



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي



Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة محمد البشير الإبراهيمي برج بوعريريج

Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi B.B.A.

كلية علوم الطبيعة والحياة وعلوم الأرض والكون

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

قسم العلوم البيولوجية

Département des Sciences Biologiques

Mémoire

En vue de l'obtention du Diplôme de Master

Domaine Des Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Biodiversité et conservation des écosystèmes

Thème

**Contribution à l'étude de la matière organique des sols
des zones humides : Cas de Sebkhet El Hamiet wilaya
de Sétif**

Présenté par :

M^{elle} BELAREF Amel

M^{elle} MERZOUGUI Meriem

Devant le jury :

Président: BIBAK Mohamed MAA (Univ Mohammed El Bachir El Ibrahimi BBA).

Encadreur : LAOUFI. Hadjer MAA (Univ Mohammed El Bachir El Ibrahimi BBA).

Examineur: AIT MECHDELI Mouloud MAA (Univ Mohammed El Bachir El Ibrahimi BBA).

Année universitaire : 2016/2017

Remerciement

Ont aidés de près ou de loin.

Merci à tous.

Nous tenons tous d'abord à exprimer

notre très grande gratitude à Allah.

Tous puissants qui nous ont donné la force

et la volonté d'élaborer ce travail.

On tient à remercier notre encadreur M^{me} Laoufi

qui a accepté de nous diriger, qu'il trouve ici toutes expressions de

remerciement pour son

assistance et ces orientations.

Nos remerciements s'adressent aussi aux

membres du jury, pour nous avoir fait

l'honneur d'accepter d'examiner notre travail.

Nous adressons nos sincères remerciements

à nos familles qui nous ont aidés tout

au long de la carrière académique.

Sans oublier tous nos amis et collègues

et nos professeurs qui nous ont aidés

de près ou de loin.

Merci à tous.



Dédicace

*Je remercie Dieu tout puissant qui me
permet d'arriver à ce but.*

*Je dédie ce modeste travail à deux personnes
les plus chers à mon cœur*

*A mes très chers parents qui ont sacrifié de
leur existante pour bâtir la mienne qui par
leur précieux conseils et contient ont
sa me guider ver la voix de la réussite.*

A mon cher frère : Amar.

*A mes chère sœurs : Nadjet et son mari Bachir et ses
enfants: Yasser, Oumaima et Widjdan.*

*Zolikha et son mari Nassir et ses enfants : Fatima, Mahdi et
Abd elnour.*

Hanan et son mari Salem et son petite Anfal.

A mon fiancé : Amer

A toute la famille Belaref et surtout : Kamel et Hafida.

A mon nôme : Meriem

A tous mes amies : Hakima, Meriem, Halima et Liza.

A toute promotion biodiversité et conservation 2017

Amel Belaref

A decorative border surrounds the text, featuring a string of pearls at the top and bottom, and scattered pink rose petals on the sides. On the left side, there are several detailed illustrations of pink roses with green leaves and water droplets.

Dédicace

Je remercie Dieu tout puissant qui me

Permet d'arriver à ce but.

Je dédie ce modeste travail à deux personnes

Les plus chers à mon cœur

*A mes très chers parents qui ont sacrifié de
leur existante pour bâtir la mienne qui par leur précieux
conseils et contient ont sa me guider ver la voix de la réussite.*

*A mon chers frères : Ismail et son épouse Hafsa et ses enfants : Nasre El Dine et Hadil
fares et Mohamed*

*A mes chères sœurs : Fatima et son mari A. Rahman et
Wahiba et son petite Farah et Rebiha .*

A mon fiancé Djamel.

A tous la famille Merzougui.

A mon nôme : Amel

A tous mes amies : Hassina, Liza, Hakima, Halima.

A toute promotion biodiversité2017

A tous ceux que j'aime et que je respecte.

MERZOUGUI Merim

Sommaire

Remerciements

Dédicace

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Résumé

Introduction générale.....01

CHAPITRE 1 : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

1. Concepts des Chotts et Sebkhass.....	03
1.1. Géomorphologie des Chotts et Sebkhass.....	03
1.1.1. Formation des Chotts et Sebkhass	03
1.2. Répartition géographique des Chotts et Sebkhass en Algérie.....	05
1.3. Biodiversité des Chotts et Sebkhass algériens	08
2. La matière organique du sol.....	09
2.1. Généralités sur la matière organique.....	09
2.2. Les sources de la matière organique du sol.....	10
2.3. Les composants de la matière organique.....	11
2.3.1. Les substances humiques (<i>SH</i>).....	11
2.3.2. Les substances non humiques.....	12
2.4. Le rôle de la matière organique des sols.....	13
2.5. Le carbone total.....	14
2.5.1. Le carbone organique.....	14
2.5.2. Le carbone minéral	15
2.5.3. Estimation du taux de carbone.....	16
2.6. Les méthodes de fractionnement de la matière organique	16
2.6.1. Le fractionnement granulométrique.....	16
2.6.2. Le fractionnement chimique.....	17

2.7. Evolution de la MO dans le sol.....	18
2.7.1. La minéralisation de la matière organique.....	18
2.7.2. La stabilisation de la MO.....	19
2.7.3. Les facteurs de l'évolution de la matière organique.....	20

CHAPITRE II :MATERIEL ET METHODES

1. Présentation générale de la zone d'étude (Zone humide Sebkhet El Hamiet (wilaya de Sétif)).....	22
1.1 Localisation générale.....	22
1.2 Justification des critères Ramsar d'inscription.....	23
1.3. Géomorphologie et Géologie	23
1.4. Pédologie	24
1.5. Occupation des sols.....	25
1.6. Hydrologie	26
1.7. Climat	27
1.7.1. Principales données climatiques	27
1.7.2 Synthèse bioclimatique	31
1.8. Caractéristiques écologiques.....	32
1.9. Flore remarquable.....	32
1.10. Faune remarquable.....	32
2. Matériel d'étude.....	33
2.1. Phase bureau.....	34
2.2. Echantillonnage sur le terrain	34
3. Méthodes d'étude.....	36
3.1. Préparation des échantillons	36
3.2. Conservation des échantillons	36
3.3. Analyses au laboratoire.....	36

3.3.1. Le pH et la Conductivité électrique (CE)	36
3.3.2. Dosage de carbone organique WALKEY-BLACK (1934).....	36
3.3.3. Le fractionnement chimique de la matière organique (DABIN, 1976).....	36
3.4. Traitement des données.....	38
3.4.1. Analyse statistique.....	38

CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION

1. Caractérisation physico-chimique des sols de Sebkhet El Hamiet.....	39
1.1. pH.....	40
1.1.1. Profil N° 01.....	40
1.1.2. Profil N° 02	40
1.1.3. Profil N° 03.....	41
1.1.4. Profil N° 04.....	41
1.1.5. Profil N°06.....	42
1.1.6. Profil N°07	42
1.2. La conductivité électrique (CE)	43
1.2.1. Profil N° 01	43
1.2.2. Profil N° 02	44
1.2.3. Profil N° 03.....	44
1.2.4. Profil N° 04.....	45
1.2.5. Profil N°06.....	45
1.2.6. Profil N°07.....	46
1.3. La matière organique totale.....	46
1.3.1. Profil N° 01	46
1.3.2. Profil N° 02	47
1.3.3. Profil N° 03.....	47
1.3.4. Profil N° 04.....	48

1.3.5. Profil N°06.....	49
1.3.6. Profil N°07.....	49
1.4. Comparaison entre la MOT analysée et la matière organique fractionnée (Σ AF+AH+H).....	51
1.5. Fractionnement chimique de la matière organique.....	52
1.6. La part de chaque fraction de la matière organique totale	54
1.7. Présentations des différentes fractions de la matière organique en fonction de la profondeur du sol	55
1.7.1. Profil N° 01.....	55
1.7.2. Profil N° 02	56
1.7.3. Profil N° 03.....	57
1.7.4. Profil N° 04.....	58
1.7.5. Profil N°06.....	59
1.7.6. Profil N°07.....	60
1.8. Les fractions en fonction de l'éloignement de la sebkha.....	61
1.8.1. Fraction de la matière légère.....	62
1.8.2. Fraction de l'acide fulvique libre	62
1.8.3. Fraction de l'acide humique extrait par le pyrophosphate de sodium....	63
1.8.4. Fraction de l'acide fulvique extrait par le pyrophosphate de sodium....	64
1.8.5. Fraction de l'acide humique extrait à la soude.....	64
1.8.6. Fraction de l'acide fulvique extrait à la soude.....	65
1.8.7. Fraction de l'humine	66
Discussion général.....	67
Conclusion.....	69
Référence bibliographique	
Annexes	

Liste des abréviations

ACP : Analyse en composante principale.

AFL : acides fulviques libres

AFP : acides fulviques pyrophosphate

AFS : acides fulviques soude

AHP : acides humiques pyrophosphate

AHS : acides humiques soude

CE : Conductivité électrique.

CEC : Capacité d'échange cationique

COS : carbone organique du sol

CSFD : Comité Scientifique Français de la Désertification.

CT : carbone total

DGF : Direction générale des forêts.

dS : Déci siemens.

FAO : Food and agriculture organisation of the United nation.

GT : 1 gigatonne (Gt) équivaut à 1 milliard de tonnes.

H : humine

H1 : Horizon N°1

H₃PO₄ : Acide phosphorique

H₃SO₄ : acide sulfurique

IBA : Important Bird Area

ML : matières légères

MO : matière organique

MOS : matière organique du sol

MOT : matière organique totale

NaOH : Hydroxyde de sodium

Na₄P₂O₇ : pyrophosphate de sodium

NO₃⁻ : Nitrate.

P1: Profil N°1

SH : substances humique

USSL: U.S. SALINITY LABORATORY STAFF

Liste des figures

Figure 01: Situation géographique des Chotts et Sebkhass en Algérie (DEMNATI, 2012).....	05
Figure 02: Rôles et fonctions des MO (DUPARQUE et RIGALLE, 2011).....	14
Figure 03 : Schéma du principe de l'analyse granulométrique (GROSBELLET, 2008).....	17
Figure 04 : Décomposition des MO fraîches (DUCHAUFOR, 1984).....	19
Figure 05 : Carte de la situation géographique de Sebkhett El Hamiet, wilaya de Sétif (BAAZIZ et al., 2011).....	22
Figure 06 : La carte géographique de la station d'El Hamiet (l'échelle 1/200 000) (Institut géographique National. France, 1962)	24
Figure 07 : La carte pédologique de la sebkha d'El Hamiet (l'échelle 1/200.000) (Institut géographique National. France 1955).....	25
Figure 08 : Carte d'occupation des sols dans la zone d'étude (Google Earth, 2014).....	26
Figure 09 : le réseau hydrographique de la wilaya de Sétif (Direction de l'Hydraulique Agricole, 2011).....	27
Figure 10 : Courbes des précipitations moyennes pour les deux séries anciennes et récente (1913-1938 /1989-2014).....	28
Figure 11 : Courbes des températures moyennes pour les deux séries ancienne et récente (1913-1938/1989-2014).....	30
Figure 12 : Diagrammes Ombrothermique de Gaussen et Bagnouls de la région Sétif.....	31
Figure 13 : Situation de la toposéquence sur Sebkhett El Hamiet (Google Earth).....	33
Figure 14 : Emplacement des profils pédologiques étudiés sur la toposéquence (Google Earth).....	35
Figure15 : Valeurs du pH du profil 1.....	40
Figure 16 : Valeurs du pH du profil 2.....	41
Figure 17 : Valeurs du pH du profil 3.....	41
Figure 18 : Valeurs du pH du profil 4.....	42
Figure 19 : Valeurs du pH du profil 6.....	42
Figure 20 : Valeurs du pH du profil 7.....	43
Figure 21 : Valeurs de la conductivité électrique du profil 1.....	43

Figure 22 : Valeurs de la conductivité électrique du profil 2.....	44
Figure 23 : Valeurs de la conductivité électrique du profil 3.....	44
Figure 24 : Valeurs de la conductivité électrique du profil 4.....	45
Figure 25 : Valeurs de la conductivité électrique du profil 6.....	45
Figure 26 : Valeurs de la conductivité électrique du profil 7.....	46
Figure 27 : Taux de la matière organique totale du profil 1.....	47
Figure 28 : Taux de la matière organique totale du profil 2.....	47
Figure 29 : Taux de la matière organique totale du profil 3.....	48
Figure 30 : Taux de la matière organique totale du profil 4.....	48
Figure 31 : Taux de la matière organique totale du profil 6.....	49
Figure 32 : Taux de la matière organique totale du profil 7.....	50
Figure 33 :Variation des taux des différentes fractions de MO en fonction de la profondeur du sol du profil 1.....	56
Figure 34 :Variation des taux de différentes fractions de MO en fonction de la profondeur du sol du profil 2.....	57
Figure 35 :Variation des taux des différentes fractions de MO en fonction de la profondeur du sol du profil 3.....	58
Figure 36 :Variation des taux de différentes fractions en fonction de la profondeur du sol du profil 4.....	59
Figure 37 :Variation des taux des différentes fractions de la MO en fonction de la profondeur du sol du profil 6.....	60
Figure 38 :Variation des taux de différentes fractions de la MO en fonction de la profondeur du sol du profil 7.....	61
Figure 39 : La distribution de ML en fonction de l'éloignement de la sebkha	62
Figure 40 : La distribution de l'AFL en fonction de l'éloignement de la sebkha.....	63
Figure 41 : La distribution d'AHP en fonction de l'éloignement de la sebkha.....	63
Figure 42 : La distribution de l'AFP en fonction de l'éloignement de la sebkha.....	64
Figure 43 :La distribution d'AHS en fonction de l'éloignement de la sebkha.....	65

Figure 44 : La distribution d'AFS en fonction de l'éloignement de la sebkha.....65

Figure 45 : La distribution d'H en fonction de l'éloignement de la sebkha.....66

Liste des tableaux

Tableau I : Tableau récapitulatif des lacs salés (Chotts et Sebkhas) algériens (DEMNATI, 2012).....	06
Tableau II: Répartition moyennes mensuelles des précipitations (mm) pour les séries anciennes (SELTZER 1913 - 1938) et récente (1989 - 2014).....	28
Tableau III : Températures moyennes mensuelles (en °C) pour les deux séries ancienne et récente	29
Tableau IV : Les coordonnées géographique des profils pédologiques.....	35
Tableau V : Les résultats des analyses physico-chimiques des échantillons de sol prélevés sur les six profils pédologiques (Sebkhet El Hamiet).....	39
Tableau VI : Comparaison entre la MOT analysée et la matière organique fractionnée ($\Sigma AF+AH+H$).....	51
Tableau VII : Résultat du fractionnement chimique de la matière organique.....	52
Tableau VIII : Le pourcentage de chaque fraction de la matière organique totale.....	54
Tableau IX: Représente les moyennes de chaque fraction.....	62

Introduction

Introduction

Les zones humides sont des milieux d'une importante richesse, elles fournissent l'eau et les aliments à d'innombrables espèces de plantes et d'animaux **M.E.A (2005)**. Ces milieux, très différents de par leur nature et leur fonctionnement, jouent un rôle considérable dans la préservation de la biodiversité et la gestion des ressources en eau.

Les zones humides méditerranéennes sont caractérisées par une grande richesse biologique et assurent d'importantes fonctions écologiques et socio-économiques. Leur superficie dans le bassin méditerranéen est estimée à 21 000 Km², dont 4 700 Km² de lagunes côtières, 2 800 Km² de lacs d'eau douce et de marais et 11 600 Km² de lacs salés temporaires, trouvés majoritairement en Afrique du Nord (**BRITTON et CRIVELLI, 1993**).

L'Algérie recèle un grand nombre de zones humides, qui sont représentées sous forme de marais d'eaux douces ou marines, les oueds, les barrages et les retenues (**DEBELAIRE, 1997, 1998 et SAMRAOUI, 2008**). La majorité de ces plans d'eau est composée d'immenses lacs salés continentales, ils s'étalent de la côte nord algérienne jusqu'au Sahara en traversant les Hauts Plateaux.

L'Algérie est riche en zones humides à cause de sa position géographique, sa configuration physique et la diversité de son climat (**ZAAFOUR et DJALIL, 2012**). Les zones humides les plus caractéristiques en Algérie sont endoréiques, constituées de lacs salés athalassiques secs l'été et inondés l'hiver, connus sous les noms de Chotts et Sebkhass. Selon **KAABECHE et al., 1993**), ces termes désignent une structure géomorphologique à deux niveaux une zone centrale (Sebkha) en cuvette où s'accumulent et se concentrent les eaux de pluies, donc fortement salée, sans végétation ; et une zone périphérique (Chott), relativement moins salée, à flore plus au moins riche constituée d'espèces halophiles réparties en fonction de la salinité et de l'importance (durée et profondeur) des inondations (**WHIGHAM et al., 1993**).

Les zones humides en Algérie sont d'une grande importance pour les oiseaux migrateurs et constituent des lieux d'hivernage pour des milliers de canards, foulques, oies et flamants roses (**KRAIEM, 2002**). Aujourd'hui, sur les 300 sites recensés, 50 sont classés dans la liste RAMSAR avec une superficie totale de 2 959 615 ha (**KHAZNADAR et al., 2009**).

Sebkhet El Hamiet fait partie de l'éco-complexe des zones humides des hauts plateaux Est Algérien (wilaya de Sétif). Elle présente une superficie de 2509 hectares, elle est

constitué d'une sebkha ou lac salé naturel endoréique, temporaire qui s'inonde en temps de crues et s'assèche en saison estivale et d'une prairie humide sur son pourtour.

Les zones humides en Algérie sont constamment sous la menace. La vitesse à laquelle les zones humides sont perdues en Algérie est inconnue, mais elle s'est accélérée ces dernières années du fait des activités menées par l'homme. Ces effets anthropiques conduisant un grand problème qui est la pollution, qui est parmi les principales sources de la matière organique dans ces milieux, il existe deux types de pollution : pollution d'origine industrielle: Ce pollution concerne les rejets accidentel ou chroniques d'hydrocarbures, de produits chimiques toxiques (dont les métaux lourds tels que le plomb, le mercure...) ou de matières en suspension et induisent des changements dans les communautés végétales et animales et le deuxième type pollution agricole liée à l'utilisation abusive d'engrais et des pesticides, Les intrants agricoles (nitrates, phosphates) et les pesticides sont véhiculés après lessivage au sein des zones humides.

La consommation d'engrais et de pesticides en nette progression sont à l'origine des phénomènes d'eutrophisation et d'intoxication. Ce type de pollution s'est considérablement développé durant ces dernières années avec des effets diffus sur l'ensemble des zones humides. La plupart des rejets contiennent des matières organiques.

Sebkhet El Hamiet est très riche en matière organique qui constitue un compartiment hétérogène, impliqué fortement dans les différentes composantes de la fertilité des sols, tant physique, chimique que biologique.

Le présent travail a pour objectif de contribuer à l'étude de la matière organique dans les sols de Sebkhet El Hamiet par l'étude de la matière organique totale et sa répartition sur les différentes fractions chimiques à savoir les acides humiques, les acides fulviques, les humines...etc).

Le manuscrit de cette étude comprend trois chapitres décrits comme suit :

- Le premier présente des données bibliographiques générales sur les chotts et les sebkhas en Algérie, sur la matière organique et ses composés, quelques définitions et notions usuelles et scientifiques sur le carbone organique, fractionnement chimique et granulométrique.
- Le deuxième chapitre décrit la présentation générale de la zone d'étude, le matériel et les différentes méthodes d'étude utilisées.
- Le troisième chapitre aborde les résultats obtenus et leurs discussions.
- Une conclusion et la présentation des diverses perspectives concluant ce travail.

Chapitre I:

Synthèse bibliographique

1. Concepts des Chotts et des Sebkhas

Depuis longtemps les géographes français ont adopté les mots arabes Sebkha et Chott en précisant leur sens. Selon **COQUE et al., (1972)** : sebkha est assimilée à un lac salé (la mer Morte est même citée en exemple) avant d'être correctement définie comme une cuvette (plus exactement un fond plat de cuvette) à inondation temporaire, sans végétation. Quant au terme de Chott, il représente seulement l'auréole plus ou moins large de steppe halophile qui entoure la sebkha, exploitée comme pâturage à chameaux. Cependant **STONE (1967)** définit les sebkhas comme lac salé.

Selon **AUBERT (1976)**, les Chotts de l'Afrique du Nord sont des terrains salés souvent couvert de croûtes salines à perte de vue en saison sèche ; alors qu'en saison de pluie ne se voit plus que la surface plus ou moins salée, dont les bords ne sont que des kilomètres carrés de boue sodique.

Malgré quelques divergences dans la définition de ces milieux (Chott, Sebkha, Garaet), les géographes, les scientifiques, les biologistes s'accordent pour les considérer comme des dépressions fermées qui sont équivalentes à des lacs salés.

1.1. Géomorphologie des Chotts et des Sebkhas

1.1.1. Formation des Chotts et des Sebkhas

La constitution des dépressions salées est liée à l'histoire géologique des hautes plaines algériennes. Elle est marquée par un substratum sédimentaire hérité des transgressions marines du secondaire et du tertiaire, aurait connu vers la fin de l'oligocène une phase d'orogénèse extrêmement active, coïncidant avec les plissements alpins qui a entraîné la surrection de l'Atlas Saharien (**DRESCH, 1954**).

Cependant à la fin du tertiaire, une phase d'érosion aboutit au façonnement des formes jurassiennes et au comblement des dépressions par des dépôts continentaux, aussi bien dans l'Atlas que le long piémont saharien et également vers le nord dans les hautes plaines.

Au Villafranchien (limite tertiaire/ Quaternaire) résulte un ensemble homogène avec une allure de vaste plaine, qui va constituer le cadre des processus morphologiques du quaternaire. Ce dernier voit le remaniement des unités géologiques en place, à travers l'action combinée des mouvements tectoniques (soulèvement, subsidence, plissement) et du climat (érosion, dépôt).

A la fin du villafranchien et précédé par la formation d'une vaste croûte calcaire résistante à l'érosion, fossilisant ainsi la surface villafranchienne. Cette surface encroûtée

correspond à la haute surface moulouyenne ou villafranchienne supérieure. Le soulèvement de l'ensemble de l'Atlas Saharien, à la période post- villafranchienne, met à la position dorsale par rapport au compartiment saharien, resté stable, et aux plaines, restées coincées entre les deux Atlas. Des pressions considérables vont soumettre la haute surface moulouyenne à des phénomènes de plissements et de dislocation d'où résulteront des cassures qui vont favoriser la formation de fosses subsidence (**POUGET, 1980**).

- **Aspect pédologique**

D'un point de vue pédologique, on distingue une diversité des sols, on rencontre des sols salins(Solontachak) et des sols à encroutement calcaire, gypseux ou salins (**BENCHETRIT, 1956**).

Les sols salins ont une grande extension dans la région saharienne, ils sont aussi très répandus dans les basses plaines, comme la Vallée d'Oranie, la Vallée de la Mina, dans les hautes plaines au sud de Sétif et de Constantine et en particulier aux bords des Chotts et Sebkhass. (**AUBERT,1976**).**HALITIM (1985)**Révèle que les sels, au sens large du terme, constituent les traits caractéristiques des paysages arides d'Algérie, plus de 95% des sols de ces régions sont en effet soit calcaires, gypseux ou salsodiques.

Selon **DJILI (2000)**, les sols gypseux se localisent généralement dans les zones dépressionnaires(Chotts). Ils sont partiellement couverts de voiles de sable éolien gypseux siliceux et des sebkas associés à une végétation gypso- halophile. Cependant les sebkhas offrent toute une gamme de croûtes salines en surface qui vont de quelques millimètres jusqu'à un mètre et plus d'épaisseur (**BELLAOUEUR, 2008**).

La couleur de ces croûtes varie avec l'état hydrique qui fluctue en fonction des remontées des nappes. En horizon de surface, et en particulier en période sèche, il ya formation de nombreuses petite bosses à structure lamellaire et à croute saline vitreuse, ils se qualifient comme zone subdésertique, dont les sols sont très fortement à excessivement salins avec une texture lourde.

- **Aspect hydrologique**

Les dépressions salées représentent un système évaporatoire (**COQUE, 1962**). Ils résultent de l'émergence des eaux artésiennes et leurs concentrations donnent naissance à des lacs salés (**DROUHIN, 1960**). La formation de ces lacs salés est généralement contrôlée en grande partie par les changements temporels des précipitations à l'intérieur du bassin (**BRYANT, 1999**).

En effet les eaux qui forment ces lacs peuvent parvenir de deux sources principales: les précipitations directs(incluant les rivières et les apports de surface) et l'eau souterraine (BRYANE et RAINEY, 2002).

1.2. Répartition géographique des Chotts et des Sebkhass en Algérie

L'Algérie regroupe un nombre important de Chotts qui s'étalent du sud tunisien jusqu'au mont de l'Atlas au nord algérien (CHOWN et LINSLEY, 1992; MAHOWALD et al, 2003 et SAMRAOUI, 2008). Leurs répartitions géographique est très étendue (Figure 1) ils se situent entre les deux Atlas, l'Atlas Tellien au nord, l'Atlas Saharien au sud et Erg Occidental et Erg Oriental, d'Est en Ouest.

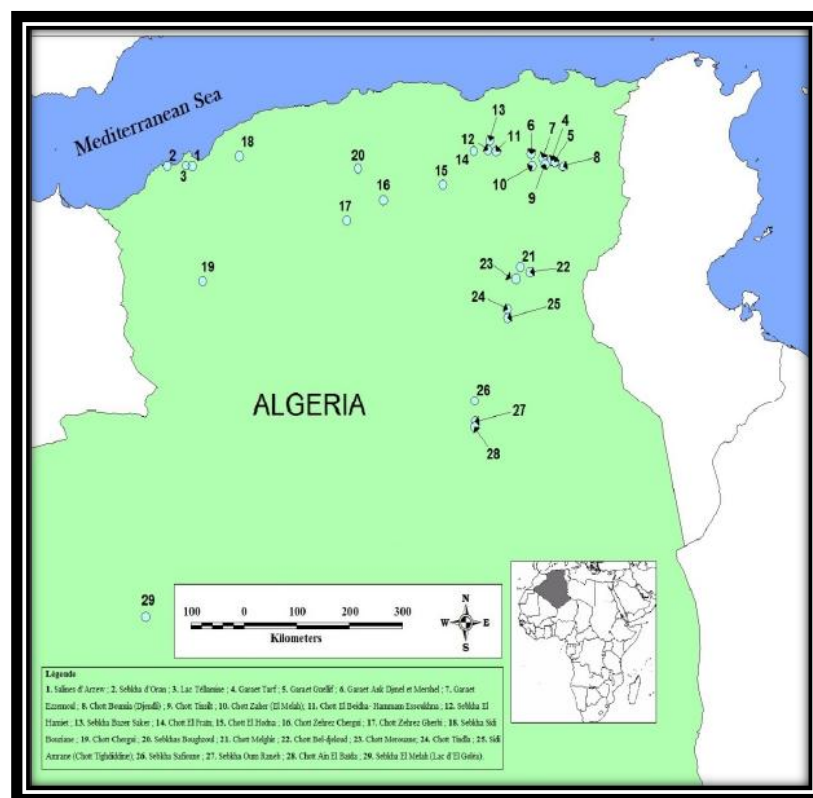


Figure01. Situation géographique des Chotts et des Sebkhass en Algérie (DEMNATI, 2012)

La taille et la profondeur des Chotts algériens sont très variables (Tableau I). Leurs tailles (le plus grands est de 55150 ha et le petit est de 76 ha) dépassent quelques mètres lors de la période hivernale et diminue fortement pendant la période sèche, leur superficie peut atteindre plusieurs milliers d'hectare. Ils ont une profondeur variable (la plus petite est d'environ 20 cm comme le plus grand peut dépasser 4m) (D.G.F., 2004).

Tableau I. Tableau récapitulatif des lacs salés (Chotts et Sebchas) algériens (DEMNATI, 2012)

N°	Nom de la zone humide	Région	Statut de la zone	Autre statut	Superficie en Ha	Coordonnées géographiques
1	Salines d'Arzew	Oranie	Site Ramsar, 2004	-	5778	35°42'N, 00°18'O
2	Sebka d'Oran Site	Oranie	Ramsar, 2001	IBA	56870	35°42'N, 00° 48'O
3	Lac Téllamine	Oranie	Site Ramsar, 2004	-	2399	35°44'N, 00°23'O
4	GaraetTarf	Est haut Plateau	Site Ramsar, 2004	IBA	33460	35°42'N, 07°02'E
5	GaraetGuellif	Est haut plateau	Site Ramsar, 2004	-	24000	35°47'N, 06°54'E
6	GaraetAnkDjmel et Mershel	Est haut plateau	Site Ramsar, 2004	-	18140	35°46'N, 06°58'
7	GaraetEzzemoul	Est haut Plateau	Proposé site Ramsar	IBA	6000	35°53'N, 06°30'E
8	Chott Boumia (Djendli)	Est haut plateau	Proposé site Ramsar	IBA	3700	35°42'N, 06°31'E
9	Chott Tinsilt	Est haut Plateau	Site Ramsar, 2004	IBA	3600	35°53'N, 6°30'E
10	Chott Zaher (El Melah)	Est haut plateau	-	-	875	35°36'N, 07°03'E
11	Chott El Hodna	Centre haut Plateau	Site Ramsar, 2001	-	12223	35°26'N, 04°44'E
12	Chott El Fraïn	Centre haut Plateau	-	-	1500	35°55'N ,05°37'E

13	Chott Zehrez Chergui	Centre haut Plateau	Site Ramsar, 2003	-	50985	35°13'N, 03°32'E
14	Chott Zehrez Gherbi	Centre haut plateau	Site Ramsar, 2003	-	52200	34°55'N, 02°48'E
15	Sebkha Bazer Sekra	Est haut plateau	Site Ramsar, 2004	IBA	4379	36°04'N°, 05°40'E
16	Sebkha El Hamiet	Est- haut plateau	Site Ramsar, 2004	-	2509	35°56'N, 05°38'E
17	Chott El Beidha-Hammam Essoukhna	Est haut Site plateau	Ramsar, 2004	-	12223	35°55'N, 05°48'E
18	Sebkha Sidi Bouziane	Ouest haut plateau	-	-	15675	35°51'N, 00°39'E
19	Chott Chergui	Ouest haut plateau	Site Ramsar, 2001	-	855500	34°03'N, 00°05'O
20	Sebkhas Boughzoul	Centre haut plateau		-	-	35°42'N, 25°50'E
21	Chott Melghir	Sahara	Site Ramsar, 2003	-	551500	34°11'N, 06°21'E
22	Chott Merouane	Sahara	Site Ramsar, 2001	IBA	337700	34°02'N, 05°17'E
23	Chott Bel-djeloud	Sahara	-	-	-	34°00'N, 06°20'E
24	Chott Tindla	Sahara	-	-	600	33°39'N, 06°02'E
26	Sebkha Oum Raneb	Sahara	Site Ramsar, 2004	-	7155	23°02'N, 05°23'E

27	Chott Ain El Baïda	Sahara	Site Ramsar 2004	-	6853	31°57'N, 05°22'E
28	Sebkha El Melah (Lac d'El Goléa)	Sahara	Site Ramsar, 2004	-	18947	30°25'N, 02°54'E
29	Sidi Amrane (Chott Tighdidine)	Sahara	-	-	200	33°30'N, 05°59'E

1.3. Biodiversité des Chotts et des Sebkhass algériens

Le concept de biodiversité, est défini comme la diversité totale de la vie dans la biosphère. En regroupant la diversité biologique et les facteurs qui la maintiennent, on peut reconnaître quatre grands niveaux de biodiversité : ceux des gènes, des organismes et écosystèmes et celui des processus auxquels ils prennent part (**FROCHET, 2002**).

La biodiversité est un indicateur du nombre et de la qualité des espèces animales et végétales d'un site, elle est le témoin de la richesse d'un milieu. Deux grandes conférences mondiales lui ont été consacrées à savoir, celle de **Stockholmen 1972** et celle de **Rio de Janeiro en 1992** pour sensibiliser davantage l'opinion publique aux problèmes de l'environnement et à sa protection en vue d'un développement durable. La fin du XX^{ème} siècle, a été marquée par une baisse de la biodiversité de la planète suite aux activités humaines (**LEFEUVRE, 1992**). Dans ce contexte, **MEDAIL et DIADEMA (2006)** annoncent que la place de l'homme dans l'environnement méditerranéen apparaît plus que jamais comme déterminante, puisque ses impacts et ses choix de gestion déterminent le maintien de la forte biodiversité du bassin méditerranéen.

Depuis l'apparition de l'être humain sur la planète, et plus particulièrement depuis le début des temps phanérozoïques, des adaptations particulières permettant à certaines espèces de peupler les milieux les plus divers que l'on peut rencontrer sur la terre, y compris ceux que l'on nomme parfois 'les milieux extrêmes' (**MACKENZIE et al., 1999**). Cette appellation s'applique à des régions de la biosphère où un ou plusieurs facteurs écologiques ont des valeurs particulières, relativement éloignées de celles qui s'observent ailleurs et qui permettent aux organismes vivants de se développer normalement.

Ces milieux extrêmes sont particulièrement défavorables à la survie de la plupart des êtres vivants et seules certaines espèces réussissent à y subsister et même à y prospérer, grâce

à des adaptations particulières. C'est par exemple le cas des lacs salés qui abritent une biodiversité non négligeable à prendre en compte lorsque sont envisagées des mesures de conservation (WILLIAMS, 2002).

2. La matière organique (MO)

2.1. Généralités sur la matière organique

On désigne sous le terme de MO un ensemble de substances organiques de nature et de propriétés variées (CHAMAYOU et LEGROS, 1987).

La matière organique (MO) est définie comme la matière spécifique des êtres vivants végétaux et animaux (MUSTIN, 1987).

Elle provient de l'activité de tout organisme présent à la surface ou à l'intérieur du sol. Une partie de cette MO est produite par les organismes vivants: déjections animales, exsudats racinaires, litière végétale et polysaccharides microbiens.

Le reste est constitué par les débris des végétaux morts, les cadavres d'animaux et les cellules microbiennes lysées (DAVET, 1996).

On appelle également matière organique l'ensemble des composés organiques susceptibles d'être incorporés au sol.

-la matière organique libre (MO libre) constitue le support de l'activité biologique du sol qui tend à fractionner et transformer ce compartiment en matière organique plus fine. Ce compartiment revêt un rôle important de réserve dans les sols sablonneux. Il est pourvoyeur d'énergie dans le sol avec un C/N élevé. Si le C/N est supérieur à 25, l'azote aura tendance à être immobilisé dans les premiers mois de culture, entre 20-25, la disponibilité de l'azote dépendra d'autres facteurs comme la taille du compartiment biomasse microbienne, inférieur à 20, l'azote sera disponible pour la plante. La MO libre participe donc largement à la fertilité du sol en « nourrissant » la biomasse microbienne (et par extension la faune du sol) qui y puise les éléments énergétiques et nutritifs indispensables à son développement. En retour, la microflore et la faune du sol vont contribuer à l'entretien des structures du sol et à son fonctionnement (COMIFER, 2007)

- la matière organique liée (MO liée) présente un temps de renouvellement lent (> 50 ans) et constitue en ce sens l'humus stable du sol. Ses fonctions sont essentiellement structurantes. Elle joue également un rôle important dans les propriétés d'échange du sol. Sa dégradation très lente contribue largement à la minéralisation brute d'azote car son rapport C/N est faible. Cependant, cet azote reste peu disponible pour les cultures (COMIFER, 2007)

2.2. Les sources de la matière organique du sol

Les constituants organiques des sols proviennent de la végétation (parties aériennes et souterraines), ainsi que des micro-et méso-faunes et flores des sols.

L'un des traits majeurs de l'évolution des sols est le développement de l'activité biologique, permis notamment par l'altération du matériau parental des sols qui rend disponibles les nutriments minéraux nécessaires aux organismes vivants. A la mort des organismes ou des organes végétaux, leurs composants peuvent alors se mélanger aux constituants minéraux, incorporant ainsi dans le sol un constituant élémentaire nouveau : le carbone organique, issu essentiellement des réactions photosynthétiques réalisées par les organismes autotrophes.

En effet, la réduction de l'atome de carbone lors de la photosynthèse a permis d'y stocker une certaine quantité d'énergie qui sera réutilisée ultérieurement dans de nombreuses réactions biologiques et qui différencie complètement son comportement de celui du carbone présent dans les carbonates. Ce constituant est donc bel et bien nouveau dans le sol.

Certains de ces organismes (les plantes notamment) vivent en partie dans le sol et en partie au-dessus. A la mort des végétaux ou de certains de leurs organes aériens (feuilles ...), les parties aériennes mortes qui se retrouvent d'abord à la surface seront progressivement, mais à des vitesses très variables, incorporées aux horizons supérieurs du sol par l'activité biologique. Les organes souterrains, la majeure partie des matières organiques animales et microbiennes, y sont directement incorporés. En forêt tempérée, ce sont ainsi plus de 5 tonnes de matière organique sèche qui retournent annuellement au sol par voie aérienne, sans doute presque autant par voie souterraine (les évaluations sont beaucoup plus complexes).

En milieu agricole, cette quantité varie suivant les systèmes de culture. Toutes ces matières organiques s'accumuleraient sans cesse, à l'instar de celles d'une tourbière, sans l'intervention des chaînes de décomposeurs du sol, intervenant à différents niveaux et responsables de transformations très diverses (**GIRARD et al., 2011**).

Les engrais de ferme ou fumiers, contiennent des quantités plus ou moins importantes de MO d'origine animale (urine, fesses), mélangées ou non à des litières (paille, sciure, copeaux...)(**BODET et al., 2001**).

2.3. Les composants de la matière organique

2.3.1. Les substances humiques(SH)

Par définition, les SH dans le sol, sont l'ensemble des substances organiques issues de la transformation chimique et biologique des résidus d'origine animal, végétal ou microbienne.

Les SH peuvent avoir donc des origines très diverses : dérivés de charbon, lignite, ou toute matière organique d'origine animale, végétale ou bactérienne.

Les SH sont caractérisés par un haut poids moléculaire, un haut contenu de groupes carboxyliques, phénolique, et aussi d'une couleur qui varie d'un marron clair au noir.

Selon la taille des molécules produites, et de beaucoup d'autres caractéristiques physiques et chimiques, il s'agira de composés insolubles (humines) ou solubles (Acides humiques et acides fulviques)(**STEVENSON, 1982**).

- **Acide fulvique**

L'acide fulvique se caractérise par son poids moléculaire relativement bas et son association avec les polysaccharides présents dans le sol. Il est soluble dans les réactions acides et basiques.

Du fait de son plus grand taux en acide carboxylique, il a une grande capacité intrinsèque à dissocier les minéraux originels du sol, ce qui influence la genèse de ce dernier. Les colloïdes anioniques peuvent former des complexes stables avec des cations polyvalents comme Fe^{3+} , Al^{3+} , Cu^{2+} , etc... (**HUBER, 2011**).

Cette exceptionnelle fonction édaphique diminue la fixation du phosphore et augmente donc sa disponibilité.

- **Acide himatomélanique**

L'acide himatomélanique est un mélange complexe de composés humiques tels que l'acide fulvique et l'acide humique, soluble dans les bases et l'alcool (**HUBER, 2011**).

- **Acide humique**

L'acide humique se trouve dans le sol en plus grande quantité que les autres composés humiques. Il est insoluble dans les acides et les alcools, et a un poids moléculaire intermédiaire. Il est constitué de couches très fines et planes liées entre elles, formant un matériel réticulaire spongieux (**HUBER, 2011**), cette caractéristique physico-chimique de

l'acide humique est importante puisqu'elle améliore notablement la rétention d'eau dans le sol. L'acide humique peut en retenir l'équivalent de 16 fois son propre poids.

Il lui est également attribué une augmentation de la CEC, et il régule les processus d'oxydoréduction du système édaphique améliorant ainsi la disponibilité en oxygène pour les racines des plantes.

Par un processus similaire à celui de l'acide fulvique, l'acide humique peut former des composés avec des ions métalliques. Selon Schnitzer (**HUBER, 2011**), l'acide humique est le principal facteur de la genèse des sols, de la formation d'une bonne structure et d'une plus grande disponibilité de nutriments pour les plantes ; de plus, l'acide humique est important pour la dégradation des produits chimiques comme les pesticides dans le profil du sol.

L'expérience des sols en non-labour de Chequén indique que la persistance moléculaire des herbicides systématiques, et en particulier ceux qui sont fortement résiduels, est plus courte, comparée au même produit dans les sols en labour traditionnel.

Dans ces circonstances, ces herbicides se dégradent plus vite du fait de la physiologie du sol plus active, impliquant la présence de composés humiques et d'acides organiques.

- **Humine**

L'humine est le composé humique le plus stable dans le sol, du fait de son haut poids moléculaire qui atteint 300 000 daltons. Elle est insoluble dans les divers agents chimiques de dégradation (acides, alcools et bases) et perdure fortement unie aux colloïdes minéraux les plus fins du sol comme les argiles. Cette caractéristique lui permet de persister dans le profil plus longtemps, si celui-ci n'est pas altéré par le labour.

La composition chimique et structurale de l'humine provient de la lignine des résidus de récoltes, en quantité particulièrement importante dans les sols forestiers (**ROSELL, 1993**).

La capacité d'échange en cation d'un sol correspond à la quantité totale de cations que le sol est capable de stocker et de restituer dans des conditions de pH bien définies. Elle s'exprime en centimoles de charges positives par kilogramme de terre fine (**HUBER, 2011**).

2.3.2 Les substances non humiques

Selon **CALVET (2003)**, les sols contiennent une grande variété de composés organiques d'origine diverse qui existent à l'état libre pour une partie et pour la plus grande partie, à l'état soit associé aux colloïdes humiques et minéraux, soit comme constituants des substances humiques.

Il en existe trois groupes : les composés azotés, les hydrates de carbone et les lipides. **Composés azotés :** ce sont les acides aminés, les sucres aminés, les acides nucléiques et un certain nombre de pigments et leurs produits de dégradation.

Les deux premiers groupes sont quantitativement le plus importants.

- **Acides Aminés :** ce sont des molécules qui possèdent au moins une fonction aminée. Les acides aminés les plus abondants dans le sol sont ceux des parois cellulaires, des micro-organismes, notamment la glycine, l'alanine, l'acide aspartique et l'acide glutamique.
- **Sucres aminés :** ce sont des mucopolysaccharides que l'on trouve dans le sol combinés entre autre avec des mucoprotéines. Certaines sucres aminés sont des polysaccharides insolubles en milieux alcalins et sont désignés par le mot « chitines ». 5 à 10% de l'azote de la couche de surface du sol est sous forme de sucres aminés.

Les hydrocarbures : les composés aliphatiques, les hydrocarbures polycycliques aromatiques. Ils proviennent pour une part de la pollution des sols par les retombées atmosphériques et pour une autre part des sites de stockage de déchets industriels mais certains seraient aussi d'origine indigène dans le sol (**CALVET, 2003**).

Autres composés : La fraction lipidique de sols contient divers autres composés. Glycérides, stéroïdes, terpénoïdes, caroténoïdes, alcools aliphatiques, cétones, esters...etc.(**CALVET, 2003**).

2.4. Le rôle de la matière organique des sols

La matière organique du sol représente l'indicateur principal de la qualité des sols, à la fois pour des fonctions agricoles (c'est-à-dire la production et l'économie) et pour les fonctions environnementales (parmi elles la séquestration du carbone et la qualité de l'air).

La matière organique, est le principal déterminant de l'activité biologique. La quantité, la diversité et l'activité de la faune et des micro-organismes sont en relation directe avec la présence de la matière organique (**FAO, 2002**).

La matière organique et l'activité biologique qui en découle ont une influence majeure sur les propriétés physiques et chimiques des sols (**ROBERT, 1996**). L'agrégation et la stabilité de la structure du sol augmentent avec le contenu en carbone des sols. Les conséquences directes sur la dynamique de l'eau et la résistance à l'érosion par l'eau et le

vent. Le carbone des sols affecte aussi la dynamique et la biodisponibilité des principaux éléments nutritifs (FAO, 2002).

Selon JONES et WILD (1975) cité par YOUL (2009), la MOS a un rôle capital dans les sols tropicaux où avec les faibles teneurs et la mauvaise qualité des argiles (faible CEC), c'est elle qui contrôlent plusieurs propriétés indicatrices de la fertilité chimique (capacité d'échange cationique, disponibilité en nutriments), physique (stabilité, agrégation, porosité) et biologique (disponibilité en énergie assimilable) des sols.

La MOS a aussi des fonctions écologiques grâce à une meilleure structuration du sol augmentant sa résistance à la dégradation (VENKATAPEN, 2012), et la séquestration des gaz à effet de serre (FAO, 2002).

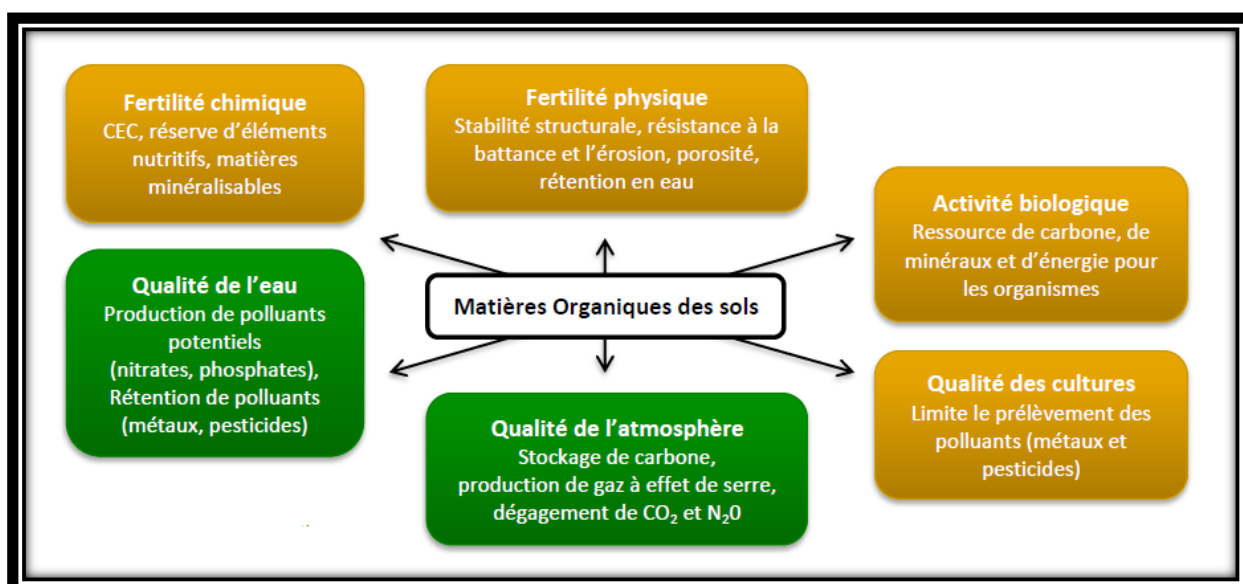


Figure 02. Rôles et fonctions des matières organiques (DUPARQUE et RIGALLE, 2011)

2.5. Le carbone total

2.5.1. Le carbone organique

Le carbone organique est le principal constituant des matières organiques. Il représente environ 50% de celles-ci, suivi de l'oxygène (40%), de l'hydrogène (5%), de l'azote (4%) et du soufre (1%).

Dans les analyses de terre, la quantité de matières organiques du sol est connue à partir d'une mesure de la **teneur** en carbone organique. Elle correspond à une concentration de

carbone organique dans le sol, souvent exprimée en g/kg, et représente un indicateur de qualité du sol.

- Il existe un rapport de conversion entre les deux et le rapport MOS/COS utilisé le plus fréquemment vaut 1,724 (coefficient de van Bemmelen du nom du chimiste hollandais Jakob Marten Van Bemmelen (1830-1911) célèbre pour ses travaux sur l'humus)(**PRIBYL, 2010**).
- Le stock de carbone organique, indicateur de quantité, en la multipliant par la Masse de Terre Fine (fonction de la teneur en éléments grossiers, de l'épaisseur de sol et de la densité apparente). La teneur est couramment mesurée dans l'horizon labouré (couche superficielle du sol d'environ 30 cm d'épaisseur). Le stock est donc calculé sur ce même horizon. (**VIGOT, 2012**). En effet, le carbone organique stocké dans les sols mondiaux est estimé à 2 000 - 2 500 Gt* (dont 27 à 36 % dans les zones sèches selon les estimations) (**CSFD, 2013**).

2.5.2. Le carbone minéral

Le carbone minérale « carbone inorganique». À l'échelle de la planète, les réservoirs de carbone inorganique sont l'atmosphère (sous forme de CO₂), les océans (HCO₃⁻) et sous forme solide (sédiments et roches carbonatées).

Dans les roches et les sols carbonatés, le carbone inorganique est principalement sous forme calcite (CaCO₃) ou, dans une moindre mesure, associé à du magnésium (les dolomies, CaMg (CO₃)₂). Plus rarement, il peut prendre d'autres formes telles que le carbonate de sodium (Na₂CO₃) ou le carbonate de sidérite (FeCO₃) ainsi que d'autres encore plus marginales. Il peut s'agir de matériaux primaires : les carbonates sont alors issus directement de la fragmentation de la roche-mère carbonatée (carbonates lithogéniques). Ce peut être aussi des matériaux secondaires, c'est-à-dire provenant de la formation et de l'évolution du sol (carbonates pédogéniques). Les carbonates pédogéniques peuvent avoir des formes très variées. Ils sont précipités dans la porosité du sol, autour de racines, ou encore sous forme de nodules ou des minéraux secondaires en lamelles, en cristaux, etc.

Le stock de carbone inorganique au niveau mondial est approximativement 35 % du stock total de carbone terrestre (organique et inorganique). Le carbone inorganique s'élève à 950 Gt (dont 97 % dans les zones sèches)(**CSFD, 2013**).

2.5.3 Estimation du taux de carbone

La teneur en matière organique totale du sol s'obtient généralement en dosant la teneur en carbone, on estime que le rapport matière organique est à peu près constant et égal à $\frac{MO\%}{C\%} = 1.72$ (**DABIN, 1970**).

La teneur totale en carbone a été mesurée par combustion sèche, avec un analyseur à carbone. L'analyse a été réalisée selon la norme NF ISO 10694 (**ISO, 1995**). Le principe de l'analyse est de provoquer la combustion totale d'un échantillon enfermé dans une capsule d'étain. Les gaz de la combustion sont mesurés par chromatographie en phase gazeuse (appareil Thermoquest).

2.6. Les méthodes de fractionnement de la matière organique

Les pédologues étudient la matière organique sous de nombreuses optiques différentes. Deux d'entre elles sont fréquemment utilisées dans les études relatives à l'agriculture et l'aménagement des ressources naturelles :

La première optique est une démarche dynamique et conceptuelle qui divise les substances organiques des sols sur la base de leur stabilité et qui distingue plusieurs groupements organiques ou compartiments qualifiés de labiles ou de stables ; dans la pratique cette démarche est souvent utilisée pour la compréhension de la pédogenèse ;

La seconde optique est analytique et procède par l'identification de la composition chimique de la matière organique du sol par différentes méthodes de fractionnements. C'est une approche fortement développée ces dernières années, mais encore peu usitée dans les nombreuses thématiques de recherche relatives à la composition chimique non stable de la matière organique des sols des tropiques (**WAMBEKE, 1995**).

2.6.1. Le fractionnement granulométrique

Selon (**BALESEDENT, 1991 et FELLER, 1994**) le fractionnement granulométrique permet la séparation des fractions végétales, minérales, organo-minérales et solubles.

L'analyse comporte trois étapes : un fractionnement granulométrique sous eau déminéralisée sur une colonne de six tamis de tailles 2mm, 1mm, 0,5mm, 0,2mm, 0,1mm et 0,05mm. Suivie d'une séparation de la matière organique et de la matière minérale par décantations et remises en suspension successives (Figure 3) ; La fraction inférieure à 0,05 mm, recueillie dans les eaux de tamisage, est récupérée par centrifugation et n'est pas fractionnée. La teneur en

carbone de chaque fraction organique est ensuite mesurée à l'aide d'un analyseur élémentaire (GROSBELLET, 2008). Cette analyse permet de préciser la nature et le niveau de stabilité des matières organiques dans le sol (SALDUCCI, 2011).

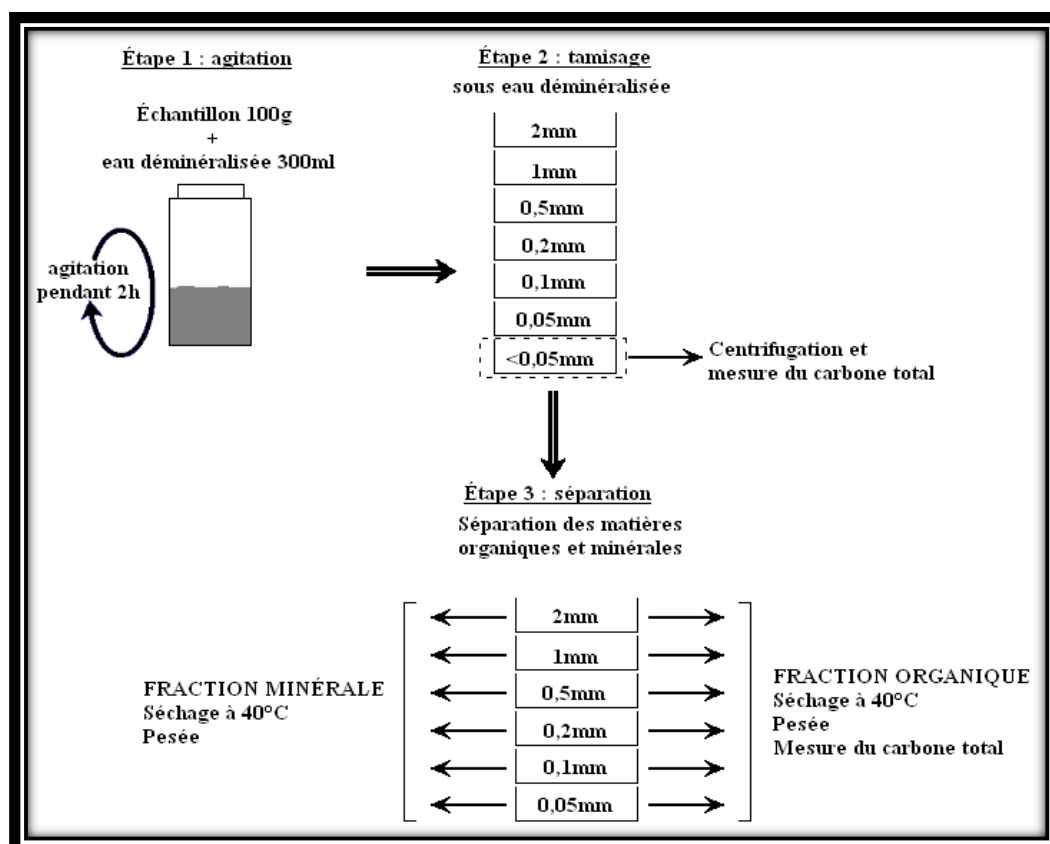


Figure03. Schéma du principe de l'analyse granulométrique (GROSBELLET, 2008).

2.6.2. Le fractionnement chimique

Le fractionnement chimique des matières organiques est la plus ancienne méthode de classement. Il aboutit à la détermination de trois grands groupes : humine, acides fulviques et acides humiques. Toutefois, le fractionnement obtenu est peu explicatif des propriétés de la matière organique du sol donc pas utilisable par les agronomes, mais dépendant surtout des acides fulviques seuls (ABALLO, 2007).

La méthode de fractionnement chimique préconisée assez simple, permet déjà de caractériser sommairement un mode d'évolution de la matière humique du sol, mais elle peut être le point de départ d'une analyse biochimique plus poussée de chaque fraction. Jusqu'à présent, ces études sont souvent faites sur des extraits uniques, soit avec la soude, soit avec le mélange pyrophosphate de sodium + soude ; on obtient dans ce cas un mélange de substance dont les propriétés sont très différentes, parfois opposées comme dans le cas des acides

fulviques. L'étude séparée des substances ayant subi un fractionnement chimique préalable, donnerait des résultats plus aisément interprétables (**DABIN, 1976**).

2.7. Evolution de la MO dans le sol

La décomposition de la matière organique est définie comme étant le processus de séparation de matériaux organiques dans le sol de leurs constituants de base (**PAUL, 1992 in ABIVEN, 2004**).

D'après **DUCHAUFOR (1995)**, l'évolution de la matière organique engendre l'humus un peu de la même façon que les minéraux primaires qui donnent naissance à l'argile. Les molécules complexes de la matière organique subissent une décomposition microbienne qui libère des composés simples le plus souvent solubles.

2.7.1 . La minéralisation de la matière organique

C'est le passage du monde organique au monde minéral. Ce processus se déroule en plusieurs étapes :

La transformation en composés minéraux solubles ou gazeux: " c'est la minéralisation primaire". Certains de ces composés peuvent d'ailleurs se réorganiser au cours de l'humification.

Une partie échappe à la minéralisation et sert de matériau à l'édification de molécules nouvelles, de plus en plus complexe, dont l'ensemble constitue l'humus: c'est l'humification. Ces composés humiques contractent des liens plus ou moins étroits avec les composés minéraux (argiles et oxydes) puis ils se minéralisent à leur tour, mais plus lentement que la matière organique fraîche " minéralisation secondaire" (**GOBAT et al, 1998**).

➤ La minéralisation primaire (M1)

Est un processus assez rapide. Il aboutit à la libération de substances nutritives par désagrégation et dépolymérisations successives des matières organiques. Parmi ces substances, on trouve : l'eau, le CO₂, l'azote nitrique, les phosphates et sulfates, etc... Cette phase déroule essentiellement sous l'action de la faune du sol et des microbes (champignons et bactéries). Ces matières minérales peuvent être assimilées par les plantes, adsorbées sur le complexe argilo-humique, perdues par lessivage ou reprise par certains microbes pour la synthèse de l'humine microbienne (**ELZEIN et BALESSENT, 1995**).

➤ La minéralisation secondaire (M 2)

C'est la plus lente (1 à 3 %) de la matière humifiée par an mais aboutissant au même résultat que la minéralisation primaire et concernant les molécules organiques préalablement synthétisées par l'humification. Ces molécules sont plus stables et résistent mieux à la dégradation (GOBAT *et al.*, 1998).

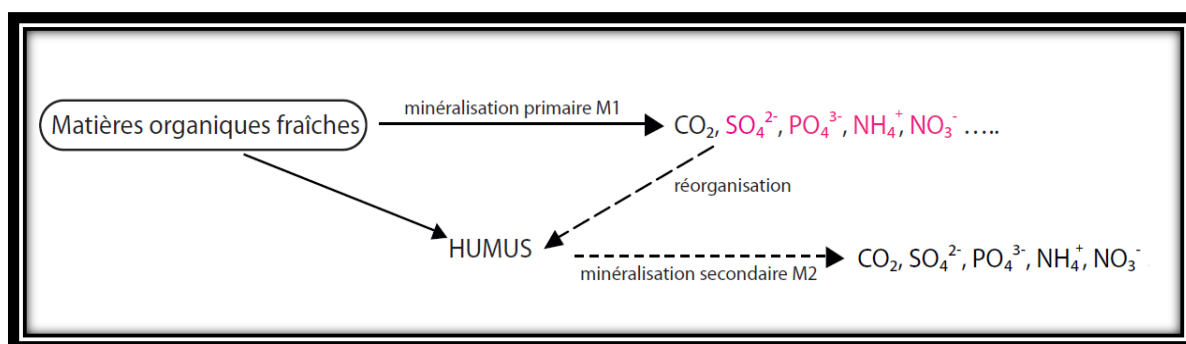


Figure 04. Décomposition des Matières Organiques fraîches (DUCHAUFOR, 1984)

2.7.2 La stabilisation de la MO

Phénomènes de stabilisation de la matière organique

➤ Définition de "matière organique stable"

Une matière organique est dite *stable* lorsqu'elle est résistante à la biodégradation (DIGNAC *et al.*, 2006). CHRISTENSE (2001) considère que la stabilité est une propriété intrinsèque liée à la structure chimique de la molécule. Autrement dit, certains polymères sont, par leur nature biochimique, plus résistants que d'autres : c'est notamment le cas des lignines (GLEIXNER *et al.*, 2002 ; KALBITZ *et al.*, 2006), ou encore des polysaccharides d'origine microbienne (DERRIEN *et al.*, 2006).

Mais de façon plus générale, une matière organique, à l'origine facilement dégradable, peut acquérir une capacité à résister à la dégradation au cours de son évolution. Les mécanismes impliqués peuvent être regroupés sous le terme de stabilisation (LUTZOW *et al.*, 2006).

Les processus d'humification font partie de ces processus de stabilisation. La matière organique se stabilise et devient réfractaire à la dégradation. On peut entre autres mesurer des diminutions de teneur en oxygène (GLEIXNER *et al.*, 2002 ; ZACCONE *et al.*, 2007).

AIKEN et al.,(1985) définissent un ensemble de "substances réfractaires". **CARTHY (2001)** ajoute que c'est "l'hétérogénéité moléculaire inhérente aux substances humiques" qui rend ce matériel résistant à la dégradation. Ce phénomène fait intervenir un ensemble de réactions complexes, dont les produits finaux sont des molécules de haut poids moléculaire et ayant un niveau de condensation élevé (**KALBITZ et al., GEYER, 2002 ; GLEIXNER et al., 2002**). Cette forme de stockage du carbone dans le sol est donc très importante d'un point de vue écologique.

Le phénomène d'humification peut être rapproché du processus de compostage (**ATALLAH et al., 1995 ; LASARIDI et STENTIFORD, 1998 ; HUANG et al., 2006**), qui correspondraient à une "artificialisation" et une accélération de ce phénomène naturel (**FRANCOU, 2003**).

La stabilisation peut aussi être due à des processus physiques, et liée dans ce cas aux interactions avec la matrice minérale. On parle de protection physique de la matière organique (**TISDALL et OADES, 1982 ; PICCOLO et MBAGWU, 1999 ; CHENU et al., 2000 ; RUMPEL et al., 2004 ; PULLEM et MARINISSE, 2004 ; BARRAL et al., 2007**). Dans ce cas le terme de stabilisation n'est pas le plus approprié, car dès qu'elle n'est plus protégée, cette matière organique peut de nouveau être décomposée (**TUOMELA et al., 2000**).

2.7.3. Les facteurs de l'évolution de la matière organique

Selon **CSFD (2013)** Les facteurs qui influencent le contenu en MOS peuvent être naturels (climat, type de végétation...) et anthropiques (utilisation et gestion du sol...). Celui-ci dépend à la fois de la restitution de la biomasse au sol, des apports exogènes ainsi que des taux de minéralisation et d'humification de la matière organique, ces derniers étant fonction, entre autres, de la nature des sols et de certains paramètres physicochimiques (température, humidité, pH, etc.).

- Les entrées (exogènes ou non) sont multiples et fluctuantes au fil des saisons (sèches et humides). Elles le sont également selon le type d'agro-écosystème. Par exemple, les entrées organiques sont plus faibles sous une culture que sous une forêt.

- Les différentes formes des MOS présentent des temps de résidence dans le sol qui varient selon leur composition biochimique et leur association aux particules minérales du sol, en particulier les argiles. Ainsi, les sols argileux présentent un taux de MOS plus élevé que les

sols sableux. Les temps de résidence vont du mois à l'année pour les formes les plus labiles, jusqu'à des dizaines voire des milliers d'années pour les formes les plus stables.

- Le taux d'humidité du sol, lorsqu'il est faible, se traduit par le blocage des processus biologiques de la décomposition de la MOS.

- La température influence les activités microbiologiques responsables de la minéralisation de la MOS. En général, ces activités sont multipliées par un facteur 2 à chaque augmentation de la température de 10°C. Toutefois au-delà de 50°C, une limitation de la minéralisation de la MOS est constatée sur le long terme. Les techniques culturales qui influencent ces paramètres ont également un impact sur le contenu en MOS. Ainsi, certaines régions accumulent naturellement plus de matière organique et donc de carbone organique que d'autres.

Selon **GIRARD et al.,(2011)**. La proportion de carbone et d'azote dans la matière à transformer, exprimée par le rapport C/N si le carbone est la source d'énergie utilisée par les organismes acteurs de cette évolution, l'azote est indispensable à la synthèse des protéines qui leur sont nécessaires ; la présence de substances spécifiques peut en outre favoriser ou ralentir la biodégradation.

- La disponibilité en oxygène dans le milieu, indispensable à la respiration qui permet aux organismes décomposeurs d'utiliser l'énergie stockée dans le carbone organique.

- Le pH des sols, dont dépendent largement les types d'organismes actifs dans un sol et leurs différentes fonctions (**GIRARD et al., 2011**).

Chapitre II:

Matériel et méthodes

1. Présentation générale de la zone d'étude (Zone humide Sebket El Hamiet (wilaya de Sétif))

1.1 Localisation générale

Le village le plus proche du site est le chef-lieu de la Commune de Ain Lahdjar, Daïra d'Ain Azel qui se situe à 0,5 km au Nord avec une population de 1.514 habitants. La sebkha qui fait partie de la wilaya de Sétif est limitée par :

- Douar d'Ain El-Hadjjar et Mechtet Ouled Mefla au Nord
- Merdjjet El Hamiet et Mechtet Lekhtatla au Sud
- Maadhet El Hamiet à l'Ouest
- la route Ain Azel menant à El Eulma à l'Est (DGF, 2004).

La superficie de la sebkha est de 2509 ha (ABDELGHANI, 2015).

Les coordonnées géographiques selon (ANNANI, 2013) sont :

Latitude 35°55' Nord

Longitude 5° 33' Est

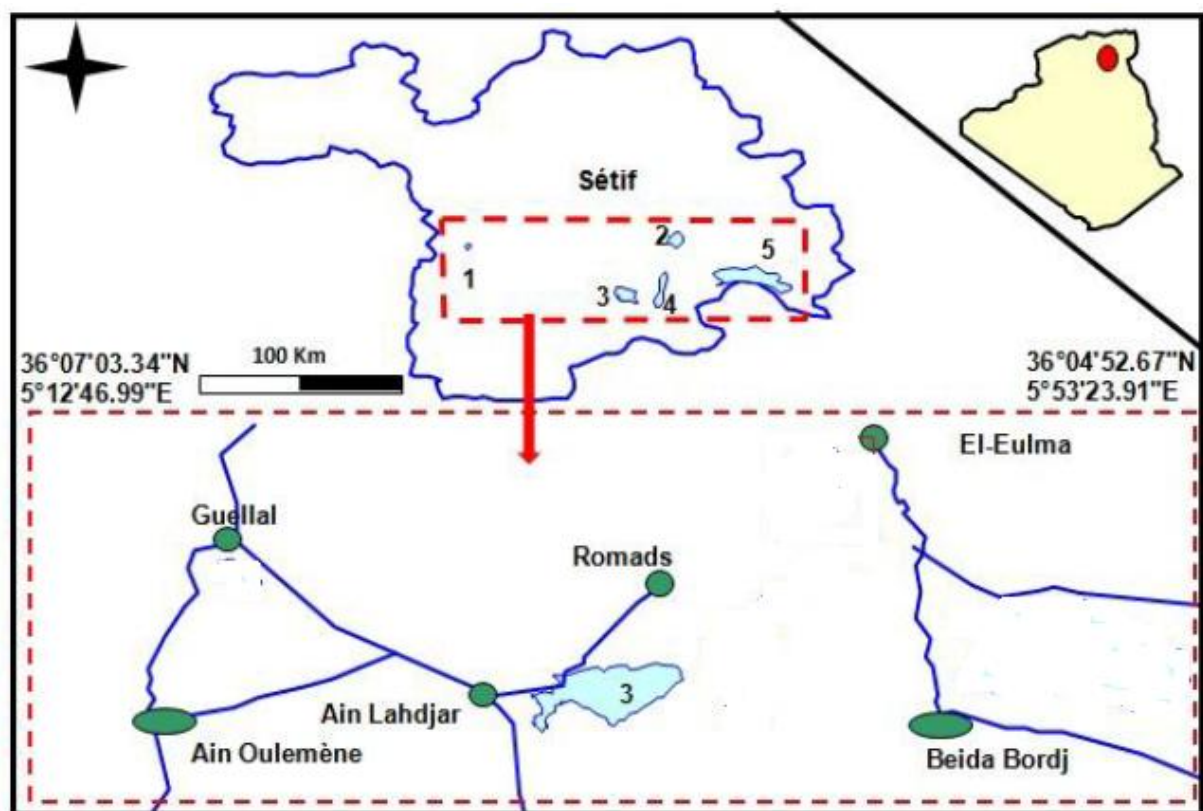


Figure 05. Carte de la situation géographique de Sebket El Hamiet, wilaya de Sétif (BAAZIZ *et al.*, 2011)

1.2 Justification des critères Ramsar d'inscription

Sebkhet El Hamiet a été classée comme un site d'importance internationale selon le critère 6 de la convention Ramsar :

CRITÈRE 6 : C'est un site d'importance internationale pour les oiseaux d'eau hivernants. Depuis 1971, il abrite habituellement des effectifs supérieurs à 1% pour le Tadorne de Belon (*Tadorna tadorna*) et le canard pilet (*Anas acuta*). Les années où les effectifs ont été supérieurs à 1% pour le Tadorne de Belon (*Tadorna tadorna*) sont 1985, 2000 et 2004 et ceux du Canard pilet (*Anas acuta*) durant l'année 1971.

1.3. Géomorphologie et Géologie

Le relief, relativement plat avec une pente ne dépassant pas 3%, est formé exclusivement par des roches calcaires. Les rives présentent parfois des pentes douces mamelonnées qui se relèvent pour former un bourrelet, le matériau constitutif provient de la déflation éolienne produite sous l'action des vents dominants. L'altitude moyenne est de 2 m au-dessus du fond de la dépression alors que la largeur est très variable. Les sols sont des terrains sédimentaires du Quaternaire, les formations sont peu ou pas tectonisées. La sebkha est composée de vases salées et l'origine du sel est attribuée au trias (**DGF, 2005 ; VILLA, 1977**).

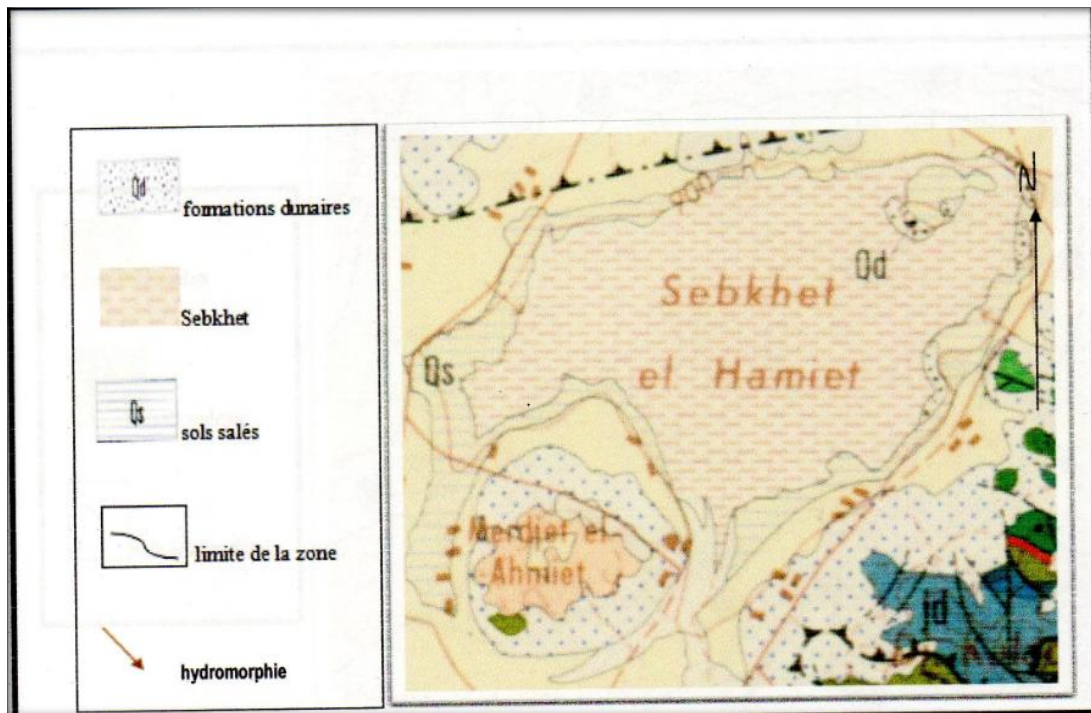


Figure 06. La carte géographique de la station d'El Hamiet (l'échelle 1/200000)(Institut géographique National. France, 1962)

1.4. Pédologie

D'origine naturelle, relativement plat, le site occupe une basse dépression reposant sur un sol d'apport de sédiments non consolidés. Les terrains avoisinants ou limitrophes sont globalement salins, à l'exception de ceux allant du Nord au Nord-Est qui sont des xérorendzines. Les sols salins, ou solontchaks, occupent les parties Nord-Est et Sud. Le reste, formant la plus grande proportion, est composé de sols salins en association avec des xérorendzines. Ce type de sols s'observe en une seule bande allant du Nord à l'Ouest et continuant jusqu'au Sud du site (GDF, 2005).

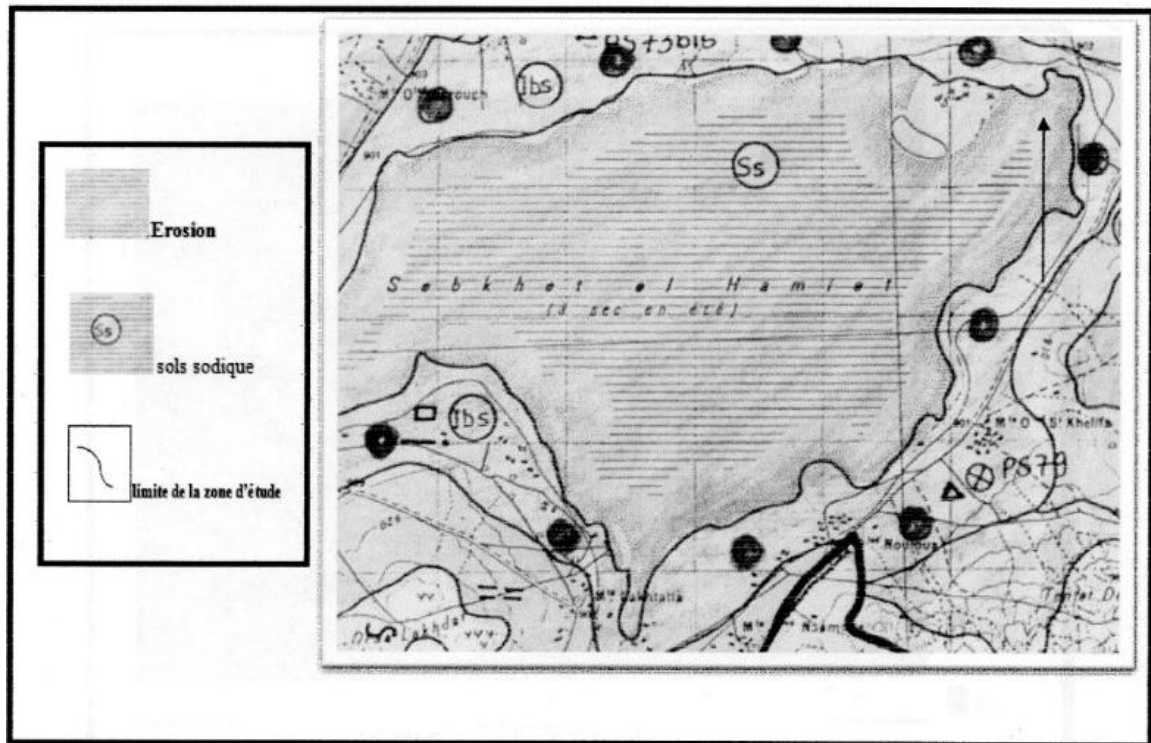


Figure 07. La carte pédologique de Sebkhiet El Hamiet (l'échelle 1/200 000)(Institut géographique National. France, 1955)

1.5. Occupation des sols

Sebkhiet El Hamiet est occupée par le plan d'eau salé et une bande périphérique formée par une prairie composée de plantes halophytes. Les terrains voisins, à vocation agricole, sont surtout exploités par une agriculture maraîchère. A l'échelle du bassin versant, on note l'existence de terrains incultes érodés, de terrains céréaliers et des formations forestières composées de forêts naturelles et de reboisements (DGF, 2004).

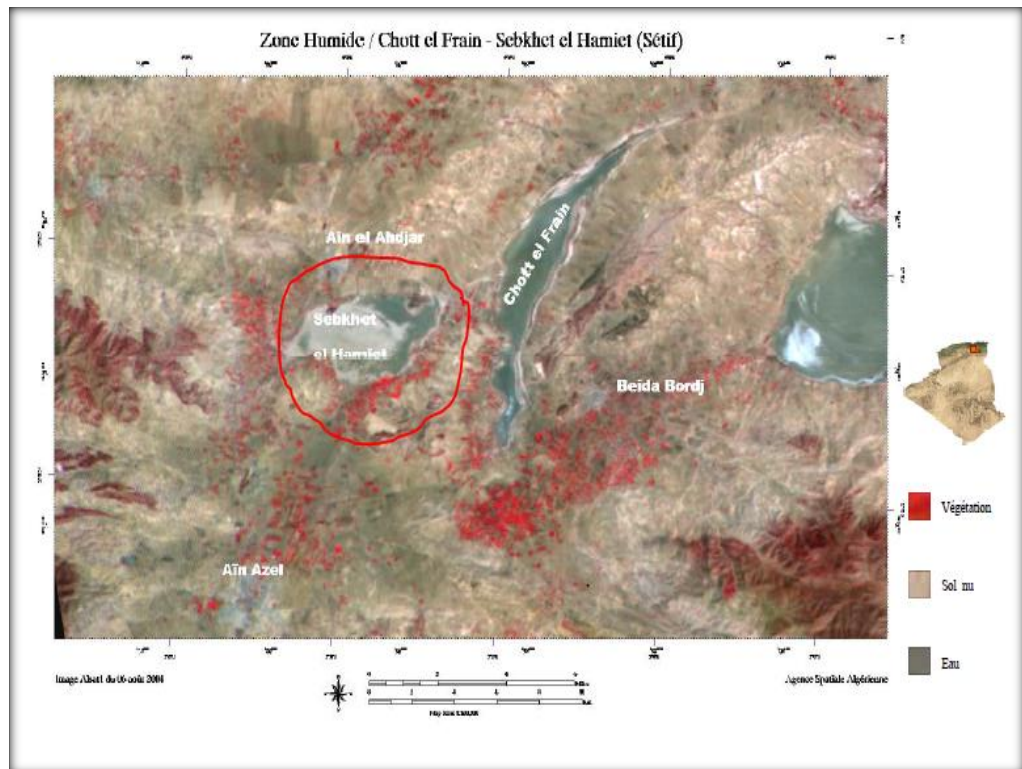


Figure 08. Carte d'occupation des sols dans la zone d'étude (Google Earth, 2014)

1.6. Hydrologie

Le bassin versant reçoit, selon une étude datant de 1975, un débit moyen annuel de l'ordre de 13,2 million de m³. Mais ce volume hydrique collecté et drainé par un réseau hydrographique activant uniquement en période pluviale n'arrive que partiellement à la sebkha. Temporaire, elle s'inonde en temps de crues et s'assèche totalement en été. Le niveau d'eau atteint, très variable selon les mois et les années, n'excède pas en toutes circonstances 1,5 mètre de profondeur (BECHTEL, 1975).

Sebkhet El Hamiet est alimentée par un cours d'eau périodique (figure 09).

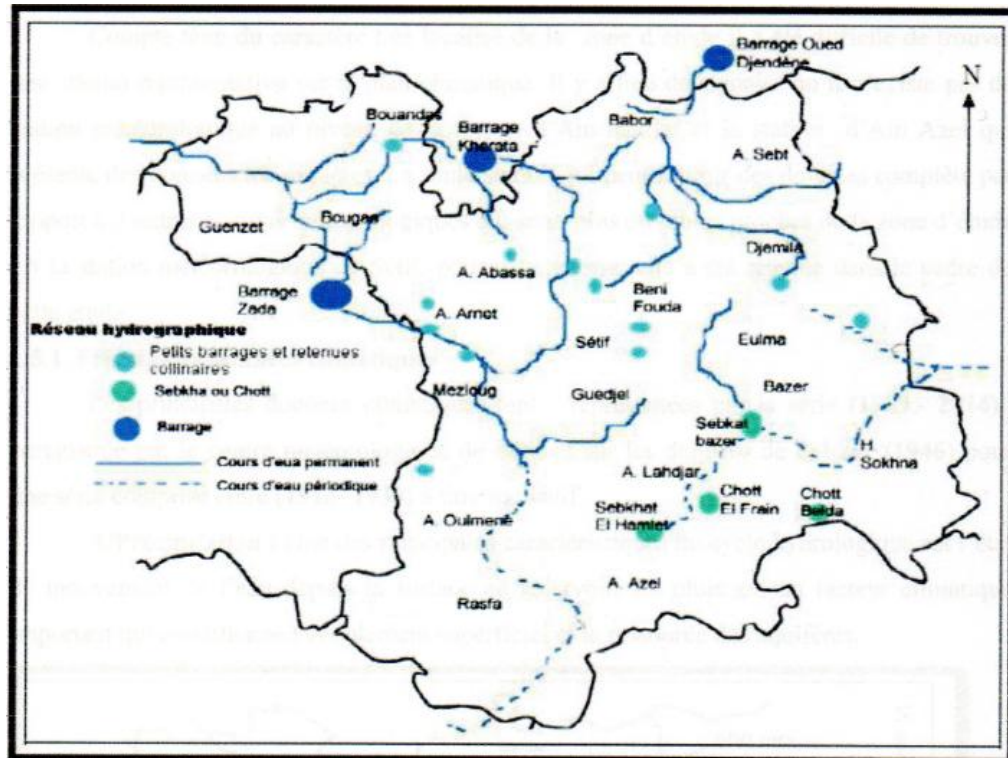


Figure 09. Le réseau hydrographique de la wilaya de Sétif (**Direction de l’Hydraulique Agricole, 2011**)

1.7. Climat

Le climat est un élément important dans l'étude du milieu, il est à la base de la distribution des végétaux et des animaux. C'est un facteur clé de valorisation des milieux naturels, ce qui nécessite une investigation analytique de ses composantes (**MERDAS, 2007**).

1.7.1. Principales données climatiques

L'étude se base sur les données climatiques représentées par la série (1981 - 2012) enregistrée par le centre météorologique de Sétif et sur la série (1913 - 1938) de **SELTZER(1946)**.

❖ précipitation

La pluie est un facteur climatique important qui conditionne l'écoulement superficiel et la ressource des aquifères. Le régime saisonnier est établi pour déterminer la saison la moins arrosée et qui ne peut être que la saison d'été pour pouvoir dire que ce type de climat

est méditerranéen. L'étude pluviométrique présente un intérêt considérable en hydro climatologie, car elle permet de décrire le régime d'écoulement (GOUAIDIA, 2008).

- Les précipitations moyenne pour les deux série ancienne (SELTZER 1913-1938) et récente (1989-2014) sont présentés dans le tableau II.

Tableau II: Répartition moyennes mensuelles des précipitations (mm) pour les séries anciennes (SELTZER 1913-1938) et récente (1989-2014).

Station	mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc
Sétif (1913-1938)		60	45	43	36	51	28	11	14	37	39	53	52
Sétif (1989-2014)		37,3	30,7	35,8	44,8	41,3	21,4	14,5	21,7	38	30,4	33,7	41,5

Les représentations graphiques des données climatiques sont illustrées dans la figure 11

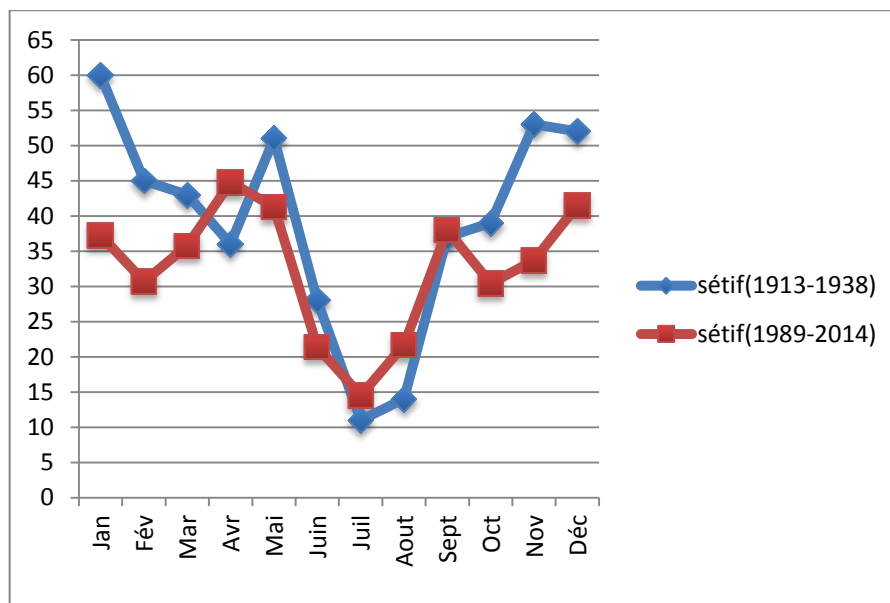


Figure 10. Courbes des précipitations moyennes pour les deux séries anciennes et récente (1913-1938 /1989-2014)

L'analyse du tableau ci-dessus montre que :

- Les maximums des précipitations moyennes sont enregistrés au mois de janvier avec 60 mm pour la série ancienne et au mois avril avec 44,8 mm pour la série récente.

- Les minimums sont observés au mois de juillet 11 mm pour la série ancienne et 14,5 mm pour la série récente.

❖ **La température**

La température est l'un des éléments importants pour la caractérisation du climat (RAMADE, 1984 ; DAJOZ, 1985). Elle est liée à la radiation solaire. Son variation influe sur la transformation des eaux en vapeur, que ce soit à la surface ou dans le sous-sol. De ce fait, elle influe sur le degré d'évapotranspiration et par conséquent elle agit sur le taux de salinité des eaux. Toutefois, la température a un rôle important dans la variation des composantes du bilan hydrologique (GOUAIDIA, 2008).

Les températures se distinguent par des variations fortes et importantes pouvant aller jusqu'à -10°C en période hivernale et plus de 40°C en été.

La température la plus basse est enregistrée aux mois de Décembre et Janvier, alors que les mois les plus chauds sont Juillet et Aout.

- **Températures moyennes mensuelles :** Le tableau suivant montre les températures moyennes mensuelles et annuelles des maximums (Tmax), des minimums (Tmin) et moyennes (Tmoy). $T_{moy} = (T_{min} + T_{max})/2$

Tableau III. Températures moyennes mensuelles (en°C) pour les deux séries ancienne et récente

Mois	P. Seltzer(1913-1938)			Sétif (1989-2014)		
	Tmax	Tmin	Tmoy	Tmax	Tmin	Tmoy
Jan	9,2	0,4	4,80	10,2	1,1	5,65
Fév	11	1,1	6,50	11,4	1,4	6,4
Mar	14	3,2	8,6	14,9	3,8	9,35
Avr	18,1	5,5	11,8	17,6	5,7	11,65
Mai	24,4	9,2	16,80	23,4	10,1	16,75
Juin	27,7	13,5	20,60	29,5	14,8	22,15
Juil	32,5	16,9	24,70	33,8	18,5	26,15
Aout	31,9	16,7	24,30	33,3	18,6	25,95
Sept	27	13,9	20,45	27,5	14,6	21,05

Oct	20,4	9,1	14,75	22,1	10,5	16,3
Nov	14	4,5	9,25	15,2	5,5	10,35
Déc	10,1	1,3	5,7	10,8	1,9	6,35

Les variations mensuelles de la température pour les deux séries sont schématisées par les courbes représentant ce paramètre ci-dessous :

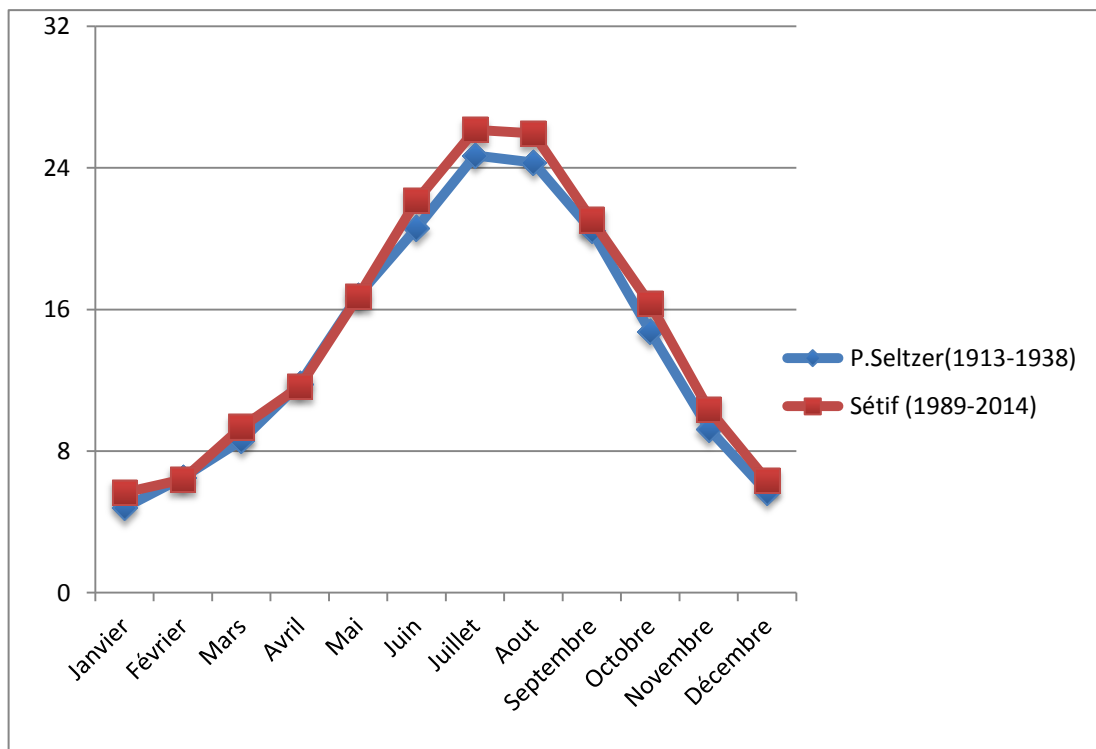


Figure 11. Courbes des températures moyennes pour les deux séries ancienne et récente (1913-1938/1989-2014)

La figure 12 montre que :

- Les maximums des températures moyennes sont enregistrés au mois de juillet avec 24,70°C pour la série ancienne et de 26,15°C pour la série récente.
- Les minimums sont observés au mois de janvier avec 4,80°C pour la série ancienne et 5,65°C pour la série récente.

1.7.2 Synthèse bioclimatique

Diagrammes ombrothermiques de Gaussen et Bagnouls

Le diagramme ombrothermique est établi selon la méthode de GAUSSEN et BAGNOULS dont les températures sont reportées à l'échelle double des précipitations. Cela permet de déterminer la période sèche durant laquelle la moyenne mensuelle des précipitations du mois est inférieure ou égale au double de la température ($P \leq 2T$), avons les diagrammes ombrothermique ont été tracés pour la période allant de 1989 à 2014.

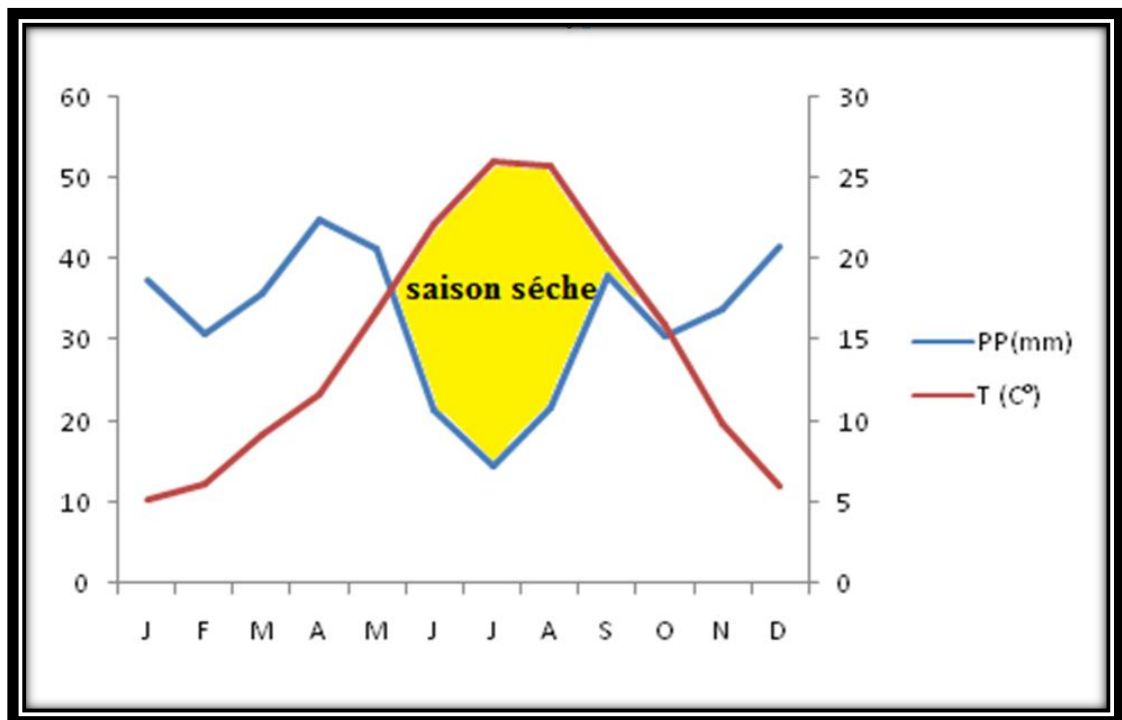


Figure 12. Diagrammes ombrothermiques de GAUSSEN et BAGNOULS de la wilaya de Sétif (/1989-2014)

D'après le diagramme la wilaya de Sétif, il s'avère que la saison sèche dure de la mi-mai jusqu'à la mi-octobre, le reste de l'année est représenté par la saison humide.

Le site se situe dans l'étage bioclimatique semi-aride à hiver froid caractérisé par une pluviométrie annuelle de 300 mm qui se reparti sur les 4 saisons avec 93,4 mm en automne, 81,4 mm en hiver, 108,8 mm au printemps et 20,20 en été.

Le climat constitue un facteur essentiel qui règle l'existence et la végétation. La connaissance des conditions climatiques d'une région nécessite de longues séries de données

climatiques (pluie, température, vent, etc...), car elles permettent de voir l'évolution du climat sur la région et aussi de maîtriser les fluctuations observées lors des changements climatiques et leurs effets possibles (BESAID, 2006).

1.8. Caractéristiques écologiques

Le site se compose de deux habitats, la partie centrale d'une superficie de 14.00 ha est formée par le plan d'eau libre appelé sebkha, c'est-à-dire lac salé, elle est entièrement dépourvue de toute végétation, et une zone périphérique, appelée chott, constituée d'une prairie humide à base d'halophytes d'une superficie de 200 ha (DGF, 2004).

1.9. Flore remarquable

Les types biologiques qui composent la végétation halophyte de la sebkha sont les Thérophytes représentées par 11 espèces, les Hémicryptophytes par 15, les Chaméphytes par 8 et les Géophytes par 2 espèces. Cette végétation est composée de 11 espèces annuelles et 25 vivaces. L'importance écologique de cette flore n'ayant pas encore fait l'objet d'études poussées, seules quelques espèces sont relativement bien connues comme *Juncus maritimus*, *Limonium delicatulum*, *Attriplex glauca*, *Salsola vermiculata* et d'autres espèces comme *Suaeda fruticosa*, *Suaeda mollis*, *Sphenopetum divaricati*, *Spergularia marginata*, *Salicornia fruticosa*, *Aeluropus littoralis* et *Atractylis humilis* (DGF, 2004).

1.10. Faune remarquable

Les données disponibles sur la faune se rapportent principalement aux oiseaux aquatiques. Celles fréquentant le site sont représentées par un effectif moyen annuel de 631 oiseaux comprenant 11 espèces. Les chiffres sont très variables selon les années tant pour les effectifs que pour le nombre d'espèces. Sur 6 années d'observation le site reçoit 4 espèces protégées par la loi algérienne (Tadorne de Belon *Tadorna tadorna*, Flamant rose *Phoenicopterus ruber*, Echasse blanche *Himantopus himantopus* et Avocette *Recurvirostra avocetta*) (DGF, 2004). Selon BAAIZIZ (2011) les effectifs moyens annuels des dernières années les plus récentes, sont de 950 oiseaux comprenant 13 espèces. Le Tadorne de Belon, l'oiseau le plus dominant et le plus régulier observé chaque année dépasse le 1% de la population méditerranéenne une année sur trois (DGF, 2004).

2. Matériel d'étude

Pour réaliser cette étude, des échantillons de sols ont été prélevés sur Sebket El Hamiet (**figure 13**). L'échantillonnage a été réalisé sur une toposéquence d'environ 150 m. Au total 6 profils pédologiques ont été réalisés du profil 1 au profil 7 avec un pas d'environ 25 mètres entre deux profils qui se suivent le profil N° 5 a été exclu de l'étude et n'a pas fait l'objet d'un échantillonnage car il s'agit d'un profil enterré qui contient des gravats et des déchets.

Les démarches suivantes ont été suivies :

- a. Phase bureau
- b. Travaux sur terrain
- c. Analyse au laboratoire
- d. Traitement des données



Figure 13. Situation de la toposéquence sur Sebket El Hamiet (Google earth)

2.1. Phase bureau

Elle consiste à l'étude des documents de base concernant la zone d'étude et la reconnaissance du terrain, cette étape est très importante pour le choix de l'emplacement de la toposéquence. Deux critères ont été pris en considération pour implanter les profils pédologiques étudiés :

- L'accessibilité car la sebkha n'est pas accessible de tous les cotés
- l'éloignement des zones de pollution ; la sebkha est un lieu de dépôt des gravats et des déchets de toute sorte, ces déchets sont eux même une source de matière organique, le choix de la toposéquence a été fait de manière à s'éloigner des zone de pollution pour voir leur effet sur la distribution de la matière organique du sol.

2.2. Echantillonnage sur le terrain

Comme décrit auparavant l'étude a été réalisée sur une toposéquence d'environ de 150 m se situant au Nord de sebkhet El Hamiet, la toposéquence traverse la sebkha dans le sens transversal, elle va de la périphérie de la sebkha vers le centre. Ce choix a été fait dans le but de suivre un gradient de salinité décroissant.

Après le choix de l'emplacement, 6 profils pédologique de (1.50 x 1.50 x 1.80 m) ont été creusé le long de la toposéquence le profil numéro 01 correspond au profil qui se situe à la périphérie, le profil 07 se trouve vers le centre. (Le profile 5 a été éliminé car c'est un horizon enterré).

- Les profils ont été implanté une façon systématique ; cette méthode d'échantillonnage permet d'éliminer toute source de subjectivité (**figure 14**).
- Les profils ont été géoréférencié avec un GPS de navigation marque GARMI, les coordonnées géographique sont présenté dans le tableau IV.
- L'échantillonnage a été réalisé sur chaque horizon à raison d'un échantillon par horizon au total 18 échantillons correspondants à 18 horizons ont été prélevés.

Tableau IV : Les coordonnées géographiques des profils pédologiques

Numéro de profil	Elévation(m)	Les coordonnées géographiques	
		Nord	Est
P1	902.9	35° 55' 44.7''	005° 33' 05.3''
P2	901.6	35° 55' 43.8''	005° 33' 05.3''
P3	898.1	35° 55' 43.1''	005° 33' 05.4''
P4	900.3	35° 55' 41.9''	005° 33' 05.4''
P6	895.2	35° 55' 40.2''	005° 33' 05.4''
P7	897.6	35° 55' 39.5''	005° 33' 05.3''



Figure 14. Emplacement des profils pédologiques étudiés sur la toposéquence (Google earth)

3. Méthodes d'étude

3.1. Préparation des échantillons

L'objectif de la préparation des échantillons avant analyse est d'obtenir un échantillon représentatif

- La réception de l'échantillon, briser les grosses mottes de terre et séchage à l'ombre et à l'air libre.
- Après séchage, enlever les cailloux et les débris végétaux et réduire les agrégats à l'aide d'un pilon en bois.
- Broyer et tamiser les échantillons à l'aide d'un tamis de 2 mm de maille pour l'analyse de tous les éléments. Les échantillons sont conservés dans des boîtes en polyéthylène qui se ferme hermétiquement.
- L'analyse de la matière organique totale et de ses différentes fractions a été réalisé sur la fraction inférieure à 0.2 mm pour cela un tamisage supplémentaire a été effectué.

3.2. Conservation des échantillons

Aucun agent de conservation n'est requis et les échantillons peuvent être conservés à la température ambiante.

3.3. Analyses au laboratoire

3.3.1. Le pH et la Conductivité électrique (CE) : Le pH et la conductivité électrique ont été réalisés sur la solution du sol d'un extrait de pate saturée (USSL, 1954).

3.3.2. Dosage de carbone organique : selon la Méthode **WALKEY-BLACK (1934)**.

3.3.3. Le fractionnement chimique de la matière organique (DABIN, 1976)

C'est une technique de fractionnement des matières humiques du sol comportant plusieurs extractions successives. L'acide phosphorique de concentration 2 M permet de séparer des matières végétales libres et des acides fulviques libres.

L'extrait pyrophosphate 0,1 M et l'extrait soude 0,1 N fournissent chacun séparément une fraction d'acides humiques et une fraction d'acides fulviques. Le carbone résiduel de la matière minérale mesure l'humine.

Le sol est broyé et tamisé au tamis 0,5 mm. Le rapport sol/réactif est de 5/ 100 pour chaque extrait ; mais (dans le cas de sols pauvres il est parfois nécessaire de prendre 20/100).

-on a pesé 8g de sol broyée et tamisée à 0.5mm.

- ajouter 40 ml d'acide phosphorique H₃PO₄ (2M).

- sur l'agitateur magnétique on a fait une agitation pendant 30 minutes. Puis on les introduit dans un godet de centrifugeuse.

-centrifugé à 2800 tours/ minutes pendant 30 minutes.

-puis on a filtrée le surnageant, recommencer cette opération.

A la fin de cette étape :

-les matières végétales libres (ou légères) sont recueillies sur le papier filtre, elles sont séchées à l'étuve à 105°C.

-le filtrat est récupéré et séché à l'étuve, le carbone contenu dans le résidu sec est analysé pour obtenir la teneur en acides fulviques libres.

-Le culot (la terre qui reste au fond du godet) est lavée à l'eau distillée jusqu'à un pH compris entre 4,5 et 5. Pour cela, ajouter 50 ml d'eau distillée, agiter pendant 30 minutes, centrifuger à 2800 tours/minutes pendant 30 minutes, élimine le surnageant.

-Cette opération est répété trois fois.

-ajouter 40 ml de pyrophosphate de sodium (Na₄P₂O₇) 0,1M, agiter pendant 4 heures, centrifuger à 2800 tours/minutes pendant 30 minutes. Le surnageant est filtré :

--Une aliquote du filtrat obtenu est séchée à l'étuve et le carbone est dosé. la teneur en carbone obtenue correspond à la somme des acides fulviques et des acides humiques extraits au pyrophosphate de sodium.

--Sur une autre aliquote du filtrat, ajouter 30 ml d'acide sulfurique (H_2SO_4) 1N (le mélange de l'aliquote du filtrat et de l'acide sulfurique doit avoir un pH de l'ordre de 1), laisser au repos pendant une heure, centrifuger à 2800 tours/minutes pendant 30 minutes, éliminer le surnageant ; ajouter 30 ml d'eau distillée, agiter pendant 30 minutes, centrifuger à 2800 tours/minutes pendant 30 minutes, éliminer le surnageant. Faire sécher le culot à l'étuve à 105°C et doser sa teneur en carbone pour obtenir le taux d'acides humiques extraits au pyrophosphate de sodium.

-ajouter 40 ml de NaOH 0,1M, agiter pendant 4 heures, centrifuger à 2800 tours/minutes pendant 30 minutes, filtrer le surnageant.

Recommencer cette opération en ajoutant à nouveau 40 ml de NaOH 0,1M, agiter pendant 4 heures, centrifuger à 2800 tours/minutes pendant 30 minutes, filtrer le surnageant dans la même fiole :

- Une aliquote de filtrat obtenu est séchée à l'étuve à 105°C et le carbone est dosé. La teneur en carbone obtenue correspond à la somme des acides fulviques et des acides humiques extraits à la soude.

-Sur une autre aliquote du filtrat, ajouter 30 ml d'acide sulfurique (H_2SO_4) 1N (le mélange de l'aliquote du filtrat et de l'acide sulfurique doit avoir un pH de l'ordre de 1), laisser au repos pendant une heure, centrifuger à 2800 tours/minutes pendant 30 minutes, éliminer le surnageant ; ajouter 30 ml d'eau distillée, agiter pendant 30 minutes, centrifuger à 2800 tours/minutes pendant 30 minutes, éliminer le surnageant. Faire sécher le culot à l'étuve à 105°C et doser sa teneur en carbone pour obtenir le taux d'acides humiques extraits à la soude.

-La terre contenue dans le godet est récupérée et séchée à l'étuve 105°C, le dosage du carbone donne le taux d'humine de l'échantillon.

3.4. Traitement des données

3.4.1. Analyse statistique

Chapitre III:

Résultats et discussion

L'objectif de ce travail est de contribuer à l'étude de la matière organique des sols salés de Sebket El Hamiet qui représente l'une des zones humides les plus importantes à l'échelle nationale, et cela par la réalisation d'un fractionnement chimique de la matière organique.

1. Caractérisation physico-chimique des sols de Sebket El Hamiet

Les résultats des analyses physico-chimiques obtenues sur les six profils pédologiques de la toposéquence sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau V : Les résultats des analyses physico-chimiques des échantillons de sol prélevés sur les six profils pédologiques (Sebket El Hamiet)

Echantillon	pH	CE (dS/m)	MOT%
P1H1	7,87	3,25	14,91
P1H2	8,02	8,86	14,94
P1H3	8,09	13,84	9,82
P2H1	8	5,13	28,10
P2H2	8,17	22,46	11,06
P2H3	8,03	24,6	9,85
P3H1	8,34	7,36	9,69
P3H2	8,05	21,12	13,24
P3H3	8,27	24,14	6,56
P4H1	8,36	9,72	19,97
P4H2	7,75	28,75	19,55
P6H1	8,12	6,76	36,56
P6H2	7,73	69,53	6,36
P6H3	7,17	67,21	13,89
P7H1	7,58	78,33	2,23
P7H2	7,42	114,17	22,86
P7H3	7,48	93,44	1,40
P7H4	7,7	97,7	27,56

1.1.pH

La mesure du pH a été effectuée sur l'extrait de pâte saturée (la solution du sol). Les résultats analytiques montrent que les valeurs de pH sont comprises entre 7.17 et 8.36 ce qui montre qu'on est en présence de sols qui sont légèrement à moyennement alcalins (DURANT, 1983).

1.1.1. Profil N° 01

Les valeurs de pH dans le profil N° 01 sont comprises entre 7.87 et 8.09 ce qui montre qu'on est en présence d'un sol légèrement à moyennement alcalin (DURANT, 1983).

La faible valeur de pH est enregistrée pour l'échantillon H1 avec une valeur de 7.87 et la valeur la plus forte est observée dans l'échantillon H3 avec une valeur de 8.09 (figure 15).

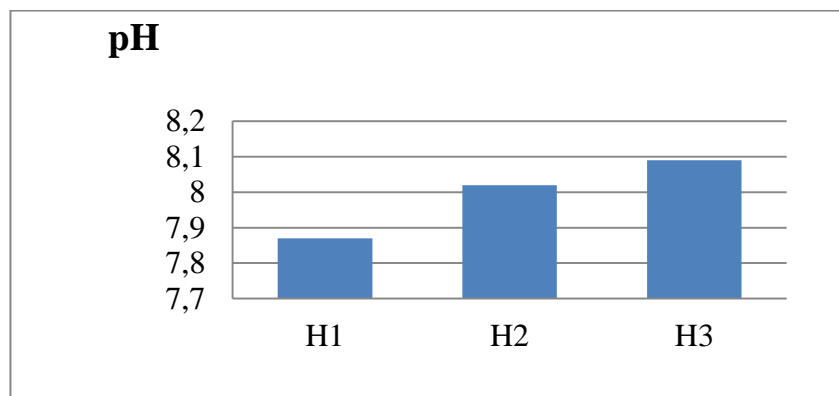


Figure15. Valeurs du pH du profil 1

1.1.2. Profil N° 02

Les valeurs de pH dans le profil N° 02 sont comprises entre 8 et 8.17 ce qui montre qu'on est en présence d'un sol légèrement à moyennement alcalin (DURANT, 1983).

La faible valeur de pH est enregistrée pour l'échantillon H1 avec une valeur de 8 et la valeur la plus forte est observée dans l'échantillon H2 avec une valeur de 8.17 (figure 16).

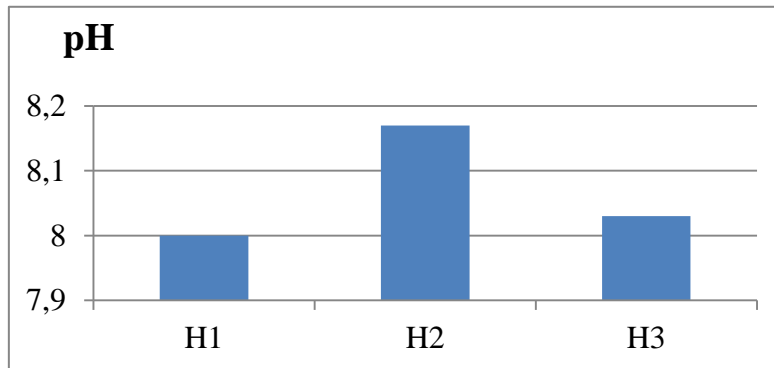


Figure 16. Valeurs du pH du profil 2

1.1.3. Profil N° 03

Les valeurs de pH dans le profil N° 03 sont comprises entre 8.05 et 8.34 ce qui montre qu'on est en présence d'un sol légèrement à moyennement alcalin (DURANT, 1983).

La faible valeur de pH est enregistrée pour l'échantillon H2 avec une valeur de 8.05 et la valeur la plus forte est observée dans l'échantillon H1 avec une valeur de 8.34 (figure 17).

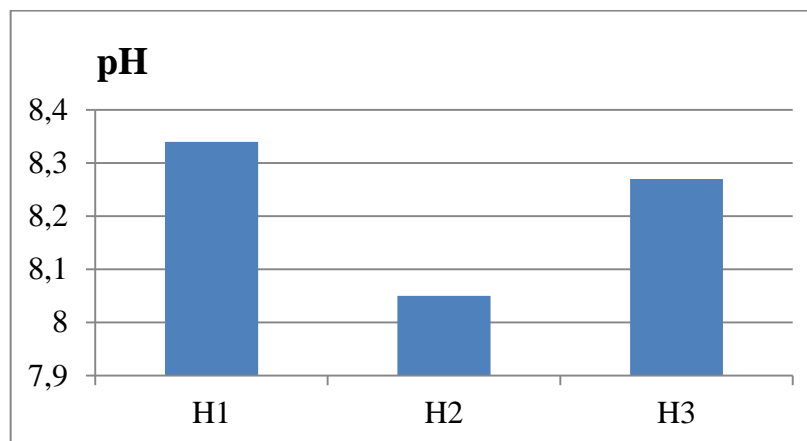


Figure 17. Valeurs du pH du profil 3

1.1.4. Profil N° 04

Les valeurs de pH dans le profil N° 04 sont comprises entre 7.75 et 8.36 ce qui montre qu'on est en présence d'un sol légèrement à moyennement alcalin (DURANT, 1983).

La faible valeur de pH est enregistrée pour l'échantillon H2 avec une valeur de 7.75 (figure 18).



Figure 18. Valeurs du pH du profil 4

1.1.5. Profil N°06

Les valeurs de pH dans le profil N° 06 sont comprises entre 7.17 et 8.12 ce qui montre qu'on est en présence d'un sol légèrement à moyennement alcalin (DURANT, 1983).

La faible valeur de pH est enregistrée pour l'échantillon H3 avec une valeur de 7.17 (figure 19).

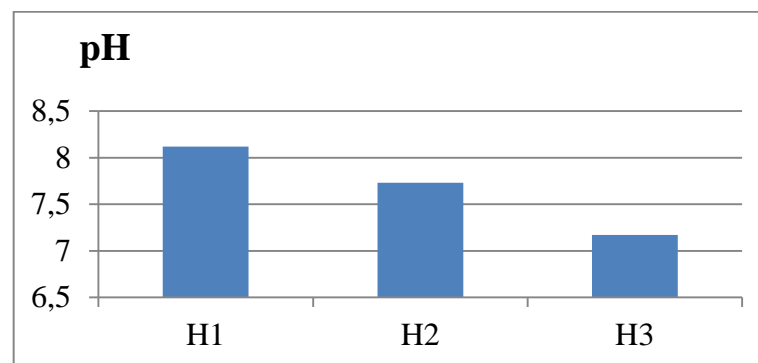


Figure 19. Valeurs du pH du profil 6

1.1.6. Profil N°07

Les valeurs de pH dans le profil N° 07 sont comprises entre 7.7 et 7.58 ce qui montre qu'on est en présence d'un sol légèrement à moyennement alcalin (DURANT, 1983).

La faible valeur de pH est enregistrée pour l'échantillon H4 avec une valeur de 7.7 et la valeur la plus forte est observée dans l'échantillon H1 avec une valeur de 7.58 (figure 20).

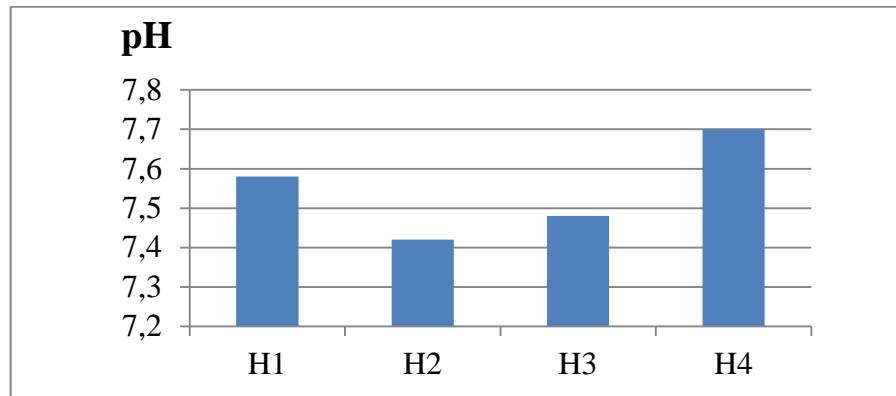


Figure 20. Valeurs du pH du profil 7

Il peut être observé que le pH ne suit pas un comportement particulier, ses valeurs fluctuent d'une façon aléatoire selon la profondeur du sol.

1.2. La conductivité électrique (CE)

La conductivité électrique a été mesurée sur l'extrait de pâte saturée. Les résultats analytiques montrent que les valeurs de la CE sont comprises entre 3.25 dS /m et 114.17dS/m.

1.2.1. Profil N°01

Les résultats analytiques montrent que l'échantillon P1H1 avec une CE de 3.25 dS/m comprise entre 2dS/m et 4 dS/m et est donc légèrement salin, les échantillons P1H2 et P1H3 avec des CE de 8.86dS/m et 13.84 dS/m respectivement présentent des CE comprises entre 8dS/m et 16 dS/m et sont donc très salin (l'USSSL, 1954) (figure 21).

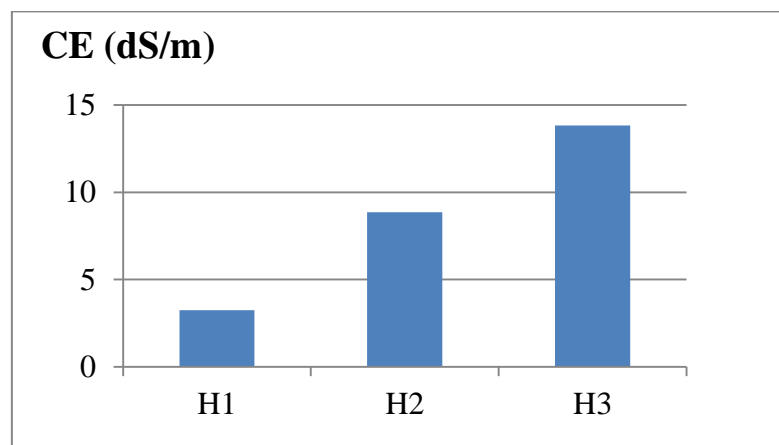


Figure 21. Valeurs de la conductivité électrique du profil 1

1.2.2. Profil N°02

D'après l'USSL (1954), l'échantillon P2H1 avec une CE de 5.13dS/m comprise entre 4dS/m et 8 dS/m et est donc salin, les échantillons P2H2 et P2H3 avec des CE de 22.46dS/m et 24.6 dS/m respectivement présentent des CE qui sont supérieurs à 16 dS/m et sont donc extrêmement salin (figure 22).

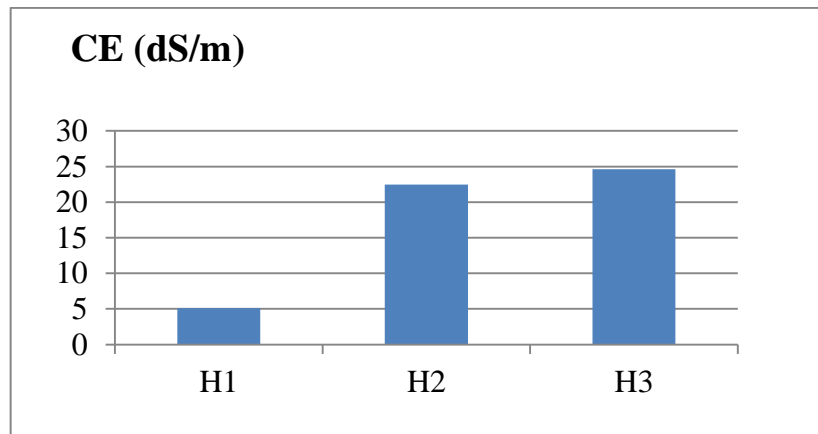


Figure 22. Valeurs de la conductivité électrique du profil 2

1.2.3. Profil N°03

L'échantillon P3H1 avec une CE de 7.36 dS/m comprise entre 4dS/m et 8 dS/m et est donc salin, les échantillons P3H2 et P3H3 avec des CE de 21.12dS/m et 24.14 dS/m respectivement présentent des CE qui sont supérieurs à 16 dS/m et sont donc extrêmement salin (figure 23).

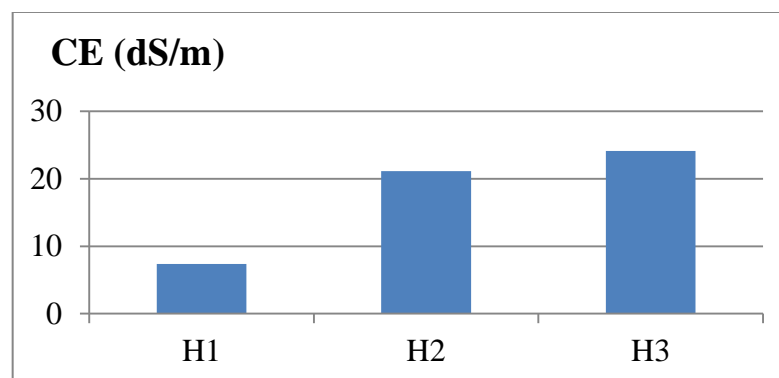


Figure 23. Valeurs de la conductivité électrique du profil 3.

1.2.4. Profil N°04

L'échantillon P4H1 avec une CE de 9.72 dS/m comprise entre 8 dS/m et 16 dS/m et est donc très salin, l'échantillon P4H2 avec une CE de 28.75 dS/m qui est supérieurs à 16 dS/m est donc extrêmement salin (figure 24).

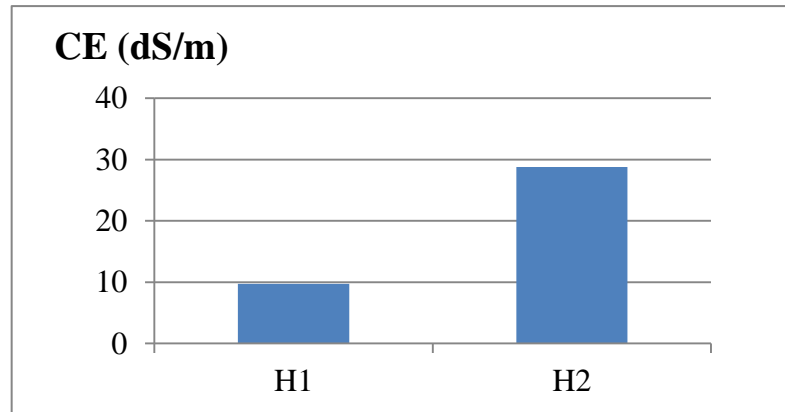


Figure 24. Valeurs de la conductivité électrique du profil 4

1.2.5. Profil N°06

L'échantillon P6H1 avec une CE de 6.76 dS/m comprise entre 4dS/m et 8 dS/m est alors salin, les échantillons P6H2 et P6H3 avec des CE de 69.53 dS/m et 67.21 ds/m respectivement présentent des CE qui sont supérieurs à 16 dS/m et sont donc extrêmement salin (figure 25).

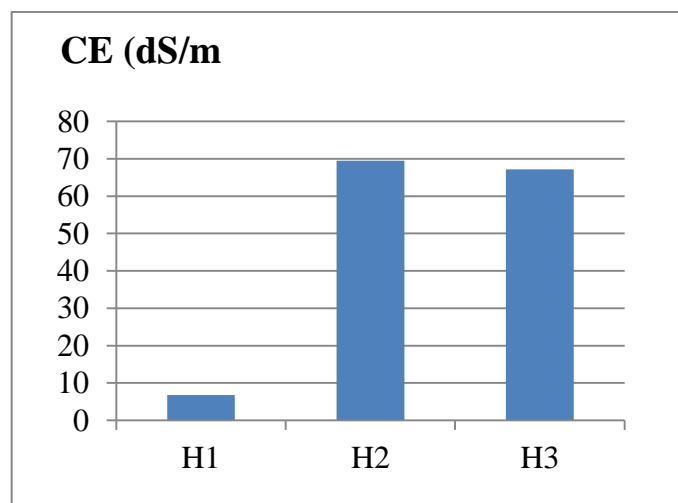


Figure 25. Valeurs de la conductivité électrique du profil 6

1.2.6. Profil N° 07

Les échantillons P7H1, P7H2, P7H3 et P7H4 avec des CE de 78.33dS/m, 114.17dS/m, 93.44dS/m et 97.7 dS/m respectivement présentent des CE qui sont supérieurs à 16 dS/m et sont donc extrêmement salin (figure 26).

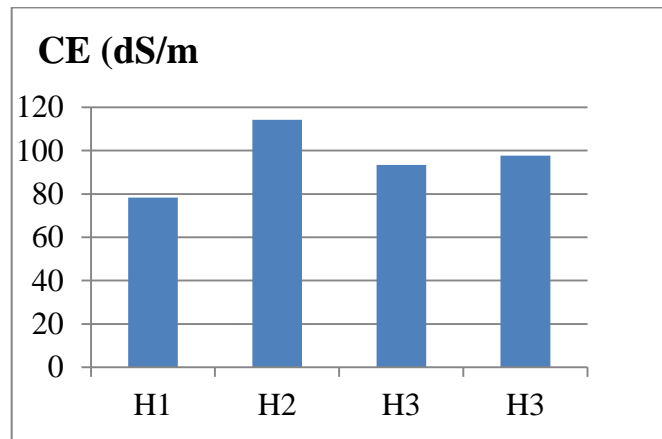


Figure 26. Valeurs de la conductivité électrique du profil 7

1.3. La matière organique totale

L'analyse de la matière organique totale montre que son taux est très élevé pour tous les échantillons ; le pourcentage est supérieur à 6 % donc tous les horizons sont très riches en matière organique sauf les échantillons P7H1 et P7H3 qui sont inférieurs à 6%.

Les taux de matière organique des sols de Sebket El Hamiet sont relativement élevés en les comparant avec les valeurs moyennes dans la région, sachant que les Sebkhas sont des terrains qui présentent un faible couvert végétal constitué essentiellement de végétation halophyte. La principale source de matière organique dans ces milieux est constituée des apports extérieurs provenant des eaux usées déversées dans la sebkha et des déchets domestiques des habitations avoisinantes ainsi que les gravats, puisque ces milieux sont considérés comme inutiles notamment pour l'agriculture.

1.3.1. Profil N°01

D'après la **figure 25** les échantillons P1H1, P1H2 et P1H3 ont des taux de matière organique totale de l'ordre de 14,91%, 14,94% et 9,82% respectivement, ces taux sont compris entre 6% et 15% ce qui montre qu'on est en présence d'un sol très riche en matière organique totale (WALKLEY et BLACK, 1934).

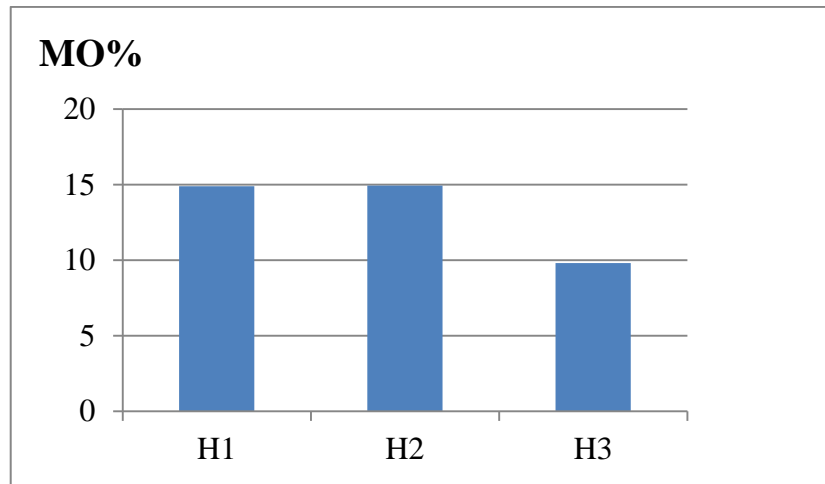


Figure 27. Taux de la matière organique totale du profil 1

1.3.2. Profil N°02

Les échantillons P2H1, P2H2 et P2H3 ont des taux de matière organique totale de l'ordre de 28.10%, 11.06% et 9.85% respectivement, ces taux sont compris entre 6% et 15% ce qui montre qu'on est en présence d'un sol très riche en matière organique totale (WALKLEY et BLACK, 1934)(figure 28).

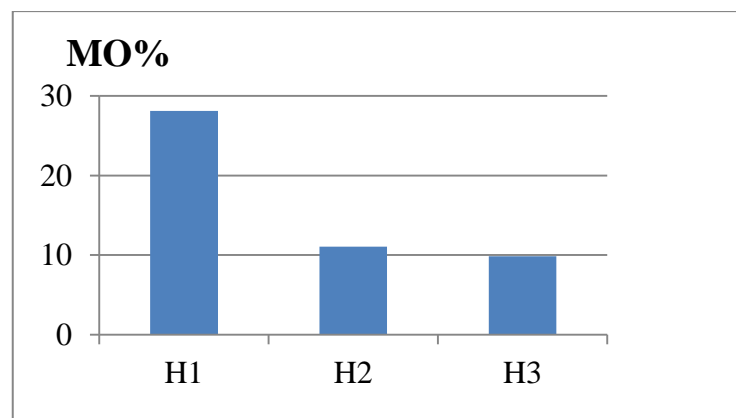


Figure 28. Taux de la matière organique totale du profil 2

1.3.3. Profil N°03

On observe que les échantillons P3H1, P3H2 et P3H3 possèdent des taux de matière organique totale de l'ordre de 9.69%, 14.24% et 6.56% respectivement, ces taux sont compris entre 6% et 15%, ce qui montre qu'on est en présence d'un sol très riche en matière organique totale (WALKLEY et BLACK, 1934) (figure 29).

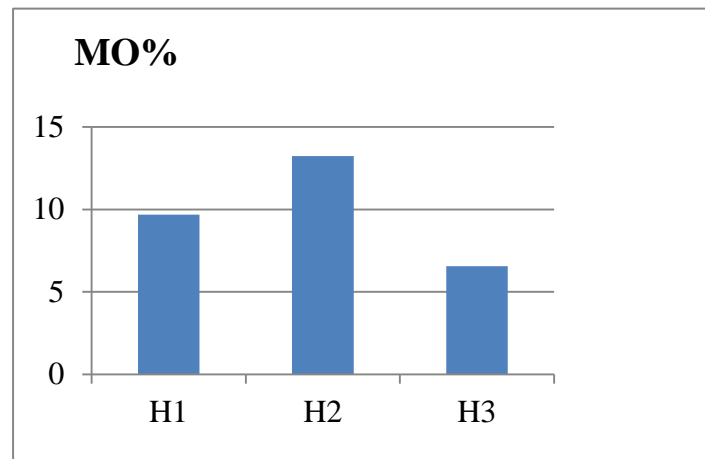


Figure 29. Taux de la matière organique totale du profil 3

1.3.4. Profil N°04

Les échantillons P4H1 et P4H2 ont des taux de matière organique totale de l'ordre de 19.97% ,19.55%, respectivement ces taux sont compris entre 6% et 15%, ce qui montre qu'on est en présence d'un sol très riche en matière organique totale(WALKLEY et BLACK, 1934) (figure 30).

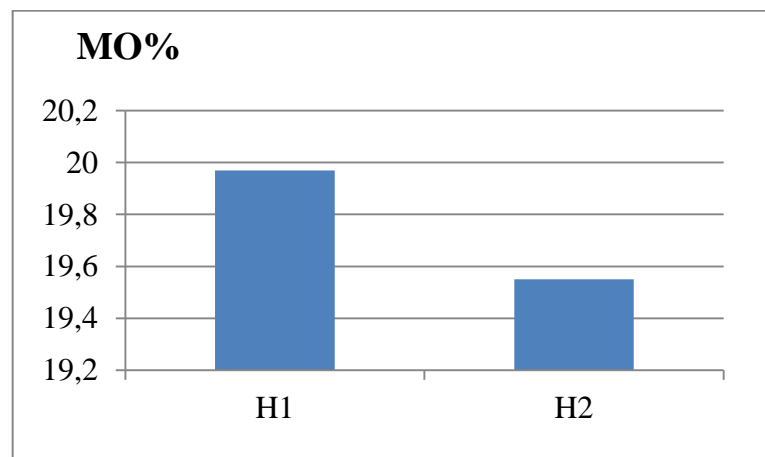


Figure 30. Taux de la matière organique du profil 4

1.3.5. Profil N°06

Les échantillons P6H1, P6H2 et P6H3 possèdent des taux de matière organique de l'ordre de 36.56%, 6.36% et 13.89%. Ces taux sont compris entre 6% et 15%, ce qui montre qu'on est en présence d'un sol très riche en matière organique totale (**WALKLEY et BLACK, 1934**)(figure 31).

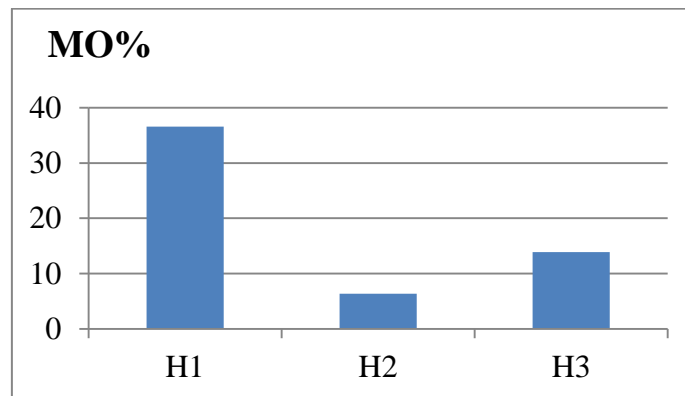


Figure 31.Taux de la matière organique totale du profil 6

1.3.6. Profil N°07

On observe que l'échantillon P7H1 a un taux de matière organique totale de 2.23% ce taux compris entre 1.5% et 2.5% ce qui montre qu'on est en présence d'un sol moyennement pauvre en MO.

Les échantillons P7H2 et P7H4 possèdent des taux de matière organique totale de l'ordre de 22.86% et 27.56% respectivement ces taux sont compris entre 6% et 15%, ce qui montre qu'on est en présence de sol très riche en MO.

L'échantillon P7H 3 possède un taux de MOT de 1.40% ce taux compris entre 0.5% et 1.5%, ce qui montre qu'on est en présence d'un sol pauvre en MO (**WALKLEY et BLACK, 1934**) (figure 32).

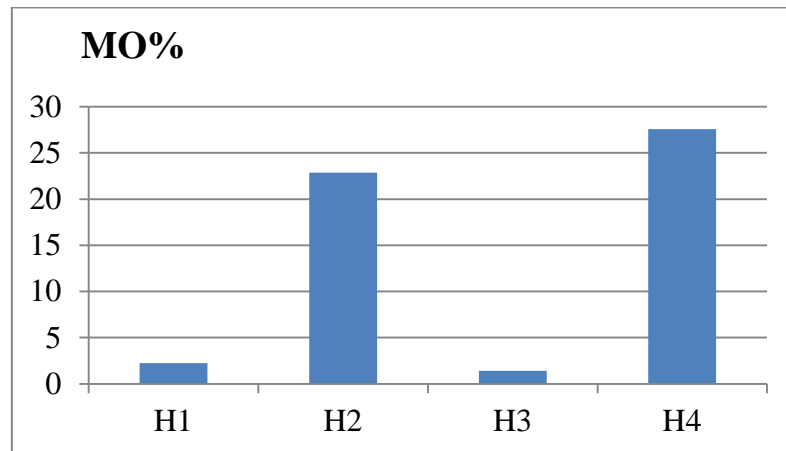


Figure 32. Taux de la matière organique totale du profil 7

1.4. Comparaison entre la MOT analysée et la matière organique fractionnée (Σ AF+AH+H)

Tableau VI : comparaison entre la MOT analysée et la matière organique fractionnée (Σ AF+AH+H)

Echantillon	MOT%	ΣAF+AH+H	Ecart %
P1H1	14,91	30,16	33
P1H2	14,94	15,08	0.46
P1H3	9,82	25,79	44.84
P2H1	28,10	37,62	14.48
P2H2	11,06	13,02	8.13
P2H3	9,85	8,83	-5.46
P3H1	9,69	28,86	49.72
P3H2	13,24	13,20	-0.15
P3H3	6,56	9,03	15.84
P4H1	19,97	29,14	18.67
P4H2	19,55	11,18	-27.23
P6H1	36,56	37,89	1.78
P6H2	6,36	21,70	54.66
P6H3	13,89	12,78	-4.16
P7H1	2,23	19,04	79.03
P7H2	22,86	16,62	-15.80
P7H3	1,40	5,87	61.48
P7H4	27,56	23,25	-8.48

D'après le tableau on observe que -Les écarts entre la matière organique totale et la matière organique fractionnée ($\sum AF+AH+H$) pour les échantillons P1H2, P2H3, P3H2, P4H2, P6H1, P6H3, P7H2 et P7H4 sont inférieurs à 5%, donc les valeurs sont presque identiques.

-Les écarts entre la matière organique totale et la matière organique fractionnée ($\sum AF+AH+H$) pour les échantillons P1H1, P1H3, P2H1, P2H2, P3H3, P3H1, P4H1, P6H3, P7H1 et P7H3 sont supérieurs à 5% ce résultat peut être dû à une sur estimation dans l'analyse des trois fractions, donc les valeurs ne sont pas identiques.

1.5. Fractionnement chimique de la matière organique

Tableau VII : Résultat du fractionnement chimique de la matière organique

AFT	AHS		AHP		AFS		AFP		AFL		ML		Echantillon	
	MO%	CO%	MO%	CO%	MO%	CO%	MO%	CO%	MO%	CO%	MO%	CO%		
7,49	4,34	2,37	1,37	0,92	0,53	1	0,58	0,55	0,3	5,94	4,90	8,45	4,90	P1H1
5,68	3,29	1,46	0,84	0	0	2,52	1,46	0,31	0,1	2,85	0	0	0	P1H2
7,07	4,10	0	0	0	0	2,58	1,49	0,82	0,4	3,67	0	0	0	P1H3
8,69	5,04	1,94	1,12	0	0	2,78	1,61	3,06	1,7	2,85	4,72	8,14	4,72	P2H1
6,42	3,72	1,46	0,84	0	0	0,6	0,34	1,35	0,7	4,47	0	0	0	P2H2
2,4	1,39	0	0	0	0	0,71	0,41	0,36	0,2	1,33	0	0	0	P2H3
4,53	2,62	0	0	0	0	3,22	1,86	1,1	0,6	0,21	0	0	0	P3H1
2,97	1,72	0	0	0	0	0,76	0,44	0,48	0,2	1,73	0	0	0	P3H2
2,04	1,18	0	0	0	0	0,76	0,44	0,23	0,1	1,05	0	0	0	P3H3
6,82	3,95	0	0	1	0,58	2,2	1,27	0,1	0,0	4,52	0,20	0,36	0,20	P4H1
2,67	1,54	0	0	0	0	0,58	0,33	0,41	0,2	1,68	0	0	0	P4H2
9,36	5,42	3,38	1,96	3,77	2,18	2,1	1,21	0,41	0,2	6,85	4,14	7,15	4,14	P6H1
4,38	2,540	0	0	0	0	0,61	0,35	0,69	0,4	3,08	0	0	0	P6H2
5,28	3,06	1,89	1,09	0	0	0,61	0,35	1,1	0,6	3,57	0	0	0	P6H3
3,88	2,25	0	0	0	0	0,43	0,24	0,72	0,4	2,73	0	0	0	P7H1
6,31	3,66	0	0	0	0	0,69	0,40	0,51	0,2	5,11	0	0	0	P7H2
1,2	0,69	0	0	0	0	0,82	0,47	0,25	0,1	0,13	0	0	0	P7H3
10,09	5,85	0	0	0	0	3,58	2,07	1,58	0,9	4,93	0,44	0,77	0,44	P7H4

MOT	H		A HT		
	MO%	CO%	MO%	CO%	
30,13	17,47	10,9	6,32	3,29	1,90
15,05	8,72	7,91	4,58	1,46	0,84
25,78	14,95	18,71	10,85	0	0
37,61	21,81	18,84	10,92	1,94	1,12
13,01	7,546	5,13	2,97	1,46	0,84
9,01	5,22	6,61	3,83	0	0
23,24	13,48	18,71	10,85	0	0
13,2	7,65	10,23	5,93	0	0
8,81	5,11	6,77	3,92	0	0
21,11	12,24	12,93	7,5	1	0,58
11,17	6,47	8,5	4,93	0	0
37,87	21,96	14,21	8,24	7,15	4,14
21,69	12,58	17,31	10,04	0	0
12,76	7,40	5,59	3,24	1,89	1,09
19,02	11,03	15,14	8,78	0	0
16,6	9,62	10,29	5,96	0	0
5,85	3,39	4,65	2,69	0	0
28,83	16,72	17,97	10,42	0	0

1.6. La part de chaque fraction de la matière organique totale ($\Sigma ML+AFL+AHP+AFP+AHS+AFS+H$)

Tableau XIII : le pourcentage de chaque fraction de la matière organique totale

Echantillon	ML%	AFL%	AFP%	AHP%	AFS%	AHS%	H%
P1H1	28,04	19,71	1,82	3,05	3,31	7,86	36,17
P1H2	0	18,93	2,05	0	16,74	9,70	52,55
P1H3	0	14,23	3,18	0	10,00	0	72,57
P2H1	21,64	7,57	8,13	0	7,39	5,15	50,09
P2H2	0	34,35	10,37	0	4,61	11,22	39,43
P2H3	0	14,76	3,99	0	7,88	0	73,36
P3H1	0	0,90	4,73	0	13,85	0	80,50
P3H2	0	13,10	3,63	0	5,75	0	77,5
P3H3	0	11,91	2,61	0	8,62	0	76,84
P4H1	1,70	21,41	0,47	4,73	10,42	0	61,25
P4H2	0	15,04	3,67	0	5,19	0	76,09
P6H1	18,88	18,08	1,08	9,95	5,54	8,92	37,52
P6H2	0	14,20	3,18	0	2,81	0	79,80
P6H3	0	27,97	8,62	0	4,78	14,81	43,80
P7H1	0	14,35	3,78	0	2,26	0	79,60
P7H2	0	30,78	3,07	0	4,15	0	61,98
P7H3	0	2,22	4,27	0	14,01	0	79,48
P7H4	2,67	17,10	5,48	0	12,41	0	62,33

D'après le tableau VIII :

-L'humine représente une part important concernant tous les échantillons à des valeurs de 36.17% à 80.5%.

-L'acide fulvique libre représente une part très importante concernant tous les échantillons à l'exception des échantillons P3H1 (0.9%) et P7H3 (2.22%).

-La matière légère représente une part très importante concernant les échantillons P1H1 (28.04%), P2H1 (21.64%), P4H1 (1.70%), P6H1 (18.88%) et P7H4 (2.67%), et elle absente dans les autres échantillons.

-L'AFS représente une part plus important que l'AFP pour la plupart des échantillons à des valeurs de 2.26% à 14.01%.

-L'AHP représente une part importante concernant les échantillons P1H1 (3.05%), P4H1 (4.73%) et P6H1 (9.95%).

-L'AHS représente une part important concernant les échantillons P1H1 (7.86%), P1H2 (9.70%), P2H1 (5.15), P2H2 (11.22%), P6H1 (8.92%) et P6H3 (14.81%).

On conclue que la fraction qui domine est l'Humine et les fractions les plus faibles ou absentes sont ML, AHP et l'AHS.

1.7. Présentation des différentes fractions de la matière organique en fonction de la profondeur du sol

1.7.1. Profil N°1

D'après la figure 33 on observe que :

-Le taux de la matière légère (ML) est faible et continue de baisser jusqu'à une valeur égale à zéro pour l'horizon le plus profond.

-Le taux d'acide fulvique libre (AFL) diminue légèrement puis augmente au niveau de l'horizon 2 avec l'augmentation de la profondeur du sol.

-Le taux d'acide humique extrait au pyrophosphate de sodium (AHP) est faible et continue de baisser avec l'augmentation de la profondeur du sol.

-Le taux d'acide fulvique extrait au pyrophosphate de sodium (AFP) est faible puis augmente légèrement au niveau de l'horizon 3 en fonction de la profondeur du sol.

-Le taux d'acide humique extrait à la soude (AHS) diminue en fonction de la profondeur du sol.

- Le taux d'acide fulvique extrait à la soude (AFS) augmente considérablement dans l'horizon 2, ce qui peut être expliqué par une illuviation de cette fraction.
- Le taux d'humine (H) diminue d'une façon remarquable au niveau de l'horizon 2 et revient à augmenter rapidement au niveau de l'horizon 3 en fonction de la profondeur du sol.

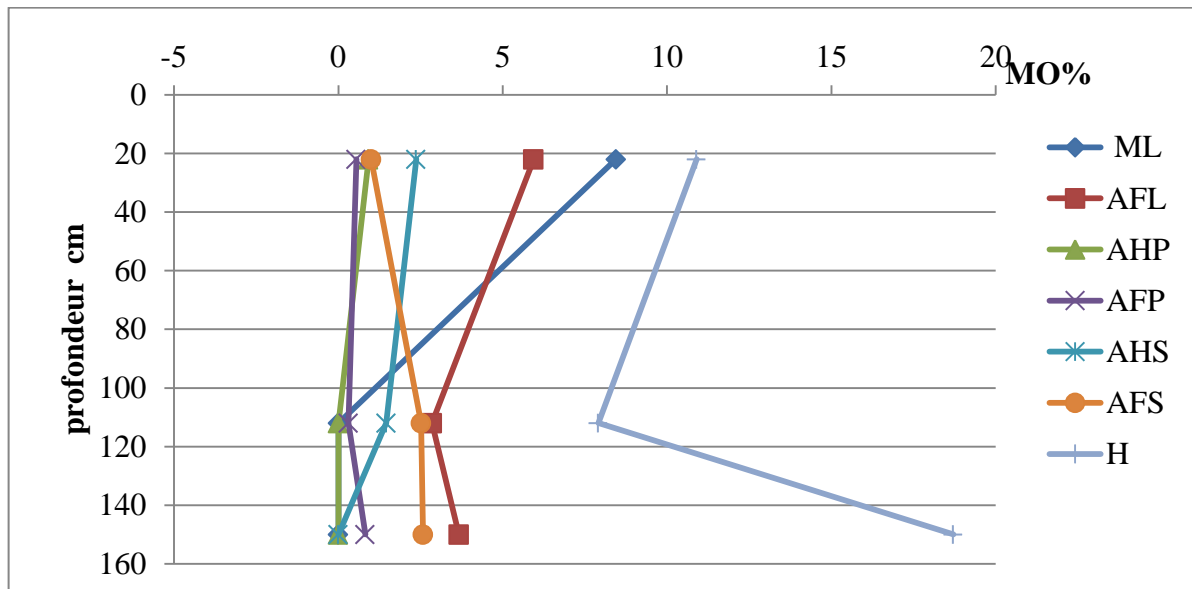


Figure 33. Variation des taux des différentes fractions de MO en fonction de la profondeur du sol du profil 1

1.7.2 Profil N°2

On observe que :

- Le taux de ML est élevé puis diminue d'une façon remarquable en fonction de la profondeur du sol.
- Le taux d'AFL augmente puis diminue en fonction de la profondeur du sol, ce comportement peut être expliqué par une illuviation de cette fraction dans l'horizon 2.
- Le taux d'AHP est nul.
- Le taux d'AFP diminue légèrement en fonction de la profondeur du sol.
- Le taux d'AHS diminue jusqu'à une valeur de zéro avec l'augmentation de la profondeur du sol.
- Le taux d'AFS diminue légèrement en fonction de la profondeur du sol.
- Le taux d'H baisse rapidement au niveau de l'horizon 2 puis augmente légèrement en fonction de profondeur du sol (figure 34).

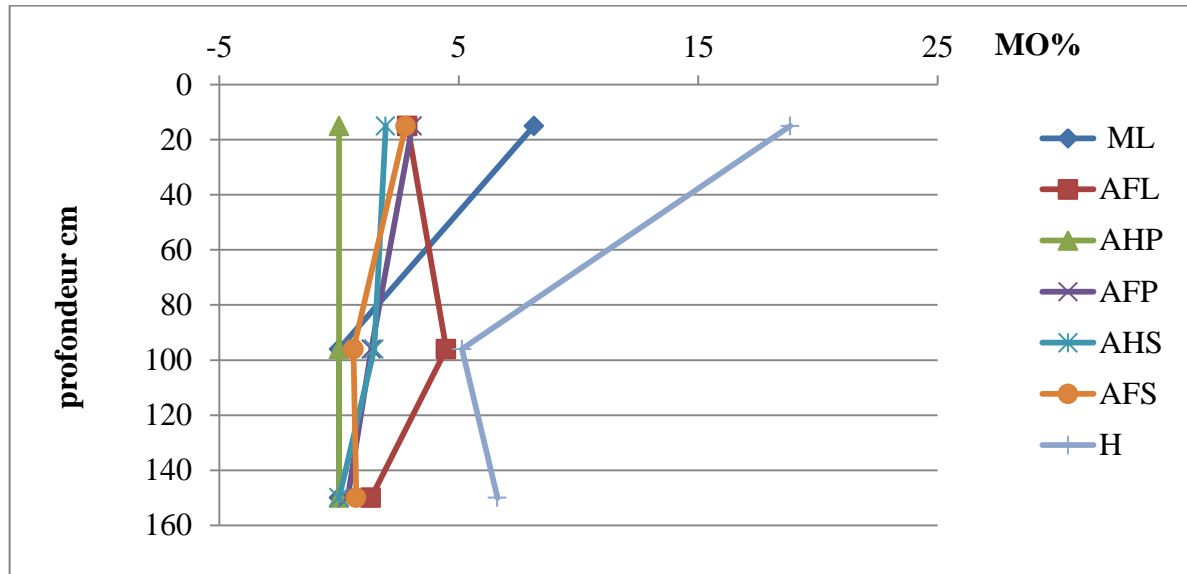


Figure 34. Variation des taux de différentes fractions de MO en fonction de la profondeur du sol du profil 2

1.7.3. Profil N°3

D'après la figure 35 on observe que :

- La ML, l'AHP et l'AHS sont absents dans le profil N°03.
- Le taux d'AFL augmente puis diminue légèrement avec l'augmentation de la profondeur du sol, ce comportement peut être expliqué par une illuviation de cette fraction dans l'horizon 2.
- Les taux d'AFP et d'AFS diminuent légèrement puis on observe que l'AFS reste stable à une valeur de 0.76% en fonction de la profondeur du sol.
- Le taux d'H diminue d'une façon remarquable et continue de baisser avec l'augmentation de la profondeur du sol.

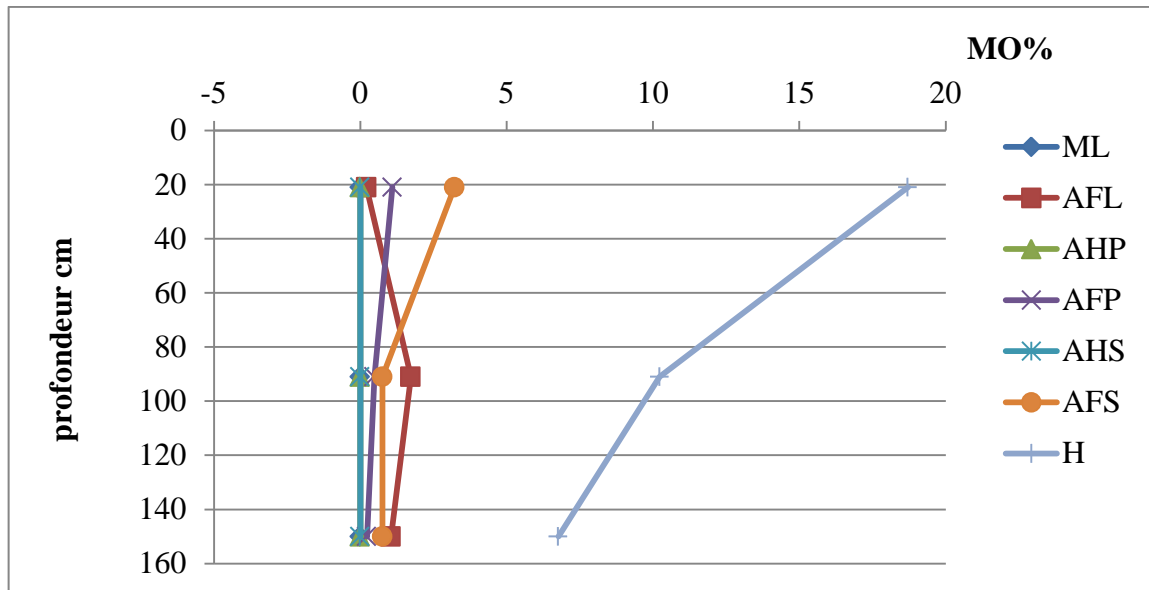


Figure 35. Variation des taux des différentes fractions de MO en fonction de la profondeur du sol du profil 3

1.7.4. Profil N°4

D'après la figure 36 on observe que :

- Les taux des fractions suivantes : ML, AFL, AHP, AFS et H sont diminuées et continue de baisser en fonction de la profondeur du sol.
- L'AHP augmente dans l'horizon 2 ce qui peut être expliqué par la transformation des AHP en AFP.
- La fraction d'AHS est absente dans le profil N°04.

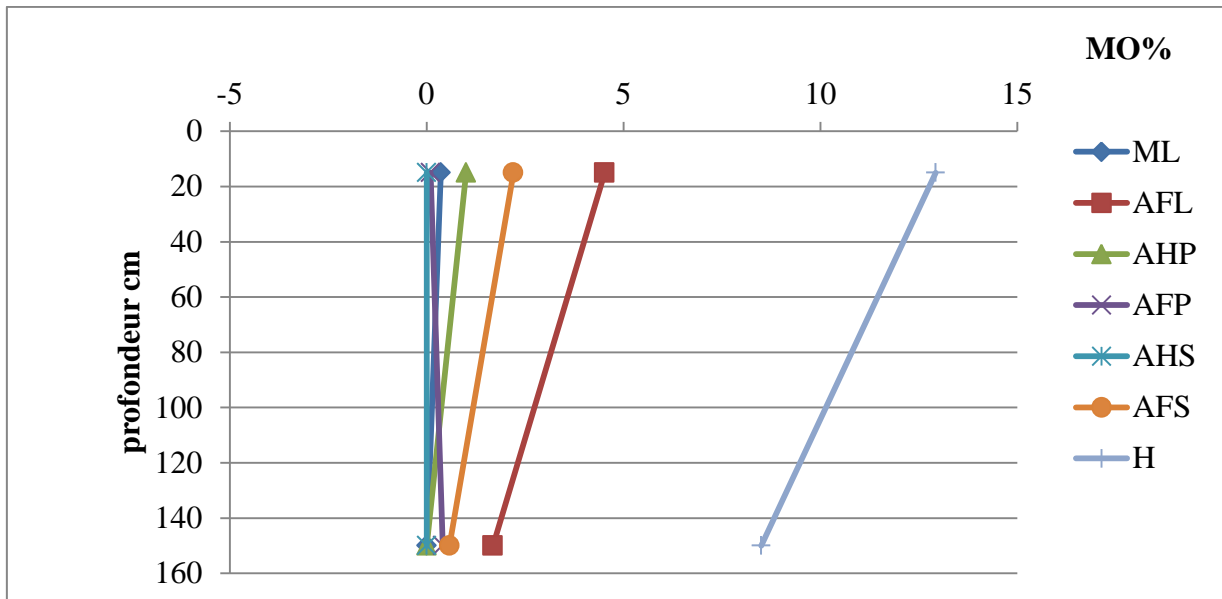


Figure 36. Variation des taux de différentes fractions en fonction de la profondeur du sol du profil 4

1.7.5. Profil N°6

D'après la figure 37 on observe que :

- Les taux des fractions suivantes : matière légère et acide humique extrait au pyrophosphate de soude diminuent rapidement en fonction de la profondeur du sol.
- Les taux des fractions suivantes : AFL et AHS diminuent d'une façon remarquable puis augmente en fonction de la profondeur du sol.
- Le taux d'AFP augmente légèrement en fonction de la profondeur de sol, ceci peut être expliqué par la transformation de l'AHP en AFP.
- Le taux d'AFS est diminué légèrement jusqu'à devient stable a une valeur de 0.61% en fonction de la profondeur du sol.
- Le taux d'H augmente puis diminue rapidement dans l'horizon 2, ce comportement peut être expliqué par la transformation de l'humine en acide humique.

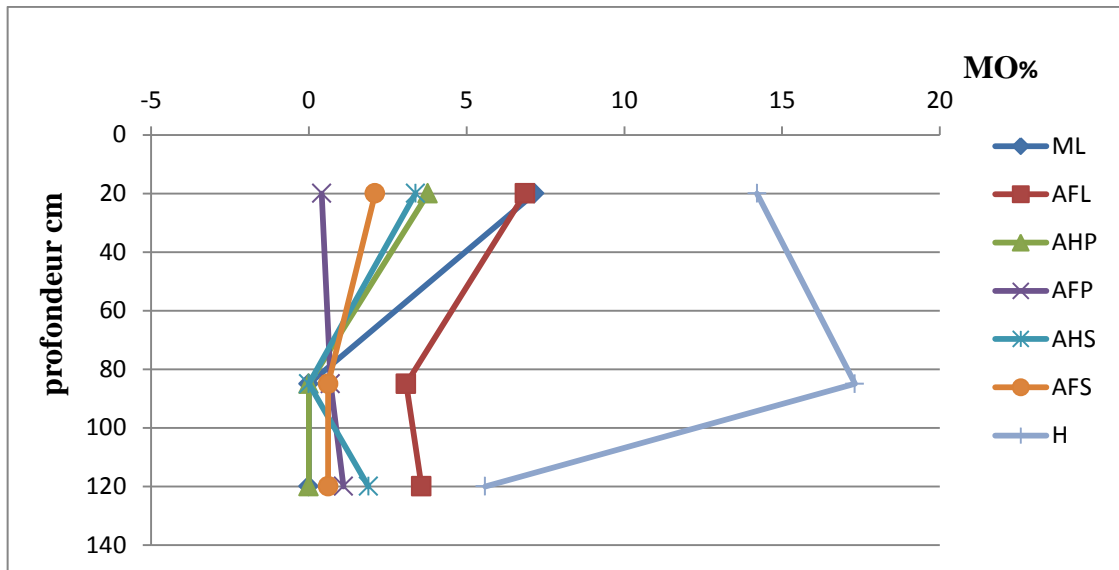


Figure 37. Variation des taux des différentes fractions de la MO en fonction de la profondeur du sol du profil 6

1.7.6. Profil N°7

D'après la figure 38 on observe que :

- La ML est absente dans les horizons H1, H2 et H3 puis apparaît dans l'horizon H4.
- Le taux d'AFL a une distribution irrégulière, on observe une augmentation, peut être expliqué par une illuviation de cette fraction dans l'horizon 2, puis une légère diminution puis commence à augmenter une autre fois en fonction de la profondeur du sol.
- Les fractions d'AHP et AHS sont absents dans le profil N°07.
- Le taux d'AFP diminue légèrement puis augmente et le taux d'AFS augmente d'une façon remarquable en fonction de la profondeur du sol.
- Le taux d'H diminue puis augmente d'une façon remarquable en fonction de la profondeur du sol.

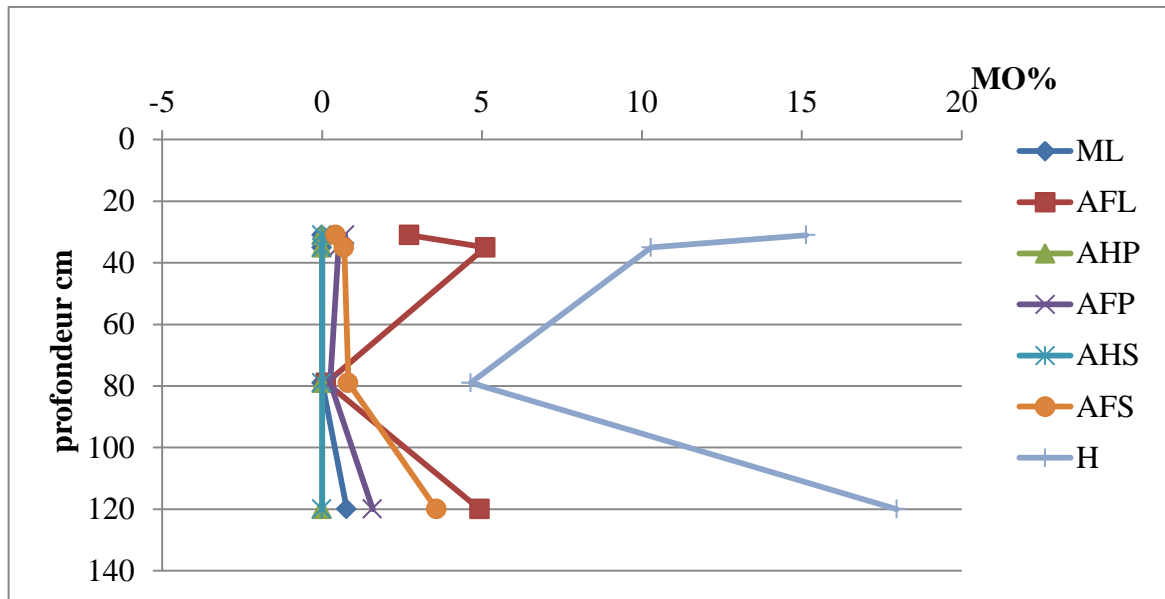


Figure 38. Variation des taux de différentes fractions de la MO en fonction de la profondeur du sol du profil 7

On peut conclure qu'il y a une illuviation des AFS dans le profil 1 et de l'AFL dans les profils 2, 3 et 7 ; cette fraction de la matière organique est la plus mobile et est susceptible de migrer en profondeur. Les AHP se transforment en AFP dans les horizons 4 et 6.

Il peut être constaté que les AHP qui représentent une forme de matière organique mature, sont faibles en comparaison avec les autres formes qui représentent une matière organique jeune notamment l'humine, l'AFL et AHS.

Les taux d'humine sont les plus élevés.

1.8. Les fractions en fonction de l'éloignement de la sebkha

Le tableau ci-dessous représente les moyennes de chaque fraction et pour chaque profil.

L'éloignement du profil a été mesuré sur le terrain où le profil N°1 est à 0 m (point de départ sur la toposéquence) et le profil N°7 est à 150 m.

Tableau IX : représente les moyennes de chaque fraction pour chaque profil

Numéro du profil	Eloignement du profil(m)	ML	AFL	AHP	AFP	AHS	AFS	H
1	0	2,816	4,15	0,30	0,56	1,276	2,03	12,50
2	25	2,71	2,88	0	1,59	1,13	1,36	10,19
3	50	0	0,99	0	0,60	0	1,58	35,71
4	75	0,18	3,1	0,5	0,25	0	1,39	10,71
6	125	2,38	4,5	1,25	0,73	1,75	1,10	12,37
7	150	0,19	3,22	0	0,76	0	1,38	12,01

1.8.1. Fraction de la matière légère

A partir de la figure 39, on observe que plus on se rapproche du centre de la toposéquence (profil 3) le taux de la ML baisse jusqu'à une valeur de zéro puis il revient à augmenter d'une façon remarquable vers le profil 6 et revient à baisser de nouveau pour le profil 7.

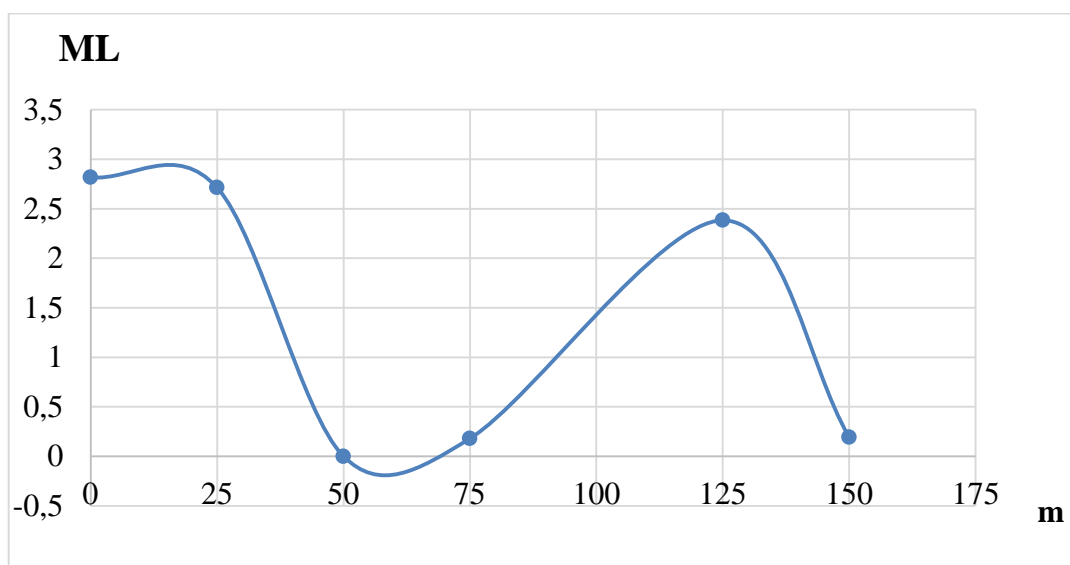


Figure39.La distribution de ML en fonction de l'éloignement de la sebkha

1.8.2. Fraction de l'acide fulvique libre

Selon la figure 40 on observe que plus on se rapproche du centre de la toposéquence (profil 3) le taux de l'AFL diminue jusqu'à une valeur de 0,99 % puis revient à augmenter légèrement vers le profil 6 et revient à baisser de nouveau pour le profil 7.

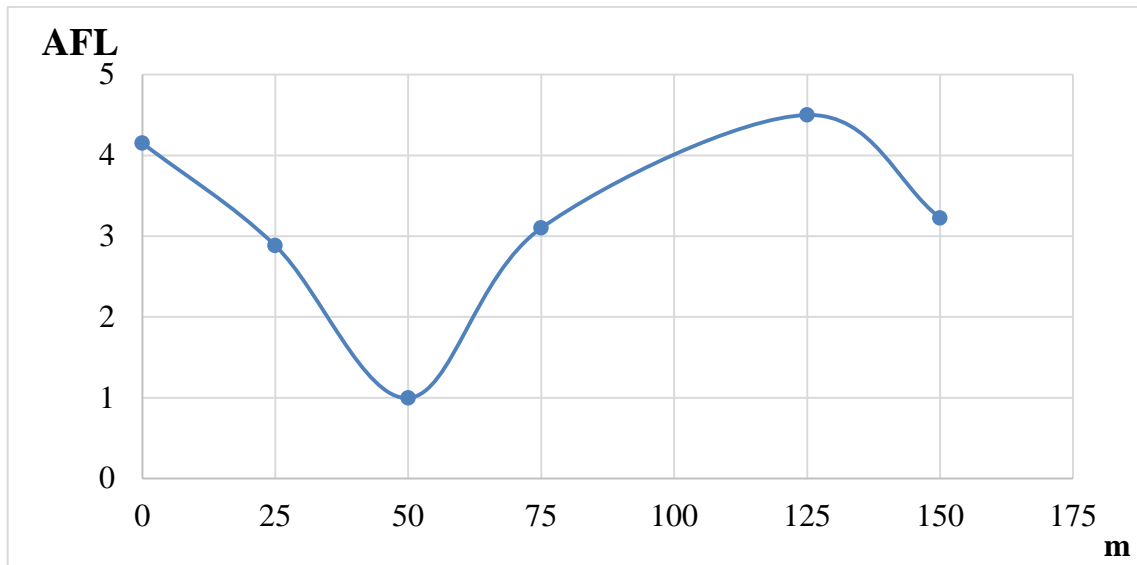


Figure 40. La distribution de l’AFL en fonction de l’éloignement de la sebkha

1.8.3. Fraction de l’acide humique extrait par le pyrophosphate de sodium

Selon la figure 41 on observe que plus on se rapproche du centre de la toposéquence le taux de l’AHP baisse jusqu’à une valeur de 0 vers le profil 2 puis il revient à augmenter d’une façon remarquable vers le profil 6 et revient à baisser de nouveau jusqu’à 0 pour le profil 7.

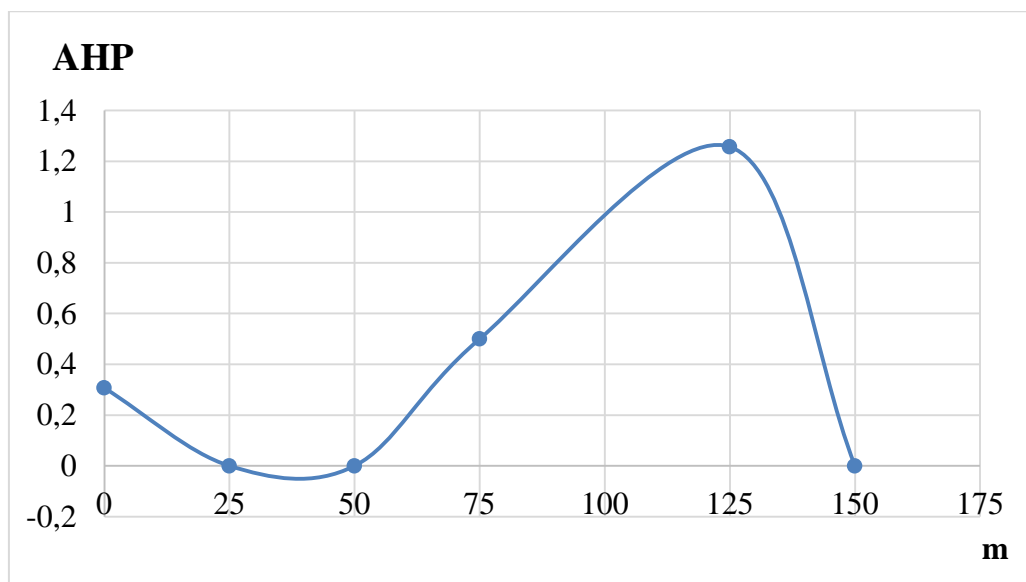


Figure 41. La distribution d’AHP en fonction de l’éloignement de la sebkha

1.8.4. Fraction de l'acide fulvique extrait par le pyrophosphate de sodium

D'après la figure 42 on observe que plus on se rapproche du centre de la toposéquence le taux de l'AFP baisse d'une façon remarquable jusqu'à une valeur de 0.25 % puis il revient à augmenter légèrement vers le profil 7.

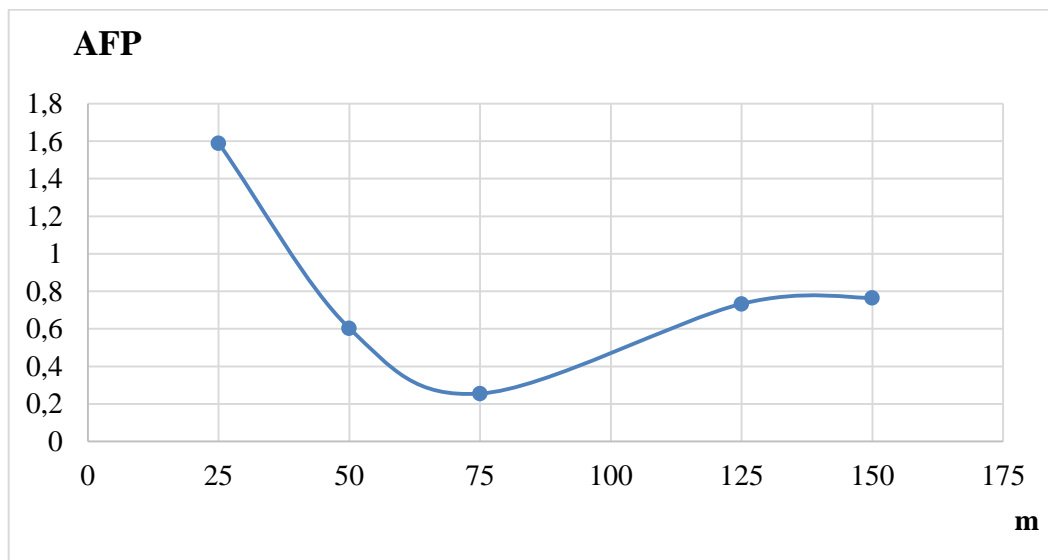


Figure 42. La distribution de l'AFP en fonction de l'éloignement de la sebkha

1.8.5. Fraction de l'acide humique extrait à la soude

Selon la figure 43 on observe que plus on se rapproche du centre de la toposéquence le taux de l'AHS diminue jusqu'à une valeur de 0 puis il revient à augmenter d'une façon remarquable vers le profil 6 et revient à baisser de nouveau pour le profil 7.

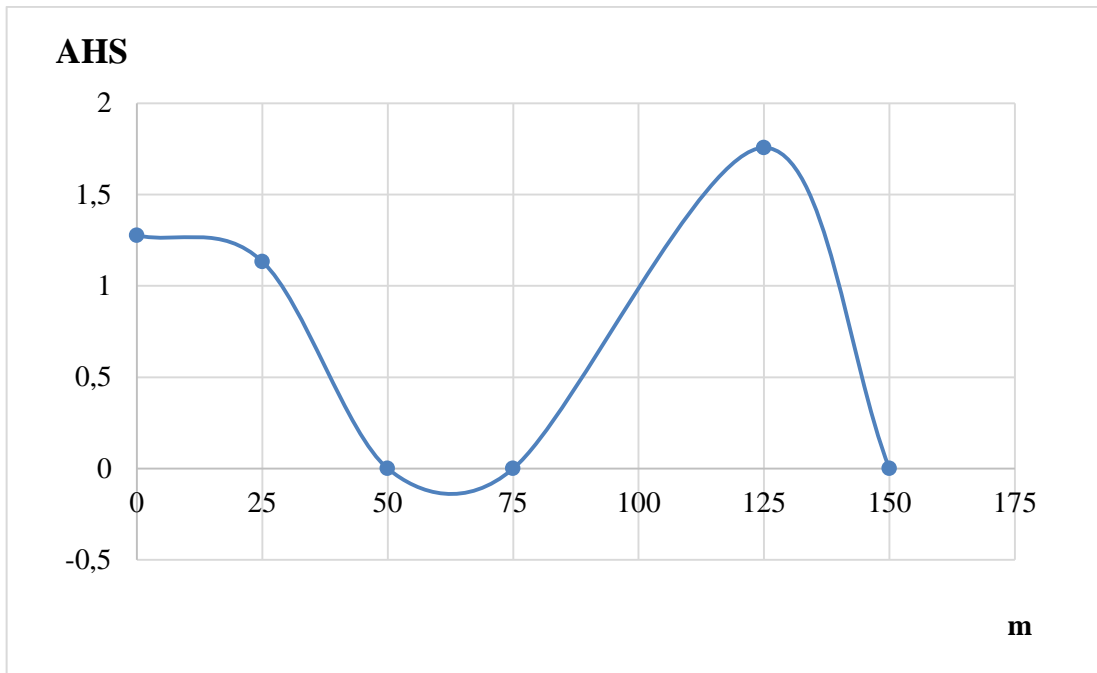


Figure 43. La distribution d'AHS en fonction de l'éloignement de la sebkha

1.8.6. Fraction de l'acide fulvique extrait à la soude

D'après la figure 44 on observe que plus on se rapproche du centre de la toposéquence le taux de l'AFS baisse légèrement vers le profil 2 puis il revient à augmenter vers le profil 3 et revient à baisser de nouveau vers le profil 6 puis augmente légèrement pour le profil 7 les valeurs sont presque identiques.

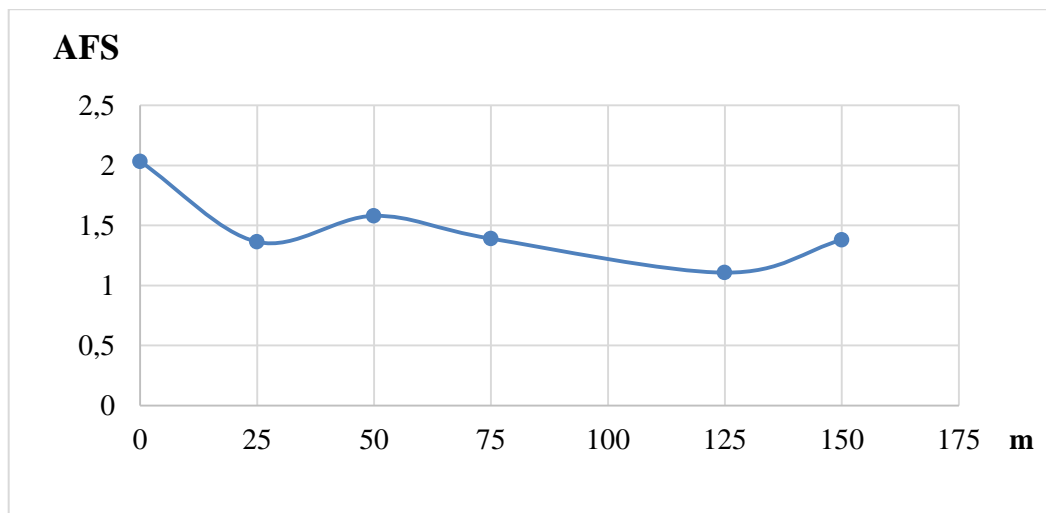


Figure 44. La distribution d'AFS en fonction de l'éloignement de la sebkha

1.8.7. Fraction de l'humine

D'après la figure 45 on observe que le taux d'humine est le même pour tous les profils à l'exception du pic qui peut être remarqué pour le profil 3.

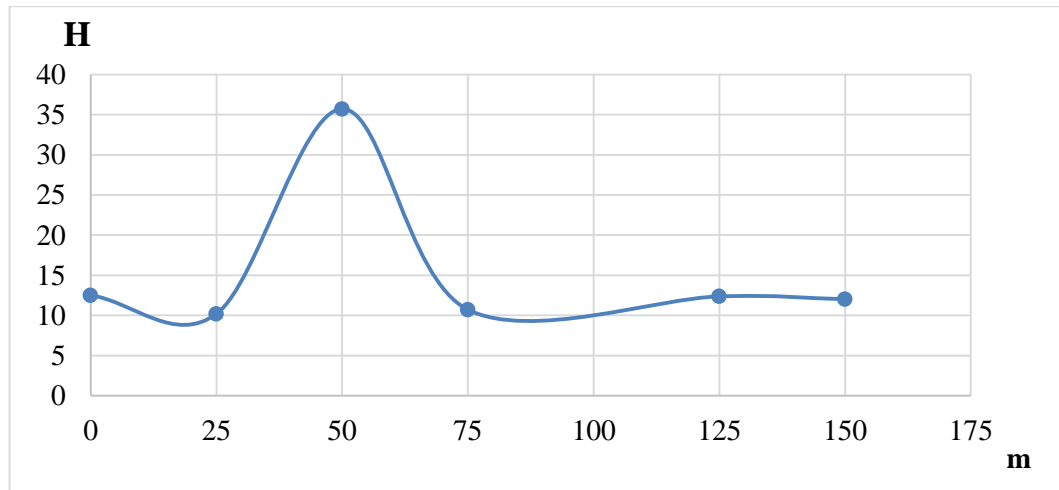


Figure 45. La distribution d'H en fonction de l'éloignement de la sebkha

En général il peut être observé que les profils 3 et 4 représentent les valeurs les plus faibles pour la majorité des fractions, et le profil 6 représente les valeurs les plus élevées pour la plupart des fractions.

Discussion générale

Selon l'échelle de **DURANT (1983)** le pH des sols de Sebkhet El Hamiet est légèrement à moyennement alcalins dans tous les horizons. Ces valeurs de pH reflètent la présence de taux excessif de calcaire qui fait augmenter le pH du sol jusqu'à une valeur de 8.37 (**FRITZ, 1975**), les valeurs les plus basses de pH (7.17) sont affectées par les taux très élevés de matière organique ; jusqu'à 36.56 % puisque cette dernière est une source d'acides organiques qui contribuent à la libération de protons H⁺ dans la solution du sol et par conséquent baisser le pH (**GOBAT, 2003**), ou par la présence d'une croûte gypseuse (**MARLET et JOB, 2006**).

Les sols de la toposéquence étudiée sont dans leurs majeures parties extrêmement salines (**USSL, 1954**). Deux groupes d'échantillons peuvent être départager, le premier groupe des CE < 67.21dS/m et le second avec des CE > 67.21dS/m, la variation de la conductivité électrique dans les sols de Sebkhet El Hamiet est due à la forte évaporation d'une part et à l'action anthropique surtout l'irrigation d'autre part. Aussi la sécheresse provoque une remontée des sels vers la rhizosphère (**TREMBLIN, 2000**).

Selon **MARLET et JOB (2006)** une conductivité électrique élevée indique une minéralisation intensive et renseignent sur une lithologie riche en évaporites : Halite, gypse de la roche réservoir.

Les taux de matière organique des sols de Sebkhet El Hamiet sont relativement élevés en comparaison avec les valeurs moyennes dans la région, sachant que les sebkhas et les chotts sont des terres dépourvues de végétation ou présentent un faible couvert végétal constitué essentiellement de végétation halophyte. La principale source de matière organique dans ce genre de milieu provient des apports extérieurs provenus des déchets domestiques, ainsi qu'au déversement des eaux usées de la région dans la Sebkha.

Les écarts obtenus entre la MOT et l'ensemble des fractions analysées, ceci peut être dû à ce que la MOT a été dosé sur un seul échantillon et le fractionnement chimique a été réalisé sur sept fraction ce qui a multiplié les erreurs. Les sources d'erreurs possibles sont plus nombreuses pour le fractionnement chimique comme rapporté par **KLEBER et JOHNSON (2010)**.

Les matières organiques légères, les acides humiques et les acides fulviques sont concentrées essentiellement dans l'horizon de surface, ce résultat confirme que les apports de matière organiques se font par la surface (déchets domestiques). Les acides fulviques sont

répartis sur tous le profil contrairement aux acides humiques. Les acides fulviques sont plus mobiles et moins stables que les acides humiques (**DABIN, 1983**).

L'illuviation des AFS dans le profil 1 et de l'AFL dans les profils 2, 3 et 7 peut être expliquée par le fait que cette fraction de la matière organique est la plus mobile et est susceptible de migrer en profondeur (**DABIN, 1983**).

Il peut être constaté que les AHP qui représentent une forme de matière organique mature, sont faibles en comparaison avec les autres formes qui représentent une matière organique jeune notamment l'humine, l'AFL et AHS (**DABIN, 1983**).

Les taux d'humine sont les plus élevés, cette fraction ne subit pas une transformation poussée, elle est très proche de la matière végétale (**DABIN, 1983**).

Conclusion

Conclusion générale

L'objectif du présent travail est de contribuer à l'étude de la matière organique dans les sols de Sebkhet El Hamiet par l'étude de la matière organique totale et sa répartition sur les différentes fractions chimiques à savoir les acides humiques, les acides fulviques, les humines...etc.

Dans un premier temps nous avons réalisé un échantillonnage de sol sur le terrain par l'étude d'une toposéquence d'environ 150 m, sur laquelle six profils pédologiques ont été échantillonnés.

Dans un deuxième temps, nous avons effectué une analyse des paramètres physico-chimiques pour la caractérisation du sol, ainsi qu'un fractionnement chimique de la matière organique par l'analyse des matières légères, des acides humiques extrait à la soude, des acides humiques extrait au pyrophosphates, des acides fulviques libres, des acides fulviques soudés, des acides fulviques pyrophosphates et les humines.

A la lumière de cette étude on peut conclure que :

Le pH des sols de Sebkhet El Hamiet est légèrement à moyennement alcalins dans tous les horizons. Ces valeurs de pH reflètent la présence de taux excessif de calcaire qui fait augmenter le pH du sol jusqu'à une valeur de 8.37, les valeurs les plus basses de pH (7.17) sont affectées par les taux très élevés de matière organique ; jusqu'à 36.56 % puisque cette dernière est une source d'acides organiques, ou par la présence d'une croûte gypseuse.

Les sols de la toposéquence étudiée sont dans leurs majeures parties extrêmement salines.

Les taux de matière organique des sols de Sebkhet El Hamiet sont relativement élevés en comparaison avec les valeurs moyennes dans la région, sachant que les sebkhas et les chotts sont des terres dépourvues de végétation ou présentent un faible couvert végétal constitué essentiellement de végétation halophyte. La principale source de matière organique dans ce genre de milieu provient des apports extérieurs provenus des déchets domestiques, ainsi qu'au déversement des eaux usées de la région dans la sebkha.

L'étude du fractionnement de la matière organique a révélé que les écarts obtenus entre la MOT et l'ensemble des fractions analysées est important.

Les matières organiques légères, les acides humiques et les acides fulviques sont concentrées essentiellement dans l'horizon de surface, ce résultat confirme que les apports de matière organiques se font par la surface (déchets domestiques).

Les acides fulviques sont répartis sur tous les profils contrairement aux acides humiques.

Les acides fulviques sont plus mobiles et moins stables que les acides humiques.

L'illuviation des AFS dans le profil 1 et de l'AFL dans les profils 2, 3 et 7 montre que cette fraction de la matière organique est la plus mobile et est susceptible de migrer en profondeur.

Il peut conclure que les AHP qui représentent une forme de matière organique mature, sont faibles en comparaison avec les autres formes qui représentent une matière organique jeune notamment l'humine, l'AFL et AHS.

Les taux d'humine sont les plus élevés, cette fraction ne subit pas une transformation poussée, elle est très proche de la matière végétale.

Les AHP se transforment en AFP dans les horizons 4 et 6.

Il peut être observé que les profils 3 et 4 représentent les valeurs les plus faibles pour la majorité des fractions, et le profil 6 représente les valeurs les plus élevées pour la plupart des fractions.

Cette étude répond aux objectifs fixés mais soulève également plusieurs points qu'il serait nécessaire de quantifier. Elle mérite d'être complétée par la réalisation d'un fractionnement granulométrique de la matière organique pour pouvoir comparer avec les résultats du fractionnement chimique, et par un suivi dans le temps de l'évolution du taux et de la distribution de cette matière organique.

Références
bibliographiques

Référence bibliographique

A

ABALLO GEORGES AGBAHUNGBA, 2007. Dynamique de la matière organique d'*Acacia auriculaeformis* (Cunn. A.) ex Benth. (Mimosaceae). Et influence de la fertilisation organique et minérale dans les systèmes agroforestiers.

ABIVEN S, 2004. Relation entre caractéristiques des matières organiques apportées, dynamique de leur décomposition et l'évolution de la stabilité structurale du sol. L'agrocompagne. Rennes. INRA. 262p.

AIKEN G. R., KNIGHT D.M., WERSHAW R. L et CARTHY MAC, 1985. An introduction to humic substances in soils, sediment, and water.

ANNANI FOUZI, 2013. ESSAI DE BIOTYPOLOGIE DES ZONESHUMIDES DU CONSTANTINOIS, Présentée en vue de l'obtention du diplôme de DOCTORAT, Université Badji Mokhtar Annaba. 213 p.

ARAGONO M., GOBETJ M et MATHEY W, 1998. Le sol vivant, bases de pédologie des sols. Ed. Presses Polytechnique et Universitaire. Ramandes. 519p.

ATALLAH T., ANDREUX F., CHONE T et GRAS F, 1995. Effect of storage and composting on the properties and degradability of cattlemanure. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 54 : 203-213.

AUBERT G, 1976. Les sols sodiques en Afrique du Nord. *Annales de l'Institut National Agronomique - El Harrach*, 7: 185-196p.

B

BARRAL M. T., BUJAN E., DEVESA R., IGLESIAS M. L et VELASCOMOLINA M, 2007. Comparaison of the structural stability of pasture and cultivated soils. *Science of The Total Environment*, 378 p : 174-178p.

BALEDENT J., PETRAUD J et FELLER C, 1991. Effets des ultra-sons sur la distribution granulométrique des matières organiques des sols – *Science du Sol*, : 29-95p :106p.

Références bibliographiques

BARRAL M. T., BUJAN E., DEVESA R., IGLESIAS M. L et VELASCOMOLINA M, 2007. Comparison of the structural stability of pasture and cultivated soils. *Science of The Total Environment*, 174-178 p : 378 p.

BELLAOUEUR A, 2008. Etude hydrogéologique des eaux souterraines de la région de Ouargla Soumise à la remontée des eaux de la nappe phréatique et Perspectives de solutions palliatives (Sahara Nord-Est Septentrional - Algérie). Mémoire de Magister, Université El-Hadj Lakhdar, Batna (Algérie), 23-25 p: 210p

BENCHETRIT M, 1956. Les sols d'Algérie. *Revue de Géographie Alpine*, 44p : 749-761p.

BENHAMZA M, 2013, contamination par les polluants métalliques des Eaux de la région d'azzaba - nord est algérien Evaluation du risque sante du hg, du Pb et de l'as, Le Séminaire International sur L'Hydrogéologie et l'Environnement, Ouargla (Algérie) 231p.

BODET J. M. HACALA S., AUBERT C et TEXIGR C, 2001. Fertiliser avec les engrais de ferme. IE.ITVAI, ITCF, ITP. Paris.104p.

BRYANTR G, 1999. Application of AVHRR to monitoring a climatically sensitive playa. Case study: Chott El Djerid, south Tunisia. *Earth Surface Processes and Landforms*, 24p: 283-302p.

BRYANTR G., RAINEY M.P., 2002. Investigation of flood inundation on playas within the zone of Chotts, using a time séries of AVHRR. *Remote Sensing of Environment*, 82p : 360-375p.

C

CHAMAYOU H et LEGROSJ. P, 1989. Les bases physiques, chimiques et minéralogiques de la science du sol. *Technique vivante*. Presses universitaires de France. Paris. p 212-213

CHENU C., BISSONNAIS Y et ARROUAYS D, 2000. Organic matter influence on clay wettability and soil aggregate stability. *Soil Science Society America Journal*, 64p: 1479-1486p.

CHOWND et LINSLEYM, 1994. Wetlands in northern Algeria and coastal Tunisia. Sandy, U.K: Royal Society for the protection of Birds edition.

CHRISTENSEN B. T, 2001. Physical fractionation of soil and structural and functional complexity in organic matter turnover. *European Journal of Soil Science*, 52 : 345-353.

CLAIRE GROSBELLET, 2008. Evolution et étés sur la structuration du sol de la matière organique apportée en grande quantité. Autre. Université d'Angers. Français

Références bibliographiques

COQUE R, 1962. La Tunisie présaharienne. Etude géomorphologique. Paris : Armand Colinédition.

COQUE R., TRICAT J., CAILLEUX A, 1972. Le modèle des régions sèches, traité de géomorphologie. *Annale de Géographie*, 81: 734-740.

CSFD, 2013. LE CARBONE DANS LES SOLS DES ZONES SÈCHES Des fonctions multiples indispensables Agropolis International, p7.

D

DABIN,1970. Analyse des matières organiques dans le sol. 17p

DABIN (B.), 1971. Etude d'une méthode d'extraction de la matière humique du sol. *Science du Sol.*, no 1 : 47-63.

DABIN, 1976. Méthode d'extraction et de fractionnement des matières humiques du sol Application à quelques études pédologiques et agronomiques dans les sols tropicaux, p 296.

DABIN B, 1983. Étude de deux sols andiques dérivés de roches volcaniques, d'Italie du Sud (Monts Roccamonfina et Vulturei à caractère cryptopodzolique. 1. Environnement, morphologie et caractères des constituants minéraux. *Cah.O.R.S.T.O.M., sér. Pédol., vol. XS*, no 1 : 27-44p.

DAVET P, 1996. Vie microbienne du sol et production végétale. INRA. Paris. 383p.

DERRIEN D., MAROL C., BALADANE M et BALESSENT J, 2006. The turnover of carbohydrate carbon in a cultivated soil estimated by ¹³C natural abundances. *European Journal of Soil Science*, 57 : 547-557.

DEMNATI FATIMA, 2012. Biodiversité et Enjeux Socio-économiques des lacs salés (Chotts et Sebkhass) d'Algérie. Cas du Chott Merouane et Melghir Diplôme De Doctorat UNIVERSITE MOHAMED KHIDER- BISKRA

DJILI K, 2000. Influence des hauteurs des précipitations sur la répartition du calcaire et du pourcentage de sodium échangeable dans les sols du Nord de l'Algérie. *Sécheresse*, 11: 37-43.

DIGNAC M. F., HOUOT S., FRANCOU C., DERENNE S, 2006. Pyrolytic study of compost and waste organic matter. *Organic Geochemistry*, 36 : 1054-1071 Dresch J., 1954. Mouvements du sol quaternaire au Maghreb Oriental. *Annale de Géographie*, 63: 61-62

DROUHIN G, 1960. Possibilité d'utilisation de ressources hydrauliques limitées en Algérie. Colloque général sur les problèmes de la zone aride, 11-18 mai 1960, Paris.

Références bibliographiques

DUCHAUFOR Ph, 1984, 1995. Abréges pédologie : sol, végétation, environnement. 4^{ème} Ed. Masson. Paris. 324p.

DUPRARQUE A., RIGALLE P, 2011 : Composition des MO et turn over ; Rôles et fonctions des MO, actes du colloque « Gestion de l'état organique des sols », 27 janvier 2011, Agrotransfert.

DURANT J.H, 1983. LES SOLS IRRIGABLES. ETUDE PDOLOGIQUE. Edition Boudin, Paris. 339 p.

E

ELZEIN et BALESSENT, 1995 : Gestion du patrimoine organique des sols viticoles, 2008, ENTAV-ITV.

F

FAO, 2002. La séquestration du carbone dans le sol pour une meilleure gestion de terres p56

FELLER C, 1994. La matière organique dans les sols tropicaux à argile 1 :1. Recherche de compartiments fonctionnels. Une approche granulométrique. Thèse d'Etat, ORSTOM Editions, N°144, 393 p

FRANCOU C, 2003. Stabilisation de la matière organique au cours du compostage de déchets urbains : influence de la nature des déchets et du procédé de compostage – recherche d'indicateurs pertinents. Thèse de doctorat de l'INA-PG. 288p.

FRITZ B ,1975 . Étude de thermodynamique et simulation des réactions entre minéraux et solutions. application à la géochimie des altérations et des eaux continentales. Géo .mémoire ; 41 :152p

FROCHET B, 2002. Biodiversité : Des gènes au processus. Faune sauvage, 256: 18-24.

G

GEMAS-COMIFER, 2007. 8èmes journées de la fertilisation raisonnée et de l'analyse de terre « Fertilisation raisonnée et analyse de terre : quoi de neuf en 2007 »

GLEIXNER G., POIRIER N., BOL R et BALESSENT J, 2002. Molecular dynamics of organic matter in a cultivated soil. Organic Geochemistry, 33 : 357-366.

GOBAT J.M, 2003. Le sol vivant. *Presses Polytechniques et Universitaires Romandes*, 566 p.

GUGGENBERGER G., MARSCHNER B et FLESSA H, 2006. Stabilization of organic matter in temperate soils: mechanisms and their relevance under different soil conditions - a review. European Journal of Soil Science, 57 : 426-445.

H

Références bibliographiques

HALITIM A, 1985. Sols des régions arides d'Algérie. Alger: O.P.U. édition. Pouget M., 1980. Les relations sol-Végétation dans les steppes sud-algérien (Algérie).

Thèse de Doctorat, Université d'Aix-Marseille 3 (France).

HUANG G.F., WU, Q.T., WONG, J.W.C. et NAGAR B.B, 2006. Transformation of organic matter during co-composting of pigmanure with sawdust. *Bio resource Technology*, 97 p :1834-1842p.

I

ISO, 1995. Norme ISO 10694. Qualité du sol - dosage du carbone organique et du carbone total après combustion sèche (analyse élémentaire).

J

JOHNSON MG et KLEBER M, 2010. Dynamic molecular structure of plant biomass-derived black carbon (biochar).

JONES M.J et WILD A, 1975. *Soils of the West African savannah*. Technical Communication No. 55. Commonwealth Bureau of Soils. Farnham, UK, Commonwealth Agricultural Bureaux.

K

KAABECHE M., GHARZOULI R et GEHU J.M, 1993. Observations phytosociologiques sur le Tell et Les Hautes Plaines de Sétif (Algérie). *Documents Phytosociologiques*. N.S. XV, 117-125. Camerino

KALBITZ, K. et GEYER S, 2002. Different effects of peat degradation on dissolved organic carbon and nitrogen. *Organic Geochemistry*, 33 : 319-326.

KALBITZ K., KAISER K., BARGHOLZ J et DARDENNE P, 2006. Lignin degradation controls the production of dissolved organic matter in decomposing foliar litter. *European Journal of Soil Science*, 57p : 504-516.

KHAZNADAR M., VOGIAT ZAKIS I.N. et GRIFFITHS G.H. 2009. Land degradation and vegetation distribution in Chott el Beida Wetland, Algeria. *Journ. of Arid Environ.* 73, 369-377.

KAIRM H, 2002. Biophysical and Socio-economic Impacts of Climate Change on Wetlands in the Mediterranean. *Mediterranean Roundtable*. Athens, 33 p.

L

Références bibliographiques

LASARIDI K.E. et STENTIFORD E.I, 1998. A simple respirometric technique for assessing compost stability. *Water Research*, 32 : 3717-3723.

LEFEUVRE J.C, 1992. Biodiversité et territoire agricole. *Economie Rurale*, 208: 79-84.

LUTZOW M.V., KOGEL-KNABNER I., EKSCHEMITT K., MATZNER E.,

M

MACCARTHY P, 2001. The principles of humic substances. *Soil Science*, 166p: 738-751p.

MAHOWAL N.M., BRYAT R.G., CORAL J.D., STEINBERGER L, 2003. Ephemeral lakes and desert dust sources. *Geophysical Research Letters*, 1-4p: 30 p.

MACKENZIE A., BALL A. S., VIRDEE S. R, 1999. *L'Essentiel en Ecologie*. Paris: Berti édition.

MARLETS et JOB, 2006. Processus et gestion de la salinité des sols. In : Tiercelin, J.R. *Traité d'irrigation*, seconde édition. Tec & Doc Lavoisier. ISBN-13. 978-2743009106.

MATHEVET R, 2000. Usages des zones humides Camarguaises : Enjeux et dynamiques des interactions Environnement/ Usages/Territoire. Thèse de Doctorat, Université Jean Moulin, Lyon 3 (France).

MARION VIGOT, 2012. Chambre Régionale d'Agriculture de Poitou-Charentes Le carbone organique des sols cultivés de Poitou-Charentes Quantification et évolution des stocks p2

MEA, 2005. Ecosystems and human well being: Wetlands and water Synthesis. Millennium Ecosystem Assessment (MEA), World Resources Institute, Washington, DC. Available at: <http://www.Millenniumassessment.org/document.358.aspx.pdf>.

MEDAIL F., DIADEMA K, 2006. Biodiversité végétale méditerranéenne et anthropisation : approches macro et micro-régionales. *Annale de Géographie*, 651: 618-640.

MUSTIN M, 1987. Le composte, gestion de la matière organique. Ed. François Dubusc. Paris. 954p.

O

OADES J.M, 1993. The role of biology in the formation, stabilization and degradation of soil structure. *Geoderma*, 56p: 377-400p.

P

PICCOLO A. et MBAGWU J.S.C, 1999. Role of hydrophobic components of soil organic matter in soil aggregate stability. *Soil Science Society of America Journal*, 63p: 1801-1810p.

PRIBYL D.W, 2010. A critical review of the conventional SOC to SOM conversion factor. *Geoderma*. 75-83p: 156p

Références bibliographiques

PULLEMAN, M.M. et MARINISSEN, J.C.Y, 2004. Physical protection of mineralizable C in aggregates from long-term pasture and arable soil. *Geoderma*, 120 : 273-282.

R

RAOUL CALVET, 2003 « Le sol propriétés et fonctions » tome 1 : constitution et structure phénomènes aux interfaces. Edition France agricole 2003, p 174, 180.

ROBERT M, 1996. Aluminum toxicity a major stress for microbes in the environment. p 227-242 in: Huang, P.M. et al., (eds.). *Environmental Impacts*. Vol. 2, Soil component interactions. CRC press.

RUMPEL C., EUSTERHUES, K. et KOGEL-KNABNERI, 2004. Location and chemical composition of stabilized organic carbon in topsoil and subsoil horizons of two acid forest soils. *Soil Biology et Biochemistry*, 36 : 177-190.

S

SALDUCCI X, 2011 .Diagnostic de la fertilité biologique des sols et gestion de la MO, Celesta-Lab.

SAMRAOUI B., G DEBELAIR and S. BENYACOUB. 1992. A much threatened lake: Lac des Oiseaux (N.E. Algeria). *Environmental Conservation* 19: 264–267, 276.

SAMRAOUI B., G DEBELAIR, 1997. The Guerbes-Senhadjawetlands: Part I. An overview. *Ecologie* 28p: 233–250p.

SAMRAOUI B, 2002. Branchiopoda (Ctenopoda and Anomopoda) and Copepoda from eastern Numidia, Algeria. *Hydrobiologia*, 470: 173–179.

SAMRAOUI B. et SAMRAOUI F, 2008. An ornithological survey of the wetlands of Algeria: Important Birds Areas, Ramsar sites and threatened species. *Wildfowl*, 58: 71-98p.

STEVENSON F. J, 1982. Extraction, fractionation, and general chemical composition of soil organic matter. *Humus chemistry*. New York: Wiley & Sons, p. 26-53. in Dr. Ratiba Medjdoub Responsable de I+D Division agricole CATSAIGNER ADIEGO HERMANOS S.A. *Les Substances Humiques*

STONE O.R, 1967. A desert glossary. *Earth- Science Reviews*, 3p: 211-268p.

T

TISDALL J.M et OADES J.M, 1982. Organic matter and water-stable aggregates in soils. *Journal of Soil Science*, 33 : 141-163.

TREMBLIN G, 2000. Les plantes pionnières des sebkhas (lacs salés continentaux) de l'ouest algérien. *Sécheresse*. 11 (2) : 109-116p.

Références bibliographiques

TUOMELA M., VIKMAN M., HATAKKA A. et ITAVAARA, M, 2000. Biodegradation of lignin in a compost environment: a review. *Bio resource Technology*, 72 : 169-183.

U

U.S. SALINITY LABORATORY STAFF (USSL), 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. U.S.D.A. Hand book n° 60, 160 p. annexes.

W

WALKLEY A et BLACK A, 1934. Etude de la méthode DEGTJAREFF pour le dosage de la matière organique, modification apportée au dosage de l'acide chromique; *Soil Science*, 1934, 37p. 29-38p.

WHIGHAM D., DYKOJOYA D et HEJNY S, 1993. Wetlands of the World : Inventory, Ecology and Management. *Kluwer Academic Publishers*, Vol. 1, 768 p.

WILLIAMS W.D., 2002. Environmental threats to salt lakes and the likely status of inland saline ecosystems in 2025. *Environmental Conservation*, 29: 154–167p.

Y

YOUL S, 2009. An Analysis of the Technology Acceptance Model in Understanding University Students' Behavioral Intention to Use e-Learning. *Educational Technology & Society*, 12 (3), 150–162.

Z

ZACCONE C., MIANO T.M. et SHOTYK W, 2007. Qualitative comparison between raw peat and related humic acids in an ombrotrophic bog profile. *Organic Geochemistry*, 38 : 151-160p.

ZEDAM ABDELGHANI, 2015. Etude de la flore endémique de la zone humide de Chott El Hodna Inventaire-Préservation, Université Farhat Abas Sétif1 Thèse doctorat. 368p

Annexes

Annexe 01

Tableau I :Zones humides algériennes d'importance internationale (ANNANI, 2013).

(Sites RAMSAR).

Nom du site	Date de classement	Localisation (Wilaya)	Superficie (ha)	Coordonnées
Réserve Intégrale du Lac Oubeïra	04 -11-1983	El Tarf	3 160	33°17'N 003°44'E
Réserve Intégrale du Lac Tonga	04-11- 1983	El Tarf	2 700	36°53'N 008°31'E
La Réserve Naturelle du Lac des Oiseaux	22-03- 1999	El Tarf	120	36°42'N 008°07'E
Chott Ech Chergui	02-02- 2001	Saïda	855 500	34°27'N 000°50'E
Chott el Hodna	02-02- 2001	M'Sila, Batna	362 000	35°18'N 004°40'E
Chott Merrouane et Oued Khrouf	02-02- 2001	El Oued	337 700	33°55'N 006°10'E
Sebkha d'Oran	02-02- 2001	Oran	56 870	35°31'N 000°50'W
Complexe de zones humides de la plaine de Guerbes-Sanhadja	02-02- 2001	Skikda, El Tarf	42 100	36°53'N 007°16'E
La Vallée d'Iherir	02-02- 2001	Illizi	6 500	25°24'N 008°25'E
Les Gueltates d'Issakarassene	02-02- 2001	Tamanrasset	35 100	22°25'N 005°45'E
Marais de la Macta	02-02- 2001	Mascara, Oran , Mostaganem	44 500	35°41'N 000°10'E
Oasis de Ouled Saïd	02-02- 2001	Adrar	25 400	29°24'N 000°18'E
Oasis de Tamantit et Sid Ahmed Timmi	02-02- 2001	Adrar	95 700	27°45'N 000°15'E
Aulnaie d' Aïn Khiar	02-02- 2001	El Tarf	180	36°40'N 008°20'E
Chott de Zehrez Chergui	04-06- 2003	Djelfa	50 985	35°15'N 003°30'E
Chott de Zehrez Gharbi	04-06- 2003	Djelfa	52 200	34°58'N 002°44'E
Chott Melghir	04-06- 2003	El Oued, Biskra, Khenchela	551 500	34°15'N 006°19'E
Grotte karstique de Ghar Boumâaza	04-06- 2003	Tlemcen	20 000	34°42'N 001°18'E
Gueltates Afilal	04-06- 2003	Tamanrasset	20 900	23°09'N 005°46'E
Lac de Fetzara	04-06- 2003	Annaba	20 680	36°47'N 007°32'E
Le Cirque de Aïn Ouarka	04-06- 2003	Naâma	2 350	32°44'N 000°10'E
Marais de la Mekhada	04-06- 2003	El Tarf	8 900	36°48'N 008°00'E
Oasis de Moghrar et Tiout	04-06- 2003	Naâma	195 500	32°53'N 000°40'E
Réserve Naturelle du Lac de Béni-Belaïd	04 -06-2003	Jijel	600	36°53'N 006°05'E
Réserve Naturelle du Lac de Réghaïa	04-06- 2003	Alger	842	36°46'N 003°20'E
Tourbière du Lac Noir	04-06- 2003	El Tarf	5	36°54'N 008°12'E
Chott Aïn El Beïda	12-12- 2004	Ouargla	6 853	31°48'N 005°22'E
Chott El Beïdha Hammam Essoukhna	12-12- 2004	Sétif, Batna	12 223	35°55'N 005°45'E
Chott Oum El Raneb	12-12- 2004	Ouargla	7 155	32°02'N 005°22'E
Chott Sidi Slimane	12-12- 2004	Ouargla	616	33°17'N 006°05'E
Chott Tinsilt	12-12- 2004	Oum El Bouaghi	2 154	35°53'N 006°29'E
Dayet El Ferd	12-12- 2004	Tlemcen	3 323	34°28'N 001°15'E
Garaet Annk Djemel et El Merhsel	12-12- 2004	Oum El Bouaghi	18 140	35°47'N 006°51'E
Garaet El Taref	12-12- 2004	Oum El Bouaghi	33 460	35°41'N 007°08'E
Garaet Guellif	12-12- 2004	Oum El Bouaghi	24 000	35°47'N 006°59'E
Lac de Télamine	12-12- 2004	Oran	2 399	35°43'N 000°23'E
Réserve Intégrale du Lac El Mellah	12-12- 2004	El Tarf	2 257	36°53'N 008°20'E
Les Salines d'Arzew	12-12- 2004	Oran, Mascara	5 778	35°41'N 000°18'W
Oglat Ed Daïra	12-12- 2004	Naâma	23 430	33°18'N 000°48'W
Sebkhet Bazer	12-12- 2004	Sétif	4 379	36°05'N 005°41'E
Sebkhet El Hamiet	12-12- 2004	Sétif	2 509	35°55'N 005°33'E
Sebkhet El Melah	12-12- 2004	Ghardaïa	18 947	30°25'N 002°55'E
Garaet Timerganine	18-12- 2009	Oum El Bouaghi	1 460	35°40'N 006°58'E
Marais de Bourdim	18-12- 2009	El Tarf	11	36°48'N 008°15'E
Site classé Sebkhet Ezzmoul	18-12- 2009	Oum El Bouaghi	6 765	35°05'N 006°30'E
Site Ramsar du Lac Boulhilet	18-12- 2009	Oum El Bouaghi	856	35°45'N 006°48'E
Vallée de l'oued Soummam	18-12- 2009	Béjaïa	12 453	35°45'N 006°48'E
Oum Lâagareb	05-06- 2011	Annaba	729	36°49'N 008°12'E
Lac du barrage de Boughezoul	05-06- 2011	Médéa	9	35°44'N 002°47'E
Ile de Rachgoun	05-06- 2011	Aïn Témouchent	66	35°19'N 01°28'W

total = 50 lieux

Total ha = 2 991 013

Annexe 02

- **Athalassic**: désigne les eaux salines qui sont isolées à partir de la mer (KRAIEM, 2002)

-**Chitines** : un polymère de N-acétylglucosamine et se trouve dans les parois cellulaires des bactéries et des mycéliums de champignons.

- Mio-pliocène :

Le Mio-pliocène correspond à des dépôts fluvio-lacustres offrant habituellement une coloration rougeâtre assez prononcée ; la basse du mio-pliocène formée de calcaires lacustres, au-dessus desquels reposent des marnes grises, des cailloutis qui contiennent de grosses lentilles conglomératiques et des niveaux de sels ou de gypse. Au Nord-Est du Chott El Beida, on trouve des calcaires lacustres et des conglomérats dont l'ensemble a une teinte rose, et les affleurements de ce type de formation sont localisés autour de Djebel Garsa (**RADJAI ET BECHINI ,2013**).

- Les zones humides

sont des étendues de marais, de fagnes, de tourbières ou d'eaux naturelles ou artificielles, permanentes ou temporaires, où l'eau est stagnante ou courante, douce, saumâtre ou salée, y compris des étendues d'eau marine dont la profondeur à marée basse n'excède pas six mètres. (**RAMSAR, 1971**)

-Quaternaire

Les terrains quaternaires sont très hétérogènes et on y trouve du sable, des limons, des cailloutis et surtout des argiles. Parmi ces terrains, se trouvent ceux reliefs aux Chotts et sebkhas, où sont associées les formes classiques l'endoréisme.

-Sebkha

est une dépression temporairement occupée par un lac, en général salé et où se déposent des évaporites. Les eaux proviennent du ruissellement, mais aussi des nappes phréatiques d'après le dictionnaire de géologie.

-Villafranchien

Le villafranchien est composé de calcaires lacustres, sols à croûtes, cailloutis fluviaux. Ces formations sont caractéristiques des Hautes Plaines Sétifiennes. Elles sont datées à Ain Bouchent et Ain Hanech au Nord de la ville d'El Eulma dans des conglomérats situés sous les calcaires, par des restes abondants de vertébrés.

Annexes : 3


Tableau I : Étages bioclimatiques selon EMBERGER (1952)

Zone bioclimatiques	Q2	P en mm
Saharienne	Q2<10	P<100
Aride	10<Q2<45	100<P<400
Semi-aride	45<Q2<70	400<P<600
Subhumide	70<Q2<110	600<P<800
Humide	110<Q2<150	800<P<1200
Per-humide	Q2<150	P<1200

Annexes : 4



Tableau II : les plantes spontanées recensées dans la sebkha d'El Hamiet.

Les espèces	Caractéristique
 <p data-bbox="213 994 464 1025">Juncus maritimus</p>	<p data-bbox="772 427 1262 459">Nom scientifique : Juncus maritimus</p> <p data-bbox="772 517 1129 548">Synonyme : Juncus rigidus</p> <p data-bbox="772 607 1046 638">Nom français : Jonc</p> <p data-bbox="772 696 1334 728">Nom vernaculaire : Semar, adless, azemai</p> <p data-bbox="772 786 1102 817">Nom Arabe : الديس السمار</p> <p data-bbox="772 875 1034 907">Famille : Juncacéae</p> <p data-bbox="772 965 1436 1220">Ecologie : Cette plante pousse dans les bordures des seguias(drains) en sols salés. C'est une plante vivace qui ne dépasse pas 1m de hauteur, mais elle ne s'arrache pas facilement grâce à sa souche traçante qui met des feuilles raides.</p> <p data-bbox="772 1279 1436 1422">Usage : Cette plante est connue pour ses vertus Médicinales surtout comme analgésique sous forme de cataplasme et pour problèmes de la peau.</p>
 <p data-bbox="213 1935 464 1966">Morettia canescens</p>	<p data-bbox="772 1458 1283 1489">Nom scientifique : Morettia canescens</p> <p data-bbox="772 1547 1203 1579">Synonyme : Brassica arvensis L.</p> <p data-bbox="772 1637 1225 1668">Nom vernaculaire : Habalia salgh</p> <p data-bbox="772 1727 1070 1758">Nom Arabe : سلغ حبالية</p> <p data-bbox="772 1816 1066 1848">Famille : brassicaceae</p> <p data-bbox="772 1906 1436 2004">Ecologie : plante qui pousse très rapidement après une pluie, et représente un excellent aliment pour</p>

	<p>les animaux.</p> <p>Usage : Elle a des propriétés médicinales et Alimentaires</p>
 <p>Limonium delicatulum</p>	<p>Nom scientifique : <i>Limonium delicatulum</i>.</p> <p>Nom française : statice delicatula.</p> <p>Famille : Plumbaginacées</p> <p>Ecologie : dominantes dans les steppes salées littoral méditerranéennes. Plante des sources thermales inflorescence.</p> <p>Usage : plante fourrager</p>

Annexes : 5

Tableau : les faunes remarquable dans la sebkha d'El Hamiet

Les espèces	Taxonomie
	<p>Taxonomie</p> <p>Embranchement : Animalia</p> <p>Classe : Aves</p> <p>Ordre : Anseriformes</p> <p>Famille : Anatidae</p> <p>Genre : Tadorna</p> <p>Espèce : <i>Tadorna tadorna</i></p>
	<p>Embranchement : Chordata</p> <p>Classe : Aves</p> <p>Espèce : <i>Phoenicopterus ruberroseus</i></p> <p>Ordre : Phoenico pteriformes</p> <p>Famille : Phoenico pteridae</p> <p>Genre : Phoenicopterus</p>

Résumé

Les zones humides font partie des écosystèmes qui ont besoin d'être gérés de façon à conserver leurs grandes variétés de valeurs et de fonctions. Sebket El Hamiet est une zone humide qui fait partie de l'éco-complexe des zones humides des hauts plateaux de l'Est algérien et l'une des zones humides de la wilaya de Sétif.

Le présent travail a pour objectif de contribuer à l'étude de la matière organique dans les sols de Sebket El Hamiet par l'étude de la matière organique totale et sa répartition sur les différentes fractions chimiques à savoir les acides humiques, les acides fulviques, les humines...etc.

La méthodologie adoptée dans ce travail est basée sur la réalisation d'un échantillonnage de sol sur le terrain par l'étude de six profils pédologiques. Une analyse de quelques paramètres physico-chimiques, l'analyse de la matière organique totale et un fractionnement chimique de la matière organique selon le protocole de **DABIN**.

Cette étude a permis de caractériser les sols de Sebket El Hamiet par l'analyse du pH, CE et MOT, Elle a montré que les sols de Sebket El Hamiet sont très salins, caractérisés par des taux de matière organique très élevés. La fraction de matière organique la plus dominante est l'humine, la fraction la plus faible est l'acide humique pyrophosphate.

Mots-clés : Zones humides, Sebket El Hamiet, salinité, matière organique, fractionnement chimique de la matière organique.

الملخص

الأراضي الرطبة هي من بين النظم الأيكولوجية التي تحتاج إلى أن تدار للحفاظ على قيمهم ووظائفهم المتنوعة. سبخة الحميات جزء من الأراضي الرطبة بمرتفعات الهضاب العليا شرق الجزائر بولاية سطيف. يهدف هذا العمل إلى المساهمة في دراسة المادة العضوية الإجمالية في تربة سبخة الحميات وتوزيعها بين الكسور الكيميائية المختلفة وتستند المنهجية المتبعة على تحقيق عينات التربة وذلك من خلال دراسة ستة مقاطع في التربة. تحليل بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية وتحليل إجمالي المواد العضوية وتجزئتها كيميائيا وفقا لبروتوكول **DABIN**.

هذه الدراسة تسمح بوصف تربة سبخة الحميات من خلال تحليل درجة الحموضة، CE و MOT وأظهرت أن تربة السبخة شديدة الملوحة وتتميز بنسبة عالية جدا من المواد العضوية، الجزء المهم منها هو حمض الهومين، والأدنى هو حمض الذبالية بيرو فوسفات.

الكلمات المفتاحية: الأراضي الرطبة، سبخة الحميات، الملوحة، المادة العضوية، التجزئة الكيميائية للمادة العضوية.