

UNIVERSITE KASDI MERBAH – OUARGLA -

**FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET DES SCIENCES DE LA
TERRE ET DE L'UNIVERS**

Département des Sciences Agronomiques



MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En Vue De L'obtention Du Diplôme D'ingénieur d'Etat

Spécialité : Agronomie saharienne

Option : mise en valeur des sols sahariennes

THEME

**Evaluation des potentialités des sols des palmeraies
des Ziban**

M^{er}. DAHNOUN Salah

Devant le jury :

Président :	M. CHELOUFI H.	Maître de conférences. A-U.K.M. Ouargla
Promoteur :	M. HAMDI AISSA B.	Professeur -U.K.M. Ouargla
Co-promoteur :	M. OMEIRI N.	Maître Assistant. B-U.K.M. Ouargla
Examineur :	M. DADDI BOUHOUN M.	Maître de conférences. B-U.K.M. Ouargla
Examineur :	M ^{me} . BOUKHALFA N.	Maître Assistant. A-U.K.M. Ouargla
Examineur :	M. KHECHAÏ S.	Maître Assistant. A-U.M.K. Biskra

Année Universitaire : 2010/2011

Remerciement

Je remercie avant tout ALLAH tout puissant, de m'avoir guidé toutes les années d'étude et m'avoir donné la volonté, la patience et le courage pour terminer ce travail.

Mes remerciements vont d'abord à Mr HAMDJ AJSSA B, pour avoir accepté de diriger ce travail tout le long de sa réalisation.

Je remerci aussi Mr Khechaï salim qui m'a aidé beaucoup établir se travail.

J'exprime ma reconnaissance aux membres du jury qui ont accepté de juger ce travail.

Mes sincères remerciements sont plus également à Kamel, Ahmed, Hamid, Nacira, Noussaïba.

A tous les étudiants d'agronomie.

Et aussi à tous ceux qui ont participés de près ou de loin à l'établissement de ce travail.

DEDICACES

Je dédie ce modeste travail :

A mes chère parents : à qui je dis mille merci, pour les sacrifices qu'ils ont consentis pour me voire instruire, eux qui n'avaient cette chance.

A mes chères sœurs : Massauda, Khadra, Djemaa, Assia, Naziha.

A mes chers frères : Lakhder, Abdellah, Aimen.

A mes oncles : Kabadi Zaza, Omar, Ibrahim. Kadeur

A mes cousins Lokhdari, Mehamed, Ali.

A ma très chère copains : Adel, Rida.

A tous mes collègues : , Kimo, les deux mido, Mmaamar, Fathi, Noussaiba, Yamina, Amel, Chikha, Kheira, Dalila, Djamila, SAUAAD, NAJET, NADJIA.

A tous mes amis : Salah Belleg, Assal, Hicham, Krimo, Tifa, Said, Koky, Driss, Amer, Moussa, Samir, Hani, Kamel Hmidi, Lotfi, Lazhar, Rabeh, Monir....

Table de matière

Introduction.....	1
Première partie : Partie bibliographique	
Chapitre I : Monographie de la région de Ziban	
1-Aperçu historique sur la wilaya	2
2- situation et limites géographiques	2
3- Etude de milieu.....	4
3-1. Relief	4
3.2. La géologie de la région.....	4
3.3. Les caractéristiques édaphiques et hydrauliques.....	5
3.3.1. Les sols	5
3.3.2. Ressources en eaux	6
3.3.2.1. Les eaux de surface	6
3.3.2.2. L'hydrogéologie	6
3.4-La végétation	7
3.5. Données climatiques brutes.....	8
3.5.1. Température.....	8
3.5.2. Précipitations.....	9
3.5.3. Humidité relative.....	10
3.5.4. Vents.....	10
3.5.5. Insolation.....	12
3.6. Synthèse climatique	13
3.6.1. Diagramme Ombrothermique de GAUSSEN	13
3.6.2. Indice d'aridité d'Emmanuel Dermartonne	14
3.6.3 Quotient pluviométrique d'Emberger	14
4. Les potentialités socio-économiques.....	16
4.1. La population.....	16
4.2. Emploi.....	16
5. L'agriculture dans la région de Biskra.....	17

Chapitre II : Le sol

Les contraintes majeures des sols de Ziban.....	19
I- La salinité.....	19
1-1- La salinité de sol.....	19
1-2- Signes de la salinité.....	19
1-3- Facteurs intervenant de processus de la salinité.....	19
1-3-1- Source des sels.....	19
1-3-2- Climat.....	19
2-La salinisation par l'eau d'irrigation.....	20
3-Effets de la salinité.....	20
3-1- Effet sur le sol.....	20
3-2- Effet sur les végétaux.....	20
4- Moyens de lute contre la salinité.....	20
II- Lutte contre l'érosion des terres	21
1- Comment se produit l'érosion.....	21
2- Méthodes de lutte.....	22

Deuxième partie : Matériels et méthodes

Chapitre III : Matériels d'étude

I- Choix des stations d'étude	24
I-1- Station d'El- Maleh.....	24
I-1-1. <u>Description du milieu</u>	24
I-2- Station d'El-Hadjeb.....	25
I-2-1. <u>Description du milieu</u>	25
I-3- Station Tolga.....	26
I-3-1. <u>Description du milieu</u>	27

Chapitre IV : Méthodes d'études

I-Approche méthodologique.....	28
I.1. Etude des sols	28
I.1.1. Description du profil type des stations d'étude	28
<u>A- Description du profil type d'El Maleh.....</u>	28
<u>B- Description du profil type d'El-Hadjeb.....</u>	29
C- <u>Description du profil type de Tolga.....</u>	29
I.1.2. Echantillonnage.....	30
I.1.3. Caractérisation analytique.....	31
I.2. Etude des eaux.....	32
II. Méthodes d'analyses:	32
II.1. Méthodes d'analyses physico-chimiques du sol :	32
II.1. La composition granulométrique :.....	32
II.2. La conductivité électrique:	32
II.3. Le pH :	32
II.4. Dosage du calcaire total :	32
II.5. Dosage du calcaire actif:	32
II.6. Dosage de gypse:	32
II.7. Dosage de l'azote :	32
II.8. Dosage de carbone organique et de la matière organique:	32
II.9. Dosage des cations:	33
II.10. Dosage des anions:.....	33
II.10.1. Les Sulfates.....	33
II.10.2. Les chlorure :	33
II.10.3. Carbonates et bicarbonates:	33
II.2. Les analyses hydrochimiques des eaux d'irrigation :	33
II.2.1 La conductivité électrique :	33
II.2.2 Le pH (de l'eau) :	33
II.2.3 Dosage des cations :	33

II.2.2.1 Sodium et Potassium:	33
II.2.2.2 Calcium et Magnésium :	33
II.2.4 Dosage des anions :	33
II.2.3.1 Les Sulfates :	33
II.2.3.2 Dosage de chlorure :	33
II.2.3.3 Carbonates et bicarbonates:	33

Troisième partie : Résultats et discussions

Chapitre V : Résultats et discussions

A- Qualité hydrochimique des eaux d'irrigation

I- StationEl-Maleh :	34
I.1- Palmeraie 01 :	34
I.2- Palmeraie 02 :	34
I.3- Palmeraie 03 :	35
Station El-Hadjeb.....	35
II.1. Palmeraie 04 :	35
II.2.Palmeraie 05 :	36
II.3. Palmeraie 06 :	36
Station Tolga.....	37
III.1. Palmeraie 07	37
III.2. Palmeraie 08	37
III.3. Palmeraie 09	38

B- Analyses physico-chimiques des sols

Station El-Maleh.....	38
<u>I.1. Palmeraie 01</u>	38
I.1.1. Sondage 01.....	39
I.1.2. Sondage 02	39
I.1.3. Sondage 03	40
<u>I.2. Palmeraie 02</u>	40
I.2.1. Sondage 01	40
I.2.2. Sondage 02.....	41
I.2.3. Sondage 03.....	41

<u>I.3. Palmeraie 03</u>	42
II- Station El-Hadjeb	43
<u>II.1. Palmeraie 04</u>	43
II.1.1. Sondage 01	43
II.1.2. Sondage 02	44
II.1.3. Sondage 03	44
<u>II.2. Palmeraie 05</u>	45
II.2.1. Sondage 01	45
II.2.2. Sondage 02	45
II.2.3. Sondage 03	46
<u>II.3. Palmeraie 06</u>	46
II.3.1. Sondage 01 et 02	46
II.3.2. Sondage 03	47
Station Tolga	48
<u>III.1.Palmeraie 07</u>	48
III.1.1. Sondage 01 :	48
III.1.2. Sondage 02 :	49
III.1.3. Sondage 03 :	49
<u>III.2. Palmeraie 08</u>	50
III.2.1. Sondage 01	50
III.2.2Sondage 02 et 03	50
<u>III.3. Palmeraie 09</u>	51

Chapitre VI : Evaluation de potentialité

A- Synthèse des données analytiques de chaque palmeraie	53
Station d'El-Maleh	53
Station El-Hadjeb	53
Station Tolga	53
B- Recommandation	54
Conclusion	55
Référence bibliographiques	57
Annexes	

LISTE DES PHOTOS

N°	Titre	Page
1	Station d'El-Maleh	24
2	Station d'El-Hadjeb	25
3	Station de Tolga	26

LISTE DES TABLEAUX

N°	Titre	Page
1	Températures (Moy, Min, Max) mensuelles à Biskra pour la période (1995-2009)	09
2	Précipitations moyennes mensuelles en (mm) à Biskra pour la période (1995-2009)	10
3	Humidité relative moyenne en pourcentage pour la période (1995-2009)	11
4	La vitesse du vent enregistrée en m/s pendant la période (1995/2009)	12
5	Le nombre d'heures d'insolation pour la période (1995-2009).	13
6	Répartition de nombre d'employés par secteur (2009)	17
7	la répartition et l'évolution des exploitations agricoles selon le statut juridique dans la wilaya de Biskra entre 2000 et 2007.	18

LISTE DES FIGURES

N°	Titre	Page
1	Carte géographique de Biskra (A.N.A.T, 2002)	04
2	Températures moyennes mensuelles à Biskra pour la période (1995-2009)	09
3	Précipitations moyennes mensuelles en (mm) à Biskra pour la période (1995-2009)	10
4	Humidité relative moyenne en (%) à Biskra pour la période (1995-2009)	11
5	La vitesse du Vent enregistrée en m/s pendant la période (1995/2009)	12
6	Le nombre d'heures d'insolation pour la période (1995-2009)	13
7	Diagramme ombrothermique de Gausсен de la région de Biskra	14
8	Le climagramme du quotient pluviométrique Q2 d'EMBERGER Pour le climat méditerranéen durant la période (1977 – 2001)	16

I- Choix des stations d'étude ;

On a divisé la région d'étude aux trois stations selon la situation géographique, ces palmeraies sont parmi les grandes palmeraies de Ziban, la nature de sol ;

On a choisi 03 palmeraies au niveau de chaque station;

Dans chaque palmeraie on fait trois sondage à trois niveaux (0-20 cm),(20-40 cm) et (40-60cm) avec une tarière, et un profil type pour chaque station.

I-1- Station d'El- Maleh

La station d'El-Maleh, dans laquelle notre étude a eu lieu, se situe à une distance de 07 km au Sud-est de la ville de Biskra, sur la rive droite de la nationale 83 en direction de Sidi Okba ; se mettant donc à l'action conjuguée des apports d'oued Sidi Zarzour et les apports éoliens.



Photo (01) : Station d'El-Maleh

I-1-1. Description du milieu

Date de description : 21/12/2009

Condition climatiques : ciel dégagé

Cordonnées géographiques (Lambert): selon la carte topographique de Biskra (1/250000), les coordonnées géographiques de la station d'El-Maleh sont :

Attitude : 171-172 km

Longitude : 781-782 Km

Altitude : 66m

Géomorphologie : glacis

Topographie : plaine

Terrace : alluvionnaire

Cultures pratiquées : phoeniculture (Deglet Nour, Ghars, Degla Baâda,)

Végétation spontanée : *Tamarix Africana*, *Salsola tetragon*, *Salsola Vermiculata*, *Lyminum Guyananum*, *Gymnos porien sinigalensis*...

Drainage : mauvais

I-2- Station d'El-Hadjeb

La station est située à 10 Km au Sud-Ouest de la ville de Biskra, dans la région d'Ain Benoui.

Elle est limitée au nord par la route nationale N°46 "Biskra-Tolga", au Sud par une ancienne piste (Choucha-Oumache) à l'Est par Oued Melah et à l'Ouest par Ain Magloub. Elle s'étend sur une superficie d'environ 35000 ha.



Photo (02) : Station d'El-Hadjeb

I-2-1. Description du milieu

Date de description : 23/12/2009

Condition climatiques : ciel dégagé

Cordonnées géographique (GPS) :

Attitude : 07°43'80"

Longitude : 38°55'335"

Altitude : 123 m

Géomorphologie : glacis

Topographie : plaine

Terrace : alluvionnaire

Cultures pratiquées : phoeniculture (Deglet Nour, Ghars, Degla Baïda,)

Drainage externe : mauvais

I-3- Station Tolga

Cette station est située à 40 km de Biskra avec une latitude de 34°42 N et une longitude de 16°93 E.

La station se situe près de Tolga à Borj Ben Azzouz (le grand pôle phoenicole de la wilaya de Biskra au niveau de qualité des dattes et le nombre de palmier dattier). C'est le pôle le plus important dans le Zeb Gharbi. En plus c'est la zone où les agriculteurs appliquent et pratiquent bien les techniques culturales.



Photo (03) : Station de Tolga

I-3-1. Description du milieu

Date de description : 23/12/2009

Condition climatiques : ciel dégagé

Cordonnées géographique (GPS) :

Attitude = 07°19'883"

Longitude = 38°36'608"

Altitude = 96 m

Géomorphologie : plaine alluviale

Topographie : plaine

Microrelief : faiblement ondulé

Terrace : alluvionnaire

Cultures pratiquées : phoeniculture (Deglet Nour, Ghars, Degla Baïda,)

Drainage externe : mauvais

Introduction

Les régions sahariennes s'étendent sur près de deux millions de kilomètres carrés au Sud de l'Atlas Saharien. Elles sont caractérisées par un climat contrasté avec une saison chaude et sèche, des amplitudes thermiques importantes, des vents fréquents et intenses. La pluviométrie, quasiment nulle, rend impossible toute agriculture sans irrigation. (Ministère de l'Agriculture, 1994a, in Khechaï, 2001)

Le palmier dattier constitue le pivot de l'écosystème oasien des régions sahariennes et présahariennes. De plus, il joue un rôle d'écran en protégeant les oasis contre les influences désertiques et crée un microclimat favorisant le développement de cultures sous-jacentes. (Lambert, 2002).

L'Algérie dispose d'un patrimoine phoenicicole dépassant les 16 millions de palmier dattier concentrés dans différents oasis à savoir les oasis des Ziban où la phoeniculture repose sur un support gypseux. (Khechai, 2001).

La région de Ziban possède un patrimoine phoenicicole important estimé à 4 133 617 palmiers avec une production moyenne annuelle de l'ordre de 1 868 415 qx et un nombre de cultivars estimé à 100. (DSA de Biskra, 2009). Cependant sur les 100 cultivars recensés uniquement trois (Deglet-Nour, Degla-Beida et Ghars) présentant un intérêt économique réel et réparties sur une aire géographique très large. Les autres sont soit rares soit peu fréquents.

La région de Ziban est caractérisée par :

- L'aridité du climat.
- Une pluviométrie faible et irrégulière.
- Un pic de température au mois de Juillet (Khechaï, 2001)
- Une typologie de sols gypso-calcaïque ; affectée par une salinisation secondaire (Khechaï et Laadjel , 2006).
- Un faciès hydrochimique des eaux d'irrigation magnésien-calcaïque et Sulfaté-chloruré.

Dans ce contexte, notre travail consiste à caractériser les sols du point de vue physico-chimique et biologique dans le but de déterminer les potentialités des oasis des Ziban pour une agriculture durable.

Pour réaliser cette étude ; notre travail s'articule sur 3 approches qui sont :

- Etude pédologique ayant pour but de caractériser les facteurs édaphiques du sol.
- Caractérisation de la qualité des eaux.
- Evaluation des potentialités du sol pour la phoeniculture.

1-Aperçu historique de la wilaya

En 3000 avant J.C, les habitants de Biskra vécurent avec la chasse et la vente des animaux sauvages aux romains qui les élevèrent ou les dressèrent pour les cirques. La ville de Biskra a connu de nombreuses guerres très violentes au cours de la colonisation romaine, notamment la grande guerre de résistance dirigée par le chef berbère Takfarinas. Suivi par son successeur le grand guerrier militer Jugurta «Youghourta » qui résista à l'armée romaine.

En étymologie le mot Biskra, et autres nominations Sokra, Vescra, Vecera, Adbersan..., ont fait l'objet d'une grande recherche approfondie. Mais les historiens arabes et étrangers ne sont pas en accord sur les origines de son appellation. Parmi eux, plusieurs disent que son nom descend du nom romain Vecera, qui signifie « station » ou « endroit » d'échange commercial, vu sa situation géographique qui relie le Nord au Sud. Mais le chef romain Betolimih BenyoubaII lui donna un autre nom « la rivière du destin », qui est due à la rivière de sidi Zarzour (le nom de la rivière aujourd'hui) qui traverse la ville. Certains chercheurs trouvent que son nom descend de l'ancien nom romain « Adebsran » due à l'ancienne source géothermale qui se trouve proche de la ville, hammam Salhine aujourd'hui. D'autres sources disent que le vrai nom descend du mot « Sokra » due à la meilleure qualité de dattes sucrées que cette ville possède partout dans ses oasis (EDEN.2005, in Benhafid, 2008)

2- Situation et limites géographique :

La wilaya de Biskra est située au Sud-Est du pays, et plus exactement au sud des Aurès qui constituent sa limite naturelle au Nord. Elle s'étend au Sud-Est jusqu'à la zone des chotts (Chott Melghir) et au Sud-Ouest jusqu'au commencement du grand erg oriental (fig. 01.)

D'une superficie de 22379,95 km², la wilaya de Biskra est limité par :

- La Wilaya de Batna au Nord ;
- La Wilaya de M'Sila au Nord-Ouest ;
- La Wilaya de Djelfa au Sud-Ouest ;
- La Wilaya d'El Oued au Sud ;
- La Wilaya de Khenchela au Nord et à l'Est.

Ziban du mot arabe qui signifie Oasis, pluriel de Zab, Biskra est une région agricole dynamique caractérisée par un piedmont divisé en deux compartiments de part et d'autre De la ville de Biskra, nous citons:

***le Zab EL Biskra** (oasis de Biskra); c'est le centre du Ziban

***le Zab EL chergui** (Zab oriental) ; Chetma, Sidi Khalil, Droh, Sariana ,Garta, Sidi Okba, Ain Naga, Sidi Salah, Zribat EL-Oued, Liana, Khangat Sidi nadji, Badés, Zribat Hamed, EL – Feidh,Sidi Mohammed Moussa, EL-Houch. L'ensemble du Zab chergui comprend ainsi le territoire situé entre les pentes méridionales de l'Aurès et chott Melghir, à l'Est l'Ouest Biskra.

***le Zab guebli** (Zab méridional) ; Oumach, Mili, Bigou, Ourlal, Ben Thiou, Saira, Lioua, Oulad Djallal, et Sidi Khaled .ces oasis sont toutes du Zab située dans la vallée de l'oued Djedi

***le Zab dahraoui** (Zab septentrional) ; est séparé du Zab guebli par une bande de sable et mérécages et comprend :

Bou Chargoune, Lichana, Zaatcha, Farfar, tolga et Bordj Foughala, El-Amri.

A la fin de l'année 2008 ; la ville de Biskra compte une population de 202660 habitants et se caractérise par une forte concentration avec une densité de 1587 hab/km² ; considérée comme moyenne comparativement aux grandes villes (DPAT.2008)

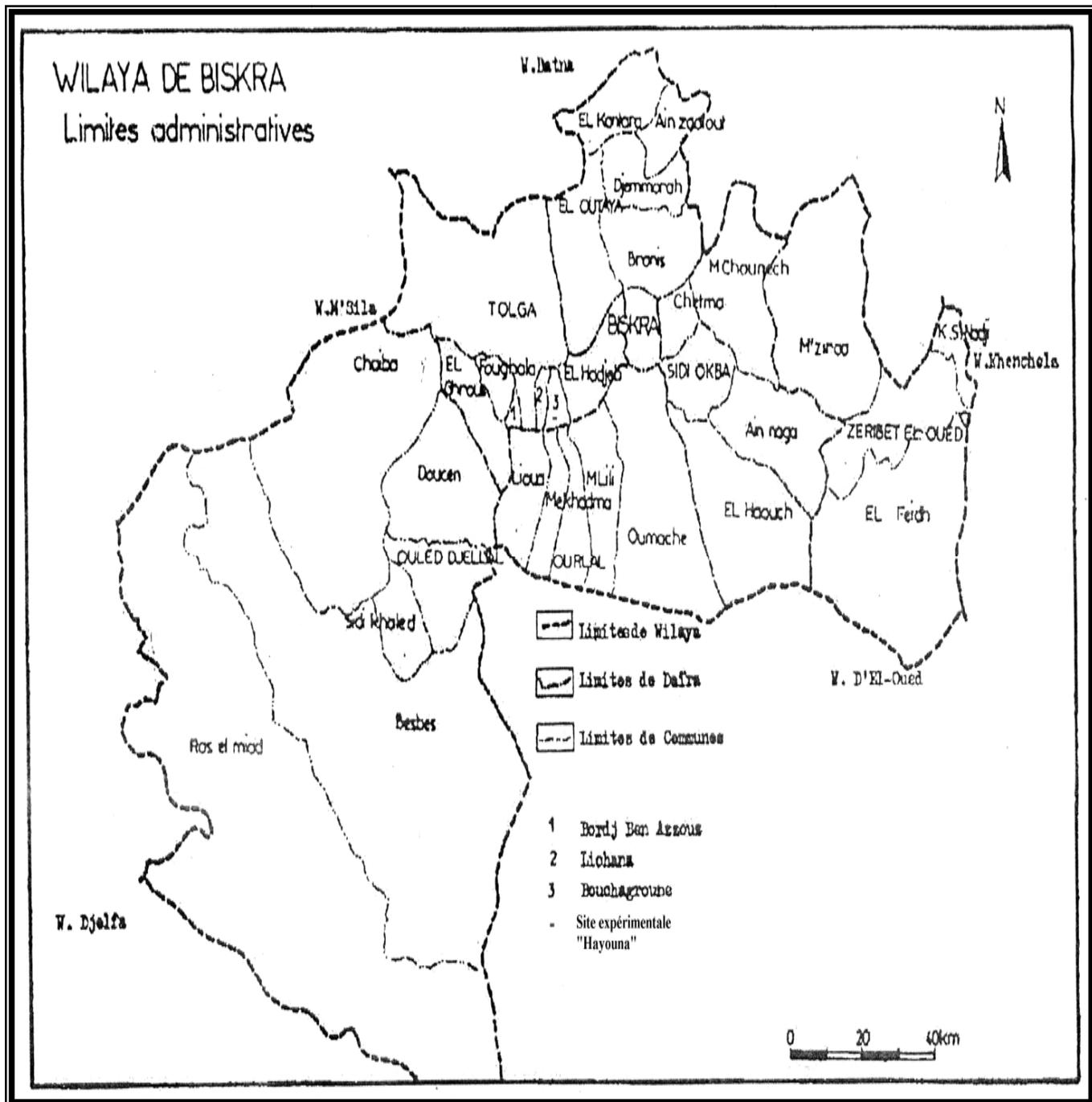


Figure 01: carte géographique de Biskra (A.N.A.T, 2002)

3- Etude de milieu

3-1. Relief :

La wilaya de Biskra constitue une zone charnière entre le sud et le nord algérien. Elle forme une région de transition du point de vue morphologique et bioclimatique. Ce passage se fait subitement au pied de l'Atlas saharien. On passe d'un relief assez élevé et accidenté au nord à une topographie de plateau légèrement inclinée vers le Sud (ANAT, 2002).

Le relief de la région de Biskra est constitué de quatre grands ensembles géographiques :

- **Les montagnes :** qui représentent 13% de la superficie total de la wilaya, occupent la partie Nord de la région presque découvertes de toutes végétations naturelles, parmi elles on cite (Djbel Gassoum 1087m, Djbel Rabaa 712m, Djbel Amlili 1496m, et le plus haut sommet celui de TAKTIOUAT 1943m)
- **Les plateaux :** a l'ouest, ils s'étendent du nord au sud englobant presque les daïrates d'Ouled Djelel, Sidi Khaled et une partie de Tolga, appelée le plateau de Ouled djelel.
- **Les plaines :** sur l'axe El-Outaya-Daoucen, se développent vers l'Est et couvrent la quasi-totalité des daïras d'El-Outaya, Sidi Okba, Zribet El-Oued et la commune de Doucen.
- **Les dépressions :** dans la partie sud-est de la wilaya de Biskra, constitue par des sols halomorphes qui stagnent l'eau, le plus important est Chott Melrhir son altitude est de -33m sous le niveau de la mer, qui est considéré comme le principal exutoire des eaux superficielles (DPAT, 2006).

3.2. La géologie de région :

La région de Biskra est donc bordée, au Nord par l'Atlas saharien, qui présente un relief d'orientation sud-ouest et nord-est, avec un versant septentrional terminé par une falaise calcaire et gréseuse, puis un soulèvement d'ensemble au pliocène supérieur. Au pied de cette masse montagneuse, se trouve le bas Sahara, en effet une vaste plaine de remblaiement qui s'est affaissé lentement depuis le crétacé supérieur et l'éocène jusqu'au quaternaire. Ce bassin est remplis des dépôts tertiaires continentaux de post-éocène, constitue par des sables agglomérés et intercalés de couches argileuses et des bancs argilo-sableux (Aidaoui, 1994 in Laadjel, 2005).

3.3. Les caractéristiques édaphiques et hydrauliques :

3.3.1. Les sols :

D'après une étude réalisée par ANAT, 2003. Les types des sols rencontrés dans la région se résument en trois classes de sols (sols peu évolués, sols calcimagnésiques et sols halomorphes)

-pour les sols peu évolués : ils représentent 16% de la superficie totale de la wilaya, soit quelques 28 500 ha, on les rencontre surtout dans les plaines alluviales du Zab Chergui. Leur mise en valeur agricole à partir des forages est récente, sont de profil de type AC contenant plus de traces de matière organiques dans les vingt premiers centimètres supérieurs et jamais dans ces sols l'horizon A

Parmi on cite les sols peu évolués d'apport alluvial. Ils occupent le fond caillouteux. Correspondent à des zones dunaires et/ou à des champs de nebkas fixés par une végétation naturelle à forte recouvrement servant de parcours, présentée par *Aristida pungens* et *Malcolmia aegytiaca*, ces sols fréquents en bordure de certains grands oueds tels que : au Nord de Tolga (Oued Salsou, Elnaam...), Sud Ouled Djelal Lioua (Oued Djedi). Plaine d'el-Outaya (Bled Selga et Ouglat Siouf) et Nord Est d'El Ghrous constitués de sable mobile qu'est généralement grossier et très faiblement calcaire avec de traces de matière organique.

-les sols de groupe halomorphes, ils sont estimés à 17% et les chotts à 2% situés sur les terrasses des principaux oueds, ces sols profonds à très profonds avec une texture (sablimoneuse à limono-sablo-argileuse), sur ces sols on rencontre souvent une végétation de cultigènes et jachères à *Ziziphus lotus*, *Artemisia herba alba*...etc. ces sols halomorphes rencontrés dans les dépressions qui sont en forme de cuvettes évasées. Localisées surtout dans la région Est où proximité du chott Melghir et au Nord des palmeraies d'Oumeche. Selgaet dans la plaine d'El-Outaya.

-Sols calcimagnésiques (Solontchaks calcique) : Deb Deb : ils sont les plus répandus dans la région (66%). En l'absence de lessivage et drainage, les sels se retrouvent en surface sous forme d'efflorescences blanches. Le gypse (sulfate de Ca), moins soluble, s'accumule en profondeur sous forme d'une couche épaisse et dure (deb deb)

3.3.2. Ressources en eaux :

3.3.2.1. Les eaux de surface :

D'après Hannachi., Bekkari ,1999. La région de Biskra est drainée par une série d'oueds dont les plus importants sont : Oued Djedi, Oued Biskra, Oued El-Arab et Oued El-Abiod.

Pour bien profiter de ces ressources en eaux, il a été réalisé deux barrages dans la région, avec une capacité totale de 102,5 HM³ (Foum El Gherza 47 HM³ et Fontaine des Gazelles 55,5 HM³) (BELGEUDJ et al, 2008).

3.3.2.2. L'hydrogéologie :

A- La nappe phréatique

Elle est connue au niveau des palmeraies de Tolga et se localise souvent sur des accumulations alluvionnaires .On classe dans cette catégorie, la nappe de l'oued de Biskra et celle de l'oued Djedi. Elle doivent leur alimentation normalement à partir des précipitations et des eaux d'irrigation .la plupart des eaux de cette nappe sont salées ou très salées (Khechai, 2001)

B- La nappe du continental intercalaire :

Cette nappe souvent appelée albienne, est caractérisée par une température très élevée. Elle est rarement exploitée, sauf à Ouled Djellal ou Sidi Khaled où les formations gréseuses de l'albien ou de barrémien sont touchées à une profondeur de 1500 à 2500 mètres (Khechai 2001).

C- Le complexe terminal :

a- La nappe calcaire

Cette nappe est la mieux connue grâce aux exutoires naturels, qui sont les sources de M'lili-Oumeche et Megloub, elle est aussi la plus sollicitée dans les palmeraies des Ziban, cette dernière est appelée nappe de Tolga, elle est constituée essentiellement de calcaires de l'Eocène inférieur et du Sénonien supérieur. Le réservoir de la nappe des calcaires «Nappe de Tolga» est constitué essentiellement de calcaire de :

- L'Eocène inférieur : leur épaisseur est estimée de 150m à 250m
- Du Sénonien supérieur, et ferres sont de direction Ouest-Est et Nord-Sud.

Ils convergent vers la grande dépression qui s'étend de Foughala à Bouchagroune, la nappe des Zibans est surexploitée, on observe le tarissement des sources et la diminution du débit global.

Au fur et à mesure que l'on s'éloigne des zones où affleurent les calcaires de l'Eocène inférieur et du Crétacé supérieur c'est-à-dire en direction du Sud-Est et de l'Est, la Nappe calcaire devient :

- Plus profonde.
- Moins productive.
- Plus mauvaise du point de vue chimique (importance de la salinité à cause d'une augmentation de l'épaisseur du recouvrement des marnes à anhydrite de l'Eocène moyen). (ANAT. 2003)

b- La nappe du Miopliocène

Cette nappe a une extension considérable. Elle est capturée par de nombreux forages dans les plaines. Son épaisseur reste faible sur les piémonts et augmente au milieu de la plaine. Son alimentation est assurée par les pluies exceptionnelles dans les zones d'affleurements les exutoires sont constitués par les sources et par les vastes zones d'évaporation. (ANAT. 2003)

3.4-La végétation

La végétation est le résultat des interactions de trois facteurs ; climat, sol et action anthropique.

L'existence des nappes favorise le développement des palmeraies dans de nombreuses Oasis comme ; Tolga, Borge Benazzouze, Ourlel et Oumech. Les cultures maraichères sont pratiquées aussi comme culture intercalaire.

Parmi les espèces herbacées et arbustives qu'on peut rencontrer on cite : *Atriplex halimus*, *Tamarix africana*, *Salsola vermiculata*, *Limoniastrum guyaninum* (Laadjel, 2005).

3.5. Données climatiques

D'après ITDAS, (2009), la région de Biskra appartient à l'étage bioclimatique aride à hiver chaud. La pluviométrie moyenne est de 125 mm, avec des maxima de 21 mm, en hiver et des minima de 0.38 mm, en été. Les températures sont très élevées en été (40°) et modérées en hiver (8°).

3.5.1. Température

Tableau 01: Températures (Moy, Min, Max) mensuelles à Biskra pour la période (1995-2009)

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juill	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
TpMax (°C)	12.80	15.50	21	23.20	29.10	34	36.40	36.20	30.30	26.50	17.30	13.90
Tp Min (°C)	9.30	10.70	15.90	18.50	23	30.10	33.30	33.10	27.10	21.80	10.90	10.80
TpMoy (°C)	11.25	13.12	17.61	21.25	26.90	31.93	34.89	34.22	28.78	23.94	16.02	12.17

Source : ONM (2010)

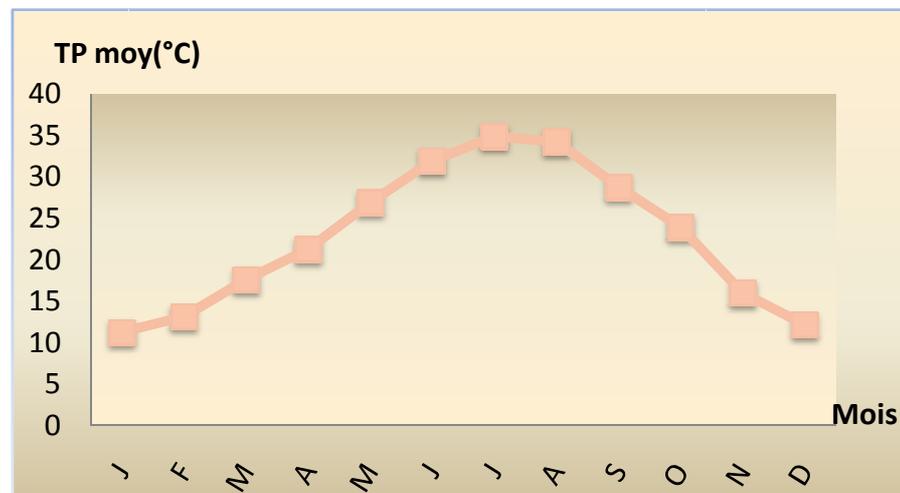


Figure 02 : Températures moyennes mensuelles à Biskra pour la période (1995-2009)

D'après la figure (02) la région de Biskra est caractérisée par des températures avec une moyenne annuelle de (22.61°C). Ce paramètre couvre une grande alternance durant cette période ; la température la plus élevée est enregistrée au mois de Juillet (34.89°C), et la plus faible au mois de Janvier (11.25°C).

3.5.2. Précipitations

La pluviométrie constitue un élément très important dans l'analyse de climat (Estienne et Godar, 1970, in Lebid, 2006). Les récoltes sont dépendantes de son importance et sa répartition dans l'année (Sapin, 1977, in Lebid, 2006, in Benhafid, 2009).

Tableau 02: Précipitations moyennes mensuelles en (mm) à Biskra pour la période (1995-2009)

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juill	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
P (mm)	26.42	6.02	12.20	11.85	11.45	1.39	0.85	2.47	15.90	12	15.07	15.85

Source : ONM (2010)

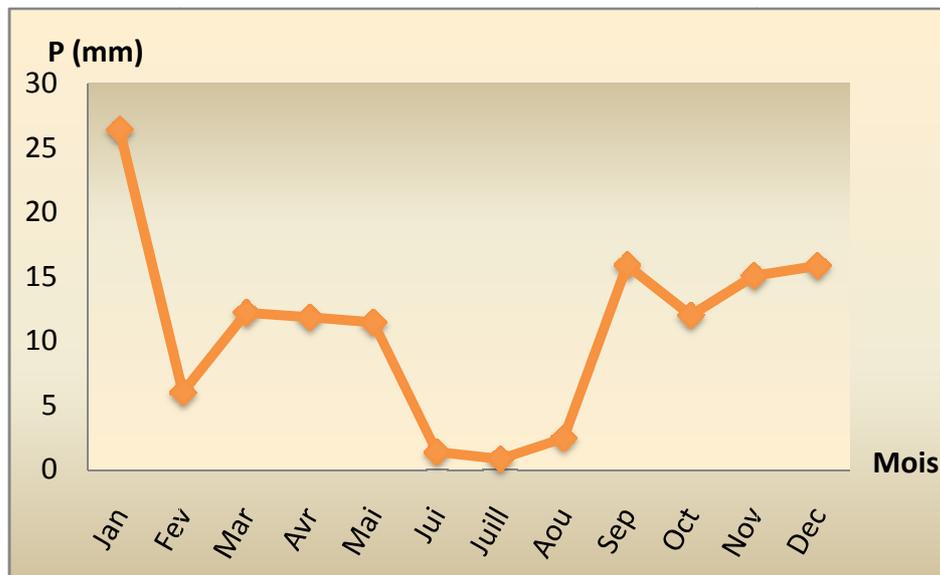


Figure 03: Précipitations moyennes mensuelles en (mm) à Biskra pour la période (1995-2009)

D'après la figure (03) la région de Biskra est caractérisée par des précipitations avec une moyenne annuelle de (10.96mm). Ce paramètre couvre une grande alternance durant cette période ; les précipitations les plus élevés sont enregistrées au mois de Janvier (26.42 mm), et les plus faibles au mois de Juillet (0.85mm).

3.5.3. Humidité relative

L'humidité relative de l'air est le rapport entre la quantité effective de la vapeur d'eau dans un volume d'eau donnée, et la quantité maximale dans le même volume et la température.

Tableau 03 : Humidité relative moyenne en pourcentage pour la période (1995-2009)

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juill	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
Humidité relative (%)	59	48.64	41.45	37.45	32.73	27.27	25.82	28.36	41.18	47.45	54.27	62

Source : ONM, 2010



Figure 04 : Humidité relative moyenne en (%) à Biskra pour la période (1995-2009)

Les données caractérisant l'humidité relative de la région de Biskra durant la période qui s'étend de 1995 à 2009 sont reportées dans la figure (04)

A travers ces données, nous pouvons y lire que l'humidité a atteint son maximum au mois de Décembre avec un pourcentage de 62 %, et son minimum pour le mois de Juillet pour un pourcentage de 25.82 %.

3.5.4. Vents

Le vent constitue dans certains biotopes un facteur écologique limitant. Sous l'influence des vents violents, la végétation est limitée dans son développement. Le vent a tout d'abord une action indirecte :

- * En abaissant ou en augmentant la température, suivant les cas.

✿ En augmentant la vitesse d'évaporation, il a donc un pouvoir desséchant.

Les vents locaux sont de fréquences Nord-est et Nord-ouest et faibles au Sud. Le siroco reste le vent qui mérite le plus d'attention en raison de l'action nuisible que ce vent chaud peut exercer sur les cultures. Il souffle du Sud pendant la saison sèche amenant avec lui sable et poussière (Dajoz, 1971 in Remini, 1997, in Abdesselam, 1999)

Tableau 04: La vitesse du vent enregistrée en m/s pendant la période (1995/2009)

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juill	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
Vent (m/s)	4.18	4.40	5.05	5.88	5.61	4.37	4	3.76	4.07	3.65	4.15	4.20

Source : ONM, 2010

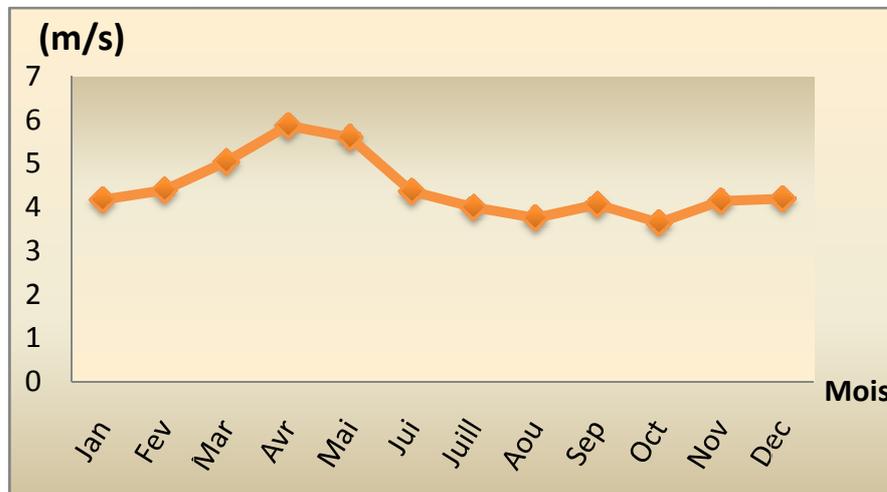


Figure 05: La vitesse du Vent enregistrée en m/s pendant la période (1995/2009).

D'après figure (05) on remarque que la vitesse maximum du vent a été enregistrée dans le mois d'Avril avec une moyenne de 5,88 m/s et le minimum au mois d'Octobre avec une vitesse de 3,65m/s.

Dans la région de Biskra ; les vents soufflent durant toute l'année, le maximum de force des vents est enregistré en fin d'hiver et au printemps. Les vents de sable sont fréquents en Mars et Avril. Figure (05).

3.5.5. Insolation

L'une des caractéristiques du climat saharien est l'importance d'heure d'insolation, l'atmosphère présente une grande pureté durant toute l'année (Toutain, 1977).

Tableau 05: Le nombre d'heures d'insolation pour la période (1995-2009).

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juill	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
Insolation	232.73	249.18	280.64	290.45	321.27	346.00	356.18	330.64	266.09	254.91	226.91	210.18

Source : ONM, 2010

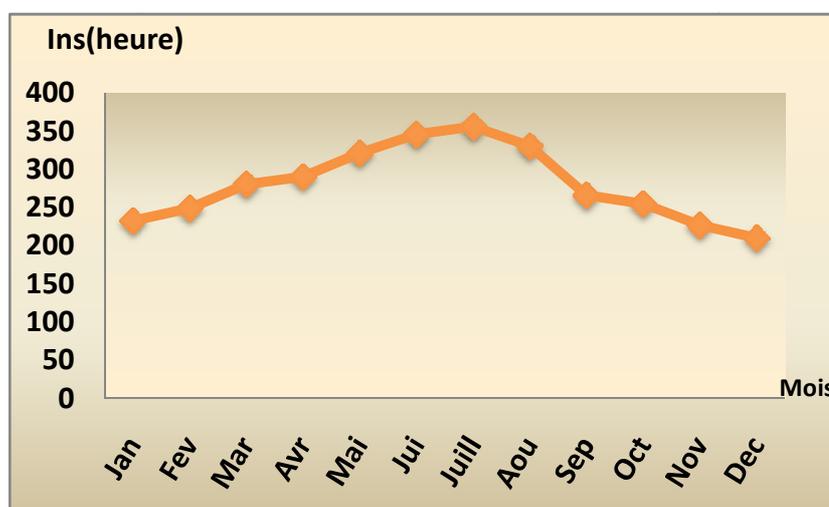


Figure 06 : Le nombre d'heures d'insolation pour la période (1995-2009).

Le nombre moyen annuel d'heures d'insolation est (280.43 heures) par an, ce qui correspond environ 0.764 heures d'insolation par jour. Le phénomène est régulier, passant d'un minimum en Décembre (210.18 heures) à un maximum en juillet (356.18 heures). Figure (06).

3.6. Synthèse climatique

3.6.1. Diagramme Ombrothermique de GAUSSEN

Ce diagramme ombrothermique a été réalisé avec les données climatiques relevées durant la période (2000-2009)

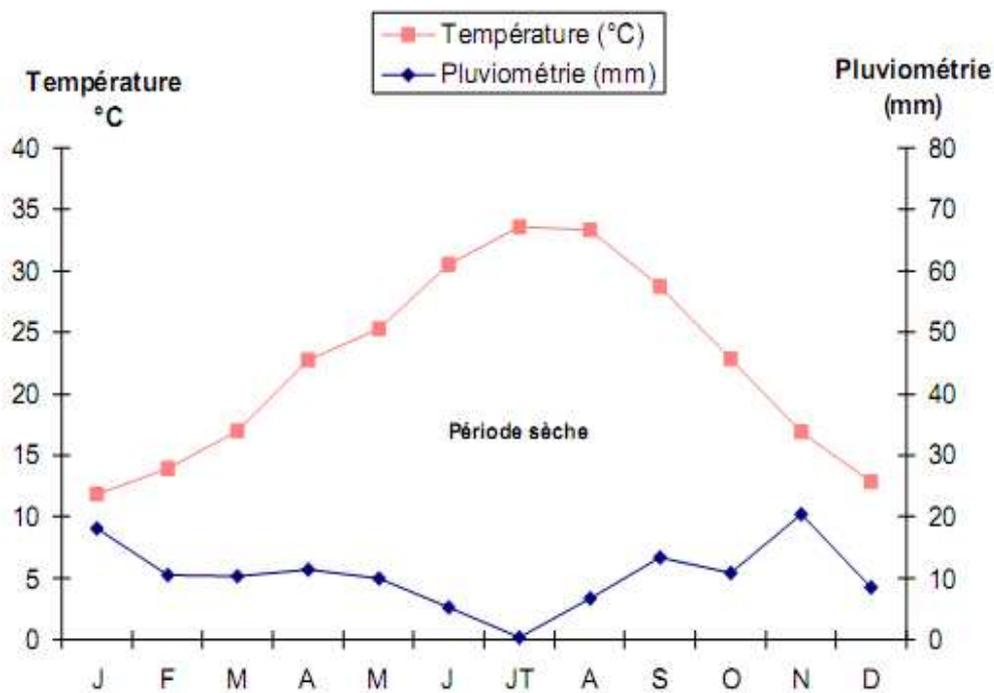


Figure : Diagramme ombrothermique de GausSEN de la région de Biskra

Le diagramme ombrothermique de GausSEN est une représentation graphique où sont portés, en abscisse les mois, et en ordonnées les précipitations (P) et les températures (T), selon la formule $P = 2 T$.

L'intersection des deux courbes P et T où l'aire comprise entre les deux courbes représente les périodes sèches.

L'analyse du diagramme (figure), nous montre aussi que la période sèche, dans la région de Biskra pour la période de 1995 à 2009, est comprise entre les mois de Février jusqu'à Novembre et une période humide pendant le mois de Janvier et Décembre.

3.6.2. Indice d'aridité d'Emmanuel Dermartonne

$$I_a = \frac{P}{T+10}$$

P : Pluviosité moyenne annuelle

T : Température moyenne annuelle

Suivant les données climatiques de la période allant de 1995 à 2009 énoncées plus haut nous pouvons ressortir que P= 131.47 mm et T= 22.67 °C.

Par application numérique nous obtenons : $I_a = \frac{131.47}{22.67+10} = 4.024$

Les résultats démontre que $I_a = 4.024$ or $I_a < 10$, ce qui conclu que la région de Biskra se situe dans une zone aride et sec.

3.6.3 Quotient pluviométrique d'Emberger:

Le **quotient pluviométrique** ou *indice climatique d'Emberger* sert à définir les cinq différents types de climats de la région méditerranée, depuis le plus aride, jusqu'à celui de haute montagne. Ce quotient est défini par la formule :

La formule est parfois adaptée sous la forme suivante (formule de Stewart, 1969 in ABDESSELAM S, 1999) :

$$Q_2 = \frac{3,43xP}{M - m}$$

Avec:

- Q_2 : quotient pluviométrique d'Emberger
- M : la moyenne des températures du mois le plus chaud.
- m : la moyenne des températures du mois le plus frais.
- P : pluviométrie annuelle en mm.

L'emplacement de cet indice sur le climagramme d'Emberger nous permet de situer notre zone d'étude dans l'étage bioclimatique saharien à hiver chaud.

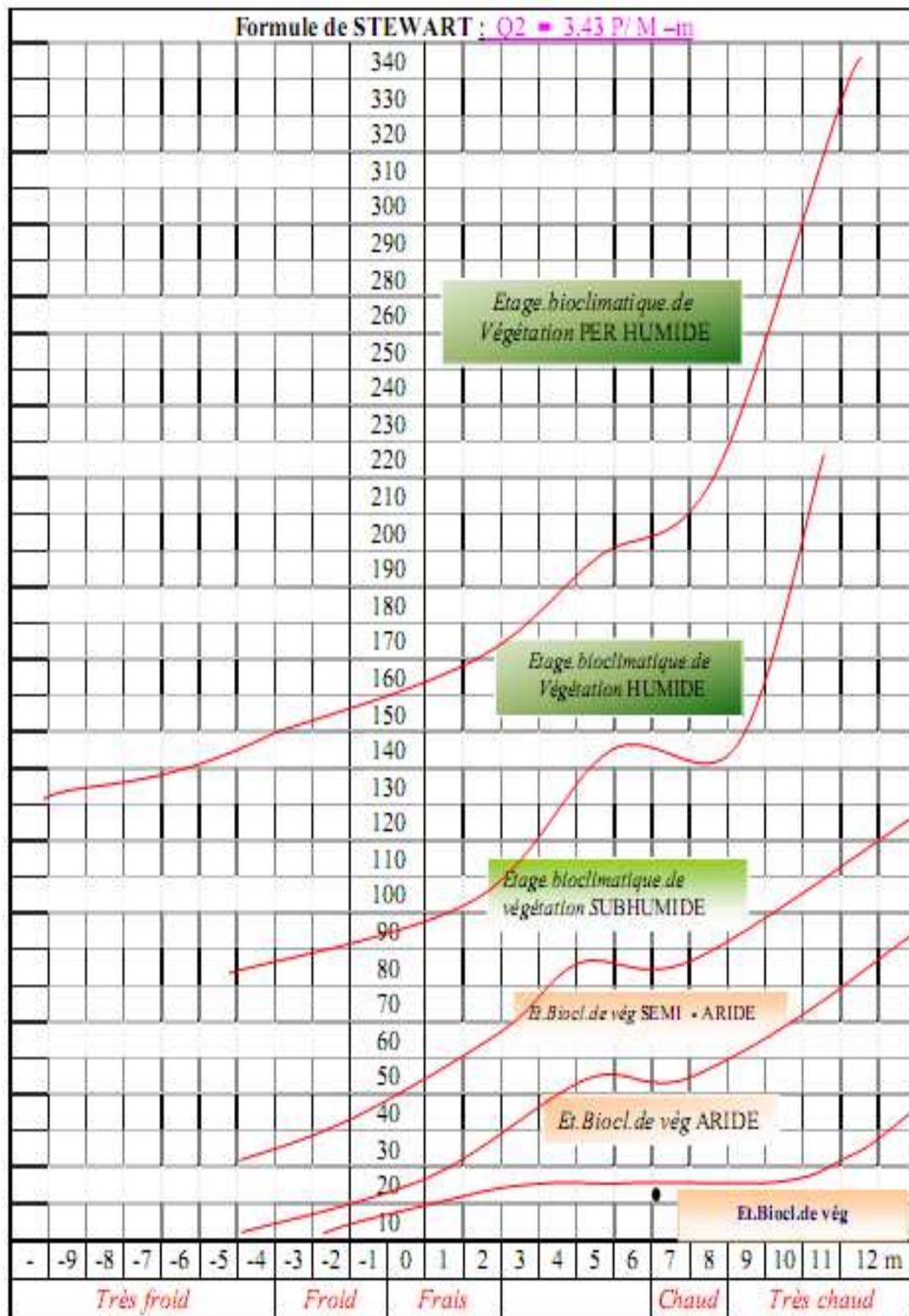


Figure 08: Le climagramme du quotient pluviométrique Q2 d'EMBERGER Pour le climat méditerranéen durant la période (1977 – 2001)

4. Les potentialités socio-économiques :

4.1. La population :

Dés l'indépendance l'évolution de la population de la wilaya était importante. Elle est estimée en 1966 à 135 901 habitants, et qui est passée après 10 ans en 1977 vers 206 856 habitants qui correspondent à un taux de croissance de 3.8%. Vue l'amélioration des conditions de vie dans les années 80 et le taux de migration qui s'est multiplié le nombre vers 430 202 habitants en 1987 qui représente un taux de croissance de 6.88%, d'après le dernier recensement (RGPH) de 1998 qui indique une évolution importante du nombre d'habitants 589697 et qui représente un taux de croissance de 2,9%, mais actuellement il est estimé à 722 274 habitants, qui sont répartis en âge et par sexe(DPAT ,2009)

4.2. Emploi :

Le nombre des employés dans la wilaya de Biskra est estimé à 232 670 employés jusqu'à l'année 2009 et qui se distribuent sur différents secteurs comme suit:

Tableau (06): répartition de nombre d'employés par secteur (2009)

Secteur	Population	%
Administration	32 860	14.12
Industrie	9 370	4.03
Agriculture	101 586	43.66
Services	43 657	18.76
Travaux publiques	28 193	12.12
Autres	17 004	7.31
Total	232 670	100

Source: DPAT,2009

Le secteur agricole seul renferme 43,66% des employés de la wilaya, ce qui explique l'importance de ce secteur qui confirme la vocation agricole de la région. En deuxième et troisième place viennent le secteur administratif et celui des services avec un taux respectivement de 14,12% et 18,76%. Pour l'année 2008 le nombre des postes d'emplois créés est de 29 526 postes de travail et le secteur agricole reste le principal acteur avec 43.66% d'emploi créé en 2008. Car la création de ces postes de travail c'est l'action secondaire principale du plan national de développement agricole (PNDA), qui a réduit le

nombre de chômeurs à 31 050 qui représente un taux de chômage de 12,10%, qui est acceptable par rapport aux taux estimés par le recensement (RGPH) en 1998 qui est de 38%.

5. L'agriculture dans la région de Biskra :

La superficie totale destinée à l'agriculture est de l'ordre de 1 652 751 ha ce qui représente 77% de la superficie totale de la wilaya malgré qu'en 2000 occupant 97,2% de la superficie totale, ce recul explique les pertes importantes dans le foncier agricole. Pour la surface agricole utile elle est de l'ordre de 179 054 ha ce qui représente 10,8% de la superficie totale agricole dans les quelles 108 382 ha de superficie irriguée qui représente 60,5% de la surface agricole utile et qui explique les moyens importants utilisés pour développer ce secteur (DSA, 2009)

Tableau (07) : la répartition et l'évolution des exploitations agricoles selon le statut juridique dans la wilaya de Biskra entre 2000 et 2007.

Année	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
EAC	58	58	58	58	58	58	58	58
EAI	1542	1542	9276	9276	9290	9298	9290	9290
Ferme pilote	01	01	01	01	01	01	01	01
Concession	85	85	125	145	825	849	919	969
Privée	20140	20648	20808	20976	21926	21926	25592	25592
Autre	01	01	01	01	01	360	382	405
Total	21828	22336	30270	30464	32102	31693	36242	35396

Source : DSA, 2009.

Le foncier agricole dans la région d'étude est occupé par différents types d'exploitations, à savoir : EAC, EAI, Fermes pilotes, Privé et concession (tableau 07). Où seulement l'exploitation privé qui évolue rapidement, actuellement avec 25596 exploitations elles représentent la majorité d'exploitations sont 72,3%, par contre en 2000 représentent 92,3% avec un nombre de 20140 et cette petite régression d'exploitations privées, cette évolution rapide du nombre s'explique par la subvention d'Etat au secteur privé par le biais de la FNRDA. Mais par contre le nombre d'exploitations agricoles collectives et ferme pilote sont en nombre stable qui sont successivement 58 et 01.

Les contraintes majeures des sols de Ziban

I- La salinité

1-1- La salinité de sol

Ce phénomène correspond à l'accumulation excessive des sels très solubles (chlorures, sulfate, carbonates, sodium, magnésium...etc.) dans la partie superficielle des sols, ce qui traduit par une diminution de la fertilité des sols. L'approvisionnement en eau des plantes est rendue plus difficile, certains éléments peuvent avoir en outre un effet toxique spécifique (Na, Cl, B), le sodium enfin peut se fixer sur les argiles et modifier leur comportement en présence d'eau. (Hammani et Aïd, 2007 in Benhafid, 2009)

1-2- Signes de la salinité

Les principaux signes de la salinité des sols selon Hammani et Aïd in Benhafid, 2009 sont:

- Apparition des mauvaises herbes tolérantes au sel comme *les halophytes sp.*
- Croissance irrégulière de la culture et manque de vigueur des plantes.
- Croute blanchâtre en surface.

1-3- Facteurs intervenant de processus de la salinité

1-3-1- Source des sels

La salinisation d'un milieu implique la présence d'une source de sel, cette source peut être soit un matériau géologique soit d'eau d'irrigation soit la nappe phréatique. (Hammani et Aïd, 2007 in BENHAFID N, 2009)

1-3-2- Climat

Le climat est un facteur qui favorise le processus de salinisation, les très faibles précipitations et les fortes températures augmentant l'évaporation des eaux, cela entraîne la remonté par capillarité et augmente la concentration de solution de sol, ceci explique pourquoi ces processus se développent dans les régions arides et semi-arides et désertiques. (Hammani et Aïd, 2007 in Benhafid, 2009).

2-La salinisation par l'eau d'irrigation

Toutes les eaux d'irrigation du Sahara contiennent une quantité excessive de sel soluble qui se concentrent dans la zone racinaire, pour cela les sels trouvés dans les sols de Sahara proviennent essentiellement de l'eau d'irrigation, ainsi la concentration des sels augmente progressivement dans la zone racinaire à chaque irrigation. (Hammani et Aïd, 2007 in Benhafid, 2009)

3-Effets de la salinité

3-1- Effet sur le sol

La salinité présente un effet défavorable sur le sol, car leurs propriétés physiques sont affectées par les sels solubles par des modifications notables ; surtout structure de sol à la suite d'un passage de forte teneur en sodium sur le complexe absorbant, à l'état humide l'argile dispersée à la suite d'une diminution de la cohésion des particules fines qui vont occuper les vides qui existent dans la matrice, puis elles entraînent une diminution de la perméabilité. (Hammani et Aïd, 2007 in Benhafid, 2009)

3-2- Effet sur les végétaux

La salinité des sols peut avoir un effet sur les cultures, l'absorption de l'eau du sol par les végétaux peut se trouver réduite dans les conditions salines. Une forte concentration en sels augmente la force de succion totale de l'eau de sol.

La concentration de solution de sol entraîne une augmentation de sa pression osmotique. La disponibilité en eau devient limitée, le point de flétrissement est atteint d'autant plus rapidement que la charge saline est élevée. Ce qui freine l'absorption de l'eau et provoque la sécheresse physiologique de la plante. (Hammani et Aïd, 2007 in Benhafid, 2009)

4- Moyens de lutte contre la salinité

On cherche essentiellement à améliorer la disponibilité de l'eau du sol pour la culture par les solutions préconisées nous pouvons citer quelques cas :

- Irriguer plus fréquemment pour améliorer l'approvisionnement hydrique de la culture ;
- Choisir une culture tolérante à une salinité existante éventuelle ;

- Changer la méthode d'irrigation ;
- Modifier la pratique culturale ;
- Amélioré ou régularisé la surface ou la pente de terrain pour rendre l'application d'eau uniforme ;

Modifier le profile cultural du sol pour améliorer la production de l'eau de profondeur. (Hammani et Aïd, 2007 in Benhafid, 2009)

➤ II- Lutte contre l'érosion des terres

L'extension actuelle des cultures fruitière pousse certains planteurs à la recherche des nouvelles surfaces cultivables, à défricher des coteaux bien exposés, situation particulièrement favorable à l'obtention de produits de qualité. Malheureusement, les terres légères des pentes si propices à l'arbre, sont très sensibles aux dégâts causés par les ruissellements consécutifs aux pluies diluviennes, dégâts connus sont le nom d'érosion : la meilleure partie du sol est emportée par l'eau et les rendements de verger s'en trouvent profondément altérés. (Laadjel, 2005)

1- Comment se produit l'érosion

D'après Laadjel, 2005. Plusieurs conditions doivent se trouver réunies :

- 1°- La vitesse pluviométrique doit être supérieure à la perméabilité du sol. Ainsi une certaine quantité d'eau libre restera en surface.
- 2°- La pente doit être assez prononcée pour que cette eau se déplace par son propre poids, se réunisse en masse et acquière de ce fait une certaine vitesse.
- 3°- Le degré de résistance du sol, sa cohésion, doit être inférieure à la force du courant d'eau.

Ainsi se dégagent les trois caractères du sol facteurs de base de l'érosion : perméabilité, pente, cohésion, dominés par le facteur climatique original : l'intensité des précipitations sous forme de vitesse pluviométrique.

Vitesse pluviométrique et perméabilité.

De leur différence, on déduit le coefficient de ruissellement, qui permet d'évaluer, en fonction de la surface, la masse d'eau nuisible.

Pente :

La vitesse d'écoulement croît en même temps que la pente. Mais c'est surtout l'étendue de celle-ci qui agit, car elle contribue à rassembler des masses d'eau allant de plus en plus vite et douées d'une force de plus en plus grande. En arrachant la terre qui entre en suspension, l'eau accroît encore sa force de destruction. D'après Ramser, la quantité de matières susceptibles d'être entraînées varie avec la puissance 5 de la vitesse. Quand celle-ci double, la masse liquide peut emporter 32 fois plus de terre.

On peut tirer de ces faits une conclusion fort importante pour la défense contre l'érosion : la lutte doit être entamée en haut des pentes et poursuivie sur toute leur longueur, afin d'éviter le rassemblement de trop grosses masses d'eau, de ralentir la vitesse et d'empêcher le moindre déplacement de terre. Le secret d'une lutte économique et efficace est enfermé dans ces quelques notions : on chercherait en vain à combattre le flot lorsqu'il a pris une certaine amplitude, il faut couper, diviser la pente pour la rendre inoffensive. (Laadjel., 2005).

Cohésion :

L'excellente fixation du sol par la forêt fait parfois dire que l'arbre, grâce à son puissant système racinaire, maintient bien le terrain en place. Transposée dans les vergers, cette affirmation se révèle dangereusement fautive, car les conditions sont totalement différentes. La terre constamment travaillée, l'absence de protection superficielle, mettent le sol à la merci des ruissellements. Sans doute, les terres légères vouées à la culture fruitière présentent une excellente perméabilité qui retarde la formation des ruisselets. Mais la faible cohésion naturelle et provoquée par les travaux rend les dégâts très rapidement sérieux dès qu'ils commencent à se manifester. (Laadjel., 2005).

2- Méthodes de lutte :

Pour se défendre contre l'érosion, il est nécessaire d'agir sur les facteurs qui la provoquent. Bien entendu, on reste désarmé en face de la pluviométrie, mais on peut plus ou moins modifier les conditions de sol.

La perméabilité peut être accrue par des travaux d'ameublissement, le chaulage des terres argileuses, le ralentissement de l'écoulement de l'eau. Mais il faut, dans ce sens, éviter deux dangers :

1°- Une trop abondante infiltration cause des lessivages (érosion verticale).

2°- S'il existe des horizons argileux en sous-sol, ceux-ci peuvent, sous l'influence d'un excès d'eau, constituer une pente savonneuse provoquant des glissements de terrain, plus graves encore que l'érosion de surface.

Dans les deux cas, il y a intérêt à évacuer l'excédent d'eau dans des exutoires.

La cohésion peut être améliorée par des plantes fixatrices, des apports de fumier organique.

Mais c'est surtout sur la pente suivie par l'eau que l'on agit. On s'efforce de constituer des barrages obligeant le liquide à s'arrêter ou à ralentir sa course, afin de le rendre inoffensif. Nous allons examiner les différents moyens mis en œuvre dans ce but, qui sont, dans l'ordre d'efficacité croissante : le travail du sol suivant les courbes de niveau, les ados, les banquettes et la couverture végétale. Combinées, ces méthodes se renforcent mutuellement. (Laadjel., 2005).

I- Choix des stations d'étude ;

On a divisé la région d'étude aux trois stations selon la situation géographique, ces palmeraies sont parmi les grandes palmeraies de Ziban, la nature de sol ;

On a choisi 03 palmeraies au niveau de chaque station;

Dans chaque palmeraie on fait trois sondage à trois niveaux (0-20 cm),(20-40 cm) et (40-60cm) avec une tarière, et un profil type pour chaque station.

I-1- Station d'El- Maleh

La station d'El-Maleh, dans laquelle notre étude a eu lieu, se situe à une distance de 07 km au Sud-est de la ville de Biskra, sur la rive droite de la nationale 83 en direction de Sidi Okba ; se mettant donc à l'action conjuguée des apports d'oued Sidi Zarzour et les apports éoliens.



Photo (01) : Station d'El-Maleh

I-1-1. Description du milieu

Date de description : 21/12/2009

Condition climatiques : ciel dégagé

Cordonnées géographiques (Lambert): selon la carte topographique de Biskra (1/250000), les coordonnées géographiques de la station d'El-Maleh sont :

Attitude : 171-172 km

Longitude : 781-782 Km

Altitude : 66m

Géomorphologie : glacis

Topographie : plaine

Terrace : alluvionnaire

Cultures pratiquées : phoeniculture (Deglet Nour, Ghars, Degla Baâda,)

Végétation spontanée : *Tamarix Africana*, *Salsola tetragon*, *Salsola Vermiculata*, *Lyminum Guyananum*, *Gymnos porien sinigalensis*...

Drainage : mauvais

I-2- Station d'El-Hadjeb

La station est située à 10 Km au Sud-Ouest de la ville de Biskra, dans la région d'Ain Benoui.

Elle est limitée au nord par la route nationale N°46 "Biskra-Tolga", au Sud par une ancienne piste (Choucha-Oumache) à l'Est par Oued Melah et à l'Ouest par Ain Magloub. Elle s'étend sur une superficie d'environ 35000 ha.



Photo (02) : Station d'El-Hadjeb

I-2-1. Description du milieu

Date de description : 23/12/2009

Condition climatiques : ciel dégagé

Cordonnées géographique (GPS) :

Attitude : 07°43'80"

Longitude : 38°55'335"

Altitude : 123 m

Géomorphologie : glacis

Topographie : plaine

Terrace : alluvionnaire

Cultures pratiquées : phoeniculture (Deglet Nour, Ghars, Degla Baïda,)

Drainage externe : mauvais

I-3- Station Tolga

Cette station est située à 40 km de Biskra avec une latitude de 34°42 N et une longitude de 16°93 E.

La station se situe près de Tolga à Borj Ben Azzouz (le grand pôle phoenicole de la wilaya de Biskra au niveau de qualité des dattes et le nombre de palmier dattier). C'est le pôle le plus important dans le Zeb Gharbi. En plus c'est la zone où les agriculteurs appliquent et pratiquent bien les techniques culturales.



Photo (03) : Station de Tolga

I-3-1. Description du milieu

Date de description : 23/12/2009

Condition climatiques : ciel dégagé

Cordonnées géographique (GPS) :

Attitude = 07°19'883"

Longitude = 38°36'608"

Altitude = 96 m

Géomorphologie : plaine alluviale

Topographie : plaine

Microrelief : faiblement ondulé

Terrace : alluvionnaire

Cultures pratiquées : phoeniculture (Deglet Nour, Ghars, Degla Baïda,)

Drainage externe : mauvais

I- Approche méthodologique

Notre approche méthodologique se base essentiellement sur la description de profil type de chaque station, l'échantillonnage, la caractérisation analytique des sols et des eaux d'irrigation.

I.1. Etude des sols**I.1.1. Description du profil type des stations d'étude****A- Description du profil type d'El Maleh****De 0 jusqu'à 54 cm :**

De 0 à 1 cm une croûte de battance compacte et battante.

De 01 jusqu'à 54 cm :

Couleur brune claire

Végétation importante.

Fissurations

Tâches blanchâtres (peut être sels ou calcaire)

Sol légèrement humide

Texture sablo limoneuse

Structure massive

Certain compactage

De 54 jusqu'à 100 cm :

Couleur brune claire

Texture sableuse

Structure particulière

Système racinaire dense

Granules blanchâtres

Classification : sol sableux

B- Description du profil type d'El-Hadjeb

De 0 jusqu'à 42 cm : structure massive compacte brune claire, faible porosité, absence de vie biologique, de cristaux de sel blanchâtre.

Texture sableuse légèrement humide.

De 42 jusqu'à 80 cm : structure massive plus compacte brune grisâtre, macro fissurations, pas de porosité.

Texture sableuse légèrement humide à concrétion blanchâtre.

De 80 jusqu'à 100cm :

Structure massive très compacte blanchâtre, pas de vie biologique, pas de porosité, des taches rougeâtres, des inflorescences gypseuses saline.

Texture sableuse légèrement humide.

Classification : sol gypseux à phase salé

C- Description du profil type de Tolga

De 0 jusqu'à 1 cm : des efflorescences salines de couleur blanchâtre

De 01 jusqu'à 103 : couleur brune claire, structure particulière, des inflorissance salines, porosité, pas de vie biologique.

Texture sableuse humide.

De 103 jusqu'à 125 cm : couleur brune claire, structure compacte, des taches verdâtre d'hydromorphie, des inflorescences salines, porosité, pas de vie biologique.

Classification : le sol est classé comme un sol calcaire contenant quelques traces de matière organique dans les vingt premiers centimètres supérieurs.

Sol affecté de sels et présente une formation gypseuse (Deb-Deb).

I.1.2. Echantillonnage

Quelque soit la performance du laboratoire, des méthodes d'analyses, la fiabilité des résultats expérimentaux dépend avant tout de la qualité du prélèvement. Ainsi, quelques consignes simples doivent impérativement être respectées :

- Délimiter une zone réduite bien représentative de la parcelle et la bien repérer pour les prélèvements ultérieurs ;
- L'échantillonnage sera réalisé en respectant les limites des horizons ;
- Effectuer dans cette zone des prélèvements ponctuels par horizon de petits échantillons de terre avec une tarière ;
- Concernant les analyses liées à la salinité et étant donné que la teneur en sel varie suivant la profondeur, il est recommandé de prélever quelques échantillons de profils par horizons génétiques ou, le cas échéant, par couches sédimentaires. Toutefois, on sait que le sel ne s'accumule pas nécessairement suivant les horizons génétiques. Faute de stratification dans le profil, on prélèvera à la profondeur atteinte par tarière, généralement à 20 cm, et les échantillons suivants pourront être prélevés à des intervalles de 20 à 40 cm, 40 à 60 et 60 à 80 cm ou toute autre profondeur appropriée suivant la profondeur à laquelle se trouve la zone des racines. La dimension de l'échantillon dépend du nombre de mesures à effectuer : 250 gr de sol par échantillon suffit généralement (Xanthoulis, 2000 in Omeiri, 2008) ;

Pour la caractérisation analytique de la fertilité du sol, théoriquement la profondeur du prélèvement doit tenir compte du type de travail du sol effectué ; dans le cas des céréales on prélève généralement à 25 cm de profondeur ; dans les cultures sans labour on peut remonter jusqu'à 15 cm (Le Souder et Masse, 2005, in Omeiri, 2008) ; pour les sols des palmeraies, cas de notre zone d'étude, nous avons estimé, pour un échantillonnage adéquat de prélever au pied du palmier dattier des échantillons de sol de surface, et d'aller jusqu'en profondeur pour d'autres prélèvements dans la zone d'activité des racines en prenant soin de supprimer le chevelu racinaire. Nous avons ainsi exploré les profils par tranches de 0-20cm ; 20-40cm et 40-60cm et selon la nature du problème et les détails recherchés par notre étude, nous avons gardé les mêmes échantillons pour caractériser la salinité et la fertilité des sols étudiés.

Après passage au Tamis de maille 2 mm, les échantillons ont subi des analyses physico-chimiques. Les échantillons du sol ont été prélevés au cours de mois de Décembre 2009. L'ensemble des analyses ont été effectués au niveau du laboratoire de pédologie du département d'Agronomie de l'université Ouargla et l'université de Biskra.

I.1.3. Caractérisation analytique

La fertilité naturelle d'un sol est en fonction de nature physico-chimique des constituants de la roche mère et de l'activité biologique (Omeiri, 2008) qui conditionnent des ;

- Propriétés physiques (structure, aération, rétention de l'eau, profondeur, % de terre fine, etc.)
- Propriétés chimiques (dynamiques des échanges chimiques)

C'est pourquoi l'on a procédé à des analyses du sol portant sur ces aspects. Toutefois, au cours de ce travail nous avons rencontré une série de problèmes en rapport avec les moyens de réalisation et les méthodes d'analyse.

En effet, du point de vue analytique, la présence du gypse dans les sols étudiés est une cause de perturbation et peut conduire à des résultats erronés : les propriétés physico-chimiques induites par le gypse sont très particulières et ont une influence non négligeable sur les résultats d'analyse que l'on applique aux sols gypseux et dont la difficulté est bien connue (Soudrat, 1964 in Viellefon, 1979, in Omeiri, 2008),

Selon Viellefon (1976) in Viellefon (1979), in Omeiri, 2008) ces propriétés concourent notamment à fausser :

- L'analyse granulométrique, par suite de floculation, des pertes de poids au séchage et d'inadéquation des paramètres de prélèvement
- Les dosages du gypse lui-même par suite de la présence éventuelle des fractions plus ou moins déshydratées qui ne sont pas diversifiées par le dosage chimique qui porte les ions SO_4^{2-}
- La détermination de la CEC et l'explication des résultats par suite de la dissolution des sels peu solubles de calcium qui empêche la saturation totale des sites d'échange par le cation utilisé (Omeiri, 2008)

A partir de toutes ces considérations, on déduit que la recherche des méthodes nouvelles plus adaptées, s'avère nécessaire pour la validité des résultats analytiques. Par ailleurs et malgré les améliorations de méthodologie proposées par certains chercheurs, il faudrait avouer que pour notre étude, nous n'avons pas tenu compte de ces nouvelles méthodes, faute de moyens d'une part et la complexité de ces méthodes d'autre part : les déterminations analytiques classiques sont inopérantes et les méthodes mieux adaptées difficiles à mettre en œuvre (A.F.E.S, 1992, in Omeiri, 2008)

I.2. Etude des eaux

Il est à noter que par rapport aux objectifs tracés par notre étude, des échantillons d'eaux d'irrigation ont été prélevés au niveau de chacun des forages desservant les palmeraies des trois stations d'étude pour apprécier leur qualité chimique.

II. Méthodes d'analyses:

II.1. Méthodes d'analyses physico-chimiques du sol :

Les analyses physico-chimiques du sol sont effectuées au niveau de l'laboratoire pédologique du département d'agronomie de l'université de Ouargla.

II.1. La composition granulométrique : par tamisage pour déterminer les fractions du sol.

Malheureusement, le manque des moyens nécessaires (pipette de Robinson et les produits chimique), ainsi que le nombre assez élevé des échantillons de sol (90 échantillons), ont poussé à se contraindre de faire cette analyse par un simple tamisage à sec.

II.2. La conductivité électrique: la salinité du sol est mesurée à l'aide d'un conductimètre avec rapport sol/eau égale à 1/5 ;

II.3. Le pH : on fait les analyse du pH sur l'extrait 1/5 du sol à l'aide d'un pH mètre ;

II.4. Dosage du calcaire total: on peut le déterminer par l'attaque de CO₂ par l'acide HCl à l'aide d'un calcimètre de BERNARD ;

II.5. Dosage du calcaire actif: La détermination du calcaire actif concerne la fraction du calcium des carbonates qui est précipitée par une solution d'oxalate d'ammonium (méthode Drouineau et Drouineau-Galet) ;

II.6. Dosage de gypse: selon vieillefon, 1979 on peut déterminer le taux de gypse par la méthode d'étuvassions ;

II.7. Dosage de l'azote : Attaquer le sol par l'acide sulfurique pour la transformation de l'azote organique en sulfate d'ammonium (la Méthode de Kjeldahl);

II.8. Dosage de carbone organique et de la matière organique: Le carbone organique est oxydé par le bichromate de potassium en milieu sulfurique. Pour la détermination de la M.O dans nos échantillons de sol, nous avons opté pour la première méthode (détermination du carbone organique par la méthode Anne et puis la déduction du taux de M.O en multipliant la valeur obtenue par 1.72).

II.9. Dosage des cations:

L'extrait 1/5 du sol est pulvérisée dans un mélange de comburant (air ou oxygène) et de combustible (acétylène, hydrogène, butane, etc...) gazeux. Les éléments contenus dans cette solution sont excités et émettent un rayonnement dans certaines bandes, qui leur sont caractéristiques, du spectre visible ou invisible à l'aide d'une spectrophotométrie de flamme.

II.10. Dosage des anions:**II.10.1. Les Sulfates :** par titrage**II.10.2. Les chlorure :**

L'équivalence est atteinte lorsque l'addition d'une goutte de solution de nitrate d'argent ne provoque plus de précipitation du précipité AgCl blanc: il n'y a plus d'ions chlorure Cl⁻ dans le mélange réactionnel, mais la fin de la réaction est difficile à repérer. Il faut utiliser un indicateur de fin de réaction par la méthode de Mohr (argentimétrie).

II.10.3. Carbonates et bicarbonates: La détermination des carbonates s'applique aux sols séchés à l'air, dont le pH est supérieur à 7. Détermination par titrage.

II.2. Les analyses hydrochimiques des eaux d'irrigation :

Les prélèvements sont effectués au niveau de chaque forage desservant les palmeraies des trois stations.

II.2.1 La conductivité électrique : Mesurer à l'aide d'un conductimètre avec un échantillon d'eau des Forage de 150 ml.

II.2.2 Le pH (de l'eau) : On prélève de l'eau de la zone d'étude, à l'aide d'un pH mètre on mesure le pH.

II.2.3 Dosage des cations : La détermination des différents dosages de cations a été réalisée par la méthode de spectrophotométrie à flamme.

II.2.2.1 Sodium et Potassium: Une aliquote des d'eau est mise en réserve dans une petite fiole en Polyéthylène en vue des dosages de K⁺ Na⁺ par spectrophotométrie de flamme.

II.2.2.2 Calcium et Magnésium : par "Complexométrie".

II.2.4 Dosage des anions :

II.2.3.1 Les Sulfates : Dosage par colorimétrie.

II.2.3.2 Dosage de chlorure : Détermination par la précipitation du précipité AgCl blanc par la méthode de Mohr (argentimétrie)

II.2.3.3 Carbonates et bicarbonates: Détermination par précipitation (titrage).

A- Qualité hydrochimique des eaux d'irrigation**I- Station El-Maleh :****I.1- Palmeraie 01 :**

Tableau 08 : qualité hydrochimique d'eau d'irrigation de la palmeraie 01

pH	CE ds/m	Anions (meq/l)				Cations (meq/l)			
		Cl ⁻	Co ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ⁻	Ca ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Mg ⁺⁺
7.43	7.32	12.5	00	1.2	11.25	15.23	5.46	0.2	13.24

D'après le tableau (08), les eaux sont fortement salées avec une salinité de 4,68 ds/m et un pH basique.

La balance anionique est dominée par les chlorures et les sulfates et un rapport Cl⁻/So₄⁻ > 1.

Le faciès hydrochimique est de type chloruré- sulfaté et calcique magnésien.

I.2- Palmeraie 02 :

Tableau 09 : qualité hydrochimique d'eau d'irrigation de la palmeraie 02

pH	CE ds/m	Anions (meq/l)				Cations (meq/l)			
		Cl ⁻	Co ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ⁻	Ca ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Mg ⁺⁺
6.43	6.10	27.00	00	4.8	19.74	39.07	11.2	1.1	24.24

Les données analytiques du tableau (09) montrent que la CE reflète une forte salinité de 6,10 ds/m et un pH légèrement acide. Cette acidité prend comme origine les fortes concentrations des eaux en sulfate avec 19,74 meq/l. Aussi les eaux sont très concentrées en Ca⁺⁺ avec 39,07 meq/l et secondairement le Mg⁺⁺ avec 24,24 meq/l, cependant le Na⁺ présente une valeur de 11,2 meq/l.

Le rapport Cl⁻/So₄⁻ reflète un faciès des eaux chloruré-sulfaté et calcique-magnésien.

I.3- Palmeraie 03 :

Tableau 10 : qualité hydrochimique d'eau d'irrigation de la palmeraie 03

pH	CE ds/m	Anions (meq/l)				Cations (meq/l)			
		Cl ⁻	Co ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ⁻	Ca ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Mg ⁺⁺
7.24	5.23	14.42	00	2.1	11.4	18.23	3.45	1.23	14.37

La garniture ionique des eaux est de type calcique-magnésien et chloruré-sulfaté.

Le pH est basique avec une forte salinité du sol où la CE est de 5,23 ds/m, où le calcium est de 18,23 meq/l, le Mg⁺⁺ est de 14,37 meq/l alors que le Na⁺ et le K⁺ présente des taux très faibles.

II- Station El-Hadjeb**II.1. Palmeraie 04 :**

Tableau 11: qualité hydrochimique d'eau d'irrigation de la palmeraie 04

pH	CE ds/m	Anions (meq/l)				Cations (meq/l)			
		Cl ⁻	Co ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ⁻	Ca ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Mg ⁺⁺
7.64	4.65	28.32	0.1	0.4	3.31	21.23	64.42	0.8	87.25

Les eaux d'irrigation à pH basique, reflète une forte salinité de 4,65 ds/m. Le Mg⁺⁺ et le Na⁺ sont les cations dominants avec 87,25 meq/l pour le premier et 64,42 meq/l pour le second.

Les concentrations des Cl⁻ et So₄⁻ traduit un Cl⁻/So₄⁻ > 5.

Le faciès est de type chloruré et magnésien, sodique.

II.2. Palmeraie 05 :

Tableau 12 : qualité hydrochimique d'eau d'irrigation de la palmeraie 05

pH	CE ds/m	Anions (meq/l)				Cations (meq/l)			
		Cl ⁻	Co ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ⁻	Ca ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Mg ⁺⁺
7.5	3.20	3.50	00	00	9.07	19.32	19.32	0.09	0.4

En absence de bicarbonate et carbonate le faciès hydro-chimique de l'eau d'irrigation est de type sulfaté-chloruré avec un rapport Cl/SO₄= 0.38.

La concentration du chlore est de 3.50meq/l, alors que pour le sulfate elle est de 9.07meq/l.

Le pH est basique avec une conductivité forte de 3.20ds/m.

L'eau d'irrigation est chargée en sodium et faible en calcium avec des concentrations de 19.32meq/l.

II.3. Palmeraie 06 :

Tableau 13: qualité hydrochimique d'eau d'irrigation de la palmeraie 06

pH	CE ds/m	Anions (meq/l)				Cations (meq/l)			
		Cl ⁻	Co ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ⁻	Ca ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Mg ⁺⁺
7.56	4.12	24.15	00	0.3	3.74	23.1	62.3	1.23	2,14

La salinité est très importante et un pH basique.

Le faciès hydrochimique est très riche en Na⁺ et Ca⁺⁺ et en chlorure.

Le faciès est de type chloruré et sodique-calcique.

III- Station Tolga**III.1. Palmeraie 07 :**

Tableau 14 : qualité hydrochimique d'eau d'irrigation de la palmeraie 02

pH	CE ds/m	Anions (meq/l)				Cations (meq/l)			
		Cl ⁻	Co ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ⁻	Ca ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Mg ⁺⁺
7.45	4.32	21.15	00	0.4	2.54	24.3	46.27	1.24	78.14

La CE est de 4,32 ds/m soit 2,76 g/l, traduisant une forte salinité à l'échelle de DUETROD 1958 ; et un pH basique.

Les eaux sont très chargées en Mg⁺⁺ où la concentration de ce dernier est trois fois plus que celle du calcium et une fois et demi que celle du Na⁺, soit 78,4 meq/l de Mg⁺⁺, 24,3 meq/l de Ca⁺⁺ et 46,27 meq/l de Na⁺.

Les chlorures sont très abondants avec 21,15 meq/l, alors que les So₄⁻ est de 2,54 meq/l.

Le faciès hydrochimique est de type chloruré et magnésien-sodique.

III.2. Palmeraie 08 :

Tableau 15 : qualité hydrochimique d'eau d'irrigation de la palmeraie 08

pH	CE ds/m	Anions (meq/l)				Cations (meq/l)			
		Cl ⁻	Co ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ⁻	Ca ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Mg ⁺⁺
7.36	4.21	1.15	00	0.3	3.45	11.12	2.28	1.04	6.23

Les eaux d'irrigation présentent un pH basique et une forte salinité avec une CE de 4,21 ds/m soit 2,69 g/l.

La garniture est très faible où les So₄⁻ est de 3,45 meq/l, le chlorure est de 1,15 meq/l.

Pour les cations sont comme suit Ca⁺⁺ > Mg⁺⁺ > Na⁺ > K⁺.

D'où le faciès est de type sulfaté et calcique-magnésien.

III.3. Palmeraie 09 :

Tableau 16 : qualité hydrochimique d'eau d'irrigation de la palmeraie 09

pH	CE ds/m	Anions (meq/l)				Cations (meq/l)			
		Cl ⁻	Co ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ⁻	Ca ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Mg ⁺⁺
7.75	5.42	24.12	00	0.4	2.2	27.45	58.23	1.14	84.25

Avec un pH basique et une salinité forte avec une CE de 5,42 ds/m soit 3,46 g/l. Les eaux d'irrigation sont fortement chargées en Mg⁺⁺, secondairement en Na⁺ et tertiaire ment en Ca⁺⁺, soit respectivement 84,25 meq/l pour le premier et 58,23 meq/l pour le deuxième et 27,45 meq/l pour le troisième. Les chlorures sont les éléments dominants avec un Cl⁻/SO₄⁻ > 5, traduisant par conséquent : un faciès chloruré et magnésien-sodique.

B- Analyses physico-chimiques des sols

I- Station El-Maleh

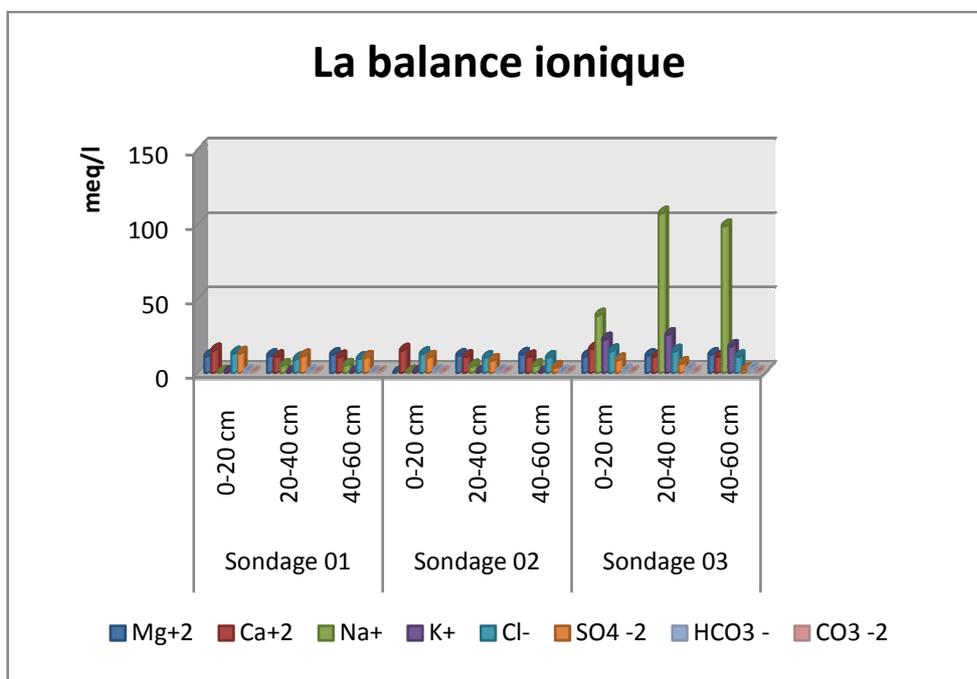
I.1. Palmeraie 01 :

Figure 09 : la balance ionique de la palmeraie 01

I.1.1. Sondage 01 :

D'après les données de l'annexe 06, il ressort que la texture est de type sableux.

Le sol est excessivement chargé en calcaire total (au-delà de 53% en surface) alors que le CaCO_3 actif présente des valeurs nocives pour les cultures (supérieur à 10%), alors que pour le $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, il présente des valeurs moyennes au-dessous des normes de Gypsification (25%)

Le sol est très salé en surface et juste salé en profondeur. Le pH reste basique le long du profil.

La fertilité biologique est présentée par des taux très faibles en matière organique = 0.83% où le rapport C/N < 9 indiquant un turnover très rapide même une brûlure de matière organique dans ce type de sol (Duchaufour, 1981)

Aussi l'analyse de la balance cationique et anionique reflète un faible échange cationique et un déséquilibre entre les balances. A ce propos, le faciès géochimique dominant est de type chloruré-sulfaté et calcique-magnésien avec une concentration de ces éléments en surface.

I.1.2. Sondage 02 :

La texture est de type sableux avec augmentation de la fraction fine avec la profondeur.

Les valeurs du gypse sont faibles avec un taux du CaCO_3 total excessive et un taux très élevé en calcaire actif au-delà de 23%.

Le sol est fortement salé en surface et salé en profondeur où le pH maintient un état basique de la réaction du sol.

Le sol présente en surface un taux faible en MO de 1.03% et supérieur de 2% dans la couche (3). L'azote total est en quantité acceptable qui augmente de valeur 0.1% en surface pour atteindre 0.2 en profondeur.

La balance ionique est de type chloruré-sulfaté et calcique magnésien avec concentration de ces éléments en surface.

I.1.3. Sondage 03 :

Il ressort du tableau (01) des analyses que la texture est sableuse avec augmentation du taux de la fraction fine au-delà de 10% avec la profondeur.

Le $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ est faible avec des taux élevés en calcaire actif et total.

Le sol est fortement salé en surface où la Conductivité électrique est de 8.8 ds/m puis elle atteint une salinité majeure avec la profondeur et un pH basique.

La MO est très faible en surface avec un taux inférieur de 1% puis elle augmente pour atteindre des seuils de fertilité biologique en profondeur supérieurs à 2%.

L'Azote présente des valeurs acceptables le long du profil de l'ordre de 1% où le rapport C/N reflète une minéralisation importante de MO ($\text{C/N} < 9$).

Le faciès géochimique est de type chloruré- sodique.

I.2. Palmeraie 02

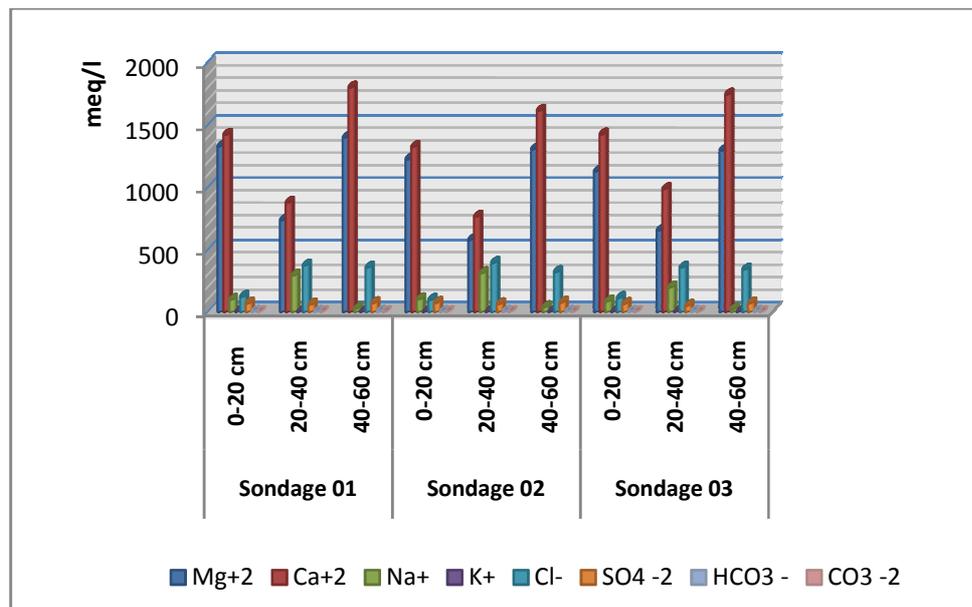


Figure 10 : la balance ionique de la palmeraie 02

I.2.1. Sondage 01 :

Les données analytiques montrent une texture de type sableux-limoneux avec une forte concentration de gypse dans la couche 0-20cm, avec un taux de 93.3% puis il diminue de valeurs pour atteindre 12.8 et 34.6% respectivement pour la couche (2) et (3). Cependant le calcaire augmente considérablement pour avoir 52.49 % au niveau de la couche (3).

La salinité est importante le long de profil avec une alcalinité du sol. Aussi, on signale que la MO est faible en surface et en profondeur mais elle atteint 4.33% dans la couche (2) due probablement à une localisation de fumier organique à ce niveau.

La solution de sol, est très concentrée en Mg^{++} et en Ca^{++} et secondairement en Na^+ où le faciès géochimique est de type $Mg^{++} > Ca^{++} > Na^+$ et $Cl^- > So_4^- > Hco_3^-$, induisant une garniture ionique chloruré-sulfatée, magnésien-calcique.

I.2.2. Sondage 02 :

La texture est de type sableux limoneux, où la couche de surface est envahit avec 73.4% de gypse qui diminue remarquablement avec la profondeur, en revanche le $CaCO_3$ augmente avec des valeurs de 11.25 % en surface pour avoir 49.11% dans la couche (3).

Le sol reste salé et basique avec une fertilité biologique moyenne.

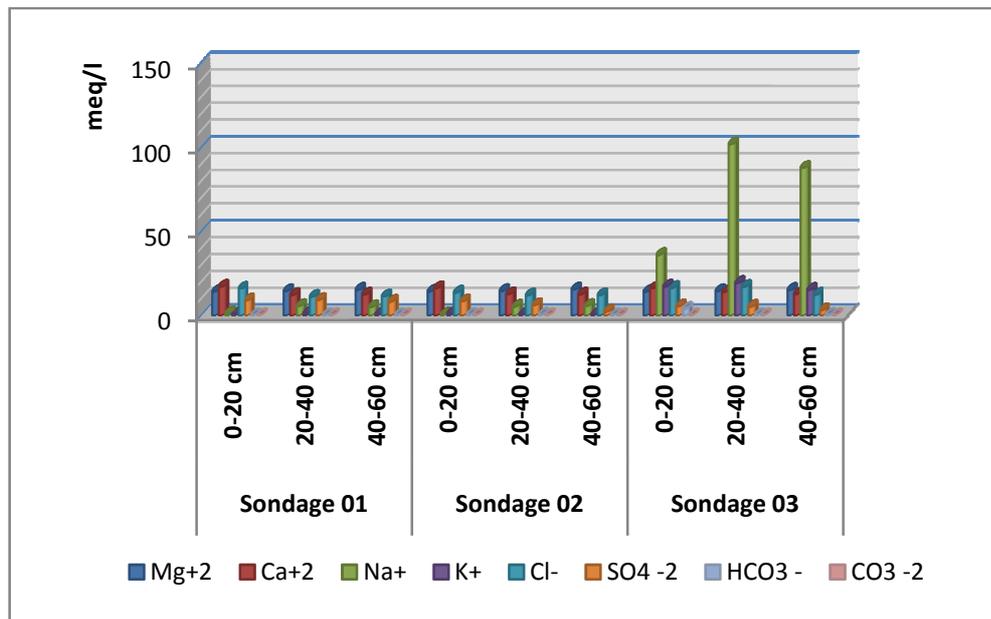
Le faciès géochimique est de type chloruré-sulfaté, magnésien-calcique, où le chlorure, le sodium augmentent de valeur avec la profondeur.

I.2.3.Sondage 03 :

La texture est de type sableux-limoneux avec une forte localisation de gypse en surface où $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ est de 94.7%, aussi le $CaCO_3$ augmente de valeurs avec la diminution de gypse où le $CaCO_3$ est de 56.14 au niveau de la couche (3).

Le sol reste basique et salin avec une fertilité biologique acceptable.

La solution de sol est enrichie en Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ et Cl^- et So_4^- , les fortes concentrations de ces éléments sont remarquées comme pour ; le Ca^{++} , le Mg^+ qui sont localisés en surface comme en profondeur, le Cl^- augmente de valeur avec la profondeur, exprimant par conséquent un faciès chloruré sulfaté, calcique magnésien. (Annexe 07)

I.3. Palmeraie 03**Figure 11 : la balance ionique de la palmeraie 03**

L'examen des relevés analytiques de cette palmeraie reflète que le sol présente une texture sableux-limoneuse avec des taux de gypse compris entre 6.54 % et 11.2 %, le CaCO_3 est strictement inférieur à 15% au niveau de la couche (1), mais il devient important dans les deux couches profondes, où il atteint son maximum de 48.8%

La conductivité électrique exprime une salinité du sol où le pH reste basique.

La MO présente des valeurs supérieures de 2% au Niveau de la couche 20-40cm, alors que la balance cationique et anionique, classe ces éléments comme suit : $\text{Mg}^{++} > \text{Ca}^{++} > \text{Na}^+$, où le Na^+ augmente considérablement de valeur au niveau de sondage 03 avec la profondeur.

Le faciès géochimique est de type chloruré-sulfaté et magnésien-calcique.(Annexe 08)

II. Station El-Hadjeb

II.1. Palmeraie 04:

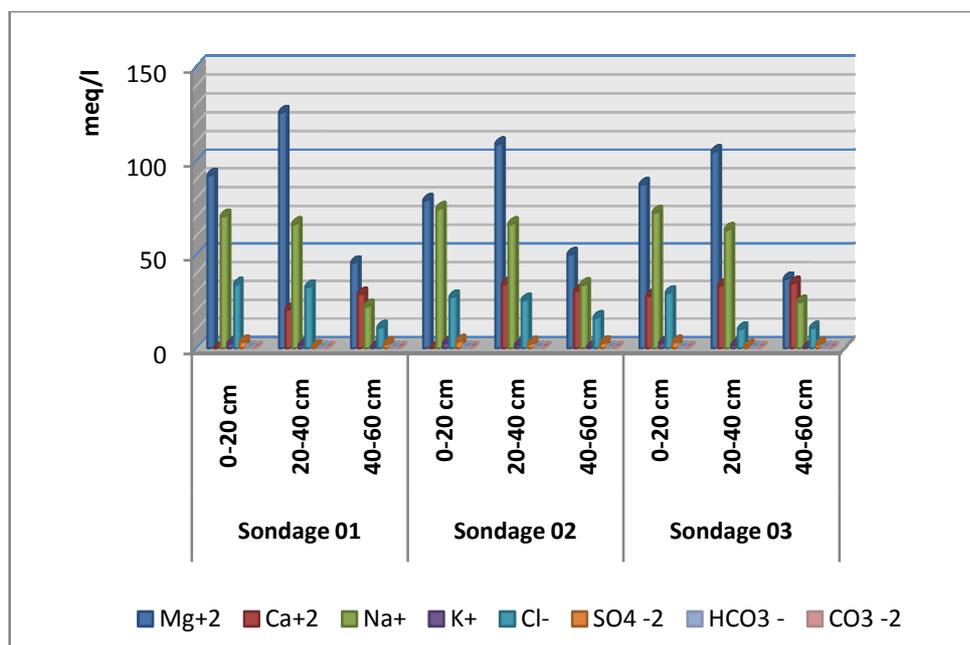


Figure 12 : la balance ionique de la palmeraie 04

II.1.1. Sondage 01

L'analyse des données montre que la texture est limoneuse-sableuse en surface comme en profondeur.

A ce propos le gypse prend des valeurs excessives le long du profil avec une légère augmentation au niveau de la couche profonde. Le CaCO_3 reste faible à moyen mais il reflète des valeurs surestimées en calcaire actif due à la dissolution du gypse.

La salinité est importante en surface avec des valeurs de $\text{CE} > 4$ ds/m dans la couche 0-40 cm puis elle diminue de valeur. Le pH reste basique le long de profil.

Pour la fertilité organique, le sol présente des valeurs faibles en MO mais avec un taux important en azote où le rapport C/N reflète une minéralisation accélérée conditionnée par l'aridité du climat.

Au niveau de la solution de sol : la balance cationique est plus importante que la balance anionique, où les taux de sodium et chlorure diminuent proportionnellement avec la profondeur, exprimant une forte salinité du sol, cependant les sulfates présentent des faibles valeurs alors que le Mg^{++} reste toujours supérieur que le Ca^{++} .

II.1.2. Sondage 02

La texture est limoneuse-sableuse pour l'ensemble du profil.

Le taux de gypse est excessif favorisant la formation des croûtes gypseuses (Khechaï 2010), le taux de calcaire reste faible avec des taux très élevés en calcaire actif.

La CE exprime une salinité le long du profil avec un état basique du profil.

La matière organique est faible avec un C/N compris entre 11 et 16, expriment une bonne activité microbienne (Duchauffour, 1988).

L'extrait de la solution de sol, exprime des valeurs très importantes en Mg^{++} supérieur au Ca^{++} , ce dernier augmente de valeurs par rapport au sondage 01, pour atteindre des valeurs comprises entre 30.6 et 34.4 meq/l.

La solution reste riche en Na^+ et Cl^- , exprimant une salinité du haut vers le bas du profil, alors que le K^+ et So_4^{-} présentent des taux faibles.

II.1.3. Sondage 03 :

L'examen des analyses, montre que le sol est limoneux où le taux de limon grossier est supérieur à 60% en profondeur.

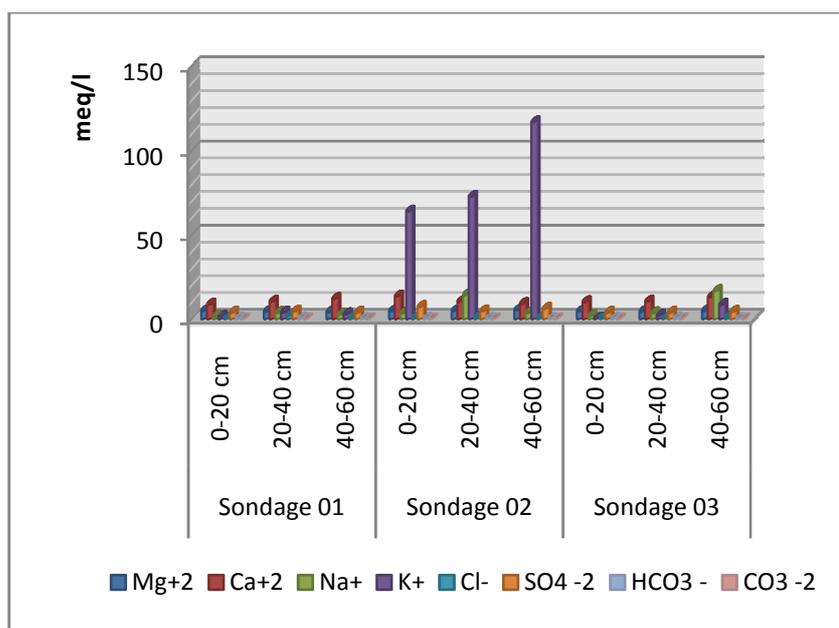
Les taux de gypse enregistrés dépassent 86 %, et un taux de calcaire reste inférieur à 14%, avec des valeurs de calcaire actif au voisinage de 45%.

Le pH est basique avec une salinité du sol et une CE entre 3.22 et 4.8 ds/m.

Les données de la fertilité biologique, montre un taux de MO faible couramment admis dans le cas des zones arides, avec un taux d'azote important mais qui diminue avec la profondeur ; le rapport C/N reflète une activité biologique au niveau de la couche de surface.

La balance anionique est dominée par $Cl^- > So_4^{-} > HCo_3^{-}$, où les chlorures réduisent de valeurs par rapport au sondage 01 et 02 et une concentration de ce dernier avec le sodium au niveau de la couche du surface. Il semble que l'irrigation est à l'origine de cette salinité.

Les données de solution du sol, expriment une balance cationique très concentrée en $Mg^{++} > Na^+ > Ca^{++} > K^+$. (Voir Annexe 09)

II.2. Palmeraie 05**Figure 13 : la balance ionique de la palmeraie 05****II.2.1 Sondage 01 :**

La texture est limoneuse sableuse avec des taux élevés du $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ où le gypse diminue légèrement de valeur avec la profondeur, cependant le calcaire augmente de valeur pour atteindre des valeurs du haut vers le bas du profil comprise entre 28.26 % et 15.8 %.

La conductivité électrique est moyenne due à un système de drainage plus efficace et un pH qui maintient un état basique.

Les ajouts de la fumure organique semblent avoir augmenté acceptablement la fertilité biologique du sol surtout au niveau de la couche de surface.

La balance ionique est très faible à celle signalé dans la palmeraie 01, sauf que le faciès devient sulfate chloruré -calcique sodique avec la profondeur.

II.2.2. Sondage 02 :

La texture maintient une forte proportion de limon dans le profil où le gypse est exprimé par des régressions valeurs qui sont comprises entre 42.6 % et 53.5%.

Le calcaire exprime des valeurs moyennes entre 15 % et 16.6 % et une forte dissolution du calcaire actif.

La conductivité électrique maintient une salinité moyenne et un pH basique.

Le sol est biologiquement fertile en surface mais la MO diminue avec la profondeur où le C/N exprime une forte minéralisation de la MO.

Le faciès cationique est comme suit les chlorures sont reflétés par des valeurs très faibles (inférieures à 1.4 meq/l), pour les cations ; $Ca^{++} > Mg^{++} > Na^{+}$ où le sodium augmente de valeur du haut vers le bas du profil, alors que le faciès anionique maintient une concentration de SO_4^{-} en surface et en profondeur.

II.2.3. Sondage 03 :

La texture est limoneux-Sableuse, avec un taux important de $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ à l'ordre de 58%, un taux de calcaire à l'ordre de 11%, une salinité moyenne et un pH basique.

La MO est légèrement moyenne où la couche de surface indique une bonne fertilité biologique qui diminue avec la profondeur.

Le calcium reste l'élément le plus important par rapport au Mg^{++} et le Na^{+} où les valeurs de calcium augmentent légèrement de la couche de surface vers la profondeur. Les sulfates maintiennent un taux similaire.

Le faciès reste sulfaté- calcique. (Annexe 10)

II.3. Palmeraie 06

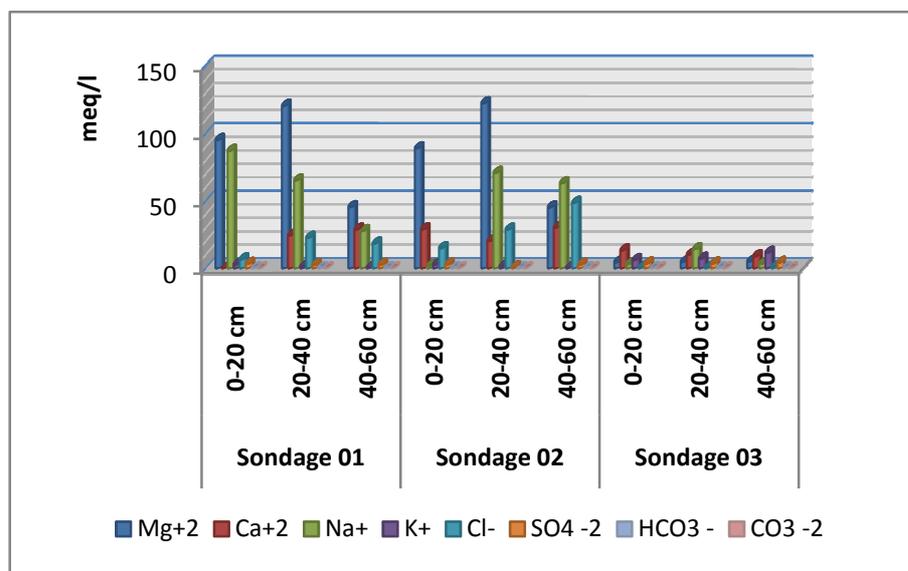


Figure 14 : la balance ionique de la palmeraie 06

II.3.1. Sondage 01 et 02 :

La texture est limoneux-sableuse avec une diminution du taux de limon avec la profondeur.

Le gypse est compris entre 84 et 95.5% induisant la présence d'une croûte indurée et un faible taux de calcaire. La salinité est moyenne avec un état basique de la réaction de sol.

La MO est riche en surface avec un taux de l'ordre de 2% mais qui diminue avec la profondeur, et un rapport C/N de 9.43 en surface et 8.09 en profondeur.

La garniture cationique est dominée par $Mg^{++} > Na^{+} > Ca^{++}$, où le sodium diminue de valeur avec la profondeur.

Le faciès est de type magnésien-sodique, secondairement calcique et chlorure sulfaté.

II.3.2. Sondage 03 :

Texture limoneux sableuse et un taux de gypse important compris entre 47.47 et 53.78% en profondeur et un taux de calcaire total moyen.

Le pH reste basique et une salinité moyenne.

La MO est surtout importante dans la couche 0-20cm et 20-40cm.

Le Mg^{++} enregistre des taux très faibles par rapport aux deux sondages précédents avec une forte augmentation du taux de K^{+} de 62.91 % en surface pour atteindre 11,68 % en profondeur, cet enrichissement du sol peut être lié à une fertilisation par des engrais potassiques.

Le faciès anionique est surtout sulfaté. (Voir Annexe 11)

III- Station Tolga

III.1. Palmeraie 07 :

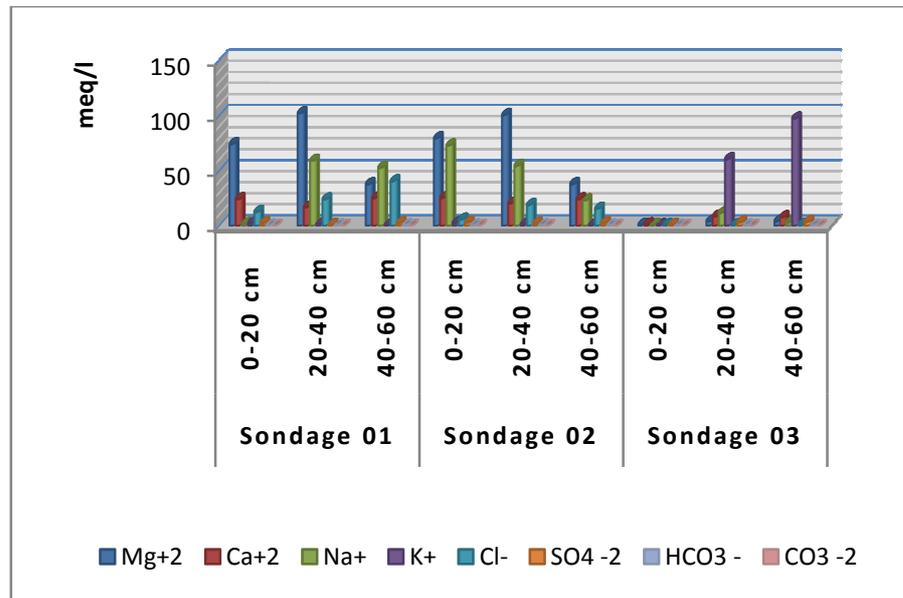


Figure 15 : la balance ionique de la palmeraie 05

III.1.1. Sondage 01 :

La texture est de type limoneux sableux avec un taux de gypse variant entre 21.88 et 45%, où sa concentration est plus localisée en profondeur.

Le CaCO₃ augmente de valeur de 6.92% en surface pour atteindre 14.75%.

La salinité augmente de valeur où la conductivité électrique est comprise entre 4.21 et 6.52 ds/m, et le pH maintient un état basique.

La fertilité biologique exprimée par la MO reste moyenne par rapport aux normes admises par les études avec un taux du MO de 2.5% en surface puis elle diminue avec la profondeur.

Aussi, la balance cationique reste supérieure à la balance anionique où le Mg⁺⁺ reste en forte concentration, le Na⁺ et Cl⁻ augmente de valeur avec la profondeur pour manifester une salinité progressive du profil, ce qui explique que l'origine de la salure est la pratique de l'irrigation agricole.

III.1.2. Sondage 02 :

Les données analytiques expriment une texture limoneux-sableuse le long de profil avec des taux important en gypse.

Le $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ augmente de valeur de 34.5% en surface pour atteindre 52.72%. Aussi le CaCO_3 augmente progressivement de valeurs le long de profil pour atteindre son maximum dans la couche 40-60 cm avec un taux de 18.4%.

La salinité se concentre en surface et diminue dans les couches sous jacentes, le pH exprime un état basique du sol.

Le taux de MO est plus important en surface, puis diminue pour atteindre son minimum de 1.32% avec la profondeur.

Le faciès géochimique est riche en Mg^{++} et en Na^+ et secondairement en Ca^{++} où le chlorure reste l'élément dominant, la garniture anionique avec une augmentation significative avec la profondeur, suivi avec une diminution du Na^+ , expliquant la régression de la salure avec la profondeur.

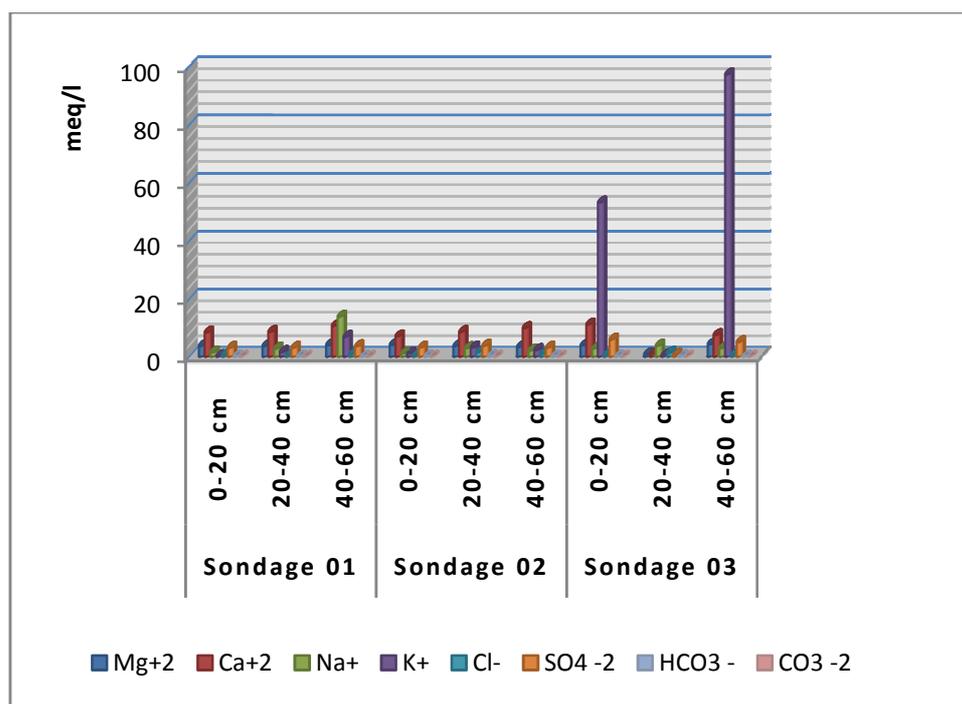
III.1.3. Sondage 03 :

La texture reste limoneux sableuse. Le $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ est important à excessif, il augmente de valeur avec la profondeur pour atteindre 53.87 %, le CaCO_3 est en faible quantité comprise entre 6.12 et 10.6%.

La salinité moyenne à favoriser l'augmentation du taux de gypse (Boyadjev, 1974), le pH reste basique puis il reflète une acidité légère en profondeur. Il semble que l'augmentation en faible quantité en SO_4^- dans la couche 40-60cm a induit une acidité par réaction des $\text{SO}_4^- \rightarrow \text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{O}$.

La balance ionique présente des valeurs très faibles en cations et anions par rapport au sondage 01 et 02, mais il semble que l'irrigation agricole enrichit la solution du sol par l'augmentation de la concentration des ions.

Le sol maintient un taux important de 3.6% de MO en surface. . (Voir Annexe 12)

III.2. Palmeraie 08**Figure 16 : la balance ionique de la palmeraie 08****III.2.1. Sondage 01 :**

Le sol présente une texture limoneuse-sableuse avec une augmentation du $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ avec la profondeur pour atteindre son maximum de 58.6%, le calcaire reste faible en surface à moyen en profondeur avec des taux compris entre 7.5 et 14.7%.

La conductivité électrique exprime une salinité moyenne avec un pH basique.

La fertilité biologique est importante en surface avec 2.92% puis elle diminue de valeur.

La solution du sol est plus riche en Ca^{++} qui augmente de taux pour atteindre 10.83% dans la couche 40-60 cm, les sulfates maintiennent des valeurs couramment rencontrés dans le terrain des Ziban (Khechaï, 2006).

Le faciès géochimique est de type sulfaté et calcique.

III.2.2 Sondage 02 et 03

La texture dominante est de type limoneuse sableuse avec des taux de gypse moyen à fort, il est de 25.4% en surface, pour augmenter de valeur en profondeur à l'ordre de 52.5% au niveau du sondage 02 et 65.03% au sondage 03.

Le pH reste basique avec des taux moyens de CaCO_3 qui augmentent avec la profondeur.

La conductivité électrique exprime une salinité du sol, avec un pH basique.

La MO reste important en surface ; elle est de 4,29 % au sondage 02 et 3,5% au sondage 03, puis elle diminue de valeur avec la profondeur.

Le faciès géochimique maintient une dominance du $\text{SO}_4^{--} > \text{Cl}^- > \text{HCO}_3^-$. pour les cations $\text{Ca}^{++} > \text{Mg}^{++} > \text{Na}^+$. (Annexe 13)

III.3. Palmeraie 09

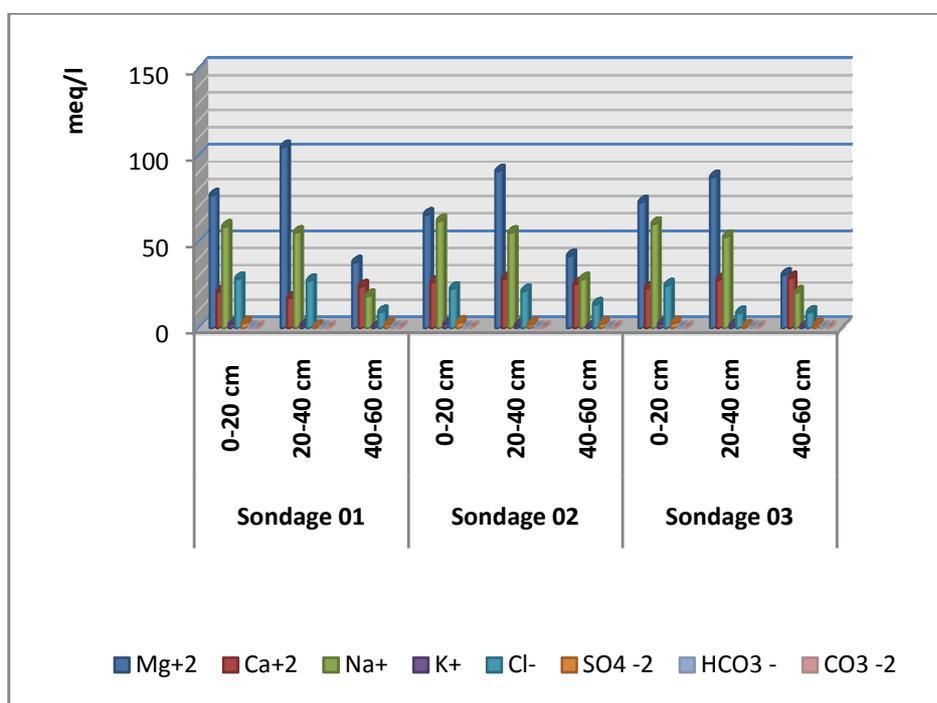


Figure 17 : la balance ionique de la palmeraie 09

Les données analytiques des différents sondages exécutés dans cette palmeraie, montrent que la texture est de type limoneux sableux, avec des taux élevés en gypse qui varient de 32.88% pour atteindre 86.47%.

Le CaCO_3 présente des valeurs inférieures à 15% avec des surévaluations du calcaire actif.

La salinité est importante en surface puis elle diminue de valeur avec la profondeur. Le pH maintient un état basique de sol.

Aussi, le sol exprime une bonne fertilité organique en surface où les taux de MO sont compris entre 3.57 et 6.03% puis diminue en profondeur pour avoir un taux de 1.69%.

La solution du sol est très riche en $Mg^{++} > Na^{+} > Ca^{++}$ et en $Cl^{-} > SO_4^{-}$ où le faciès géochimique est de type chloruré magnésien. . (Annexe 14)

A- Synthèse des données analytique de chaque palmeraie :

D'après l'étude réalisée par station et par palmeraies, on a obtenu les résultats suivant :

➤ La station d'El-Maleh est caractérisé par :

- Texture sableuse à sableux-limoneuse ;
- Les taux de gypse représentés avec des valeurs faibles à moyennes ;
- Des taux élevés de calcaire actif à excessive ;
- Un pH basique ;
- Une faible fertilité biologique ;
- Une salinité concentrée en surface ;
- Un faciès géochimique de type chloruré sulfaté et magnésien calcique ;
- Profil salin ; diminution de salinité de haut vers le bas ;

➤ La station d'El-Hadjeb est caractérisée par :

- Texture limoneux-sableuse ;
- Des taux élevés du gypse à excessive ;
- Des taux de calcaire total faibles à moyens mais avec une surévaluation de calcaire actif a cause de la dissolution de gypse ;
- Une salinité moyenne avec un pH basique ;
- La matière organique est importante en surface puis elle diminue des valeurs avec la profondeur avec une bonne activité biologique ;
- Le faciès géochimique est de type sulfaté à sulfaté calcique et magnésien calcique ;
- Le profil salin ; la salinité augmente des valeurs de haut vers le bas ;

➤ La station de Tolga est caractérisée par :

- La texture est de type limoneux-Sableux ;
- Des taux de gypse moyens à importants où sa concentration est plus localisée en profondeur ;
- Le calcaire total présent des valeurs moyennes à importants avec une surévaluation en calcaire actif ;
- La salinité est moyenne à élevée où la CE comprise entre 2,15 et 8,2 ds/m ;

- La matière organique est importante en surface puis elle diminue des valeurs avec la profondeur ;
- Le faciès géochimique est de type chloruré sulfaté et magnésien sodique à magnésien calcique ;
- Le profil salin ; la salinité augmente des valeurs de haut vers le bas.

B- Recommandation

L'étude morpho-analytiques des sols des oasis des Ziban a fait ressortir certaines contraintes qui nécessitent d'être améliorées. A ce propos les croûtes gypso-calcaires dont les épaisseurs au delà de 1.5m ; est mérité d'être défoncé pour permettre l'installation de la phoeniciculture sur un sol arable.

Aussi les fortes concentrations de salinité et les pH alcalins enregistrés dans l'ensemble des stations méritent une correction chimique ou le bilan ionique doit être modifié par des multi-apports organo-minérales calculés, d'une part l'application des doses d'irrigations raisonnées où la dose de lessivage prend une importance avec un apport de 30% du besoin des cultures (Khechaï et Laajel 2006)

L'introduction de cultures intercalées marque aussi une place dans l'agriculture oasienne à savoir la luzerne, comme des techniques pour combattre la salinité.

Aussi, dans ce contexte, la lutte contre l'ensablement mérité d'être suivie dans le but de réduire l'impact du sable sur la fragilité de l'écosystème oasien d'une part et d'autre par d'instaurer un programme de prise en défens des plantes climaciques hallophytes contribuant au fonctionnement des oasis des Ziban telleque : *Atriplexe halimus*, *Gymnosporia Senegalensis*, *Tamarix africana* et *lymonium guyananum*...

Où les espèces peuvent enrichissent le sol en matière organique ; et pratiqués de la fumure organique, d'un côté pour atteindre le seuil admissible de la fertilité biologique.

CONCLUSION GENERALE

A travers l'étude qui consiste à l'évaluation de qualité des sols des palmeraies dans le Ziban. Conformément aux travaux antécédents, la synthèse des données analytique de chaque station agronomique montre que :

L'étude des eaux des nappes et leurs faciès hydrochimique manifeste une qualité d'eaux très salées avec un faciès sulfate-chloruré sodique.

Les pH sont basiques en surface et diminues de valeur avec la profondeur où l'alcalinité et l'acidité induit la gypsification. Une diminution du pH avec la profondeur est enregistrée, conséquence d'une alimentation par une nappe superficielle sulfatée, alors qu'il semble que les fortes humidités ionisent le gypse par solubilisation

Les échantillons de sol prélevé à la station d'El-Hadjeb manifeste des taux très important en gypse supérieur à 75 %. L'augmentation du gypse induit une diminution du calcaire par ionisation, on note aussi que l'augmentation du gypse provoque une diminution du SO_4^{--} par combinaison avec le Ca^{++} .

A ce propos la gypsification est inversement proportionnelle à l'augmentation du calcaire actif. En revanche, la solubilisation du calcaire totale induit une libération du calcaire actif, même dans des conditions délicates, le CaCO_3 actif est en forte proportion. La concentration du H_2S au niveau de la couche (03), favorise la diminution du CaCO_3 .

Les différents couches se caractérisent par une salinité qui augmente de valeur avec la profondeur où la couche (03) atteint une salinité maximale de 6,4 ds/m. Egalement la relation gypse-CE n'est pas claire au niveau des couches (01) et (02) ; mais toute augmentation du $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ au niveau du (03) est suivie avec une salinisation de la couche. L'augmentation de la conductivité électrique est inversement proportionnelle à la diminution du Cl^- et Na^+ . Par contre on note que l'augmentation du sodium facilite la solubilité du gypse.

Le profil salin est du type chloruré, la gypsification se manifeste avec une diminution de chlorure où le seuil de nuisibilité des chlorures est obtenu pour 93 % de $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Les chlorures provoquent l'ionisation du gypse.

En fin, pour une meilleure mise en valeur des sols et a fin de cerner tous les problèmes d'ordres physico-chimiques que posent ces sols en vue de leurs utilisations en agriculture, approfondir les connaissances supplémentaires sur l'effet de l'eau sur ces sols reste d'actualités. La qualité d'eau qui sera utilisée en irrigation de ces sols, doit être manifestement de très bonne qualité surtout du coté de leurs salinité pour permettre une meilleure exploitation de ces sols, et élargir leurs rentabilité loin des palmiers dattiers (culture couramment adoptés dans ce genre de sol).

Finalement l'évaluation des potentialités agricoles des sols des palmeraies de Ziban mérite d'être améliorer par l'application d'un calendrier cultural propre à la région où la salinité, la gypsification, et la gestion des eaux constituent les paramètres d'intensification de l'agriculture oasisien d'un côté et de l'autre côté est apport pour une mise en fonction durable de cet écosystème.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES:

Abdesselam, 1999 : Contribution à l'étude des sols gypseux au nord du Sahara Algérien : caractérisation et genèse. Cas des oasis de tolga (région des Ziban).thès. Mag. INA, 120p.

ANAT., 2002 : Ceinture verte Biskra/ phase I : Diagnostic et orientation d'aménagement, Ed,Biskra,9p

ANAT., 2003 : Schéma directeur des ressources en eau (wilaya de Biskra).

Belguez et al, 2008 : Les cultures du palmier dattier dans les oasis de Ghardaïa. Ins. N.R.Agro. Alger, 149p

Benhafid, 2009 : Contribution à l'étude de l'effet de la salinité sur les critères de qualité des dattes « variété Deglet Nour » dans les stations de Tolga et El-Maleh (wilaya de Biskra) Thès. Ing. Uni. Biskra, 54p

D.S.A., 2009 : Direction de service agricole, Palmier dattier dans le Ziban.Ed tome 1 Biskra.21p

DPAT, 2006: La wilaya de Biskra en quelques chiffres série « A ». Direction de la Planification et de l'Aménagement du Territoire Biskra.23p.

DPAT, 2008: La wilaya de Biskra en quelques chiffres série « B ». Direction de la Planification et de l'Aménagement du Territoire Biskra.34p

DPAT, 2010: La wilaya de Biskra en quelques chiffres série « A ». Direction de la Planification et de l'Aménagement du Territoire Biskra.13p

Direction de l'hydraulique, 2009: Les ressources hydriques de la wilaya de Biskra serie « B ». 3p

Duchauffour, 1984 : Abrégé de pédologie, Edi. Masson, Paris, 192p

Hannachi., Bekkari ,1999 : Evaluation de la variabilité intra et inter cultivars du palmier dattier dans la région de Ouargla, Oued Righ et Souf. Recueil des Acte de séminaire national sur l'agronomie et l'hydraulique en zones arides et semi arides : bilan des essais agronomiques et hydrauliques et perspectifs de recherche en zones arides et semi- arides. CRSTRA-CU Ouargla, 123p.

I.T.D.A.S., 2009 : Statistiques agricoles série « B ». Biskra 13p.

Khechaï et Laadjel, 2006 : Répartition spatiale de la végétation spéciale de la région du sud-Est du Sahara Algérien. Communication internationale sur la désertification : CRSTRA Biskra.27p

Khechaï, 1994 : Contribution à l'étude minéralogique des sols d'accumulation gypseuse de Ain Ben Naoui. Thès. Ing. Uni. Batna, 20p

Khechaï, 2001 : Contribution à l'étude du comportement hydrophysique des sols du périmètre irriguée de l'ITDAS dans la l'OUTAYA (Biskra). Thès. Mag. Inst.Nat. Ens. Sup, Batna.132p

Laadjel, 2005 : contribution à la cartographie de l'interaction sol-végétation des oasis des Ziban. Mém. Ing. Uni. Biskra, 92p

Lambert, 2002. Le palmier dattier, culture et reproduction El-Awamia. 83p

Omeiri, 2008 : Gestion intégrée de la fertilité d'un sol salée au sein d'un agro-écosystème oasien : cas de la palmeraie du ksar de Ouargla. Mém. Mag.uni. Ouargla. 123p

ONM (2009): Office National de météorologie Biskra, Les données climatique de Biskra.1p

ONM (2010): Les données climatique de Biskra.2p

Toutain, 1977 : Eléments d'agronomie saharienne de la recherche au développement. Ed. INRA. Paris, 278p.

Vieillefon, 1979 : Contribution à l'amélioration de l'étude analytique des sols gypseux. Cah. ORSTOM. Pedo. Vol XVII n° 3, 543p.

Anexe 1: Répartition de population selon le sexe par commune

Commune	Population		Total
	Homme	Femme	
Biskra	98 332	102 322	200 654
El-hadjeb	5 123	5 008	10 131
Lotaya	5 612	5 478	11 090
Djamoura	6 380	6 283	12 663
Branis	2 266	2 133	4 399
El-Gantra	5 704	5 737	11 441
Ain Zaâtot	1 878	1 791	3 669
Sidi Okba	16 702	16 419	33 121
El Haouch	2 621	2 641	5 262
Chetma	6 840	6 830	13 670
Ain Naga	6 288	5 760	12 048
Zribet Eloued	11 021	10 935	21 956
Mziraa	3 988	3 584	7 572
Elfaïdh	6 403	6 260	12 663
Khangat S.Nadji	1 483	1 547	3 030
Mchounech	5 110	4 980	10 090
Tolga	27 447	27 329	54 776
Bouchegroun	6 595	6 470	13 065
Borj Ben-Azouz	6 338	6 322	12 660
Lichana	5 051	4 980	10 031
Foughala	6 186	6 113	12 299
Laghrou	8 447	7 911	16 358
Ouled Djallal	32 041	30 739	62 780
Doucen	13 416	12 949	26 365
Chaïba	6 822	6 498	13 320
Sidi Khaled	22 041	21 236	43 277
Besbas	5 476	5 178	10 654
Ras Elmiaâd	11 567	10 572	22 139
Ourellal	3 657	3 711	7 368
Mlili	3 257	3 244	6 501
Mkhadma	2 704	2 759	5 463
Oumech	5 333	5 109	10 442
Lioua	10 894	10 423	21 317
Total Wilaya	363 023	359 225	722 274

Source: DPAT Biskra (2010)

Annexe 02:Tableau 01: La densité des population par commune

Commune	Habitant	Superficie Km²	Densité habitant/Km²
Biskra	200 654	127.70	1 571
El-hadjeb	10 131	208.10	49
Lotaya	11 090	406.10	27
Djamoura	12 663	250.80	51
Branis	4 399	370.10	12
El-Gantra	11 441	239.10	48
Ain Zaâtot	3 669	170.70	22
Sidi Okba	33 121	254.10	131
El Haouch	5 262	754.90	7
Chetma	13 670	110.20	124
Ain Naga	12 048	507.80	24
Zribet Eloued	21 956	500.90	44
Mziraa	7 572	960.80	8
Elfaïdh	12 663	1 375.10	9
Khangat S.Nadji	3 030	80.10	38
Mchounech	10 090	504.40	20
Tolga	54 776	1 214.30	45
Bouhegroun	13 065	57.90	226
Borj Ben-Azouz	12 660	23.20	546
Lichana	10 031	39.60	253
Foughala	12 299	80.30	154
Laghrous	16 358	237.60	69
Ouled Djallal	62 780	320.90	196
Doucen	26 365	621.60	42
Chaïba	13 320	1 686.50	8
Sidi Khaled	43 277	217.30	199
Besbas	10 654	3 633.60	3
Ras Elmiaâd	22 139	4 783.90	5
Ourellal	7 368	190.10	39
Mlili	6 501	371.60	17
Mkhadma	5 463	151.60	36
Oumech	10 442	816.80	13
Lioua	21 317	242.10	88
Total Wilaya	722 274	21 509.80	34

Source: DPAT Biskra (2010)

Annexe 3: Répartition de population selon le secteur d'activité

Secteur	Population	%
Administration	32 860	14.12
Industrie	9 370	4.03
Agriculture	101 586	43.66
Services	43 657	18.76
Travaux publics	28 193	12.12
Autres	17 004	7.31
Total	232 670	100

Source: DPAT Biskra (2009)

Annexe 04: Réservoirs hydrauliques existant

Unité: million m³

Source	Souterraine	Superficiel	Total
Disponible	810.92	22,00	832,92
Exploité	560,00	12,00	572,00
%	69,06	54,55	68,67

Source: Direction de l'hydraulique (2009)

Annexe 05: Répartition des sources d'eaux par commune

Commune	Sources d'eau				Nombre d'autorisation de création des forages pour les privés
	Ressources superficiels		Forages dans le secteur public		
	nombre	Débit (l/s)	nombre	Débit (l/s)	
Biskra	1	15	89	2 378	160
El-hadjeb	5	35	40	911	416
Lotaya	1	3	16	220	292
Djamoura	3	15	10	238	40
Branis	0	0	9	138	38
El-Gantra	1	15	7	120	76
Ain Zaâtot	1	3	6	108	26
Sidi Okba	0	0	47	950	654
El Haouch	0	0	36	999	428
Chetma	3	21	16	285	142
Ain Naga	0	0	19	455	1 124
Zribet Eloued	0	0	23	369	539
Mziraa	0	0	21	349	737
Elfaidh	0	0	23	204	604
Khangat S.Nadji	0	0	5	63	15
Mchounech	0	0	13	155	109
Tolga	0	0	51	1 016	196
Bouchegroun	0	0	23	1 800	85
Borj Ben-Azouz	0	0	10	218	66
Lichana	1	5	13	301	114
Foughala	0	0	33	668	83
Laghroun	0	0	22	426	202
Ouled Djallal	0	0	19	691	160
Doucen	0	0	18	676	248
Chaiba	1	3	15	317	74
Sidi Khaled	0	0	9	388	142
Besbas	0	0	10	318	130
Ras Elmiaâd	0	0	9	437	11
Ourellal	0	0	13	555	54
Mlili	0	0	14	491	92
Mkhadma	0	0	16	512	54
Oumech	0	0	19	635	130
Lioua	0	0	20	754	97
Total Wilaya	17	115	694	18 145	7 338

Source Direction de l'hydraulique Biskra (2009)

Annexe 15: Les données analytiques de profil de sol (El-Maleh)

Bilan anionique (meq/l)	Co ₃ ⁻⁻	00	00
	HCo ₃ ⁻	0.3	0.2
	So ₄ ⁻	8.65	3.5
	Cl ⁻	16.4	7.4
Bilan cationique (meq/l)	K ⁺	0.8	0.4
	Na ⁺	3.21	3.1
	Ca ⁺⁺	18.34	13.2
	Mg ⁺⁺	14.23	15.32
Caractéristiques biochimiques	C/N	5.07	4.3
	MO (%)	1.2	0.74
	N (%)	0.14	0.1
	C.org (%)	0.71	0.43
pH		7.58	7.43
CE (ds/m)		5.24	4.12
Calcaire actif		12.4	7.2
Calcaire total(%)		34.5	23.3
Gypse(%)		11.4	14.2
Granulométrie	LF+A	11.3	11.5
	L,G	32.2	32.4
	S,F	28.4	38.6
	S,G	24.5	17.5
paramètres	Profondeur	0-54 cm	54-100 cm

Annexe 16: Les données analytiques de profil d'El-Hadjeb

Bilan anionique (meq/l)	Co ₃ ⁻⁻	00	00	00
	HCo ₃ ⁻	0.4	0.2	00
	So ₄ ⁻	3.42	0.84	2.1
	Cl ⁻	32.4	23.6	17.4
Bilan cationique (meq/l)	K ⁺	1.2	0.7	0.4
	Na ⁺	63.4	43.7	22.4
	Ca ⁺⁺	23.4	17.3	11.2
	Mg ⁺⁺	92.1	121.4	96.2
Caractéristiques biochimiques	C/N	5.35	6.43	4.57
	MO (%)	2.10	1.54	0.54
	N (%)	0.23	0.14	0.07
	C.org (%)	1.23	0.9	0.32
pH		7.42	7.32	7.24
CE(ds/m)		4.42	4.12	3.45
Calcaire actif		43.2	46.4	50.3
Calcaire total(%)		9.3	15.2	17.4
Gypse(%)		76.6	84.4	91.7
Granulométrie	LF+A	9.3	11.2	13.4
	L, G	52.2	51.9	52.5
	S, F	24.8	25.6	24.8
	S, G	13.7	11.3	9.3
paramètres	profondeur	0-42 cm	42-80 cm	80-100 cm

Annexe 17: Les données analytiques de la profil de Tolga

Bilan anionique (meq/l)	CO ₃ ⁻⁻	0.1	00	00
	HCO ₃ ⁻	0.4	0.2	0.2
	So ₄ ⁻⁻	2.45	0.73	1.21
	Cl ⁻	28.5	24.3	9.23
Bilan cationique (meq/l)	K ⁺	1.02	1.23	0.44
	Na ⁺	58.64	23.25	16.4
	Ca ⁺⁺	46.32	25.2	17.4
	Mg ⁺⁺	45.84	86.14	78.5
Caractéristiques biochimiques	C/N	2.86	2.7	3.42
	MO (%)	0.34	2.4	0.41
	N (%)	0.07	0.52	0.12
	C.org (%)	0.2	1.4	0.24
pH		7.22	7.46	7.54
CE (ds/m)		6.4	4.42	3.81
Calcaire actif		7.2	25.46	21.3
Calcaire total(%)		24.5	23.4	17.8
Gypse(%)		17.4	43.5	48.5
Granulométrie	LF+A	7.4	8.15	10.55
	L, G	43.6	42.21	39.8
	S, F	23.6	17.54	32.4
	S, G	25.4	23.10	17.25
paramètres				
profondeur		0- 1cm	01-103cm	103-105 cm

Résumé

Le Ziban réputé mondialement par sa production en Deglet-Nour présente des potentialités édaphiques importantes ayant tendance à se dégrader à cause de la salinité des sols, la gypsification, l'aridité de climat, la mauvaise qualité des eaux d'irrigation.

À ce propos, les sols sont différenciés par un horizon gypseux à texture sableuse et une nappe phréatique très proche de la surface du sol, une réaction du sol légèrement alcalin, une humidité du sol faible à élevée, la balance cationique et anionique est déséquilibrée où le calcium en excès prouve de la solubilité du gypse à partir des eaux fortement minéralisées en chlore.

Outre la salinité des sols, l'ensablement, l'érosion éolienne et hydrique... constituent d'autres contraintes de l'environnement édaphique dans cette région.

Parmi les techniques utilisées pour préserver les potentialités des sols, on cite : les apports en MO, la gestion durable des eaux d'irrigation, l'installation et le nettoyage des drains et l'application des surdoses d'eau pour la lixiviation des sels.

Mots clés: Ziban, sol, Palmeraie, nappe phréatique, .

ملخص

تعتبر منطقة الزيبان من المناطق المشهورة عالمياً بإنتاجها المنتجة للتمور خاصة دقلة نور، حيث تظهر تربتها إمكانات كبيرة لكنها تميل إلى التدهور بسبب سوء الإستغلال الزراعي، لاسيما سوء تسيير مياه السقي حيث هذه الأخيرة تعتبر المصدر الرئيسي لملوحة التربة. في هذا الصدد تتميز التربة بطبقة جبسية ذات تركيبة رملية، قرب المياه الجوفية من السطح، pH قاعدي ضعيف، رطوبة منخفضة، إختلال في التوازن الشاردي حيث يتواجد الكالسيوم بقيم مرتفعة ناتجة عن ذوبان الجبس من المياه الغنية بالكلور. إضافة لملوحة التربة؛ زحف الرمال، التعرية (الرياح و المياه) ... تمثل عوائق أخرى للمحيط والتربة في هذه المنطقة. من بين التقنيات المنتهجة للحفاظ على إمكانات التربة نذكر: إضافة المواد العضوية، التسيير العقلاني و المستدام لمياه السقي، وضع وتنظيف الخنادق، تكثيف كمية مياه السقي لغسل الأملاح. الكلمات الدالة: الزيبان، التربة، الجبس، الواحات، المياه الجوفية، إمكانات التربة.

Abstract

The Ziban world renowned for its production Deglet-Nour presents significant potential soil tend to deteriorate due to poor farming practices unsustainable, particularly the mismanagement of irrigation major source of soil salinity.

In this regard, the soils are differentiated by a gypsum horizon with a sandy texture and a water table shallow, a slightly alkaline soil reaction, low soil moisture; cation and anion balance is unbalanced where calcium Excess proves the solubility of gypsum from highly mineralized water to chlorine.

Besides salinity, siltation, erosion (wind, water) ... is other constraints of the soil environment in this region.

Among the techniques used to preserve the potential of soils, we quote: OM inputs, sustainable management of irrigation, installation and cleaning of drains and the application of overdoses of water for leaching salts.

Keywords: Ziban, soils, palms,