



**Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique**
**Faculté des Sciences de la Nature
et de Vie et Sciences de la Terre et de l'Univers**

N° d'ordre :

N° de série :

**Projet de fin d'étude présenté en vue de l'obtention du diplôme de
MASTER**

Domaine : Science de la nature de la vie

Filière : sciences biologiques

Spécialité : Ecologie

PAR : M^{elle}. CHENINI Souhila

M^{elle}. ELGARAOUI Fatiha

THEME :

**Variabilité spatiale et analyse physico-
chimique des sols et des eaux de Dayat Oum-
Soud (Commune d'El-Mansoura)**

Soutenu publiquement le : 23/06/2019

Devant le jury :

M. BOUNAB C.	M.C.B.	Univ. Ghardaïa	Président
M. GHAZI C.	M.A.A.	Univ. Ghardaïa	Examineur
M. KRAIMAT M.	M.A.A.	Univ. Ghardaïa	Encadrant
M. KHELAF K.	M.C.B.	Univ. Ghardaïa	Co-encadrant

DÉDICACES

Je dédie ce modeste travail

A la lumière de ma vie Ma mère et mon père

A mes chères sœurs : Soumia – Hakima – Razika et Manel

A mes chers frères : Hocine – Ilyace et Mahdi

Sans oublié mon chère neveu Mohamed Tamime et ma chère nièce et Takwa

A toute ma grande famille CHENINI et ATTACHI

A mes chères fidèles amies : Zineb, Asma, Rahma, Imen, Chahinez, Soumia ,

Fatima , Hajira Et Khadidja

*A toutes les personnes qui m'ont soutenu, m'ont inspiré ou m'ont aidé durant
mes études supérieures.*

A tous les étudiants du département d'écologie

SOUHILA

DÉDICACES

Toutes

Les lettres ne sauraient trouver les mots qu'il faut,

Tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude,

l'amour, le respect, la reconnaissance.

Aussi, c'est tout simplement que :

Je dédie ce travail à

Mon père, de plus profond de mon cœur.

La personne la plus chère au monde : à toi ma mère.

*Mes très chers frères : Abd Rrahim que dieu vous garde
dans sa sainte,*

*Abd Erazzak, Abd Halim, Mehammed Habib, Abd
Erraouf.*

Mes très chères sœurs : Salima, Hadjer, Amel

Mon fiancé : Younes DJEKAOUA et toute sa famille.

FATIHA

REMERCIEMENTS

Avant tout, nous remercions LE BON DIEU le tout puissant de nous avoir donné le courage, la volonté et la patience pour terminer ce travail.

Nos remerciements sincères pour nos encadreur MR: KRIMAT MOHAMMED ET MR KHALEF KHOUDIR pour tous leurs conseils et renseignements durant toute la période de la mémoire

Pour la même occasion, nous tenons à remercier membres de jury:

MR. BOUNE.B.C

MR. GHAZI.C

On tient également à remercier Monsieur : BEN HAMOUDA HICHEM pour sa collaboration durant tout le parcours de ce travail

BEN AMRANE ISHAK et MOULAY AMAR ABDELHAMID pour leurs contributions au moment de processus d'échantillonnages

Ainsi nous remercions le responsable du laboratoire pédologique :

MOULAY ABDALLAH BACHIR

Sans oublier Mr HARROUZI TOUFIK pour son aide

Et tous le personnel du laboratoire de la faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre et de l'univers de université de Ghardaïa sans exception.

On tient enfin à exprimer nos remerciements à toutes personnes qui a contribué à la réalisation de ce travail, et tous qui ont participé de près ou de loin à notre formation.

Résumé

Ce travail consiste sur l'analyser du sol et de l'eau du lac de Dayet Oum Souid qui se localise dans la région de El Mansoura. Cette zone humide malgré son importance écologique et socio-économique elle est mal connue et localisée dans un endroit isolé. Cette étude a pour objectif de montrer la valeur de ce lac, de savoir la lithologie et de cartographier ce site. Pour atteindre notre objectif nous avons procédé l'établissement des profils verticaux de 90 cm de profondeur et des coupes longitudinales à l'aide de ces profils, l'analyse de sols et de l'eau et l'établissement des cartes pour ce lac. Les observations sur le train ont montré un sol de texture argilo-limoneuse les analyses granulométriques ont révélé une texture sablo-argileuse peu limoneuse les analyses physico-chimiques ont donné : un pH de sol moyennement alcalin et fortement alcalin pour l'eau, une conductivité électrique élevée pour le sol (salé) et légèrement alcalin pour l'eau, une teneur en matière organique moyenne, un taux d'oxygène dessous élevé et un taux de calcaire total faible, peu ou moyen. Ceci nous a permis d'identifier une partie du lac de Dayet Oum Souid.

Mots clés : analyse physico-chimique, sol, eau, variabilité spatiale, Dayet Oum Souid, El Mansoura.

Abstract

This work consists of analyzing the soil and water of Lake Dayet Oum Souid located in the region of El Mansoura. This wetland, despite its ecological and socio-economic importance, is poorly known and located in an isolated area. This study aims to show the value of this lake, to know the lithology and to map this site. To reach our goal we proceeded to the establishment of vertical profiles of 90 cm deep and longitudinal sections using these profiles, the analysis of soil and water and the drawing up of maps for this lake. Observations on the train showed a clay-silty texture soil granulometric analyzes revealed a loamy sandy-clayey texture physico-chemical analyzes gave: a medium alkaline and strongly alkaline soil pH for water, a conductivity high electric for soil (salty) and slightly alkaline for water, medium organic matter content, low oxygen content and low, low to medium total limescale. This allowed us to identify part of the Lake Dayet Oum Souid.

Key words: physicochemical analysis, soil, water, spatial variability, Dayet Oum Souid, El Mansoura.

الملخص

يتكون هذا العمل من تحليل تربة ومياه بحيرة ضاية أم السويد التي تقع في منطقة المنصورة. هذه الأرض الرطبة ، على الرغم من أهميتها البيئية والاجتماعية والاقتصادية ، غير معروفة بشكل جيد وتقع في منطقة معزولة. إن الهدف من هذه الدراسة هو تعريف بهذه المنطقة و إظهار أهميتها ومعرفة تركيبة تربتها وكذا وضع الخرائط لها .للوصول لهدفنا المنشود قمنا بانجاز مقاطع عمودية على عمق 90 سم و مقطعين طوليين وكذا تحليل ماءها وتربتها التي مكنتنا من رسم الخرائط لها . إن العمل في كشف التحاليل التركيبية التي أجريت على العينات وجود نسيج طيني رملي خفيف الطمي. أما التحاليل الفيزيائية و الكيميائية تم تسجيل درجة حموضة قاعدية في التربة و الماء وملوحة عالية ف التربة والمياه و نسبة المادة العضوية متوسطة مع نسبة الأكسجين الذائب في الماء عالية ونسبة الجبس منعدمة إلي ضعيفة ومتوسطة. هذا سمح لنا بدراسة جزء من منطقة ضاية أم السويد.

Liste des tableaux

Tableau.1. Description visuelle et comparative des profils pédologiques du lac de Dayet Oum Soud	24
---	----

Liste des figures

Fig. 1. Limites administratives de Ghardaïa	6
Fig.2. Dayet Oum Soud.(CF Ghardaia)	7
Fig.3. Dayet Oum Soud	7
Fig.4: Vulpes zerda (C.F. Ghardaia).....	7
Fig.5. Androctonus australis (C.F. Ghardaia).	8
Fig.6. Marmaronettaangustirostris.....	8
Fig.7. Fulicaatra.....	8
Fig.8. Retma retma.(C.F Ghardaia, 2017).....	9
Fig.9. Tamarix galica. (C.F Ghardaia, 2017)	9
Fig.10. Extrait des cartes topographiques 1/200000 de la région d'Oued Meheigene et de Laghouat.....	10
Fig.11. carte ères et époques géologiques.....	11
Fig.12. Carte pédologique de de la région de Dayet Oum Soud.	12
Fig.13. Rose des vents pour l'année 2017 établie par Wrplot (original).	14
Fig.14. Diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN appliquée à la région de Ghardaïa (1984 -2017).....	15
Fig.15: Etage bioclimatique de Ghardaïa selon le climagramme d'Emberger	16
Fig.16. les points d'échantillonnages	17
Fig.17: Oxymètre.....	18
Fig18. pH-mètre portable	18
Fig.19. conductimètre portable.....	19
Fig.20. Etat de prélèvements des échantillons.	23
Fig.21. Description visuelle des profils pédologiques du lac de Dayet Oum Soud sur terrain.	25
Fig.22. Profils pédologiques au long du lac de Dayet Oum Soud	26
Fig.23. Profils pédologiques au long du lac de Dayet Oum Soud	26
Fig.24. Profils pédologiques analytiques	28
Fig.25. Variation de pH en fonction de profondeur	29
Fig.26. Variation de CE en fonction de profondeur	30
Fig27. variation de pH en fonction de profondeur	31
Fig.28. Représentation des variables mesurées sur le plan factoriel F1 et F2 de l'ACP	33
Fig.29. Variation du calcaire total en fonction des profondeurs	34
Fig.30. carte de variabilité spatial de pH du sol (0 à 30)	35

Fig.31. carte de variabilité spatiale de pH (30 à 60)	36
Fig.32. Carte de variabilité spatiale de pH (60 à 90).....	37
Fig.33. Variation spatiale de CE du sol (0 à 30)	38
Fig.34. Variation spatiale de CE du sol (30 à 60)	39
Fig.35. Variation spatiale de CE du sol (60 à 90)	40
Fig.36. Variation spatiale de MO (0 à 30)	41
Fig.37. Variation spatiale de MO (30 à 60)	42
Fig.38. Variation spatiale de MO (60 à 90)	43
Fig.39. Variation spatiale de pH d'eau	44
Fig.40. Variation spatiale de CE d'eau	45
Fig.41. Variation spatiale d'oxygène dissous	46
Fig.42. Modèle Numérique du terrain (MNT) de Dayet Oum Souid	47
Fig.43. Carte topographique.....	47
Fig.44. Profil topographique NE-SO.....	48
Fig.45. Profil topographique NO-SE.....	48

Liste des abréviations

ANRH	Agence National Ressource Hydraulique
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
FAO	Food and Agriculture Organisation
pH	Potentiel Hydrogène
Q2	Quotient pluviothermique d'Emberger
IDW	Inverse Distance Weighted
ACP	Analyse en Composantes Principales
S.E.E.E	Secrétariat d'Etat auprès du Ministère de l'Energie, des Mines, de l'Eau et de l'Environnement, chargé de l'Eau et de l'Environnement
WRI	World Resources Institute
UN DDD	United Nation Decade for Deserts and the Fight against Desertification
µs	Micro Siemens

Table de matière

Remerciement

Dédicace

Résumé

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Introduction.....	2
1 Matériels et méthodes	6
1. Localisation de la wilaya de Ghardaïa	6
1.2 Présentation du site étudié.....	7
1.2.1 Faune.....	8
1.2.2 Flore	9
1.2.3 Hydrologie.....	9
1.2.4 Géologie	11
1.2.5 Pédologie.....	12
1.2.6 Climat.....	13
1.2.7 Diagramme ombrothermique	14
1.2.8 Climagramme d'Emberger	15
1.3 Choix du site.....	16
1.4 Echantillonnage	16
1.5 Analyse physico-chimiques de l'eau <i>in-situ</i>	17
1.6 Analyse physico-chimiques des sols au laboratoire	19
1.7 Analyse de la variabilité spatiale et interpolation par IDW	21
1.8 Création de Modèle Numérique du terrain (MNT) et profils topographiques	21
1.9 Analyse statistique	21
2 Résultats	23
2.1 Description visuelle des profils pédologiques sur terrain	23
2.2 Granulométrie.....	27
2.3 Variation du pH de sol en fonction des profondeurs	28
2.4 Variation de la conductivité électrique (CE) de sol en fonction des profondeurs	29
2.5 Variation de la matière organique (MO%) de sol en fonction des profondeurs.....	30
2.6 Matrice de corrélation multiple et Analyse en Composantes Principales (ACP).....	31

2.7	Variation du calcaire total en fonction des profondeurs	33
2.8	Cartes de variabilité spatiale.....	34
2.8.1	pH du sol	34
2.8.2	CE du sol.....	37
2.8.3	M.O du sol.....	40
2.8.4	Variation spatiale de pH d'eau	43
2.8.5	Variation spatiale de CE d'eau	44
2.8.6	Variation spatiale d'oxygène dissous	45
2.9	Topographie.....	46
3	Discussion générale	49
	Conclusion.....	54
	Références bibliographiques.....	56
	Annexe.....	60

Introduction

Les zones arides occupent 43 % de la surface terrestre, presque de 6,45 milliards d'hectares, ce qui représente une proportion importante de nos terres (UN DDD .2011). Ces zones sont souvent caractérisées par leur climat peu pluvieux, des fois très sec, assez irrégulier et une répartition irrégulière des végétations (herbacée ou frutescente) favorisant des conditions aussi extrêmes (Aubert, 1960)

Selon le rapport de précipitation annuelle sur l'évapotranspiration potentielle moyenne annuelle, les zones arides sont classées en: zones hyperarides; qui correspond particulièrement au désert du Sahara (couvrent 8% de la terre) ; et zones arides, semi-arides et subhumides sèche on les trouve généralement dans tous les continents, mais elles sont concentrés beaucoup plus en Asie et en Afrique (couvrent près de 54 km²) WRI (2002)

Les zones humides, sont l'écosystème le plus précieux sur le plan économique et parmi les plus riches du monde pour la biodiversité, disparaissent trois fois plus vite que les forêts. Cet écosystème est défini comme étant des zones de transition entre les systèmes terrestres et les systèmes aquatiques où la nappe phréatique est proche de/ou atteint la surface du sol ou dans laquelle cette surface est recouverte d'eau peu profonde (Cowardin *et al.*, 1979)

La convention de Ramsar en 1986; convention relative aux zones humides d'importance internationale ; définie celles-ci comme étant des surfaces de marais, lacs, cours d'eau, marais et tourbières soient d'eaux naturelles ou bien artificielles. Ces étendues sont temporaires ou permanentes dans lesquelles l'eau est stagnante ou courante, douce, saumâtre ou salée, dont la profondeur ne dépasse pas six mètres à marée basse, elles couvrent plus de 12,1 millions de km² entre 13% et 18% sont inscrites sur la liste de Ramsar (Ramsar, 2010).

Sur l'aspect environnemental, l'eau est le principal facteur de caractérisation des zones humides. D'autres facteurs s'avèrent intéressants, en l'occurrence, l'hydrologie précise, la physico-chimie de sol, la topographie et la végétation. Chaque zone humide a une période d'inondation ou dans laquelle les fuites sont assez importantes. Pour cela il est difficile de donner un volume exact d'eau à un moment précis pour avoir une zone humide (Mitsch et Gosselink, 2000).

Les zones humides jouent un rôle important dans les processus vitaux, elles ont un intérêt biocénologique et économique souvent primordial. Ces zones sont parmi les milieux les plus productifs de la planète. Origine de la biodiversité, elles assurent la productivité des espèces de plantes et d'animaux dépendent pour leur survie. Elles offrent un biotope naturel très important et original par rapport aux autres territoires, en réalité elle représente une réalité des mosaïques de différents milieux humides ayant des liens hydrauliques et biologiques étroits entre eux. (Ramsar 2010). Les zones humides répondant aux besoins d'oiseaux d'eau dans la période d'hivernage ; période de reconstitution des réserves énergétiques après les efforts investis dans la reproduction et souvent aussi dans la migration (Fustec et Lefeuvre, 2000). Elles sont considérées comme un habitat pour certaines espèces végétales qui sont très adaptées aux conditions extrêmement calcaires typiques de plupart des zones humides méditerranéennes. Notamment pour certaines espèces ayant une courte période de vie lors des saisons des inondations, et autres à cause de la profondeur ou bien la salinité d'eau. (Pearce et Crivelli, 1994 ; Hecker et Tomas Vives. 1995). De plus, elles abritent de nombreuses espèces animales telles que les mammifères, les reptiles et les oiseaux. Elles représentent, ainsi, pour l'avifaune un milieu de halte, de transit, d'hivernage et parfois une zone de refuge (Fustec et Lefeuvre, 2000)

Pour identifier une zone humide comme un site Ramsar, des critères spécifiques d'inscription des sites sont présentés avec les buts à long terme. Chacun de ces critères est fourni pour aider les parties contractantes à donner une méthode systématique d'identification des sites à inscrire en priorité. Les critères sont subdivisés en deux groupes : groupe A des critères sites contenant des types de zones humides représentatifs, rares ou uniques et groupe B critères sites d'importance internationale pour la conservation de la diversité biologique (Annexe.5.)

Les zones humides sont classées en trois classes : zones humides marines, zones humides continentales, et zones humides artificielles, selon les codes correspondent au système de classification des types de zones humides, approuvé dans la recommandation 4.7 et amendé dans la résolution VI.5 de la conférence des parties contractantes (Ramsar, 2010)

En Algérie, le nombre des zones humides classées par Ramsar est de 42 ; couvrent une superficie totale près de 2.958.704 hectares, soit 50 % de la surfaces totale estimée des zones humides en Algérie (Boumezber, 2004). L'utilisation de ces zones n'est pas encore atteinte, malgré tous les efforts étalés et les résultats obtenus. Malheureusement ces nombreux sites sont menacés par la compagne extensive de son eau ou la construction des barrages (Koull, 2015)

Malgré que le climat de Sahara septentrional est sévère, caractérisé par des conditions difficiles et extrêmes, il renferme plusieurs zones humides dont les systèmes hydrologiques sont variables (spatio-temporelle), comparativement à ses environnements plus secs (Heker et Vives, 1995). Ils sont marqués par des eaux et des sols salés inconvenant pour la croissance de majorité des plantes et seules les espèces persistent de supporter la salure (Ozenda, 1982)

La cartographie pédologique est une activité coûteuse, elle est un peu difficile et exige des personnes hautement spécialisés plus que de nombreuses analyses de terres. (Legros 1996). Elle est justifiée quand on peut affirmer son intérêt pratique tell que : la connaissance de milieu naturel, la recherche scientifique, l'aptitude culturelle et l'aménagement agricole, aménagement des zone côtières, planification de l'occupation de sol, protection de sol et l'étude de processus de désertification

L'objectif de notre travail est de mettre en évidence les potentialités de la zone de Dayet Oum Soud, limite terminale d'Oued Zergoune, confrantant Erg El Anagueur au Sud de la commune de Mansoura (Wilaya de Ghardaïa) qui constitue un refuge et abri d'un grand nombre importante de faune et de flore. Pour atteindre cet objectif, il est nécessaire d'entreprendre une étude pédologique de cette zone, combinée à des analyses physico-chimiques et qualité des eaux de cette zone humide.

Matériel
Et
Méthodes

1 Matériels et méthodes

1.1 Localisation de la wilaya de Ghardaïa

La wilaya de Ghardaïa se situe au centre de l'Algérie (Nord de Sahara Septentrional) de 600 km au Sud d'Alger. Elle est issue du découpage administratif de 1984 et localisée entre 33° et 31° 15' de latitude Nord - 2° 30' et 5° de longitude Est. Lithologiquement, Ghardaïa est caractérisée par des calcaires dolomitiques formant la dorsale du M'Zab, jalonnés par un réseau hydrique ramifié d'oueds de direction générale Ouest-Est, telles que Oued M'Zab, Oued Metlili, Oued Sebseb, Oued Zergoun...etc. Elle est limitée au Nord par la wilaya de Laghouat (200 Km) et la wilaya de Djelfa (300 Km), à l'Est par la wilaya d'Ouargla (200 Km), au Sud par la wilaya de Tamanrasset (1470 Km) et la wilaya d'Adrar (400 Km) et à l'Ouest par la wilaya d'El-Bayad (350 Km). (ANRH, 2007).

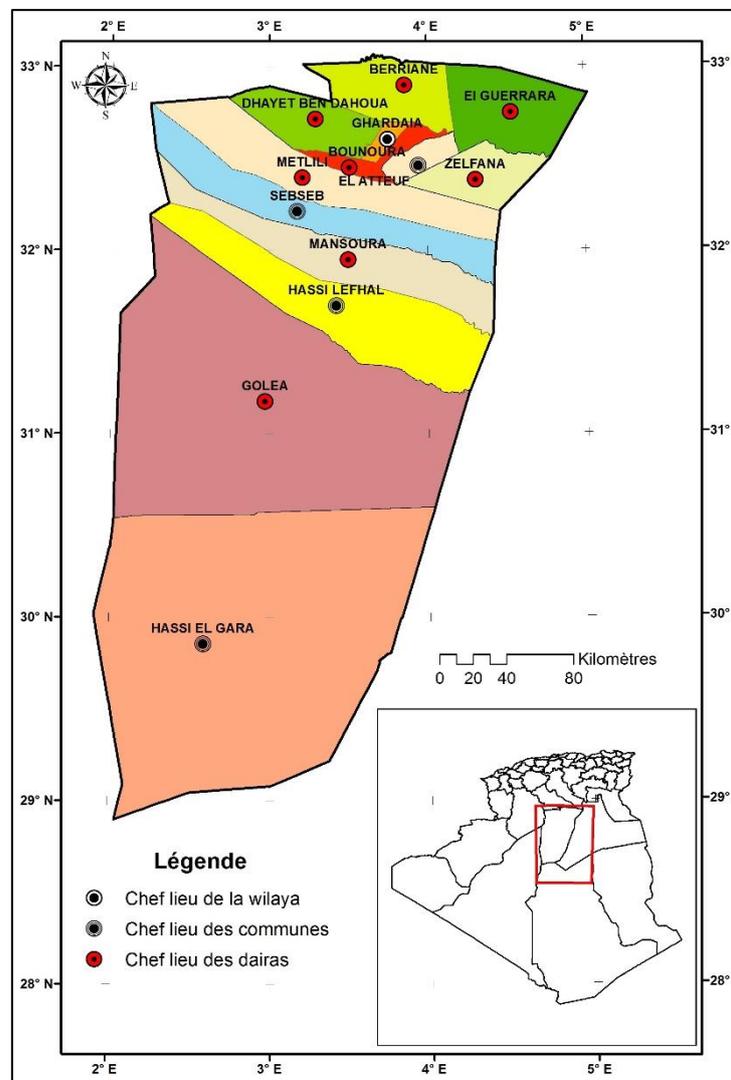


Fig. 1. Limites administratives de Ghardaïa

1.2 Présentation du site étudié

Le site étudié selon la Conservation des Forêts de Ghardaïa (CF) en 2017, est zone humide naturelle temporelle non classée, alimenté par Oued Zergoun, s'étend sur une superficie de l'ordre de 600 ha immergée en eau douce sur une profondeur allant de 05 à 1.5 m selon la saison. Elle est considérée comme un réservoir de diversité faunistique et floristique.

Cette zone humide se localise au sud de la Daïra de Metlili à environ 160 km dont fait partie administrativement à la commune de Mansoura. Ses coordonnées sont : X : 2°33'45.33"E, Y : 32°17'27.96"N, Z : Mini 532 m, Maxi 580 m (Fig.2)



Fig.2.Dayet Oum Souid.(CF Ghardaia)



Fig.3.Dayet Oum Souid

1.2.1 Faune

Il existe toutefois dans le désert une variété surprenante d'animaux invertébrés, poissons, amphibiens, reptiles, oiseaux et mammifères (Le-Berre, 1989). Dayet Oum Souid est considérée comme un réservoir faunistique, d'après (Catalisano, 1986) le nombre d'espèces d'un désert est relativement faible, par rapport à d'autres biotopes. La faune dominante dans la zone est représentée par : Fennec (*Vulpes zerda*), scorpions (*Androctonus australis*), les amphibiens (*Bufos viridis*), Vipère à cornes(*Cerastes cerastes*)....la zone considérer comme un quartier d'hivernage pour plusieurs espèces d'oiseaux ; Il y a environ 11 espèces repartais en 5 familles ; telle que Foulque macroule (*Fulica atra*), Marmaronette marbrée (*Marmaronetta angustirostris*), Tadorne casarca (*Tadorna ferruginea*), Fuligule nyroca (*Aythya nyroca*), Mallard(*Anas penelope*), Tadorne de Belon (*Tadorna tadorna*), Fuligule milouinan (*Aythya marila*), Barge à queue noire(*Limosa limosa*), Herring Gull (*Larus*) (C.F. Ghardaia, 2017).



Fig.4: *Vulpes zerda* (C.F. Ghardaia)



Fig.5.*Androctonus australis* (C.F. Ghardaia).



Fig.6.*Marmaronettaangustirostris*



Fig.7.*Fulicaatra*(C.F. Ghardaia).

1.2.2 Flore

Selon (Ozenda, 1977), la flore saharienne est généralement de très pauvres nombres d'espèces par rapport à la surface qu'elle occupe. Malgré la dureté des conditions environnementales, il y a des zones géomorphologiques présentant des conditions favorables pour certaines plantes spontanées du Sahara (Chehema, 2005). D'après les résultats d'inventaire floristique, mené par la Conservation des Forêts, la flore dans la zone Dayet Oum-Souid (Fig. 6 et 7) est dominée par : *Tamarix gallica*, *Retama retma*, *Ziziphus lotus*, *Stipagrostis pungens*, *Asphodelus tenuifolius*, *Cleome amblyocarpa*, *Haloxylon scoparium* (C.F Ghardaia, 2017).



Fig.8. *Retama retma*. (C.F Ghardaia, 2017)



Fig.9. *Tamarix gallica*. (C.F Ghardaia, 2017)

1.2.3 Hydrologie

Oued Zargoun qui fait partie d'une série des oueds qui remontent jusque dans les massifs du Djebel Amour et des montagnes de la région des Ksour, ces massifs séparent le Sahara des hauts plateaux oranais. Il est une ligne d'eau, qui sert à l'irrigation de quelques oasis placées sur leur parcours, soit déjà dans la montagne, soit à leur débouché dans la plaine saharienne tel que Dayet Oum Souid (Parisot, 1890). Parisot (1890), pense que du côté Sud-est Oued Ter'ir est une continuation de Oued Zargoun qui est dirigée du Nord-Ouest au Nord-Est au Sud-Est, il est de même prolongation de la même vallée vers l'aval dans le Sud, dont il est presque toujours sec. Cependant on rencontre de nombreux puits mesurent entre 2 mètres et 3 mètres de profondeur qui ne sèchent pas en été. Les crues de l'Oued Zergoun coulaient autrefois dans l'oued du Mehaiguen. Mais elles ont changé leur cours, et laissent aujourd'hui le Mehaiguen à sec (Rolland, 1890) (Fig.10).

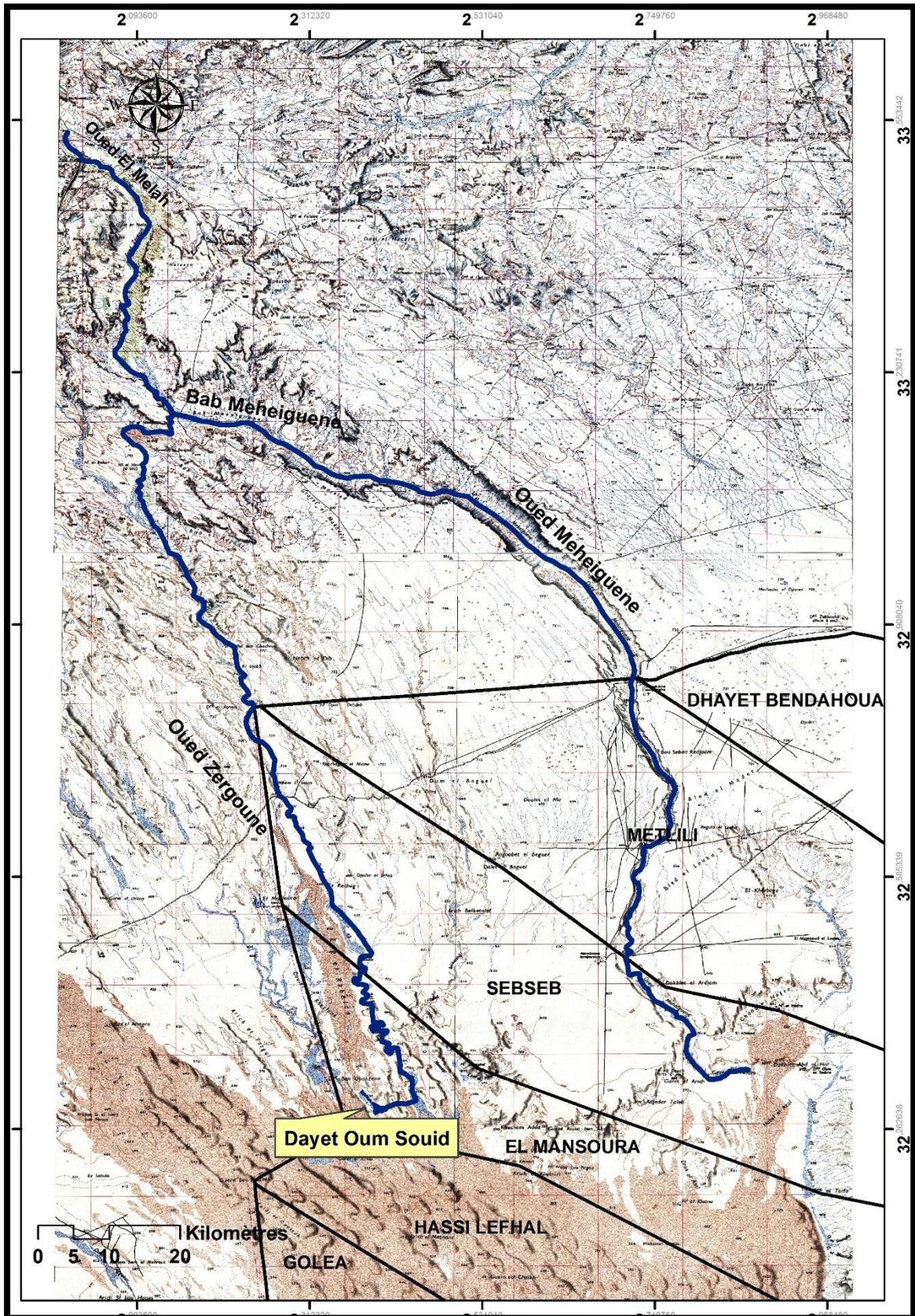


Fig.10.Extrait des cartes topographiques 1/200000 de la région d'Oued Meheguene et de Laghouat

1.2.4 Géologie

Dayet Oum Soud se situe dans le bassin de Oued Mya, il est limité à l'Ouest par la dorsale d'Idjerane-M'zab et à l'Est par la dorsale Amguid-El-Biod. Au Sud, les sédiments paléozoïques affleurent dans le Mouydir. Au Nord, dans la dépression d'Aguemour-Oued Mya, comblée par une puissante série tertiaires parfois appelé série cénozoïque, reposant en discordance sur un socle primaire (Paléozoïque). Cependant, la région repose sur l'ère géologique tertiaire (Fig.11).

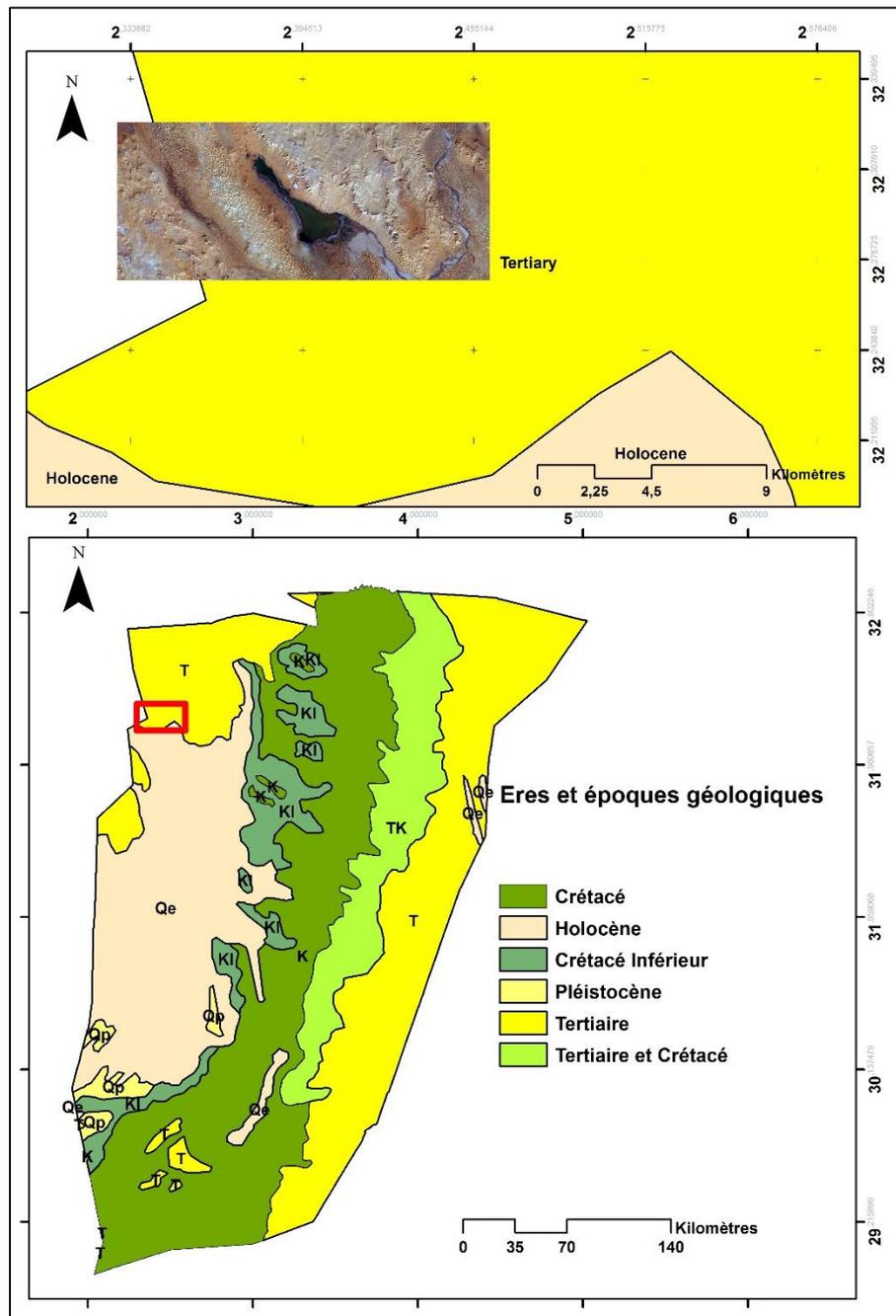


Fig.11. carte ères et époques géologiques

1.2.5 Pédologie

La carte pédologique (Fig.12.) montre que la zone de Dayet Oum Souid est définie par deux classes pédologiques dont les dunes de sable occupent une classe majoritaire par une proportion de 58.7 % de superficie totale et de 41.3 % pour la classe leptosols-lithosols.

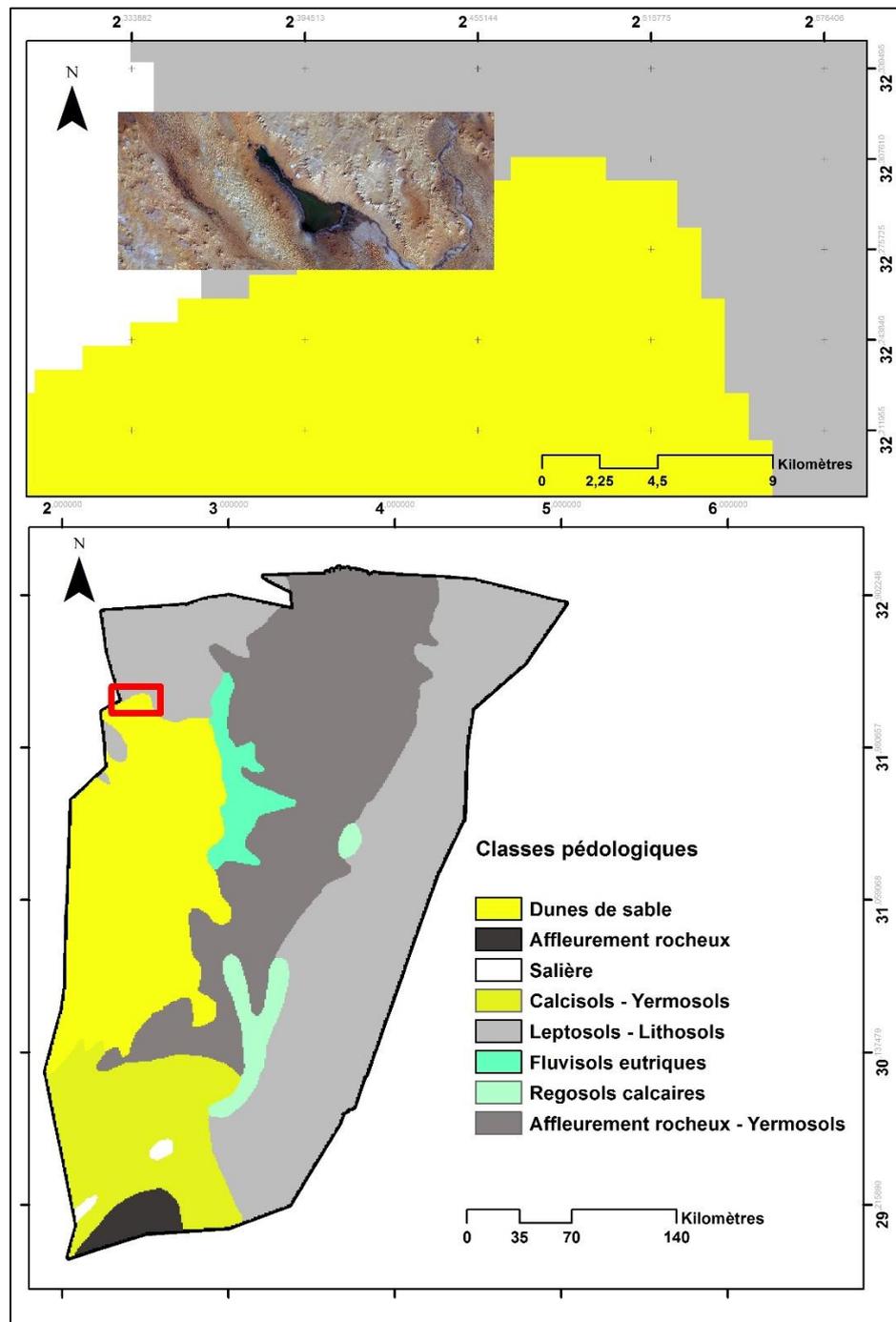


Fig.12. Carte pédologique de de la région de Dayet Oum Souid.

1.2.6 Climat

Le climat saharien se caractérise par une Précipitation irrégulière et faible, une intensive luminosité, un taux d'évaporation forte et un grand écart de température. (Ozenda, 1991)

Afin de ressortir les caractéristiques climatiques de notre région d'étude une étude climatologique s'avère nécessaire. Dans ce contexte, nous avons utilisé les données climatiques fournies par l'ONM (annexe), qui s'étalent sur une période de 33 ans (1984-2017).

D'après les tableaux (annexe.4) nous remarquons que la température moyenne mensuelle maximale enregistrée au mois le plus chaud (Juillet) est de de 34,28C°, alors que celle du mois le plus froid (Janvier) est de 11,31C ° pour la région de Ghardaïa.

Les précipitations sont rares et irrégulières dans régions d'étude En effet le mois le plus pluvieux est janvier avec 14,57 mm

Les données climatiques de l'année 2017 montrées dans le tableau (annexe4) ont révélé une vitesse minimale de 0,50 m/s et une vitesse maximale de 11,10m/s. La représentation de cet paramètre (vitesse de vent) sur le modèle de la rose de vent (Fig.13) a montré quatre classes qui sont de 3,60 à 5,70 m/s, 5,70 à 8.80 m/s, 8,80 à 11,10 m/s et $\geq 11,10$ m/s. La classe la plus dominante est celle qui est de ≥ 11.10 m/s qui se propage dans la direction Sud-Ouest et sud-est de pourcentage attient de 21.5%. Cependant, la classe la moins fréquente (d'une force faible) est de 3,60-5,70 m/s où les vents se propagent dans la majorité de directions : Sud –ouest, sud-est et nord-ouest ; où elle est représentée sur la rose un pourcentage inférieur à 4.31 %.

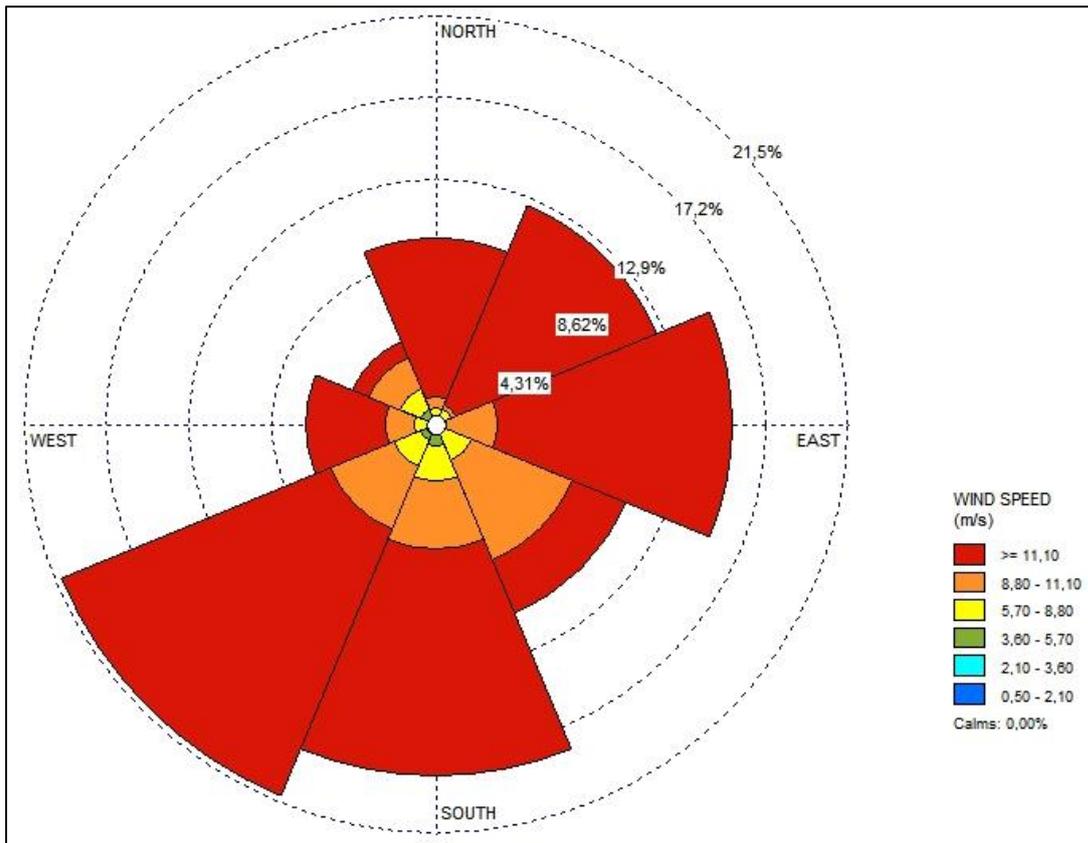


Fig.13. Rose des vents pour l'année 2017 établie par Wrplot (original).

1.2.7 Diagramme ombrothermique

Le diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN permet d'évaluer la durée et l'intensité de la saison sèche pendant l'année. Une période est considérée sèche quand la courbe des précipitations est située au-dessous de celle des températures moyennes ; Ils se sont basés sur la formule $P < 2 T$ °C (Gausсен et Lauer, 1961). En effet, pour la région de Ghardaïa, nous repérons une période sèche qui s'étale durant tous les mois des années 1984-2017 (Fig.14).

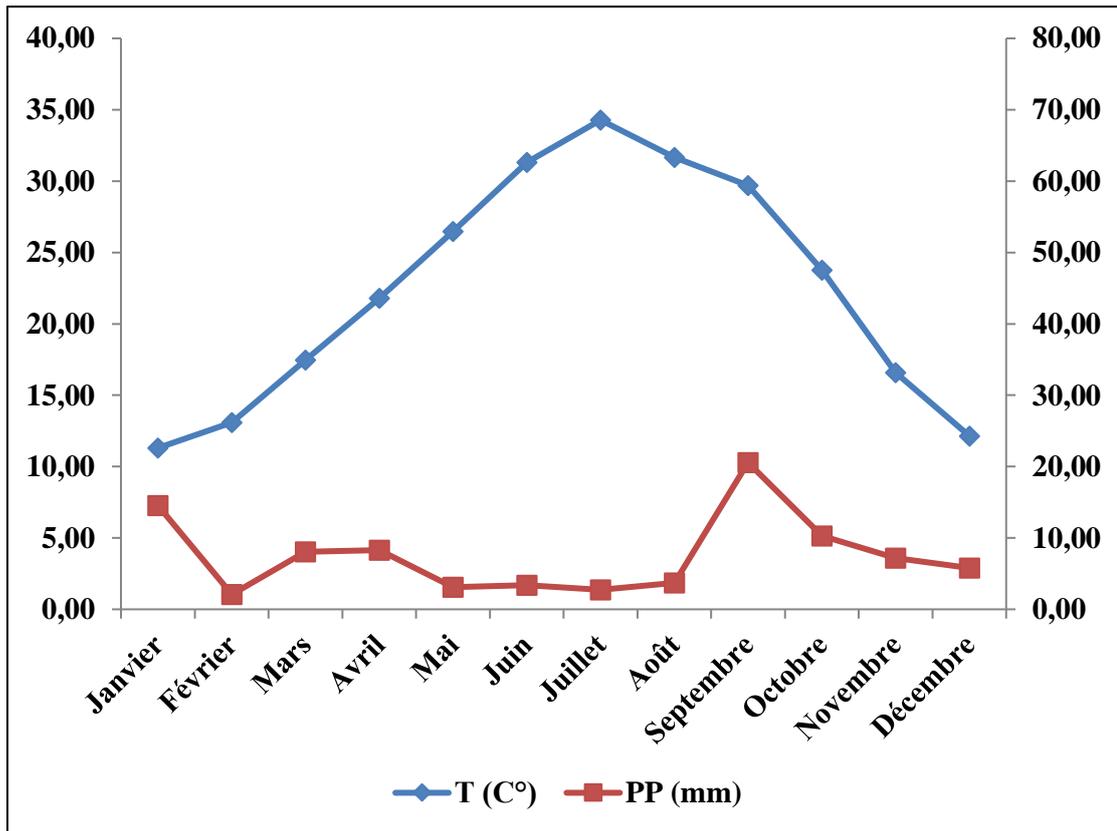


Fig.14. Diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN appliquée à la région de Ghardaïa (1984 -2017)

1.2.8 Climagramme d'Emberger

Il permet de distinguer les différents climats méditerranéens et caractériser l'étage bioclimatique d'une région donnée (Quezel, 1979).

Le quotient pluviothermique d'Emberger est déterminé selon la formule suivante :

$$Q2 = 3,43 \frac{P}{M - m}$$

Q2 : Quotient pluviothermique d'Emberger.

P : Moyenne des précipitations annuelles ex primées en mm

M : Moyenne des températures maxima du mois le plus chaud.

m : Moyenne des températures minima du mois le plus froid.

A travers les résultats illustrés dans la figure (15), on peut constater que la région de Ghardaïa se situe dans l'étage bioclimatique saharien à hiver doux et dont le quotient pluviométrique (Q2) égale à 8,51

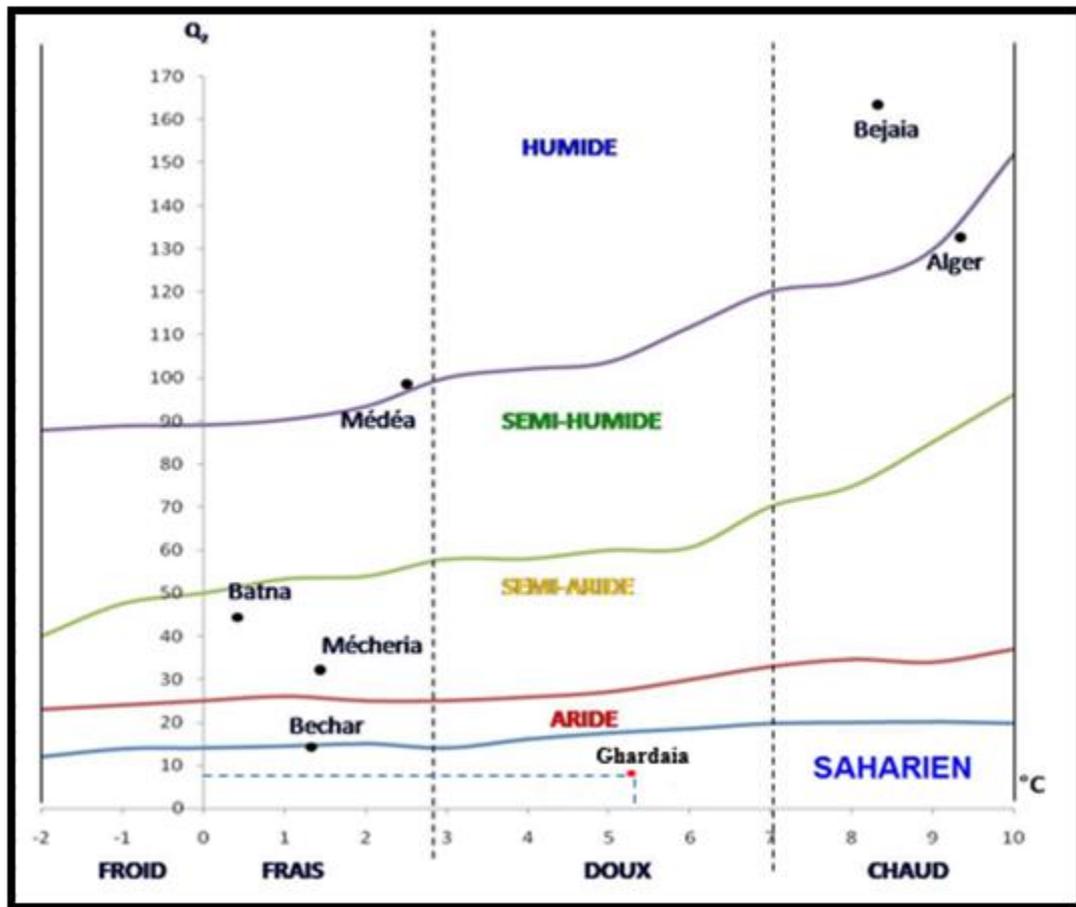


Fig.15:Etage bioclimatique de Ghardaïa selon le climagramme d'Emberger

1.3 Choix du site

Pour connaître et avoir une idée sur le site en question (Dayet Oum Souid), des prospections de la zone ont été réalisées le mois de Février 2019. Celle-ci a montré que ce site est une zone humide non classée abritant une faune et flore assez importante. Toutefois elle n'a pas pris beaucoup d'attention vu qu'elle est localisée dans un endroit isolé avec un accès très difficile. Afin d'identifier, cartographier et montrer les potentialités de ce site, un échantillonnage a été mis en place dans ce contexte.

1.4 Echantillonnage

Pour atteindre notre objectif, nous avons opté un échantillonnage aléatoire, où nous avons effectué d'une part, 24 prélèvements pédologiques pour trois horizons (0-30 cm, 30-60 cm et 60-90 cm), autour de la zone humide, à l'aide d'une tarière d'une profondeur de 1,20 m. des analyses d'eau des zones adjacentes ont été de même réalisées pour mettre en évidence des éventuelles relations eau-sol. Les points prélevés ont été définis par leurs

coordonnées géographiques (longitude, latitude et altitude) à l'aide GPS (Garmin, etrex 20X) selon le système de projection WGS 1984. Les échantillons prélevés sont emballés dans des sachets bien fermés et ensuite transportés au laboratoire. Ils ont été séchés à l'air libre ensuite sont broyer manuellement et tamisés au tamis de 2mm (Aubert, 1978), afin d'obtenir la fraction fine, sur laquelle les analyses physico-chimiques seront effectués.(Fig.16)

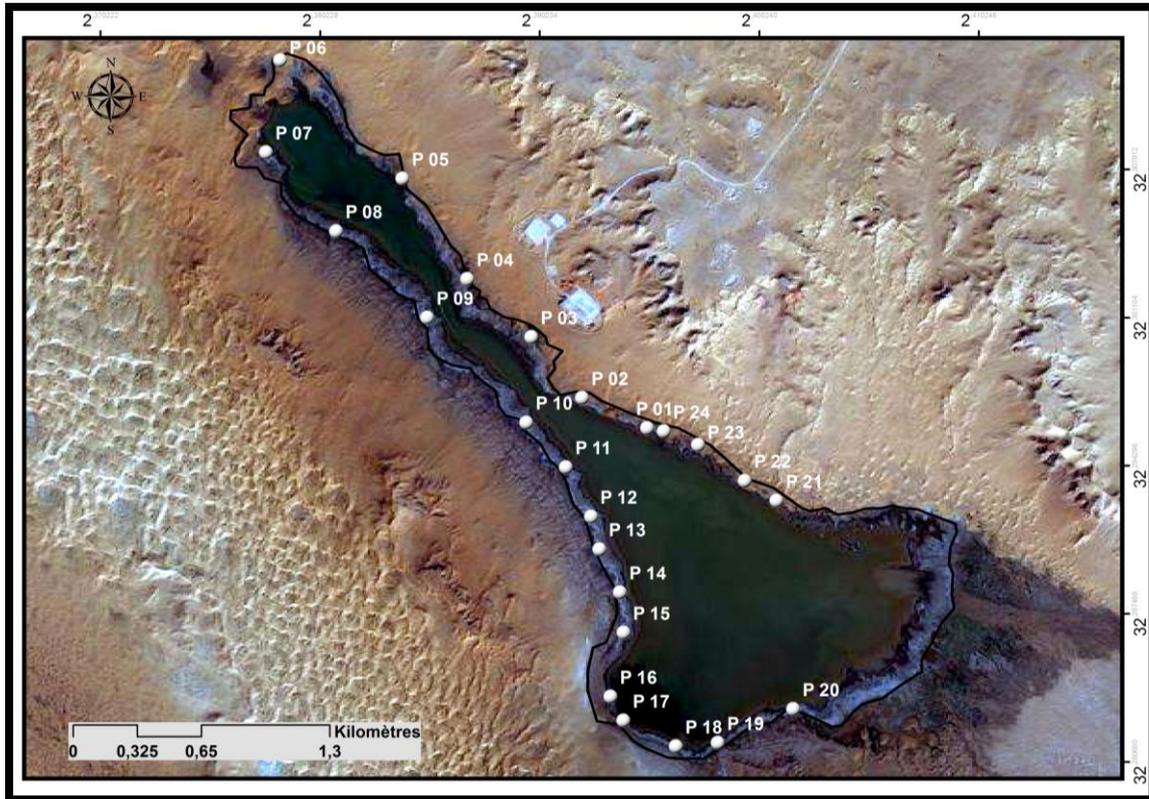


Fig.16.les points d'échantillonnages

1.5 Analyse physico-chimiques de l'eau *in-situ*

L'oxygène dissous

L'oxygène dissous dans l'eau est un élément fondamental qui joue le rôle plus important dans la qualité biotique des eaux. Indispensable à la respiration des organismes, il facilite la dégradation des matières organiques détritiques et l'accomplissement des cycles biochimique. L'oxygène présent dans les eaux est le résultat d'échanges entre l'atmosphère et la surface de l'eau ainsi que de l'activité photosynthèse (Alizieu, 1989). Les valeurs d'oxygène dissous ont été prises à l'aide d'un oxymètre (Cellox, 325), en mesurant la température, à chaque fois, via une sonde intégrée pour servir par la suite à la conversion à travers un coefficient de correction(Fig.17).



Fig.17:Oxymètre

Potentiel d'hydrogène (pH)

Le pH est une mesure de l'acidité de l'eau, c'est-à-dire de la concentration en ions d'hydrogène [H⁺]. Le pH d'une eau naturelle peut varier de 4 à 10 en fonction de la nature acide ou basique des terrains traversés (Devillers *et al.*, 2005). En effet, les valeurs du pH ont été prélevées en utilisant un pH-mètre portable de type (PHADWa- AD130) en notant les températures pour chaque prélèvement. (Fig.18).



Fig18.pH-mètre portable

Conductivité Electrique (CE)

La conductivité électrique standard s'exprime généralement en milisiemens par mètre (mS /m) à 25 °C (Devillers *et al.*, 2005). Elle reflète la mesure de la capacité de l'eau à conduire un courant électrique. Elle varie en fonction de la présence d'ions, de leur concentration, de leur mobilité et de la température de l'échantillon. Elle est liée à la concentration et à la nature des substances dissoutes. En général, les sels minéraux sont de bons conducteurs par opposition à la matière organique et colloïdale, qui conduit peu. La

mesure de la conductivité électrique est l'une des plus simples (Gaagai, 2009). La conductivité électrique des échantillons d'eau a été mesurée in-situ à l'aide un conductimètre portable de type (ADNa-AD330) en mentionnant les températures pour chaque prélèvement via une sonde de température(Fig.19)



Fig.19.conductimètre portable

1.6 Analyse physico-chimiques des sols au laboratoire

Le sol étant essentiellement hétérogène, où il est indisponible de multiplier les prélèvements partiels, puis de mélanger pour obtenir un échantillon moyenne représentatif du sol à analyser. Les différentes analyses physico-chimiques des sols ont été réalisées au niveau de laboratoire des sciences du sol à l'université de Ghardaïa.

Détermination de pH

La valeur du pH de sol est déterminée par l'analyse de la concentration en ions H⁺ à l'état dissocié, dans le liquide surnageant de la solution (terre/eau) (1/5) par un pH-mètre (Mathieu et al, 2003)

Détermination de la conductivité (CE)

Pour mesurer la CE, un conductimètre de type (JEBWAY 3540) a été utilisé dans un l'extrait aqueux (terre/eau) (1/5) (Mathieu et al, 2003).

Dosage de la matière organique (MO)

Le dosage de la matière organique est réalisé selon la méthode de Walkley et Black modifiée. Le taux de matière organique est calculé par l'équation ci-dessous, après avoir estimé le carbone organique (C.O.) à 58% de la M.O (Mathieu et al., 2003) :

$$MO (\%) = \% C \times 1,724$$

Calcaire total

Le dosage du calcaire total est estimé à l'aide du calcimètre de Bernard. Son principe est basé sur la mesure de CO₂ dégagé suite à l'action d'un excès d'acide chlorhydrique sur un point connu de l'échantillon (Baize, 1988). Il est fondé sur la réaction suivante :



Le volume de CO₂ dégagé est proportionnel à la quantité de carbonate de calcium existante dans l'échantillon analysé :

$$\text{Taux de CaCO}_3 (\%) = (\text{P}' \cdot \text{v}) / (\text{P} \cdot \text{V}) \times 100$$

Avec :

P: Poids de prise d'essai de l'échantillon.

P': Poids de CaCO₃.

V: Volume de CO₂ dégagé par l'échantillon

v: Volume de CO₂ dégagé par CaCO₃

Granulométrie

Détermination de la granulométrie par l'hydromètre de Bouyoucos (Bouyoucos 1927) (Fig20). Pour avoir des résultats plus fiables, un prétraitement du calcaire et de la matière organique (destruction de CaCO₃ et M.O) a été fait avant la dispersion des échantillons dans l'hexamétaphosphate de sodium. Après prétraitements le contenu de la suspension est traversé dans une allonge de 1 litre. Le calcul a été fait en tenant compte de l'erreur introduire par l'hydromètre. Méthodes sans correction pour l'hydromètre (moins précise) ou la méthode avec correction pour l'hydromètre (plus précise) (Mathieu et Piéltain, 1998).



Fig.20.hydromètre de Bouyoucos

1.7 Analyse de la variabilité spatiale et interpolation par IDW

Les cartes de variabilité spatiale pour chaque paramètre ont été réalisées par l'utilisation du programme ARCGIS 10.3.

La pondération inverse-distance (IDW) est l'un des plus modèles utilisé dans l'interpolation spatiale, Il est facile à interpréter. Son idée générale est basée sur l'hypothèse que la valeur d'attribut d'un point non échantillonné est la moyenne pondérée des valeurs connues dans le voisinage, les poids sont inversement proportionnels à la distance entre l'emplacement de la prévision et l'emplacement de l'échantillon. Le poids de la distance inverse est modifié par une puissance constante ou un paramètre de distance-désintégration pour régler la force décroissante en fonction de la distance croissante. Reconnaisant le potentiel de variation des relations « distance-décroissance » sur la zone d'étude, nous suggérons de laisser la valeur du paramètre de pondération varier en fonction de la configuration spatiale des points échantillonnés adjacents. Cette approche adaptative suggère que le paramètre de distance-décroissance peut être une fonction du motif point de la zone. On a développé un algorithme pour rechercher des paramètres de distance-décroissance adaptatif (optimale) (Lu et Wong, 2008).

1.8 Création de Modèle Numérique du terrain (MNT) et profils topographiques

Le modèle numérique du terrain a été construit en traitant une image satellite de type SRTM (30 m) provenant du système Landsat 8 sur le logiciel ARCGIS 10.3.

1.9 Analyse statistique

Les résultats obtenus lors de l'expérimentation ont fait l'objet d'une analyse descriptive en calculant surtout le coefficient de variation (CV%). L'analyse de variance (ANOVA) à un seul facteur a été mise en évidence en utilisant le logiciel STATISTICA 10. Une matrice de corrélation multiple (de Pearson) et une Analyse en Composantes Principales (ACP) ont été de même réalisées sur les données recueillies.

Résultats
et
Discussions

2 Résultats

2.1 Description visuelle des profils pédologiques sur terrain

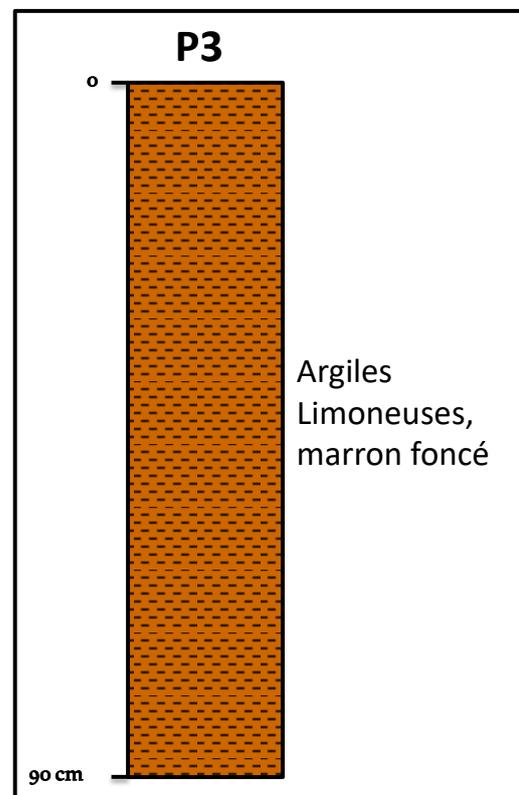
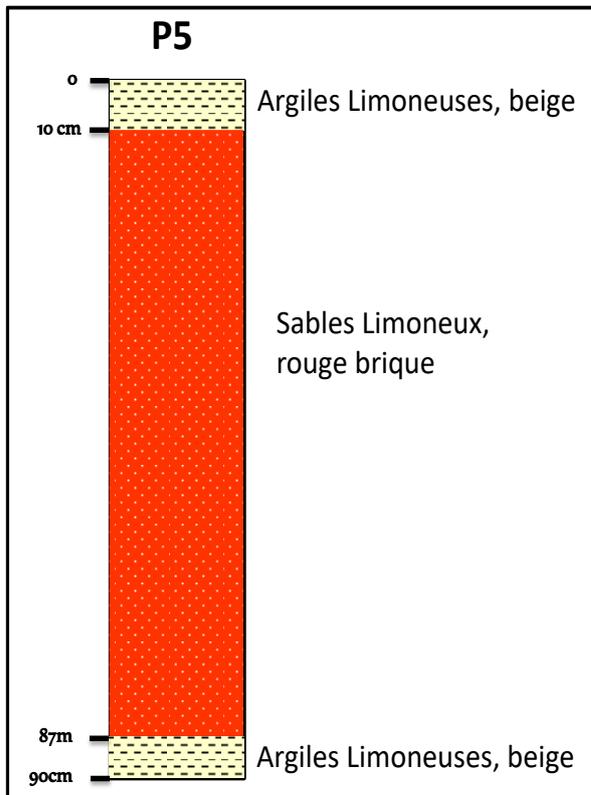
Ce site est mené par une visite scientifique, en mois de Février, nous permettant d'effectuer d'une part, des profils pédologiques verticaux les plus spectaculaires sur une profondeur de 90 cm (Fig.21) et de déterminer la nature lithologique du sol en place ; qui est représenté en général par la prédominance des argiles limoneuse, des sables limoneux (Tableau 01) et la relation entre ces profils verticaux a donné une coupe ou un profil en long (A-A et B-B) (Fig.23) qui permet de montrer la répartition spatiale de la lithologie montrée ci-dessus à travers le site entier (Nord et Sud) et d'autre part, de ramener des échantillons au laboratoire pour effectuer un certain nombre des essais comme la granulométrie.



Fig.21. Etat de prélèvements des échantillons.

Tableau.1. Description visuelle et comparative des profils pédologiques du lac de Dayet Oum Souid .

P5	P3	P18	P19	P17	P21
0 à 10 cm Argiles limoneuses beige	0 à 90 cm Argiles limoneuses marron foncée	0 à 5 cm Argiles limoneuses marron foncée	0 à 30 cm Sables Limoneux, gris claire	0 à 25 cm Argiles Limoneuses, marron foncé	0 à 50 cm Sables Limoneux, marron
10 à 87cm Des sables limoneux rouges brique		5 à 90 cm Sables Limoneux, Noire claire parfois foncé	30 à 90 cm Sables Limoneux, jaune claire parfois jaune pale	25 à 60 cm Sables Limoneux, gris claire	50 à 60 cm Argiles sableuses, marron foncé
87 à 90 cm Argiles limoneuses beige				60 à 90 cm Sables Limoneux, beige	60 à 90 cm Sables Limoneux, marron foncé



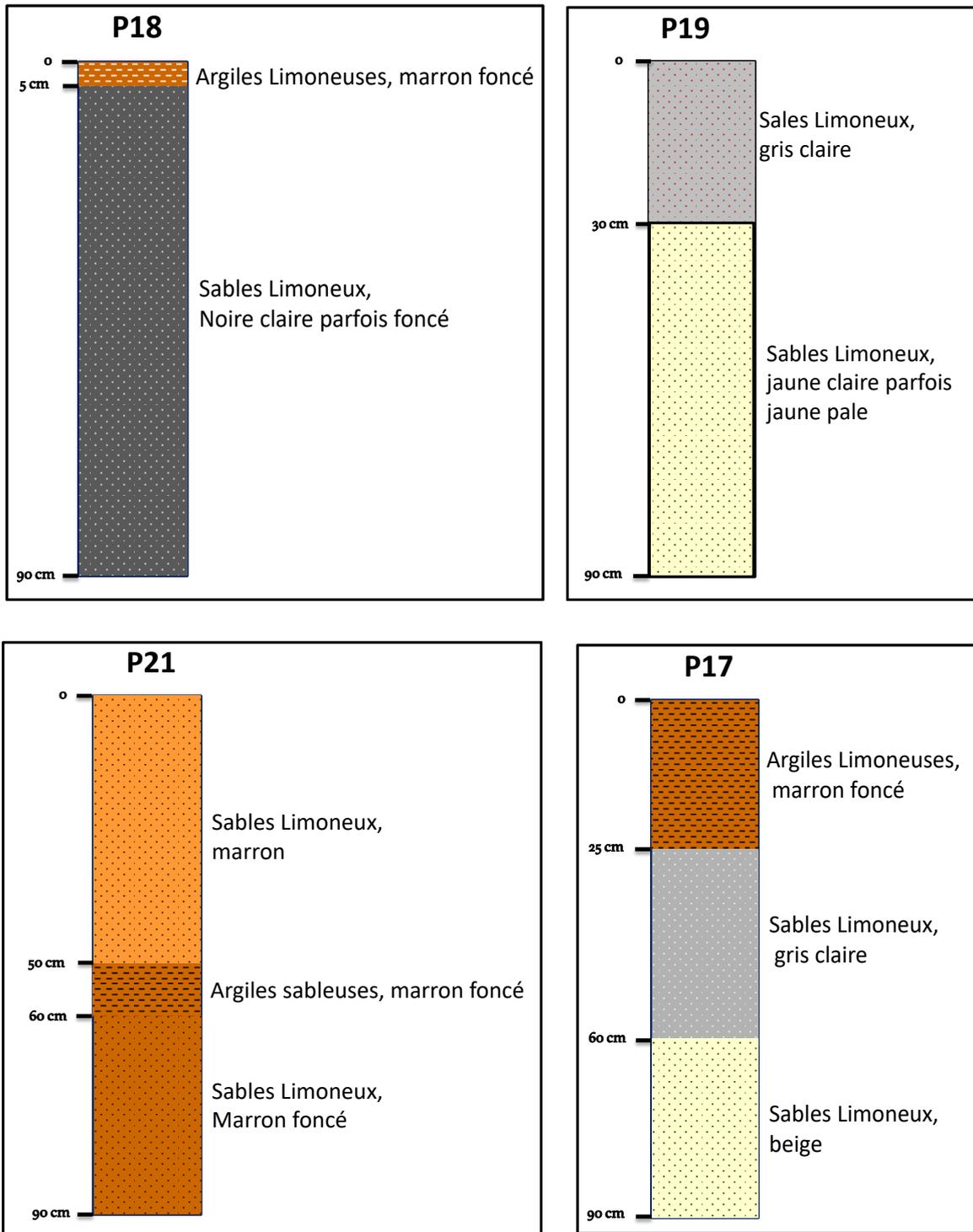


Fig.22. Description visuelle des profils pédologiques du lac de Dayet Oum Soud sur terrain.

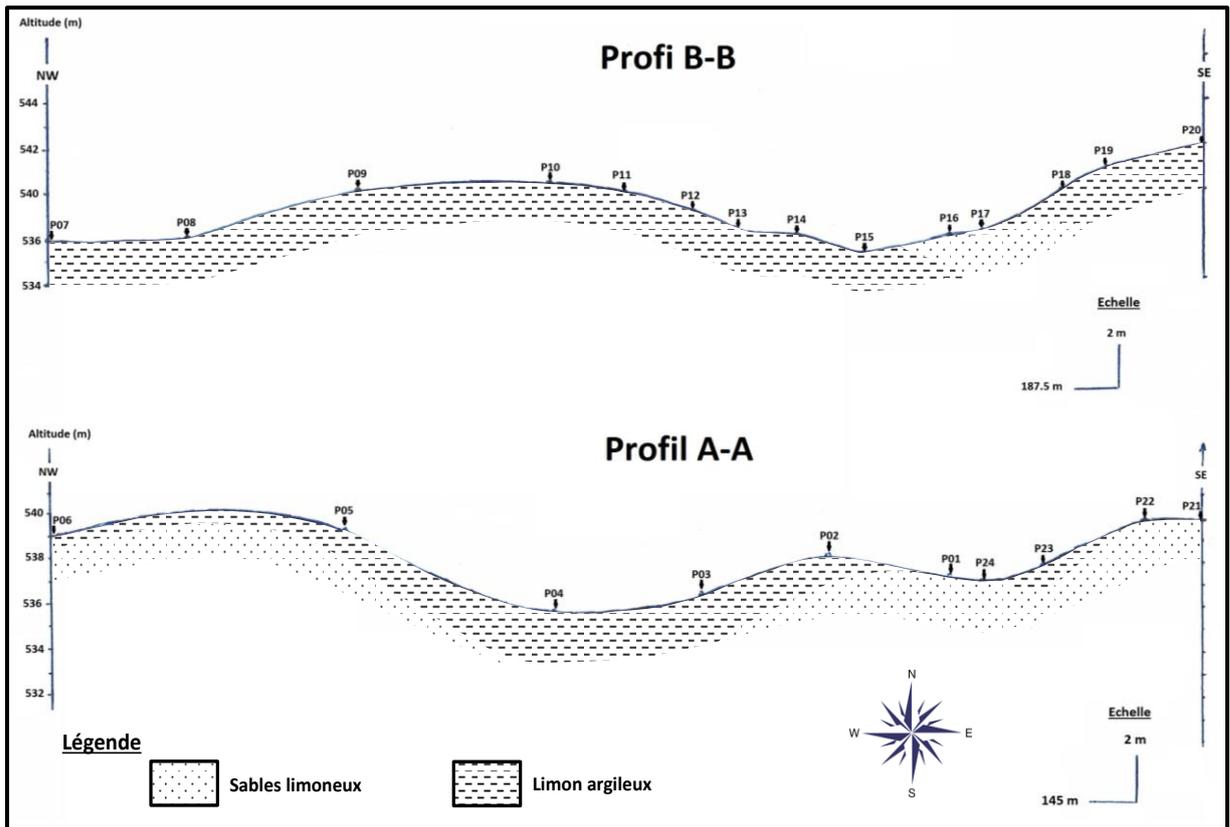


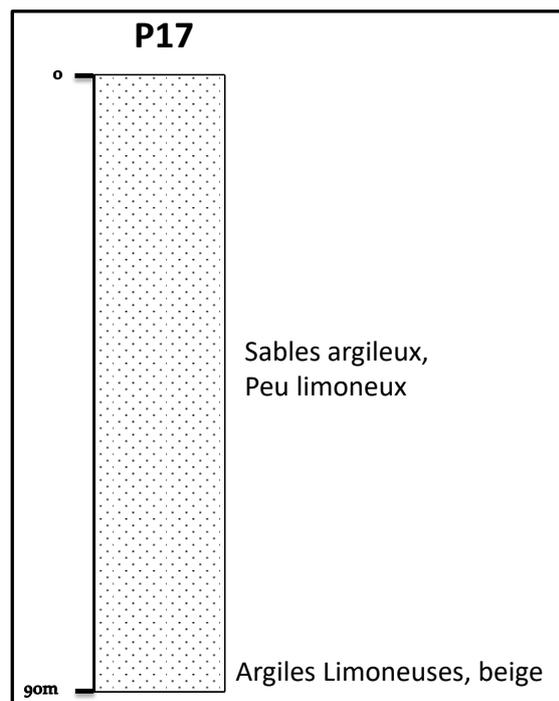
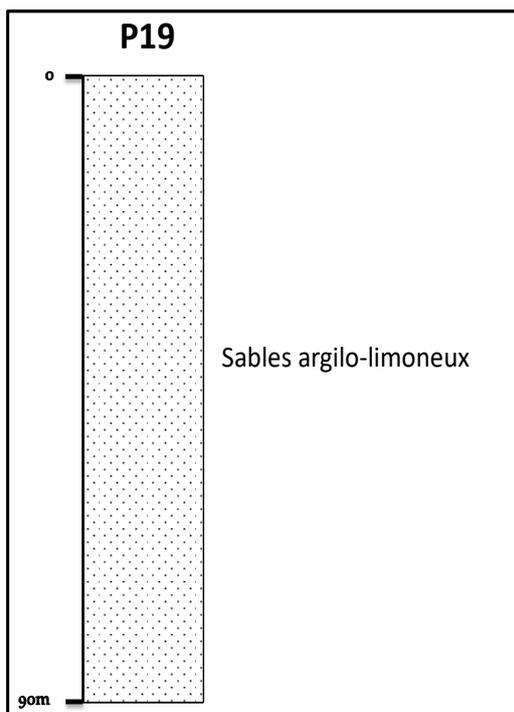
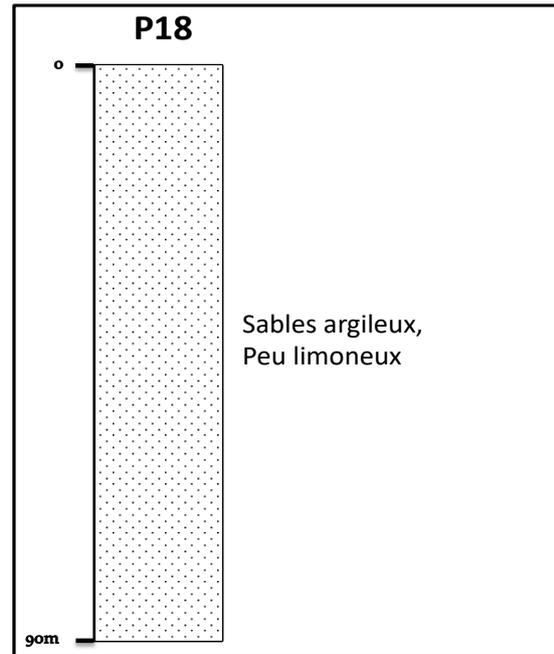
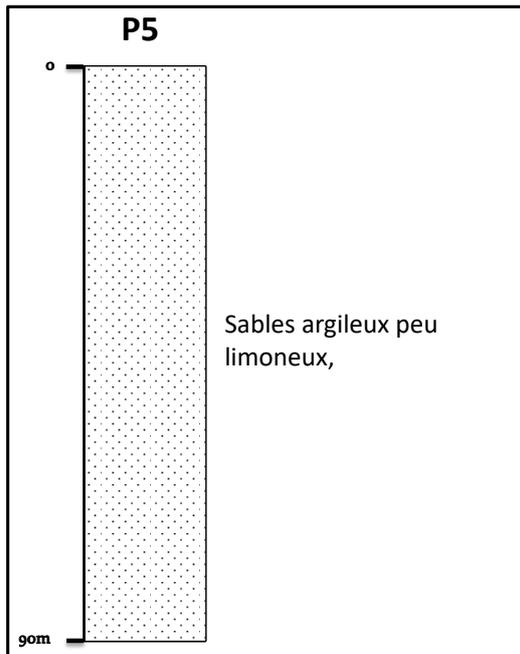
Fig.23.Profils pédologiques au long du lac de Dayet Oum Souid .



Fig.24.Profils pédologiques au long du lac de Dayet Oum Souid

2.2 Granulométrie

Les analyses granulométriques effectuées sur les échantillons ramenés au laboratoire ont révélé une texture sablo-argileuse peu limoneuse comme elle montre la figure ci-après pour les points de prélèvement les plus spectaculaires P3, P5, P17, P18 et P21 (Fig25.) sauf quelques exceptions où on marque une texture de sable argilo- limoneux (exemple P19) en faisant référence au triangle des textures.



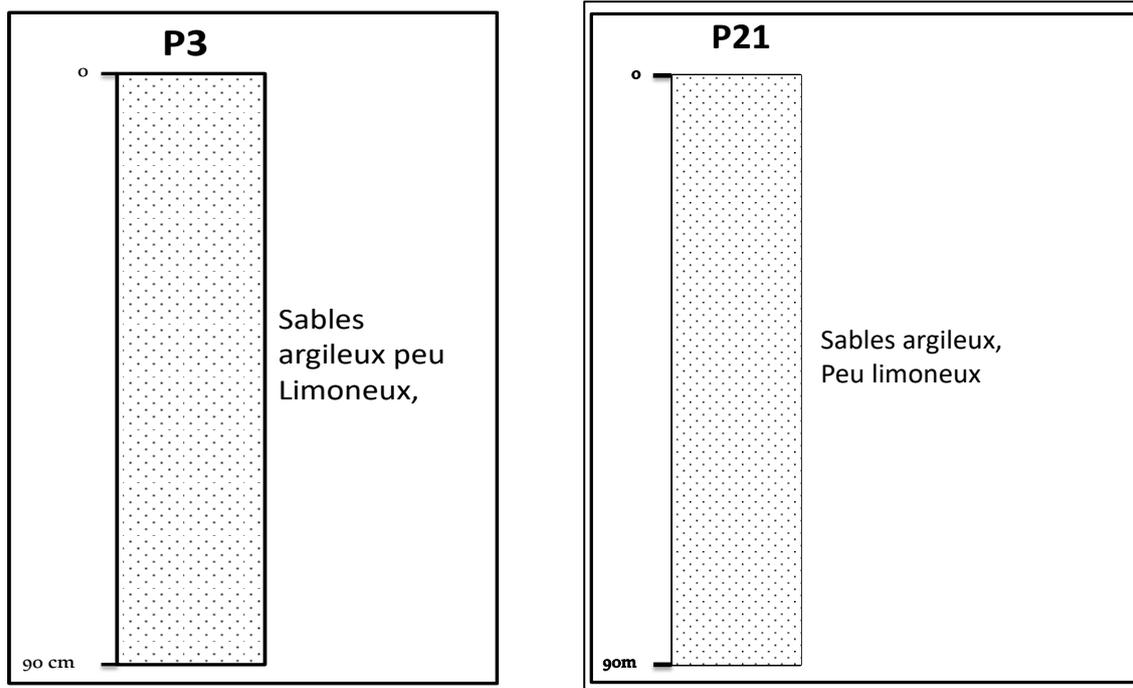


Fig.25. Profils pédologiques analytiques

2.3 Variation du pH de sol en fonction des profondeurs

La figure 26 montre que les résultats de pH obtenus n'ont pas une révélé un effet significatif du facteur profondeur ($p = 0,42 > 0,05$). Les résultats de pH obtenus montrent que le pH varie entre 7,90 et 8,20 pour le profil (0 – 30), 7,96 et 8,26 pour le profil (30 - 60) et 8,04. 8,35 pour le profil (60 – 90) avec un pH moyen de 8,05, 8,1, 8,19 pour chaque profil respectivement.

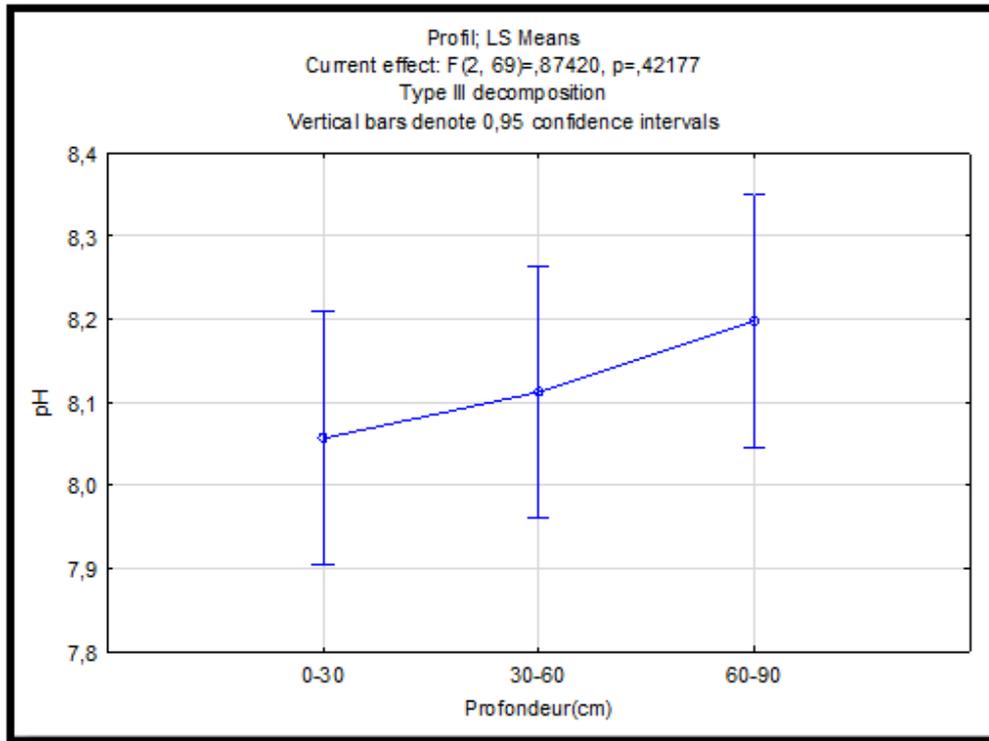


Fig.26. Variation de pH en fonction de profondeur

2.4 Variation de la conductivité électrique (CE) de sol en fonction des profondeurs

De la figure 27, on constate que les valeurs de CE sont assez proches et n'ont pas une différence significative entre elles ($p=0,76 > 0,05$). Si nous considérons l'ensemble des valeurs de CE des trois profils. Une moyenne de $1681,77 \mu\text{S/cm}$ a été notée pour le premier profil (0-30) avec un maximum de $2314,88 \mu\text{S/cm}$ et un minimum de $1060,20 \mu\text{S/cm}$. Pour le deuxième profil (30-60), la moyenne est estimée de $1932,19 \mu\text{S/cm}$, et dont un maximum de $2564,88 \mu\text{S/cm}$ et un minimum de $1300 \mu\text{S/cm}$ ont été marqués. En revanche, la moyenne la plus élevée est celle notée chez le profil (60-90) ($1990,73 \mu\text{S/cm}$), avec un maximum et un minimum de $2624,82 \mu\text{S/cm}$, $1359,94 \mu\text{S/cm}$ respectivement.

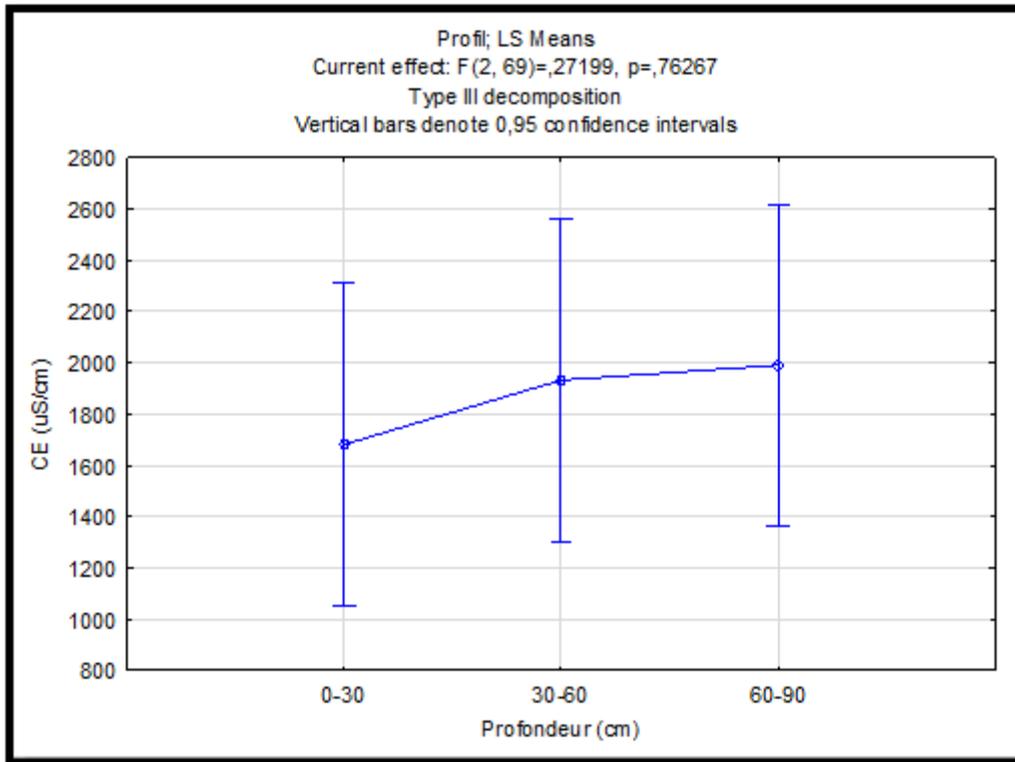


Fig.27. Variation de CE en fonction de profondeur

2.5 Variation de la matière organique (MO%) de sol en fonction des profondeurs

Bien que les valeurs de la matière organique révèlent une différence entre les trois profils examinés. Celle-ci n'est pas assez significative ($p= 0,13 >0,05$). Néanmoins, un gradient décroissant de la matière organique est notée, en allant du profil (0-30) (1,15%), aux autres profils (30-60) (0,86%), et (60-90) (0,87%). Chez le profil (0-30), des valeurs d'un maximum de 1.37 et un minimum de 0,92% ont été notées (Figure 28).

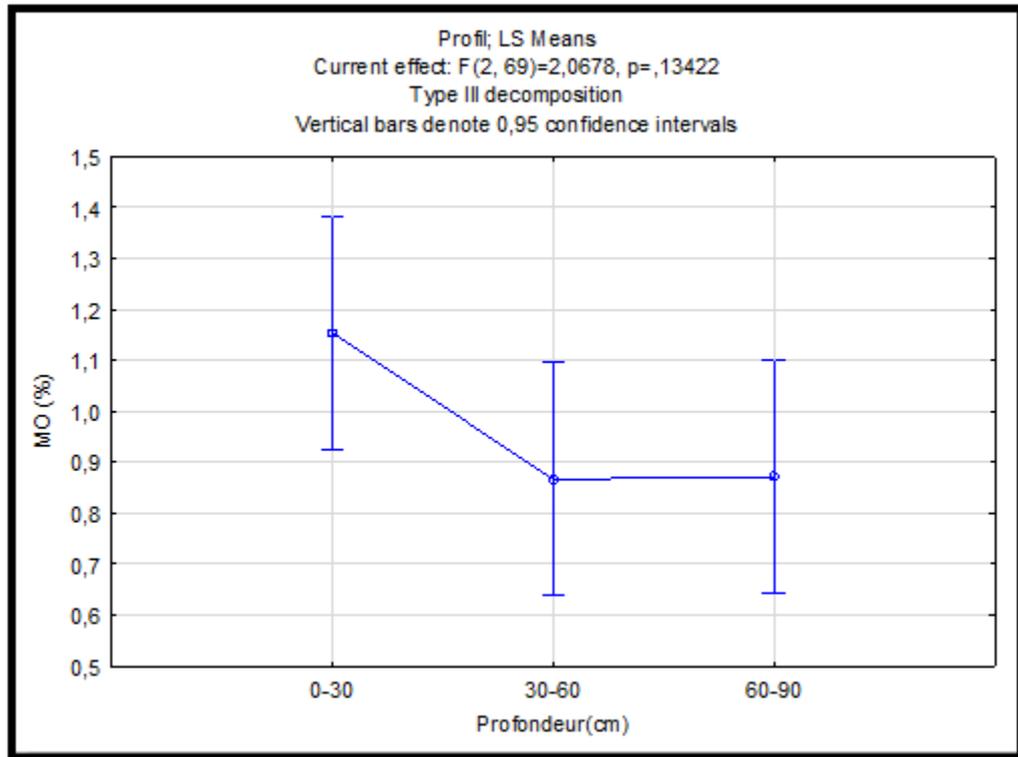


Fig28. variation de pH en fonction de profondeur

2.6 Matrice de corrélation multiple et Analyse en Composantes Principales (ACP)

L'examen de la matrice de corrélation entre les paramètres du sol et de l'eau pour les trois profils étudiés :

Des corrélations positives et significatives ont été enregistrées pour le pH de sol des trois profils (0-30 ; 30- 60) ($r=0.85$ $p=0$) ((30-60 ; 60-90) ($r = 0.83$ $p=0$) et (0-30 ; 60-90) ($r =0.63$ $p= 0.002$)

La CE est, de même, positivement et fortement corrélée pour tous les profils ; (0-30 ; 30- 60) ($r=0.82$ $p=0$) (0-30 ; 60-90) ($r = 0.77$; $p= 0$) (30-60 ; 60-90) ($r = 0.90$ $p=0$)

Par ailleurs, seule la corrélation positive notée entre (M.O (60-90) CE (0-30) ($r = 0.42$ $p= 0.50$) qui est significative

En ce qui concerne les paramètres de l'eau analysés, une corrélation négative et significative ($r= -0.49$ $p=0.20$) a été signalée entre l'oxygène dissous et la conductivité électrique.

Pour tous paramètres (eau et sol) confondus, le pH de l'eau révèle des corrélations négatives et significatives avec la CE du sol pour les trois profils ((0-30) ($r = -0,64$ $p= 0,001$)

(30-60) ($r = 0,59$ $p = 0,003$) (60-90) ($r = -0,48$ $p = 0,023$) et la MO du profil (30-60) ($r = -0,43$ $p = 0,45$). En outre, l'oxygène dissous de l'eau montre une corrélation négative et significative avec les valeurs de la MO du profil (60-90) ($r = -0,43$ $p = 0,44$).

La projection des variables et des individus montre que Les 2 premiers axes factoriels contribuent respectivement avec 21,86% et 32,37% d'inertie, soit un pourcentage cumulé de 54,23%. Ce résultat peut être considéré comme peu satisfaisant, étant donné le nombre relativement faible de variables traitées (Annexe.3).

On constate que les variables pH, CE et pH eau sont très proche du cercle de corrélation et donc très bien représentés sur le mapping, dont les points CE ont une forte contribution positive à l'axe factoriel 2, et les points MO et CE eau ont une contribution négative moyenne à l'axe factoriel 1.

L'axe F1 bipolaire, extrayant autour de 32.73% de la variance totale, se projette un maximum de variables. À son pôle négative (Fig29), défini par les paramètres physico-chimiques se situe la CE des trois profils et la teneur en MO des profils 0-30, 30-60. Ceci indique une forte corrélation entre les trois profils concernant la CE et très bonne représentation sur l'axe F2 .De côté positif de la même figure, se projette une variable unique, la teneur en oxygène dissous (O_2 dissous) qui est peu représenté sur l'axe F1.

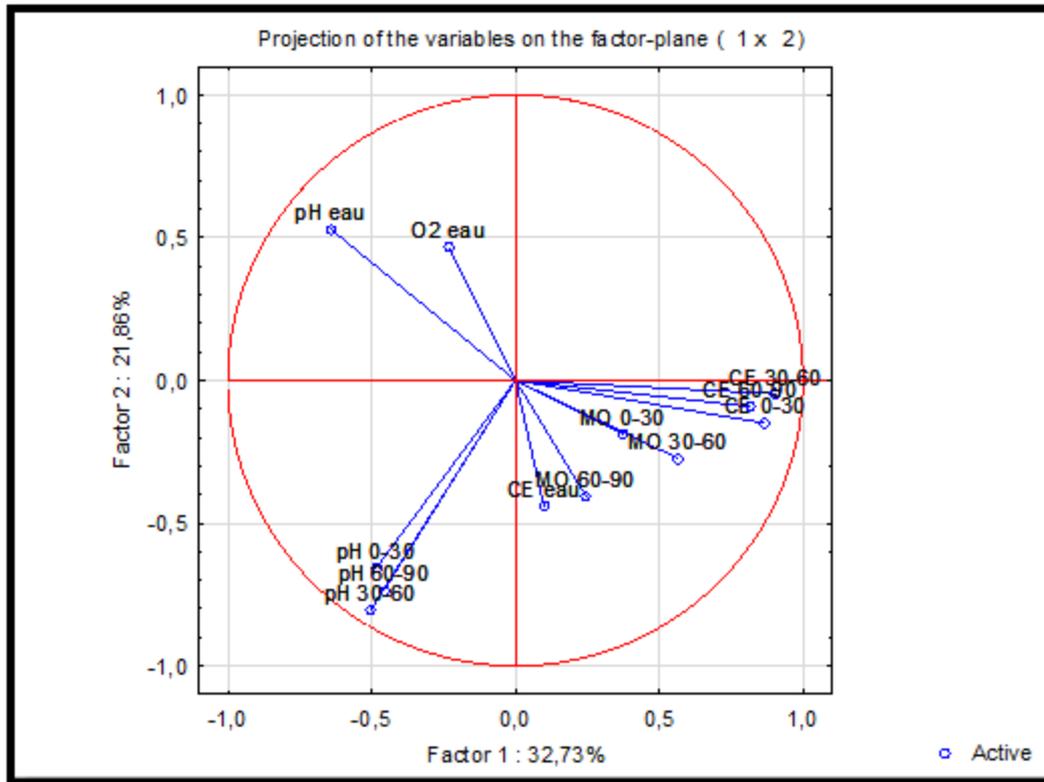


Fig.29.Représentation des variables mesurées sur le plan factoriel F1 et F2 de l'ACP

2.7 Variation du calcaire total en fonction des profondeurs

Les résultats obtenus de cette analyse sont représentés dans le tableau (annexe) et sur la figure ci-après :

Les résultats obtenus de l'analyse du calcaire total montrent que ce paramètre est varié de 1,16 à 13,6 % pour la profondeur de 0 à 30 cm, de 0,29 à 10,5 % pour la profondeur 30 à 60 cm et de 0 à 11,68 % pour la profondeur 60 à 90 cm. Cependant, la majorité des valeurs élevées sont celles notées chez le profil (0 à 30 cm). Le point P3 marque des pourcentages de calcaire élevés pour les deux profils (30 à 60 cm et 60 à 90 cm). Pour les points P17 et P18, des pourcentages très faibles voire même nulles ont été notées pour le profil 60 à 90 cm (Fig30) (annexe.3).

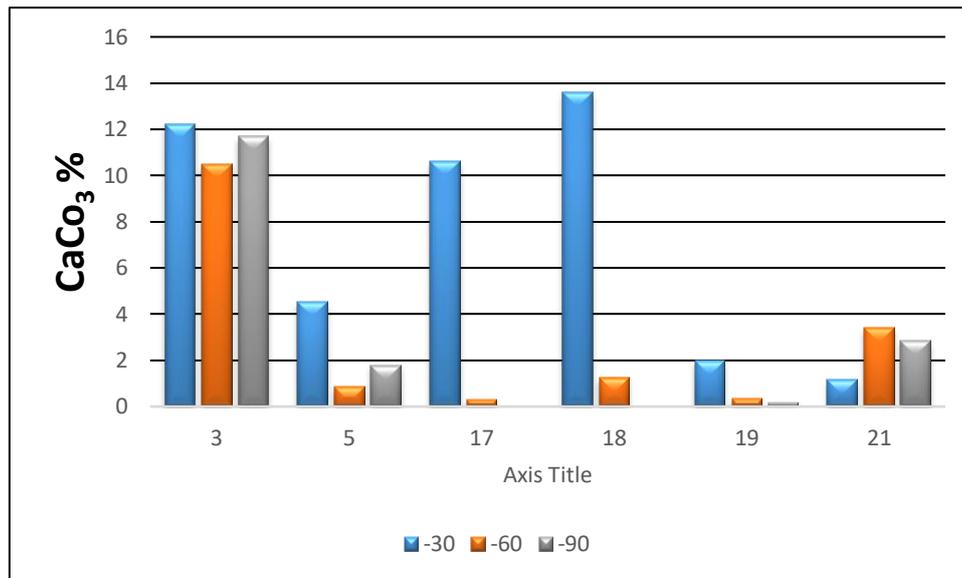


Fig.30. Variation du calcaire total en fonction des profondeurs

2.8 Cartes de variabilité spatiale

2.8.1 pH du sol

Le pH de sol de lac Dayet Oum Souid varie en quatre classe : sol neutre, sol légèrement alcalin, sol moyennement alcalin et sol fortement alcalin.

Profondeur (0 à 30 cm)

De la figure31 on constate que le sol moyennement alcalin est le plus fréquent avec une valeur maximale de 8, tandis que le sol légèrement alcalin couvert quelque point dans l'Ouest du lac plus ce que le fait les points du sol neutres. Le coefficient de variation évalué est de 5.28 % mis en évidence une variabilité faible entre la totalité des valeurs de pH.

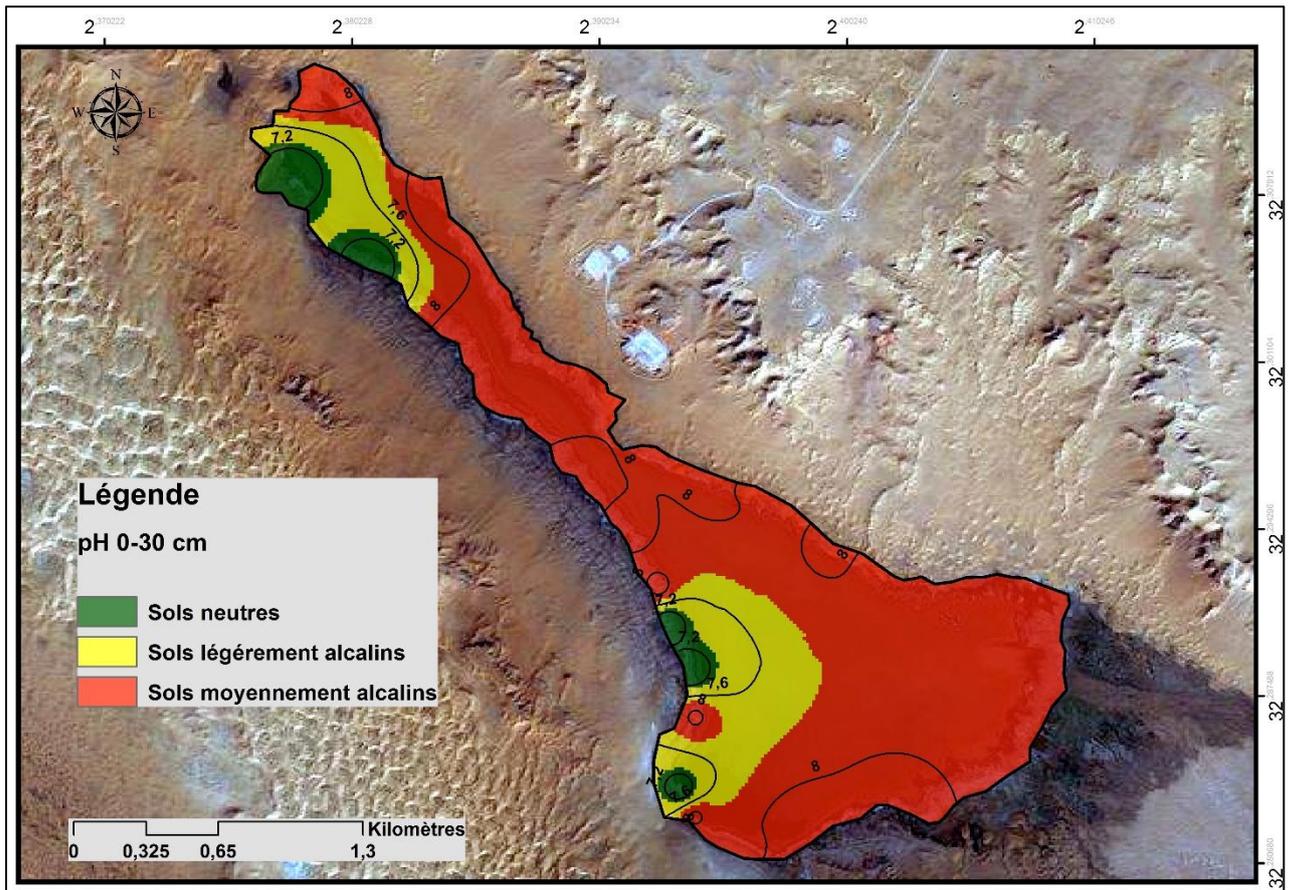


Fig.31.carte de variabilité spatial de pH du sol (0 à 30)

Profondeur (30 à 60 cm)

Par une variation faible de 3,98% dans le deuxième profil, les sols moyennement alcalins sont les plus dominants dans ce profil. Les sols légèrement alcalins situés dans les zones Ouest (Fig32).

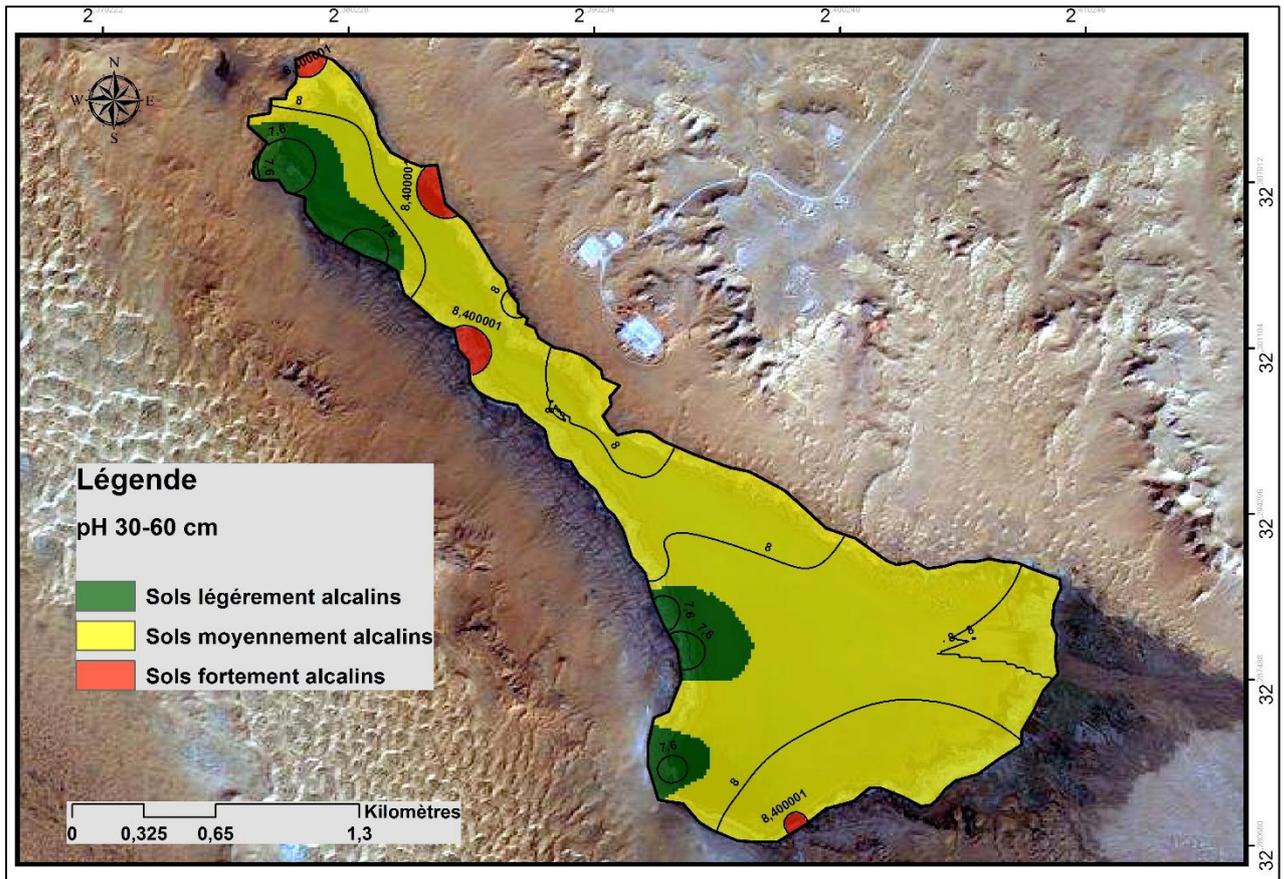


Fig.32.carte de variabilité spatial de pH (30 à 60)

Profondeur (60 à 90 cm)

Le pH de sol pour le profil (60-90) varie dans trois classes du sol : légèrement alcalins, moyennement alcalins et fortement alcalins ou les sols moyennement alcalins sont les plus abondants. Les sols légèrement alcalins, sont en revanche, figurés à l'ouest. Le coefficient de variation 4.46% met en évidence une variable faible du pH dans ce profil (Fig33).

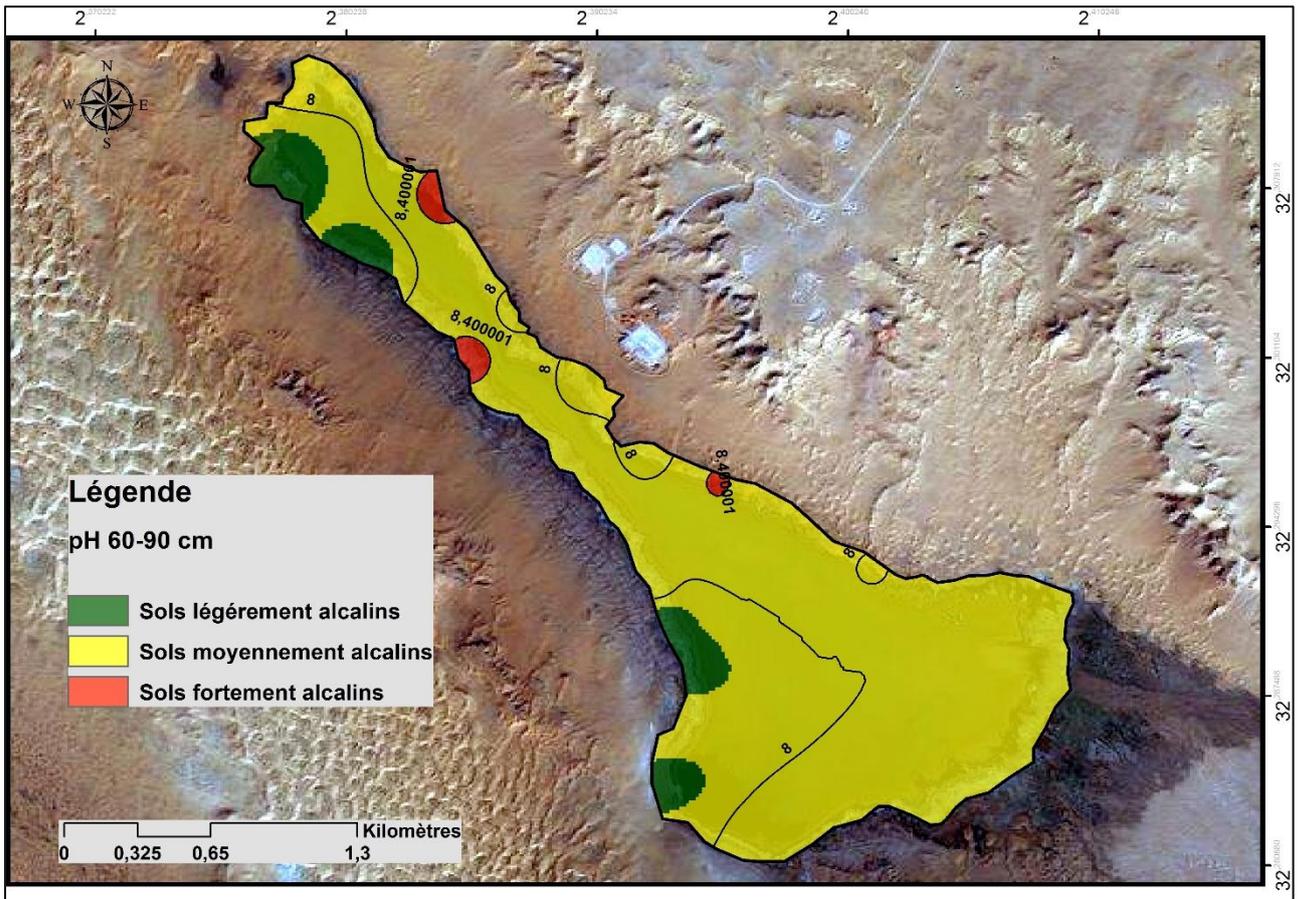


Fig.33. Carte de variabilité spatiale de pH (60 à 90).

A partir des cartes précédentes on constate qu'il n'y a pas une grande variabilité spatiale entre les trois profils (CV moyen = 4,66%) et que les sols moyennement alcalins sont les plus dominants.

2.8.2 CE du sol

La conductivité électrique se divise, en général, en quatre classes : sols non salés, sol légèrement salés, sols salés et sols très salés

Profondeur (0 à 30 cm)

De la carte ci-dessous on constate que les sols non-salés et légèrement-salés sont distribués presque dans toutes les directions sauf pour les sols non salés au Nord et Sud. Les sols salés dominent la totalité de la scène. Cependant, les sols très salés se trouvent uniquement au Sud. La variabilité est considérée comme très élevée avec un coefficient de variation (CV%) de 76,22%.

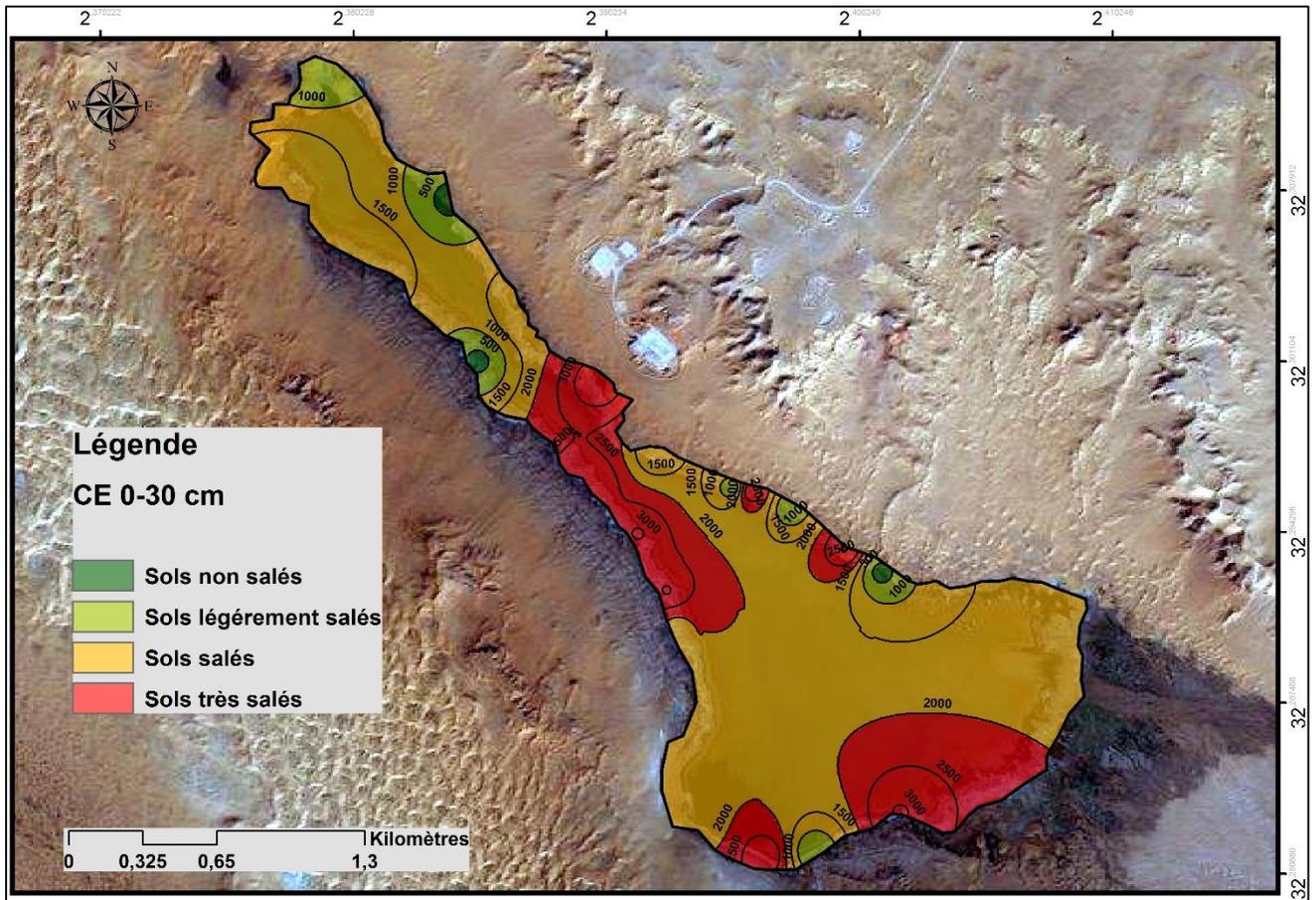


Fig.34. Variation spatiale de CE du sol (0 à 30)

Profondeur (30 à 60 cm)

Avec une valeur maximale qui ne dépasse pas 3000 μ s/cm, les sols très salés sont les plus abondants avec une valeur entre 2500 et 3000 μ s/cm en suite les sols salés entre 1000 et 2000 μ s/cm distribués de manière hétérogène nord et sud de lac. Cependant que les sols non salés et légèrement salés sont distribués d'une façon minoritaire dans tous les sens, ce qui démontre une grande variabilité spatiale (CV = 78,37%).

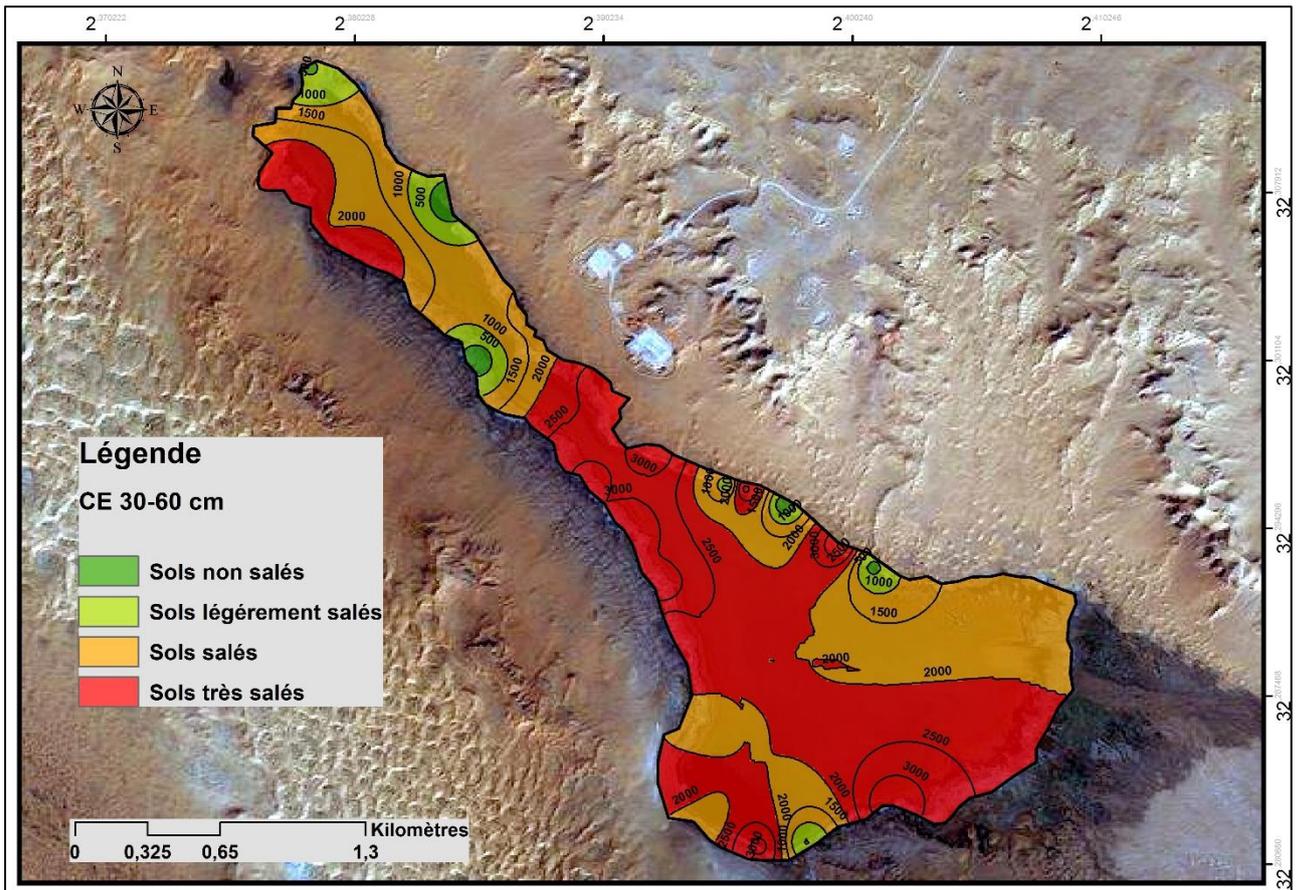


Fig.35. Variation spatiale de CE du sol (30 à 60)

Profondeur (60 à 90 cm)

Par une variabilité très grande (89,76%) dans le 3^{ème} profil, les sols très salés se trouvent principalement au Sud avec une valeur maximale de 3500 μ s/cm, alors que les sols salés couvèrent la plupart d'espace ; valeur maximale de 2000 μ s/cm. On observe que les sols légèrement salés recouvrent une partie peu importante dans le nord. Tandis que l'espace occupé par les sols non salés est presque négligeable mais dispersé autour de la zone humide.

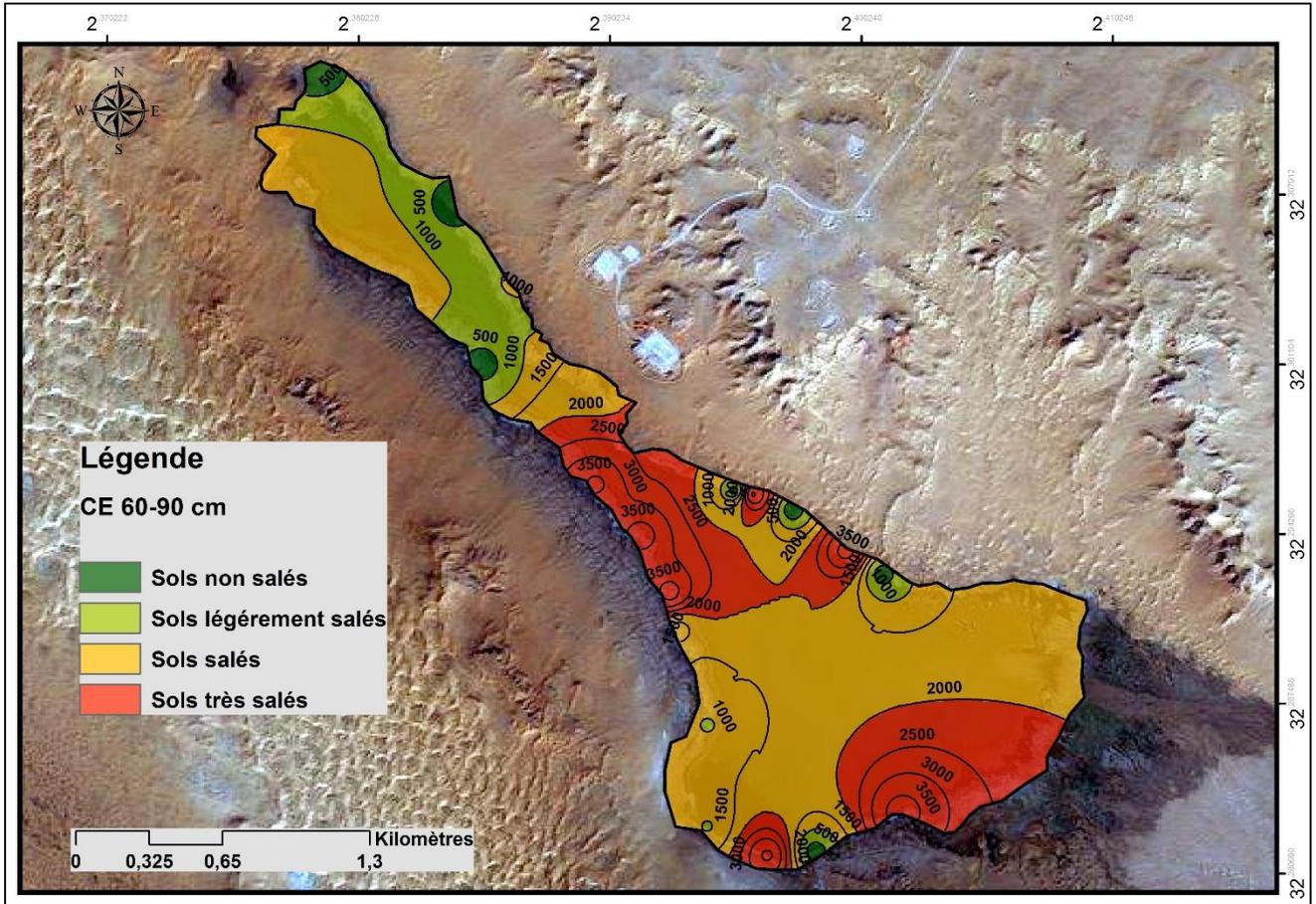


Fig.36. Variation spatiale de CE du sol (60 à 90)

A partir des trois cartes, les mesures de CE montre une très grande variabilité (CV=81.66%) entre les trois profils étudié et que l’aspect du sol souvent observé est l’aspect salé ; valeurs de CE comprises entre 1000 et 2000 $\mu\text{s}/\text{cm}$.

2.8.3 M.O du sol

La matière organique de sol d’après les cartes est classé ont trois classe : sol riche en M.O, moyennement riche en M.O et faible en M.O

Profondeur (0 à 30 cm)

Le taux de la M.O. Varie en trois classes où les sols riche en M.O sont les plus faibles et se situe à l’Est. Cependant, les sols pauvres en M.O couvèrent quelques points et les sols moyennement riches en M.O. sont les plus courants dans ce profil. Le coefficient de variation évalué de 45,97% montre une variabilité élevée dans la zone d’étude.

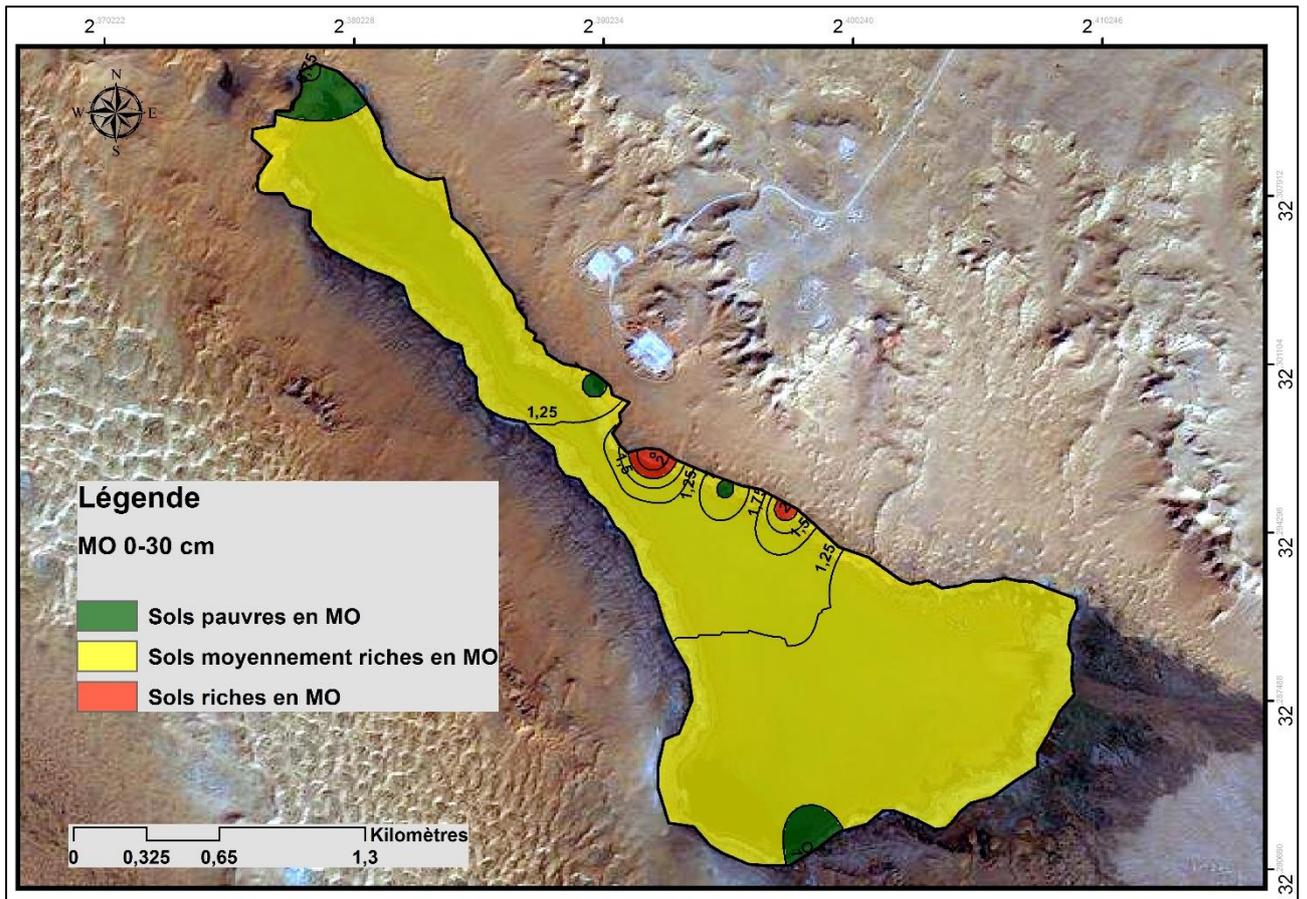


Fig.37. Variation spatiale de MO (0 à 30)

Profondeur (0 à 30 cm)

Dans ce profil les sols riche en M.O existent dans les directions : Est et Ouest. Cependant, les sols moyennement riches couvrent la plupart du sol et les sols pauvre on M.O recouvrent quelque point qui sont presque non remarquables. Avec une valeur de 62,07% le coefficient de variabilité est très élevé.

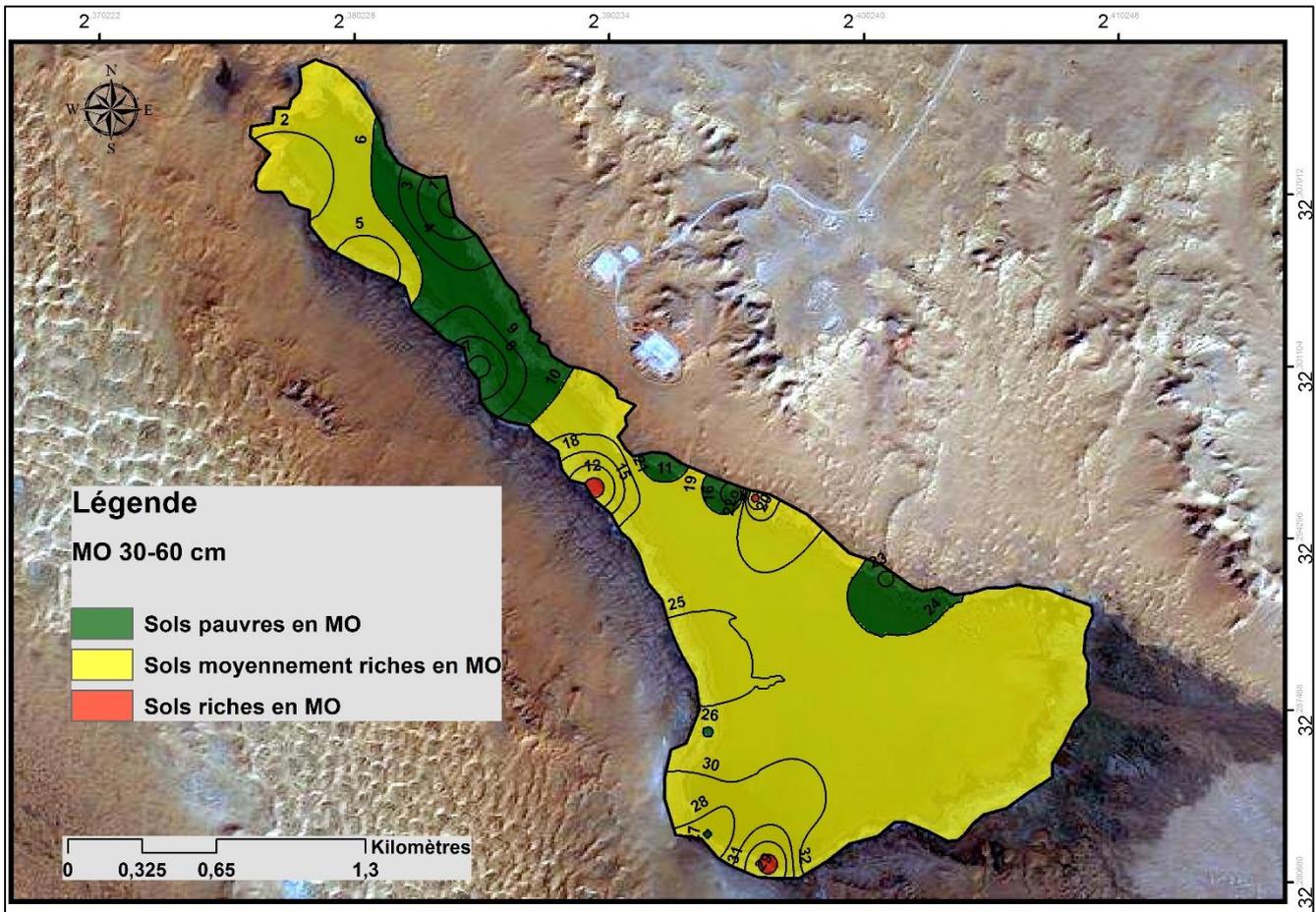


Fig.38. Variation spatiale de MO (30 à 60)

Profondeur (60 à 90 cm)

Avec un coefficient de variabilité très élevés (CV= 70,05%), les sols pauvre on matière organique couvrent la plupart du sol. Tandis que, les sols riche en matière organique sont situés dans l'extrémité du nord et sud du lac ainsi les sols moyennement riche en M.O sont distribués dans toutes les directions en quelque points.

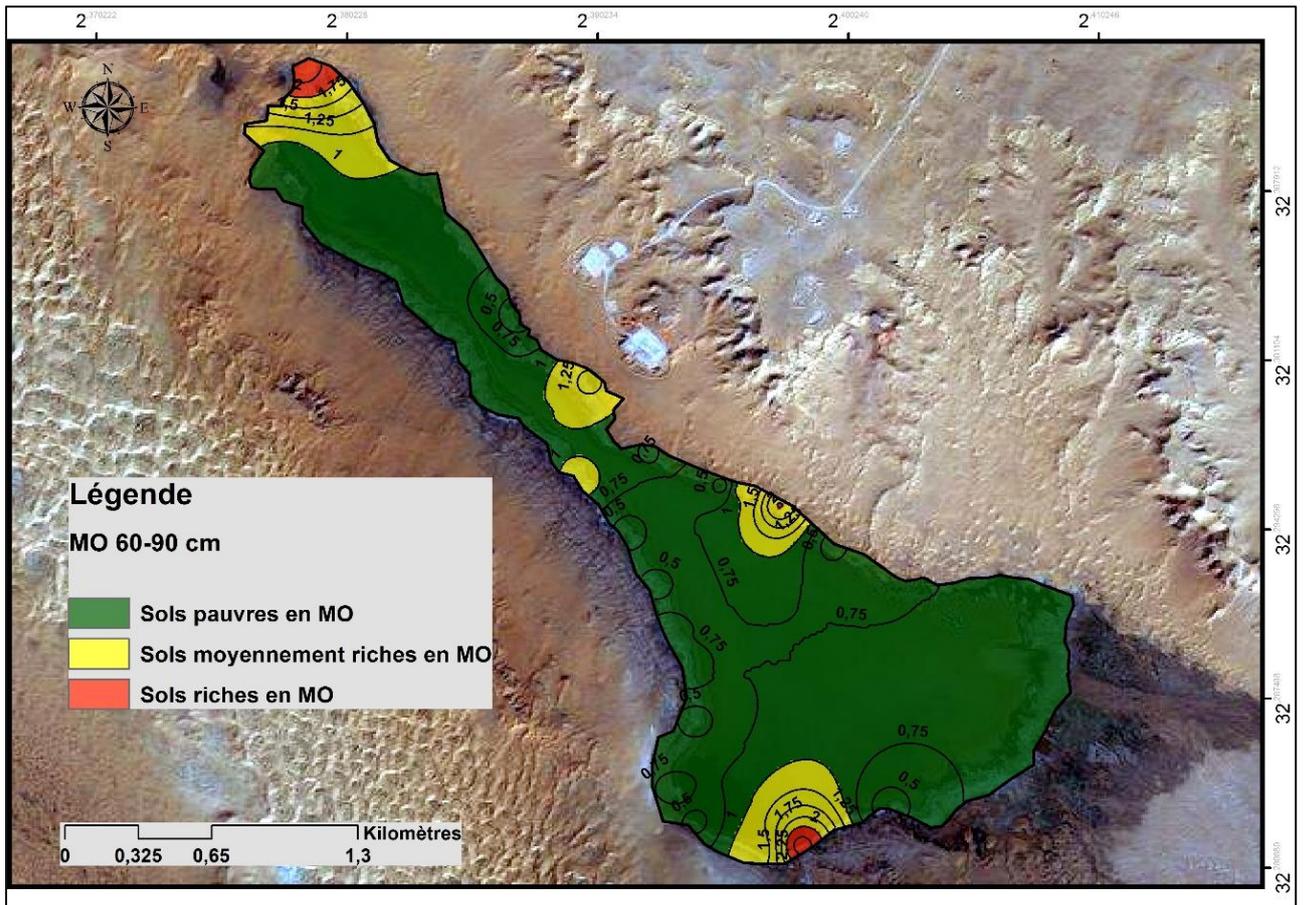


Fig.39. Variation spatiale de MO (60 à 90)

Du les cartes précédentes on constate que le taux de M.O se varie remarquablement d'un profil à l'autre avec un coefficient de variabilité 59.02% ou les sols pauvre en matière organique devient le plus dominant dans le 3^{ème} profil.

2.8.4 Variation spatiale de pH d'eau

Le pH moyen nous laisse à supposer que les eaux sont fortement alcalines (pH = 8,70), Les pH les plus élevés enregistrés dans la partie sud-est du lac (pH=9,6).Cependant, les pH moyennement alcalin sont enregistré dans le ouest du lac. Le coefficient de variation du pH évalué est de 5,82 % montre une variabilité assez faible du pH au niveau du lac.

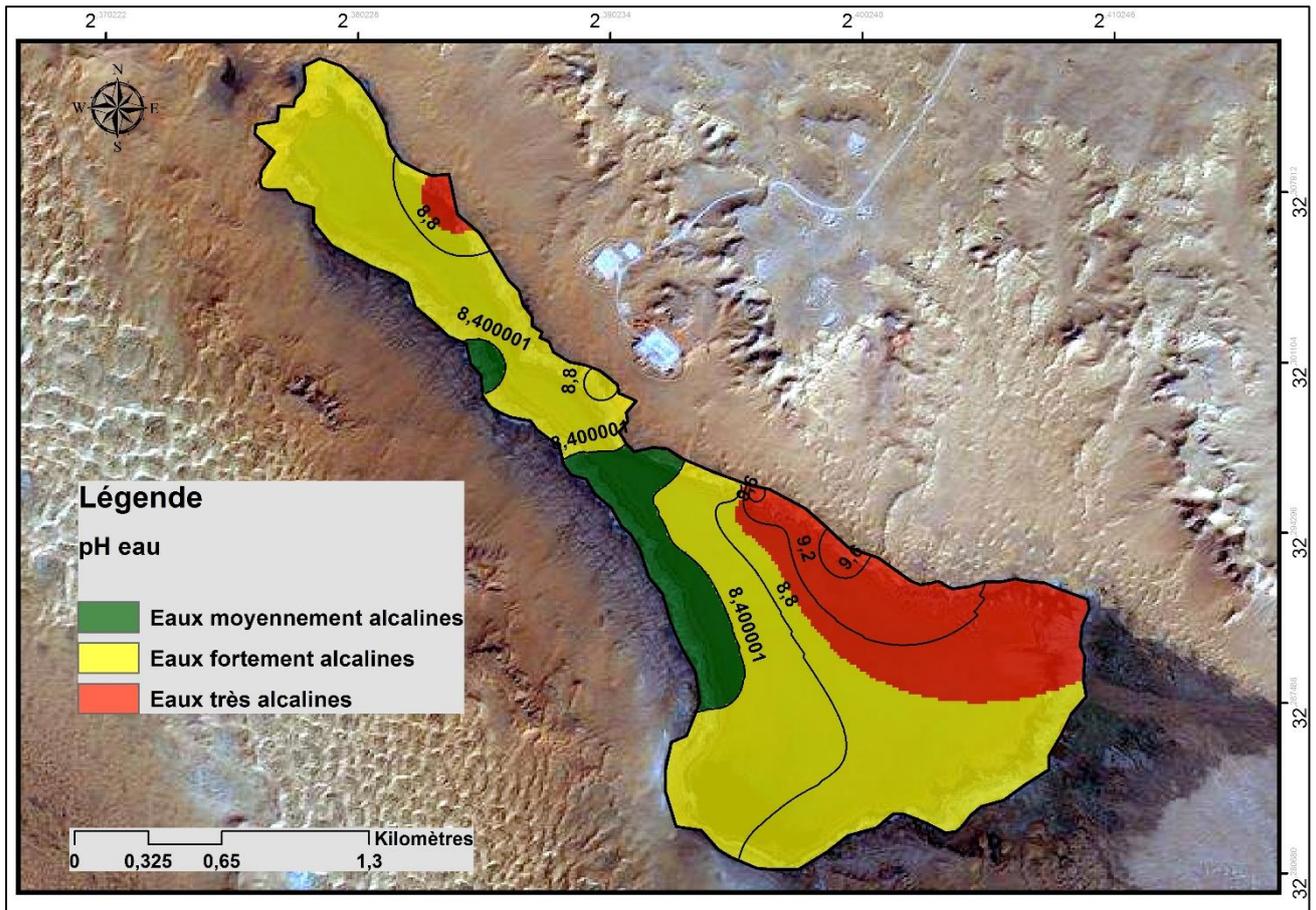


Fig.40. Variation spatiale de pH d'eau

2.8.5 Variation spatiale de CE d'eau

On peut remarquer que la carte est approximativement divisé en deux parties partie nord l'endroit des eaux à faible CE et partie sud à CE élevé. On observe, d'une manière globale une faible variabilité spatiale (CV=6,46%).

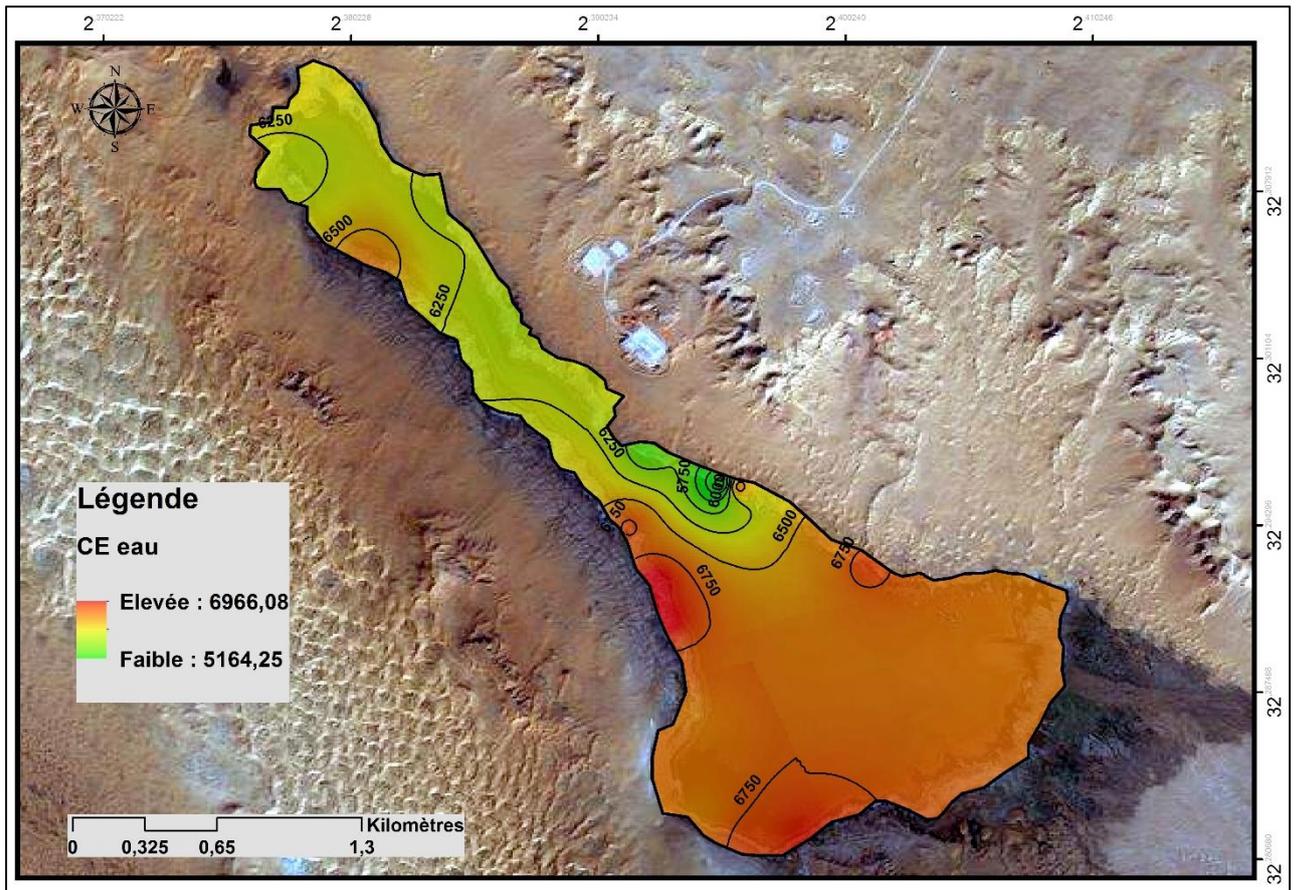


Fig.41. Variation spatiale de CE d'eau

2.8.6 Variation spatiale d'oxygène dissous

Les résultats d'oxygène dissous montrent une variabilité assez élevée ($CV=47,41\%$). En effet, la concentration en oxygène la plus faible (20.41 mg/L) est notée au niveau des extrémités nord et sud du Daya tandis que la concentration la plus élevée (89.5 mg/L) est notée dans la partie Est du lac.

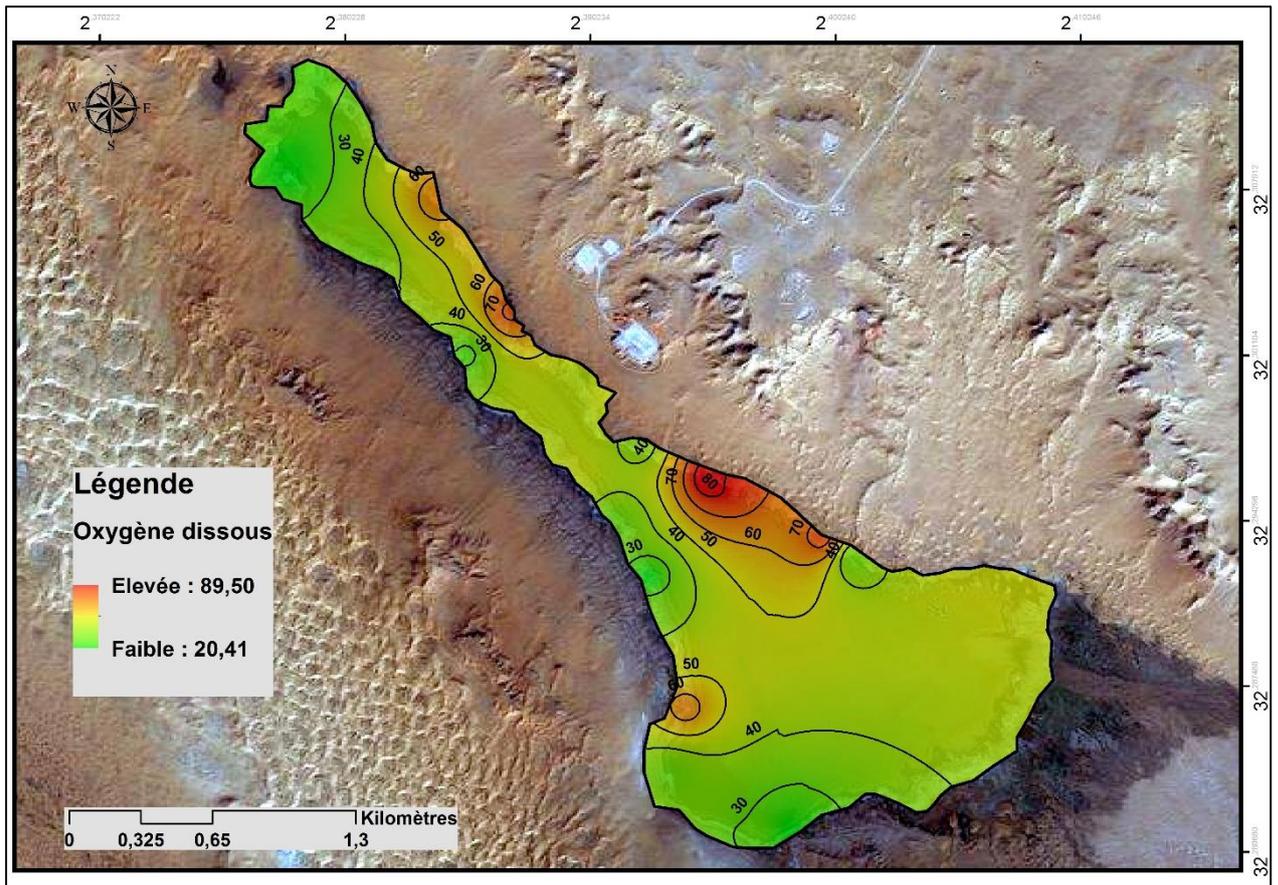


Fig.42.Variation spatiale d’oxygène dissous

2.9 Topographie

De la carte topographique et les profils topographiques, on constate que le lac de Dayet Oum Souid est situé entre des points d’altitude assez élevé (564m et 570m) et points à faible altitude (534m) de nord-est vers le sud-ouest formant une dépression géographique de forme allongée ceci indique que cette zone est une portion d’une vallée.

Du Nord-Ouest au Sud-Est, l’analyse du terrain montre des élévations du côté Nord-Ouest et Sud-Est avec des altitudes de 551m et 546m respectivement, indiquant la formation d’une cuvette. Ces observations expliquent la formation du lac de Dayet Oum Souid (Fig43.44.45.46)

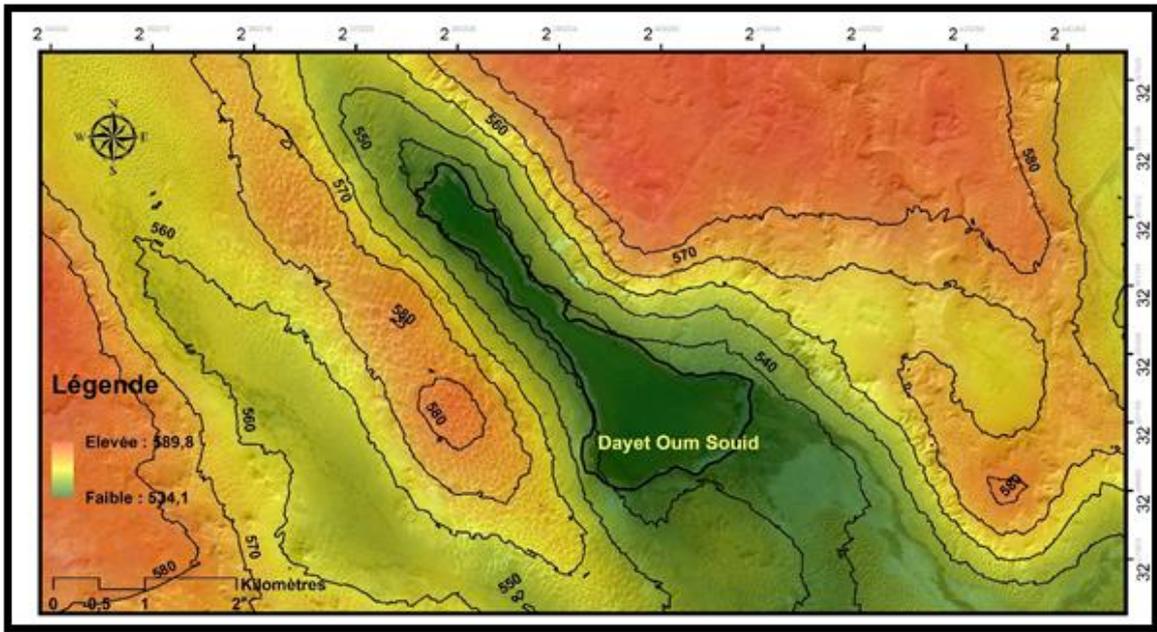


Fig.43. Modèle Numérique du terrain (MNT) de Dayet Oum Soud

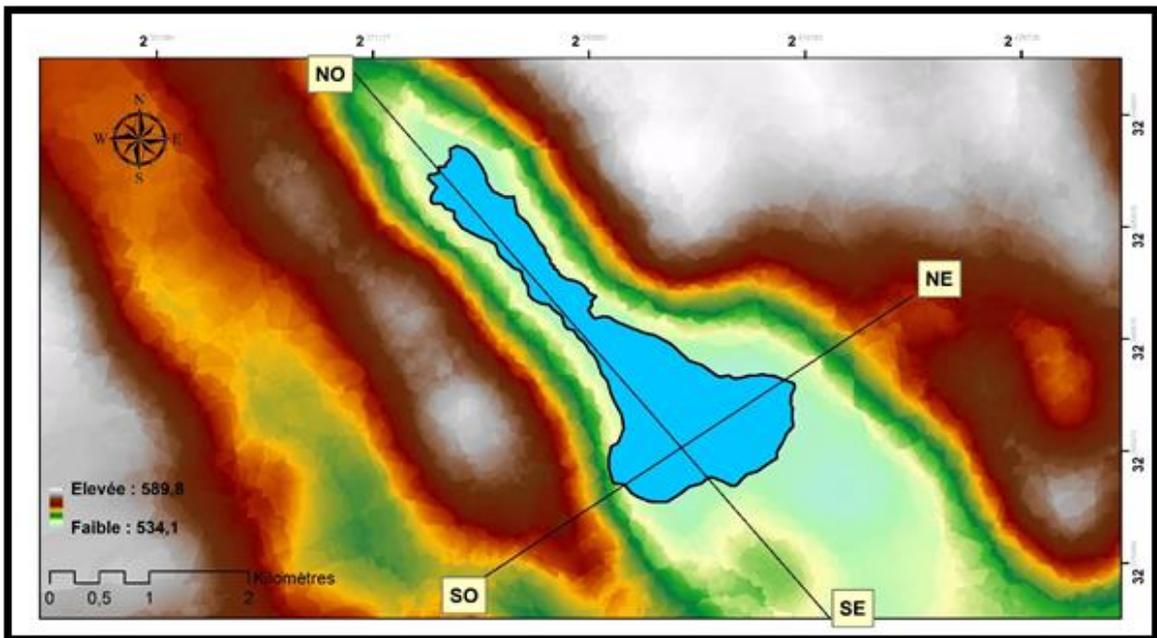


Fig.44. Carte topographique

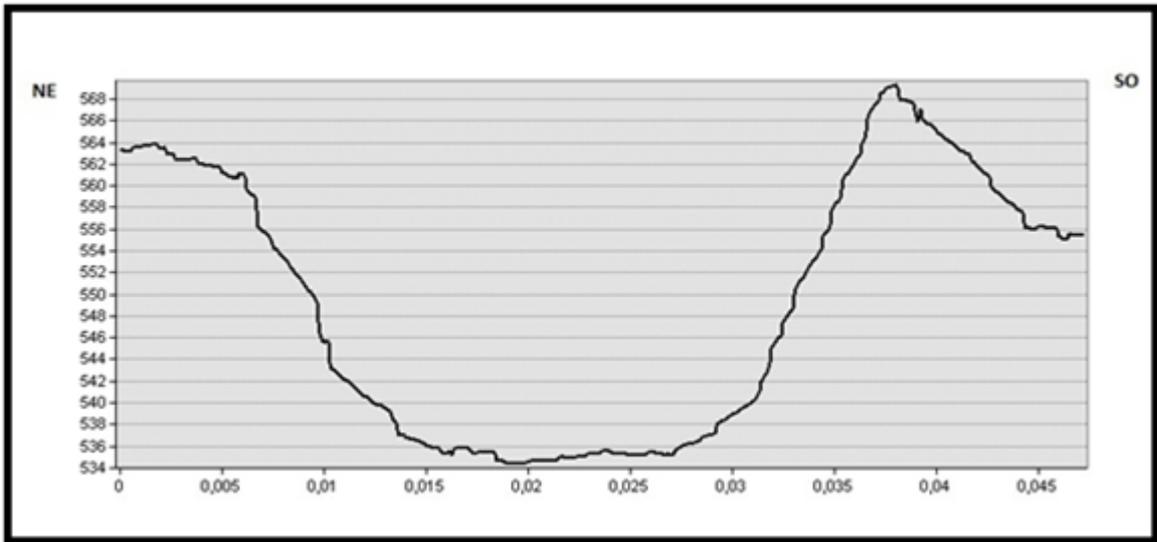


Fig.45.Profil topographique NE-SO

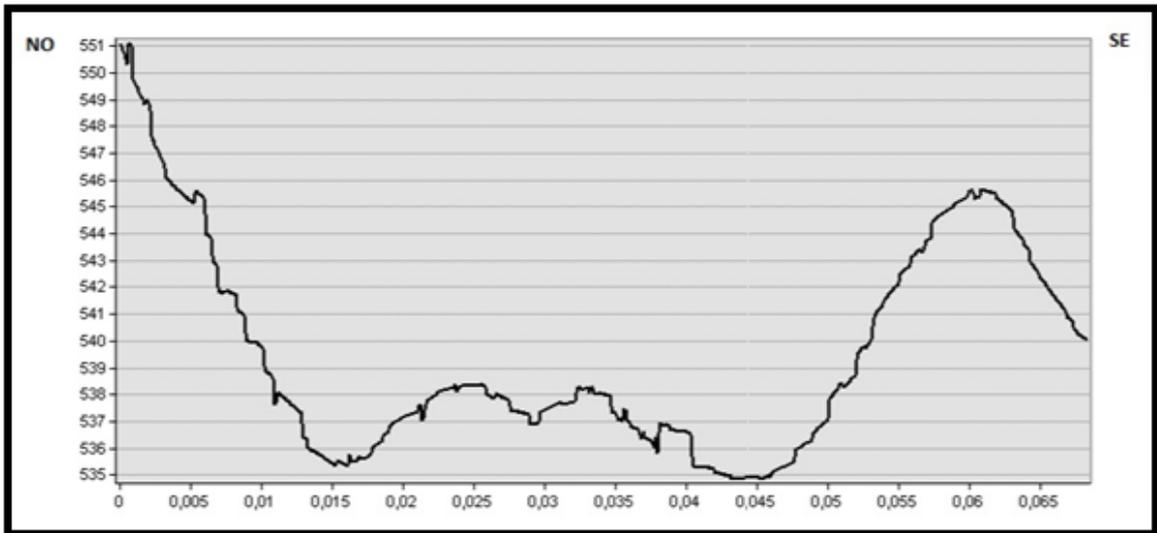


Fig.46.Profil topographique NO-SE

3 Discussion générale

Les observations visuelles pendant la réalisation des profils pédologiques verticaux ont montré une texture argilo-limoneuse. Cependant, les analyses au laboratoire nous donnent une texture sablo-argileuse peu limoneuse. Cette variation peut-être due à la période d'échantillonnage (hivers) où le sol était très saturé en eau ce qui influe sur l'apparence du sol. Tandis qu'au laboratoire, les échantillons sont séchés ce qui permet de traiter le sol dans son état naturel.

Les résultats de la conductivité électrique des sols nous ont permis de classer les sols de Dayet Oum Souid comme étant un sol très salé (Durand, 1983). Les résultats de la CE sont expliqués par une évaporation supérieure à la précipitation (Kaboul, A. 2016). C'est ainsi, Massoumi (1968) raconte que la salinisation est due à la géomorphologie de sol pendant une certaine période géologique. Des études similaires sur les sols du Chott Oum El Ranneb et Chott Ain El Beida rapportent que ces sols sont extrêmement salés, et très chargés en sels solubles. Cette salinisation provient de l'altération d'une roche mère salée ou de la présence d'une nappe d'eau de surface dans les parties inférieures du chott et sebkha induite à la salinisation très intense, ce qui entraîne la formation de saumures et croûtes de sel (Koull,2015). En effet, le caractère de la salinité des sols peut varier d'une façon quantitative et qualitative surtout en présence d'un plan d'eau en relation étroite avec la dynamique des nappes saumâtres imposées par les conditions géomorphologiques et climatiques de la région (Khadraoui, 2007).

Par ailleurs, les valeurs de la CE des eaux du lac montre une moyenne de 6465,55 $\mu\text{S}/\text{cm}$, dépassant dans la majorité les normes de l'OMS ($> 2800 \mu\text{S}/\text{cm}$). Ceci indique qu'elles sont considérées comme salées. Selon Hade (2003), la conductivité de l'eau serait influencée par divers facteurs naturels et anthropiques comme la géologie du bassin versant, la température, l'évaporation de l'eau et les variations du débit des apports qui alimentent les lacs et les apports d'eau d'origine domestique. En effet, elle varie en fonction de la température, et elle est étroitement liée à la concentration des substances dissoutes et à leur nature. Or, si les sels minéraux sont, dans l'ensemble, de bons conducteurs il ne faut pas perdre de vue que les matières organiques et colloïdales n'ont que peu de conductivité. En conséquence, dans les cas des eaux résiduaires, cette mesure ne donnera pas forcément une idée immédiate de la charge du milieu. Dans une étude menée sur les eaux de Sebkhet El-

Mellah (El-Goléa), Oulad hadj youcef et Djaaroune (2018) ont constaté, de même, que les eaux de cette zone humide sont caractérisées par une salinité très élevée (CE=3361.943 $\mu\text{S}/\text{cm}$).

Pour le pH, les résultats montre que le sol Dayet Oum Souid à un pH compris généralement entre 7.6 à 8.2. Selon Aubert (1978), ces valeurs nous amenèrent à considérer que ce sont des neutres à moyennement alcalins. En effet, le pH des sols considéré salés où la conductivité est égale ou supérieur à (3000 $\mu\text{S}/\text{cm}$), cette salinité est dite de type neutre quand elle est due à des sels de bases et d'acides forts (chlorures, sulfates, de sodium, de calcium, de magnésium), reste inférieur à 8,5 et le sol est moyennement alcalin. (Rechachi et Miled, 2010). Néanmoins, les valeurs de les pH des eaux de Dayet Oum Souid varient de moyennement alcalin à fortement alcalin (8.8-9.6). Ceci peut être dû à des divers facteurs tels que la pauvreté en MO ou la salinité élevée (Grünberger, 2015). C'est ainsi, Oulad hadj youcef et Djaaroune (2018) ont rapporté que pour les eaux de Sebkheth El-Mellah, les valeurs du pH varient d'acide à légèrement alcalin (4.93-7.35).

Les résultats de la matière organique montre que le sol est moyennement riche en M.O. (Aubert, 1978). D'une manière générale, le taux de matière organique dans les zones arides est généralement faible <1% (HALTIM 1988). Néanmoins, la variation spatiale notée dans cette présente étude peut être liée au couvert végétal caractéristique de la zone humide. Bien que, la richesse organique diminue progressivement à travers le profil tout au long de la zone. D'après (Dabin.1970), une bonne teneur en matière organique dans un sol sableux doit être supérieure à 11 %. Cependant, Les sols des stations (le chott de Oum El Ranneb), sont moyennement riches, (lac Hassi Ben Abdallah et Ain El Beida) riches en matière organique. Les sols sahariens sont réputés pour être, dans leur ensemble, pauvres en matière organique (M.O) et en éléments minéraux indispensables aux végétaux. Cette faible teneur résulte de la rareté de la végétation et de sa faible biomasse. La richesse des sols des zones humides étudiées en MO est due à la présence des débris végétaux et animaux, ainsi que les rejets des déchets solides et liquides (eaux usées) dans ces milieux (Daoud et Bouhnik, 2016).

D'autre part, les sols de Dayet Oum-Souid varient de non calcaires, peu calcaires à moyennement calcaires (Baize, 2000). Selon Legros (2007), les sols moyennement calcaires ont un pH relativement alcalin. Ce taux explique la faible teneur en matière organique du sol étudié. Cependant, le taux de calcaire est faible ne dépasse pas 10% dans les sols des stations Oued El N'sa et M'Rara, ces sols sont considérés comme des sols faiblement calcaires. Il est

souvent admis que lorsque la quantité du calcaire dans le sol augmente, celle du gypse diminue et vice versa (Kaboul, 2016). En outre, le faible taux de calcaire est dû à la texture de sol où la fraction sableuse est la plus dominante (Baize, 2000).

Les données relatives à l'oxygène dissous montrent une concentration moyenne de 43.489 mg/L. Ceci indique que l'eau est de bonne qualité selon les normes de (S.E.E.E, 2007) qui rapportent pour les lacs que, si la concentration de l'oxygène dissous est supérieure à 7 mg/L, l'eau est considérée dans ce cas-là comme excellente eau. D'après Aminot et Chaussepied (1983), la quantité d'oxygène d'un écosystème aquatique dépend des facteurs naturels comme la température, la salinité, la pression atmosphérique, la turbulence et les processus biologiques. Il est admis que des teneurs inférieures à 4 mg/L indiquent une eau de mauvaise qualité ou polluée (Wetzel, 1983). Cependant, la concentration en oxygène la plus élevée est notée au niveau des berges nord du Sebket El-Mellah, estimée à 4,06 mg/l, la rendant comme une eau de mauvaise qualité (Oulad hadj youcef et Djaaroune, 2018).

Conclusion

Conclusion

Le lac de Dayet Oum Souid, notre objectif d'étude, se localise au Sud de la Daïra de Metlili à environ 160 km et administrativement fait partie à la commune de Mansoura. Cet endroit est une zone humide naturelle temporelle non classée, alimentée par Oued Zergoun, renferme une biodiversité faunistique et floristique importante.

Ce travail a pour but de montrer l'intérêt et les potentialités ce lac, de savoir la lithologie et de le cartographier par une contribution à l'étude de variabilité spatiale des paramètres physico-chimiques des sols et des eaux de ce lac.

L'observation des profils réalisés sur terrain a donné une texture argileuse par contre les analyses granulométriques ont montré une texture sableuse

Les résultats des analyses physico-chimiques du sol montrent un pH légèrement alcalin de moyen environ 8 avec un coefficient de variabilité faible de 4.66% marqué entre les trois horions, une conductivité électrique de valeur comprise entre 1000 et 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ce qui montre l'aspect salé dominant de ce sol avec une très grande variation enregistré entre les trois horions (81.66%), une teneur en matière organique moyenne (0.965 %) avec un coefficient de variabilité de 59.02% entre les horizons étudiés et un taux de calcaire total non-peut à moyennement calcaire (2.7% et 7.3%). Ainsi que les analyses *in situ* d'eau montrent un pH fortement alcalin avec un moyen de 8.7 avec une variation faible (CV= 5.82%), une conductivité électrique assez élevées (6465.54 $\mu\text{S}/\text{cm}$) avec la variabilité aussi faible (CV= 6.46%) et un taux d'oxygène élevé estimé de 43.48 mg/L avec un coefficient de variation de 47.41%. Ces résultats sont représentés et interpolés sous forme des cartes de variabilité spatiale.

La carte pédologique et géologique réalisées sur ce site montre que Dayet Oum Souid est caractérisé par une classe pédologique appartenant aux Lepto-Lithosols et de dunes de sable et à une époque géologique Cénozoïque ou Tertiaire.

Pour conclure, des études plus approfondies sur la zone de Dayet Oum Souid seraient intéressantes, en faisant intégrer d'autres paramètres des eaux et des sols et en analysant les la richesse faunistique et floristique caractérisant la zone humide.

Références bibliographiques

- **Alizieu c, (1989)** : l'eau milieu de culture. In aquaculture. 2eme ed tec et doc, tome 1, édition C.N.E.X.O franc, p : 395.
- **A.n .r .h., 2007.** Notes relatives aux ressources en eau souterraines de la wilaya Ghardaïa
- **Aubert g., 1960** : les sols de la zone aride, étude de leur formation, de leurs caractères, de leur conservation. Actes coll. Unesco de paris sur les problèmes de la zone aride, pp = 127- 150.
- **Aubert g., 1978** : méthodes d'analyses des sols. Edit : c.r.d.p., Marseille, 191p.
- **A.-v. Parisot.** — la région entre Ouargla et El-Goléa. Lignes d'eau (bulletin de la société de géographie, février 1 8 8 0) .
- **Baize, d. (1988).** Guide des analyses courantes en pédologie (éd. Inra). Paris.
- **Baize, d. 2000.** Guide des analyses en pédologie, choix-expression, présentation Interprétation. 2eme Ed INRA, Paris, 257p.
- **Boumezber a., 2004** –écologie et biologie de la reproduction de l'herminette à tête blanche oxyuraleucocephala et du fuligule nyroca *aythyanyrocas* sur le lac Tonga et le lac des oiseaux, est algérien. Memo de doctorat, université Montpellier, 254 p.
- **Catalisano a., 1986** – le désert saharien, éd. Bruno Masson et Cie, paris, 127p.
- **Chehma, a. (2005).** Étude floristique et nutritive des parcours camelins du Sahara septentrional algérien cas des régions d'Ouargla et Ghardaïa. PhD. Université d'Annaba
- **Cowardin, I. M. V., Carter, f., Golet, c., Laroe, e. T., 1979.** Classification of wetlands and Deepwater habitat of the United States, fws/obs-79/31. Washington, d. C. U. S. Fisher and wildlife service, 131 p.
- **Daoud et Bouhnik, 2016.** Contribution à l'étude des sols dans les zones humides de la cuvette d'Ouargla.
- **Devillers j, Squilbin m, Yourassowsky c, (2005):** qualité physicochimique et chimique des eaux de surface, institut bruxellois pour la gestion de l'environnement.
- **Durand j.h. (1983)** – les sols irrigables, étude pédologique. Ed. Département de géographie de l'université de paris – sorbonne, 389p
- **Gaagai a., 2009** : étude hydrologique et hydro chimique du bassin versant du barrage de Babar sur oued el arabe région est de l'Algérie. Mémoire de magistère en hydraulique, université de Batna, 108p.

- **Gausсен, h., & Lauer, w. (1961).**a propos des diagrammes climatiques [withentgegnung]. *Erdkunde*, 73-75.
- **Gendronneau m., 2006 :** étude des secteurs du Croisic et de pen-be : estimation des apports continentaux et évaluation des stocks conchyliques. Programme de surveillance et évaluation de l'état des eaux littorales. Edition Ifremer, 267p.
- **Halitim A., 1988:** sols des régions arides d'Algérie. Opu, Alger, 384 p
- **Hecker N, Cosfra l t, Farinha j c & Tomas vives p. 1996.** Inventaire des zones humides méditerranéennes : collecte des données. Publication medwet/wetlands international/institut da conservacao da natureza. Volume ii, lisbonne. 99p.
- **Koull.N, 2015 :** Étude phytoécologique spatiotemporelle des zones humides du Nord-est du Sahara septentrional algérien (Région de Ouargla et de l'Oued Righ), université de Kasdi Merbah –Ouargla, Mémoire doctorat p165
- **Kaboul.A, 2016** Étude des croûtes biologiques des sols des zones arides (cas De la région d'Ouargla et la région de El 'Oued), université de Kasdi Merbah – Ouargla, Master Académique p83
- **Lu, g. Y., & Wong, d. W. (2008).** An adaptive inverse-distance weighting spatial interpolation technique. *Computers & geosciences*, 34(9), 1044-1055.
- **Legros, J.P.2007.** Les grands sols du monde. Presses polytechniques et universitaires romandes. Espagne. 574 p
- **Legros, J. P. (1996).** Cartographies des sols: de l'analyse spatiale à la gestion des territoires (Vol. 10). PPUR presses polytechniques.
- **Mathieu, C., Pieltain, F. (1998).** Analyse physique des sols. Paris: Lavoisier tec & doc.p265
- **Mathieu, C., Pieltain, f., et Jeanroy, e. (2003).** Analyse chimique des sols: méthodes choisies. Tec & doc.p376
- **Pearce F & Crivelli A J. 1994.** Caractéristiques générales des zones humides méditerranéennes. Bouklet Med Wet / tour de valat, n° 1, France. 88p.
- **Oulad hadj youcef et Djaaroune, 2018.** La cartographie de la vulnérabilité a la pollution des eaux de sebkhet el melah (région d'El-Goléa).
- **Ozenda p., 1991 :** Flore de Sahara. 3eme édition paris, éditions du Cnrs. 662 p.
- **Ozenda, p. (1977).** Flore du Sahara (2nd éd.). Paris: centre national de la recherche scientifique 630

- **Quezel, p. (1979).** La région méditerranéenne française et ses essences forestières, signification écologique dans le contexte circumméditerranéen. Forêt méditerranéenne
- **Ramsar.(2010).** Inscription de Sites Ramsar : Cadre stratégique et lignes directrices pour orienter l'évolution de la Liste des zones humides d'importance internationale de la Convention sur les zones humides. Manuels Ramsar pour l'utilisation rationnelle des zones humides, 4e édition, vol. 17. Secrétariat de la Convention de Ramsar, Gland, Suisse.
- **Rodier j ; (.1984).** l'analyse de l'eau ; paris
- **Rolland, G. (1890).** Géologie du Sahara Algérien, et aperçu géologique sur le Sahara, de l'océan Atlantique à la Mer Rouge: texte: extrait des documents relatifs à la mission de Laghouat, El-Goléa, Ouargla, Biskra:(rapport géologique); Hydrologie du Sahara Algérien: texte: extrait les. (rapport hydrologique). Imprimerie nationale p 438

Annexe

Annexe 1: Protocole utilisée au laboratoire

Protocole de mesure pH de sol (pH-eau).

Mode opératoire : (Mesure du pH-eau (1/5))

- Peser 20g de terre (<2mm) séchée à 40C° dans un bécher. Ajouter 50ml de solution d'eau déminéralisée et Agiter durant 2 h par l'agitateur rotatif.
- Laisser reposer 2 h. plonger l'électrode dans le liquide surnageant et effectuer le messer. Laisser la lecture se stabiliser durant plusieurs secondes.

Protocole de mesurés la conductivité électrique (Mesure par l'extrait aqueux 1/5)

Mode opératoire :

- Peser 50g de sol sec tamisé à 2 mm
- Introduire dans un flacon bouché de 1000ml.
- Ajouter 25ml d'eau déminéralisée
- Agiter durant 2 h par l'agitateur rotatif.
- Laisser reposer jusqu'à ce qu'il y ait sédimentation de la terre.
- Transvaser le liquide surnageant dans un bécher de 250 ml.
- Faire les mesures Conductimétrie

Dosage de calcaire total

Réactifs :

- Eau déminéralisée
- Acide chlorhydrique technique (HCL)
- Carbonate de calcium (CaCO₃), anhydre ; c'est dire séché à l'étuve à 200°C°durant 2 heures puis refroidi au des dessiccateurs.

Mode opératoire :

- peser à 0.01g près un poids P (0.25 à 10g) de terre passée au tamis à mailles de 2 mm, et l'introduire dans une fiole à doigt.

- Le poids P doit être choisi de façon à ce que le dégagement de gaz carbonique, d'une part ne soit pas supérieur au volume du tube gradué, d'autre part soit suffisamment grand pour que la lecture de son volume se fasse avec une bonne précision (de 10 à 40ml, par ex).
- En pratique, il est commode de faire un test rapide pour estimer la richesse du sol en calcaire ; une petite quantité de terre est mise dans un verre de montre et on ajoute un peu d'acide chlorhydrique au demi-contenu dans une pissette.

Calculs :

Afin d'éviter les corrections de T° on peut étalonner l'appareil chaque jour avant chaque série de mesures avec 0.3g de carbonate de calcium par le même procédé que les mesures proprement dites ; soit V4 le volume de CO2 obtenu. Mais ce procédé est long.

Le pourcentage de calcaire est alors calculé d'après la relation suivante :

$$0.3/V4 = Px/V3100$$

$$X = 30 V3/V4P \quad \text{dans laquelle } x = \% \text{ de carbonate de calcium}$$

P : prise d'essai en g

V3 : volume de CO2 en ml dégagé par le carbonate de calcium contenu dans la prise de terre P,

V4 : volume de CO2 en ml dégagé par 0,3 g de carbonate de calcium.

Pour que le résultat soit correct, il est nécessaire que V3 et V4 soient du même ordre de grandeur

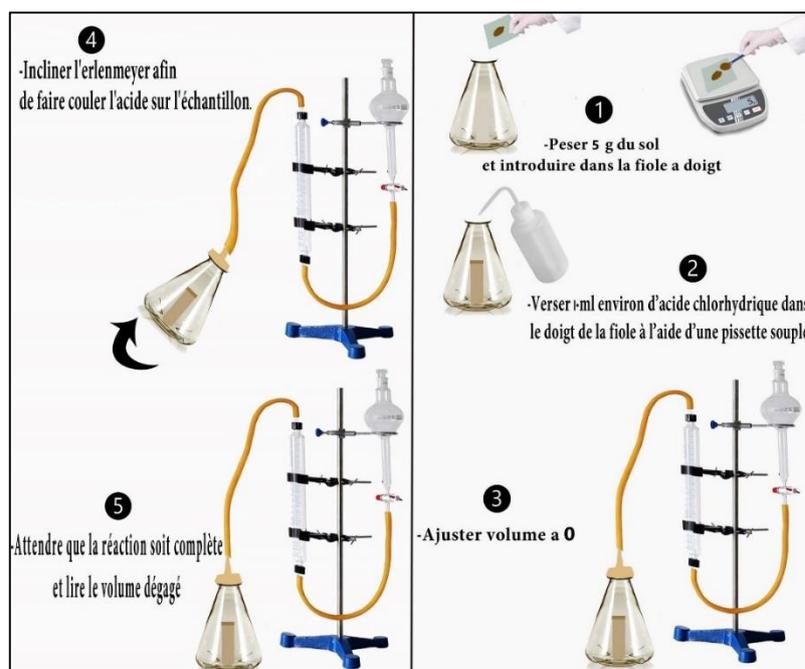


Fig.1. Schéma de protocole d'analyse de calcaire total

Méthode walkley et black modifiée :

Réactif :

- Eau déminéralisé
- Acide sulfurique (H_2SO_4)
- Bichromate de potassium p.a ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$)
- Sulfate d'ammonium-fer(II) hexahydraté ($(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_6 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) <sel de mohr>
- Phénantroline 1-10 ($\text{C}_{12}\text{H}_8\text{N}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$)

❖ Préparations des solutions :

- **Solution d'acide sulfurique (H_2SO_4) 0.25 mol.L⁻¹**

Dans une fiole jaugée de 2000ml contenant environ 900 ml d'eau déminéralisée ; ajouter lentement 28 ml d'acide sulfurique. Ajuster au volume. Homogénéiser.

- **Solution de Bichromate de potassium ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$), 0.1666 mol.L⁻¹ :**

Dans une fiole jaugée de 1000ml contenant environ 700 ml d'eau déminéralisée ; dissoudre 49.00g de Bichromate de potassium. Ajuster au volume. Homogénéiser.

- **Solution de sulfate d'ammonium-fer(II) hexahydraté ((NH₄)₂ Fe(SO₄)₂, 6H₂O) *sel de Mohr*.0.5mol.L⁻¹ :**

Dans une fiole jaugée de 2000ml contenant environ 1000 ml d'acide sulfurique ; dissoudre 392.160g de sel Mohr. Ajuster au volume avec la solution d'acide sulfurique. Homogénéiser. Se conserve au maximum 2 semaines.

- **Féroïen (indicateur rédox) :**

Dans une fiole jaugée de 100ml contenant environ 90 ml d'eau déminéralisée ; dissoudre 0.974g de* sel Mohr* et 1.485g de phénantroline 1-10. Ajuster au volume. Homogénéiser.

❖ **Mode opératoire :**

- Peser P g de terre broyée, séchée et tamisée à 2 et verser d'une fiole conique
- A la réaction de l'excès de bichromate avec le sel de mohr ; il faut que la chute de ce dernier dans la burette soit compris entre 8 et 14 ml. Tout échantillon dont le premier dosage aurait donné une chute inférieure à 8 ou supérieure à 14 ml de solution se sel de mohr sera recommencé.
- D'une manière générale pour la plus part des sols les prises d'essai varient de 0.25 à 2.50 g pour les horizons de surfaces et de 2 à 10 g pour les horizons profonds
- Mettre la prise d'essai dans une fiole conique de 300ml
- Ajouter 10ml de la solution de bichromate de potassium à la pipette. Agiter la fiole d'un mouvement de va-et-vient doucement
- Verser d'un coup, avec l'éprouvette de 20 ml d'acide sulfurique dans la suspension. agiter pendant 1mn. Laisse reposer 30mn. Ainsi l'oxydation peut se développer. Au bout de 30 mn ajouter 150 ml d'eau déminéralisée pour stopper la réaction.

❖ **Calcule :**

- carbone en g pour 100g de terre

P: poids de la prise de terre en g

V: volume versés de solution de sel de Mohr

t : la concentration de sel de Mohr ($t = \frac{10}{T}$)

T : ml versé de solution de sel de Mohr pour le témoin

T' : T'= 10ml (quantité oxydation + excès) le volume de bichromate de potassium

➤ **Matière organique :**

Comme la matière organique ne reforme que 58% de carbone, il faut multiplier le % de C

par le facteur $\frac{100}{58} = 1.724$ pour avoir le % de M.O

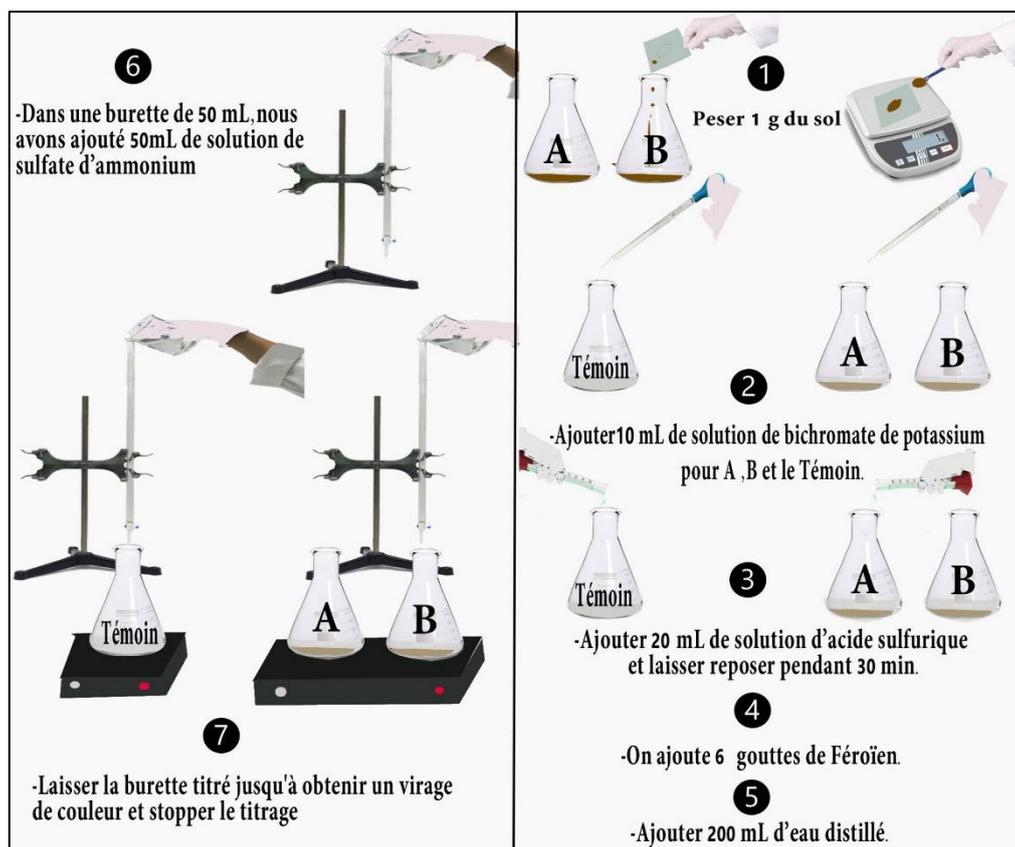


Fig.2.schéma de protocole de matière organique

Analyse de la granulométrie

Mode opératoire

- 50g de sol pesés, séchés à l'air et tamisés sur un maillage de 2 mm
- Le sol, une fois pesé, est placé dans un bécher de 1litre et la tenure en MO présent est éliminée par l'attaque avec de l'eau oxygénée concentrée.
- En même temps, éliminez les carbonates agissant comme agent de cimentation en les attaquant au moyen de Hcl.

- Dans l'éprouvette, ajoutez 100 ml de la l'hexamétaphosphate de sodium. Et batter durant une minute jusqu'à ce que les particules soient bien séparés , compléter à 1 litre , ensuite agiter à nouveau pendant une minute pour homogénéiser le contenu
- l'éprouvette est laissée sur la table en même temps que le chronomètre est déclenché.
- Le densimètre est soigneusement introduit dans la dispersion et quarante secondes après la cessation de l'agitation, notez :
 - a- Mesure du densimètred
 - b- Température en degrés centigrades de la dispersion.....t
 - c- Heure à laquelle le brassage a cessé
- Retirer l'hydromètre de la suspension, remuez à nouveau pendant une minute et laissez-le reposer. deux heures après la fin de l'agitation, hydromètre est rendu, en notant :
 - a) Mesure du densimètre.....d'
 - b) Température en degrés centigrades de la dispersion.....t'

Calcule :

Une fois que les valeurs d.d' .t et .t' sont connues, elles sont substituées dans les formules suivants :

$$X' = (d + ((t - 20) * 0.36)) * (100/p) = \% \text{ limon} + \text{argile}$$

$$Y = (d' + ((t' - 20) * 0.36)) * (100/p) = \% \text{ d'argile}$$

$$X - Y = \% \text{ limon}$$

$$100 - X = \% \text{ de sable}$$

P= poids de sol en grammes

0.36=facteur de correction en degré de différence de température. On suppose que la température de contraste du densimètre de bouyoucos est 20°C

Annexe 2 : Normes d'analyse le sol et l'eau

Tableau 1 : Classe de la qualité des sols selon l'échelle de Durand J.H. (1983)

Classe	CE en $\mu\text{s}/\text{cm}$ à 25 °C	Qualité des sols	Effet sur le rendement
Classe I	0 à 500	Non salé	Négligeable
Classe II	500 à 1000	Légèrement salé	Diminution du rendement des cultures très sensibles au sel
Classe III	1000 à 2000	Salé	Diminution des rendements de la plus part des cultures
Classe IV	2000 à 4000	Très salé	Seules les cultures résistantes donnent un rendement satisfaisant
Classe V	Plus de 4000	Extrêmement salé	Seules quelques cultures donnent des rendements satisfaisants

Tableau 2 : Echelle d'interprétation de pH -extrait 1/2,5 (Aubert, 1978)

pH	Interprétation
> 9	Sols très alcalins
8,5 < pH < 9	Sols fortement alcalins
7,9 < pH < 8,4	Sols moyennement alcalins
7,4 < pH < 7,8	Sols légèrement alcalins
6,6 < pH < 7,3	Sols très légèrement acides
6,0 < pH < 6,5	Sols légèrement acides
5,6 < pH < 6	Sols moyennement acides
5,0 < pH < 5,5	Sols fortement acides
4,5 < pH < 5	Sols très fortement acides
< 4,5	Sols extrêmement acides

Tableau 3 : Appréciation de la teneur en matière organique (AUBERT, 1978).

Matière organique %	Nom de classe
Inférieur à 1	Sol pauvre en MO
1à2%	Sol moyennement riche en MO
2à3%	MO
Supérieur à 3%	Sol riche en MO
	Sol très riche en MO

Tableau4 : calcaire total (Baise, 2000)

CaCO3 total	Horison
CaCO3 < 1	Horison non calcaire
1 < CaCO3 < 5	Horison peu calcaire
5 < CaCO3 < 25	Horison modérément calcaire
25 < CaCO3 < 50	Horison fortement calcaire
50 < CaCO3 < 80	Horison très calcaire
80 < CaCO3	Horison excessivement calcaire

Tableau 05 : Normes d'analyse pH d'eau(O.M.S)

pH < 5	- acidité forte, pH coca cola = 3, pH jus d'orange = 5 - présence d'acide minéral ou organique dans les eaux naturelles
pH = 7	pH neutre
7 < pH < 8	neutralité approchée, majorité des eaux de surfaces
5.5 < pH < 8	eaux souterraines
pH > 8	alcalinité

Tableau 07 : Normes d'analyse CE d'eau (KNAFOMSUE)

c = 0.005 mS/cm	eau déminéralisée
10 < c < 80 mS/cm	eau de pluie
30 < c < 100 mS/cm	eau peu minéralisée, domaine granitique
300 < c < 500 mS/cm	eau moyennement minéralisée, domaine des roches carbonatées (karst)
500 < c < 1000 mS/cm	eau très minéralisée, saumâtre ou saline
c > 30000 mS/cm	eau de mer

Tableau 08. Normes d'analyse oxygène sessu (S.E.E.E)

O₂ dissous mg/l	DBO₅ mg O ₂ /l	DCO mg O ₂ /l	NH₄⁺ mg NH ₄ ⁺ /l	Phosphore total mg P/l	Colliformes fécaux par 100 ml
> 7	< 3	< 20	< 0,1	< 0,1	< 20
7 - 5	3 - 5	20 - 25	0,1 - 0,5	0,1 - 0,3	20 - 2000
5 - 3	5 - 10	25 - 40	0,5 - 2	0,3 - 0,5	2000 - 20
3 - 1	10 - 25	40 - 80	2 - 8	0,5 - 3	> 20 000
< 1	> 25	> 80	> 8	> 3	-

Anexe 3 : analyse statistiques

Tableau.09 Résultats d'analyse du calcaire total.

point	-30	-60	-90
3	12,2	10,5	11,68
5	4,53	0,85	1,8
17	10,6	0,29	0
18	13,6	1,26	0
19	1,98	0,35	0,15
21	1,16	3,4	2,83

Tableau 10:corrélation

Correlations (Résultats global)												
Marked correlations are significant at $p < ,05000$												
N=22 (Casewise deletion of missing data)												
Variable	pH 0-30	pH 30-60	pH 60-90	CE 0-30	CE 30-60	CE 60-90	MO 0-30	MO 30-60	MO 60-90	pH eau	O2 eau	CE eau
pH 0-30	1,0000	,8543	,6311	-,3002	-,2055	-,1559	,0196	-,2565	-,0085	-,0120	,0611	,1768
	p= ---	p=,000	p=,002	p=,175	p=,359	p=,489	p=,931	p=,249	p=,970	p=,958	p=,787	p=,431
pH 30-60	,8543	1,0000	,8384	-,2934	-,3402	-,2743	,0276	-,1046	,1230	-,1482	-,0798	,1548
	p=,000	p= ---	p=,000	p=,185	p=,121	p=,217	p=,903	p=,643	p=,586	p=,510	p=,724	p=,492
pH 60-90	,6311	,8384	1,0000	-,1802	-,3792	-,2360	-,0951	-,0134	-,0121	-,1401	-,0540	,2262
	p=,002	p=,000	p= ---	p=,422	p=,082	p=,290	p=,674	p=,953	p=,957	p=,534	p=,811	p=,311
CE 0-30	-,3002	-,2934	-,1802	1,0000	,8274	,7732	,0885	,4228	,1933	-,6434	-,1586	,1714
	p=,175	p=,185	p=,422	p= ---	p=,000	p=,000	p=,695	p=,050	p=,389	p=,001	p=,481	p=,446
CE 30-60	-,2055	-,3402	-,3792	,8274	1,0000	,9047	,3873	,3347	,0461	-,5993	-,0498	,0757
	p=,359	p=,121	p=,082	p=,000	p= ---	p=,000	p=,075	p=,128	p=,839	p=,003	p=,826	p=,738
CE 60-90	-,1559	-,2743	-,2360	,7732	,9047	1,0000	,2349	,2787	,0045	-,4823	,0229	,2728
	p=,489	p=,217	p=,290	p=,000	p=,000	p= ---	p=,293	p=,209	p=,984	p=,023	p=,919	p=,219
MO 0-30	,0196	,0276	-,0951	,0885	,3873	,2349	1,0000	,3820	,1010	-,3371	-,0316	-,1135
	p=,931	p=,903	p=,674	p=,695	p=,075	p=,293	p= ---	p=,079	p=,655	p=,125	p=,889	p=,615
MO 30-60	-,2565	-,1046	-,0134	,4228	,3347	,2787	,3820	1,0000	,3663	-,4306	-,2391	,0957
	p=,249	p=,643	p=,953	p=,050	p=,128	p=,209	p=,079	p= ---	p=,094	p=,045	p=,284	p=,672
MO 60-90	-,0085	,1230	-,0121	,1933	,0461	,0045	,1010	,3663	1,0000	-,3081	-,4332	,1318
	p=,970	p=,586	p=,957	p=,389	p=,839	p=,984	p=,655	p=,094	p= ---	p=,163	p=,044	p=,559
pH eau	-,0120	-,1482	-,1401	-,6434	-,5993	-,4823	-,3371	-,4306	-,3081	1,0000	,3883	,0621
	p=,958	p=,510	p=,534	p=,001	p=,003	p=,023	p=,125	p=,045	p=,163	p= ---	p=,074	p=,784
O2 eau	,0611	-,0798	-,0540	-,1586	-,0498	,0229	-,0316	-,2391	-,4332	,3883	1,0000	-,4916
	p=,787	p=,724	p=,811	p=,481	p=,826	p=,919	p=,889	p=,284	p=,044	p=,074	p= ---	p=,020
CE eau	,1768	,1548	,2262	,1714	,0757	,2728	-,1135	,0957	,1318	,0621	-,4916	1,0000
	p=,431	p=,492	p=,311	p=,446	p=,738	p=,219	p=,615	p=,672	p=,559	p=,784	p=,020	p= ---

Le coefficient de variabilité : Cinq classes basées sur la valeur de CV, sont proposées par NOLIN et al ,1997 in MATHIEU2009 pour qualifier l'intensité de la variabilité des sols

Intensité de la variabilité	Coefficient de variabilité
Faible	<15
Modérée	15-35
Elevée	35-50
Très élevée	50-100
Extrêmement élevée	>100

- **Le coefficient de variation (CV)**

Le coefficient de variation est une mesure relative de la dispersion des données autour de la moyenne. Le coefficient de variation se calcule comme le ratio de l'écart-type rapporté à la moyenne, et s'exprime en pourcentage. Il permet de comparer le degré de variation d'un échantillon à un autre, même si les moyennes sont différentes.

$$CV = \frac{s}{\bar{x}} * 100\%$$

Où se représente l'écart-type de l'échantillon et \bar{x} , la moyenne de l'échantillon.

Lorsque l'écart-type et la moyenne proviennent des mesures répétées sur un même individu (par exemple, les performances d'un athlète au cours de différentes compétitions sportives), le coefficient de variation devient une mesure importante de la fiabilité.

Annexe 4 : les données climatiques

Tableau 11 : les données climatique de région Ghardaïa (1984-2017) ONM

	T (C°)	TM (C°)	Tm (C°)	PP (mm)		V (Km/h)
Janvier	11,31	18,02	5,24	14,57		2,58
Février	13,10	19,85	6,61	2,08		2,4
Mars	17,47	24,82	10,25	8,06		3,14
Avril	21,79	29,63	13,90	8,29		3,51
Mai	26,48	34,36	18,59	3,09		3,46
Juin	31,32	38,78	23,29	3,40		3,1
Juillet	34,28	41,43	27,16	2,77		2,6
Août	31,66	40,99	26,42	3,74		2,34
Septembre	29,68	36,62	22,09	20,58		2,78
Octobre	23,76	30,82	17,07	10,27		2,55
Novembre	16,59	23,77	10,23	7,21		2,61
Décembre	12,14		18,58	6,39	5,79	3,87
	22,46		29,81	15,60	89,85	2,91

Annexe 05 : Critères et classification de Ramsar

Critères d'identification des zones humides d'importance internationale

<p>Groupe A des critères</p> <p>Sites contenant des types de zones humides représentatifs, rares ou uniques</p>		<p>Critère 1 : Une zone humide devrait être considérée comme un site d'importance internationale si elle contient un exemple représentatif, rare ou unique de type de zone humide naturelle ou quasi naturelle de la région biogéographique concernée.</p>
<p>Groupe B des critères</p> <p>Sites d'importance internationale pour la conservation de la diversité biologique</p>	<p>Critères tenant compte des espèces ou des communautés écologiques</p>	<p>Critère 2 : Une zone humide devrait être considérée comme un site d'importance internationale si elle abrite des espèces vulnérables, menacées d'extinction* ou gravement menacées d'extinction* ou des communautés écologiques menacées.</p>
	<p>Critères tenant compte des espèces ou des communautés écologiques</p>	<p>Critère 3 : Une zone humide devrait être considérée comme un site d'importance internationale si elle abrite des populations d'espèces animales et/ou végétales importantes pour le maintien de la diversité biologique d'une région biogéographique particulière.</p>
	<p>Critères tenant compte des espèces ou des communautés écologiques</p>	<p>Critère 4 : Une zone humide devrait être considérée comme un site d'importance internationale si elle abrite des espèces végétales et/ou animales à un stade critique de leur cycle de vie ou si elle sert de refuge dans des conditions difficiles.</p>
	<p>Critères spécifiques tenant compte des oiseaux d'eau</p>	<p>Critère 5 : Une zone humide devrait être considérée comme un site d'importance internationale si elle abrite, habituellement, 20 000 oiseaux d'eau ou plus.</p>
	<p>Critères spécifiques tenant compte des oiseaux d'eau</p>	<p>Critère 6 : Une zone humide devrait être considérée comme un site d'importance internationale si elle abrite, habituellement, 1% des individus d'une population d'une espèce ou sous-espèce d'oiseau d'eau.</p>
	<p>Critères spécifiques tenant compte des poissons</p>	<p>Critère 7 : Une zone humide devrait être considérée comme un site d'importance internationale si elle abrite une proportion importante de sous-espèces, espèces ou familles de poissons indigènes, d'individus à différents stades du cycle de vie, d'interactions interspécifiques et/ou de populations représentatives des avantages et/ou des valeurs</p>

		des zones humides et contribue ainsi à la diversité biologique mondiale.
		Critère 8 : Une zone humide devrait être considérée comme un site d'importance internationale si elle sert de source d'alimentation importante pour les poissons, de frayère, de zone d'alevinage et/ou de voie de migration dont dépendent des stocks de poissons se trouvant dans la zone humide ou ailleurs
	Critères spécifiques tenant compte d'autres taxons	Critère 9 : Une zone humide devrait être considérée comme un site d'importance internationale si elle abrite régulièrement 1 % des individus d'une population d'une espèce ou sous-espèce animale dépendant des zones humides mais n'appartenant pas à l'avifaune.

Système Ramsar de classification des types de zones humides

Tableau des caractéristiques des types de zones humides

Zones humides marines / côtières

Eau salée	Permanente	< 6 m de prof.	A
		Végétation submergée	B
		Récifs coralliens	C
	Rivage	Rocheux	D
		Sable fin, grossier ou galets	E
Eau salée ou saumâtre	Étendue intertidale	Vasière, banc de sable ou terre salée	G
		Marais	H
		Zone boisée	I
	Lagunes	J	
	Eaux estuariennes	F	
Eau salée, saumâtre ou douce	Souterraine	Zk(a)	
Eau douce	Lagunes	K	

Zones humides continentales :

Eau douce	Eau courante	Permanente	Rivières, cours d'eau, ruisseaux	M	
			Deltas	L	
			Sources, oasis	Y	
	Lacs et mares	Saisonniers /intermittents	Rivières, cours d'eau, ruisseaux	N	
			Permanents	> 8 ha	O
				< 8 ha	Tp
	Marais sur sols inorganiques	Saisonniers /intermittents	> 8 ha	P	
			< 8 ha	Ts	
			Permanents	Dominés par des plantes herbacées	Tp
	Permanents/ Saisonniers / intermittents	Dominés par des buissons		W	
		Dominés par des arbres		Xf	
	Marais sur sols tourbeux	Permanents	Dominés par des plantes herbacées	Ts	
			Non boisés	U	
			Boisés	Xp	
Marais sur sols inorganiques ou tourbeux	Haute altitude (alpins)		Va		
		Toundra	Vt		
Eau salée, saumâtre ou alcaline	Lacs	Permanents	Q		
		Saisonniers/intermittents	R		
	Marais & mares	Permanents	Sp		
		Saisonniers /intermittents	Ss		
Eau douce, salée, saumâtre ou alcaline	Géothermique			Zg	
	Souterraine			Zk(b)	