1.3. Pour l'étude de sol | 51 |
| 1.4. Pour l'étude du palmier dattier | 53 |
| 1.5. Etude des plantes spontanées | 53 |
| 1.5.1.Echantillonnage | 53 |
| 1.5.2.Etude du peuplement végétal..... | 53 |
| 2. Méthode d'analyse | 54 |
| 2.1. Analyse des échantillons des eaux | 54 |
| 2.2. Analyse des échantillons de sol | 54 |
| 2.2.1. Paramètre physique | 54 |
| 2.2.2 Paramètres physico. chimiques | 55 |
| 2.2.3. Paramètres chimiques | 55 |

Troisième partie : RESULTAS ET DISCUSSIONS

Chapitre VI : Etude de la nappe phréatique

| | |
|---|----|
| 1.Etude de la nappe en hiver | 56 |
| 1.1.Etude du niveau de la nappe | 56 |
| 1.2.Etude de la qualité des eaux phréatiques | 56 |
| 2.Etude de la nappe au printemps..... | 57 |
| 2.1.Etude du niveau de la nappe | 57 |
| 2.2.Etude de la qualité des eaux phréatiques | 57 |
| 3. Comparaison entre l'étude de la nappe en hiver et au printemps | 58 |

Chapitre IIV : Etude du sol

| | |
|---|----|
| I .Analyses du sol en hiver | 60 |
| 1. Etude des propriétés physiques | 60 |
| 2. Etude des propriétés physico.chimiques..... | 61 |
| 3. Etude des propriétés chimiques..... | 64 |
| II .Analyses du sol au printemps..... | 66 |
| 1. Etudes des sols des ghout | 66 |
| 1.1. Etude des propriétés physiques | 66 |
| 1.2. Etude des propriétés physico. chimiques..... | 67 |
| 2. Etudes des sols des dunes | 69 |
| 2.1. Analyse physique | 69 |
| 2.2. Analyse physico.chimique | 71 |
| 2.3. Analyse chimique | 73 |
| 3. Comparaison entre les caractères des sols des ghouts en hiver et au printemps... | 74 |
| 4. Comparaisons entre les sols de ghouts et des dunes | 75 |

| | |
|---|-----|
| Chapitre VIII : Etude des pieds de palmiers dattiers | |
| 1. Caractères végétatifs..... | 77 |
| 2. L' enracinement..... | 78 |
| 3. Les rendements..... | 79 |
| Chapitre XI : Identification des espèces | |
| 1. Identification et classification des espèces | 80 |
| <hr/> | |
| 2. Répartitions des espèces végétales dans les stations d'études..... | 82 |
| 3. Caractérisation des espèces | 85 |
| Chapitre X : Etude du peuplement végétal | |
| 1. Densité des espèces | 97 |
| 1.1. Densité des espèces des dunes | 97 |
| 1.2. Densités des espèces végétales dans les ghouts | 98 |
| 2. Recouvrement des espèces | 98 |
| 2.1. Recouvrement des espèces végétales dans les dunes | 98 |
| 2.2. Recouvrement des espèces végétales dans les ghouts | 102 |
| 3. Dominance des espèces | 104 |
| 3.1. Dominance des espèces végétales dans le..... | 104 |
| 3.2. Dominance des espèces végétales dans les ghouts | 106 |
| Conclusion générale | 110 |
| Références bibliographiques | |
| Annexes | |

Introduction

Introduction

Dans une oasis, les réserves en eaux souterraines constituent le support indispensable à toute vie humaine, animal et végétal. Pour pallier à l'absence des précipitations, les oasiens irriguent leurs palmeraies par les eaux souterraines. Deux procédés traditionnels ont été pratiqués dans le Sahara algérien, faire monter l'eau à la surface (foggara et puits balancier) ou faire descendre les racines du palmier dans la nappe et qui seront continuellement en contact avec l'eau. L'application de ces deux procédés reste tributaire de la géologie et de l'hydrogéologie de la région. Dans les oasis d'El-Oued, c'est plutôt le deuxième procédé qui est appliqué et que les Soufis surnomment les ghouts qui prennent la forme des cuvettes dans lesquels sont implantés des palmiers. Le captage des eaux des nappes profondes (continental intercalaire et complexe terminal) par des système hydraulique modernes (forages) a provoqué la remontée des eaux et l'inondation des ghouts, et ensuite la mort des palmiers par asphyxie (REMINI , 2004).

Le milieu saharien présente différentes formes de paysages, telles que : les dépressions (Chotts, Sebkhass, Dayas, lit d'oued), les Regs, Erg et les Hamadas qui subissent une dégradation, les facteurs édaphiques, qui sont respectivement l'hydromorphie, la salinisation du sol et l'ensablement, elles constituent des espèces indicatrices de la dégradation du sol (OZENDA, 1983).

Dans notre travail, nous essayerons de saisir l'impact de la remontée de la nappe phréatique sur le changement floristique.

En d'autres termes, plusieurs questions sont posées :

- La remontée de la nappe phréatique est elle la principale cause de la dégradation partielle de palmier dattier dans la région du Souf ?
- Quelle sont les effets de ces phénomènes sur la répartition de la végétation spontanée et la dégradation des sols dans la région ?

Pour répondre à ces questions, nous avons effectué notre recherche, la méthodologie d'étude adoptée est basée sur un choix des sites expérimentaux différents selon l'état des ghouts (inondé, humide, sec) (trois ghouts de chaque type). Pour cela nous avons effectué sur les sites expérimentaux, une étude de la nappe phréatique, et du sol (à cause du manque d'informations pédologiques dans notre région), du changement floristique (palmier dattier et plantes spontanées).

Notre étude comporte trois parties essentielles, à savoir :

- La première partie de notre travail a été consacrée à la synthèse bibliographique, ayant trait à l'oasis du Souf, la remontée des eaux phréatiques et la présentation de la région d'étude.
- La seconde partie a été réservée aux matériels et méthode utilisée pour la réalisation de ce travail.
- Quant à la troisième partie, elle est inhérente aux résultats et discussions de notre travail.

Première partie



SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I : Oasis de Souf

1. L'écosystème oasien

L'oasis saharienne est un ensemble de palmeraies, où le palmier dattier, adapté aux conditions de la vie désertique ne prospère qu'avec une irrigation suffisamment abondante, effectuée avec de l'eau non stagnante

On conçoit donc que la régularité du débit disponible soit au Sahara, un facteur essentiel de prospérité.

Les faits géographiques qui déterminent le mode d'existence des ressources en eau, offrent donc les éléments de classification des Oasis (KEDDADRA, 1992).

2. Classification des oasis

La classification adoptée par MOULIAS (in KEDDADRA, 1992) est :

2.1. Les Oasis qui utilisent principalement les eaux superficielles

Toutes les Oasis qui jalonnent la façade méridionale de l'Atlas saharien ont pour caractère commun d'utiliser des eaux superficielles.

Il est toutefois nécessaire de distinguer les oasis irriguées et celles arrosées par les Oueds. Les premières bénéficient d'un constant, les secondes variables, en disposent que des eaux de rivières. Les deux éléments, sources et Oueds, peuvent coexister comme dans l'oasis de Biskra, de Laghouat et de Sidi Okba.

2.2. Les Oasis à puits artésiens jaillissants (Oued Rhir -Ouargla)

Ouargla est une oasis, située dans la cuvette de l'Erg Oriental. L'eau d'irrigation était extraite des nappes phréatiques et celles du miopliocène par des puits traditionnels, utilisant le balancier. Leur nombre (250 à 300 puits) a décliné en raison du tarissement de la nappe, accéléré par l'introduction des premières motopompes. Comme partout au Sahara, l'eau appartient à celui ou ceux qui l'ont (ont) fait jaillir, indépendamment de la propriété foncière. Le partage de l'eau entre les membres de la communauté se fait en unité de temps, selon la technique subtile des tours d'eau en cours, dans de nombreuses oasis (ZELLA, 2006).

2.3. L'oasis à foggaras (Gourara, Touat)

Les oasis du Touat et d'Adrar se distinguent par une autre technique d'exploitation des eaux souterraines. Un système de captage des eaux souterraines par gravité, autrement dit un puits horizontal, connu sous le nom de foggara en Algérie. Elle est d'origine perse. La foggara s'est développée dans les régions sud-ouest du pays où les conditions hydrogéologiques et topographiques sont idoines à ce type de captage. Les eaux de la nappe sont drainées jusqu'au point bas où l'eau émerge à la surface du sol. Pour augmenter le débit à l'exutoire ou quand la foggara est morte, il est nécessaire d'allonger la galerie à l'amont ou de multiplier le nombre de bras des galeries drainant. Le nombre de foggaras actives en Algérie s'élève à 572, totalisant 1377 km linéaire et un débit global de 2 942 I/s susceptible d'irriguer 3000 ha. Le système de gestion des eaux captées par la foggara a nécessité la mise en place d'un cadre juridique et technique très élaboré. Il est l'émanation du niveau social, culturel, et géographique de l'époque de la création de l'oasis. La propriété de l'eau est acquise à celui qui, par son travail ou ses deniers, a contribué à la réalisation de la foggara. Chaque individu est propriétaire d'une part d'eau proportionnelle à sa contribution. Le détenteur d'un droit d'eau peut en faire usage, le vendre ou le louer pour une période déterminée; il peut également en faire associer d'autres usagers. Comparé au mode d'exploitation par puits, la foggara offre l'avantage de fournir une eau en permanence par gravité, ce qui sous-entend en toute gratuité. Les contraintes techniques et économiques sont épargnées (ZELLA, 2006)

2.4. L'oasis à puits ordinaire (M'ZAB)

La palmeraie de Beni-Isguen couvre une superficie d'environ 250ha et date du XI^{ème} siècle. Cette oasis fait partie du site M'Zab, classé patrimoine de l'humanité par l'UNESCO

A la suite des crues de l'Oued N'Tissa, les limons, déchets organiques et les pierres charriées sont récupérés pour être utilisés à la confection de terrasses aux pieds des collines où l'élevage et la culture du palmier dattier, des arbres fruitiers et les autres cultures herbacées sont pratiquées Ceci permet non seulement un curage des cours d'eau après chaque crue, et également une extension continue des superficies agricoles dans une région où les espaces agricoles sont très limités. Dans des conditions d'aridité où la moyenne des précipitations n'excède guère 60mm par an, des puits de profondeur moyenne (25-70m) sont creusés pour l'irrigation des jardins. La majorité de ces anciens puits restent toujours fonctionnelle. En plus des eaux de crues et des puits, des forages profonds participent également à l'irrigation de la palmeraie pour couvrir les déficits.

Un système de partage des eaux de pluies, dont la pertinence et la précision reflètent une harmonie de l'oasis avec la nature (ZELLA, 2006)

2.5. L'oasis d'excavation du 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, la spécificité du système de culture utilisé ici était fondée sur la plantation des palmiers au fond de vastes cratères (ghout) (CÔTE, 1998).

2.5.1. Le Ghout

Le ghout est le plus ancien type de palmeraies connu dans la région du Souf, les Ghitanes (plusieurs Ghouts) sont installés dans l'Erg en forme d'entonnoir, au fond duquel poussent les palmiers en nombre variable (CHETEHOUNA, 1992). 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 200m, 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) (Fig. 1).



Fig. 1 : Système de Ghout au Souf (KEDDADRA, 1992)

2.5.1.1. 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 (1977), 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.

2.5.2. Caractères floristiques d'Oasis de Souf

2.5.2.1. Palmier dattier

La culture principale du Sahara est le palmier dattier (*Phoenix dactylifera*), et l'Oasis du Souf est avant tout une vaste palmeraie. L'extension du nombre de palmiers étant fonction des possibilités d'irrigation, l'étendue des surfaces plantées reste stationnaire jusqu'en 1955, date à partir de laquelle le Souf commença à profiter des nombreux forages qui permirent la plantation d'une centaine de milliers de palmiers dattiers supplémentaires.

Le palmier est l'arbre providentiel des régions désertiques. Introduit du Moyen-Orient par les invasions arabes, la poésie en a fait un être animé, créé par Dieu, le sixième jour, en même temps que l'homme, Il fournit l'essentiel de la nourriture de la population et la plus grosse partie des revenus de la région. L'existence d'une nappe d'eau à faible profondeur et la plantation des arbres au centre de vastes entonnoirs suppriment ici le problème de l'irrigation. (VOISIN, 2004)

2.5.3. Les plantes spontanées

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 manteau végétal (OZENDA, 1958).

2.5.3.1 Répartition des différents végétaux au Sahara

La répartition des espèces végétales dans les régions sahariennes est influencée par les différents facteurs, tels que la sécheresse de l'atmosphère et la pauvreté des pluies. Au Sahara, on peut distinguer les végétaux suivants :

2.5.3.1.1. Végétation des Erg et des sols sableux

D'après QUEZEL (1955), les Ergs relativement fixés, se déplacent peu sous l'action du vent et sont bien souvent colonisés par une végétation assez importante.

La végétation de ce milieu est essentiellement caractérisée par la dominance du (*Drinn*), *Aristida pungeus*. Lorsque le groupement d'Erg est bien développé, il comprend à côté du *Drinn* une végétation arbustive, formée par *Ephédra alata* (*Alenda*), *Retama retam* (*Rtem*), *Gernista saharae* (*Merkh*) et *Calligonum azel* (*Azel*). Parmi les plantes herbacées, on peut citer : *Gyperus conglomérats* (*Talbout*) et *Molticia ciliata* (*Halma*), sont les plus abondantes. Les caractères du milieu étant homogènes et assez constant le long de l'année.

Ce groupement ne présente pas de variations saisonnières notables, il constitue en été le seul pâturage important (OZENDA, 1958).

2.5.3.1.2. Végétation des Regs et des substrats caillouteux ou argileux

Les Regs sont extrêmement fréquents et occupent la majeure partie du Sahara. Ils sont constitués par l'action sélective du vent sur les horizons superficiels d'un sol squelettique. En effet, un Reg est constitué en surface par un dépôt de cailloutis (QUEZEL, 1955).

Selon OZENDA (1958), sur les Regs caillouteux se développe un groupement très diffus, dominé par *Haïoxylon scopâruim* (*Remt*). Lorsque le Reg est ensablé superficiellement, les *Aristida* apparaissent et peuvent constituer un tapis dense. Les Regs argilo-sableux portent une autre chénopodiacée, telle que *Cornulaca monacantha* (*Had*).

2.5.3.1.3. Végétation des Hamadas et des sols rocheux

La végétation des Hamadas est une formation qui couvre les surfaces les plus importantes au Sahara (OZENDA, 1964 in NETTARI et RAOUAS ,2004).

D'après ELHA1 (1974), elle caractérisée par un sol mince ou inexistant, la sécheresse du sol est très marquée et presque permanente. La flore est d'une grande pauvreté, seule une graminée (genre *Aristida*) et quelques Chénopodiacées (*Salsola laricifolia*). On peut aussi citer la plante : *Anabasis aretioides*, avec les plantes les plus xérophiiles (genre *Ephédra*, *Zygophyllum Vitaria* et *Salsola*).

2.5.3.1.4. Végétation des dépressions

Les dépressions sont de différents ordres de grandeurs, à savoir :

A -Dayas et dépressions fermées

Selon OZENDA (1958), les Dayas sont particulièrement bien développées dans le sud algérien. Le groupement caractéristique de ces fonds est l'association à *Pistacia Atlantica* (Betoum) et *Zizyphus lotus* (cedra). Les dépressions sont plus petites et portent une association arbustive, dominée par une Crucifère épineuse, *Zilla macroptera*.

Lorsque le sol est salé, on voit apparaître les plantes halophiles des genres *Tamarix*, *Atriplex* et *Salsola* (HUETZ DE LEMPS, 1970).

B- Lits d'oueds et vallées

On rencontre véritablement des arbres, intervenant dans des groupements que l'on a décrits sous le nom de " Steppes arborées" ou "Forêts steppes". Les alluvions temporairement inondées portent des arbres, les plus dominées : les *Acacia* et les *Tamarix* (OZENDA, 1958). Le groupement le plus caractéristique est une "Savane" formée par diverses espèces d'*Acacia* sur une strate herbacée, dominée par la graminée *Pancum turgidum* (OZENDA, 1983).

2.5.3.1.5. Végétation des sols salés

Les sols salés sont caractérisés par la présence de sodium, sous forme d'ion libres ou adsorbés, en proportion assez élevée pour leur conférer des caractères pédologiques particuliers et provoquer la présence d'espèces (adaptées), appartenant particulièrement à certaine famille, telles que les Chénopodiacées et les Plumbaginacées qui sont localisées dans les sols salés, ce sont les halophytes (LEMEE, 1978).

2.5.3.1.5.1- Végétation très diverse

* **Les glycophytes** : Les halophytes s'apposent aux glycophytes, plantes des milieux non salés (GENOUX et al, 2003in SAIS. et ZEGHIDI., 2006). Selon LEMEE (1978), montrent une tolérance plus ou moins grande vis-à-vis de la salinité. Par leur morphologie (feuilles, tiges) et par leurs caractères physiologiques, pression osmotique, il existe entre les halophytes et les glycophytes toute une série de plantes intermédiaires dont dépend la mise en culture dans le sol (GENOUX et al, 2003).

* **Les halophytes facultatives** : Certaines halophytes bien que pouvant résister à d'importantes accumulations de sels dans le milieu extérieur se comportent normalement sur des sols non salés (GENOUX et al, 2003in SAIS. I et ZEGHIDI. S, 2006).

* **Les halophytes obligatoires** : D'après GENOUX et al, 2003in SAIS. I et ZEGHIDI. S, 2006, les plantes halophiles ne peuvent se développer complètement qu'en présence de fortes concentrations salines, c'est-à-dire, signifiant étymologiquement, plantes aimant le sel (ex Salicornia).

Les relations des plantes halophytes avec le milieu permettent de définir :

* **Les halophytes submergées** : sont entièrement plongées dans l'eau salée, ce sont les algues et les plantes maritimes.

* **Les halophytes terrestres** : dont seuls les organes souterrains sont en contact avec des teneurs en sels.

***Les aérohalophytes** : reçoivent sur leurs parties aériennes des embruns ou des poussières salées, c'est le cas de la végétation des falaises, des dunes littorales et des déserts.

2.5.4. Les principales plantes caractéristiques du Souf

* **Le Drinn** : (*aristida pungens*) c'est une graminée aux longues feuilles linéaires et piquantes. Elle ne constitue qu'un pâturage médiocre pour les chameaux. Elle pousse en touffes basses dans les dunes, et ses racines forment un rhizome qui se ramifie obliquement sur plusieurs mètres dans le sol. Avec les tiges sèches, on fabrique des filets, des nattes et des cordes (VOISIN, 1998).

***L'Alenda** : (*Ephédra alata*) sorte de conifère toujours vert. Les animaux ne le broutent qu'en cas d'extrême urgence, de sorte qu'il forme toujours le fond de la végétation des Sahanes du Souf. Les branches sèches servent à la confection des cabanes d'été. Les branches peuvent atteindre 2 à 3 m. Les plus grands se trouvent à Oued- El –Alenda (VOISIN ,1998).

* **L'Arta** : (*calligonum comosum*), polygonée que les Souafa appellent aussi Resou, Azal ou Arich suivant sa taille et l'endroit où on le trouve, ce sont des arbrisseaux au tronc ligneux portant des branches terminées par de nombreux rameaux verts, cylindriques et sans feuilles qui se [détachent et tombent pendant l'hiver.

- L'Arta pousse dans les sables peu épais.

- L'Azal pousse dans les dunes.

- L'Arich pousse dans les grands ergs.

Les branches de l'Azal servent également à la construction de petites cabanes d'été. Le bois de ces petits buissons est souvent la seule ressource des nomades pour cuire leurs aliments (VOISIN, 1998).

* **Le Retem** : (*retama retam*) papilionacé, sorte de grand genêt à fleurs blanches. Il a fourni autrefois le bois à brûler des foyers et des fours à plâtres. Les chameaux dédaignent cette plante amère. Ses fruits toxiques empoisonnent l'eau des puits dans lesquels ils sont jetés (VOISIN, 1998).

* **L'Adhide** : (*euphorbia guyoniana*), tige effilée et ramifiée, 50 cm de haut. Cette plante sans éclat ni parfum, possède cependant des fleurs riches en nectar, quand on les coupe, elle laisse couler un suc blanc laiteux et toxique. L'Euphorbe se rencontre surtout dans les sahanes salés (VOISIN, 1998).

* **Le Genêt** : (*genista saharae*) (VOISIN, 1998).

* **L'Ethel** : (*Tamarix articulata*) est venu apporter la verdure dans les rues d'El-Oued depuis 1965. Ses grandes branches portant les petites aiguilles vertes ont modifié le visage désertique des grandes artères blanches de la ville. Le bois d'éthel de couleur jaune rosé, tendre et solide à la fois fournit à l'industrie locale les petites planches, les poutres, mais surtout le "bois de tour", avec lequel on confectionne des plats ou des vases (VOISIN, 2004).

* **Le Saxaoul** : le commandant Couvet a introduit dans le Souf cette salsolacée du Turkestan, genre de Saxaoul (*Anabasis ammodendron*) (VOISIN, 2004).

Chapitre II :

La remontée des eaux phréatiques à Souf

1. Description du phénomène

La pente de la nappe phréatique est faible et bien que la transmissivité soit élevée, les qualités d'eau qui s'écoulent vers l'aval sont peu importantes. Les apports d'eaux extérieurs (continentale intercalaire, complexe terminal ou rejets) restent pratiquement sur le site et font monter le niveau de la nappe, en remplissant les pores du terrain, créant un dôme. La pente de la nappe augmentant localement permet un écoulement plus important jusqu'à ce qu'un nouvel équilibre s'établisse ou que la nappe monte jusqu'en surface des sols, lorsque les apports dépassent les possibilités d'écoulement souterrain.

Les premiers signes d'une remontée de la nappe phréatique sont visibles dans les ghouts car la profondeur de l'eau y est, en temps normal, de l'ordre de 1 à 2 mètres. Une remontée de 1,5 mètres aura comme conséquence l'apparition de tranches d'humidité (COTE, 2001).

2. Historique de la remontée

A cause des conditions topographiques et hydrogéologiques favorables dans la région, les Soufis ont creusé des cuvettes ghouts, en enlevant le sable pour le déposer autour des cuvettes, sous forme de dunes pour lutter contre l'ensablement (REMINI., 2004).

Avant les années soixante, les oasiens utilisaient uniquement les eaux de la nappe phréatique pour les besoins en eau potable et agricole; il existe un équilibre entre les prélèvements et les rejets, et le niveau piézométrique de la nappe restait stationnaire (D.S.A., 1998). Ce système de culture est bien adapté au milieu (Erg), mais fragile parce qu'il est étroitement lié au niveau de la nappe, et ceci plus que dans la technique d'exhaure de l'eau des que le niveau de celle – ci s'abaisse (cas au milieu du XX^{ème} siècle), ou s'élève (cas actuellement), le palmier risque de mourir d'insuffisance ou trop d'eau (COTE, 1998).

La nappe phréatique de la région du Souf subit une remontée progressive de son niveau piézométrique depuis les années soixante, et semble s'aggraver avec les années (ANRH, 2000). Les premières apparitions de la remontée de la nappe phréatique durant l'année 1969 dans les communes de Magrane et Hassi Khalifa (D.S.A., El 1998). A partir des années 80 une remontée maxima de la nappe à été observée tout autour de la ville. (A.N.R.H., 2003). L'eau qui était de 2 à 3 mètres sous le plancher des ghouts, n'a plus été qu'à 1m, puis a affleuré en hiver et a fini par noyer en permanence le fond du ghout. Les répercussions sur la palmeraie sont directes : dépérissement des palmiers, puis mort et abondant du ghouts (COTE, 1998)

Le phénomène est apparu aux portes immédiates de la ville d'El Oued, puis l'auréole a grandi, au point de toucher aujourd'hui la moitié sud du Souf, de Kouinine à Nakhla (Fig. 2) Schématiquement, On peut dire que 515 ghouts sont noyés et que 120000 palmiers sont morts (VOISIN, 2004)

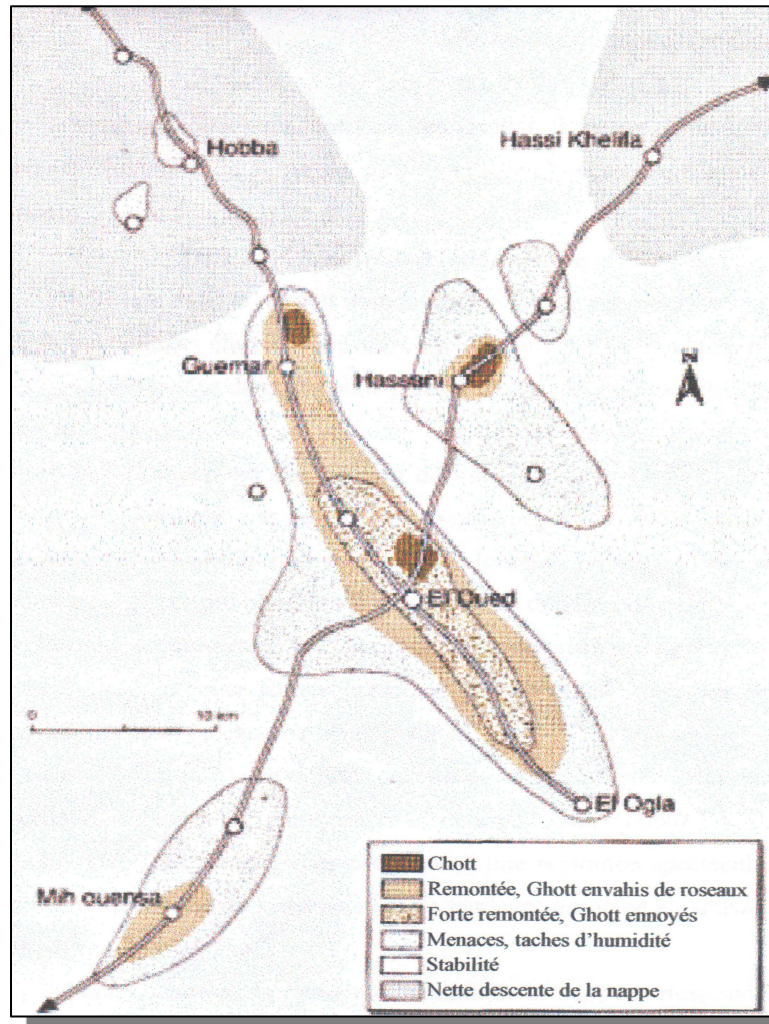


Fig. 2 : Evolution du comportement de la nappe phréatique au Souf (COTE, 1998)

3. Causes de la remontée de la nappe dans le Souf

Les causes de la remontée de la nappe phréatique ont été rattachées à quelques suppositions, parmi les quelles :

3.1. La pluviométrie exceptionnelle : généralement, les précipitations dans la zone du Souf on lieu de novembre à février, le plus souvent fines et modérées et de courte durée. Ces pluies deviennent parfois torrentielles, et engendrent des dégâts, tels a été le cas en 1969 (D.S.A., 1993).

3.2. Utilisation des forages pour l'irrigation : avant, le mode l'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).

3.3. 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 des sols (90 % de sable) facilite l'infiltration des eaux d'irrigation et de pluie (70 m m/an) vers la nappe phréatique. Cette situation est aggravée par le manque d'exutoire naturel proche de la région (A.N.R.H, 1993).

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

3.5. Absence d'un exutoire : la zone du Souf n'est pas pourvue d'un exutoire, les eaux usées n'ont qu'un seul chemin, traverser le sable pour atterrir dans la nappe phréatique (ce qui provoque l'asphyxie des palmiers). Au début, le système hydraulique du Souf; alimentation- évacuation était simple et équilibré :

- L'alimentation se faisait à partir de la nappe phréatique.
- L'évacuation des eaux usées se faisait dans les fosses septiques pour rejoindre à la fin la nappe phréatique.

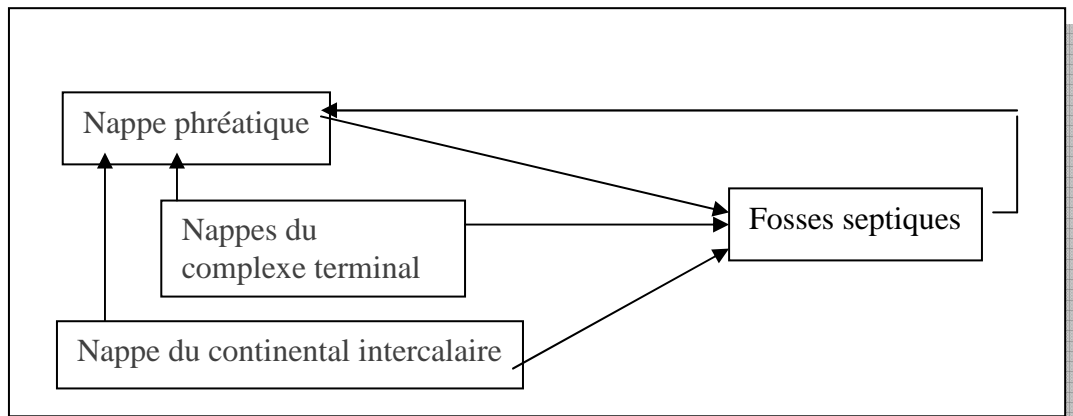


Fig. 3 : L'évolution des prélèvements à partir du complexe terminal et du continental intercalaire (D.S.A. El, 1993)

Donc, on parle de la rupture d'un système d'équilibre où la nappe phréatique aboutissait directement à la nappe phréatique à un système où trois nappes (nappe phréatique, nappe du complexe terminal et nappe du continental intercalaire) aboutissaient à la nappe phréatique (D.S.A 1993).

3.6. Absence d'un réseau d'assainissement : des toutes les localités du Souf, seule la ville d'El Oued est dotée d'un réseau d'assainissement, et encore sur un linéaire de 75 km de conduite en béton et amiante, ou 16% seulement sont raccordés, avec un rejet à 4 km à l'extérieur de la ville (ANRH, 1998). 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 (L.A.D.E., 2004).

4 .Analyse technique de la remontée de la nappe

Solen Moulati A., 2004, le phénomène de remontée de la nappe phréatique dans la région du Souf est complexe et s'étend pratiquement sur un demi-siècle. D'après les données contenues dans les rapports de Marc Côte (1993 - 2001), complétées par BNEDER (1992-1993 et 1994); ANRH (1993); ANRH (1994), et l'inventaire des forages et des enquêtes sur les débits (ANRH 1999), on peut établir les techniques suivantes:

- Avant 1956, toute l'eau utilisée pour l'alimentation humaine, animale et l'agriculture provenait de la nappe phréatique. L'augmentation de la population et l'extension des cultures ont eu comme conséquences une surexploitation avec en corollaire un abaissement lent et progressif de la nappe. Dans les années 1940, la baisse était déjà de l'ordre de 0,5 m au sud d'El-Oued, 1m à El-Oued, 1,5m à Kouinine et 2 m au nord de Kouinine.

- En 1956, un premier forage moyennement profond au Complexe Terminal (CT) a été creusé pour l'AEP d'El Oued et entre 1957 et 1969, environ un nouveau forage par année a été exécuté dans le CT.
- En 1969, suite à de fortes pluies, une remontée générale de la nappe a été constatée avec inondation de 150 ha dans la région de Magrane et Hassi-Khalifa. La nappe est progressivement redescendue par la suite (BNEDER, décembre 1993).
- De 1970 à 1980, environ 2 forages par année ont été réalisés dans le CT et en 1980, on observe les premiers ghouts ennuyés à El-Oued et une remontée progressive et persistante de la nappe phréatique aux portes d'El Oued, ce qui en 1985 alarme les autorités.
- Entre 1980 et 1997 une centaine de nouveaux forages sont réalisés dans le CT. En 1986 et 1987, trois forages profonds, au continental Intercalaire (C.I.), ont été exécutés, deux d'entre eux sont exploités pour l'AEP d'El Oued, le troisième à Khalifa, pour l'agriculture est fermé.
- En 1993, la nappe avait ennoyé la palmeraie sur 25 km dans le couloir Kouinine-Robbah. (ANRH, 1993).

Schématiquement, la remontée maximum de la nappe correspond à la zone de concentration des forages pour l'approvisionnement en eau potable, autre de l'agglomération linéaire d'El-Oued. Au-delà, chaque fois que l'on se rapproche d'une A.E.P villageoise, la nappe a tendance à remonter (Fig. n° 4) (COTE, 1998).

- Entre 1993 et 2000, une série d'investigations ont été entreprises pour connaître les caractéristiques géométriques, géologiques, physicochimiques et bactériologiques de l'aquifère, et un important travail de recensement et de supervision des forages existants a été entrepris.

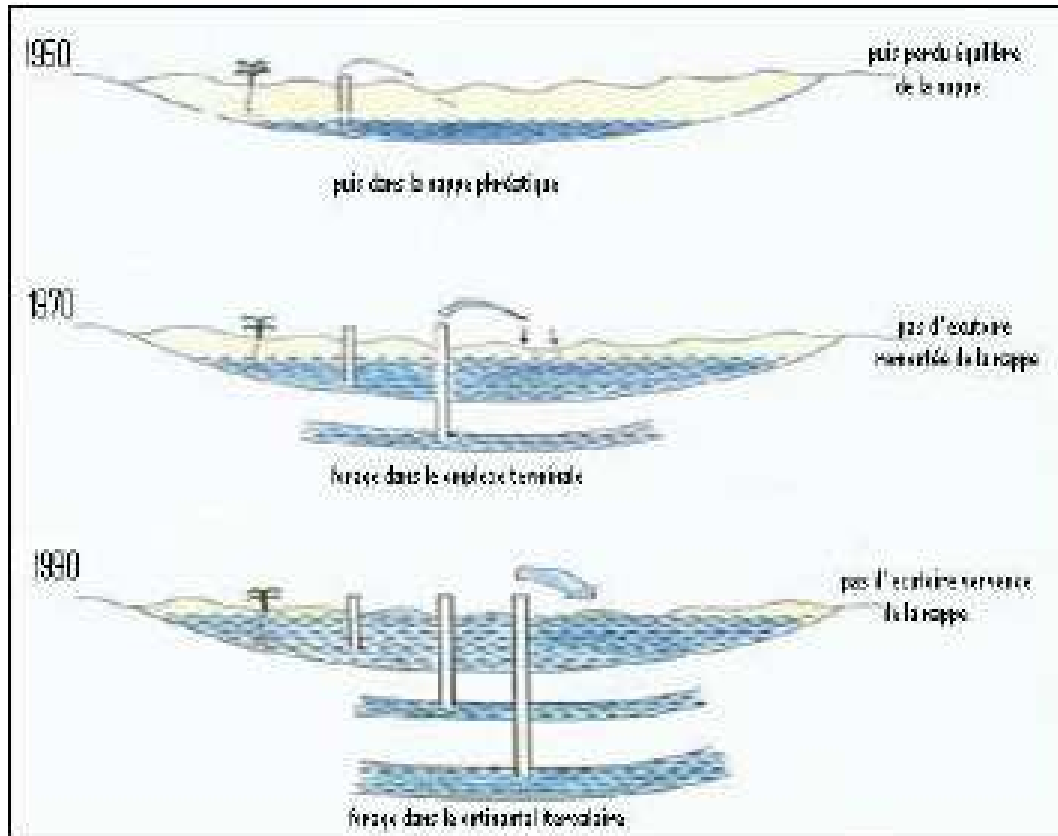


Fig. 4 : Mécanismes d'alimentation de la nappe phréatique CÔTE ,1998 in ANRH 2003)

5. Niveau piézomètre de la nappe phréatique

Le niveau piézomètre de la nappe phréatique en avril 2001 (Fig. 8), on observe que la partie Sud de la région d'étude se caractérise par un niveau piézométrique élevé et atteint jusqu'à 96m au niveau de Mouih Ouensat .cette valeur s'abaisse quand on avance vers le Nord-Ouest et atteint jusqu'à 32 m au niveau de Foulia, cette pente expos vers le Nord-Ouest et conduit à un écoulement dans ce sens

6. Variation des niveaux piézométriques

6.1. Variations saisonnier : D'après l'A.N.R.H (1999), ces variations représentent les mouvements saisonniers de la nappe phréatique entre mars – avril, et Septembre 2001 (voir annexe n°01)

- Une remontée de la nappe phréatique, au niveau des plantations irriguées à partir de la nappe complexe terminal, il s'agit du domaine Daouia, et de la plantation de foulia , Du rejet de la ville d'El-Oued, des agglomérations d'Ouzitene, d'Ez Zeggoube et de Gummar.
- Une baisse de la remontée de la nappe phréatique dans les zones agricoles.

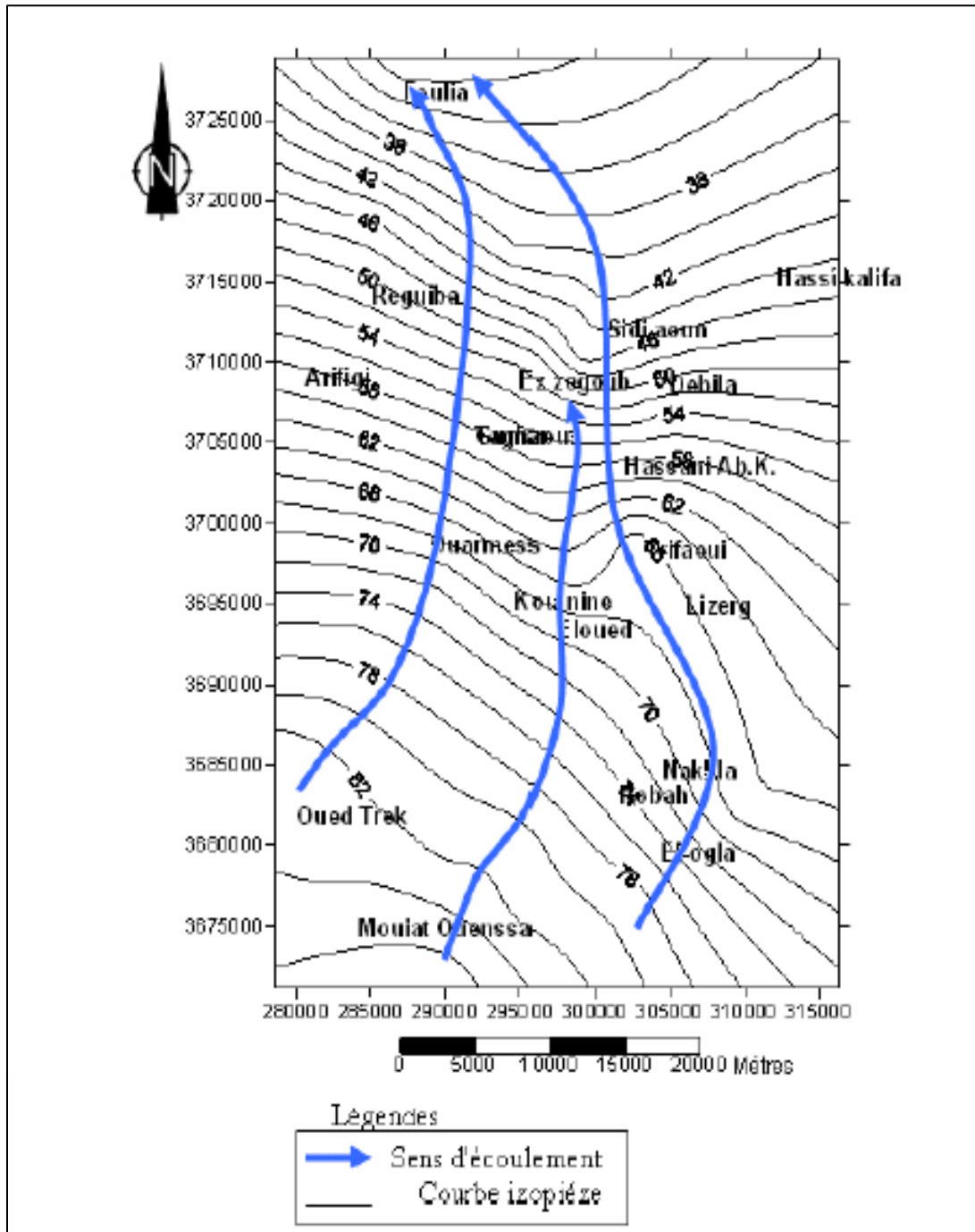


Fig. 5: Carte piézométrique de la nappe phréatique en 2001 (ANRH 2003)

6.2. Variations annuelles

Les variations annuelles de la nappe phréatique réalisées eu 2 périodes.

6.2.1. Période 2001-2002

Ces variations représentent les mouvements annuels de la nappe phréatique, entre avril 2002 et avril 2001, ces variations sont réalisées dans la figure n°6.

On observe :

- en blanc, des variations de la nappe phréatique entre -0,1 et 0,1 mètres
- en vert, un rabattement de la nappe phréatique entre 0,1 et 2,2 mètres
- en rouge, une remontée de la nappe phréatique entre 0,1 et 0,6 mètres

Une remontée du niveau de la nappe phréatique a été constatée :

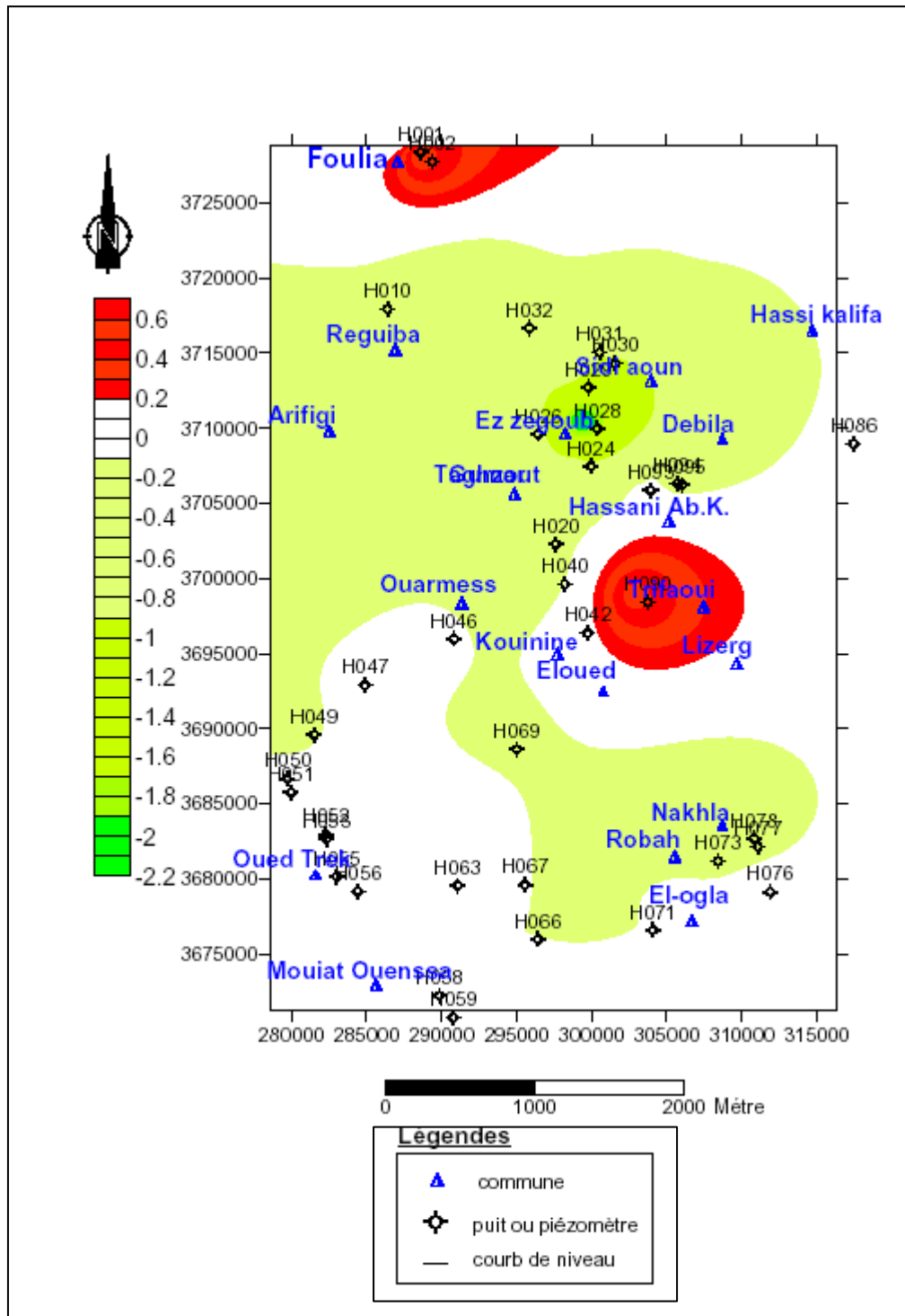
- au niveau des centres urbains

Tableau I : niveau de remontée de la nappe phréatique les différentes communes
(Source O.N.R.G.M, 2002)

| Communes | Niveaux de remontée de la nappe phréatique |
|--------------------|---|
| Reguiba | 0,6 |
| Robbah | 0, 5 |
| El-Oued | 0,4 |
| Nakhla | 0,3 |
| Kouinine | 0,3 |
| Hassi Khalifa | 0,2 |
| Magrane | 0,1 |
| Oued El Alanda Sud | 0,1 |

- De 1 mètre au niveau du rejet de la ville d'El-Oued
- De 0,6 mètres au niveau de la plantation de Foulia irriguée à partir des forages du CT.

Un rabattement de la nappe phréatique a été constaté en général au niveau des zones agricoles qui exploitent l'eau de la nappe phréatique.



**Fig. 6 : Carte piézométrique de la nappe phréatique
(Avril 2002- Avril 2001) (ANRH 2003)**

6.2.2. Périodes 2002 – 1993 :

Ces variations des mesures de 55 points du réseau de surveillance en avril 2002 et mars 1993, la fig. 7 et la fig. 8 sont représentent cette variation.

On observe :

- en blanc, des variations de la nappe phréatique entre -0,15 et 0,15 mètres
- en vert, un rabattement de la nappe phréatique entre 0,15 et 6 mètres
- en rouge, une remontée de la nappe phréatique entre 0,15 et 4,5 mètres

Une montée du niveau de la nappe phréatique a été constatée :

- au niveau du piézomètre P17, est située prise, du domaine Daouia, la remontée de 3.01 mètres peut être expliquée par une irrigation du palmier à partir de complexe terminal. Et au niveau de puit H002, est située prise de la zone agricole de Foulia (irrigation à partir du complexe terminal), la remontée est de plus de 1.3 mètres.
- au niveau du rejet de la ville El-Oued, du puit H090, la remontée de plus 4,5 mètres.

Un rabattement du niveau de la nappe phréatique a été constaté :

- au niveau du puits H028 (5,8 m), H030 (3,6 m), H029 (3,2 m), H031 (2,85 m), H024 (2,6 m), est située prise de commune Guemmar.
- De 2.1 mètres à Reguiba
- Au niveau du puits H107 (1,9 m), est située dans la commune de Hassi Khalifa.
- Au niveau de puit H078 (1,7 m), est située dans la commune de Nakhla.
- De 1, 7 mètres à Oued Turk.

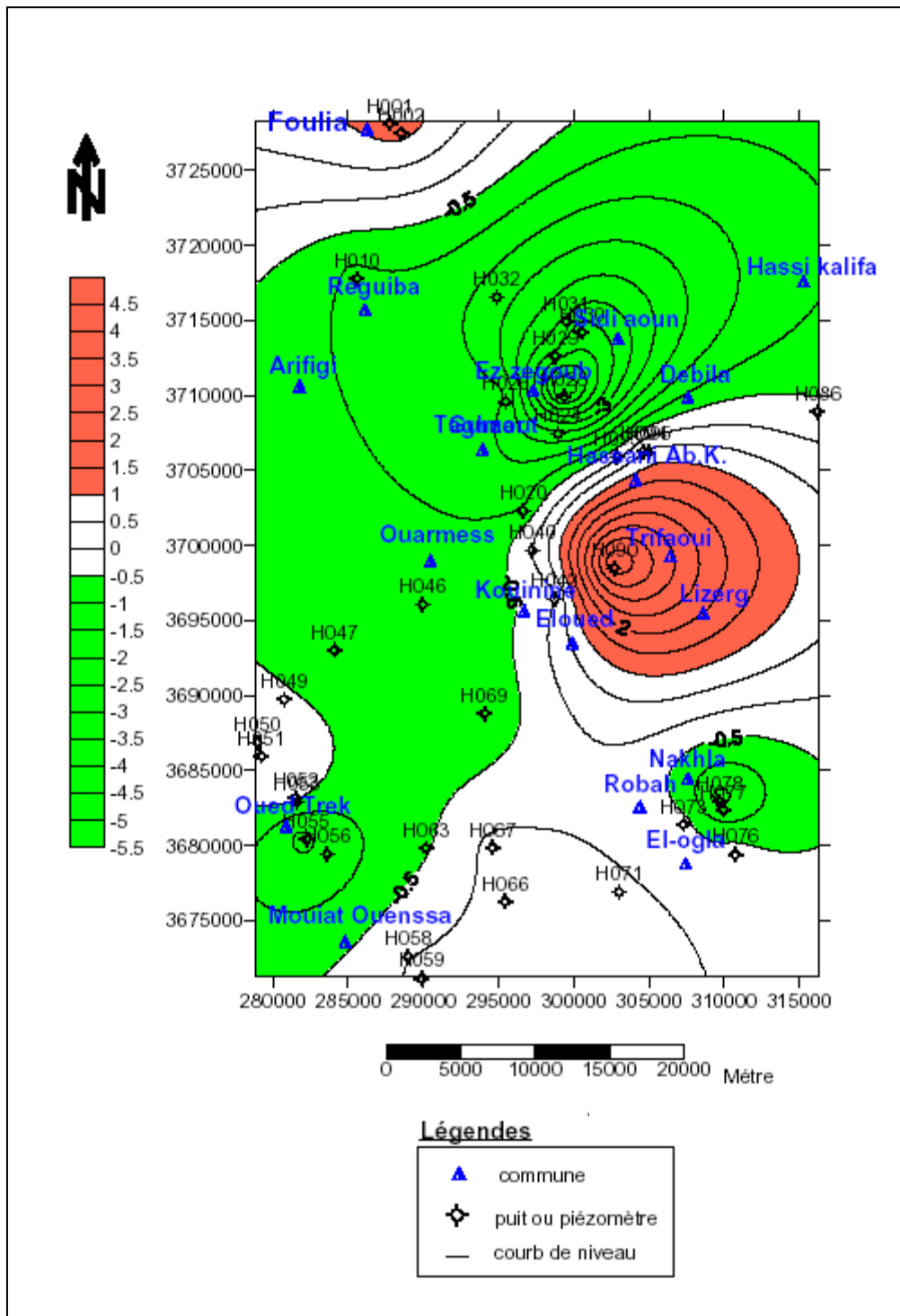


Fig. 7: Carte de variation du niveau piézométrique des eaux de la nappe phréatique (Avril 2002- mars 2001) (ANRH 2003)

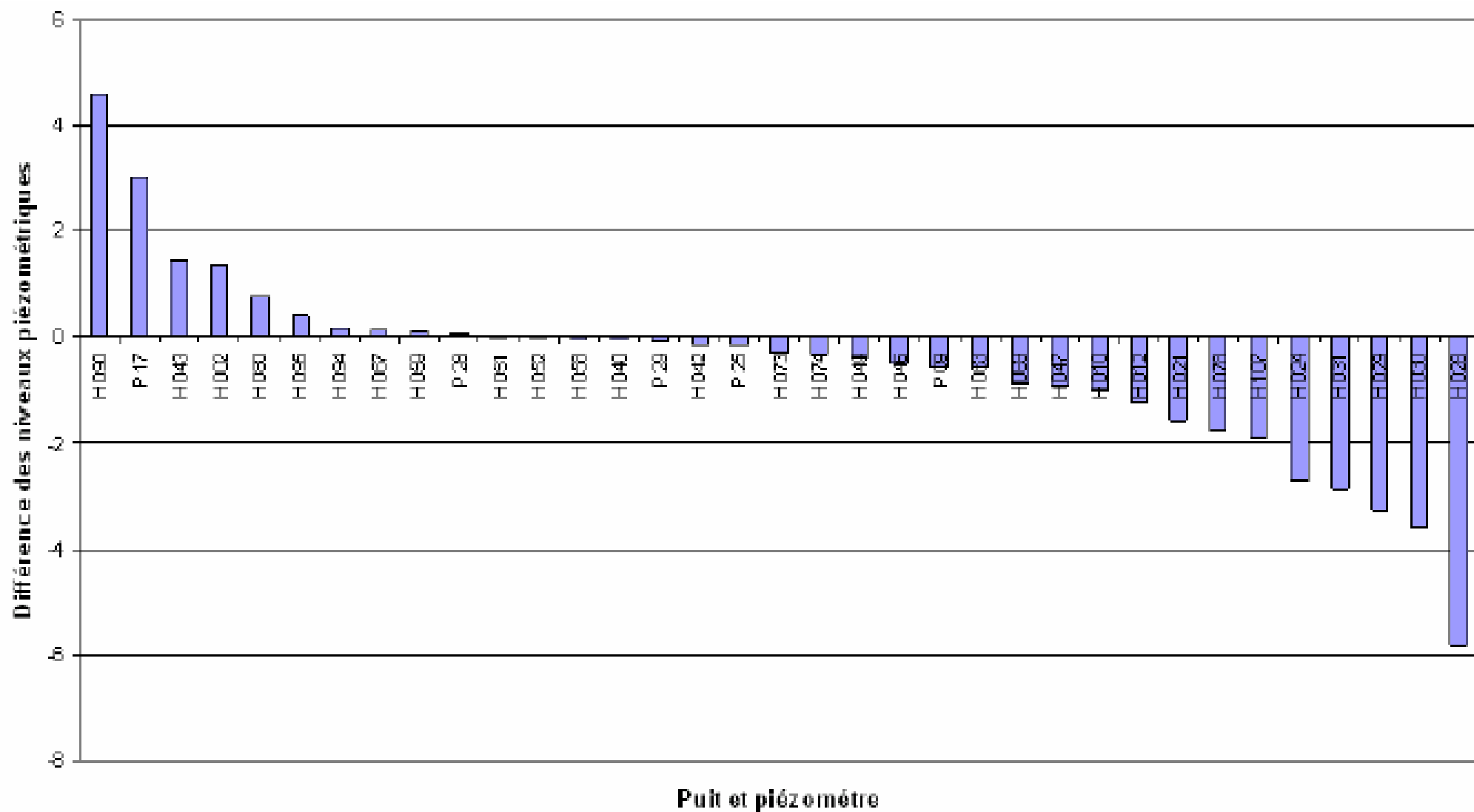


Fig. 8 : Différences du niveau piézométriques entre 2002 et 1993 (ANRH 2003)

7. Variations de profondeur de l'eau de la nappe phréatique

La Fig. 9, résume les variations de la profondeur de l'eau entre l'année 2002 et 1993 comme suit :

- * en rouge, une diminution de la profondeur c'est à dire la remontée d'eau de 03 à 4,5 mètre, au niveau de H090, où se trouve la zone de rejet.
- * en jaune et orange, une diminution de la profondeur de l'ordre de 03 mètre à cause de l'extensibilité de l'influence des eaux de rejet jusqu'aux zones périphériques, comme TRIFOUI et KOUININ.

Avec deux autres zones en jaune (une diminution de l'ordre de 1 mètre) l'un c'est ELFOULIA où il y a des exploitations agricoles irriguées par les eaux du complexe terminal qui alimentent la nappe phréatique, l'autre au niveau de ROBAH, OUEDALENDA et MIH OUANSA où l'activité agricole est faible devant les quantités des eaux usées rejetées dans les fosses septiques.

- * en vert, une augmentation de la profondeur au niveau des zones qui sont généralement des surfaces culturales irriguées par les eaux de la nappe phréatique.
- * en noir, une augmentation de la profondeur de l'ordre de 5,5 mètre, c'est-à-dire un rabattement du niveau d'eau, au niveau de la zone de ZEGOB où l'activité agricole est intense et exploite les eaux de la nappe phréatique, ce qui cause ce rabattement.

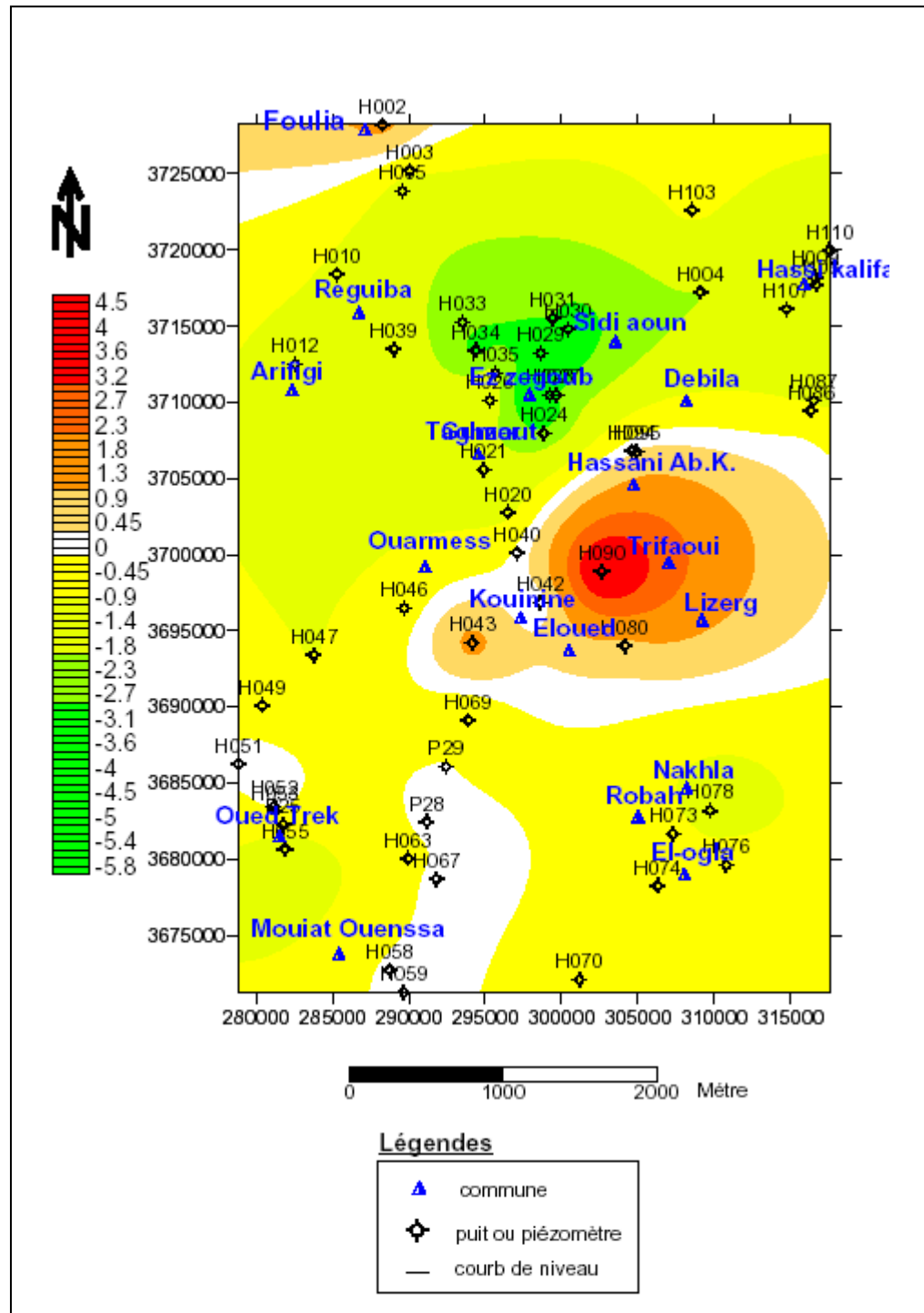


Fig. 9 : Carte de variations de la profondeur des eaux de la nappe phréatique (2002-1993) (ANRH 2003)

8. Effets de la remontée de la nappe phréatique

Plusieurs effets ont suivi ce phénomène :

8.1. Disparition des ghouts: en 1994, le nombre de ghouts inondés s'élevait à 500 (D.S.A, 1994).

En 2000, ce nombre avoisine 1000 ghouts inondés sur un total de 9500 qui détiennent la région. (D.S.A, 2000).

8.2. Mort des palmiers dattiers

- Les répercussions de ce phénomène sur le palmier sont directes

Dans la profondeur du ghout, le sol est entièrement gorgé d'eau, ou recouvre momentanément les racines des palmiers, cela asphyxie les racines, ce qui entraîne un dépérissement et la mort de palmiers (VOISIN, 2004).

Le tableau II donne le nombre et le pourcentage de palmiers affectés par commune (D.S.A, 1998).

8. 3. La santé des populations : cette situation critique constitue une véritable menace pour la santé des populations :

- augmentation des maladies à transmission hydrique, dégagement d'odeurs, prolifération des moustiques et des insectes nuisibles, ainsi que le danger de noyades d'enfants dans ces ghouts marécageux, puisqu'on a recensé un nombre important de ghouts dont la profondeur d'eau dépasse 1 mètre (VOISIN, 2004).

Aujourd'hui, chaque été connaît une infestation et des maladies à transmission hydrique, transmission par l'eau et les maladies de la peau se multiplient.

Tableau II : Nombre et pourcentage de palmiers affectés par commune. (D.S.A. 1998)

| Communes | Nombre de palmiers total | Nombre de palmiers affectés | Pourcentage de palmiers affectés |
|------------------|---------------------------------|------------------------------------|---|
| El Oued | 17975 | 16178 | 90 |
| Guemar | 72300 | 10400 | 14 |
| Reguiba | 117 000 | 5000 | 4 |
| Taghzout | 43000 | 6000 | 14 |
| Ouarmas | 28000 | 0 | - |
| Kouinine | 20400 | 9604 | 47 |
| Robbah | 26500 | 28175 | 95 |
| Nakhla | 75000 | 22500 | 30 |
| El Bayadha | 35000 | 35000 | 100 |
| El Oglâ | 20000 | 6000 | 30 |
| Mih Ouenssa | 60000 | 1037 | 2 |
| Oued El Allenda | 3500 | 0 | - |
| Debila | 59300 | 41510 | 70 |
| Massant - A/Krim | 51000 | 30600 | 60 |
| Hassi Khalifa | 65000 | 6500 | 10 |
| Trifaoui | 59750 | 4182 | 7 |
| Magrane | 55000 | 5500 | 10 |
| Sidi Aoune | 42600 | 3408 | 8 |

Chapitre III :

Présentation de la région d'étude

1. Situation géographique et administrative de la région de Souf

Le Souf est le nom berbère d'une rivière, synonyme de «Oued ». A l'origine, les habitants d'El-Oued vivaient de la culture, de la terre chacun avait sa palmeraie et son potager réalisé à l'issue d'une somme d'efforts considérables. La forme de la culture consistait à creuser des cuvettes pour planter à proximité de la nappe phréatique. Cette situation a fait que l'agglomération soit implantée à travers des entonnoirs ou cratère, rendant tout aménagement planimétrique du terrain difficile et les aménagements plus coûteux (LECHAAR1, 1990).

La wilaya d'El-Oued est située au Sud-est algérien (fig. 10), et plus précisément au nord du grand Erg oriental. Elle est encadrée à l'est par Tunisie et à l'ouest par Oued Righ, autrement dit, elle est limitée au nord par la wilaya de Biskra, Tébessa et la wilaya de Khenchela, au sud et à l'ouest par la wilaya de Ouargla et à l'est par la république tunisienne (A.N.R.H, 2005).

Géographiquement, la wilaya d'El Oued est limitée par les coordonnées suivantes :

$$X 1= 05^{\circ}30' \text{ et } X2 = 07^{\circ} \text{ Est}$$

$$Y 1= 35^{\circ}30' \text{ et } Y2 = 37^{\circ} \text{ Nord}$$

La wilaya d'El Oued occupe une superficie de 44,586 km², avec une population de 529842 habitants, donnant ainsi une densité de 14 ha/km². La zone concernée par l'étude s'étend sur 18 communes, soit une superficie d'environ 350.000 hectares (O.N.R.G.M, 1999)

La région du Souf est divisée administrativement en 9 daïras et 18 communes qui sont :

- 1. El Oued:** - El Oued - Kouinine
- 2. Reguiba :** - Reguiba
- 3. Guemar :** - Guemar - Taghzout - Ouermes
- 4. Debite :** - Debila - Hassani Abd Elkerim
- 5. Hassi Khalifa :** - Hassi Khalifa - Trifaoui
- 6. Magrane :** - Magrane - SidiAoun
- 7. Robbah:** -Robbah -Nakhla - ElOgla
- 8. Bayada:** - Bayada
- 9. Mih Oaensa :-** Mih Ouensa - Oued El Alenda

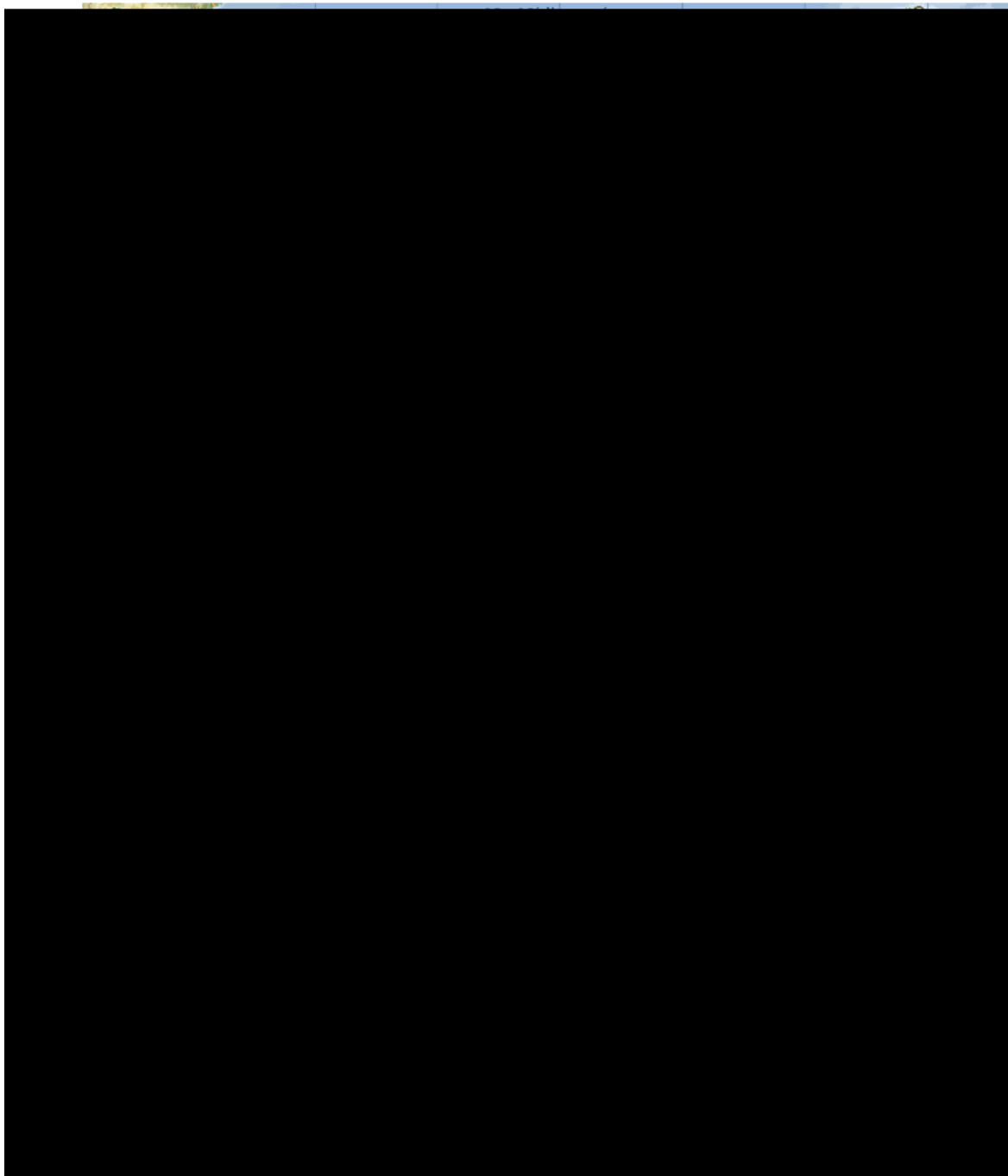


Fig.10 Situation géographique de la région du Souf (Encarta 2006)

2. climatologie

Le Climat de la vallée d'Oued Souf est typiquement saharien, il se caractérise par des précipitations très faibles, capricieuses, une température élevée et une humidité relativement faible.

2.1. Données météorologiques de la région du Souf (1998-2007)

Pour une meilleure caractérisation du climat de la région du Souf, nous avons utilisé les données de la station météorologique de Guemar, en se rapportant à une période de dix ans (1998-2007) (tableau III).

Tableau III : Données météorologiques de la région du Souf (1998-2007) (O.N.M., 2008)

| paramètres Mois | Humidité H. (%) | Températures T. (°C.) | Précipitation P. (mm) | Insolation I. (h) | Vitesse du vent V. (m/s) | Evaporation E. (mm) |
|--------------------|--------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------|-----------------------------|------------------------|
| Janvier | 65,30 | 10,5 | 13,57 | 228,45 | 2,61 | 86,9 |
| Février | 57,28 | 12,82 | 3,21 | 240,6 | 2,71 | 105,6 |
| Mars | 51,01 | 16,08 | 6,95 | 313,65 | 3,81 | 165 |
| Avril | 43,83 | 19,81 | 9,52 | 280,7 | 3,54 | 208,9 |
| Mai | 39,24 | 25,01 | 6,14 | 323,1 | 3,55 | 258,2 |
| Juin | 35,82 | 29,78 | 1,07 | 291,7 | 3,25 | 268,4 |
| Juillet | 32,45 | 32,36 | 0,56 | 354,1 | 3,28 | 342 |
| Août | 34,90 | 32,54 | 6,37 | 324,8 | 2,92 | 276,8 |
| Septembre | 47,16 | 28,33 | 6,9 | 280,7 | 2,56 | 189 |
| Octobre | 52,97 | 21,90 | 7,93 | 267,65 | 2 | 149,4 |
| Novembre | 61,05 | 15,66 | 8,33 | 236,5 | 1,79 | 106,65 |
| Décembre | 67,59 | 10,89 | 9,86 | 207,7 | 2,25 | 102,98 |
| Moyenne annuelle | 49,05 | 18,61 | 80,41* | 279,13 | 2,85 | 2259,83* |

*: Cumul

2.1.1. La température

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

- * une température moyenne annuelle de l'ordre de 18,61 °C.
- * les mois les plus chauds sont juillet et août, avec respectivement 32,36 et 32,54 °C.
- * les mois les plus froids sont janvier et décembre, avec 10,5 et 10,89°C.
- * une période humide, s'étalant de novembre à avril, avec une moyenne de 14,29°C.
- * une période sèche, s'étalant de mai à octobre, avec une moyenne de 28,32°C.

2.1.2. Précipitation

La pluviométrie constitue une donnée fondamentale pour caractériser le climat d'une région. De ce fait, on remarque à travers le tableau III, que les précipitations sont peu abondantes et irrégulières. Les précipitations le cumule annuel (1998-2007) est de l'ordre de 80,41mm, la période sèche s'étale sur toute l'année (fig.11).

2.1.3. L'humidité relative de l'air

Dans la région du Souf, l'humidité relative est faible et varie beaucoup plus dans la journée et dans l'année par les effets des températures élevées et des amplitudes thermiques importantes. L'humidité moyenne annuelle est de l'ordre de 49,05% (1998-2007).

La valeur de l'humidité moyenne maximale dans la région du Souf est enregistrée pendant le mois de décembre, avec 67,59% et la valeur de l'humidité moyenne minimale dans cette région est enregistrée pendant le mois de juillet avec 32,45% (Tableau III) (O.N.M, 2008).

2.1.4. L'évaporation

Elle est importante durant la période chaude de l'année. La valeur maximale est de 276,8 mm au mois d'Août, et la valeur minimale est de 86,9mm au mois de janvier. Le cumul annuel est de l'ordre de 2259,83mm (tableau III) (O.N.M, 2008).

2.1.5. L'insolation

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

Dans la région du Souf, le pic est marqué pour le mois de juillet, avec un volume horaire de 354,1 heures. La moyenne annuelle de l'insolation est de 279,13 heures/mois. (Tableau III) (O.N.M, 2008).

2.1.6. 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 la 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 2,85 m/s. (Tableau III) (O.N.M, 2008).

2.2. Synthèse climatique

*** Diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN, 1953**

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

L'aire comprise entre les deux courbes (fig.14) représente la période sèche. Dans la région du Souf, cette période s'étale sur toute l'année.

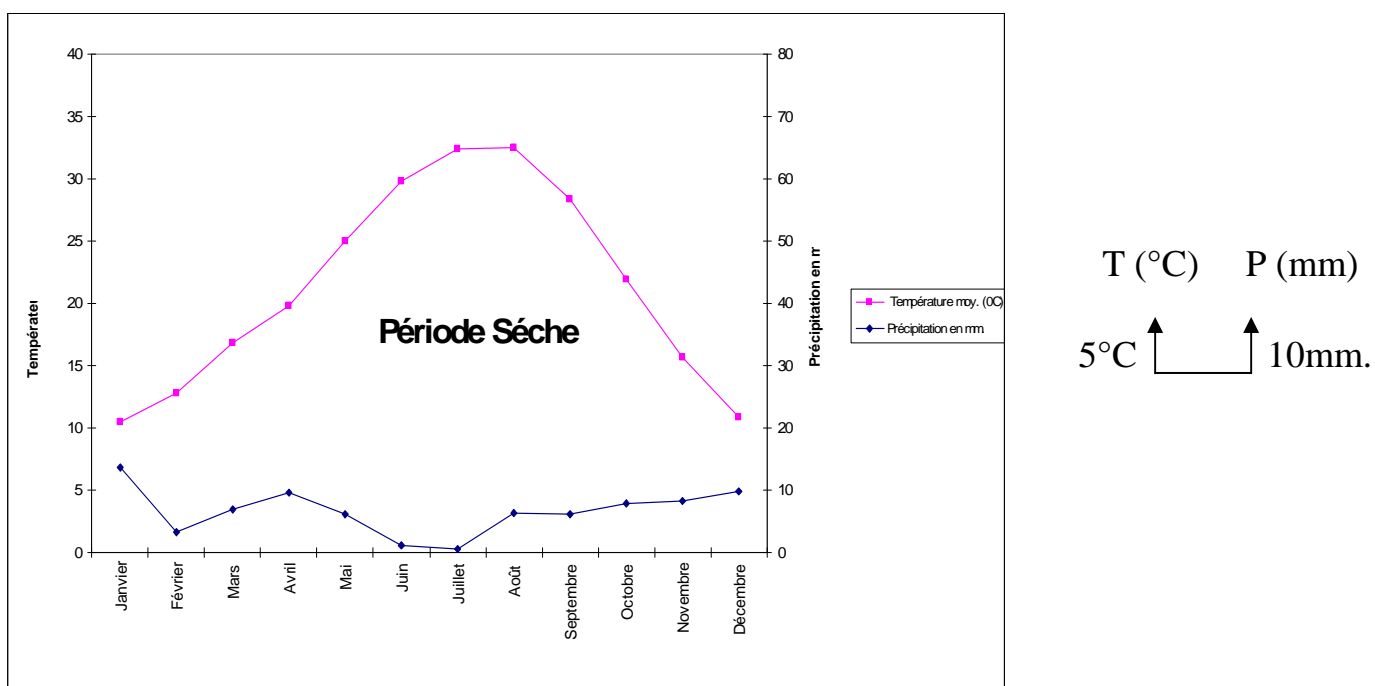


Fig. 11 : Diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN appliquée à la région du Souf (1998-2007).

*** 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 moyennes des minimums des mois le plus froid.

En ordonnées, on a les valeurs du quotient pluviométrique Q_2 (fig. n°12) sur le climagramme sont portés les différents étages bioclimatiques sahariens, arides, semi- arides, sub – humides et humides.

Pour notre région, nous avons utilisé la formule de STEWART, adaptée pour l'Algérie et le Maroc, qui se présente comme suit

$$Q_2 = 3.43 p / (M-m)$$

P : cumul pluviosité annuelle en mm est égale à 80.41

M : moyenne de maxima du mois le plus chaud en °C est égale à 40.31

m : moyenne des minima du mois le plus froid en °C est égale à 4.11

Donc Q_2 : quotient pluviothermique d'Emberger $Q_2=7.61$

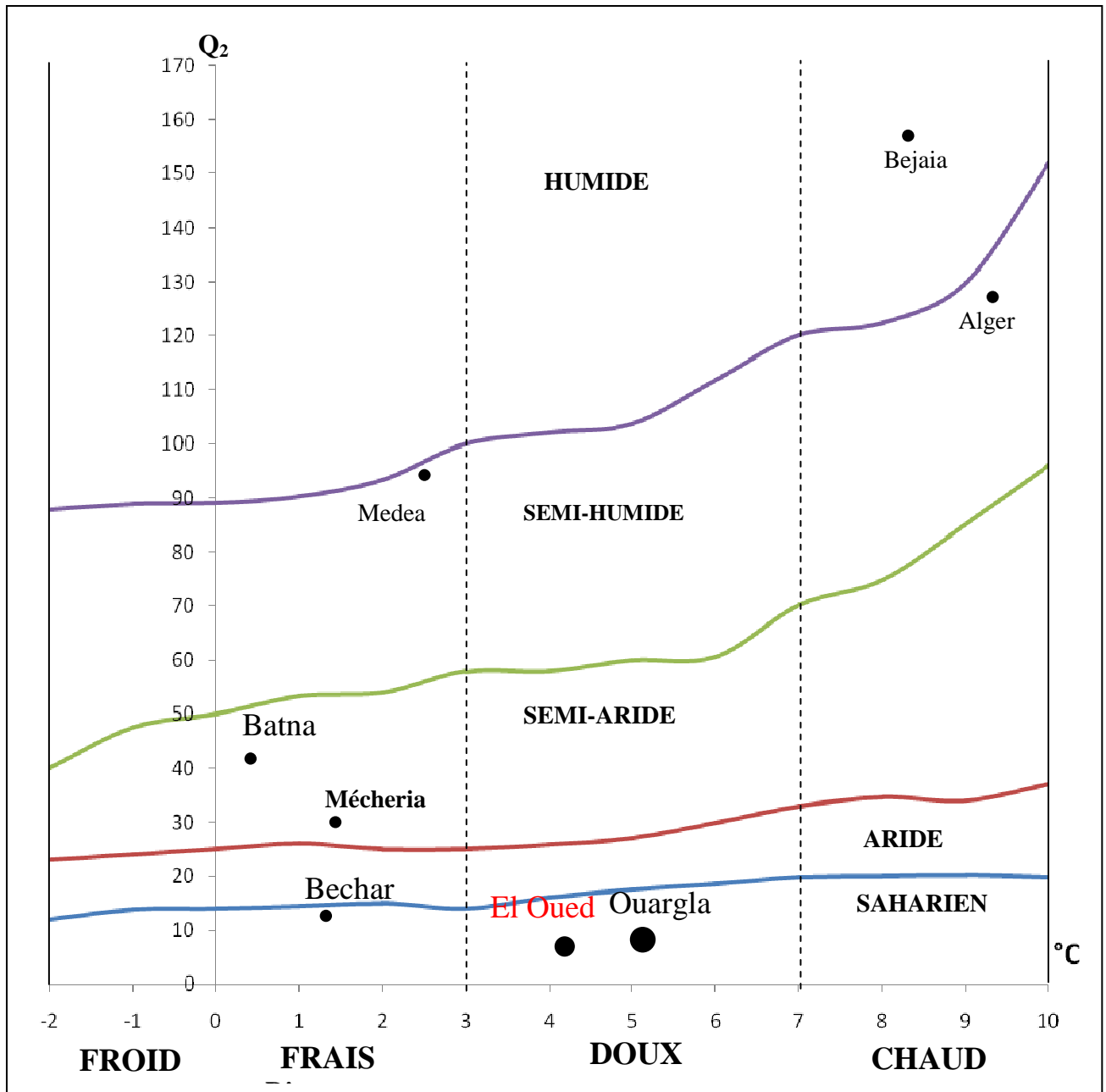


Fig.12. climagramme d'emberger (1998-2007) de la région du Souf.

3. La pédologie

Le sol est le produit d'altération des roches par différents agents atmosphériques (pluie, gel, vent) ou biologique (racines, micro-organismes). Les facteurs de la pédogenèse ne sont guère favorables à la constitution des sols en milieu désertique, en raison de la dureté et de la rareté de ces facteurs : pluie irrégulière, variations thermiques très importantes, rareté de la végétation (ACHOUR, 1995).

Le sol du Souf prend deux aspects, le plus dominant est l'ensemble dunaire. Ce sont de grandes accumulations sableuses (O.N.R.G.M., 1999). L'autre aspect est appelé localement « SHOUNES » (plusieurs sahane), où la superficie du sol est parfois caillouteuse avec de croûtes gypseuses entourées par des hautes dunes (GHROUD) qui leur donnent ainsi une forme de cratères (ACHOUR, 1995).

D'après E.N.A.G.E.O. (1993), Les résultats de l'étude géophysique du sol du Souf permettent de caractériser quatre étages :

- * Terrain superficiel, d'une épaisseur variable, allant de 30 à 50 mètres, correspondant aux sables dunaires
- * Terrain ayant une épaisseur variable allant de 50 à 80 mètres, correspondant aux sables argileux et aux argiles sableuses.
- * La troisième couche n'existe pas dans toute la région, son épaisseur est plus importante et varie entre 5 à 90 mètres, elle correspond aux argiles sableuses.
- * La quatrième couche correspond au substratum argileux.

4. Structure géomorphologique

Le Souf est la partie nord orientale du grand erg oriental, elle englobe les terrains Taire dépressionnaire des grands chotts (NADJAH, 1971).

La géomorphologie est les paysages du Souf permettent de distinguer trois sous régions du nord au sud :

- Au nord des chotts, les vastes piémonts parcourus par les oueds descendant des Aurès et correspondant au sud Némemcha, constitue une zone traditionnelle de parcours pour les Soufis.

- Au sud des chotts, on trouve dans les marges de l'erg des placages de sable dans une grande épaisseur», mais modelés en bras nord-est / sud-ouest, séparés par des dépressions riches en végétation. Les oasis sont limitées par des cordons de dunes, qu'on appelle des sahanes.

- En dessous de la 33° parallèle nord, commencent les grandes accumulations sableuses en pyramides, formant de grandes dunes, les Ghroudes. Elles sont moins nombreuses et séparées par de larges sahanes au sud-ouest, dans la zone dite des Loudje, dont la végétation halophile est abondante et offre de bons pâturages. Au sud-est, dans le Zemoul El Akbar, les Ghroudes sont plus resserrée et plus nombreuses et la circulation y devient très difficile (E.N.A.G.E.O., 1993).

5. Topographie

L'altitude moyenne de la région du Souf est de 80 mètres avec une diminution notable du sud au nord pour atteindre 25 mètres au dessous du niveau de la mer dans la zone des Chotts qui occupent le fond de l'immense bassin du bas Sahara (A.N.R.H., 2005).

6. La géologie

La région d'étude est située exactement dans la partie nord de la plate forme saharienne, caractérisée par des formations détritiques particulièrement sableuses, elles apparaissent sous forme de dunes et anti-dunes.

D'après les log-stratigraphiques des forages dans la région de Oued Souf, on constate qu'il existe les différents étages des formations géologiques (A.N.R.H., 1993).

7. Relief

Le relief du Souf est caractérisé par l'existence de trois principales formes :

- Une zone sableuse qui se présente sous un double aspect L'Erg et le Sahara.
- Une forme de plateau rocheux qui s'étend vers le sud, avec une alternance de dunes et de crêtés rocheuses.
- Une zone de dépression caractérisée par la présence d'une multitude de Ghouts qui prolongent vers l'est (Nadjah, 1971).

8. L'hydrogéologie

Seule la série allant du crétacé au quaternaire présente un intérêt hydrogéologique. Elle est constituée d'une alternance de grés, de sables argileux et d'argiles, dolomies et de marnes, ainsi que d'évaporites. Cette série comporte deux système aquifère : la nappe du continental intercalaire (C.L), et la nappe du complexe terminale (C.T.) qui se terminent par une nappe phréatique (superficielle et libre) (KHADRAOUI, 2000).

8.1. Nappe du Continental Intercalaire (C.I)

Le réservoir du continental intercalaire est contenu dans les formations continentales du crétacé inférieur (barrémien, albien), la lithologie est sableuse et argilo gréseuse (CORNET, 1964).Le réservoir s'étend sur environ 600.000 km², il s'étend du nord au sud : depuis l'atlas saharien jusqu'au Tassili du Hoggar, et d'ouest à l'est depuis la vallée du Saoura jusqu'au désert Libyen .Sur le bassin oriental, le toit de l'aquifère constitué d'argiles et d'évaporites du Cénomaniens est continu sur tout le bassin, la profondeur du toit augmente du sud au nord (1000m), au bas Sahara à (2000 m) sous les chotts, provoquant ainsi une forte charge de la nappe sur tout le bassin. (D.H.W, 2005).

Le substratum est constitué de formations argilo sableuses, argileuses ou carbonatées, d'âge de plus en plus récent du sud vers le nord.

L'étude effectuée par E.RE.S.S, (1972), montre que cette partie orientale de l'aquifère est alimentée par :

- Le piémont sud atlasique du nord ouest
- Le plateau du Tinhert.
- Le Dahar (Tunisie).

Les eaux en provenance du nord-ouest se divisent sur l'axe de la dorsale du M'Zab, approximativement suivant deux directions :

- Une partie s'écoule vers le sud et le sud ouest (Gourant, Touat et Tidikelt).
- L'autre partie s'écoule suivant une direction est-ouest vers l'exutoire tunisien.

Les eaux en provenance du plateau du Tinhert s'écoulent vers le nord-est sous l'erg oriental en direction de l'exutoire. Les eaux du Continental Intercalaire sont caractérisées par:

- une température qui dépasse les 60 °C, sauf aux endroits **ou** 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 5 g/l,

8.2. L'aquifère de complexe terminal (C.T)

Le système aquifère du complexe terminal couvre la majeure partie du grand erg oriental du Sahara septentrional, sur environ 350.000 km². La profondeur du Complexe terminale est comprise entre 100 et 600 m, et sa puissance moyenne est de l'ordre de 300 m, elle est exploitée par 600 forages dans toute la wilaya et 189 forages dans la région du Souf.

Dans l'aquifère du complexe terminal, il existe deux nappes suivantes :

a. 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 Terminal appelée communément réservoir du Sub-Souf. Cette nappe est constituée de grossiers et faisant partie du mio-pliocène, s'émerge progressivement vers le nord du Sahara.

Il faut mentionner également l'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 Inférieur et des graviers siliceux. La profondeur de cette nappe varie entre 400 et 460 m environ .L'écoulement des eaux dans ces deux dernières nappes se fait du sud ouest vers le nord est (figure n 5), vers la zone des Chotts Meighir et Merouane.

Dans la zone à forte exploitation, tel le que la ville d'El Oued, l'extraction des ces eaux, se fait par pompage, par contre dans les régions où l'exploitation est moindre (Taleb Laârbi et Douar El Maa), la nappe est exploitée par artésianisme, c'est le cas de la nappe du Pontien (BEN HAMIDA et BEN SEGHI R, 1993)

b- Nappe des calcaires

Le Complexe Terminal du Souf possède une lithostratigraphie plus complexe, les forages du captent cette nappe nous montrent l'existence de deux niveaux durs, servant de repères de 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 est 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 marneuses à passé d'argile.

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

Les formations du Complexe Terminal sont très hétérogènes. Elles englobent les assises perméables du Sénonien calcaire et du Mio-pliocène. En fait, il est possible d'y distinguer trois ensembles aquifères principaux, séparés localement par des horizons semi-perméables ou imperméables. Ces trois ensembles sont représentés par les calcaires et les dolomies du Sénonien et de l'Eocène inférieur, par des sables grès et graviers du Pontien, et par les sables du Mio-pliocène (ACHCHI et KERMADI, 2006).

8.3. 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, et de profondeur variant de 0 à 50 mètres. La nappe est captée par un certains nombres de puits (plus de 11834 puits) (D.H.W.2001).

Les principales sources d'alimentation de cette nappe sont les pluies torrentielles, qui viennent s'ajouter, depuis quelques années, aux eaux d'irrigation provenant des nappes profondes (Pontien et Barmémien), et en fin les eaux des rejets en l'absence de réseaux d'assainissement et d'exutoire naturelle à l'échelle de la région.

9. La flore et la faune

9.1 La flore

Des arbustes rabougris et des touffes d'herbes espacées croissent au pied des dunes : le Souf n'est pas une région stérile mais une région aride. La flore spéciale est caractérisée par un certain nombre de traits déterminés qui sont : la rapidité d'évolution, l'adaptation au sol et au climat, le petit nombre des espèces, le caractère discontinu du matériel végétal. (OZENDA, 1958).

Les principales plantes caractéristiques du Souf sont : Le Drinn (*Aristida pungens*), l'Alenda (*Ephédra alata*), l'Arta (*Calligonum comosum*), le Retem (*Rétama retam*) l'Adhide

(*Euphorbia guyoniana*) le Genêt (*Genista saharaè*), l'Ethel (*Tamarix articulata*), le Saxaoul (*Anabasis ammodendron*). (VOISIN, 2004)

9.2. La faune

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

On y voit également des papillons, des cigales, des grenouilles, des foulques... etc. (VOISIN, 2004)

Deuxième partie

```
graph TD; A[Deuxième partie] --> B[MATERIELS ET METHODES D'ETUDES];
```

MATERIELS ET METHODES D'ETUDES

Chapitre IV : Matériel d'études

1. Choix de la zone d'étude

Dans notre travail, nous avons essayé de saisir l'impact du problème de la remontée de la nappe phréatique sur le changement floristique (phoénicicole et plantes spontanées) dans la région du souf (système de ghout).

Pour atteindre le but de ce travail, nous avons choisi la commune de Kouinine

1.1. Critère de choix de la zone de Kouinine

Notre choix a porté sur la commune de Kouinine, ce choix repose sur les éléments principaux suivants :

- La localité dispose d'un nombre important des ghouts (412 ghouts).
- Cette commune est classée parmi les 18 communes touchées par la remontée de la nappe phréatique dans la région (tableau IV).

Tableau IV : Etat de la situation des ghouts de Oued Souf (D.S.A. El, 1998)

| Communes | Inondés | Humides | Secs | Total | % Ghouts inondés |
|---------------|------------|-------------|-------------|-------------|------------------|
| Bayadha | 249 | 4 | 12 | 265 | 94% |
| Kouinine | 186 | 160 | 66 | 412 | 45% |
| H. Abdelkrim | 171 | 340 | 375 | 886 | 19% |
| El Oued | 164 | 40 | 7 | 211 | 78% |
| Robbah | 77 | 27 | 59 | 163 | 47% |
| Nakhla | 29 | 82 | 13 | 124 | 23% |
| Ourmes | 13 | 160 | 133 | 406 | 3% |
| Debila | 11 | 334 | 296 | 641 | 2% |
| Ogla | 6 | 66 | 58 | 130 | 5% |
| O. Allenda | 4 | 52 | 244 | 300 | 1% |
| Mihouansa | 3 | 22 | 863 | 888 | |
| Magrane | 1 | 556 | 375 | 932 | 0% |
| Taghzout | 1 | 17 | 393 | 411 | 0% |
| Sidi Aoun | 0 | 76 | 486 | 562 | |
| Hassi Khalifa | 0 | 0 | 1997 | 1997 | |
| Trifaoui | 0 | 21 | 476 | 497 | |
| Reguiba | 0 | 143 | 594 | 737 | |
| Guemar | | | | | |
| Total | 915 | 2100 | 6547 | 9562 | 10% |

Le nombre de ghouts dans la région du Souf a été estimé à partir des données récentes à environ 9562 ghouts, parmi lesquels 915 ghouts étaient inondés, et dans la commune de kouinine, parmi lesquels 186 ghouts étaient inondée.

1.2. Présentation de la zone d'étude

1.2.1. Localisation de kouinine

Kouinine se situe au nord d'El Oued, soit à 6 Kms du chef lieu de la wilaya. Elle a une superficie de 116 Km², elle est limitée par la commune : au nord de Taghazout, à l'est par Hassani Abdelkerim, à l'ouest par Ourmés et au sud par la commune d'El Oued.

Malgré son caractère para urbain, Kouinine est considéré comme une région rurale (D.S.A.EL, 1998).

1.2.2. Situation topographique

Kouinine se caractérise par son terrain para plat, sa nature sablonneuse, avec des dénivellations entre (70,82 – 77,02 m), et de ce fait, elle est considérée comme une région basse par rapport au niveau du terrain de la wilaya (D.S.A. EL, 1998).

2. Choix du site expérimental

Pour atteindre l'objectif de ce travail et après le choix de la zone d'étude (selon les données de tableaux), on a choisi les stations d'études.

Pour notre cas, nous avons choisi la station des ghouts, selon leurs types, avec le choix de 09 ghouts (trois ghouts dans chaque type de ghout).

3. Caractéristiques des stations

3.1. Ghout inonde : ce type de ghout il représente 45% du total des ghouts dans la zone de Kouinine. Ce sont des ghouts caractéristique par la colonisation des roseaux (prennent le place des palmiers dattiers), et se caractérise aussi par des palmiers dattiers en très mauvais état, et un nombre important des pieds dépéris.

- Ces ghouts, sont dans la majorité des cas abondons, et sont généralement dans ces ghouts, on trouve l'accumulation de déchets et des eaux domestiques.

3.2. Ghout humide : ce type représente 39% du nombre total des ghouts dans cette zone. Ces ghouts sont peu envahis par les roseaux et une faible production de palmiers dattiers.

3.3. Ghout sec : ce type représente 16 % du nombre total des ghouts, ces ghouts sont caractérisés par des palmiers, en bon état.

2.1. Présentation des stations d'études

2.1.1. Station du ghout inondé 1

La station du ghout inondé 1 a une superficie de 6500m², son altitude est 81 m, sa longitude 6° 49'56'', et sa latitude 33° 25'13''. Elle présente un nombre total de 120 palmiers dattiers, avant le phénomène, l'âge moyen du ghout est de 60 ans, avec un début d'apparition du phénomène en 1970, donc l'âge du phénomène est de 38 ans.



Photo 1 : ghout inondé 1

2.1.2. Station du ghout inondé 2

La station du ghout inondé 2 a une superficie de 180m², son altitude est 81m, sa longitude 6° 50'39'', et sa latitude 33° 24'14''. Elle présente un nombre total de 30 palmiers dattiers avant la phénomène, l'âge moyen du ghout est de 55 ans, et le début d'apparition du phénomène en 1969, donc l'âge du phénomène est de 39 ans.



2.1.3. Station du ghout inondé 3

La station du ghout inondé 3a une superficie de 150m^2 , son altitude est 81m, sa longitude $6^{\circ} 49'55''$ et sa latitude $33^{\circ} 24'12''$. Elle présente un nombre total de 25 palmiers dattiers avant le phénomène, l'âge moyen du ghout est de 60 ans, et le début d'apparition du phénomène en 1969, donc l'âge du phénomène est de 39 ans.



Photo 3 : ghout inondé 3

2.1.4. Station du ghout humide 1

L'âge moyen du ghout est de 55 ans, ayant une superficie de 3650m^2 , son altitude est de 77m, sa longitude $6^{\circ} 46'52''$ et sa latitude $33^{\circ} 23'36''$. Elle comporte un nombre total de 150 palmiers dattiers.



Photo 4 : Ghout humide 1

2.1.5. Station du ghout humide 2

La station du ghout humide 2a une superficie de 3820m², son altitude est 77, sa longitude 6° 47'14'' et sa latitude 33° 23'13''. Elle comporte un nombre total de 160 palmiers dattiers. L'âge moyen de la ghout est 45 ans.



Photo 5 : ghout humide 2

2.1.6. Station de ghout humide 3

L'âge moyen du ghout est de 40 ans ayant une superficie de 2700m², son altitude est de 77m, sa longitude 6° 47'39'' et sa latitude 33° 22'51''. Elle comporte un nombre total de 105 palmiers dattiers.



Photo 6 : ghout humide 3

2.1.7. Station du ghout sec 1

La station du ghout sec a une superficie de 5120m², son altitude est de 80m, sa longitude est 6° 46'22'' et sa latitude est 33° 26'02''. Elle comporte un nombre total de 180 palmiers dattiers, et l'âge moyen du ghout est de 75 ans.



Photo 7 : ghout sec 1

2.1.8. Station du ghout sec 2

L'âge moyen du ghout est de 60 ans, ayant une superficie de 1500m², son altitude est de 80m, sa longitude 6° 46'38'' et sa latitude 33° 25'20''. Elle comporte un nombre total de 87 palmiers dattiers.



Photo 8 : ghout sec 2

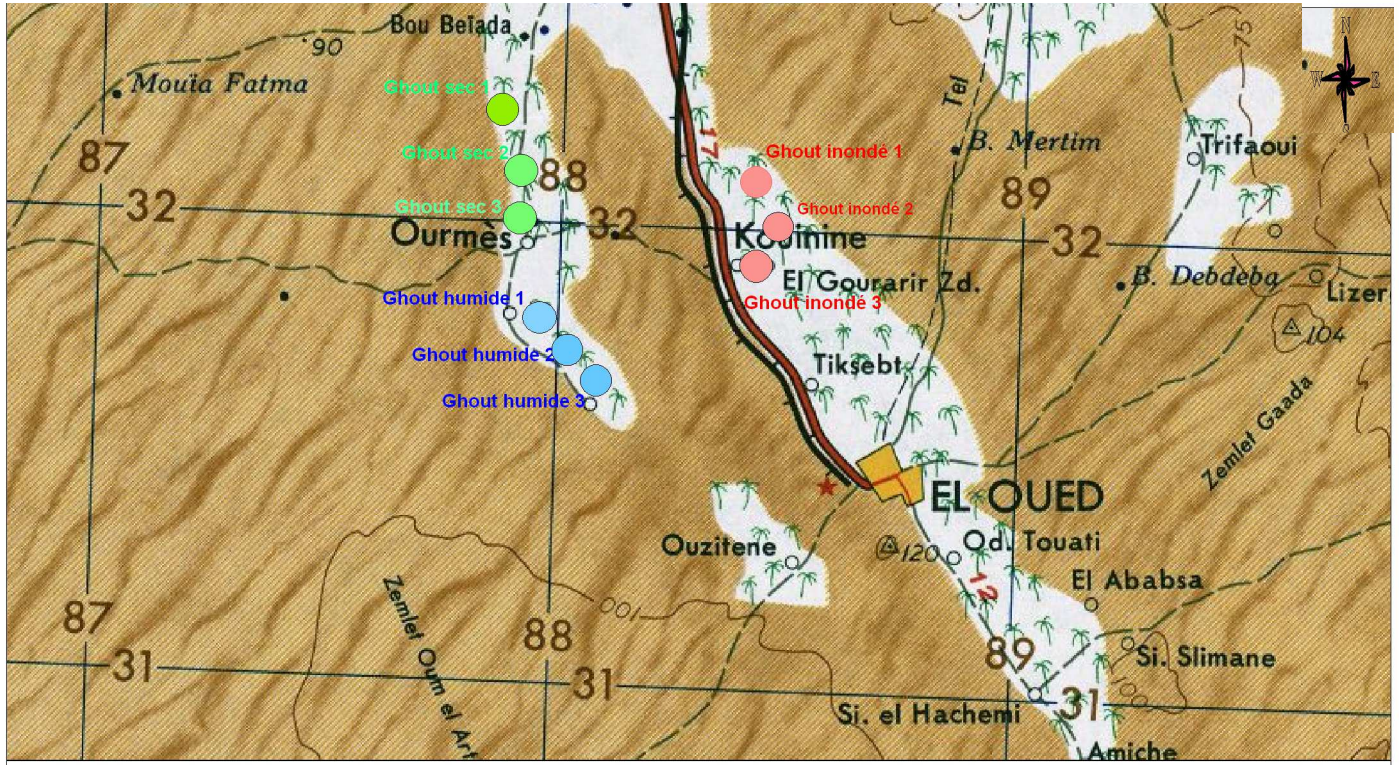
2.1.6. Station du ghout sec 3

L'âge moyen du ghout est de 60 ans, ayant une superficie de 2060 m², son altitude est de 80m, sa longitude 6° 46'37'' et sa latitude 33° 24'46''. Elle comporte un nombre total de 95 palmiers dattiers.



CHEDALA, S et MOULATI, H

Photo 9 : ghout sec 3



Echelle 1/120 000

● Ghouts humides

● Ghouts inondés

● Ghouts secs

Fig. 13. Carte présentative des ghouts d'étude dans la zone de Kouinine (A.N.R.H, 2008)

Chapitre V: Méthodes d'études

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

1. Approche méthodologique

1.1. Objectif :

L'impact des conditions hydro édaphiques de la nappe et du sol dans les ghouts sur le changement floristique du niveau phoenicicole et des plantes spontanées.

Après les choix des ghouts, nous avons au début, effectué une enquête sur le terrain avec les anciens agriculteurs (annexe 2).

Après l'enquête, nous avons réalisé des travaux sur le terrain et au laboratoire, qui en consisté à :

1.2. Etude de la nappe (pendant l'hiver et le printemps)

Pour l'étude de la nappe, au moment de l'étude de sol dans les 2 périodes d'étude dans les stations d'études (les ghouts), nous avons prélevé l'échantillon au niveau de chaque ghout, selon le type de ghout et le niveau de la nappe. Ce prélèvement est réalisé pour :

* **Ghouts inondés** : pour les trois ghouts inondés nous avons prélevé l'eau directement à la surface, lorsque l'eau est remontée dans ces ghouts (photo 10), et nous avons mesuré le niveau de la nappe, à l'aide d'une règle graduée (photo 11).



Photo 10 : prélèvement des eaux **Photo 11 : niveau de la nappe**

* **Ghouts humides** : dans les trois ghouts humides, nous avons prélevé l'échantillon au niveau des les horizons (4 horizons dans chaque ghout) lorsque le niveau de la nappe est proche du sol. Ce prélèvement est réalisé par un tuyau plastique transparent et fin (photo 12), et nous avons mesuré le niveau de l'eau avec une règle graduée (photo 13).

**Photo 12 : Prélèvement des eaux****Photo 13 : Niveau de la nappe**

Dans quelques horizons, le niveau de l'eau a dépassé 120cm, dans ce cas, nous avons creusé à 20 cm, et après, on fait l'horizon à l'aide de tarière pour atteindre le niveau de l'eau (photo 14)

**Photo 14 : la profondeur creusée pour atteindre le niveau d'eau**

* **Ghouts secs** : dans les ghouts secs nous avons prélevé l'eau au niveau des puits, lorsque le niveau de la nappe est très profond (photo 15), et pour déterminer le niveau de la nappe nous avons utilisé pour cela sonde piézométrique (photo 16).

**Photo 15 : Prélèvement des eaux****Photo 16 : Niveau de la nappe**

Nous avons prélevé des échantillons dans des bouteilles plastiques à partir des points d'eau. Ces bouteilles sont rincées à l'eau distillée et égouttées avant de les remplir avec l'eau, analyser et après, prendre l'échantillon pour des analyses au laboratoire.

- Au niveau de l'étude de la nappe nous avons effectué les analyses des paramètres physico-chimiques (la C E, le R.S et le pH).

1.3. Pour l'étude de sol

Nous avons étudié le sol au niveau des deux périodes d'études, la 1^{ère} période au début de l'hiver (novembre – décembre). (Pour d'étude des palmiers dattiers), et 2^{ème} au printemps (mars – avril), en période d'étude, les plantes spontanées.

A - Pendant l'hiver (dans la période d'étude du palmier dattier)

Pour l'étude du sol, pour chaque ghout, on a relevé les principales caractéristiques et après, nous avons choisi 4 points d'échantillonnage (palmiers de variété de Deglet Nour), après nous avons choisi les points de prélèvement au niveau de chaque ghout. Nous avons procédé à la détermination des horizons, jusqu'à une profondeur de 1.2 m, en utilisant la tarière pour relever les échantillons (photo 17, 18, 19,20). Nous avons introduit la terre dans des sachets en plastique avec des étiquettes pour préciser les profondeurs .Au niveau de chaque sous station, au début de l'hiver, et nous avons analysé les échantillons au laboratoire.

- Au niveau du laboratoire, nous avons effectué pour l'étude des caractères physiques (granulométrie, l'humidité et MO), nous avons effectué les analyses physicochimiques : conductivité électrique (CE) et le résidu sec (R.S) et pH et aussi nous avons réalisé la caractérisation chimique au niveau du gypse, calcaire et matière organique.



Photo 17 : distance de prélèvement



Photo 18 : Echantillonnage du sol



Photo 19,20 : Prélèvement du sol

B - Pendant le printemps (dans la période d'étude des plantes spontanées)

Pour l'étude du sol, dans la 2^{ème} période au niveau de chaque ghout, nous avons pris le sol en bas des ghouts, à l'aide de la tarière à 120cm de profondeur (un seul horizon dans chaque ghout), et en haut du ghout, on a creusé un profil de 120cm de profondeur (photo 21), soit 9 profils au total.

On a mis les échantillons de terre dans des sachets en plastique pour éviter leur séchage, a fin de déterminer le taux d'humidité.

Les analyses sont effectuées pour le sol du bas de chaque ghout est les analyses physicochimiques : la conductivité électrique (CE) et le résidu sec (R.S) et pH .Mais pour le sol du haut nous avons réalisé tous les analyses du sol en hiver.



Photo 21 : Le profil creusé dans le haut de ghout

1.4. Pour l'étude du palmier dattier

Au moment de l'étude du sol et de la nappe en 1^{ère} période, nous avons étudié 4 pieds de palmiers dattiers dans chaque ghout.

Nous avons dénombré le nombre des palmes et le nombre des régimes, et mesuré le diamètre et la hauteur du tronc, ainsi que la hauteur des racines aériennes, ainsi que la profondeur des racines par rapport à la surface du sol.

1.5. Etude des plantes spontanées

1.5.1. Echantillonnage

L'emplacement du relevé est basé sur l'observation en fonction de l'homogénéité floristique dans les cadrons d'échantillonnage, situés dans le bas et le haut de chaque ghout.

1.5.2. Etude du peuplement végétal

L'étude du peuplement végétal a été réalisée au :

Printemps (mars – avril) à cause de la floraison des plupart

Espèces végétales qui va faciliter leur identification

L'étude est effectuée sur une superficie de 100 m²,

Mais dans les ghouts inondées nous avons pris trois parcelles élémentaires de 1m²(fig. 19).

Le choix de ces micros stations a été fait selon la méthode dite subjective (GOUNOT, 1969).

Pour cette étude, nous avons étudié quelques indices écologiques, tels que :

* **La densité** : on compte le nombre de pieds de chaque espèce sur une unité de surface.

***Le recouvrement** : d'après GOUNOT, (1969), le recouvrement est calculé par la projection sur le sol de la partie aérienne de la plante, l'approche du calcul de recouvrement est variable à cause de la forme de la plante qui peut être circulaire, dans ce cas, on calcule le diamètre (d), soit rectangulaire, on calcule la longueur (a) et la largeur (b), donc :

a) $R = \Pi \cdot (d/2)^2$ pour le recouvrement circulaire .

b) $R = a \cdot b$ pour le recouvrement rectangulaire.

***La dominance** : la dominance d'une espèce ou le degré de couverture, représente la place occupée par la plante (FAURIE et al, 1984 in SAIS et ZEGHIDI ,2006). Donc :

$$D_o = D * R.$$

D : la densité moyenne totale

R : recouvrement moyen total

2. Méthode d'analyse

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

- Les différents analyses des paramètres physiques et physico- chimiques des sols et d'eaux on été réalisés au niveau de L.A.D.E (EL-oued) Souf pour la granulométrie du sol et le résidu sec (sol et eau), et l'analyse chimique du sol (Calcaire, gypse) on été effectuées au laboratoire de l'ITAS (Ouargla)

2.1. Analyse des échantillons des eaux :

a- Conductivité électrique (CE) à 25°C : mesurée au conductivimètre.

b- pH : mesuré au pH mètre

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

d- Salinité : mesurée au conductivimètre.

2.2. Analyse des échantillons de sol

2.2.1. Paramètre physique

a- Granulométrie

Cette analyse permet de connaître la répartition des particules minérales <2mm .Elle a pour but la détermination des pourcentages de sables, des argiles et des limons.

Nous avons utilisé les tamis (tamis de 1mm-0.5mm, 0.2mm-0.1mm et 0.05mm consiste le <limon et l'argile) (AUBERT ,1978 ; AFNOR ,1999)

b- Humidité

La méthode consiste à sécher l'échantillon de terre à l'étude à (105°), durant 24h jusqu'à atteindre un poids constant

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

a- Conductivité électrique (CE) à 25C° mesurée au conductivimètre

b- Résidu sec (R.S) par dessiccation à 110C°.

d- pH mesuré au pH mètre

2.2.3. Paramètres chimiques

a- Calcaire total (CaCO₃) : méthode volumétrique, calcimètre de BERNARD

b- Gypse (CaSO₄) : 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), et est exprimé en % de terre séché à l'air libre et passé au tamis 1mm. Cette méthode est adoptée pour les sols gypseux (COUTINET, 1965).

c- Matière organique : (méthode d'Anne)

Le carbone organique est oxydé par le bichromate de potassium en milieu sulfurique, le bichromate doit être en excès, la quantité réduite est en principe proportionnelle à la teneur en carbone organique.

Troisième partie



```
graph TD; A[Troisième partie] --> B[RESULTAS ET DISCUSSIONS];
```

RESULTAS ET DISCUSSIONS

Chapitre VI :

Etude de la nappe phréatique

1. Etude de la nappe en hiver

1.1. Etude du niveau de la nappe

Les mesures du niveau de la nappe phréatique ont été effectuées en parallèle avec les échantillons du sol en hiver, et à la lumière des résultats enregistrés (Fig. 14) nous avons :

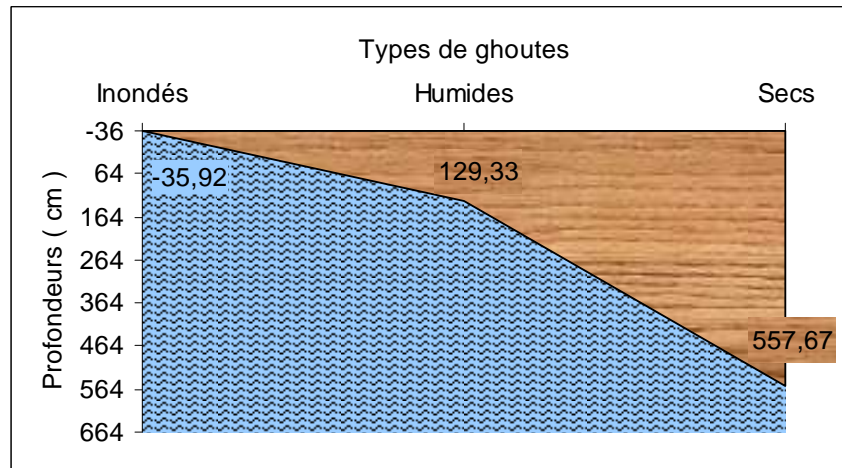


Fig. 14 : Moyenne des mesures du niveau de la nappe phréatique en hiver

Le niveau de la nappe dans la station des ghouts inondés est remonté à la surface du sol, il est de -35.92cm. 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 129.33cm, et 557.67cm.

1.2. Etude de la qualité des eaux phréatiques

D'après la figure 15, nous remarquons que :

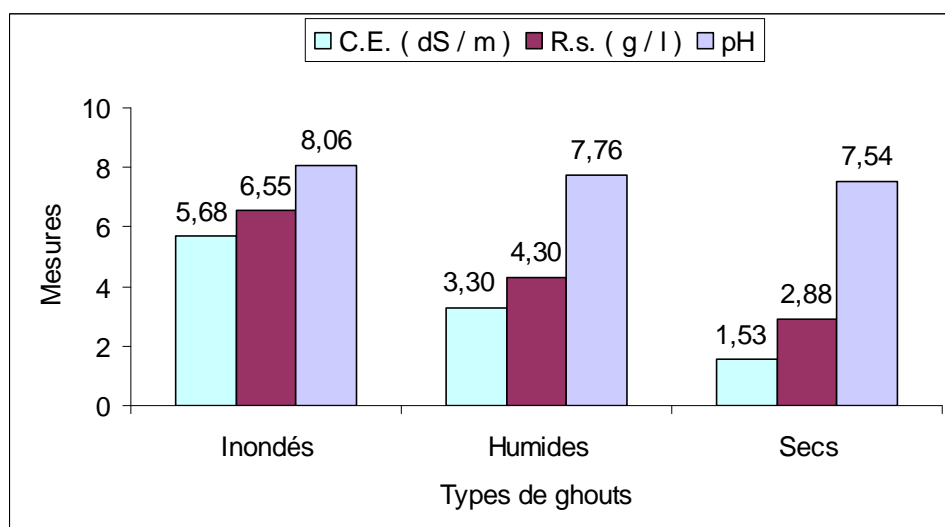


Fig. 15 : Salinité et pH des eaux de la nappe phréatique

Selon l'annexe 3, l'eau de la nappe phréatique est à salinité excessive dans les ghouts inondés ($R_s=6.55\text{g/l}$, $CE=5.68\text{ dS/m}$), que dans la station des ghouts humides ($R_s=4.3\text{g/l}$, $CE=3.3\text{ dS/m}$), et des ghouts secs ($R_s=2.88\text{ g/l}$, $CE=1.53\text{ dS/m}$), l'eau est très forte salinité.

Le pH des eaux de la nappe phréatique est alcalin dans toutes les stations d'études (annexe 3).

2. Etude de la nappe au printemps

2.1. Etude du niveau de la nappe

Nous avons mesuré le niveau de la nappe après le prélèvement des échantillons du sol dans les stations d'études au printemps (mars – avril).

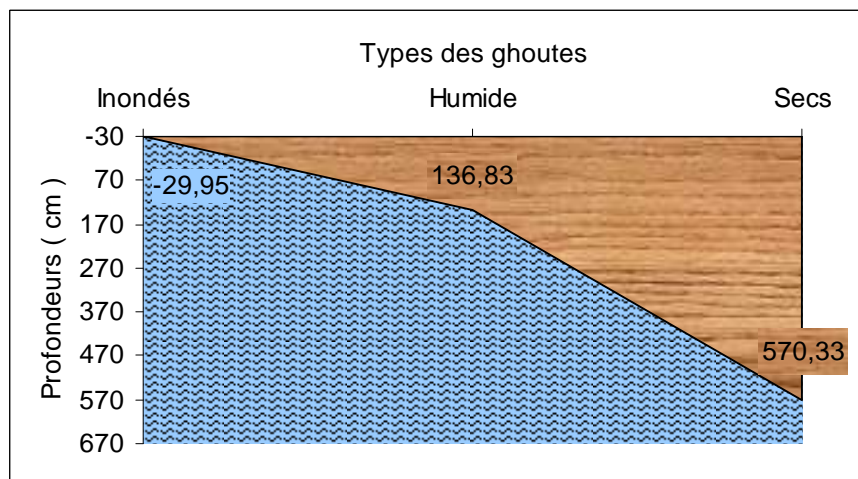


Fig. 16 : Moyenne des mesures du niveau de la nappe phréatique au printemps

D'après les résultats obtenus, nous avons remarqué que le niveau de la nappe par rapport à la surface du sol est différent d'un point à l'autre, et est compris entre (-29.95cm) dans les ghouts inondés et 570.33cm dans les ghouts secs, (fig. 16).

2.2. Etude de la qualité des eaux phréatiques

D'après les résultats obtenus (fig. 16), le pH moyen de la nappe est de 8.09 dans les ghouts inondés, 7.69 dans les ghouts humides, et 7.67 dans les ghouts secs. Donc le pH des eaux de la nappe phréatique est alcalin dans toutes les stations.

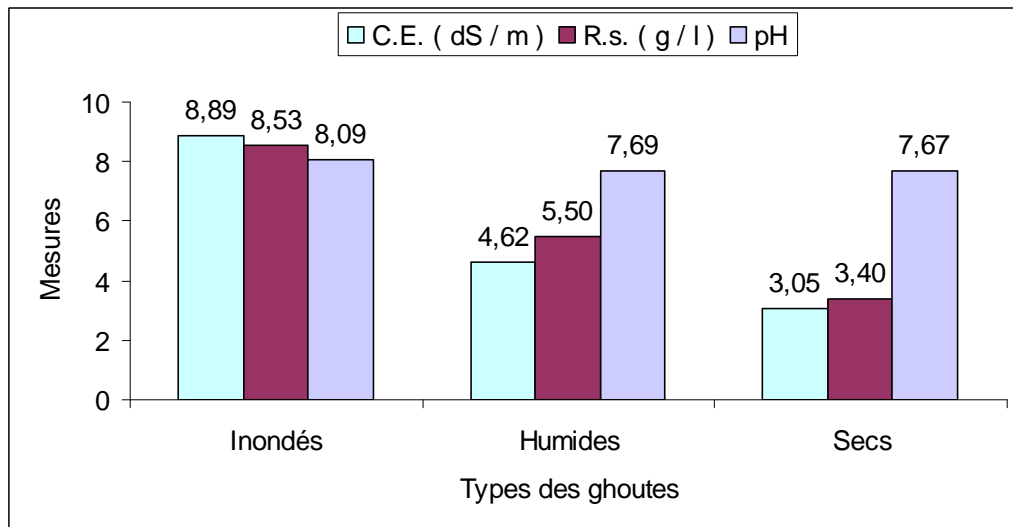


Fig. 16 : Salinité des eaux de la nappe phréatique

Les eaux de la nappe phréatique ont des teneurs des résidus secs variables d'un point à l'autre, et selon l'annexe 3, l'eau de la nappe phréatique est à salinité excessive dans les ghouts inondés ($R_s = 8.53$ g/l), dans les ghouts humides ($R_s = 5.50$ g/l), et dans les ghouts secs l'eau à très forte salinité ($R_s = 3.40$ g/l).

3. Comparaison entre l'étude de la nappe en hiver et au printemps

3.1. Niveau de la nappe

D'après les résultats obtenus, nous avons enregistré un rabattement important au niveau de la nappe au printemps par rapport à la profondeur mesurée en hiver, par exemple, si nous faisons une comparaison entre les résultats des ghouts inondés, le niveau de la nappe dans ces ghouts est de (-35.92cm) en hiver et (-29.95cm) au printemps. Dans les ghouts humides, il est de 129.33cm en hiver et de 136.83cm au printemps, et dans les ghouts secs, il est de 557.67cm en hiver et de 570.33cm au printemps. Nous avons constaté que le rabattement est compris entre 5.97cm à 12.66cm.

Nos mesures ont montré qu'il y a un rabattement important dans notre site d'étude expérimental. Ce rabattement est dû principalement à l'évaporation d'eau au printemps.

3.2. Qualité des eaux phréatiques

D'après les figures (14, 16), nous avons fait une comparaison entre les paramètres de salinité des eaux phréatiques dans nos stations d'études, en hiver et au printemps. Nous avons enregistré une augmentation de la salinité de l'eau au printemps à un l'hiver. Par exemple,

dans les ghouts inondés ($R_s=6.55\text{g/l}$, $CE = 5.68\text{dS/m}$) en hiver et ($R_s=8.53\text{g/l}$, $CE = 8.89\text{dS/m}$) au printemps.

Conclusion

Les eaux de la nappe phréatique sont des eaux de salinité très excessive, mais elle varie entre les types de ghouts. La salinité est très forte dans les ghouts inondés que dans les ghouts humides et secs.

Nous avons trouvé qu'il y a une relation positive entre la salinité de la nappe et son niveau.

La nappe phréatique a subi un rabattement important elle est comprise entre 5,97 cm à 12,66 cm au printemps par rapport à l'hiver. Ce rabattement est dû à l'évaporation des eaux au printemps.

Chapitre II V : Etude du sol

I. Analyses du sol en hiver

1. Etude des propriétés physiques

1.1. Humidité du sol

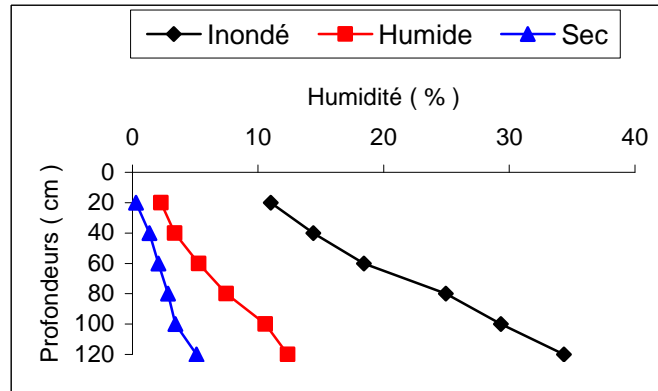


Fig. 17 : variations de l'humidité du sol dans les stations d'études

D'après les résultats obtenus (Fig. 17), l'humidité du sol dans les ghouts inondés est comprise entre 11.01 à 34.34 %, elle est faible en surface et augmente en profondeur.

Pour les ghouts humides, l'humidité du sol est comprise entre 2.28 à 12.36 %, 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 5.09 %. 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.

1.2. Granulométrie

1.2.1. Granulométries des sols inondés dans les ghouts

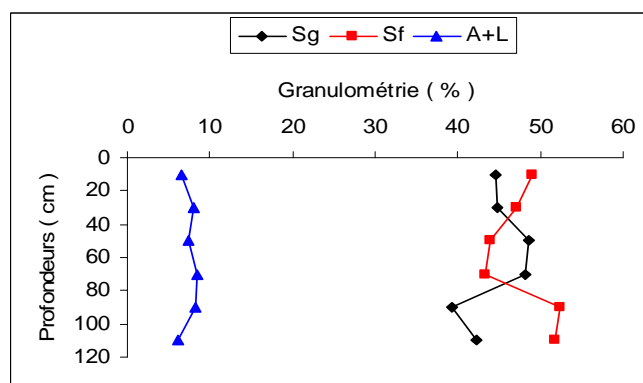


Fig. 18 : variations de la granulométrie des sols inondés dans les ghouts

Les analyses granulométriques (fig. 18), montrent que notre sol est sableux pour tous les horizons. On remarque aussi que la fraction sableuse est dominée par le sable fin, mais dans les troisièmes et quatrièmes horizons, le sable grossier domine (plus de 48%).

La fraction argileuse et limon montré une valeur, ne dépassant pas 3%.

1.2.2. Granulométrie des sols humides dans les ghouts

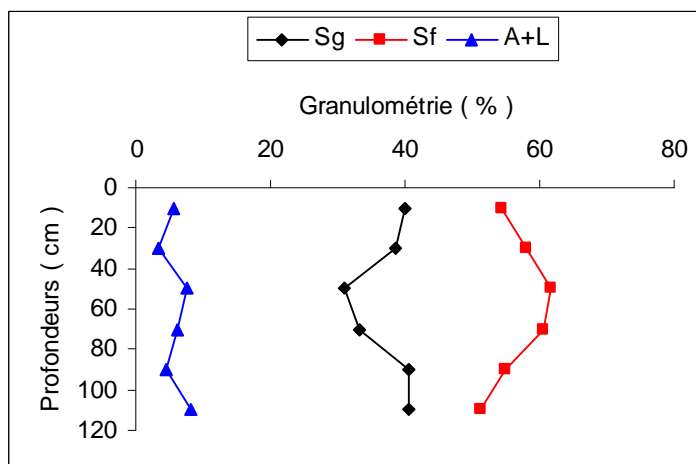


Fig. 19 : Granulométrie des sols humides dans les ghouts

D'après la (fig. 19), la composition texturale est formée principalement par la fraction de sable fin qui présente le pourcentage le plus élevé, et les valeurs varient entre 51.3% et 61.55%, avec une texture limon plus, très faible ne dépassant pas 8.15%.

1.2.3. Granulométrie des sols secs dans les ghouts

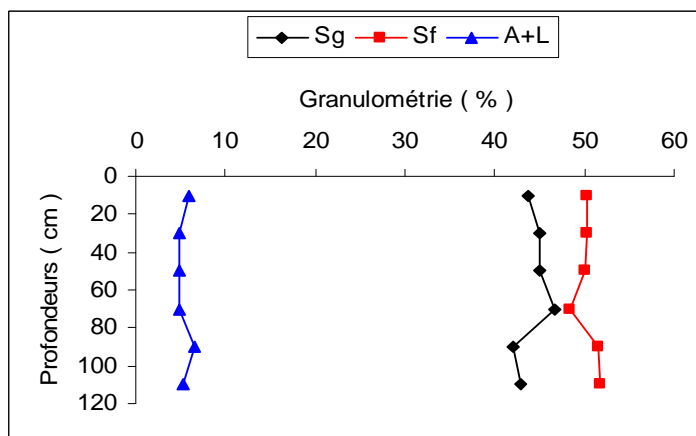


Fig. 20 : Granulométrie des sols secs dans les ghouts

Dans ces ghouts, le sol est caractérisé par la présence de sable grossier ($41.97\% \leq sg \leq 46.64\%$), et sable fin ($48.48\% \leq sf \leq 51.73\%$), argile plus limon ($4.83 \leq A+L \leq$

6.47).L'analyse granulométrique de la terre (Fig. 20), montre que la texture de tous les horizons est de type sableuse.

On remarque aussi que la fraction sableuse est dominée par les sables fins.

2. Etude des propriétés physico-chimiques

2.1. Conductivité électrique des sols

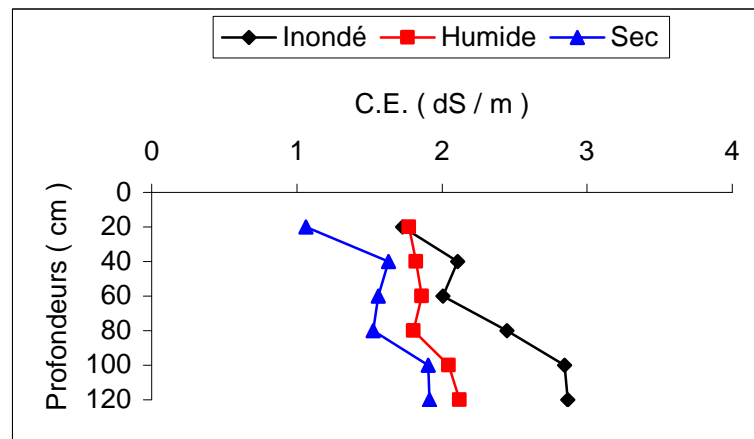


Fig. 21 : Variations de la conductivité électrique du sol dans les stations d'études

Selon AUBERT (1978) (annexe 3).La conductivité électrique du sol (fig. 21) dans les ghouts inondés est faible en surface, et élevé en profondeur ($1.73 \text{ dS/m} < \text{CE} < 2.87 \text{ dS/m}$). Donc le sol est peu salé à très salé, et aussi pour les ghouts humides ($1.77 \text{ dS/m} < \text{CE} < 2.12 \text{ dS/m}$).Le sol est peut salé à sol salé. Mais pour les ghouts secs, le sol peu salé ($1.77 \text{ dS/m} < \text{CE} < 2.12 \text{ dS/m}$).

La conductivité électrique a montré que les sols des trois stations est faible en surface est élevée en profondeur. Dans les ghouts inondés, les sols sont très salés par rapport aux deux autres ghouts, car le niveau de la nappe est proche de la surface du sol, ce qui favorisé pour la remontée de la nappe en surface.

2.2. Résidus secs des sols

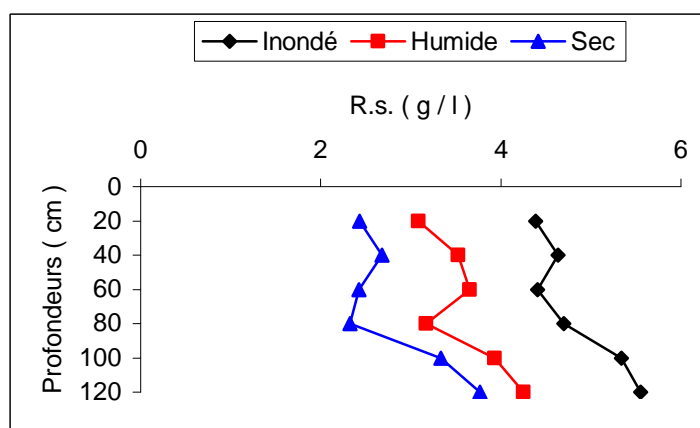


Fig. 22 : Variations du Résidu secs du sol dans les stations d'études

D'après la figure 22, la teneur du résidu sec dans les ghouts inondés entre (4.38 à 5.55g/l), dans les ghouts humides entre (3.09 à 4.25g/l), et dans les ghouts secs entre (2.33 à 3.77g/l).

Dans les trois stations d'études, le résidu sec est faible à la surface et augmente en le profondeur. Mais dans les ghouts inondés, le résidu sec est élevé par apport aux ghouts humides et secs.

2.3 .pH des sols

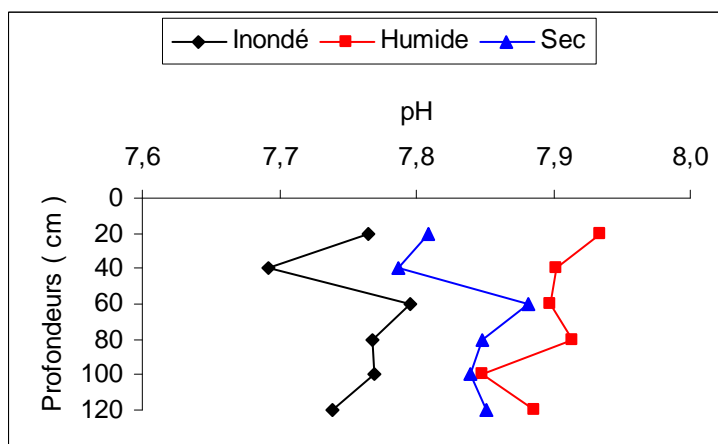


Fig. 23 : variations du pH du sol dans les stations d'études

Dans les régions arides, la gamme relative aux sols s'étend d'un pH légèrement inférieur à 7, à un pH d'environ 9 (BUCKMAN et al, 1965 in BACI, 1982).

D'après les résultats obtenus (Fig. 23), on peut classer selon l'échelle du pH de l'extrait 1/5, selon SOLTNER (1989), sont présentés en annexe 3.

Le pH du sol dans les ghouts inondés est alcalins ($7.69 < \text{pH} < 7.80$), et irrégulier en profondeurs.

Le PH du sol dans les ghouts humides est alcalin ($7.85 < \text{pH} < 7.94$), il est variable selon les profondeurs.

Le PH du sol dans les ghouts secs est aussi alcalin ($7.79 < \text{pH} < 7.88$).

D'une manière générale, le pH du sol dans les trois stations inondés, humides, secs, il est alcalin ($7.69 < \text{pH} < 7.94$).

3. Etude des propriétés chimiques

3.1. Taux de gypse

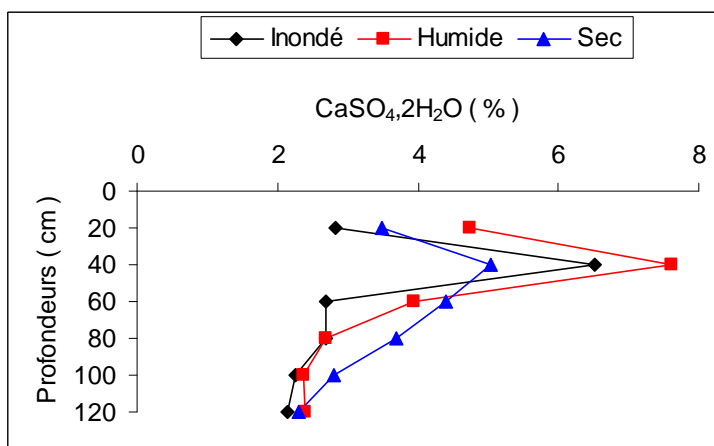


Fig. 24 : Variations du taux de gypse du sol dans les stations d'études

Selon la (Fige 24), on remarque que la concentration maximum en gypse est rencontrée dans la 2ème couche dans les trois stations d'études, à cause de la fluctuation de la nappe phréatique entre l'été et l'hiver, résultant de la précipitation du gypse dans la zone de fluctuation par le phénomène de sursaturation. Ce taux diminue à la profondeur .Le taux de gypse est compris entre 2.15 à 6.25% dans les ghouts inondés, entre 2.36 à 7.61% dans les ghouts humides, et entre 2.31 à 5.04% dans les ghouts secs.

Selon (BARZADJI, 1973in ABDESSELEM.S 1999) (annexe 3). Le sol des trois stations est un sol légèrement gypseuse, ($2.15 < \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} (\%) < 7.61$).

3.2. Taux de calcaire

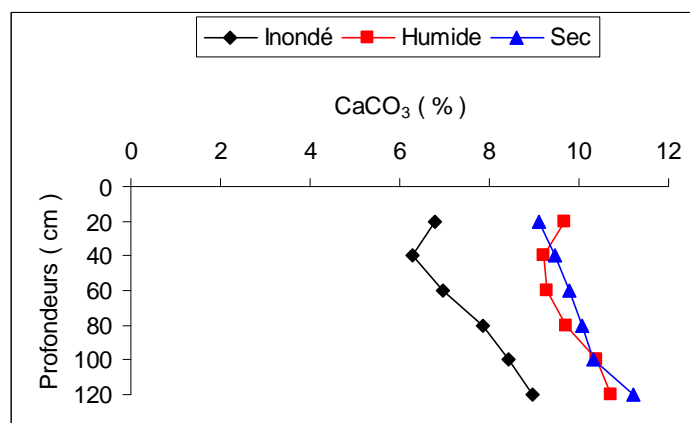


Fig. 25: Variations du taux de calcaire du sol dans les stations d'études

A la lumière des résultats obtenus (fig. 25), nous remarquons que le taux de calcaire est compris entre 6.8 à 9.12% dans les couches superficielles de toutes les stations d'études, et on remarque aussi une augmentation vers les couches en profondeur, (8.96% $CaCO_3$ 11.23%).

Selon l'échelle de classification du calcaire (annexe 3), on peut classer les sols de toutes stations d'études, comme des sols modérément calcaires. Il est compris entre 6.29 et 8.29% dans les ghouts inondés, entre 9.20 à 10.72 % dans les ghouts humides et entre 9.12 à 10.31% dans les ghouts secs.

3.3. Matière organique (M.O)

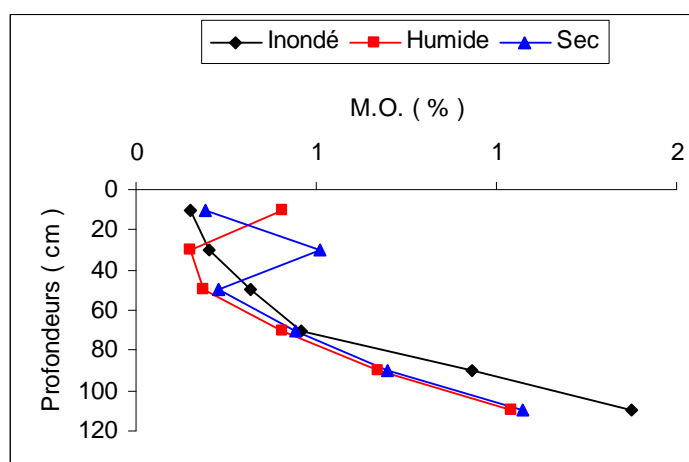


Fig. 26 : Variations du taux de matière organique des sols dans les stations d'études

A la lumière des résultats obtenus (fig. 26), nous remarquons que le taux de matière organique est compris entre 0.15% et 0.41% dans les couches superficielles de toutes les

ghouts d'études. Toutefois, on remarque une augmentation excessive vers les couches profondes à cause la présence de racines des palmiers, très faible.

Généralement le taux de matière organique faible dans tous les ghouts d'études (selon Mordon, 2001 in LABOUZ, 2005) (annexe 3).

II .Analyses du sol au printemps

1. Etudes des sols des ghout

1.1. Etude des propriétés physiques

1.1.1. L'humidité du sol

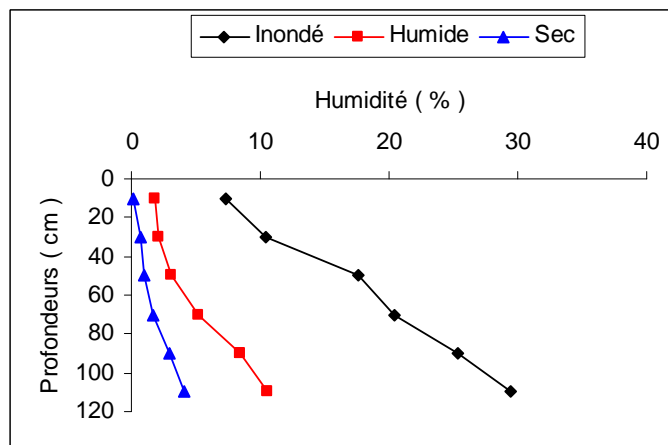


Fig. 27 : Variations du taux d'humidité des sols dans les stations d'études

D'après les résultats obtenus (fig. 27), l'humidité du sol dans les ghouts inondés comprise entre 7.38 à 29.46 elle est faible en surface et augmente en profondeur.

Pour les ghouts humides, l'humidité du sol est comprise entre 1.76 à 10.63, elle faible en surface et augmente en profondeur.

Nous observons que le taux d'humidité augmente dans les ghouts inondés par rapport aux ghouts humides et secs, à cause du phénomène de remontée de la nappe phréatique.

1.2. Etude des propriétés physico- chimiques

1.2-1. Conductivité électrique C.E.

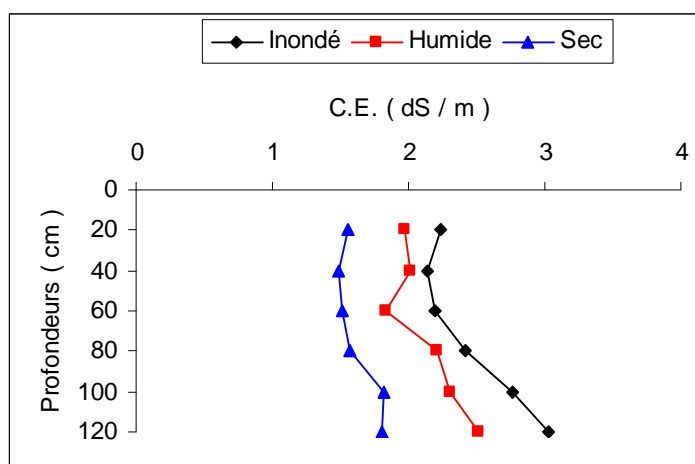


Fig. 28: Variations de la conductivité électrique des sols dans les stations d'études

Les analyses des graphes de la conductivité électrique (fig. 28) dans les ghouts d'études montrent un degré de salinité de sols des ghouts.

Selon l'échelle de salinité de l'extrait (annexe 3), on peut classer les sols des ghouts inondés, sols salés à très salés ($2,14 \text{ ds/m} \leq \text{C.E} \leq 3,02 \text{ ds/m}$).

Les sols dans les ghouts humides, les sols sont peu salé a salé ($1,48 \text{ ds/m} \leq \text{C.E} \leq 2,38 \text{ ds/m}$), et dans les ghouts secs ($1,49 \text{ ds/m} \leq \text{C.E} \leq 1,83 \text{ ds/m}$) ils sont peu salé.

1.2.2. Résidus secs (R.S)

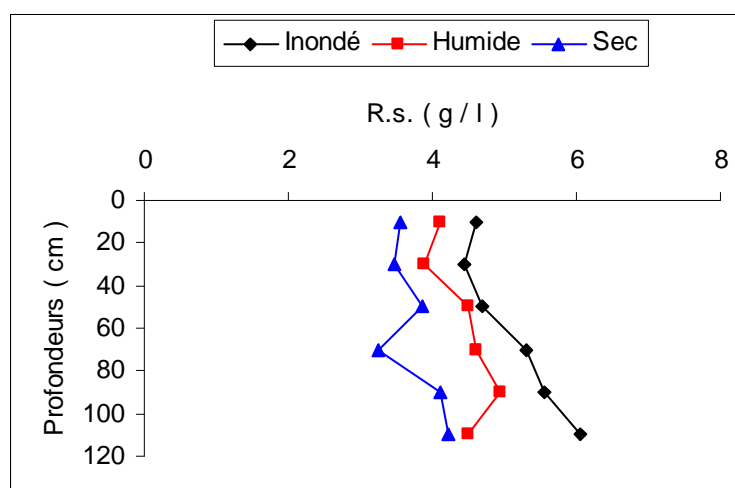


Fig. 29 : Variations du taux de résidus secs des sols dans les stations d'études

A la lumière des résultats obtenus, (fig. 29), nous remarquons, la teneur du résidu sec dans les ghouts inondés entre ($4.62 \text{ g/l} \leq \text{R.S} \leq 4.96 \text{ g/l}$), et dans les ghouts humides entre ($3.88 \text{ g/l} \leq \text{R.S} \leq 4.23 \text{ g/l}$), et dans les ghouts secs entre ($3.47 \text{ g/l} \leq \text{R.S} \leq 4.23 \text{ g/l}$). Dans les ghouts inondés, les résidus secs est élevé par rapport aux deux autres ghouts humides et secs.

1.2.3. PH de sol

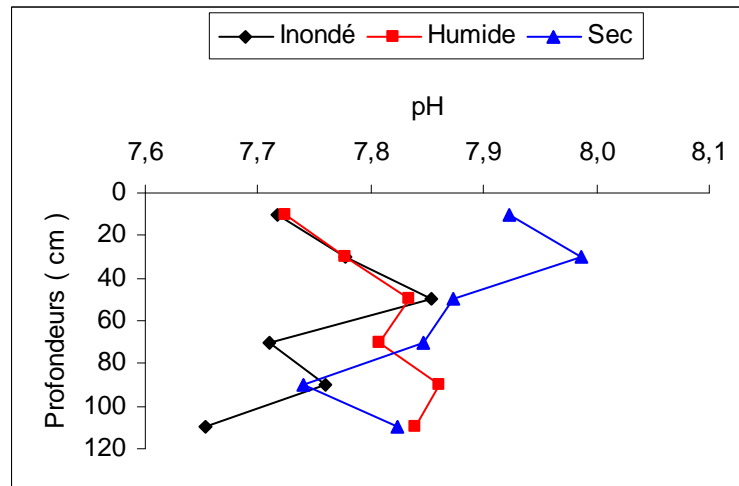


Fig. 30 : Variations du pH des sols dans les stations d'études

D'après le (fig. 30), pour les ghouts inondés, le PH du sol est alcalin ($7.71 \leq \text{pH} \leq 7.85$).

Le PH du sol dans la des ghouts humides ($7.72 \leq \text{pH} \leq 7.86$), et les sols des ghouts secs, il est ($7.74 \leq \text{pH} \leq 7.99$) est alcalin d'une manière générale. Le PH du sol, dans le trois stations, est alcalin.

2. Etudes des sols des dunes

2.1. Analyse physique

2.1.1. L'humidité de sol

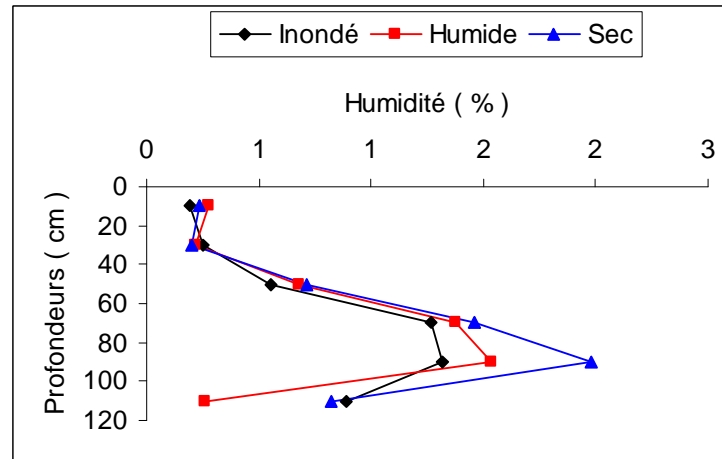


Fig. 31 : Variations du taux d'humidité des sols dans les stations d'études

L'analyse du graphe ci-dessus (fig. 31) montre que le taux d'humidité est faible dans les couches superficielles dans toutes les stations d'études, 0.19% dans les sols des dunes des ghouts inondés, 0.28% dans les dunes des ghouts humides, 0.23% dans les dunes des ghouts secs. Celle-ci augmente avec la profondeur du sol et diminue dans les couches profondes.

Dans les trois stations d'études le taux d'humidité tout le long du profil est faible, car la nappe est très profonde, mais seulement par les apports atmosphériques (pluies, humidité de l'air ...).

2.1.2. Granulométrie

2.1.2.1. Granulométrie des sols dans les ghouts inondés

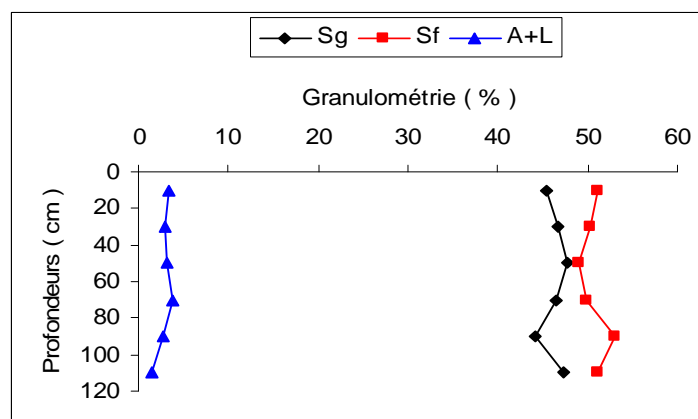


Fig. 32: Variations de la granulométrie des sols inondés dans les dunes

L'analyse granulométrique de la terre (fig. 32) montre la texture de tous les horizons est de type sableuse, on remarque aussi que la fraction sableuse est dominée par les sables fins pour tous les horizons, plus 48%.

Dans ces dunes, le sable grossier présente une valeur entre 44.20% à 47.83%, avec une texture limon plus argile très faible qui ne dépasse pas 4%.

2.1.2.2. Granulométrie des sols dans les ghouts humides

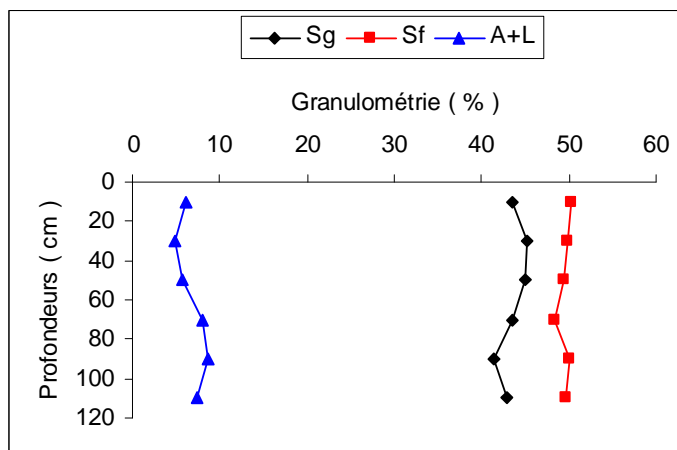


Fig. 33 : Variations de la granulométrie des sols humides dans les dunes

D'après la (fig. 33), la composition texturale est formée principalement par la fraction de sable fin qui présente le pourcentage le plus élevé avec des valeurs qui dépassent 48% pour tous les horizons.

Les fractions limon plus argile montre une valeur, ne dépassent pas 9%.

2.1.2.3. Granulométrie des sols dans les dunes des ghouts secs

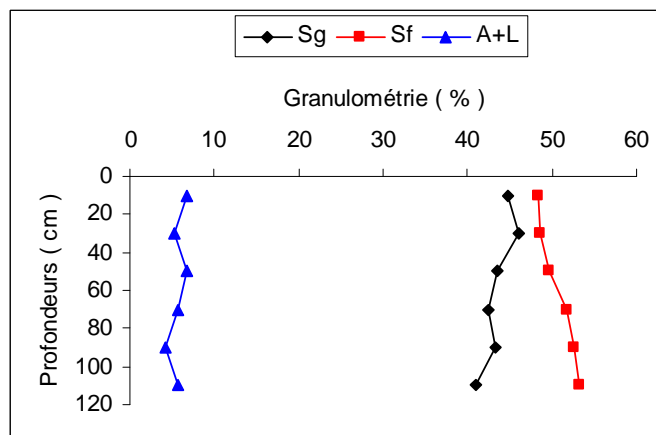


Fig. 34 : Variations de la granulométrie des sols secs dans les dunes

Les analyses granulométriques (fig. 34), montrent que notre sol est comme les deux autres, sableuse à plus de 90% (sf + sg) pour tous les horizons.

On remarque aussi que la fraction sableuse est dominée par le sable fin à plus 48%. Dans ces dunes, le sol est caractérisé par la présence de sable grossier (41, 05% \leq 46,15%) et de limon plus argile (4,20% \leq L + A \leq 6,77%).

2.2. Analyse physico-chimique

2.2.1. Conductivité électrique (C.E)

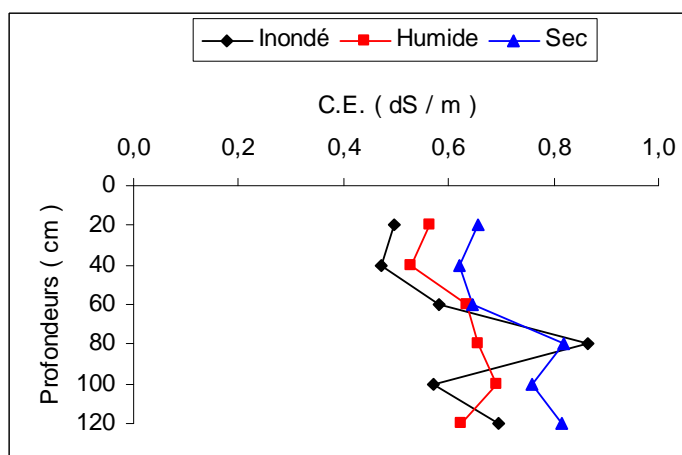


Fig. 35 : Variation de la conductivité électrique des sols dans les stations d'études

D'après la (fig 35), la conductivité électrique du sol dans les dunes des ghouts inondés est (0.47 ds/m \leq C.E \leq 0.87 ds/m), dans les ghouts humides est elle de (0.53 ds/m \leq C.E \leq 0.6 ds/m). Donc, le sol est non salé à peu saler. La conductivité électrique à montré que les sols des dunes des ghouts secs peu salés (0.62 ds/m \leq C.E \leq 0.82 ds/m)(annexe 3).

2.2.2. Résidu sec du sol

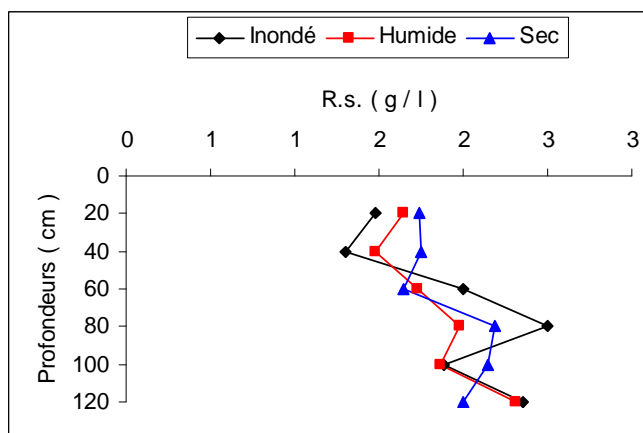


Fig. 36 : Variations du taux de Résidu sec des sols dans les stations d'études

D'après la (fig. 36), le teneur du résidu sec dans les dunes des ghouts inondés est variable ($1.30 \text{ g/l} \leq \text{R.S} \leq 2.5 \text{ g/l}$), et dans les dunes des ghouts humides, elle varie de ($1.48 \text{ g/l} \leq \text{R.S} \leq 2.31 \text{ g/l}$).

Dans les trois stations d'études, le résidu sec est faible et varie avec le profondeur.

2.2.3. PH du sol

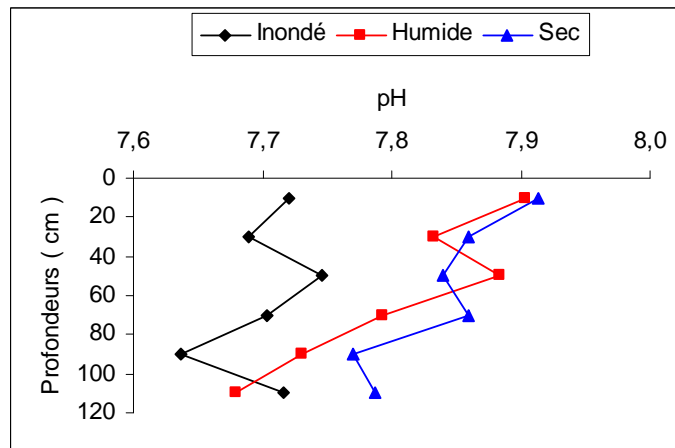


Fig. 37: Variations Taux de pH des sols dans les stations d'études

D'après les résultats obtenus, (fig. 37) on peut classer selon l'échelle du pH l'extrait 1/5, selon SOLTNER (1989) (annexe 3).

Le PH du sol des dunes des ghouts inondés est alcalin ($7.64 \leq \text{PH} \leq 7.75$). Il varie en profondeur.

Le PH du sol des dunes des les ghouts humides est alcalin ($7.68 \leq \text{PH} \leq 7.9$). Il est élevé en surface et diminué en profondeur.

Le PH du sol des dunes dans les ghouts secs est aussi alcalin ($7.77 \leq \text{PH} \leq 7.91$), il est élevé en surface et diminue en profondeur.

2.3. Analyse chimique

2.3.1. Taux de calcaire

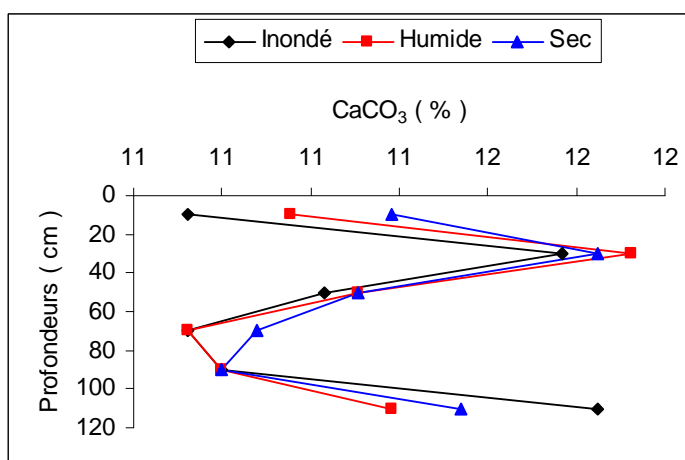


Fig. 38 : Variations du taux de calcaire des sols dans les stations d'études

L'échelle d'appréciation des teneurs du sol en calcaire total est présente en (annexe 3).

Le sol est modérément calcaire dans toutes les stations d'études. Il est compris entre 10.92 et 11.85% dans les dunes de ghouts inondés, et entre 10,32 et 11, 32% dans les dunes de ghouts humides, et aussi entre 11.00 et 11.85% dans les dunes de ghouts secs (fig. 38).

2.3.2. Taux de gypse

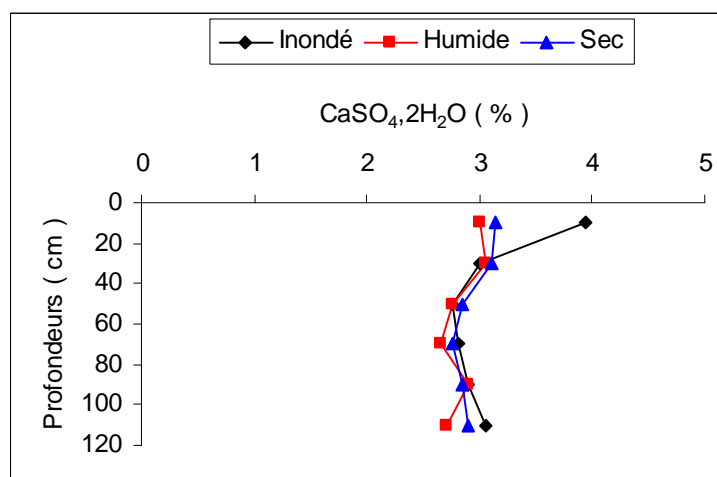


Fig. 39 : Variations du Taux de gypse des sols dans les stations d'études

Selon la (fig. 39), nous observons que la concentration maximum en gypse est rencontrée en première couche dans les trois stations d'études.

Le taux de gypse est compris entre 2.76 et 3.94%, dans les dunes de ghouts inondés, entre 2.66 et 3.05 dans les dunes de ghouts humides et entre 2.76 et 3.15% dans les dunes de ghouts secs.

Selon (BARZADJI, 1973 in ABDESSELEM 1999)(annexe 3), les sols des trois stations d'études est légèrement gypseuse ($2,76 \leq \text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O} \leq 3,94$).

2.3.3. Taux de matière organique (M.O)

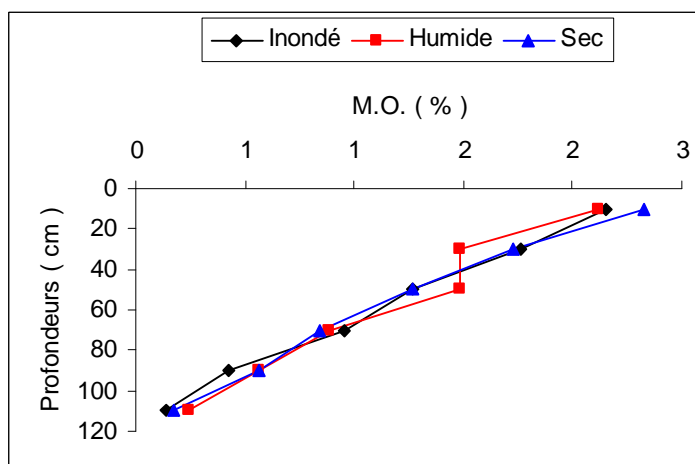


Fig.40 : Variations du taux de matière organique du sol dans les stations d'études

Le taux de matière organique est généralement faible dans tous les profils et dans toutes les dunes. La valeur maximale est observée au niveau de la surface (2.15% dans les dunes des ghouts inondés, 2.12% dans les dunes des ghouts humides, et 2.33% dans les dunes des ghouts secs). Ces valeurs peuvent s'expliquer par la présence de végétation et diminuent avec la profondeur dans toutes les dunes (fig 40).

Selon Morond, 2001 in LABOUZ. I. 2005(annexe 3), le taux de matière organique dans les trois dunes est faible à moyen.

3. Comparaison entre les caractères des sols des ghouts en hiver et au printemps

D'après les résultats obtenus au cours des deux périodes d'étude du sol, nous avons enregistré :

- une diminution du taux d'humidité au niveau des trois types de ghouts au printemps dans tous les horizons, cette diminution est expliquée par un rabattement du niveau de la nappe phréatique au printemps.

- augmentation de la salinité du sol au printemps par rapport au hiver dans les trois ghouts et dans tous les horizons surtout la première couche. Ces augmentations de la salinité sont dues

principalement à l'évaporation de l'eau au niveau de première couche, et aussi l'augmentation de la salinité de la nappe phréatique.

4. Comparaisons entre les sols de ghouts et des dunes

A la lumière des résultats obtenus, pour les deux périodes d'études du sol, nous avons effectué une comparaison entre les paramètres physiques, physico-chimiques des sols des ghouts et des dunes.

A- Paramètre physiques

L'étude du sol de nos stations d'études montre que le taux d'humidité est élevé dans les ghouts (inondés, humides, secs) à cause de la remontée des eaux et la nappe est proche de la surface du sol. Par contre, il est faible dans les dunes, (dunes de ghouts, inondé, dunes de humides et dunes de secs), car la nappe est plus profonde.

La composition texturale des ghouts et des dunes de ghouts, est formée principalement par la fraction de sable fin qui présente le pourcentage le plus élevé. Ces teneurs élevées de sable fin peuvent être expliquées en grande partie par le fait que les sols de ghouts sont formés essentiellement par des sables de dunes environnantes, cet approvisionnement se fait par le biais de transport éolien et humains.

B- Paramètres physico-chimiques

A la lumière des résultats analytiques, les sols des ghouts (trois types de ghouts) sont des sols salés à très salés à cause de l'effet de la remontée de la nappe, mais les sols des dunes sont non salés à peu salés.

Le PH de sol des toutes les stations d'étude est alcalin.

C- Paramètres chimiques

D'une manière générale, le taux de calcaire des sols toutes les stations d'études (ghouts, dunes) est modérément calcaire.

De manière générale, le sol du Souf (ghouts et dunes) est un sol légèrement gypseux.

Le taux de matière organique est très faible à faible dans les ghouts, et faible à moyen dans les dunes.

Dans les ghouts la matière organique augmente avec le profondeur, par contre, dans les dunes, le taux de matière organique et diminue en profondeur.

Conclusion

L'étude du sol de nos stations d'études montre que le taux d'humidité est varié entre les ghouts. Il est élevé dans les ghouts inondés par rapport aux ghouts humides et secs, à cause de la remontée de la nappe phréatique. Ces taux diminuent en printemps dans tous les ghouts. Par contre, le taux d'humidité des sols des dunes est faible, car la nappe est plus profonde. Les analyses granulométriques des sols des ghouts et des dunes montrent que les sols de toutes stations sont formés principalement par la fraction de sable fin qui présente le pourcentage le plus élevé. Ces teneurs élevées de sable fin peuvent être expliquées en grande partie par le fait que les sols des ghouts sont formés essentiellement par le sable des dunes environnantes. Cet approvisionnement se fait par les biais du transport éolien et humain.

A la lumière des résultats analytiques, les sols des ghouts inondés sont très salés par rapport aux deux autres ghouts. La salinité augmente au printemps.

Elle est comprise entre ($2.14 \text{ ds/m} \leq C.E \leq 3.02 \text{ ds/m}$) dans les ghouts humides (sol peu salé à salé), et dans les ghouts secs ($1.43 \text{ ds/m} \leq CE \leq 1.83 \text{ ds/m}$), sol peu salé.

Augmentation de la salinité du sol est justifiée par l'augmentation de la salinité de la nappe et de l'évaporation. Mais les sols des dunes sont non salés à peu salés.

Le PH du sol des toutes les stations d'études est alcalin.

Les sols de toutes stations d'études (ghouts et dunes) sont modérément calcaires.

La concentration en gypse est rencontrée en deuxième couche dans tous les ghouts.

De manière générale, les sols du Souf (ghouts et dunes) sont des sols légèrement gypseux.

Le taux de matière organique est très faible à faible dans les ghouts et faible à moyen dans les dunes.

D'après les analyses statistiques (annexe 4,5), nous avons remarqué qu'il y a une relation très hautement significative entre les niveaux de nappe phréatique et l'humidité du sol des ghouts, et nous avons remarqué aussi une relation très hautement significative entre le niveau de la nappe phréatique et la salinité du sol, cette salinité devient principalement une fonction de son niveau (on trouve une relation négative entre le niveau de la nappe phréatique et leur salinité, voire, (Annexe 4,5).

Chapitre VIII :
Etude des pieds de palmiers dattiers

1. Caractères végétatifs

Les caractères végétatifs des pieds de palmiers dattiers dans la zone d'étude montrent dans la figure suivante :

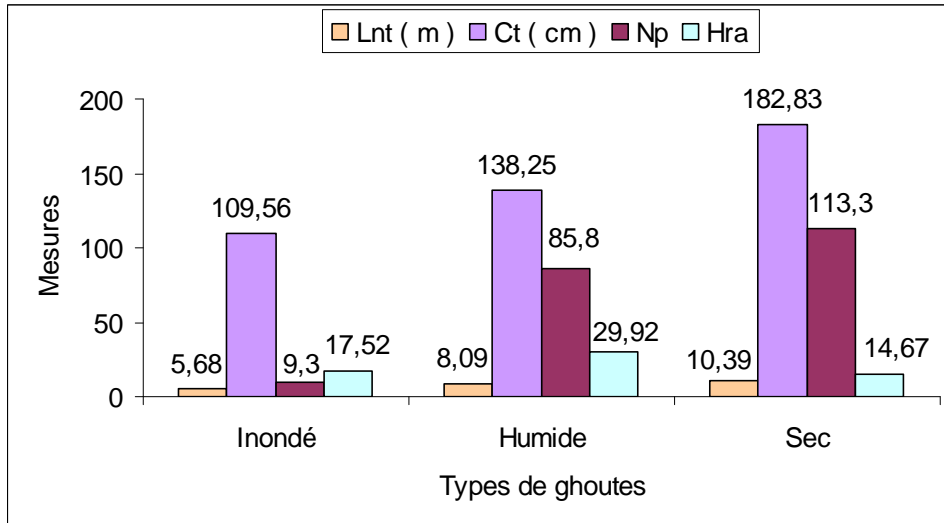


Figure 41 : Variations des caractères végétatifs des pieds de palmiers dattiers dans les stations d'études

1.1. Longueur du stipe

On classe les périmètres phoinicoles de nos ghouts d'études, comme suit :

- la longueur des palmiers dans les ghouts inondés est faible (5,68m), comparée aux pieds de palmiers dattiers des autres ghouts étudiés. Cette faible hauteur est peut-être due à la présence du phénomène de la remontée de la nappe phréatique.

- la longueur des palmiers dans les ghouts humides est moyenne (8,09 m), comparée aux pieds des palmiers des autres ghouts étudiés. Cette longueur est plus ou moins élevée par rapport à son âge. Cela est peut-être due à l'absence de la remontée de la nappe phréatique.

- La longueur des pieds de palmiers dattiers dans les ghouts secs est élevée (10,39 m) par rapport aux autres ghouts, ce qui est logique par rapport à la qualité du sol et des eaux qui sont favorables pour le développement du palmier dattier. (Fig. 41).

1.2. Circonférence du stipe

- Les variations intra cultivars, représentant dans nos sites d'études, montrent que la circonférence du tronc des palmiers dattiers ne dépasse pas 183 cm.

- Dans les ghouts inondés, la moyenne de la circonférence du tronc est de 109,56cm, présentant ainsi le diamètre le moins épais par rapport aux autres ghouts. Cela est peut être, du à l'effet du niveau de la nappe phréatique, se traduisant par un asphyxie acinaires (fig.41).

- les palmiers de ghouts humides présentent un tronc moyennement épais 138,25 cm.

- dans les ghouts secs, la moyenne de la circonférence du tronc est de 182,83 cm, ces ghouts présentent une circonférence du tronc plus épaisse.

1.3. Nombre de palmes

- Le nombre moyen de palmes varie d'un ghouts à un autre. Il est de 9, 33 palmes / pieds dans les ghouts inondés, cela s'explique par l'effet de la remonté de la nappe dans ce ghout, par contre, il est de 85,75 palmes / pieds dans les ghouts humides, et de 113.25 palmes / pieds dans les ghouts secs. D'après MUNIER 1973 in MAHNI. K (2006), un palmier adulte en bonne état de végétation peut avoir une moyenne de 100 à 125 palmes actives / pieds. Dans les ghouts secs, le nombre de palmes / pieds en un bon état de végétation, explique par la qualité du sol, et de l'eau et le niveau de la nappe dans ces ghouts.

1.4. Hauteur des racines aériennes

La figure n°41 montre que la variabilité des hauteurs des racines aériennes dans les ghouts d'études, on peut présenter les résultats comme suit :

- la hauteur des racines aériennes des palmiers dattiers dans les ghouts inondés est 17,52 cm, une hauteur moyenne par rapport aux autres ghouts.

- la hauteur des racines ariennes des palmiers dattiers dans les ghouts humides est de 29,92 cm, celle-ci hauteur est élevées par rapport aux autres ghouts.

- la hauteur des racines ariennes des palmiers dattiers dans les ghouts secs est de 14,67 c m, hauteur faible par rapport aux autres ghouts.

2. L'enracinement

- Dans les ghouts inondés la profondeur du début des racines est de 47,17 cm et fin en profondeur de 77,92 cm cela peut être expliqué par la présence d'une nappe phréatique proche de la surface du sol.

- Dans les ghout humide, la profondeur du début des racines est 56,17 cm et le profendeur de fin des racines est de 119,3 cm. Mais dans les ghouts secs, les niveaux de débute des racines est 66,58 cm mais la profondeur de fin des racines est supérieure à 120 cm. Cela peut être

expliqué par l'absence de nappe phréatique dans les ghouts secs, ce qui permet un bon développement des racines pour la recherche de l'eau (fig. 42).

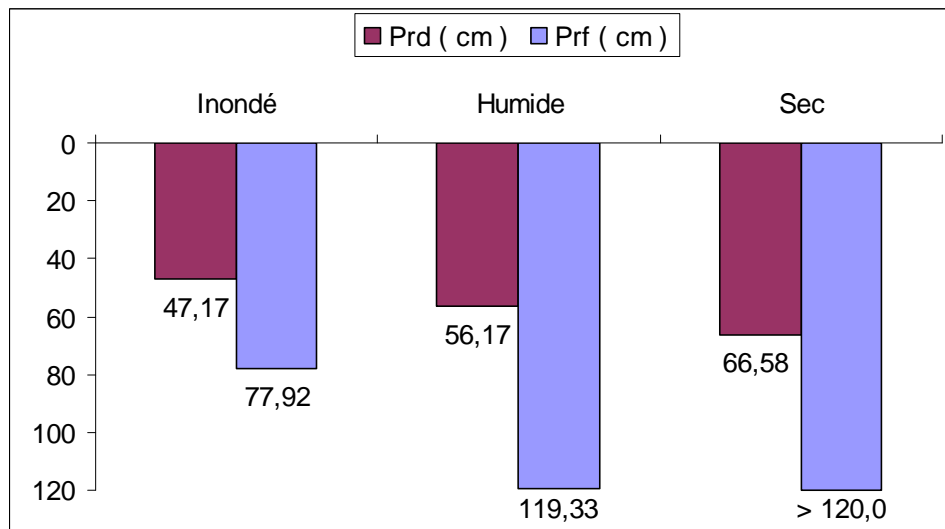


Figure .42 : Profondeurs moyennes d'enracinement dans les stations d'études

3. Les rendements

3.1. Nombre de régimes

- Dans les ghouts inondés, le nombre moyen de régime est nul régime / pieds, cela s'explique par la mort de palmiers par l'effet de la remonté de la nappe phréatique.

- Par contre, dans les ghouts humides, le nombre de régimes sont de 8,83 régimes / pieds, et dans les ghouts secs, il de est 15,67 régimes / pieds (fig. 43).

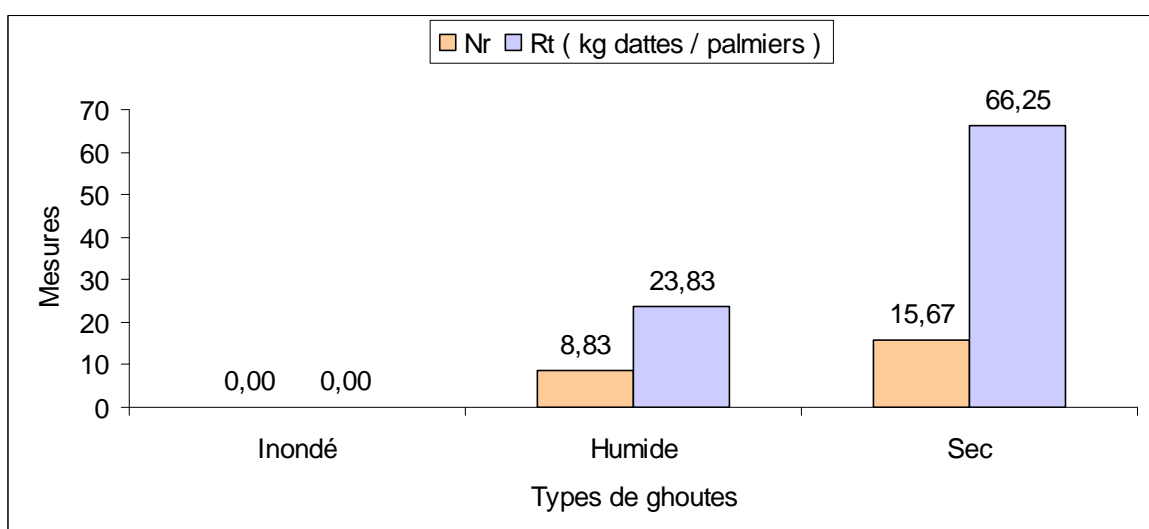


Figure 43 : Rendements moyens des palmiers dattiers dans les stations d'études

3.2. Le rendement

- La fig. 50 montre que le rendement total est nul dans les ghouts inondés et moyen (23,83 kg/pied) dans les ghouts humides, lorsqu'il existe le problème de la remontée de la nappe, avec la salinité du sol et de l'eau.

- Par contre, le rendement est (66,25 kg / Pied) dans les ghouts secs, lorsque les conditions sont favorables, avec une qualité d'eau et de sol est bonne.

Conclusion

L'étude des caractères végétatifs des pieds de palmiers dattiers dans les ghouts d'études montre que :

La longueur maximale du palmier dattier est observée dans les ghouts secs, et moyens dans les ghouts humides et dans les ghouts inondés la longueur est faible, résultat de la dégradation des pieds à cause de la remontée de la nappe phréatique.

Les circonférences maximales du tronc du palmier dattier sont remarquées dans les ghouts secs. Dans les ghouts inondés, la circonférence du tronc est plus réduite, résultant des dégradations des pieds.

Le nombre de palmes est important dans les ghouts secs et humides. Cependant, le nombre de palmes est très faible dans les ghouts inondés à cause de la remontée de la nappe phréatique, causant l'asphyxie des racines.

Les hauteurs des acinaires aériennes enregistrées dans les ghouts humides sont moyennes dans les ghouts inondés, et faible dans les ghouts secs.

Le niveau du début des racines et le niveau de fin des racines est plus proche de la surface dans les ghouts inondés à cause de la présence de la nappe, mais dans les deux autres ghouts, ces niveaux varient, selon le niveau de la nappe phréatique. Le nombre de régimes est élevé dans les ghouts secs, par contre, il est nul dans les ghouts inondés, est moyen dans les ghouts humides.

Le rendement total est nul dans les ghouts inondés, et moyen dans les ghouts humides, et maximal dans les ghouts secs, lorsque les conditions sont très favorables avec une bonne qualité de l'eau et du sol.

Analyse de la corrélation entre les propriétés sol – nappe – palmier dattier. Cette analyse à montre qu'il y a plusieurs corrélations entre les paramètres (Annexe 4).

- l'étude de l'impact de la nappe phréatique sur l'enracinement montre que la nappe agit sur la profondeur de l'enracinement en fonction de son niveau, parce que les eaux phréatiques ont formé un obstacle hydrique contre le développement racinaire en la profondeur (annexe 5).

Une relation négative très hautement significative entre les salinités de la nappe phréatique et les caractères végétatifs des palmiers dattiers. Lorsque l'augmentation de la salinité du sol et de la nappe phréatique provoque la diminution du développement de caractère végétatif du palmier. Ces dégradations causent aussi par l'asphyxie racinaire du palmier.

- une relation négative très hautement significative entre les paramètres (du sol, de la nappe phréatique) et le rendement du palmier, cela montre que l'augmentation de la salinité du sol et de la nappe et le niveau de la nappe phréatique est liée à la diminution du rendement du palmier (annexe 4).

Chapitre XI :

Identification des espèces

1. Identification et classification des espèces

Les espèces végétales qui existent dans nos sites expérimentaux, sont identifiées durant la période d'étude.

Tableau V : les familles et les espèces végétales dans les stations d'étude :

| Familles | Espèces |
|----------------|--|
| Astéraceae. | <i>Atractylis flava</i> , <i>Cotula cinérea</i> , <i>Launea glomérata</i> , <i>Launea résidifolia</i> , <i>Sonchus maritimus</i> . |
| Borraginaceae. | <i>Moltkia ciliata</i> . |
| Amoranthaceae | <i>Suaeda mollis</i> , <i>Traganum nudatum</i> , <i>Cornulaca monacantha</i> , <i>Salsola tetrandra</i> . |
| Cistaceae | <i>Heliathemum kahiricum</i> |
| Convolvulaceae | <i>Convolvulus arvensis</i> |
| Cypéraceae | <i>Cyperus conglomeratus</i> . |
| Ephédraceae | <i>Ephédra alata</i> . |
| Euphorbiaceae | <i>Euphorbia guyoniana</i> . |
| Fabaceae | <i>Retama retam</i> , <i>Genista saharae</i> . |
| Lamiaceae | <i>Marrubium deserti</i> |
| Plantaginaceae | <i>Plantago albicans</i> . |
| Poaceae | <i>Phragmites communis</i> , <i>Stipagrostis pungens</i> |
| Rosaceae | <i>Neurada procumbens</i> . |
| Zygophylleae. | <i>Zygophyllum album</i> . |

Le tableau (V) ci-dessus présente les familles et les espèces végétales qui existent dans les stations d'études. Dans les stations du bas des ghouts ainsi que les ghouts inondés, humides, secs, les familles qui existent sont : Poaceae, Zygophyllaceae, Fabaceae, Astéraceae, Lamiaceae, Cistaceae, Convolvulaceae, Amaranthaceae, Rosaceae, Ephédraceae, Plantaginaceae.

Toutefois dans les stations de haut des ghouts, à savoir les dunes des ghouts inondés, humides et secs, les familles sont : Plantaginaceae, Astéraceae, Cistaceae, Borraginaceae, Cypéraceae, Fabaceae, Euphorbiaceae, Poaceae, Rosaceae, Lamiaceae, Amaranthaceae.

Les groupes écologiques des espèces végétaux qui existent dans nos sites expérimentaux, sont présents dans le tableau suivant :

Tableau VI : les groupes écologiques des espèces végétales dans les station d'étude :

| Groupes | Espèces |
|--------------|---|
| Hydrophiles | <i>Phragmites communis, Sonchus maritimus.</i> |
| Halophiles | <i>Zygophyllum album., Traganum nudatum, Convolvulus arvensis, Suaeda mollis.</i> |
| Psammophiles | <i>Atractylis flava, Cotula cinérea, Launea glomérata, Launea résidifolia, Sonchus maritimus, Moltkia ciliata, Cornulaca monacantha, Heliathemum kahiricum, Cyperus conglomeratus, Ephédra alata, Euphorbia guyoniana, Retama retam, Genista saharae, Marrubium desrti, Plantago albicans, Stipagrostis pungens, Neurada procumbens, Salsola tetrandra.</i> |

Le tableau (VI) ci-dessus présente les trois groupes des espèces végétales qui trouvent dans les stations d'études qui sont : Hydrophiles, Halophiles et Psammophiles .Dont le groupes des espèces hydrophiles se trouve dans les ghouts inondés, les espèces halophiles trouve dans les ghouts humides et secs.

Par contre le groupe des psammophiles se localise dans les dunes.

2. Répartition des espèces végétales dans les stations d'études

Tableau VII : Tableau de présence des espèces végétales dans les stations d'études

| Espèces | inondés | | humides | | secs | |
|------------------------------------|---------|------|---------|------|------|------|
| | bas | haut | bas | haut | bas | haut |
| <i>Phragmites communis</i> (Pc) | + | - | + | - | - | - |
| <i>Sonchus maritimus</i> (Sma) | + | - | - | - | - | - |
| <i>Convolvulus arvensis</i> (Ca) | + | - | - | - | - | - |
| <i>Zygophyllum album</i> (ZA) | - | - | + | - | + | - |
| <i>Gensita Saharae</i> (Gs) | - | - | + | - | - | - |
| <i>Marrubium deserti</i> (Md) | - | + | + | + | + | + |
| <i>Heliathemum kahiricum</i> (Hk) | - | + | + | + | + | + |
| <i>Suaeda mollis</i> (Sm) | - | - | + | - | - | - |
| <i>Traganum nudatum</i> (Tn) | - | - | - | - | + | - |
| <i>Cornulaca monacantha</i> (cm) | - | + | - | + | + | + |
| <i>Ephédre alata</i> (Ea) | - | - | - | - | + | - |
| <i>Anonyme</i> (A.n) | - | + | - | + | - | + |
| <i>Moltkia ciliata</i> (Mc) | - | + | - | + | - | + |
| <i>Salsola tetrandra</i> (St) | - | + | - | + | - | + |
| <i>Launea résidifolia</i> (Lr) | - | + | - | + | - | + |
| <i>Retama Retam</i> (Rr) | - | + | - | + | - | + |
| <i>Stipagrostis pugens</i> (s p) | - | + | - | + | - | + |
| <i>Launes glomerata</i> (Lg) | - | + | - | + | - | + |
| <i>Atratyliis flava</i> (Af) | - | + | - | + | - | + |
| <i>Plantago albicans</i> (Pa) | - | + | - | + | + | + |
| <i>Cotula cinérea</i> (CCi) | - | + | - | + | - | + |
| <i>Neurade procumbens</i> (Np) | - | + | - | + | - | + |
| <i>Cyperus conglomerates</i> (CCo) | - | + | - | + | - | + |
| <i>Euphorbia gujoniane</i> (Eg) | - | + | - | + | - | + |

3. Caractérisation des espèces

La caractérisation des espèces a été réalisée dans des fiches, sur la base des références bibliographiques, des observations de terrain et des connaissances des agriculteurs. Chaque fiche contient une photo de l'espèce, prise dans le stade de la floraison, la classification et les informations sur le lieu d'observation, le biotope, l'aire géographique et la description.

Fiche 1. Traganum nudatum

Nom scientifique : *Traganum nudatum*.

Nom Vulgaire : Damrane

Classification :

F : Amaranthaceae.

G : Traganum

Habitat elle est rencontrée en pieds isolés,

Dans les regs et en colonies dans les endroits,

à fond caillouteux qui sont des zones de transition, entre les regs et les hamadas.

Répartition ; très commune dans le Sahara septentrional et central.

Description ; plante vivace, en forme d'arbrisseau, de 15 à 40 cm de haut, tiges rameuses , feuilles petites et charnues, sans pointes aiguës, fleurs en glomérules, laineux en périodes de sécheresse prolongée, la plante persiste sèche, tout en gardant sa forme générale.

Source : OZENDA 1958 - CHEHMA 2006.



Fiche 2. Molkiopsis ciliata (Moltkia ciliata)

Nom scientifique : *Molkiopsis ciliata (Moltkia ciliata)*.

Nom Vulgaire : Halma.

F : Boraginaceae

G : Moltkia.

Habitat : très résistante à la sécheresse,

elle est rencontrée en pieds isolés sur les terrains

ensablés (dunes, dépressions, lits d'Oueds),

Description ; petits arbrisseaux vivaces, très ramifiés dès la base, de couleur vert argentée, de 5 à 20cm de haut, ligneux à la base, il étale sur le sol de nombreux rameaux blanchâtres, il est tout entier, hérissé de poils durs et piquants, feuilles coriaces, raides, élargies à leur base, fleurs en cimes courtes et denses, sont de couleur rosé a grenat.

Source : OZENDA 1958 - CHEHMA 2006.



Fiche 3. *Cotula cinerae*

Nom scientifique . *Cotula cinerae*.

Nom Vulgaire : quartoufa.

Classification :

F : Astéraceae

G : *Cotula*

Habitat : dépressions argilo sableuses et lits d'oueds sablonneux.

Répartition : plante Sahara arabique, poussant en grandes colonies après les pluies.

Description : herbacée, annuelle, très aromatique, de 10 à 20cm de haut, tiges couchées, ne se redressant qu'aux extrémités, feuilles laineuses, verts blanchâtres, épaisses et très découpées, fleurs tubuleuses, brunes en bouton, devenant jaune souvent.

Source : OZENDA 1958 - CHEHMA 2006



CHEDALA, S et MOULATI, H

Fiche 4. *Cyperus conglomeratus*.

Nom scientifique ; *Cyperus conglomeratus*.

Nom Vulgaire ; Saed

Classification ;

F : Cyperaceae.

G : *Cyperus*.

Habitat: Saed, habitant dans les sols sableux.

Répartition : commun dans tout le Sahara arabique.

Description : plante annuelle, de 50cm, la forme générale comme la plante *aristida pungens*, les feuilles fines, la couleur vert jaune est terminée par épines au sommet, la tige est fine.

Source : HLISE Y, 2007



CHEDALA, S et MOULATI, H

Fiche 5. *Ephédra alata*

Nom scientifique : *Ephédra alata*.

Nom Vulgaire : Alenda.

Classification :

F : Ephédraceae.

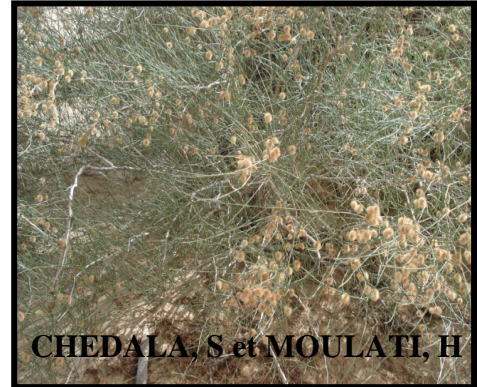
G : Ephédra.

Habitat: plante des sols sableux.

Répartition : commune dans tout le Sahara occidental et septentrional.

Description : arbuste à rameaux articulés, portant au niveau des nœuds de petites feuilles opposées, alternant d'un nœud à l'autre, fleurs en petits cônes, les mâles et les femelles généralement sur pieds différents, les cônes femelles à bractées, s'accroissant pendant la maturation, .

Source : OZENDA 1958 - CHEHMA 2006.



CHEDALA, S et MOULATI, H

Fiche 6. *Atractylis flave.*

Nom scientifique : *Atractylis flave.*

Nom Vulgaire : Lebane azaize

Classification :

F : Astéraceae.

G: *Atractylis*.

Habitat: plante des sols sableux

Répartition : Nord du Sahara septentrional.

Description : plante vivace, à tiges épaisses dressées, à rameaux très feuillés, capitule, ne dépassant pas 2cm de diamètre, feuilles involucales, deux fois plus longue, que celle du milieu de la tige, et dépassant longuement la capitule unique qui termine la tige, fleurs jaunes

Source : HLISE Y, 2007.



CHEDALA, S et MOULATI, H

Fiche 7. *Phragmites communis*

Nom scientifique : *Phragmites communis*.

Nom Vulgaire : Guesab

Classification :

F : Poaceae

G : Phragmites

Habitat : dans les ghouts inondés et humides.

Répartition : un peu partout dans le Sahara septentrional.

Description : plante pérenne, à rhizomes rampant et portant de nombreuses tiges, élevées, pouvant atteindre 4 mètres de haut, tiges droites et dures, feuilles glauques à ligules courtes et cillées, elles sont alternées et longuement inflorescences bruns jaunâtres, se composant de très nombreux épillets. .

Source : OZENDA 1958 - CHEHMA 2006.



CHEDALA, S et MOULATI, H

Fiche 8. *Heliathemum kahiricum*

Nom scientifique : *Heliathemum kahiricum*

Nom vulgaire :

Classification :

F : Cistaceae

G : Helianthemum

Habita : en pieds isolés, dans les terrains sableux caillouteux des lits d'oueds et les dépressions

Répartition : commun dans tout le Sahara septentrional

Description : plante à poils très courts, blanchâtres, à feuilles petites, sans pétioles, lancéolées, outrés très enroulées en dessous par leurs bords de 8x2mm en moyenne, pédoncules des fruits plus courts que les sépales, feuilles pétiolées. .

Source : OZENDA 1958.



CHEDALA, S et MOULATI, H

Fiche 9. *Launea glomérata*

Nom scientifique : *Launea glomérata*.

Nom Vulgaire : Alharchaia.

Classification :

F : Astéraceae

G : launea

Habitat : après les pluies, sur les terrains caillouteux, dans les dépressions et les lits d'oueds.

Répartition : commune dans le Sahara septentrional.

Description ; plante annuelle, présentant à la base une, à feuilles lobées ou profondément divisées, mais sans lobe terminal obtus et plus grand que les autres tiges, feuilles, capitule nettement pédoncule,

Source ; OZENDA 1958 - CHEHMA 2006.



CHEDALA, S et MOULATI, H

Fiche 10 *Zygophyllum album*

Nom scientifique ; *Zygophyllum album*.

Nom Vulgaire ; Agga.

Classification :

F : Zygophyllaceae.

G : Zygophyllum

Habitat : se rencontre en pieds isolés, dans les zones sableuses un peu salées et en colonies, sur grandes surfaces, sur sols salés et sebkhas. ,

Répartition : commune dans tout le Sahara septentrional.

Description ; plante vivace, en petit buisson, très dense, pouvant dépasser les 50 cm de haut et 1 cm de large, de couleur vert blanchâtre, tiges ramifiées, feuilles opposées, charnues, composés à deux filiales, fleurs blanchâtres, fruits dilatés, en lobes au sommet.

Source : OZENDA 1958 - CHEHMA 2006.



CHEDALA, S et MOULATI, H

Fiche 11. *Launea résedifolia*

Nom scientifique : *Launea résedifolia*.

Nom Vulgaire : Adide.

Classification :

F : Astéraceae.

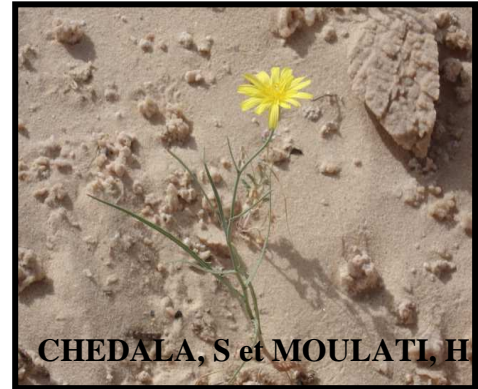
G : *Launea*

Habitat : en pieds isolés sur les terrains argilo sableux et rocaillieux des dépressions et des lits d'oueds.

Répartition : Commun au Sahara septentrional et central.

Description : plante annuelle, élancée, pouvant atteindre 50cm de haut, tiges très rameuses, à feuilles glabres, incisées en lobes qui sont eux. Mêmes bordées de dents blanchâtres, fleurs de couleur jaune vif, bractées externes de l'involucre appliqué.

Source : OZENDA 1958 - CHEHMA 2006



CHEDALA, S et MOULATI, H

Fiche 12. *Coranulaca monacantha*

Nom scientifique : *Coranulaca monacantha*.

Nom Vulgaire : Hadd.

Classification :

F : Amaranthaceae.

G : *Coranulaca*

Habitat : elle est rencontrée dans les zones sableuses, les dunes et les regs, en pieds isolés et en colonies.

Répartition : assez commun dans le Sahara septentrional et le Sahara central.

Description : Arbrisseaux très persistants, très ramifiés, de 10 à 60 cm de haut, feuilles alternes, vert claires, coriaces et courbées vers l'extérieur en une pointe piquante des fleurs laineuses blanchâtres qui naissent à l'aisselle des feuilles, plantes très résistantes à la sécheresse et les rameaux secs produisent des nouvelles tiges bien vertes après les pluies.

Source : OZENDA 1958 - CHEHMA 2006.



CHEDALA, S et MOULATI, H

Fiche 13. *Marrubium deserti*

Nom scientifique ; *Marrubium deserti*.

Nom Vulgaire : Kayatet el sahra.

Classification :

F : Lamiaceae.

G : *Marrubium*

Habitat : rencontrée en sol sableux.

Répartition : Commun au Sahara septentrional et central.

Description : plante annuelle, élancée, pouvant atteindre 50cm de haut, tiges très rameuses, a couleur vert blanche, les fleur apposé le feuille, le couleur de fleur est rose ou voilier.

Source : HLISE Y, 2007.

**Fiche 14. *Suaeda mollis***

Nom scientifique ; *Suaeda mollis*.

Nom Vulgaire : Souide

Classification :

F : Chénopodiaceae.

G : *Suaeda*

Habitat : zone naturelle et dons les ghouts.

Répartition : commune dans les hauts plateaux, plus rare dans le Sahara septentrional.

Description : plantes très rameux, dépasser un mètre de haut, très polymorphe, changeant d'aspect suivant l'âge et la position, de couleur verte noircissant en séchant, feuilles sessiles, étroites et un peu charnues portant à leur aisselle de petites fleurs vertes.

Source : OZENDA 1983 - CHEHMA 2006.



Fiche 15. *Sonchus maritimus*

Nom scientifique : *Sonchus maritimus*.

Nom Vulgaire : Rghime

Classification :

F : Astéraceae.

G : *Sonchus*

Habitat : ghouts inondés.

Répartition :

Description : plante vivace à haute 30 à 60cm, feuilles alternes, glauques et étroitement lancéolées. Tige dressée simple ou peu rameuse. Fleure à capitules peu nombreuse, toutes ligulées et jaunes.

Source : HLISE Y, 2007.

**Fiche 16. *Stipagrostis pugens***

Nom scientifique : *Stipagrostis pugens*.

Nom Vulgaire : Drinn

Classification :

F : Poaceae

G : *Stipagrostis*

Habitat : trouvé dans les zones naturel.

Répartition : très commun dans tout le Sahara, dans les dunes et les lieux ensablés.

Description : plante vivace, robuste à rhizome long ; tiges atteignant 1m. Feuille très rigides raides, fines et piquantes à l'extrémité.

Source : HLISE Y, 2007 - CHEHMA 2006.



Fiche 17. *Retama retam*

Nom scientifique : *Retama retam*.

Nom Vulgaire : Rtem

Classification :

F : Fabaceae.

G : *Retama*

Habitat : zone naturelle.

Répartition : commun dans tout le Sahara septentrionale et central.

Description : espèce annuelle de petite taille, peu rameuse avec des tiges couchées sur le sol. Feuilles, laineuses, ovales, dentées, sinuées et faiblement pétiolées. Fleur, solitaires.

Source : HLISE Y, 2007.



CHEDALA, S et MOULATI, H

Fiche 18. *Neurada procumbens*

Nom scientifique ; *Neurada procumbens*.

Nom Vulgaire : Saadane.

Classification :

F : Rosaceae.

G : *Neurada*.

Habitat : ghouts et zones naturel.

Répartition : assez commun dans tout le Sahara.

Description : espèce annuelle de petit taille, peu rameuse avec des tiges couchées sur le sol. Feuilles, laineuses, ovales, dentées, sinuées et faiblement pétiolées. Fleurs, solitaires.

Source : HLISE Y, 2007 - CHEHMA 2006.



CHEDALA, S et MOULATI, H

Fiche 19. *Plantago albicans*

Nom scientifique : *Plantago albicans*.

Nom Vulgaire : Inem

Classification :

F : Plantaginaceae.

G : *Plantago*

Habitat : zones naturel.

Répartition : assez commun dans tout le Sahara.

Description : feuilles embrassées la tige. Fleurs, de forme cylindrique.

Source : HLISE Y, 2007.



CHEDALA, S et MOULATI, H

Fiche 20. *Convolvulus arvensis*

Nom scientifique : *Convolvulus arvensis*.

Nom Vulgaire : Louaia.

Classification :

F: Convolvulaceae.

G: *Convolvulus*.

Habitat : Ghouts inondés.

Répartition :

Description : plante vivace, glabre à tige couchées sur le sol, minces et volubiles. La flore généralement solitaire, à l'aisselle des feuilles, sur un long pédoncule de couleur ros ou blanchâtre.

Source : GUEDIR ,2006.



CHEDALA, S et MOULATI, H

Fiche 21. *Genista sahara*

Nom scientifique : *Genista sahara*.

Nom Vulgaire : Merkh

Classification :

F : Fabaceae.

G : *Genista*

Habitat : zones naturel.

Répartition : assez commun au Sahara septentrional.

Description : arbuste du 1à2 mètre de haut, à long rameau. Feuilles unifoliées, étroites, très caduque fleur jaunes espacées le long des rameaux.

Source : HLISE Y, 2007 - CHEHMA 2006.

**Fiche 22. *Euphorbia guyoniana***

Nom scientifique ; *Euphorbia guyoniana*.

Nom Vulgaire : Lebina.

Classification :

F : Euphorbiaceae.

G : *Euphorbia*.

Habitat : zones naturel.

Répartition : assez commun au Sahara septentrional.

Description : plante vivace, peuvent atteindre un 2m de haut. Tiges dressées très ramifiées ; feuilles étroites, souvent absentes sur les rameaux fleuris- dunes. Fleure jaunâtre.

Source : OZENDA 1983.



Fiche 23. *Salsola tetrandra*

Nom scientifique : *Salsola tetrandra*.

Nom Vulgaire : Rasale.

Classification :

F : Amaranthaceae.

G : *Salsola*.

Habitat : zones naturel.

Répartition : assez commun au Sahara septentrional.

Description : plante vivace. Feuilles molles, courtes écailleuses, membraneuses au bord, très serrées le long du rameau. Rameaux presque cylindriques.

Source : OZENDA 1983.



CHEDALA, S et MOULATI, H

Fiche 24. Espèce non identification

CHEDALA, S et MOULATI, H

Chapitre X :

Etude du peuplement végétal

1. Densité des espèces

1.1. Densité des espèces des dunes

* Dunes des ghouts inondés

D'après la (fig. 44) nous avons remarqué que le *Marrubim déserti* est l'espèce qui la densité la plus élevée avec 42,33 individus/100m². Les espèces à faible densité sont : *Stipagrostis pugens*, *Cyperus conglomerates*, *Launes glomerata*, avec 1.33 individus/100m².

* Dunes des ghouts humides

Dans ces ghouts, nous avons remarqué 16 espèces, à la lumière des résultat obtenus (fig. 44) nous avons remarque que les *Marrubim deserti* est l'espèce qui montre densité la plus élevée avec 44 individus et *Heliathemum kahiricum* avec un 25 espèces, mais l'espèce le plus faible densité est anonyme avec 2 individus.

* Dunes des ghouts secs

Au niveau des ces dunes, nous remarquons que de la d densité varie entre 21,33 et 2,33 individus, dont le maximum est obtenu par *Heliathemum kahiricum* (21.33), et le minimum par *Launea glomerata*(2.33) (fig. 44).

1.2. Densités des espèces végétales dans les ghouts

Les résultats obtenus, d'après la (fige 45), concernant l'évaluation du degré de densité des espèces des trois ghouts :

* Dans les ghout inondés

La densité varie entre 1733.33 et 9900 individus/100m², dont le maximum est obtenu par les *Phragmites communis* (9900individus), suivi par *Sonchus maritimus* (2266,67 individus/100m²), et le minimum par *Convolvulus arvensis* (1733,33 individus/100m²) (fig. 45).

* Au niveau des ghouts humides

Le *Phragmites communis* est l'espèce qui présente la densité la plus élevée, avec 264,00 individus/100m² suivie de *Zygophyllum album* (83,67 individus/100m²), et le minimum par *Gensita Saharae* (2,00 individus/100m²) (fig.45).

* Au niveau des ghouts secs

Le *Traganum nudatum* est l'espèce la plus abondante (66,33 individus/100m²), suivi de *Zygophyllum album* (38 individus/100m²), et *Cormulaca monacantha* (37,33 individus/100m²). L'espèce faible densité est *Ephédra alata* (fig. 45).

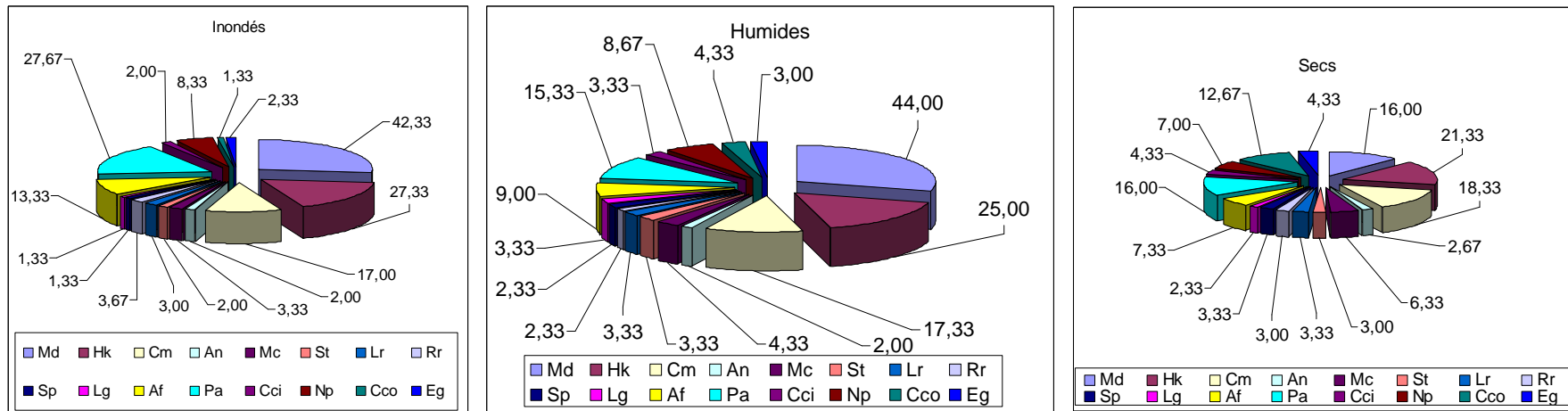


Figure 44 : Densités moyenne des espèces dans les dunes des stations d'études

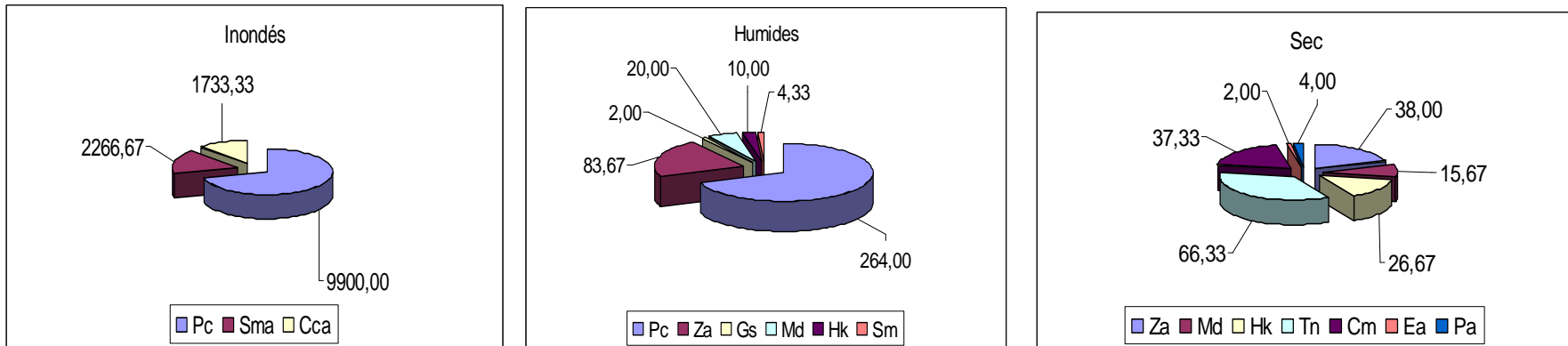


Figure 45 : Densités moyenne des espèces dans les ghouts des stations d'études

2. Taux de Recouvrement des espèces

2.1. Taux de Recouvrement des espèces végétales dans les dunes

***Dans les dunes des ghouts inondés**

D'après la (fig. 46), nous avons remarqué que le taux de recouvrement maximum est celui de *Retama retam* (26,07%), et *Stipagrostis pugens* (20.36%), suivi de *Heliathemum kahiricum* (14,99%), *Cyperus conglomerates* (10.17%), et le taux de recouvrement minimum est de celui de *Launes glomerata* (0.22%) (Fig 46).

***Dans les dunes des ghouts humides**

D'après la (fig. 53) nous avons constaté que :

Stipagrostis pugens est l'espèce à taux de recouvrement (27,97) et suivi de *Heliathemum kahiricum* (19,91%), et l'espèce à taux de recouvrement faible est *Launes glomerata* (0,36%).

***Dans les dunes ghouts secs**

D'après la (fig. 46), nous avons constaté que :

L'espèce à haut taux de recouvrement est *Retame retam* (22,59%), suivi, *Stipagrostis pungens* (20.36%), et l'espèce à plus faible taux de recouvrement est *Launes glomerata* (0,36%).

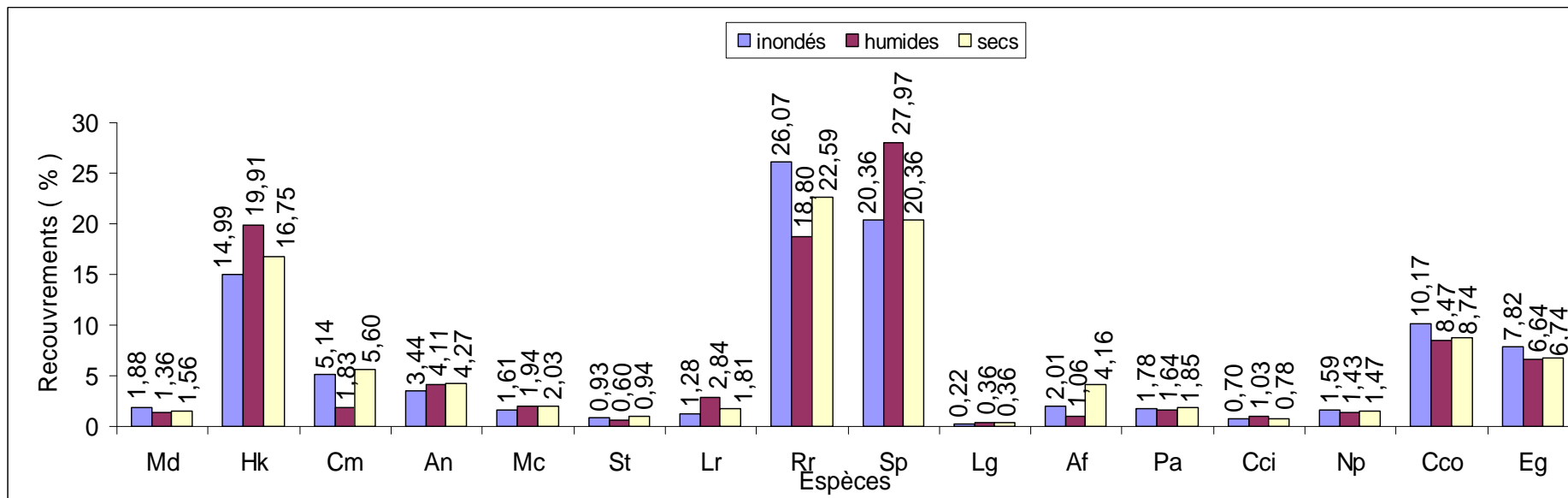


Figure 46 : Taux de recouvrement moyen des espèces dans les dunes des stations d'études

2.2. Taux de recouvrement des espèces végétales dans les ghouts

D'après la fig. 54 nous avons constaté que :

* Dans les ghouts inondés

L'espèce qui présente le fort taux de recouvrement est le *Phragmites communis* (76,42%), suivi de *Sonchus maritimus* (12,56%), et de *Convolvulus arvensis* (11,02%) (Fig. 47).

* Dans les ghouts humides

Les espèces à haut taux de recouvrement sont : *Genista sahara* (29,54%) et *Zygophyllum album* (28,45%), et l'espèce à faible taux de recouvrement sont : *Marrubium deserti* (1,22%) (Fig. 47).

* Dans les ghouts secs

Le *tragamum nudatum* est l'espèce à haut taux de recouvrement (35,60%), et *Ephédra alata* (29,79%), suivie *Zygophyllum album* (19,70%) ; et *Heliathemum kahiricum* (8,54%), et les espèces à faibles taux de recouvrement sont : *Marrubium deserti* (1,42%) *Plantago albicans* (1,15%) (Fig. 47).

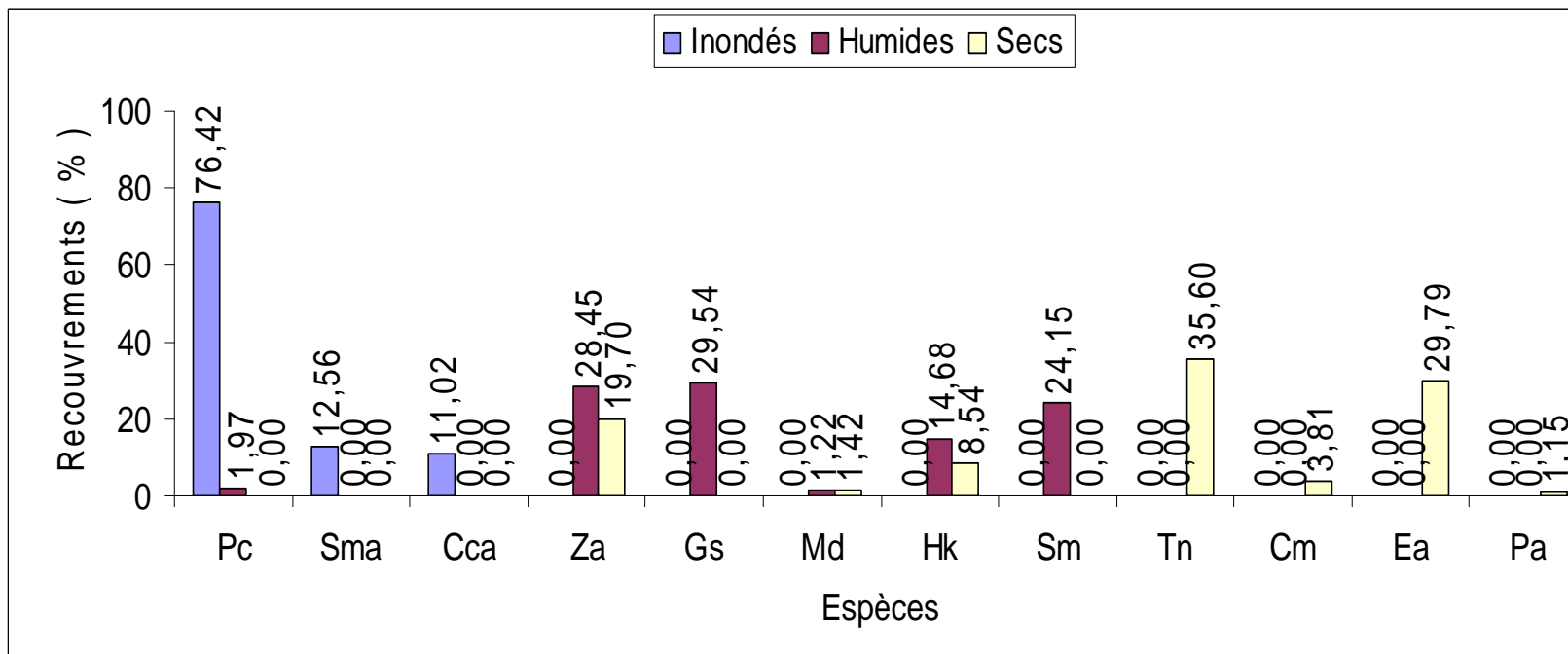


Figure 47 : Taux de recouvrement moyen des espèces dans les ghouts des stations d'études

3. Dominance des espèces

3.1. Dominance des espèces végétales dans les dunes

Les résultats de la dominance de fig 55, montrent que :

* Dans les dunes des ghouts inondés

Les dominances varie entre 47,72% et 0,06%, l'espèce la plus dominante est *Heliathemum kahiricum*, et la faible est obtenu par *Launea glomérata* (fig. 48).

* Dans les dunes des ghouts humides

D'après les (fig.48), nous avons constaté la dominance de l'espèce *Heliathemum kahiricum* (59,47 %), et la plus faible est 0,16% de *Launea glomerata*.

* Dans les dunes des ghouts secs

D'après les résultats de la (fig. 48) la dominance des espèces varie entre 41,07% et 0,34%. L'espèce la plus dominante est *Heliathemum kahiricum* (41,07%), mais le espèce le plus faible et *Launea glomerata* (0.09%).

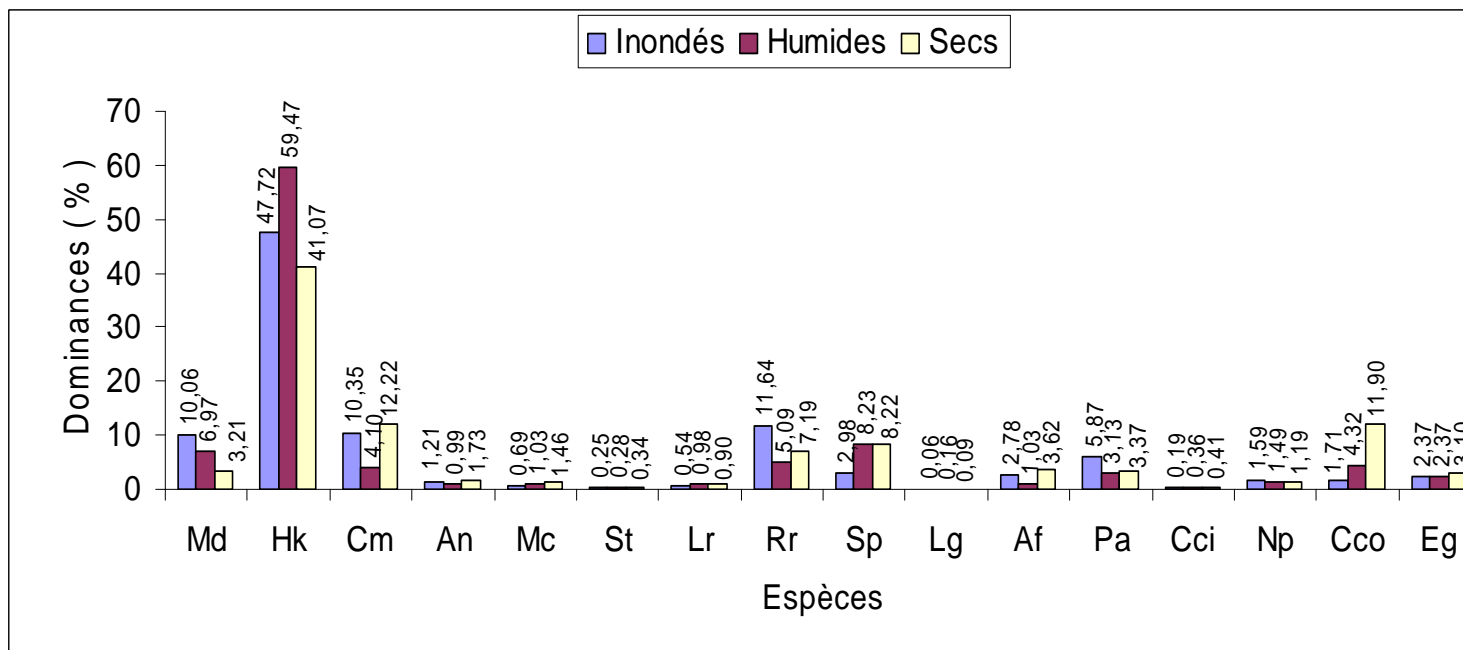


Figure 48 : Dominance moyen des espèces dans les dunes des stations d'études

3.2. Dominance des espèces végétales dans les ghouts

A la lumière des résultats la fige. 56, nous avons remarqué.

* Dans les ghouts inondés

L'espèce qui présente le fort degré de dominance est le *Phragmites communis*, avec 94,05% ; mais l'espèce avec la plus faible dominance dans ces ghouts est *Convolvulus arvensis*, avec de 2,51% (fig. 49).

* Dans les ghouts humides

Dans le cas des ghouts, nous avons enregistré que l'espèce le plus dominané est *Zygophyllum album* avec un 71,53%, et le plus faible taux de dominance est *Marrubium deserti* 0,76% (fig. 49).

* Dans les ghouts secs

Au niveau des ghouts secs nous avons remarqué que les taux de dominance varient entre (67,92% ; et 0,09%) et l'espèce, avec le plus de dominance dans ces types de ghout est le *Traganum nudatum*, avec 67,92 %, mais la plus faible dominance est le *Plantago albicans* (0,09 %) (fig. 49).

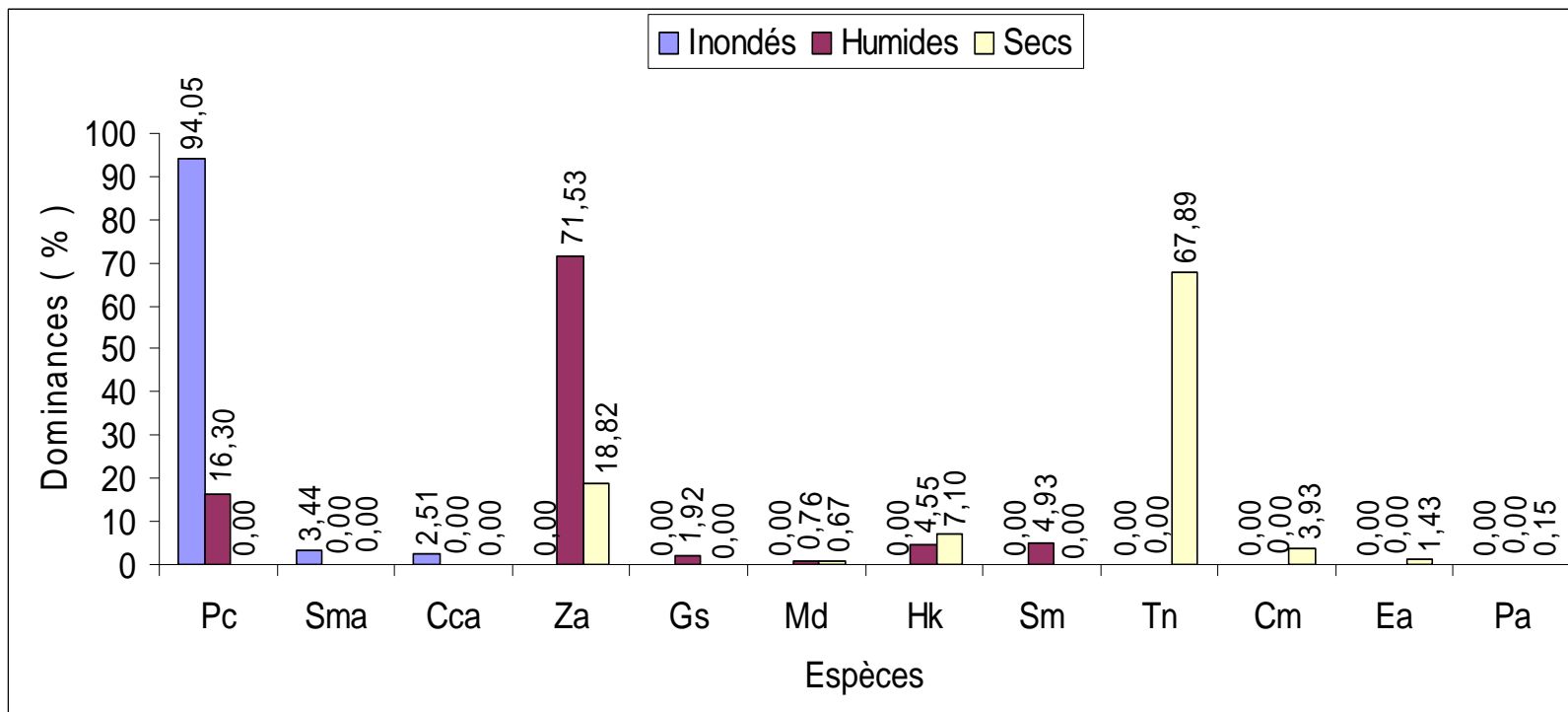


Figure 49 : Dominances moyennes des espèces dans les ghouts des d'études

Conclusion

L'étude du peuplement végétale montre que le nombre totale des espèces dans l'ensemble des zones d'étude est 24 espèces répartie sur (14) familles dont les plus importantes sont : les Astéracées (5 espèce).

Dans les hauts des ghouts (dunes d'études) nous avons obtenus 16 espèces (dans tous les dunes). Mais dans les ghouts nous avons recensé 3 espèces dans les ghouts inondé, 6 espèces dans les ghouts humides et 7 espèces dans le ghouts secs.

Dans les dunes les ghouts inondé et humide, nous avons remarque que les *Marrubium deserti* est l'espèce qui montre la densité le plus élevée mais dans les dunes des ghouts sec l'espèce que montre la densité maximale est *Heliathemum kahiricum*.

Mais dans bas ghouts inondés et humides nous avons enregistres que les espèces à haut densité est *Phragmites communis*, et dans les ghouts secs l'espèce que représente la densité le plus élevé que *Tragamum nudatum*.

Les degrés de recouvrement des espèces dans les dunes indiquent l'espèce de *Retama retam* dans les dunes des ghouts inondés et secs et *Stipagrostis pugens* dans les dunes des ghouts humides. Mais dans les ghouts inondés le *Phragmites communis*, et l'espèce *Gernista saharae* dans les ghouts humides et *Tragamum nudatum* dans les ghouts secs.

Dans les dunes des ghouts l'espèce que le plus dominance est *Heliathemum kahiricum*. Mais dans les bas des ghouts nous avons remarque le *Phragmites communis*, dans les ghouts inondés, l'espèce de *Zygophyllum album* dans les ghouts humides et dans le ghouts secs *Traganum nudatum*.

A la lumière des résultats obtenus par l'étude des relations entre le nappe phréatique – sol végétal (annexe 6.7.8), nous avons remarque que dans les ghouts inondés, sont caractérisé par les nappe phréatique superficielle, salée et sol très humide, très salée, légèrement gypses, modérément calcaire et prédomine de l'espèce- *Phragmites connunice*. Donc ce milieu est préféré l'espèce hydro halophile.

- On remarqué aussi, qu'il y a une étroite relation positive entre les *Phragmites communis* et *Sonchus moritimus*, *Convolvulus arrensis*.

Mais dans les ghouts humides, nous avons remarque une prédominance des espèces *Phragmites communice* et *Zygophyllum album*. L'étude de relation montre que ces espèces préférés les zones de nappe phréatique moyennement profonde et salée et sol moyennement

humide, salée, alcalin. Donc nous avons remarqué que dans les ghouts humides prédominance des espèces hydro- halophiles.

Donc les ghouts secs, nous avons remarqué que l'installations des espèces halophiles et quelque espèces psammophile, et on remarqué aussi qui l'espèces de *Tragunum nudatum* il est le plus prédominance dans ces ghouts qui favorisé le nappe phréatique profond, salée avec un sol peu humide.

D'après les résultats d'étude de peuplement végétal au niveau des dunes (9.10.11) nous avons remarqué la prédominance *Stipagrostis pugens*, *Retam rtame*, *Heliathemum kahiricum*. Ces espèces préféré les zone du sol non humide, non salé alcalin. Donc ces milieux sont caractérisés par installation des espèces psammophile.

Conclusion générale

Conclusion générale

La présente étude relative à la contribution l'étude de l'impact de la remontée de la nappe phréatique sur le changement floristique dans la région de Souf. Ces études de relations nappe phréatique -sol- changement floristique (palmier dattier et plantes spontanées), a pour but de mettre en évidence les effets, de la remontée de la nappe phréatique sur la qualité du sol et le développement du palmier dattier et la répartition des ensembles des espèce spontanées dans la région.

Au terme de ce travail, il ressort que :

Dans les ghouts inondés, présentent une nappe superficielle, très salée, alcaline, avec un sol très humide et très salé, légèrement gypseuse, modérément calcaire.

Les ghouts humides se caractérisent par une nappe phréatique moyennement profonde et salée, et sol moyennement humide, salée, alcalin et aussi légèrement gypseuse et modérément calcaire.

Dans les ghouts secs, nous avons enregistré, que le niveau de la nappe phréatique est profonde, salée, avec un sol peu humide, peu salé, alcalin, légèrement gypseux et modérément calcaire.

La nappe phréatique a subi le un rabattement important du printemps par rapport à l'hiver, avec une augmentation de la salinité de l'eau dans tous les ghouts.

L'étude du sol au printemps montre que la diminution du taux d'humidité a causé le rabattement du niveau de la nappe, et l'augmentation de la salinité, causée par l'augmentation de la salinité de la nappe phréatique.

Les résultats de l'étude des dunes des ghouts montrent que le sol de toutes les dunes et non salé à peu salé, alcalin, légèrement gypseux, et modérément calcaire.

Les analyses granulométriques du sol montrent que les sols des dunes et des ghouts sont formés principalement par les fractions de sable fin. Ces teneurs élevées de sable fin peuvent être expliquées en grand partie par le fait que les sols des ghouts sont formés essentiellement par de sable les dunes environnantes.

En manière générale, les sols du Souf (ghouts et dunes) présentent une teneur de matière organique faible.

L'étude des pieds des palmiers dattiers dans les ghouts montre que :

- dans les ghouts inondés, les pieds de palmiers dattiers se caractérisent par tronc plus réduit, un nombre de palmes très faible, une hauteur des racines aériennes moyenne, le niveau du début des racines et le niveau de fin des racines est plus proche de la surface du sol. Le nombre de régimes et le rendement est nul. La dégradation des pieds est causée par l'asphyxie des racines, enregistrées par la remontée de la nappe phréatique.
- Dans les ghouts humides, les caractères végétatifs des pieds sont moyennement par développés, nombre de régimes et rendement moyens dans les ghouts secs, les caractères végétatifs et les rendements des pieds, en est très bon, lorsque les conditions sont très favorables (qualité des eaux et des sols).

L'étude du peuplement végétal montre que dans le haut des ghouts (les dunes), l'espèce qui montre la densité maximale dans les dunes des ghouts inondés et humides, c'est l'espèce *Marrubim deserti* et *Heliathemum kahiricum* dans les dunes des ghouts secs.

Le degré de recouvrement des espèces indique que l'espèce *Retama retam* dans les dunes des ghouts inondés et secs est *Stipagrostis pugens* dans les dunes des ghouts humides.

Mais l'espèce la plus dominante dans les toutes les dunes est *Heliathemum kahiricum*. L'étude du peuplement végétal dans les dunes montre que l'espèce qui présente préférence des zones de nappes plus profondes, peu salée, peu humide, donc c'est une plante hydrofuge.

L'étude montre aussi que dans les ghouts inondés, une dominance des espèces *Phragmites communis* (densité, recouvrement, dominance). Cette espèce préférant les zones saturées des eaux phréatiques, très salées, donc c'est une plante halophile et hydrophile dans les ghouts humides nous avons remarqué les espèces à haute densité est les *Phragmites communis* et l'espèce avec le plus fort taux de recouvrement est les *Zygophyllum album*.

Dans les ghouts secs, nous avons remarqué que l'espèce, ayant fort plus (densité, recouvrement, dominance) est *Tragamum nudatum* cette espèce préfère les sol salés, une humidité faible, donc c'est une plante halophile.

La présente étude montre également qu'il y a une variation spatiale floristique qui reste liée au phénomène de la remontée des eaux, au niveau de la nappe phréatique, le niveau de salinité de la nappe phréatique, l'humidité et la salinité du sol.

La dégradation des pieds de palmiers dattiers et la répartition de certaines espèces peuvent être considérés comme espèce indicatrice du phénomène de la remontée et de la

dégradation des sols et des eaux phréatiques dans la région du Souf par l'hydromorphie, les accumulations sableuses et la salinisation des sols.

Les résultats de l'enquête et les ceux de la partie expérimentale montrent que les stations situées proches des habitats dans la région présente des problèmes de remontée de la nappe phréatique, de salinité du sol et des eaux. Cependant, dans les stations qui se trouvent loin des habitats, elles présentent une nappe phréatique profonde qui favorise, un bon état des ghouts et une favorable croissance de palmiers dattiers, rendements élevés, traduisant une meilleure quantité.

Enfin, ce travail reste préliminaire, devant nécessitant d'autres études complémentaires au niveau de la région de Souf. Ces études vont nous permettre à la d'étudier l'impact des propriétés édaphiques non encore étudiée et leurs influences sur le dégradation du système des ghouts et les sols de la région du Souf.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

ACHCHIA et KERMADI. B, (2006) : Qualité des eaux souterraines du Sahara septentrionale et impact sur l'homme et l'environnement, cas de la nappe du Pontien du Souf (Sud-est Algérien). Mémoire ing. Univ d'Ouargla. 60p.

ACHOR. A (1995) : Diagnostic de l'état du patrimoine phoénicien Algérien et essai d'Analyse du coût de production dattiers. Cas de la palmeraie du Souf. Mémoire Ing. Univ de Ouargla 1999. 65p.

ANRAH, Mars 2000 : Note relative à la remontée des eaux dans la vallée du Souf.

ANRH, Janvier 2005. Inventaire des forages d'eau de la wilaya d'El-oued.

ATALLAh. M. R. Bougoffe. R (2007) : Impacts des principales pollutions sur le situation environnementale de le région du Souf (Sud-est Algérien). Mémoire ing. Univ de Ouargla. 125p.

AUBERT. G, 1978 : Méthode d'analyse de sol Ed, C.R.C.P, Marseille, 189p.

BAIZE. D, 1988, Guide des Analyses courantes en pédologie (choix, expression, présentation, interprétation) I.N.R.A, Paris, 172p.

BELAHBIB. M et El Atle. F (2005) : Etude de l'impact de certaines contraintes physique et chimique du sol sur la morphologie et la composition chimique de racines du palmier dattier "Deglet Nour" cas de Ouargla. Mémoire ing. Univ de. Ouargla. 109p.

BENHAMIDA. A, et DJEGBALA. H (2005) : Contributions à la caractérisation biométrique et anatomique de la végétation halophile dans les dépressions salées de la cuvette de ouargla. Cas du chott Ain El Beida et de la sebkha de Bamendil. Mémoire ing. Univ de Ouargla 71p.

BENHAMIDA. S et BENZEGUIR. A, 1993 : Contribution à l'étude de problème de la remontée de la nappe phréatique A.N.R.H. Ouargla, 1993. 89p.

CHEHMA. A, 2005 : Etude floristique et nutritive des parcours camelines du Sahara septentrional Algérien. Cas des régions de Ouargla et Ghardaïa. Thèse Doct. 178p.

CHEHMA. A, 2006 : Catalogue des plantes spontanés dans le Sahara septentrionale, 148p.

CORNET A, 1964 : Introduction à l'hydrogéologie saharienne. Géophys. et Géo Dyne. Vol V/Fax. 1pp. 5-72.

COTE M, (2006) : Si le Souf m'était conté, Edit, Média plus Constantine, 2006. 135p.

- COTE M, (1998) :** Des oasis malades de trop d'eau. Revue sècheresse. N° 02 Vol 03. pp 123-130
- COTINE T., 1965 :** Série agronomie général étude scientifique. Ed. Institut de recherche agronomie tropical et des Cultures. Service de coopération technique. pp 1243-1244.
- . D.H.W :** 2004-2005. Inventaire de forages.
- D.S.A. a (1998) :** La remontée des eaux de la nappe phréatique dans la région de oued Souf. Rapport de synthèse. 10p.
- D.S.A. b (1998) :** Schéma directeur de mise en valeur de la wilaya d'El-Oued. 188 p
- D.S.A. (2000) :** Fiche des données de la région de Souf D.S.A. El-Oued 2000.
- .DADDI BOUHOUN. M, 1997 :** Contribution à l'étude de l'évolution de la salinité des soles et des eaux d'une région saharienne. Cas de Mzab, thèse magister. INR Alger. 178p.
- DEROUCHE. S (1996) :** Contribution a l'étude de la remontée de la nappe phréatique du Souf. Mémoire ing. Univ d'Ouargla. 26p.
- E.N.A.G.E.O, (1993) :** Entreprise nationale de géophysique division exploitation sismique extension de l'étude géophysique par sondage électrique de le région du Souf.
- E.R.E.S.S, 1972 :** Etude de ressource en eaux de Sahara septentrional.
- FENENAKH. K (2003) :** L'étude de l'impact des accumulations gypseuses et des eaux phréatique sur l'enracinement de palmier dattier "Déglet Nour". Mémoire ing. Univ d'Ouargla. 120p.
- GUEDIRI K, 2006 :** biodiversité missicole dans région de Ouargla inventaire et caractérisations. Mémoire ing. Univ d'Ouargla ,125p .
- HINDA. H, 2003 :** Estimation du poids en fonction du recouvrement des principales plantes spontanées vivaces broutées par le dromadaire dans région d'Ouargla et de Ghardaïa. Mémoire ing. Univ de. Ouargla. 60p.
- HOUARI. ED, (2003) :** Variation temporelle de la valeur nutritive de Quelques plantes spontanées Broutées par le dromadaire dans le sud est Algérien. Mémoire ing. Univ d'Ouargla. 56p.
- KEDDADRA. Y (1991) :** Caractérisation et évolution des sols de Ghout El-oued, caractérisation des accumulations forme de gypse. Mémoire ingénieur agronomie I.N.A. El HARRACH. Alger. 110p.

- KHADAAOUI. A, 2000** : Les ressources en eau dans le Sahara septentrional congrée scientifique Arabe El Oued 2000. pp 20-28.
- KHENNOFA. A et NECIRA. M, 2006** : Mécanismes de la dégradation de la qualité naturelle des eaux de la nappe phréatique du Souf (Sud-est Algérienne). Mémoire ing Univ de. Ouargla. 2006. 95p.
- LABED F et MEFTAH S .2007** : contribution à la caractérisation floristique et l'effet de l'écosystème sur l'agro système dans la daïra de Touggourt
- LABOUZ. I (2005)** : Contribution à l'étude de la biomasse microbienne dans un sol gypseux de la région d'Ouargla. Mémoire ing.Univ d'Ouargla 50p.
- LE CHAARI. M. B (1990)** : Contribution à l'étude hydrogéologique des nappes superposées de la région d'El-oued. Mémoire Ing. Univ de Constantine. 100p.
- LEMEE. G. 1978** : Précis d'écologie végétale. Masson et CIE. Paris 285p.
- LERHRISSI. I. E (2007)** : La place un système ingénieux "Ghout" dans la nouvelle dynamique agricole de la région du Souf. Mémoire. ing. Univ de Ouargla. 138p.
- MESSINI. Z et NEDJAAN. T (2007)** : Contribution à l'étude de la végétation des sols alluviaux en zones arides. Cas de la région de Guerrara. Mémoire ing. Univ de Ouargla. 78p.
- MOULATI, A,2004** :rapport sur l'étude d' assainissement des eaux résiduaires , pluviales et d' irrigation mesures complémentaire de lutte contre la remontée de la nappe phréatique , massions ,O.N.A ,87p
- NAJAH. A, (1971):** Le Souf des oasis. Edit la maison du livre. Alger. 1971. 174p.
- NETTARIA et ROUAS. S, 2004** : Contribution à l'étude de l'impact de la nappe phréatique sur les plantes halophiles. Cas d'El Mekhadma. Mémoire ing. Univ de Ouargla. 102p.
- O.N.M, 2007** : Office nationale de météorologie données climatique de la période (1998-2007) région d'El-Oued.
- O.N.R.G.M, 1999** : Livet des substances utiles non métalliques de l'Algérie.
- OZENDA p, 1958** : Flore du Sahara septentrional et central. C.N.R.S Paris. 486p.
- OZENDA. P, 1964** : Bégéographie végétale. Ed. Doin. Paris. 360p.
- OZENDA. P, 1983** : Flore su Sahara 2^{eme} édition. Paris. 622p

- OZENDA, P, 1991** : Flore et végétation du Sahara septentrional. Ed. C.N.R.S. Paris. 622p.
- PIERE DAGNELIE, 1975** : théorie et méthodes statistiques vol Ed .Gembloux Belgique .463p.
- QUEZEL p, 1955** : La végétation du Sahara du Ichad au Mauritanie. Gustare. Fisher Verlag. Stuggart. 328 p.
- REMINI. B, 2004** : La remontée des eaux dans la région d'El-Oued. Revue vecteur environnement Canada.
- REZZAG. A, 2005** : Contribution à l'étude des processus l'acquisition de la salinité des eaux de la nappe phréatique de la basse vallée de l'Oued M'ya (cuvette Ouargla). Mémoire ing. Univ d'Ouargla. 50p.
- 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. Mémoire magister université de Houari Boumediene, 160p.
- SAIS. I et ZEGHIDI. S (2006)** : L'impact de la situation topographique sur la salinisation du sol et le changement floristique (cuvette de Ouargla). Mémoire ing. Univ de Ouargla 85p.
- SOLTNER. D, 1989** : Les bases de la production végétale, Tome I, Le sol. 17^{eme} Edition. C.S.T.A. Angers, 468p.
- VOISIN. R, 2004** : Le Souf monographie, Edit El Walid. 319p.
- ZABEIROU H, 2001** : Contribution à l'inventaire et à l'étude physico-chimique des plantes spontanées médicinales de la région d'Ouargla. Mémoire ing. Univ d'Ouargla. 89p.

المراجع بالعربية

- حليس يوسف، 2007، الموسوعة النباتية لمنطقة سوف، 252 ص.
- غروشة حسين، 1995، تقنيات عملية في تحليل التربة، 104 ص.

Annexes

Annexes 1

Annexes 2

Ghout inondé 1

| Caractérisations | Observations |
|--|--|
| Propriétaire | Elbare achour |
| Situation Administrative | Commune : Kouninie Localité : kouinine Lieu dit : El Gourarire |
| Cordonnées géographiques | X : 6° 49' 56" Y : 33° 25' 13" Z : 81m |
| Profendeur | 10 mètre |
| Superficiel | 6500m ² |
| Nombre de palmier | 120 palmiers |
| Age moyen des ghouts | 60 ans |
| Age phénomène | 38 ans |
| Diversité génétique avant phénomène | Nombre de variété : 04 Variété dominante : Deglet Nour |
| Diversification des cultures avant phénomène | Espèces : variété deglet nour : 90 pieds Espèces : variété ghars : 15 pieds Espèces : variété degel baida : 5 pieds Espèces : autres variété : 10 pieds |
| Production avant phénomène | Rendement moyen variété deglet nour : 70 kg/p variété ghars : 65 kg/p variété degel baida : 40 kg/p autres variété : 35/kg/p |
| Eau avant phénomène | Existence d'un puit : oui (1 puit) Irrigation a partir d'une autre source : non |
| Aspect social | Existence d'habitat sur site : oui |

Ghout inondé 2

| Caractérisations | Observations |
|--|--|
| Propriétaire | : Larebahe salhe |
| Situation Administrative | Commune : Kouinine Localité : kouinine Lieu dit : El Gourarire |
| Cordonnées géographiques | X : 6° 50' 14" Y : 33° 24' 39" Z : 81m |
| Profendeur | 7 mètre |
| Superficiel | 180 m ² |
| Nombre de palmier | 30 palmiers |
| Age moyen des ghouts | 55 ans |
| Age phénomène | 39 ans |
| Diversité génétique avant phénomène | Nombre de variété : 02 Variété dominante : Deglet Nour |
| Diversification des cultures avant phénomène | Espèces : variété deglet nour : 20 pieds Espèces : variété ghars : 10 pieds |
| Production avant phénomène | Rendement moyen variété deglet nour : 60 kg/p variété ghars : 55 kg/p |
| Eau avant phénomène | Existence d'un puit : non Irrigation a partir d'une autre source : non |
| Aspect social | Existence d'habitat sur site : oui |

Ghout inondé 3

| Caractérisations | Observations |
|--|---|
| Propriétaire | Leakoubi ali |
| Situation Administrative | Commune : Kouninie Localité : kouinine Lieu dit : El Gourarire |
| Cordonnées géographiques | X : 6° 49' 55" Y : 33° 24' 12" Z : 81m |
| Profendeur | 6 mètre |
| Superficiel | 150 m ² |
| Nombre de palmier | 25 palmiers |
| Age moyen des ghouts | 60 ans |
| Age phénomène | 39 ans |
| Diversité génétique avant phénomène | Nombre de variété : 02 Variété dominante : Déglet Nour |
| Diversification des cultures avant phénomène | Espèces : variété Déglet Nour : 18 pieds Espèces : variété Ghars : 7 pieds |
| Production avant phénomène | Rendement moyen variété Déglet Nour : 68 kg/p variété Ghars : 60 kg/p |
| Eau avant phénomène | Existence d'un puit : non Irrigation a partir d'une autre source : non |
| Aspect social | Existence d'habitat sur site : oui |

Ghout humide 1

| Caractérisations | Observations |
|------------------------------|---|
| Propriétaire | Moulati heusien |
| Situation Administrative | Commune : Kouninie Localité : Néama Lieu dit : Néama |
| Cordonnées géographiques | X : 6° 46' 52" Y : 33° 23' 36" Z : 77m |
| Profendeur | 9 mètre |
| Superficiel | 3650 m ² |
| Nombre de palmier | 150 palmiers |
| Age moyen des ghouts | 55 ans |
| Diversité génétique | Nombre de variété : 04 Variété dominante : Déglet Nour |
| Diversification des cultures | Espèces : variétés Déglet Nour : 107 pieds Espèces : variétés Ghars : 25 pieds Espèces : variétés Déglet Bida : 3 pieds Espèces : autres variétés : 15 pieds |
| Production | Rendement moyen : Variété Déglet Nour : 33 kg/p Rendement moyen : Variété Ghars : 25kg/p Rendement moyen : Variété Déglet Bida : 35kg/p Rendement moyen : autres variétés : 30kg/p |
| Eau avant phénomène | Existence d'un puit : non Irrigation a partir d'une autre source : non |
| Aspect social | Existence d'habitat sur site : non |

Ghout humide 2

| Caractérisations | Observations |
|------------------------------|--|
| Propriétaire | Sakhri abderhemen |
| Situation Administrative | Commune : Kouninie Localité : Néama Lieu dit : Néama |
| Cordonnées géographiques | X : 6° 47' 14" Y : 33° 23' 13" Z : 77m |
| Profendeur | 8 mètre |
| Superficiel | 3820 m ² |
| Nombre de palmier | 160 palmiers |
| Age moyen des ghouts | 45 ans |
| Diversité génétique | Nombre de variété : 04 Variété dominante : Déglet Nour |
| Diversification des cultures | Espèces : variétés Déglet Nour : 90 pieds Espèces : variétés Ghars : 53 pieds Espèces : variétés Déglet Bida : 7 pieds Espèces : autres variétés : 10 pieds |
| Production | Rendement moyen : Variété Déglet Nour : 22kg/p Rendement moyen : Variété Ghars : 15kg/p Rendement moyen : Variété Déglet Bida : 10kg/p Rendement moyen : autres variétés : 15kg/p |
| Eau avant phénomène | Existence d'un puit : non Irrigation a partir d'une autre source : non |
| Aspect social | Existence d'habitat sur site : non |

Ghout humide 3

| Caractérisations | Observations |
|------------------------------|--|
| Propriétaire | Nezeli elaid |
| Situation Administrative | Commune : Kouninie Localité : Néama Lieu dit : Néama |
| Cordonnées géographiques | X : 6° 47' 39" Y : 33° 22' 51" Z : 77m |
| Profendeur | 9 mètre |
| Superficiel | 2700 m ² |
| Nombre de palmier | 150 palmiers |
| Age moyen des ghouts | 40 ans |
| Diversité génétique | Nombre de variété : 04 Variété dominante : Déglet Nour |
| Diversification des cultures | Espèces : variétés Déglet Nour : 95 pieds Espèces : variétés Ghars : 40 pieds Espèces : variétés Déglet Bida : 5 pieds Espèces : autres variétés : 10 pieds |
| Production | Rendement moyen : Variété Déglet Nour : 35kg/p Rendement moyen : Variété Ghars : 40kg/p Rendement moyen : Variété Déglet Bida : 13kg/p Rendement moyen : autres variétés : 15kg/p |
| Eau avant phénomène | Existence d'un puit : non Irrigation a partir d'une autre source : non |
| Aspect social | Existence d'habitat sur site : non |

Ghout sec 1

| Caractérisations | Observations |
|------------------------------|--|
| Propriétaire | Bencalehe ali |
| Situation Administrative | Commune : Kouninie Localité : Mih bahi Lieu dit : Mih bahi |
| Cordonnées géographiques | X : 6° 46' 22" Y : 33° 26' 02" Z : 80m |
| Profendeur | 8 mètre |
| Superficiel | 5120 m ² |
| Nombre de palmier | 180 palmiers |
| Age moyen des ghouts | 75 ans |
| Diversité génétique | Nombre de variété : 04 Variété dominante : Déglet Nour |
| Diversification des cultures | Espèces : variétés Déglet Nour : 95 pieds Espèces : variétés Ghars : 45 pieds Espèces : variétés Déglet Bida : 25 pieds Espèces : autres variétés : 15 pieds |
| Production | Rendement moyen : Variété Déglet Nour : 85kg/p Rendement moyen : Variété Ghars : 65kg/p Rendement moyen : Variété Déglet Bida : 40kg/p Rendement moyen : autres variétés : 35kg/p |
| Eau avant phénomène | Existence d'un puit : oui (01 puit) Irrigation a partir d'une autre source : non |
| Aspect social | Existence d'habitat sur site : non |

Ghout sec 2

| Caractérisations | Observations |
|------------------------------|--|
| Propriétaire | Bencalehe ali |
| Situation Administrative | Commune : Kouninie Localité : Mih bahi Lieu dit : Mih bahi |
| Cordonnées géographiques | X : 6° 46' 22" Y : 33° 26' 02" Z : 80m |
| Profendeur | 8 mètre |
| Superficiel | 5120 m ² |
| Nombre de palmier | 180 palmiers |
| Age moyen des ghouts | 75 ans |
| Diversité génétique | Nombre de variété : 04 Variété dominante : Déglet Nour |
| Diversification des cultures | Espèces : variétés Déglet Nour : 95 pieds Espèces : variétés Ghars : 45 pieds Espèces : variétés Déglet Bida : 25 pieds Espèces : autres variétés : 15 pieds |
| Production | Rendement moyen : Variété Déglet Nour : 85kg/p Rendement moyen : Variété Ghars : 65kg/p Rendement moyen : Variété Déglet Bida : 40kg/p Rendement moyen : autres variétés : 35kg/p |
| Eau avant phénomène | Existence d'un puit : oui (01 puit) Irrigation a partir d'une autre source : non |
| Aspect social | Existence d'habitat sur site : non |

Ghout sec 3

| Caractérisations | Observations |
|------------------------------|--|
| Propriétaire | Houimia ibrahime |
| Situation Administrative | Commune : Kouninie Localité : Mih bahi Lieu dit : Mih bahi |
| Cordonnées géographiques | X : 6° 46' 37" Y : 33° 24' 46" Z : 80m |
| Profendeur | 8 mètre |
| Superficiel | 2060 m ² |
| Nombre de palmier | 95 palmiers |
| Age moyen des ghouts | 60 ans |
| Diversité génétique | Nombre de variété : 04 Variété dominante : Déglet Nour |
| Diversification des cultures | Espèces : variétés Déglet Nour : 50 pieds Espèces : variétés Ghars : 25 pieds Espèces : variétés Déglet Bida : 05 pieds Espèces : autres variétés : 15 pieds |
| Production | Rendement moyen : Variété Déglet Nour : 70kg/p Rendement moyen : Variété Ghars : 65kg/p Rendement moyen : Variété Déglet Bida : 40kg/p Rendement moyen : autres variétés : 35kg/p |
| Eau avant phénomène | Existence d'un puit : oui (01 puit) Irrigation a partir d'une autre source : non |
| Aspect social | Existence d'habitat sur site : non |

Annexes 3

Classification des eaux (DURAND J.H, 1958)

| Résidus secs en g/l | Différents types des eaux |
|-----------------------|---------------------------|
| < 0.25 | Eaux non salines |
| $0.25 < RS \leq 0.75$ | Eaux à salinité moyenne |
| $0.75 < RS < 2.25$ | Eaux forte salinité |
| $2.25 < RS < 5$ | Eaux très forte salinité |
| > 5 | Eaux à salinité excessive |

Echelle de pH des eaux phréatiques (GAUCHER, 1968 in SOLTNER, 1992)

| pH eau | Sols |
|-------------------------------|--------------|
| $6.75 < \text{pH eau} < 7.25$ | Neutre |
| $7.25 < \text{pH eau} < 8.5$ | Alcalin |
| >8.5 | Très alcalin |

Echelle de pH de l'extrait 1/5 (SOLTNER, 1989)

| pH _{1/5} | Classes |
|-------------------|------------------|
| 5 à 5.5 | Très acide |
| 5.4 à 5.9 | Acide |
| 6 à 6.5 | légèrement acide |
| 6.6 à 7.2 | Neutre |
| 7.3 à 8 | Alcalin |
| > 8 | Très alcalin |

Echelle de salinité en fonction de la conductivité électrique de l'extrait 1/5 (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 |
| $2 < C.E \leq 2.4$ | Sol salé |
| $2.4 < C.E \leq 6$ | Sol très salé |
| $C.E > 6$ | Sol extrêmement salé |

Classe des sols gypseux (Barzadji, 1973 in Abdessalam, 1999)

| Gypse (%) | Nom de la classe |
|------------------|-------------------------|
| < 0.3 | Non gypseux |
| 0.3 – 10 | Légèrement gypseux |
| 10 – 15 | Légèrement gypseux |
| 25 - 50 | Extrêmement gypseux |

Echelle de calcaire total (BAISE, 1988)

| CaCO₃ (%) | Horizons |
|------------------------------|------------------------|
| < 1 | Non calcaire |
| KCaCO ₃ <5 | Peu .calcaire |
| 5 < Ça Co ₃ < 25 | Modérément calcaire |
| 25 < Ça Co ₃ < 50 | Fortement calcaire |
| 50 < Ça Co ₃ < 80 | Très calcaire |
| >80 | Excessivement calcaire |

Classes des fractions granulométriques : classification d'Atterberg in Incost et Sanglert (1981).

| Fraction granulométrique | Diamètre des particules |
|---------------------------------|--------------------------------|
| Sable grossier | 2mm – 0.2mm |
| Sable fin | 0.2mm – 0.02mm |
| Limon | 20μ - 2μ |
| Argile | < 2μ |

Classe de la matière organique (Morond, 2001)

| M.O (%) | Caractérisation |
|----------------|------------------------|
| 0.5 – 1 | Très faible |
| 1 – 2 | Faible |
| 2 – 3 | Moyen |
| 3 – 5 | Riche |
| > 5 | Très riche |

Résumé

Le présent travail porte principalement sur l'étude de changement floristique (palmier dattier et plante spontanée), en fonction de la nappe phréatique et du sol dans la région de Souf.

L'étude a montré que les ghout inondés, présentent une nappe superficielle, très salée, alcalin avec un sol très humide, très salée, légèrement gypseuse, modérément calcaire avec des pieds de palmier dattier à mauvais états végétative, rendement nul, et l'espèce la plus prédominante est hydro halophile. Mais dans les ghouts humides présentent une nappe phréatique moyennement profonde, salée, avec un sol moyennement humides, salée, alcalin, légèrement gypseuse, modérément calcaire, avec un pied de palmier dattier à caractères végétatifs moyen développement, rendement moyen, avec un prédominance des espèces hydrophile et halophile, mais dans les ghouts secs, nous avons enregistré que le niveau de la nappe phréatique très profond, salée avec un sol peu humide, peu salée, alcalin, légèrement gypses, modérément calcaire, avec un pied de palmier dattier caractérisé par un état végétative et rendement très bonne, avec prédomine de espèce halophile et hydrofuge.

- L'étude du peuplement végétal dans les dunes montre que l'espèce qui présente une préférence des zones du sol non humide, non salée à peu salée, c'est une plante hydro-halofuges.

Les mots clés : Souf – Nappe phréatique, ghout, palmier dattier, plante spontanée

! "# \$ % &)
() ! () * + , () , ! % * - , (! . & / 0
" (012 3 , "# 4 1 4 \$ + * + ,
'5 6 ,
4 \$ + * + , ! ! , 7 ! # \$ % \$! . & "#
, " ! . & % "# (012 ! ! , "# 4 1
+ ! + , 7 () # \$ % 8 \$ # \$! . 2 "# / 1 '6 5
1 (9 \$ (\$, : 4 1 4 \$ + * + ,
'5 , 6
" , . ! . 9 = # (\$ / 0 / 01 "# < 2 ;
'5 6 1
! . # \$ % >

Abstract

The present experimental work focused on the study of flora change (palmree and spontaneous plant), depending on the groundwater and soil, in Souf region. The study showed that ghout flooded; present a slick surface, very salty, alkaline soil with a very wet, very salty, slightly gypsum, limestone, while the planters are in a very bad state, at all with a foot of a bad palmree vegetative state, yield zero, and the most dominant species are the hydro-halophile plants. But in humid ghouts are there moderately deep salty, water table, with a moderately moist soil, salty, alkaline, slightly gypsum, limestone at all, with one foot of a palmree print medium vegetative development, yield averages, with a predominance of hydrophilic and halophile species, but in dry ghouts, we have recorded that the level of the water table very deep and salty soil has a little moist, slightly salty, alkaline, slightly gypsum, limestone at all. With one foot of palmree characterized by a vegetative state and good, yield very, with dominant of halophile and water species.

- The study of plant stand in the dunes shows that the species, which has a preference soil moist and unsalted are a hydro halofuge plants.

Keywords: Souf - Groundwater, ghout, palmree, plant spontaneous.