

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

جامعة عمّار ثليجي بالأغواط

UNIVERSITE AMAR TELIDJI LAGHOUAT

كلية العلوم

FACULTE DES SCIENCES

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



Mémoire de MASTER

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie.

Filière : Ecologie et environnement.

Option : Ecologie et environnement.

THEME

Contribution à l'évaluation de la qualité des sols de la forêt
d'Ouarène Madna commune d'Oued M'zi (Laghouat, Algérie).

Présenté par :

Rabhi Oumeima Bouchra

Soutenu publiquement, le 26/10/2020, devant le jury composé de :

Chaibi Rachid	MCA	Président	Université Amar Telidji, Laghouat
Benaceur Farouk	MCB	Examineur	Université Amar Telidji, Laghouat
Youcef Mustapha	MAA	Encadreur	Université Amar Telidji, Laghouat
Mechraoui Choib	Prof associé	Co-encadreur	Université Amar Telidji, Laghouat

Année Universitaire 2019/2020.

Dédicace

Avant tout, je remercie DIEU le tout puissant de m'avoir accordé la force et le courage pour réaliser ce modeste travail, atteindre mon but et réaliser ainsi un rêve.

Je dédie ce modeste travail qui est le fruit de tout un long chemin d'études :

- ❖ Au plus beau cadeau que le bon Dieu nous a offert, ceux que je suis due à leurs faveurs

Tous ce que je suis maintenant, ceux qui m'ont aidé d'achever mon chemin d'affranchir la vie, ceux qui ont toujours été là pour moi ; **à mes très chers parents.**

- ❖ **À ma très chère mère.**

Cette fée du logis Je ne pourrais jamais solder la dette indéfinie que je le suis due.

Aucune dédicace ne saurait être assez éloquente pour exprimer ce que tu mérites, pour tous les sacrifices que tu n'as cessé de me donner depuis ma naissance, durant mon enfance et même à l'âge adulte.

Je te dédie ce travail en témoignage de mon profond amour. Puisse Dieu, le tout puissant, te préserver et t'accorder santé, longue vie et bonheur.

- ❖ **A mon père,**

Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours eu pour vous.

Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être.

Ce travail est le fruit de tes sacrifices que tu as consentis pour mon éducation et ma formation.

- ❖ À cette source de tendresse, de patience et de générosité, ma grande mère **l'hadja Fatna**, qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier pour moi.

Ta prière et ta bénédiction m'ont été d'un grand secours pour mener à bien mes études. Aujourd'hui tu n'es pas là à mes côtés au plus beau moment de ma vie. Mais tu es toujours dans mon cœur, que Dieu te garde dans son vaste paradis, je t'aime.

- ❖ A mon soutien moral et source de joie et de bonheur, à toi **mon grand-père**.
- ❖ A la lumière de mes jours, la source de mes efforts, la flamme de mon cœur, ma vie et mon bonheur ; **ma grand-mère** que j'adore.

❖ **A ma mère Mebarka Rabhi**

Par les inestimables sacrifices que tu as consentis pour moi, tu as tant souhaité que je parvienne à ce but. Je te serai reconnaissant toute ma vie, qu'Allah t'accorde longue vie dans la santé.

❖ **A ma très chère sœur Fatouna**

Ma chère sœur qui m'est l'amie, les mots ne suffisent guère pour exprimer l'attachement, l'amour et l'affection que je porte pour toi.

Mon ange gardien et mon fidèle compagnant dans les moments les plus délicats de cette vie mystérieuse.

❖ **Ma chère petite sœur Manel**

My Partner in crime, présente dans tous mes moments d'examens par son soutien moral et ses belles surprises sucrées.

Je te souhaite un avenir plein de joie, de bonheur, de réussite et de sérénité.

❖ **A mes princes & princesses**

Oumeima, Iris, Anes, Mohammed et Kouki que Dieu les protège.

❖ **A mes chères amies**

Merci pour tout les beaux moments qu'on a partagés, vous êtes pour moi des sœurs et des amis sur qui je peux compter, à Hoor, Zohra, Amel, Amina, Noha, Faiza, Khadija.

❖ **A toi Djoo**

Ma vie à tes cotés est remplie de belles surprises. Tes sacrifices, ton soutien moral et matériel, ta gentillesse sans égal, ton profond attachement m'ont permis de réussir mes études. Je t'aime jusqu'au bout.

❖ **A tous les membres de ma famille, petits et grands**

Veillez trouver dans ce modeste travail l'expression de mon affection.

❖ **A tous ceux qui, par un mot, m'ont donné la force de continuer ...**

❖ **Enfin à toute la promotion d'Ecologie.**

Remerciements

Avant tout, je dois remercier ALLAH qui m'a donné l'envie et la force pour mener à terme ce travail.

*Je tiens tout d'abord à remercier **M. Youcefi Mustapha** (Maître de conférences à l'université de Amar Teliđji), pour avoir encadré et dirigé ce travail avec une grande rigueur scientifique. La qualité de ses conseils, le soutien et la confiance qu'il m'a accordés, m'ont permis de réaliser le présent travail dans les meilleures conditions.*

*Je souhaite également remercier **M. Mechraoui Choaiđ** (enseignant à l'université de Amar Teliđji), Qui m'a fait l'honneur d'accepter le co-encadrement de ce travail, hommage respectueux.*

*J'exprime aussi ma reconnaissance et mes vifs remerciements à : **M. Benaceur Farouk** (Professeur à l'Université Amar Teliđji), **M. Chaibi Rachid** (chef de département) qui ont accepté de faire partie du jury et qui ont bien voulu réserver une part de leur temps pour évaluer ce travail.*

*Je tiens à remercier **tous les enseignants** pour la formation qu'ils nous ont donné durant toutes ces années.*

Finalement, que tous ceux et celles qui ont aidé de près ou de loin à l'élaboration de ce modeste travail, soient assurés de ma sincère reconnaissance et de ma profonde gratitude et GRAND MERCI à tous.

Table des matières

Remerciements.....	I
Dédicace.....	II
Table des matières.....	V
Liste des tableaux.....	VIII
Liste des figures.....	IX
Liste des photos.....	X
Liste d'abréviations.....	XI

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

Recherches bibliographique

Chapitre I : Etude des sols.....	3
I. Le sol.....	3
I.1 Définition.....	3
1.2. Les différentes phases du sol.....	4
1.2.1. La phase liquide du sol.....	5
1.2.2 La phase gazeuse du sol.....	5
1.2.3 La phase solide du sol.....	6
1.3. Les facteurs écologiques à l'origine de la formation des sols	6
1.4. Les éléments constitutifs du sol.....	7
1.4.1 Fraction minérale.....	8
1.4.2 Fraction organique.....	9
1.4.3 Le complexe argilo-humique.....	10
1.5 Les différents types du sol.....	11
1.6. Les différentes fonctions du sol.....	13

Matériel et méthode

Chapitre II : La présentation de la zone d'étude.....	15
I.1. Présentation générale de la wilaya.....	15
I.1. Hydrographie et hydrologie.....	16

I.2. La population.....	16
I.3 L’emploi.....	17
II. Le site d’étude.....	17
II.1 Situation géographique.....	17
II.2. Caractérisations climatiques.....	19
II.2.1. La pluviométrie.....	19
II.2.2 La température.....	20
II.2.3 L’humidité relative de l’air.....	20
II.3. Synthèse climatique.....	21
II.3.1 L’indice de Martonne.....	21
II.3.2 Climagramme d’Emberger.....	21
II.3.3 Diagramme ombrothermique.....	22
II.4 Nature des sols.....	23
II.5 Le couvert végétal.....	24
II.6. L’agriculture.....	24
II.7. Le relief	25
II.7. Les caractéristiques édaphiques.....	25
Chapitre III : matériels et méthodes.....	27
1. Au terrain.....	27
1.1 Le matériel utilisé pour l’échantillonnage.....	27
2. Au laboratoire.....	28
2.1 Préparation du sol.....	28
2.2 Méthode d’analyse physico-chimique.....	28

2.3 Les analyses physico-chimiques.....	28
2.3.1 La granulométrie.....	28
2.3.2 Le pH.....	29
2.3.3 Détermination de conductivité électrique (CE).....	30
2.3.4 L'humidité hygroscopique (H).....	30
2.3.5 Dosage du calcaire total.....	30
2.3.6 La matière organique (MO).....	31
2.3.7 Dosage du carbone organique.....	32
2.3.8 le potassium.....	33
2.3.9 le phosphore.....	33

Résultats et Discussions

Chapitre IV : Résultats et Discussions.....	34
1. La texture.....	34
2. Le calcaire total.....	34
3. Le pH.....	35
4. La salinité.....	35
5. La matière organique.....	36
6. Le taux de carbone.....	37
7. Le sodium.....	38
8. Le potassium.....	39
9. Le phosphore.....	40
Conclusion.....	43
Références bibliographiques.....	45

Liste des tableaux

Tableau 01 : les différents types du sol.....	11
Tableau 02 : Précipitations moyennes mensuelles (mm), (2008-2018).....	19
Tableau 03 : Variation des températures dans la période (2008-2018)	20
Tableau 04 : Occupation du sol de la wilaya de Laghouat.....	24
Tableau 05 : Les pentes (Oued Morra).....	25
Tableau 06 : lithologie (Oued Morra).....	25
Tableau 07 : l'érosion (Oued Morra).....	26
Tableau 08 : Echelle d'interprétation du pH.....	29
Tableau 09 : Calcaire total.....	31
Tableau 10 : Classification des sols selon le pourcentage en carbone de calcium.....	31
Tableau 11 : Classes d'abondance de la matière organique.....	32
Tableau 12 : les différentes fractions des sols.....	34
Tableau 13 : Résultats des analyses physico-chimiques du sol.....	41

Liste des figures

Figure 1 : Relation entre organismes, matière organique et roche mère dans le développement du sol.....	04
Figure 2 : Situation géographique de la wilaya de Laghouat.....	15
Figure 03 : Carte de localisation de la région d'Oued Morra.....	17
Figure 04 : L'humidité de l'air dans la période (2008-2018).....	21
Figure 05 : Climagramme pluviométrique d'Emberger.....	22
Figure 06 : Diagramme ombrothermique de la région d'Aflou.....	23
Figure 07 : versant Sud de Madna.....	27
Figure 08 : L'échelle internationale de la classification de sol.....	29
Figure 09 : Echelle de salure des sols.....	30
Figure 10 : taux de calcaire.....	34
Figure 11 : Le pH.....	35
Figure 12 : conductivité électrique.....	36
Figure 13 : La matière organique.....	37
Figure 14 : le taux de carbone.....	38
Figure 15 : sodium (Na).....	39
Figure 16 : potassium (K).....	40
Figure 17 : le phosphore P.....	41

Liste des photos

Photo 01 : Oued Morra (2019).....18

Photo 02 : les deux bassins versants (Oued Morra).....27

Abréviation

% : pourcentage.

°C : degrés Celsius.

AFES : Association Française pour l'Etude des sols.

BNEDER : Bureau National d'Etudes pour le Développement Rural.

BTP : Bâtiment et des Travaux Publics.

C : carbone.

CDF : Présentation du sous-secteur des forêts. Wilaya de Laghouat.

C.E : Conductivité Electrique.

CO₂ : dioxyde de carbone.

DPAT : Monographie de la wilaya de Laghouat, Laghouat, Algérie.

DPSB : Direction de la Programmation et Suivi Budgétaire.

DSA : Direction des Services Agricoles.

FAO : Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture.

HAP : hydrocarbures aromatiques polycycliques.

H% : humidité.

HCDS : Haut-Commissariat Au Développement De La Steppe.

G.E.P.P.A (Groupe d'Etude des Problèmes de Pédologie Appliquée).

K : potassium.

Kg : kilogramme.

km² : kilomètre carré.

l : Litre.

M : mètre.

MO : Matière Organique.

Na : sodium.

ONM : Office Nationale de Météorologie.

P : phosphore.

P-ETP : pluviométrie-évapotranspiration.

PH : Potentiel d'hydrogène.

Q2 : quotient pluviométrique.

T : température.

UE : Union européenne.

Introduction

Le sol ; Géologique, le sol désigne une succession de couches ou strates formées par la dégradation de la roche mère et l'accumulation de matière organique résultant des activités biologiques (Jabiol et *al.* 2011).

D'après l'Association Française pour l'Etude des sols (AFES) « Le sol est un volume qui s'étend depuis la surface de la Terre jusqu'à une profondeur marquée par l'apparition d'une roche dure ou meuble, peu altérée ou peu marquée par la pédogenèse. L'épaisseur du sol peut varier de quelques centimètres à quelques dizaines de mètres, ou plus. Il constitue, localement, une partie de la couverture pédologique qui s'étend à l'ensemble de la surface de la Terre. Il comporte le plus souvent plusieurs horizons correspondant à une organisation des constituants organiques et/ou minéraux (la terre). Il est le lieu d'une intense activité biologique (racines, faune et microorganismes).

Le sol est le produit de l'altération, du remaniement et de l'organisation des couches superficielles de la croûte terrestre, formée d'éléments meubles qui nourrit la végétation sous l'action de la vie, de l'atmosphère et des échanges qui s'y manifestent (I.N.R.A, 2006).

Suite à l'interface entre lithosphère, biosphère, atmosphère et hydrosphère, le sol est un lieu de rencontre où s'affrontent la majeure partie des éléments qui la constituent : l'eau, l'air, les facteurs climatiques et physicochimiques et les micro-organismes, tous participent à l'élaboration du sol, selon la nature de la roche mère et les types de sol.

A partir de là et en effectuant des observations, des analyses physico-chimique, des interprétations et des synthèses, il devient possible d'identifier ces différents milieux.

Les sols sains sont essentiels pour assurer une croissance régulière de la végétation qui fournit des denrées, des fibres, des combustibles et des produits médicaux et qui assure des services écosystémiques tels que la régulation du climat et la production d'oxygène.

Les sols et la végétation sont interdépendants. Un sol fertile favorise la croissance des plantes car il fournit aux plantes des nutriments, fait office de réservoir d'eau, et sert de support aux plantes qui s'y enracinent. En retour, la végétation, le couvert forestier et les forêts empêchent la dégradation des sols et la désertification en stabilisant le sol, en

assurant la rétention de l'eau et le cycle des éléments nutritifs et en atténuant l'érosion provoquée par l'eau et le vent (FAO 2015).

La question posée est ce que le sol influe sur la dynamique de la végétation ? Est-ce que y a une relation entre le sol et la végétation ? c'est quoi l'influence du climat sur le sol ?

Dans ce travail nous avons axé sur les caractéristiques physicochimiques des sols de la forêt d'Ouarène Madna, Oued Morra, et aussi la relation existante entre le sol et la végétation dans cette forêt.

Chapitre I : Etude des sols

I. Le sol

I.1 Définition :

L'entité sol peut avoir de nombreuses définitions qui dépendent généralement de la discipline d'étude. La discipline concernée dans ce travail est la pédologie. Il en résulte une définition évolutive naturaliste de l'entité sol :

Le sol est une entité naturelle, c'est-à-dire dont l'existence initiale ne dépend pas de l'homme (Baize and Girard, 1995), superficielle et souvent meuble résultant de la transformation, au contact de l'atmosphère et des êtres vivants (biosphère), d'un matériau minéral (géosphère) issu le plus souvent d'une roche sous-jacente, sous l'influence des processus physiques, chimiques et biologiques » (Girard et *al*, 2004).

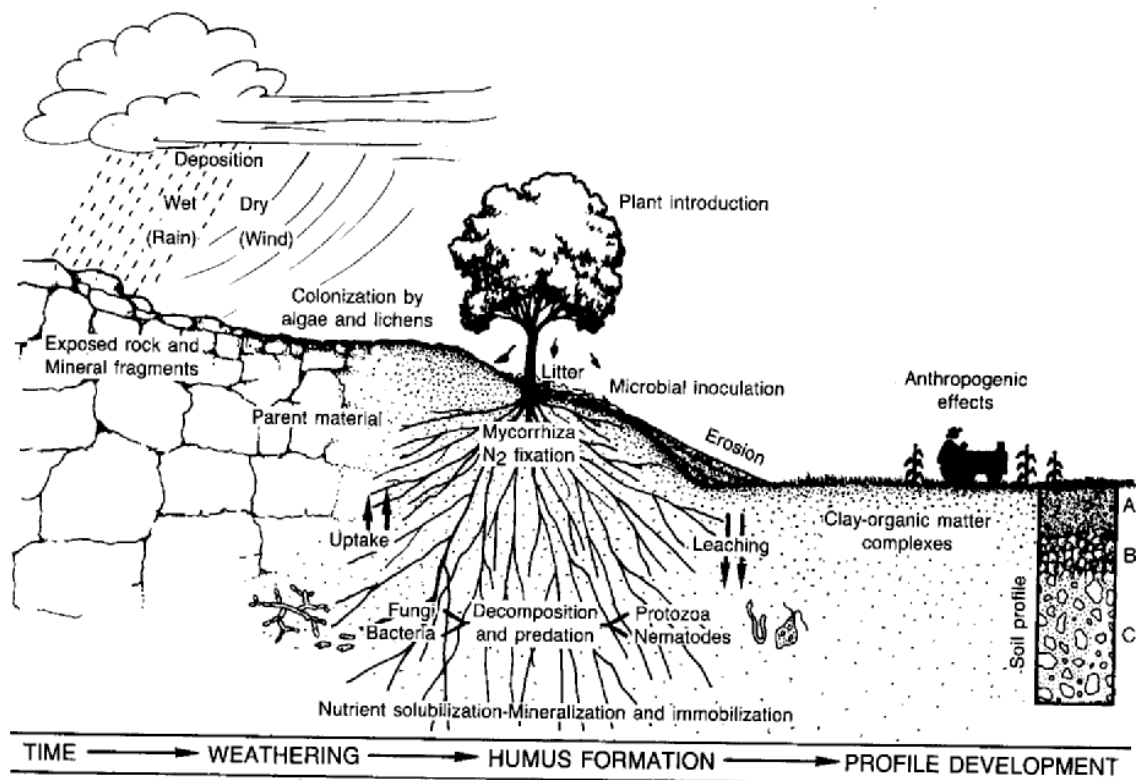
Le sol est la couche supérieure de la croûte terrestre, composée de matière minérale, de matière organique, d'eau, d'air et d'organismes. Il dispose de son atmosphère interne, ainsi que d'une flore et d'une faune spécifiques. Les sols proviennent de l'altération et de la transformation des roches sous l'action de la vie, de l'atmosphère et des échanges d'énergie qui s'y manifestent (Barles et *al*, 1999). Ce sont des systèmes dynamiques complexes qui évoluent en permanence sous l'action de processus pédogénétiques relativement lents, bien que certains événements ponctuels puissent accélérer leur évolution (par exemple érosion rapide et importante dans le cas d'un événement climatique violent), et peuvent se dégrader (Duchaufour, 1997 *in* Grosbellet, 2008).

Le sol est la couche superficielle meuble de la lithosphère terrestre, présentant une épaisseur variable de quelques centimètres à plusieurs mètres. Il est constitué par un mélange de matériaux minéraux et organiques, qui sert de support et milieu naturel pour la croissance des plantes (Glossary of Soil Science Terms, 1965 ; Legros, 2007). Cette couche, dénommée encore couverture pédologique, est la résultante au cours du temps de plusieurs facteurs génétiques - la roche-mère sur laquelle s'est développé le sol - et environnementaux tels que le climat, le relief et la végétation (Duchaufour, 1984 ; Pedro, 1985 ; Boulaine, 1989).

Le sol est une formation naturelle de surface à structure meuble, d'épaisseur variable, résultant de transformation de la roche mère sous-jacente, sous l'influence de divers processus physiques, chimiques et biologiques. (Demolon, 1966).

Le sol est un système complexe constitué de différentes matières premières interagissant les unes avec les autres. Les propriétés du sol résultent de l'effet de toutes ces interactions (MacCarthy *et al*, 1990).

Le sol est la partie supérieure de la croûte terrestre. Il est l'interface entre l'atmosphère, l'hydrosphère, la lithosphère et les organismes vivants. Il est composé d'une fraction minérale et d'une fraction organique : la pédogenèse résulte de l'altération d'un substrat minéral par des phénomènes physiques, chimiques et biologiques (figure 1). Au cours de cette transformation, le substrat minéral est colonisé par des organismes qui composent peu à peu la matière organique. Cette matière organique s'associera ainsi au minéral pour former entre autres des complexes organo-minéraux. (Quenea, 2004).



Source : (Paul and Clark, 1996)

Figure 1 : Relation entre organismes, matière organique et roche mère dans le développement du sol.

1.2. Les différentes phases du sol

Le sol est un système dispersé à trois phases (Hillel, 1974 *in* Hubert 2008). Par ailleurs, le sol est considéré comme un système hétérogène, poreux et polyphasique constitué de trois phases : solide, liquide et gazeuse. Aux interfaces entre ces différentes phases, d'importants phénomènes de rétention d'eau et de substances chimiques, des échanges d'ions et de molécules peuvent avoir lieu (Hillel, 1982).

1.2.1. La phase liquide du sol

La phase liquide du sol est souvent désignée par le terme « solution du sol ». Cette dernière, occupant une partie plus ou moins importante de la porosité du sol, est constituée d'eau où se trouvent diverses substances organiques et minérales dissoutes et des particules en suspension. La composition de la solution du sol varie selon celle du sol mais également en fonction du climat, des apports anthropiques (fertilisants, produits de traitement phytosanitaire...) et de l'activité biologique du sol (exsudats racinaires, produits de synthèse et de dégradation microbienne ...).

La solution du sol joue un rôle important dans la nutrition végétale, car les plantes y puisent les éléments nutritifs présents sous des formes solubles dites « assimilables » ou « biodisponibles ». Cette notion de biodisponibilité concerne également de nombreux xénobiotiques (pesticides, hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) ...). Leur présence dans la solution du sol les rend accessibles aux microorganismes et aux plantes. Une dynamique d'échange existe en permanence entre les ions ou molécules retenus par la phase solide du sol et ceux présents dans la solution du sol (El Arfaoui, 2010).

1.2.2 La phase gazeuse du sol

Dans les sols, les gaz occupent 15 à 35% du volume total. Dans un sol bien aéré, les gaz qui règnent dans l'atmosphère du sol sont l'azote (78 à 80%), l'oxygène (18 à 20%) et le dioxyde de carbone (0,2 à 3%). Quoique faible, la quantité de gaz carbonique présente dans le sol est nettement supérieure à celle présente dans l'air atmosphérique (0,03%). Ceci est dû à la respiration des organismes vivants du sol et à la minéralisation de la matière organique.

D'autres molécules gazeuses d'origine anthropique telles que les pesticides ou les HAP peuvent également être détectées dans l'atmosphère du sol.

Ces gaz peuvent exister dans le sol soit à l'état libre soit dissous dans la solution du sol. Cependant, dans certaines conditions (d'hydromorphie par exemple), la phase gazeuse peut être absente ; tout l'espace poral du sol est alors occupé par l'eau et le sol est dit saturé (Duchaufour, 1984 ; Robert, 1996 ; Calvet, 2003).

1.2.3 La phase solide du sol

La phase solide du sol est en général majoritairement minérale (90 à 99% de la masse du sol) mais comprend toujours une fraction organique dont le taux varie selon le type de sol et les conditions de pédogenèse. Les sols cultivés présentent des taux de matière organique compris dans une gamme allant de moins de 1% à 20% de la masse du sol (Calvet, 2003).

1.3. Les facteurs écologiques à l'origine de la formation des sols

Jenny (1941) a formalisé le rôle des différents facteurs écologiques intervenant dans la formation des sols par une équation simple :

$$\text{Sol} = f(\text{R}, \text{B}, \text{C}, \text{t}, \text{p}),$$

- **R**, le matériel minéral parental ou roche mère. La roche mère a un rôle essentiellement statique et non dynamique comme les autres facteurs. Elle agit principalement par sa composition chimique (silicatée, carbonatée, teneur en ferromagnésiens et en éléments alcalins et alcalino-terreux) ; sa composition minéralogique (répartition de la teneur des éléments dans les minéraux, altérabilité de la roche) et sa structure (roche indurée, fissurée, meuble argileuse, meuble limoneuse).

- **B**, les êtres vivants et leur matière organique. Le sol étant un milieu vivant, les êtres vivants initient la formation du sol. Ils agissent sur la structuration du sol (formation des agrégats avec la matière organique, structuration par les racines des plantes, bioturbation de la macrofaune) et sur l'altération de la phase minérale (action des microorganismes, prélèvements d'éléments nutritifs par les plantes)

- **C**, le climat. Il détermine la répartition des sols au niveau du globe. Il intervient principalement à travers la pluviométrie et la température. L'eau et la température agissent sur l'altération des roches et des minéraux et sur la vitesse de décomposition de la matière organique. Pour des températures très basses ou très élevées, si la pluviométrie est nulle, l'altération est quasi inexistante. Si la pluviométrie est élevée et la température basse, la matière organique a tendance à s'accumuler et si la température est élevée, l'altération minérale est intense. De plus, la différence pluviométrie-évapotranspiration (P-ETP) qui conditionne le drainage et l'exportation ou non des produits de l'altération hors du profil est aussi importante pour l'évolution des sols.

- **t**, le temps. L'influence du temps est très différente selon le type de roche mère et les processus de pédogénèse impliqués. Ainsi, il faut de quelques centaines d'années à de nombreux millénaires pour qu'un sol se développe.

- **p**, la pente et l'altitude. Par rapport aux autres facteurs, ce sont des facteurs indirects qui agissent sur les conditions hydriques (vitesses d'écoulement vertical et horizontal de l'eau) ou climatiques (exposition par rapport au soleil, température du sol), voir sur le facteur biologique dans le cas de l'altitude (étagement bioclimatique de la faune et de la flore). (Hubert, 2008)

Ces cinq facteurs et leurs variations se combinent pour donner une gamme presque infinie de sols, chacun ayant ses caractéristiques physiques, chimiques et biologiques à un degré d'évolution donné. Pourtant un seul principe commun d'évolution relie ces facteurs en trois phases, à la fois successives et simultanées, allant de la roche brute à un système équilibré (Gobat *et al*, 2003).

- La première phase est la phase d'altération de la roche mère par altération chimique et désagrégation physique, avec ou sans modification minéralogique, et qui aboutit à la subdivision en différentes classes granulométriques (texture du sol) de la matrice minérale.

- La seconde phase est l'enrichissement (ou incorporation) en matières organiques du sol après la colonisation par la végétation, la macrofaune et les microorganismes. Cette phase engendre une altération biochimique de la phase minérale. Le sol se structure par l'apparition d'une couche superficielle organique, la litière et l'interaction entre les phases minérales et organiques (Hubert, 2008).

- La troisième phase est le transfert de matière minérale et/ou organique dans le sol qui permet la mise en place de couches différenciées horizontales : les horizons du sol.

1.4. Les éléments constitutifs du sol

Le sol est un milieu organisé (Chenu et Bruand, 1998) dont la matrice du sol, ou phase solide, est constitué d'une phase minérale souvent majoritaire, et d'une phase organique et de micro et macro organismes vivants.

1.4.1 Fraction minérale

La fraction minérale du sol est formée par l'ensemble des produits d'altération physique, chimique et biochimique des minéraux dits « primaires » de la roche-mère (Duchaufour, 1984).

Les minéraux constituent, en général, de 95 à 99% du sol. La composition minérale dépend de la nature de la roche-mère. La nature des minéraux peut être extrêmement diverse. Ces éléments minéraux peuvent avoir différentes tailles granulométriques :

- **Sables** ($\varnothing=2000$ à $50\mu\text{m}$) : Fragments de roches stables chimiquement abondants dans la partie grossière du sol, ne jouent aucun rôle dans la fertilisation des sols ; leur rôle est surtout physique, car ils maintiennent l'organisation morphologique du sol (Benslama, 2005, *in* Samai 2007).

- **Limon** ($\varnothing=50$ à $2\mu\text{m}$) : ils sont de nature chimique variable. Ils sont instables et jouent un rôle très important dans la fertilité des sols. Les limons peuvent être dégradés en fragments plus fins ; ou ils peuvent évoluer par glomération ou agrégation. (Benslama, 2005).

- **Argiles** granulométrique ($\varnothing < 2\mu\text{m}$) : Résultantes d'altération des roches, transformations secondaires, et elles sont les fractions les plus actives du sol. (Benslama, 2005). Les argiles sont des silicates d'aluminium plus ou moins hydratés, microcristallins, à structure en feuillets (phyllithes) ; elles sont douées de propriétés particulières.

- Par leurs charges négatives, elles retiennent des cations sous la forme échangeable.
- Certaines ont la capacité d'absorber de l'eau entre les feuillets (argiles gonflantes), ce qui provoque une importante variation de volumes entre les saisons sèches et humides.
- Les argiles jouent un grand rôle dans la formation d'agrégats dont elles constituent, avec la matière organique et les ciments.
- Les argiles jouent un rôle très important dans la stabilité du sol. (Duchaufour, 1995).

Selon les proportions de ces trois fractions granulométriques, la texture du sol peut être qualifiée de sableuse à argileuse. La capacité du sol à remplir ses fonctions dépend de la nature de la roche-mère et de la texture. (Quenea, 2004).

1.4.2 Fraction organique

La fraction organique est constituée à plus de 80% de matière organique (MO) morte (tissus végétaux, résidus d'organismes). Il existe plusieurs catégories de constituants organiques. (Oades, 1998 – Stevenson, 1999 – Baldock et Nelson, 2000).

a. Les constituants vivants :

Ils sont représentés par :

- Les tissus végétaux, principalement les tissus vivants des plantes, mais certains auteurs incluent également dans cette catégorie les tissus des végétaux morts restant debout à la surface du sol (arbres morts encore dressés).
- Les animaux du sol comprenant la microfaune, la mésofaune et la macrofaune.
- La biomasse microbienne qui correspond à la microflore vivante du sol c'est à dire, les bactéries, les champignons, les actinomycètes et les algues (Baldock et Nelson, 2000).

b. Les constituants non vivants :

Ils sont représentés par :

- **La matière organique particulaire** : se présente évidemment sous forme de particules plus ou moins grandes et sont des fragments de tissus dans lesquels des structures cellulaires sont reconnaissables. On la divise en générale en plusieurs fractions en se basant, soit sur les dimensions des particules, soit sur leurs masses volumiques (Duchaufour, 1995) :
 - **La litière** : contient les fragments les plus grands, elle n'est pas mélangée à des minéraux et elle est localisée à la surface du sol puisqu'elle résulte de la chute des feuilles et des tiges mortes. (Toutain, 1974).
 - **La matière organique grossière** : correspond à des fragments de tissus végétaux dont la taille varie entre 20 et 50 μm selon l'échelle granulométrique utilisée par (Baldock et Nelson, 2000) et (Calvet, 2003).
- **La matière organique légère** : dans cette fraction, la masse volumique des particules organiques est petite par rapport aux deux « 02 » fractions précédentes.

(Dabin, 1976) La matière organique moléculaire : constituée par des molécules de tailles très diverse plus ou moins associées entre elles et produites par les transformations chimiques des constituants tissulaires et elle est divisée en deux « 02 » fractions (Andreux, 2004).

- Les substances non humiques : sont des molécules appartenant à des familles chimiques identifiées : hydrates de carbone, protéines, acides aminés, lipides, tannins, lignines et acides organiques. Une partie de ces substances non humiques peut être dissoute dans la solution du sol et une autre partie associée aux minéraux et aux substances humiques (Andreux, 2002).

- Les substances humiques : sont des macromolécules acides, de taille variable, de composition chimique et de structure complexe et on trouve :

- Les acides fulviques.
- Les acides humiques.
- Les humines. (Bruckert, 1972).

c. Matière organique inerte

1.4.3 Le complexe argilo-humique

D'après Gobat et *al*, 2003 ; Bronick et Lal, 2005, La matière organique est intimement mêlée à la matière minérale du sol, notamment les fractions les plus fines (argiles), et forme avec elles ce que l'on appelle le complexe argilo-humique.

Lors de leur incorporation dans la matrice minérale du sol, les composés organiques du sol (l'humus qui correspond à la matière organique décomposée) réagissent avec les surfaces des minéraux, et en particulier avec les surfaces des minéraux argileux. Des liaisons diverses s'établissent (liaison électrostatique, liaison hydrogène...) et des complexes argile-matière organique ou complexe argilo-humique et/ou oxydes-matières organiques sont ainsi formés (Chenu and Bruand, 1998).

Donc Les complexes argilo-humique (organo-minéraux) sont le résultat de l'association de deux « 02 » fractions, organiques et minérales par des liaisons :

- Soit : simples, électrostatiques (réaction de simple échange)

- Soit : covalentes et de coordinations, intervenant notamment dans les phénomènes de complication.

Pour les molécules non ioniques intervient les forces attractives de « Vander Waals » et des liaisons hydrogènes. (Bonneaux et Souchier, 1994).

L'équilibre entre les deux « 02 » composantes du complexe permettent d'obtenir un sol dont les caractéristiques sont :

- Une stabilité structurale.
- Une capacité d'échange élevée.
- Une capacité de rétention en eau importante (Benslama ,2005).

1.5 Les différents types du sol

Classification Ecologique des sols d'après Duchaufour, 1983 :

Tableau 1 : les différents types du sol.

I) Sols dont la pédogenèse est très liée à l'évolution des matières organiques. Sols des régions soumises à des climats froids ou tempérés.		
Sols peu évolués	Climatiques	Sols désertiques, Sols gelés ou cryosols
	D'érosion	Régosols, lithosols
	D'apport	Sols alluviaux et colluviaux
Sols peu différenciés, humifères, désaturés, avec un profil uniformément coloré par un humus riche en complexes organométalliques rapidement insolubilisés.	Pauvre en alumine, sur roches cristallines	Rankers
	Riche en alumine, sur roches volcaniques	Andosols
Sols calcimagnésiques, caractérisés par un blocage de l'humification, à un stade précoce, par le calcaire actif. Forte incorporation d'humus peu évolué dans le profil.	Humifères	Rendzines
	Peu humifères	Sols bruns calcaires Sols bruns calciques
	Très humifères	Sols humo calcaires Sols lithocalciques humifères
Sols isohumiques, caractérisés par une incorporation profonde, par voie biologique, de matières organiques stabilisées par une maturation climatique prolongée.	À complexe saturé	Chernozems, Sols châtaîns, Sols gris forestiers
	À complexe désaturé	Brunizems
	Sous climat de plus en plus aride	Sols marrons Sierozems
Vertisols. Sols à argile gonflante. Incorporation profonde par mouvements vertiques de complexes organominéraux très stables et de couleur foncée.	Foncés	Vertisols
	Colorés	Sols vertiques

Sols brunifiés à profil ABC, caractérisés par un humus de type mull à rotation rapide, peu épais, résultant surtout de l'insolubilisation par le fer libre suffisamment abondant et formant un pont ferrique avec les argiles.	Horizon B d'altération	Sols bruns
	Horizon B d'accumulation d'argile	Sols lessivés
		Sols continentaux ou boréaux
Sols podzoliques. La matière organique est peu évoluée et forme des complexes organo-minéraux mobiles. Altération par complexolyse dominante. Migration du type chéluviation.	Pas ou peu Hydromorphes	Sols podzoliques Podzols
	Hydromorphes (à nappe)	Sols podzoliques Podzols
II) Sols dont la pédogenèse est très liée au climat chaud et humide, mais assez indépendante de l'évolution des matières organiques. Comportement particulier des sesquioxydes de fer et d'alumine.		
Sols fersiallitiques. Évolution des oxydes de fer du type « rubéfaction ». Climats de type méditerranéen et tropical sec.	Rubéfaction Incomplete	Sols bruns fersiallitiques
	Rubéfaction complète, complexe saturé ou presque	Sols rouges fersiallitiques
	Désaturation et dégradation partielle du complexe	Sols fersiallitiques acides
Sols ferrugineux. Abondance des oxydes de fer cristallisés (goethite et hématite). Argile de néoformation dominante (kaolinite)	Altération incomplète	Sols ferrugineux
	Altération complète	Ferrisols
Sols ferrallitiques. Altération complète des minéraux primaires sauf le quartz. Teneur élevée en sesquioxydes. Oxydes de fer et d'alumine cristallisés	Kaolinite dominante	Sols ferrallitiques
	Hydromorphie	Sols ferrallitiques hydromorphes
III) Sols dont la pédogenèse est liée à des conditions locales de station.		
Sols hydromorphes. Oxydoréduction du fer liée à la présence permanente ou temporaire d'une nappe.	Oxydoréduction marquée. Sols à nappe	Pseudogley, Stanogley, Gley
	Oxydoréduction atténuée. Hydromorphie par imbibition capillaire	Pélosols, Planosols
Sols salsodiques. Évolution conditionnée par l'ion sodium.	Forme saline	Sols salins
	Forme sodium Échangeable	Sols alcalins

Source : (Duchaufour, 1983).

1.6. Les différentes fonctions du sol

Le sol a de nombreuses fonctions. Il est un milieu biologique dans/et sur lequel se développent des êtres vivants. Ce développement va dépendre de la qualité de ce sol ou fertilité (quantité de carbone, d'azote, capacité d'échange cationique, etc...). Il est aussi un acteur déterminant du cycle de l'eau (stockage et régulation) et de la qualité de cette eau (source de pollution, capacité de rétention des polluants mais aussi biodégradation de ceux-ci) (Quenea, 2004).

D'après (Gobat et *al*, 2003) le sol est un « carrefour multifonctionnel » ou de « pivot du système biogéochimique » (Pedro, 2008) vient de l'essor encore récent de l'écologie des sols. Ainsi, par ses fonctions naturelles, le sol peut être considéré comme (Gobat et *al*, 2003).

- Un support pour les êtres vivants. Le sol est le milieu de vie des êtres vivants terrestres et par cette fonction, il assure le maintien de leur réserve génétique (notamment au niveau des microorganismes du sol),

- Un réservoir de matières organiques et minérales. Le sol est la ressource primordiale en éléments nutritifs des êtres vivants terrestres, Il faut aussi noter que les sols cultivés contiennent des stocks de matières organiques sensiblement plus faibles que ceux des sols sous forêts ou sous prairies, et que ces stocks peuvent varier considérablement selon les systèmes de cultures pratiqués (Chenu C., Balabane M., 2001 *in* Laboubée, 2007).

- Un régulateur des échanges et des flux de l'écosystème. Le sol est le pivot du système biogéochimique et il joue un rôle majeur dans les cycles fondamentaux du fonctionnement de la planète comme par exemple le cycle du carbone, de l'azote, des cations, ou encore de l'eau.

- Un lieu de transformation de la matière organique. Cette fonction du sol est principalement due à l'abondance et à la diversité des microorganismes du sol. L. Pasteur a d'ailleurs écrit dès la moitié du XIXème siècle : « s'il n'y avait pas de microbes dans les sols qui recouvrent notre planète, la surface de la Terre serait encombrée de cadavres, de sorte que la vie serait devenue impossible ».

- Un système épurateur de substances polluantes. Le sol par ses propriétés de rétention et de transformation permet de limiter la dispersion de substances polluantes comme les pesticides, les nitrates ou les éléments traces métalliques aux autres milieux de l'écosystème terrestre (comme les nappes phréatiques du sous sol ou les cours d'eau et le milieu marin).

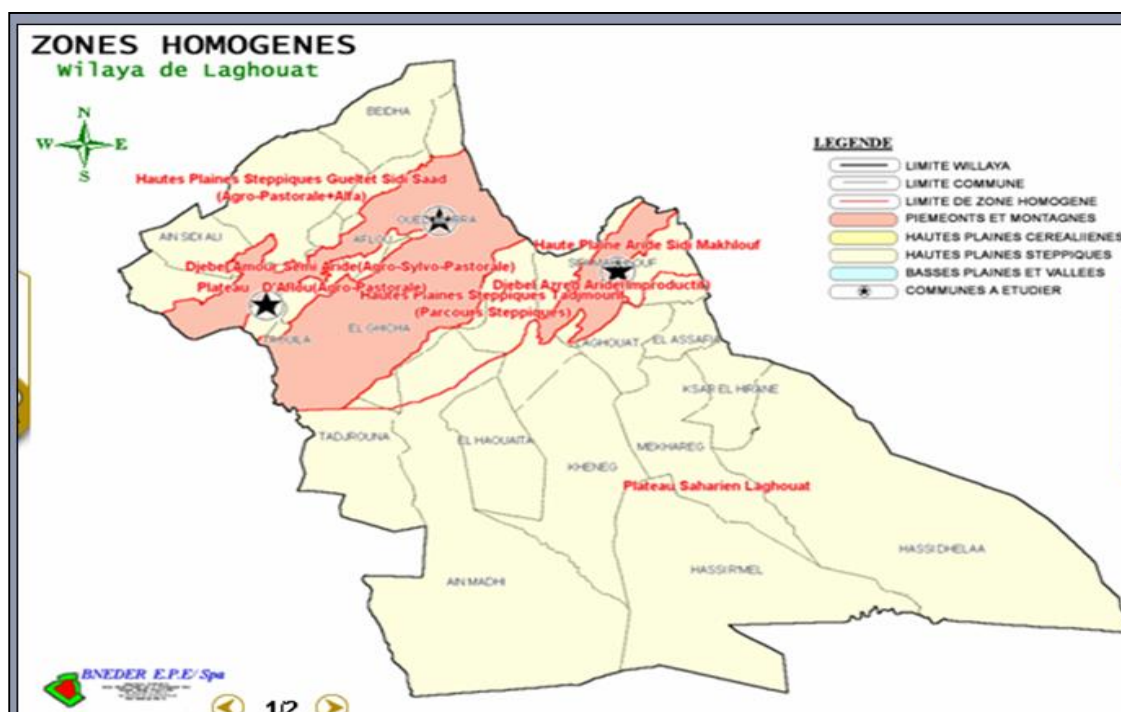
A travers l'ensemble de ces fonctions naturelles, le sol est pour l'Homme une des bases essentielles de la vie humaine (le support principal de l'activité et des constructions humaines) ; le lieu de production agricole et forestière (la fonction première du sol déjà évoquée) ; un endroit de stockage des matières premières et des déchets ; un élément constitutif du paysage ; un miroir de l'histoire des civilisations et des cultures. Il apparaît important de rappeler que ces fonctions du sol sont maintenant reconnues par la législation, ainsi la norme ISO 11074 définit de la façon suivante les différentes fonctions du sol : « contrôle des cycles des éléments et de l'énergie en tant que compartiment des écosystèmes ; support des plantes, des animaux et de l'homme ; base des constructions et des immeubles ; production agricole ; rétention de l'eau et des dépôts ; constitution d'une réserve génétique ; conservation en tant que mémoire de l'histoire et de la nature ; protection en tant qu'archive archéologique et paléoécologique ».

Chapitre II : La présentation de la zone d'étude

I.1. Présentation générale de la wilaya

Située dans la région Sud de l'Algérie, la Wilaya de Laghouat s'étend sur une superficie de **25052 km²**. La wilaya de Laghouat, reliée par la route nationale n° (01), est éloignée d'Alger, la capitale, de 400Km. (300 km vol d'oiseaux) Elle est située entre les latitudes Nord 34°67' et 32°65', et les longitudes Est 04°29' Et 01°41'. Elle est formée de trois zones homogènes géographiques :

- La zone des hautes plaines steppiques située au Nord-Ouest de la Wilaya. Cette zone est caractérisée par des altitudes allant de **1000 à 1700m**. Le climat est de type continental et la pluviométrie y varie de **300 à 400 mm** par an.
- La zone de piémont et montagne, cette zone est caractérisée par un relief accidenté. Le climat semi-aride et froid et la pluviométrie est de **400 mm/an**.
- La zone des Plateaux Sahariens. Cette zone est caractérisée par des altitudes allant de **700 à 1 000 m**. Le climat est de type saharien et la pluviométrie y varie de **50 mm** par an au sud à **150 mm** (DPSB, 2018).



Source : BNEDER, (2006)

Figure 2 : Situation géographique de la wilaya de Laghouat.

La position géographique et les caractéristiques climatiques, permettent de la classer la wilaya de Laghouat parmi les neufs (09) Wilayat pastorales du pays, d'une part, et d'autres part, parmi les Wilayat du Sud. Sur le plan administratif, elle est issue du découpage de 1974 (DPAT, 2007).

Laghouat est, délimité, géographiquement, au Nord et à Est par la wilaya de Djelfa, au Nord-ouest par la wilaya de Tiaret, à l'Ouest par la wilaya d'El Baydh, et au Sud par la wilaya de Ghardaïa.

I.1. Hydrographie et hydrologie

Selon Halitim (1988), le réseau hydrographique est gravement influencé, à la fois, par les variations, saisonnières et interannuelles, de la pluviométrie et le relief formant un cloisonnement topographique. Les deux zones (Nord-Ouest, Sud-Est) sont traversées par trois oueds : oued Touil, oued Medsous et, le plus important, l'oued M'Zi, dont la trajectoire passe du Nord-Ouest vers le Sud-Est.

Il y a lieu d'ajouter l'existence de plusieurs sources qui constitueraient un apport considérable pour l'agriculture lorsque le captage est réalisé (CDF, 1998).

I.2. La population

La population de Laghouat est estimée de **661 700** habitants, avec un taux d'accroissement de **2.13%** et une densité de **15.7Hab/Km²** (CDF, 2008) ; occupant une superficie de 25.052 Km² (DPSB, 2018).

I.3. L'emploi

D'après DPSB (2018), la wilaya de Laghouat comptait au 31/12/2017 une population totale de **661 700** habitants, la population active est de **173.842** dont **156.016** occupée, répartie entre cinq secteurs importants :

- Agriculture : 34.890, soit 22.42 % ;
- B.T.P : 40.180, soit 25 % ;
- Industrie : 20.100, soit 12.88% ;
- Administration : 16.420, soit 10.52% ;
- Services (Transport, Commerces...) : 44.336, soit 28.42 %.

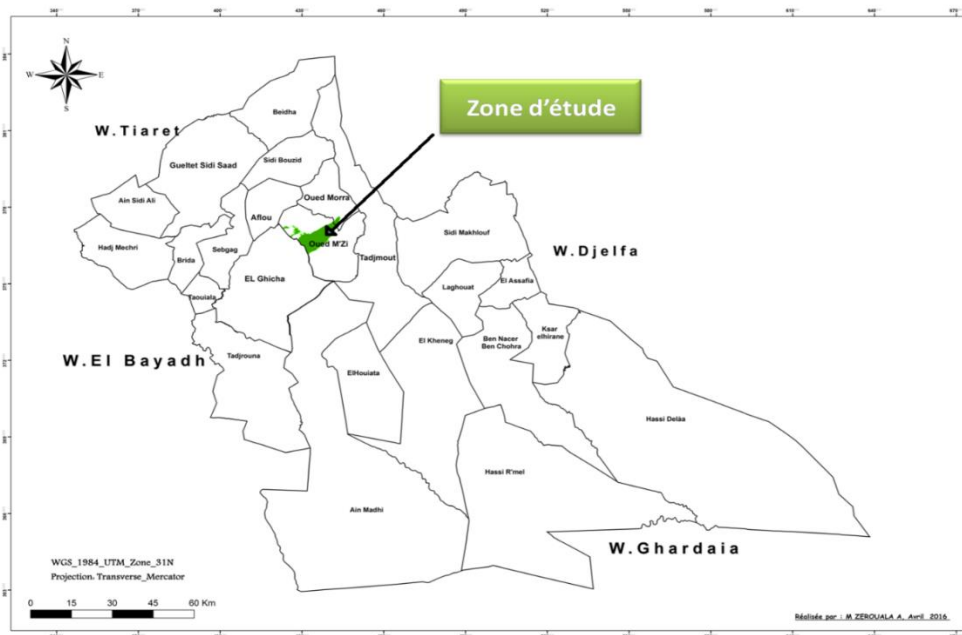
Le secteur agricole est le troisième secteur pourvoyeur d'emploi dans la wilaya de Laghouat, après celui des services et le BTP.

II. Le site d'étude

II.1 Situation géographique

Selon le découpage en zone homogène effectué pour la wilaya de Laghouat, la commune d'Oued Morra est située dans la zone homogène des hautes plaines semi-arides à topologie agro-pastorale. La commune est située à l'extrême nord-est de la wilaya de Laghouat.

Au cœur de la chaîne montagneuse des Amours, centre de l'Atlas Saharien, se situe la région de Madna (Commune d'Oued Morra), au Nord de la wilaya de Laghouat, elle est délimitée au nord, par la commune d'Aflou ; à l'est, par les communes d'Oued Morra et de Tadjemout ; à l'ouest, par les communes d'Ain Madhi et d'El-Ghicha ; et au sud par la commune de Tadjemout.



Source : BNDER

Figure 03 : Carte de localisation de la région d'Oued Morra.



Photo 01 : Oued Morra(2019).

II.2. Caractérisations climatiques

Les végétaux sont parmi les êtres vivants qui ne peuvent se soustraire à l'action directe du climat. Chaque espèce végétale doit vivre entre les limites extrêmes des valeurs des différents facteurs climatiques, hors desquels son existence et son développement n'est pas possible (Parde, 1974 In M'hérite et *al*, 1995).

Le climat intervient dans la répartition des végétaux, la quantité et la composition de la lumière reçue par les végétaux règlent l'activité de la fonction chlorophyllienne ; la température, l'humidité, les précipitations jouent un rôle essentiel sur leur croissance et sur le développement. Le vent intervient dans la dissémination du pollen et des graines. À des conditions qui s'écartent des conditions optimales, les végétaux s'adaptent dans une certaine mesure (M'hérite et *al*, 1995).

La connaissance des conditions climatiques dans la gestion et la conservation des ressources naturelles en général est fondamentale (M'hérite et *al*, 1995).

Le climat des Hauts Plateaux Centre (dont la wilaya de Laghouat fait partie) est conditionné par plusieurs facteurs :

- L'altitude comme indiquée précédemment qui apporte des températures froides en hiver et chaudes en été en raison d'un fort ensoleillement ;
- La localisation géographique à l'intérieur des terres soit à environ 300km de la mer en ligne droite pour Laghouat donc un effet très faible de l'influence méditerranéenne ;
- Les faibles précipitations qui résultent de l'effet de barrière que constitue l'Atlas Tellien et qui tombent en hiver dans l'Atlas Saharien sous forme de neige (MATE, 2006).

La présente étude présente un bref aperçu sur les particularités du climat de la région de la commune d'oued Morra.

Il est utile de signaler que la région d'étude a été couverte par la station météorologique d'Aflou.

II.2.1. La pluviométrie

Selon Dajoz (2006), l'eau représente de 70 à 90% des tissus de beaucoup d'espèces en état de vie active. L'approvisionnement en eau et la réduction des pertes constituent donc des problèmes écologiques et physiologiques fondamentaux.

Les précipitations englobent la pluie, la neige, la rosée, le brouillard, et la gelée, c'est-à-dire toutes les chutes d'eau arrivant au sol. Cette quantité d'eau s'exprime en mm, elle correspond à une hauteur d'eau qui arriverait sur une surface à un volume de 10m³/ ha. Elles se mesurent à l'aide de la pluviométrie (Prevost, 1999).

La pluviométrie est l'élément climatique le plus important compte tenu de sa très grande variabilité spatio-temporelle. L'étude de sa variabilité moyenne annuelle a été effectuée sur 10 ans.

Les valeurs présentées dans le tableau ci-dessous sont pour la période (2008-2018)

Tableau 02 : Précipitations moyennes mensuelles (mm), (2008-2018).

Stations/Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Jul	Aût	Sep	Oct	Nov	Déc
Aflou	33,4	28	21,1	29,8	36,3	12	11,5	8,3	33,6	15,5	25,6	17,7

Source : ONM, 2019

D'après le tableau 02, on remarque que le mois de mai c'est le mois le plus pluvial par contre le mois d'août c'est le mois le plus sec.

II.2.2 La température

La température est l'un des éléments fondamentaux conditionnant l'estimation du déficit d'écoulement et permettant la détermination du caractère climatique d'une région ; c'est aussi un facteur nécessaire à l'apport de l'énergie pour les plantes (Mahi, 2014).

Le tableau suivant indique la variation des températures min et max dans la période (2008-2018).

Tableau 03 : Variation des températures dans la période (2008-2018).

		Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Jul	Aût	Sep	Oct	Nov	Déc	Moy
Afiou	Max	9,1	11	14,6	17,9	22,8	29,3	33,8	32,3	26,6	20,7	13,7	9,3	20,1
	Min	-5,8	-3,6	-1,8	0,8	4,7	10,2	13,8	12,9	8,6	4,6	-1,5	-3,6	3,3
	Moy	1,7	3,7	6,4	9,3	13,8	19,7	23,8	22,6	17,6	12,7	6,1	2,8	11,7
	M-m	14,9	14,6	16,4	17,1	18,1	19,1	20	19,4	18	16,1	15,2	13	16,8

Source : ONM, (2019).

D'après le tableau 03, nous remarquons que le maximum des températures a été enregistré durant le mois de juillet (33,8 °c) et le minimum enregistré durant le mois de janvier (-5,8°c).

II.2.3 L'humidité relative de l'air

L'humidité de l'air ou état hygrométrique de l'air représente la proportion de vapeur d'eau contenue dans l'atmosphère par rapport à la quantité maximale qui peut être fixée à la température considérée (Prevost, 1999).

L'humidité dépend de plusieurs facteurs, de la quantité d'eau tombée, du nombre de jours de pluies, de la forme de ces précipitations (orage, ou pluie fine), de la température des vents et de la morphologie de la station considérée (Faurie et al., 2003).

L'humidité de l'air influence l'évapotranspiration ; elle intervient également en liaison avec température élevée dans le développement des ennemis des cultures comme facteur favorisant les maladies cryptogamiques (Prevost, 1999).

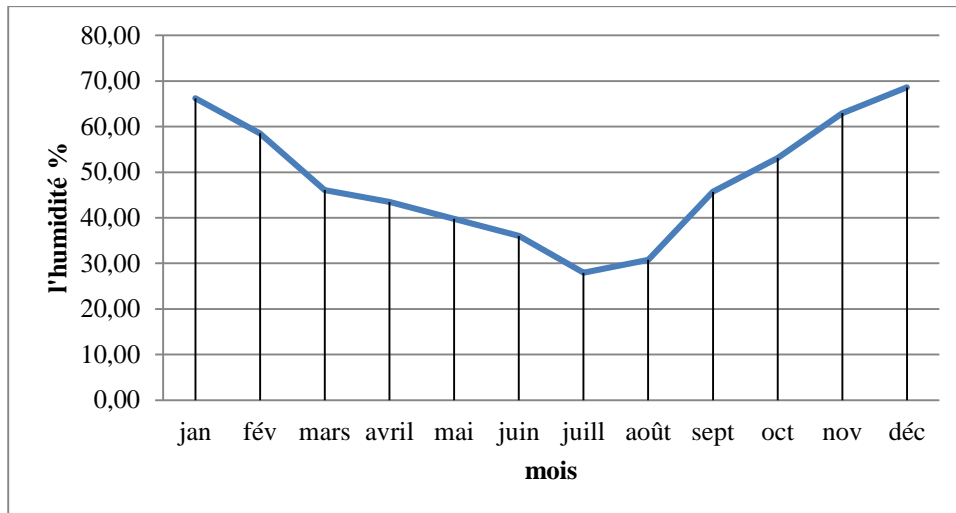


Figure 04 : L'humidité de l'air dans la période (2008-2018).

D'après la figure ci-dessus on remarque le pic de l'humidité est enregistré durant le mois de décembre et le mois de janvier avec un moyen de 68%, l'humidité est restée entre 27% et 40% durant l'été.

II.3. Synthèse climatique

II.3.1 L'indice de Martonne

D'après Ozenda (1982), l'indice d'aridité de De Martonne est représenté par la formule suivante :

$$I = P/(T+10).$$

P : total des précipitations annuelles en (mm). (P Aflou =272,8 mm)

T : température moyenne annuelle en degré Celsius. (T Aflou =11,7 °C)

D'après Prévost (1999), L'indice de Martonne est d'autant plus bas que le climat est plus aride et nous pouvons distinguer plusieurs classes :

- Climat très sec ($I < 10$) ;
- Climat sec ($I < 20$) ;
- Climat humide ($20 < I < 30$) ;
- Climat très humide ($I > 30$).

Le calcul de l'indice d'aridité de la région d'Aflou a révélé une valeur de **12,57** qui permet de classer la région dans un climat **sec**.

II.3.2 Climagramme d'Emberger

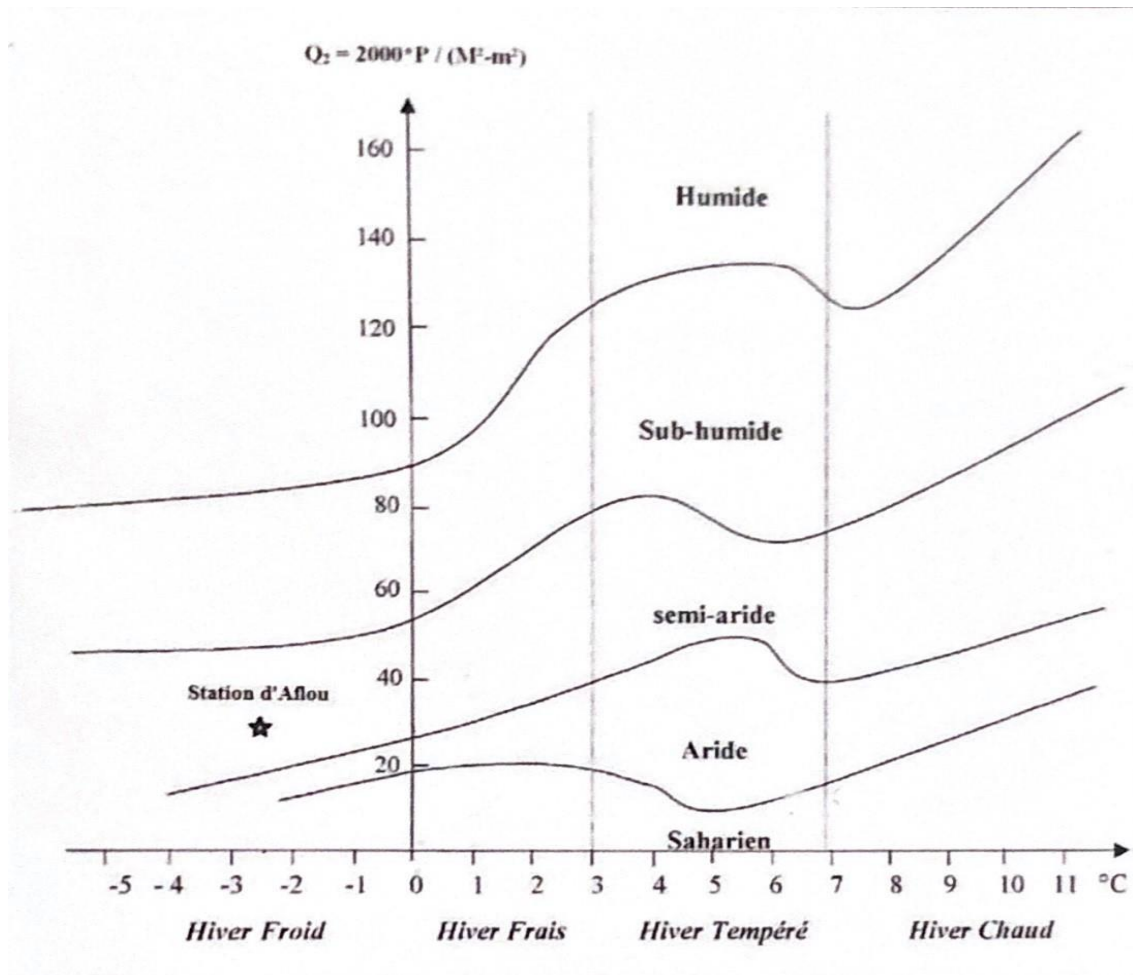
Le climagramme d'Emberger permet de connaître l'étage bioclimatique de la région, il est représenté en abscisse par la moyenne des minimas des températures du mois le plus froid, et en ordonnée par le quotient pluviométrique Q2 d'Emberger (Emberger, 1950).

Le quotient pluviométrique Q2 est calculé pour une moyenne de 12 ans allant de 2004 jusqu'à 2015 par la formule modifiée de Stewart, 1969 :

$$Q_2 = 3.43 \times P / (M - m).$$

Q2 : quotient pluviométrique d'Emberger (représente la première coordonnée sur le climagramme). **P** : pluviosité annuelle (mm). **M** : moyenne des maxima du mois le plus chaud, **m** : moyenne des minima du mois le plus froid (représente la deuxième coordonnée).

D'après la figure 05, la région d'Aflou se situe dans un **étage bioclimatique semi-aride à hiver froid**, d'où Q_2 (2008/2018) = **23.62** (avec $m = -5.8$ °C, $M = 33.8$ °C et $P = 272.8$).



Source : Emberger, 1950.

Figure 05 : Climagramme pluviométrique d'Emberger.

II.3.3 Diagramme ombrothermique

Selon Mahi (2014), plusieurs indices climatiques ont été formulés pour une expression synthétique du climat régional. Pour déterminer la période sèche de l'année, Gaussen propose un mode de représentation qui consiste à comparer mois par mois le rapport entre les précipitations et la température. Pour cela on porte sur un même graphique la courbe des moyennes mensuelles des températures et celle des totaux mensuels de pluviosité, avec pour échelle : $1^{\circ}\text{C}=2\text{mm}$ de pluie.

On appelle périodes sèches celles pendant lesquelles la courbe de pluviosité se trouve en dessous de la courbe de température. Les périodes sèches sont matérialisées par une aire pointillée, les saisons humides $P>2T$ (Mahi, 2014).

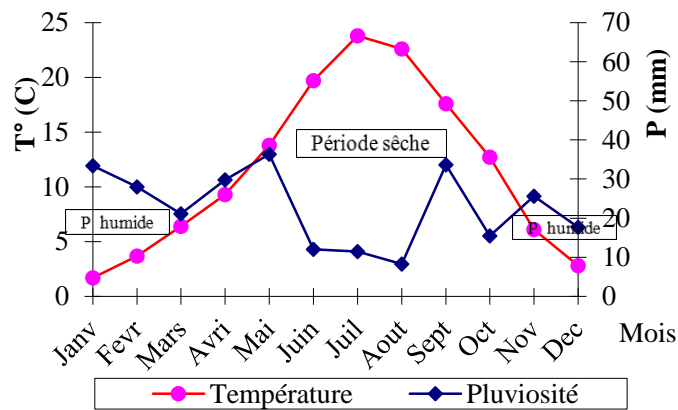


Figure 06 : Diagramme ombrothermique de la région d'Aflou.

II.4 Nature des sols

D'après Halitim (1998), les sols dans la zone aride d'Algérie sont généralement hydromorphes, des minéraux bruts, ou halomorphes. Ces derniers sont classés en : sols sans accumulation de sels, sols calcaires, sols gypseux, et les sols salés.

Les sols de la wilaya de Laghouat sont en majeure partie d'apport alluvial typique sur croûte calcaire, peu évolués, à texture légère à teneur faible en matière organique présentant ainsi des contraintes pour l'agriculture (C.D.F, 1998 et FAO, 2005).

Les sols à texture légère, recouverts dans les espaces non cultivés de végétation d'alfa et d'armoïse. Au Sud, les sols sont souvent sableux et dunaires. Au Nord dans les bas-fonds, ils sont plus structurés et plus lourds avec une proportion d'argile qui les constitue (DSA, 2014).

La région de Laghouat se distingue principalement par trois grands ensembles de sols, l'un se caractérise par les piémonts de l'Atlas saharien, le second par la plaine alluviale de l'Oued M'Zi et l'autre par un plateau à surface plane avec une charge caillouteuse en surface, ces sols sont généralement peu profonds. Les roches mères de ces sols sont le plus souvent constituées par des formations marneuses et calcaires, ce qui explique leur richesse en sels solubles et en calcaires(DPSB 2018) .

II.5 Le couvert végétal

« La végétation n'est qu'un élément d'un écosystème ou les facteurs physiques et humains régissent perpétuellement et modifient sans cesse l'aspect de notre planète » (HUETZ DE LEMPS, 1970).

La région d'Oued Morra est caractérisée par un climat semi-aride et couvert végétal matorral. La région contient par deux bassins versants nord et sud, **Bassin versant sud** : Caractériser par un climat plus chaud et un couvert végétal matorral bas. **Bassin versant nord** : caractérisé par un couvert végétal matorral haut. Parmi les espèces signalées dans la région d'étude :

Le Chêne vert (*Quercus ilex L*) ;

Le Genévrier oxycédre (*Juniperus oxycedrus L*) ;

Le Pin d'Alep (*Pinus halepensis L*) ;

Romarin officinal (*Rosmarinus officinalis*) ;

Genévrier (*Juniperus phonecea*) ;

Alfa (*Stippa tenacissima*) ;

Saligne à balai (*Arthrophytum scoparium*) ;

Rtem (*Retama retama*) ;

Armoise blanche (*Artemisia herba alba*).

II.6. L'agriculture

La vocation de la wilaya de Laghouat est agropastorale,

Tableau 04 : Occupation du sol de la wilaya de Laghouat.

Superficie Agricole	Superficie Agricole Utile (SAU) :	73 013 ha
	Dont SAU irriguée : 37 032 ha, soit 49,78%	
	Pacages et Parcours :	1 843 144 ha
	Dont : Parcours à exploiter : 93 855 ha Parcours à protéger : 1 035 921 ha	

Totale (SAT) = 2 505 200 ha	Parcours à reconstituer : 399 783 ha	
	Superficie Forestière :	91 009 ha
	Dont : Forêt Claire : 45 431 ha Maquis : 25 400 ha Reboisement : 20 178 ha	
	Autres	

Source : DSA, (2019).

Selon la DSA (2019), la répartition du sol dans la wilaya est comme suit :

- Superficie totale Wilaya : 2.505.200 ha
- Superficie agricole : 73 013 ha
- SAU : 73.013 ha
- SAU irriguée : 20 853 ha

II.7. Le relief

- Les pentes :

Tableau 05 : Les pentes (Oued Morra).

Pentes	0-3%	3 -12%	12.5 – 25%	> 25%	Total (ha)
Superficie	12450,05	16205,57	2097,34		30752,96
%	40,48	52,70	6,82		100

Source : BNEDER, 2006

- **1** : 0- 3%, **2** : 3% - 12,5%, **3** : 12.5%- 25%, **4** : + 25%.

La commune présente une topographie plane, ce qui ne constitue pas une contrainte pour l'érosion. En effet, **52%** des terres se trouvent dans la classe des pentes comprises entre **3% – 12%**.

- L'altitude :

Deux classes modérées d'altitude se distinguent au niveau de la commune. Celle inférieure à **600m** qui représente **49,05%** des terres et celles comprises entre **600 et 800 m** qui constituent **50.95%** des terres.

II.8. Les caractéristiques édaphiques

- La lithologie

Tableau 06 : lithologie (Oued Morra).

Substrat	Sup. (ha)
1Rc	498,28
3Rc	10403,38
Rc+Rg	0,04
Rg+Rc	19840,32
Total	30742,02

Source: HCDS-BNEDER-2004

- **R c** : Calcaires dolomites durs
- **R g** : Grés

- L'érosion

Tableau 07 : l'érosion (Oued Morra).

Type	Sup. (ha)
MS	237,05
S	30497,56
Total	30734,62

Source HCDS ;BNEDER2004

MS : moyennement stable, **S** : stable

Chapitre III : matériels et méthodes

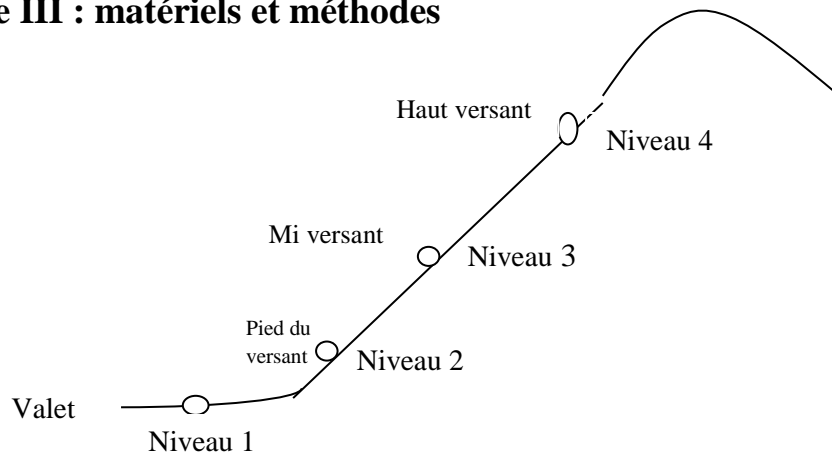


Figure 07 : versant Sud de Madna.



Photo 02 : les deux bassins versants (Oued Morra).

L'échantillonnage est fait dans le versant sud.

1. Au terrain

1.1 Le matériel utilisé pour l'échantillonnage

- Un marteau ;
- Une pelle ;
- Sacs plastiques ;
- Des étiquettes.

On a pris environs de 1 kg de masse par échantillon dans chaque étage, l'échantillonnage a été effectué dans l'horizon (0-20cm) et après on les mit dans des sachets en plastiques soigneusement numérotés, datés et localisés.

2. Au laboratoire

2.1 Préparation du sol

Les échantillons ramenés au laboratoire sont séchés à l'aire libre pendant quelques jours, puis la grande partie à été broyée et tamisée à 2mm pour l'obtention de la terre fine.

2.2 Méthode d'analyse physico-chimique

- Le pH.
- La conductivité électrique.
- L'humidité.
- La matière organique.
- Le carbone organique.
- La granulométrie.
- Dosage de calcaire.
- Le potassium.
- Le phosphore.
- Le sodium.

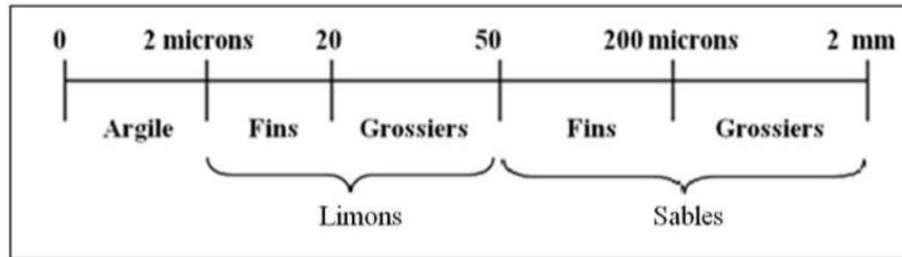
2.3 Les analyses physico-chimiques

L'analyse des échantillons récoltés nous donnera des renseignements importants sur le sol. Voici une brève description des principaux paramètres appartient d'une analyse de sol.

2.3.1 La granulométrie

L'analyse granulométrique d'un sol, consiste a déterminé la proportion des diverses classes de grosseur des particules. On sépare par les analyses de sol, les particules en trois classes distinctes : soit sable (de 2 à 0,05 mm), le limon (de 0,05 à 0,02 mm) et l'argile (inférieure à 0,02 mm). (Damay et Julien, 1995). Cela nous permet de connaître certaines caractéristiques du sol, comme la capacité des racines à y pénétrer, la capacité du sol à retenir l'eau, ou sa vulnérabilité à la compaction. (Calvet, 2003) ; Et donc la granulométrie est effectuée selon la méthode internationale, (par l'emploi de la pipette de Robinson)

D'après (Union Européenne – FEDER 2012), la texture indique l'abondance relative, dans le sol, de particules de dimensions variées. Ces particules sont triées selon leur taille et classées en 3 classes : sables, limons ou argile selon les critères suivants (**Figure 08**).



Source : Amelberg, (1926)

Figure 08 : L'échelle internationale de la classification de sol.

2.3.2 Le pH

C'est la mesure de l'acidité d'une suspension de terre dans de l'eau, avec un rapport terre/eau normalisé (1/5). Il indique aussi la concentration en ions « H⁺ » présente dans l'eau. (Morel, 1986). La lecture du pH se fait sur le pH mètre lorsque l'aiguille est stabilisée et après un repos au moins d'une heure de la suspension. (Ben Amara, 2007).

Tableau 08 : Echelle d'interprétation du pH.

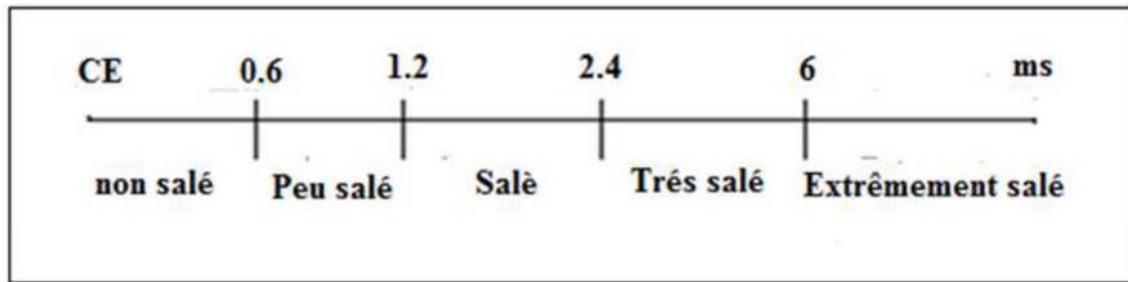
pH/H₂O	Sol
< 4,9	Très acide
4,9 – 6,0	Acide
6,0 – 7,0	Peu acide
7,0	Neutre
7,0 – 8,0	Peu alcalin
8,0 – 9,4	Alcalin
>9.4	Très alcalin

Source : (DENIS, 1990)

2.3.3 Détermination de conductivité électrique (CE)

La mesure de la conductivité électromagnétique (C.E.M) des sols est une méthode qui petit s'est imposée pour la mesure de la salinité des sols (Williams et al. 1982).

L'appareil utilisé pour nos échantillons est la conductivimètre et l'estimation de la teneur globale en sels dissous a été faite à l'aide de l'échelle de salure des sols suivante :



Source : (Aubert, 1978)

Figure 09 : Echelle de salure des sols.

2.3.4 L'humidité hygroscopique (H)

L'humidité hygroscopique représente la quantité d'eau que peut retenir un sol soumis aux conditions d'assèchement naturelles.

C'est la quantité d'eau retenue à la surface externe des particules du sol et en équilibre avec la pression et l'humidité atmosphérique. L'évaluation de l'humidité hygroscopique passe par un séchage du sol à l'air libre puis un séchage à l'étuve pendant 24h à 105C°. (Benslama, 2005).

2.3.5 Dosage du calcaire total

Le calcaire joue un rôle essentiel dans la nutrition des plantes mais encore dans la pédogenèse, comme les différents éléments chimiques qui entrent dans la composition du sol. Nous avons utilisé la méthode volumétrique de BERNARD pour le dosage du CaCO₃ totale. La décomposition des carbonates a été effectuée par HCl à 10% en prenant comme témoin le CaCO₃ pur .la réaction totale entre l'acide chlorhydrique et le calcaire présent dans le sol produira du dioxyde de carbone selon l'équation suivante :



Cela permettra de calculer le poids de CaCO₃ de l'échantillon par la formule suivante :

$$\% \text{ Ca Co}_3 = \frac{p * v}{P * V} * 100$$

p : poids de témoin ;

v : volume de CO₂ dégagé dans la réaction de témoin ;

P : poids de la terre fine ;

V : volume de CO₂ dans la réaction de terre fine.

Tableau 09 : Calcaire total.

% de carbonates	Charge en calcaire
< 0.3	Très faible
0.3 – 3.0	Faible
3 – 25	Moyenne
25 – 60	Forte
> 60	Très forte

Source : Baize, (2000)

Une fois les résultats de l'analyse connus, nous pourrons utiliser selon Baize, (2000) les appréciations du tableau ci-dessous proposées par le G.E.P.P.A (Groupe d'Etude des Problèmes de Pédologie Appliquée).

Tableau 10 : Classification des sols selon le pourcentage en carbone de calcium.

Type de sol	Pourcentage en CaCo ₃ (%)
Non calcaire	< 1
Peu calcaire	1-5
Modérément calcaire	5-25
Fortement calcaire	25-50
Très fortement calcaire	50-80
Excessivement calcaire	> 80

Source : (Baize, 2000)

2.3.6 La matière organique (MO)

Réalisé par incinération du sol après passage au four à moufle à 480°C pendant 24h, elle est exprimée en pourcentage du poids sec de la terre. (Benslama-Zanache, 1998).

Selon Lambert (1975) on peut distinguer quatre classes d'abondance de la matière organique résumées dans le tableau suivant :

Tableau 11 : Classes d'abondance de la matière organique.

Classes	Taux de matière organique	Qualification
1	<1	Très pauvre
2	1 à 2	Pauvre
3	2 à 4	Moyenne
4	>4	Riche

Source : (Lambert, 1975)

2.3.7 Dosage du carbone organique : (Méthode Anne)

On a dosé le carbone organique selon Anne le protocole est le suivant :

- Dans un ballon de Pyrex Peser 0.25 à 1g de sol broyé, soit P₀ g (teneurs en c<30 mg) ;
- Attaque oxydante : verser dans un ballon de 100 à 150 ml avec 10 ml de solution aqueuse de bichromate de potassium à 8% et 15 ml H₂SO₄ pur. Porter à ébullition lente ;
- Le ballon est relié à un réfrigérant ascendant. Compter le temps à partir de la première goutte condensée, laisser 5mm à ébullition ;
- Refroidir, transvaser dans une fiole de 100ml. Ajuster avec les eaux de rinçage ;
- Prélever 20 ml (V) et verser dans un bécher de 400 ml. Diluer à 200ml. Ajouter 1,5g de Naf pour rendre le virage plus visible. Verser 3à4 gouttes de diphénylamine ;
- Titrer avec une solution de sel de mohr 0,2 N.

La liqueur primitive, brun-noirâtre ou violette vire au vert. Virage très sensible.

Soit X ml la chute de burette, et Y ml pour un essai témoin, sans sol, ou avec sable calciné. 1ml de solution de mohr 0,2 N correspond à 0,615 mg de carbone C. partant d'une prise d'essai P₀ g et d'une aliquote V ml /100, on' a :

$$C\% = 6,5 \frac{X - Y}{V \cdot P_0} \quad (P_0 \text{ en gramme})$$

Préparation de la diphénylamine et du sel de mohr 0,2 N :

- Dissoudre 0,5 g de diphénylamine dans 100 ml de H₂SO₄ concentré et verser cette liqueur sur 20 ml d'eau.
- Dissoudre 78,5 g de sel de mohr (sulfate double d'ammonium et fer ferreux) dans 500 ml d'eau distillée bouillir et refroidie à l'abri de l'air, contenant 20 ml

H₂SO₄. Compléter à 1 litre et conserver dans un flacon brun.

(Bonneau et Souchier, 1994).

Méthode Anne modifiée pour des horizons riches en C :

- A une prise réduite d'échantillon ($P_0 < 500\text{mg}$) Ajouter 20 ml d'eau et 3,2 g de bichromate.

Dissoudre en chauffant légèrement. Compléter avec 30 ml H₂SO₄ concentré – poursuivre selon le protocole précédent.

2.3.8 Le potassium : on utilise le spectromètre à flamme ;

2.3.9 Le phosphore : on utilise la méthode spectrométrique.

Chapitre IV : Résultats et Discussions

1. La texture

La texture conditionne l'ensemble des propriétés physique et chimique des sols : phénomènes d'échange, capacité de rétention, l'infiltration... etc. (Derdour, 1999).

Le tableau suivant indique les différentes fractions des sols

Tableau 12 : les différentes fractions des sols.

Fractions	A%	L%	S%
N1	0.7	2.65	96.65
N2	0.21	1.81	97.79
N3	0.42	1.79	97.79
N4	0.05	1.07	98.88

Les résultats de la granulométrie indiquent que :

La texture à dominance sableuse dans les quatre niveaux (entre 96.65 et 98.88) A partir de cette texture, nous pouvons dire que notre sol à un pouvoir fixateur presque nul du fait de sa forte perméabilité et de l'absence d'un complexe argilo-humique.

2. Le calcaire total

Les quantités importantes de calcaire agissent directement sur la disponibilité du phosphore (immobilisation) et indirectement sur le pH du sol.

En d'autres termes, même si les sels minéraux sont présents dans le sol, le calcaire peut bloquer l'assimilation de ces éléments par la plante. L'analyse des échantillons montre que :

Le taux de calcaire dans le niveau **1** est 18,75% soit moyenne.

Le taux de calcaire dans le niveau **2** est 9,84% soit moyenne.

Le taux de calcaire dans le niveau **3** est 20,93% soit moyenne.

Le taux de calcaire dans le niveau **4** est 12,03% soit moyenne.

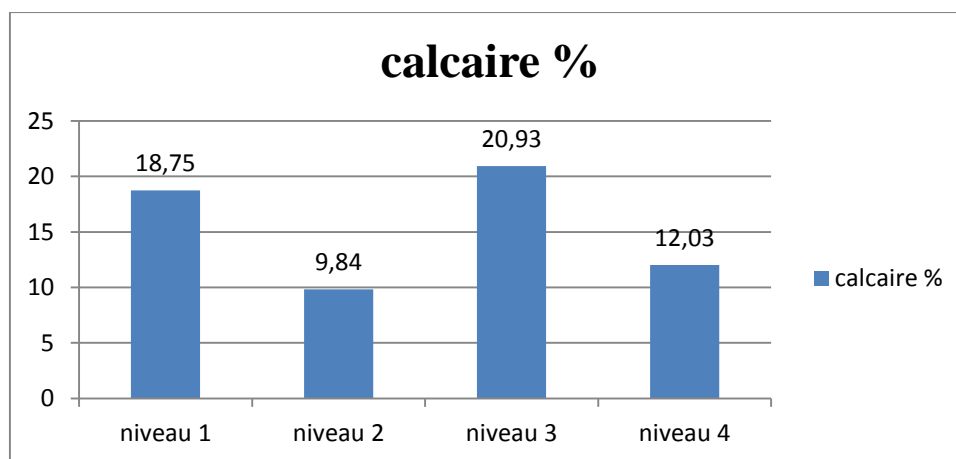


Figure 10 : taux de calcaire.

3. Le pH

Le pH élevé sont eux aussi un facteur défavorable à la mobilité de nombreux éléments, tels que le fer, le manganèse, le cuivre et le zinc, qui ont un grand rôle physiologique au niveau des plantes (photosynthèse, fabrication des enzymes) ou l'humification (catalyseurs pour l'oxydation des polyphénols). Une augmentation de pH bloque l'absorption de ces éléments sous des formes oxydées, que les plantes ne peuvent pas assimiler (Rognon, 1994).

Le pH de nos sols est estimé de 7,46 à 7,65, ce qui correspond à un sol peu alcalin. Ce type de pH a tendance à limiter l'absorption de certains éléments tels que le phosphore, le fer, le zinc, le cuivre, le bore et le manganèse par la plante. (Moumen, 1995).

L'apport d'un engrais organique s'avère là aussi nécessaire, car la matière organique en se dégradant a tendance à baissé le pH.

- Le pH dans le niveau 1 est 7,46% peu alcalin.
- Le pH dans le niveau 2 est 7,48% peu alcalin.
- Le pH dans le niveau 3 est 7,54% peu alcalin.
- Le pH dans le niveau 4 est 7,65% peu alcalin.

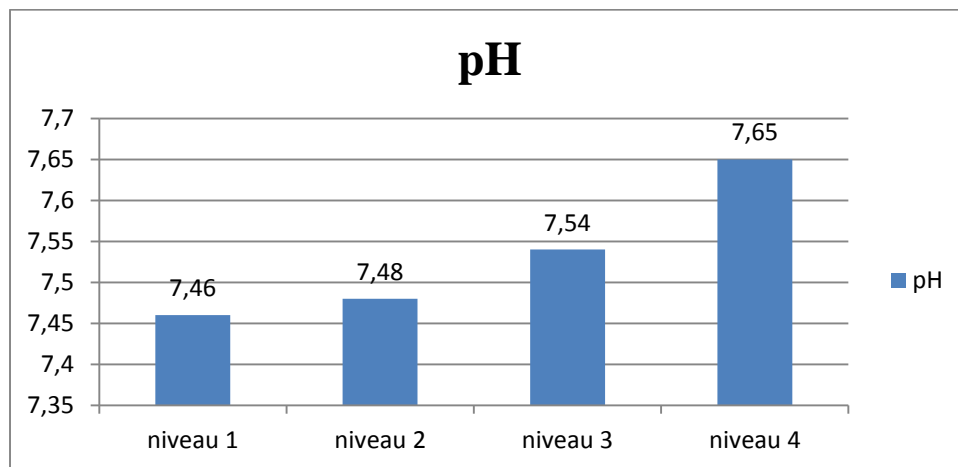


Figure 11 : Le pH.

4. La salinité

La salinité a un effet sur la propriété du sol, car la présence de sodium soluble dans le sol modifie le complexe absorbant et dégrade la structure, aussi un sol salé peut limiter les prélèvements en eau et inhibe la nitrification de l'azote, en plus de cela la possibilité de formation d'une "croûte de surface" qui conduit à une asphyxie racinaire. (Moumen, 1995).

Pour la conductivité électrique, elle est de l'ordre de 0.2 mmhos/ cm ce qui est considéré comme un sol non salin.

D'après Pouget (1977), la salinité des sols est faible au niveau des dayas et cuvettes de décantation (cas de notre exploitation agricole), cette faible salinité est due à plusieurs facteurs parmi eux :

- Un bon lessivage dû à la texture sableuse du sol ;
- Absence d'irrigation, puisque le sol est vierge et n'a pas été cultivé précédemment ;

Il n'y a eu aucune application d'amendement

La lecture de ces résultats montre que :

- CE dans le niveau 1 est 0.33% non salé.
- CE dans le niveau 2 est 0.34% non salé.
- CE dans le niveau 3 est 0.31% non salé.
- CE dans le niveau 4 est 0.31% non salé.

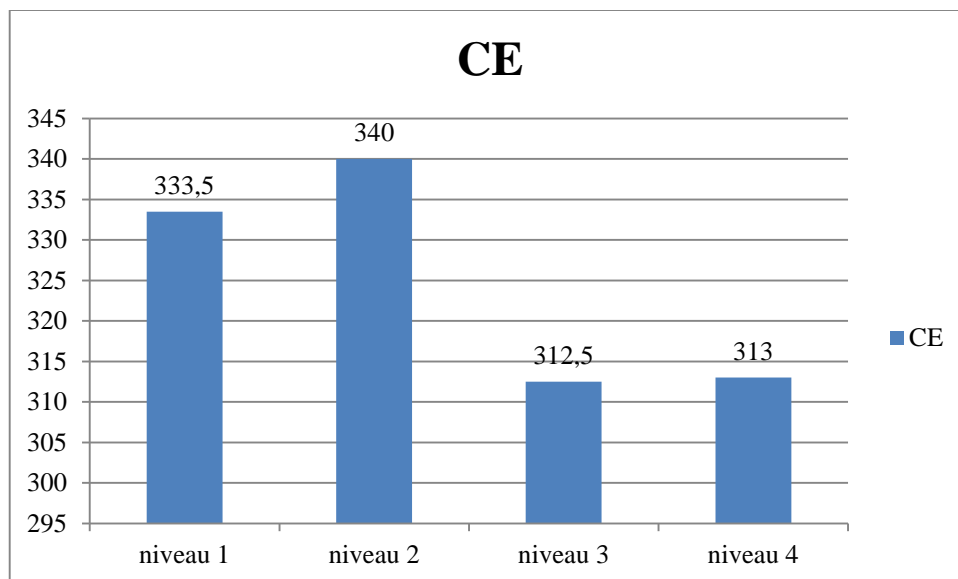


Figure 12 : conductivité électrique.

5. La matière organique

Un faible pourcentage de la matière organique accentue le lessivage du sol du fait que la matière organique joue un rôle important dans la capacité de rétention d'eau et des sels minéraux (Moulai, 2001). Un sol pauvre en matière organique a tendance à être également pauvre en oligo-éléments. Les substances organiques jouent un rôle dans la minéralisation avec libération d'oligo-éléments (Gervy, 1970).

Selon Kiekens (1985) *in* Reguieg et Hocine (1992), la matière organique constitue une source d'approvisionnement important en oligo-éléments pour le sol ; celle-ci, provenant essentiellement des déchets des récoltes ou d'excréments, subit dans le sol une biodégradation microbienne libérant les oligo-éléments dans la solution du sol.

L'analyse du sol de nos échantillons montre que :

- La MO dans le niveau 1 est 0.45% très pauvre.
- La MO dans le niveau 2 est 1.38% pauvre.
- La MO dans le niveau 3 est 0.25% très pauvre.
- La MO dans le niveau 4 est 0.22% très pauvre.

Ce qui traduit une très faible teneur en matière organique. Une fertilisation organique est indispensable dans ce cas de figure.

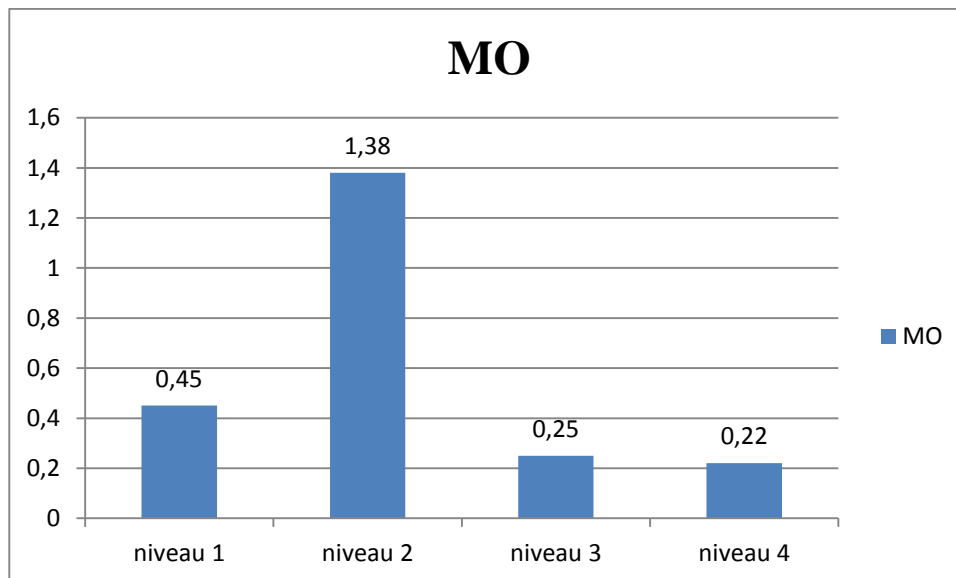


Figure 13 : La matière organique.

6. Le taux de carbone

Le stock de carbone organique présente dans les sols naturels présente un équilibre dynamique entre les rapports de débris végétaux et de déjections animales et la perte due leur décomposition. Tous les sols ne stockent pas la même quantité de carbone selon leur nature et surtout leur utilisation. Ainsi, limiter le labour ou maintenir la forêt améliorer le stockage du carbone dans le sol (FAO 2001).

L'évaluation du taux du carbone organique se présente comme ceci :

- Le carbone dans le niveau 1 est 0.261% très pauvre.
- Le carbone dans le niveau 2 est 0.802% pauvre.
- Le carbone dans le niveau 3 est 0.145% très pauvre.
- Le carbone dans le niveau 4 est 0.127% très pauvre.

L'évaluation du taux du carbone organique, donne des faibles valeurs, ce qui confirme la diminution de la matière organique d'un niveau à autre.

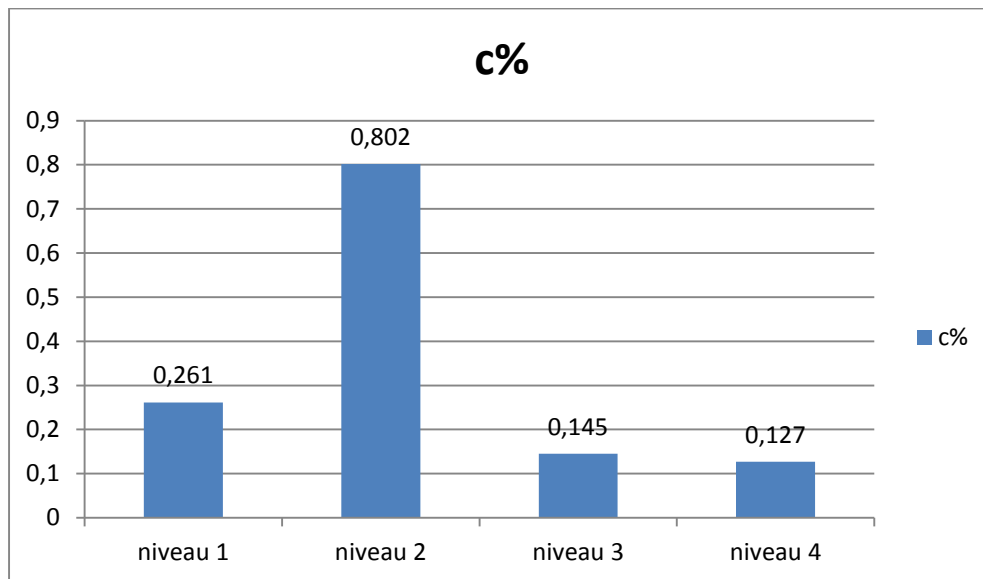


Figure 14 : le taux de carbone.

7. Le sodium

Dans le sol le sodium ne se trouve que dans l'état lié principalement sous forme de sels.

Dans les zones humides ou semi humides, le sol contient peu de sodium, car il est très facilement lessivé vers les couches profondes du sol par l'eau de pluie. Le sodium se fixe moins bien à l'argile que l'ion potassium.

Dans les zones arides ou semi arides il arrive en revanche souvent qu'une accumulation de Na trouve lieu dans les couches superficielles du sol à cause de la forte évaporation se produise qui fait migrer l'eau dans les couches superficielles du sol. Dans ce cas, la structure du sol se détériore. Cela se répercute négativement sur le bilan hydrique et l'altération du sol. En plus, le PH s'élève de plus en plus lorsque la teneur en Na augmente.

D'après les résultats obtenus on remarque que :

- Le Na dans le niveau 1 est 0.261% très pauvre.
- Le Na dans le niveau 2 est 0.802% pauvre.
- Le Na dans le niveau 3 est 0.145% très pauvre.
- Le Na dans le niveau 4 est 0.127% très pauvre.

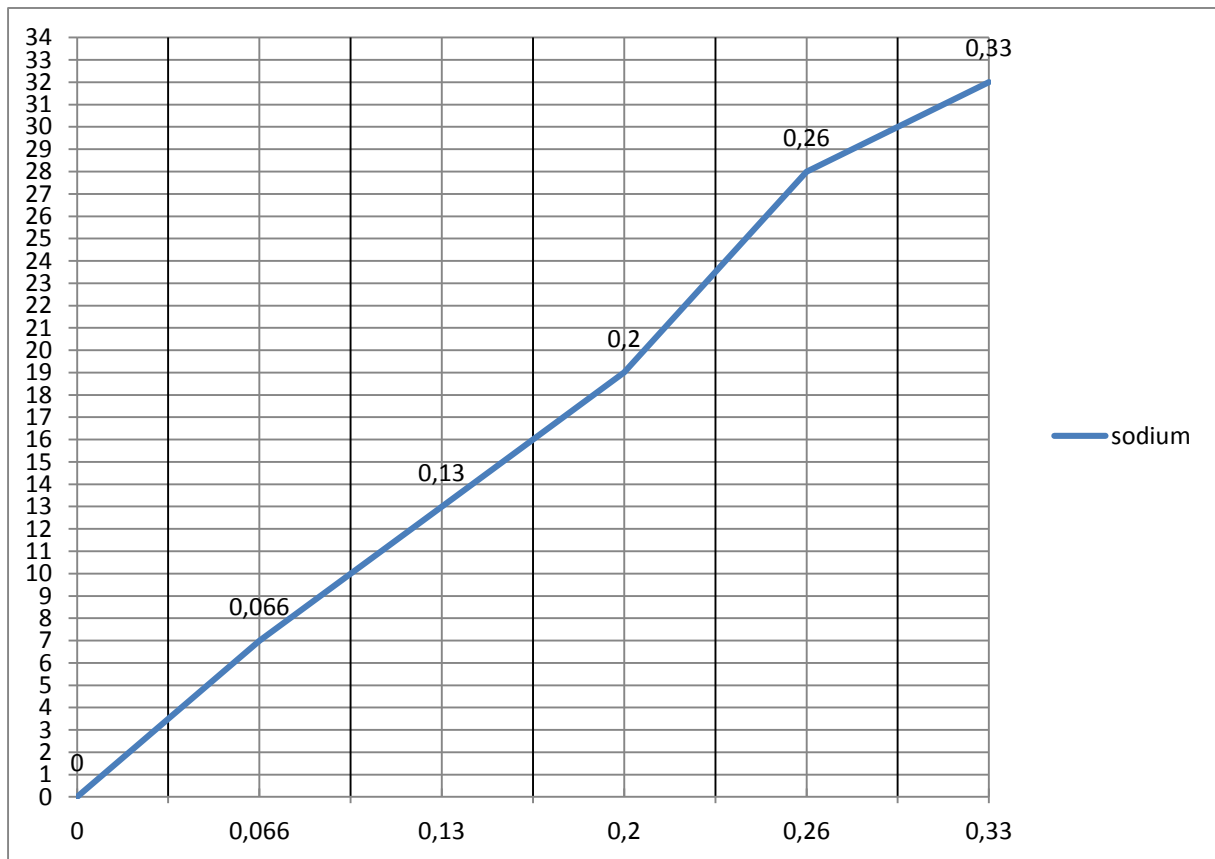


Figure 15 : sodium (Na).

8. Le potassium

Le potassium joue un rôle important dans la production, le transport et le stockage des sucres dans la plante. Le potassium n'est pas très mobile dans la plante. Il joue un rôle primordial dans l'absorption des cations, dans l'accumulation des hydrates des protéines, le maintien de la turgescence de la cellule et la régulation de l'économie en eau de la plante. C'est aussi un élément de résistance des plantes au gel, la sécheresse et aux maladies. Il est essentiel pour le transfert des assimilats vers les organes de réserve (bulbes et tubercules). Le potassium dans le sol se trouve uniquement sous forme minérale. Il provient soit de la décomposition de la matière organique et des minéraux du sol, soit des engrais.

Le potassium est aussi un constituant de l'argile (peu disponible pour les plantes) et de la roche mère (très peu disponible pour les plantes). Le potassium utilisable par les plantes est (retenu la surface des particules d'argiles et d'humus. Durant la croissance de la plante, il est libéré dans la solution du sol en fonction des besoins (FAO 2005).

Les résultats obtenus illustrent que :

- Le K dans le niveau 1 est 0.152% pauvre.
- Le K dans le niveau 2 est 0.182% pauvre.
- Le K dans le niveau 3 est 0.091% très pauvre.
- Le K dans le niveau 4 est 0.121% pauvre.

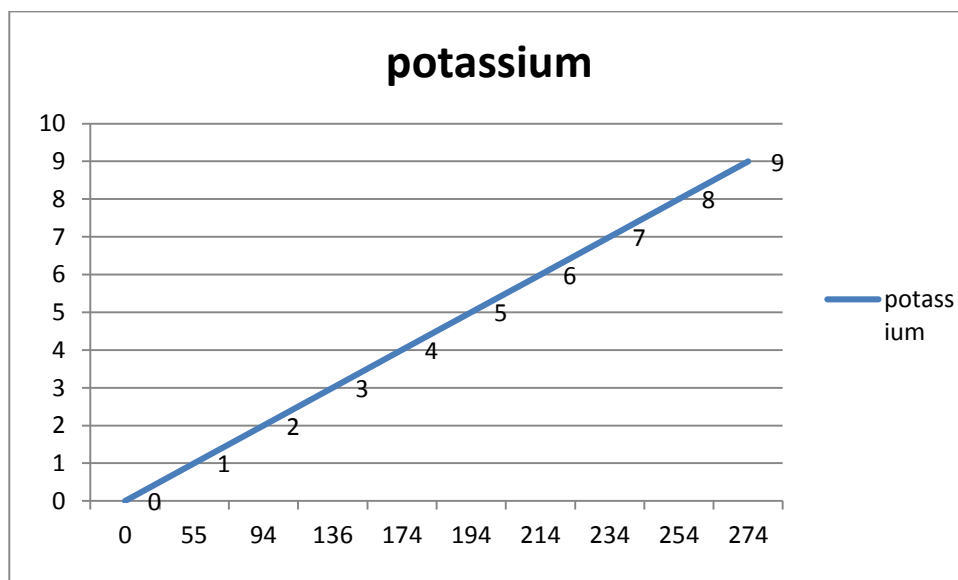


Figure 16 : potassium (K).

9. Le phosphore

Le phosphore est un élément nutritif essentiel de la nutrition minérale des plantes au même titre que l'azote et le potassium. Il est toutefois un élément nutritif critique des plantes à cause de sa faible concentration dans le sol (teneur moyenne de 600 ppm de P total) et de sa faible solubilité (moyenne de 0.05 mg P L⁻¹ de solution du sol). Le phosphore existe dans le sol sous les formes inorganique et organique. Les formes inorganiques sont associées à des composés amorphes ou cristallins d'aluminium et de fer dans les sols acides et à des composés de calcium dans les sols alcalins. Les formes de P organique sont associées la matière organique du sol (Charles Karemangingo ph).

Les résultats obtenus montrent que :

- Le P dans le niveau 1 est 0.019% très pauvre.
- Le P dans le niveau 2 est 0.017% très pauvre.
- Le P dans le niveau 3 est 0.029% très pauvre.
- Le P dans le niveau 4 est 0.03% très pauvre.

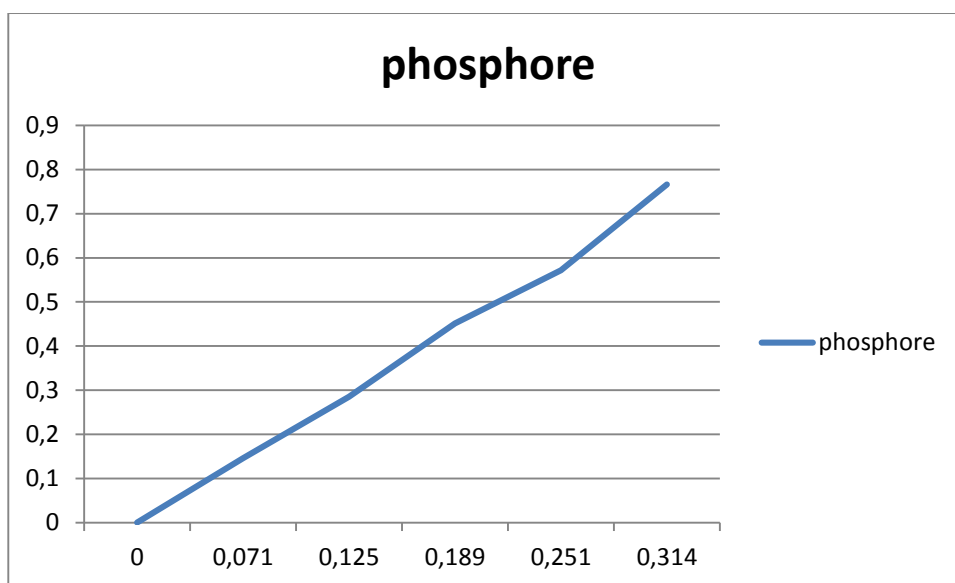


Figure 17 : le phosphore P.

Les analyses du sol traitées au niveau du laboratoire de l'Université Amar Téliidji sont résumées dans le tableau 13.

Tableau 13 : Résultats des analyses physico-chimiques du sol.

Eléments	Méthodes d'analyses	Normes	Résultats				Interprétations
			Nv1	Nv2	Nv3	Nv4	
Argile	Pipette de Robinson	Triangle texturale	0.7	0.21	0.42	0.05	Sol sableuse
Limon			2.65	1.81	1.79	1.07	
Sable			96.65	97.88	97.97	98.88	
P2O5 ppm	Spectrophotomètre	95.5 ppm	0.019	0.017	0.029	0.03	Très pauvre
K2O ppm	Spectrophotomètre à Flamme	200 ppm	252.22	182.66	91.33	121.77	Pauvre
Calcaire totale %	Méthode volumétrique	<5%	18.75	9.84	20.93	20.3	Moyenne

Ph	PH-mètre 1/2.5	5.6 à 7	7.46	7.48	7.54	7.65	Peu alcalin
C.E μ s à 25°C	Conductimètre 1/5	< 2 mmhos/c	0.33	0.34	0.31	0.31	Non salé
Matière organique %	MO%=C% \times 1.72	2.5 à 5 %	0.45	1.38 Pauvre	0.25	0.22	Très pauvre
C %	Méthode de Anne	1.8 à 2.8	0.26	0.80 pauvre	0.14	0.12	Très faible
Humidité %	Etuve		1	4	1.4	1.5	Capacité de rétention faible

Discussion

L'objectif principal de l'étude est une contribution à l'évolution de la qualité des sols de la forêt d'Ouarène région d'Oued Morra, wilaya de Laghouat. Plus spécifiquement, il s'agit de : caractériser les propriétés physico-chimiques du sol, à travers des analyses.

Les résultats sont indiqués dans le tableau 13.

Les résultats d'analyse granulométrique des sols étudiés ont montré que, nos échantillons de sols ont une texture sableuse ;

Le pH est un élément clé de la composition chimique du sol et détermine la disponibilité des éléments nutritifs pour les plantes et les microorganismes du sol (Doucet, 2006 ; Borah et al., 2010). Le pH des sols étudiés, peu alcalin.

La conductivité électrique enregistre de très faibles valeurs ; ce qui indique que le sol est non salé.

La matière organique paramètre indispensable et spécifique de la qualité des sols, l'analyse montre que le sol est pauvre en MO.

Les sols ayant une teneur en carbone inférieur à 2% se sont des sols pauvres en matière organique (c'est le cas de notre station), ils sont soit caractérisés par un faible apport ou par une forte activité biologique. C'est dans ces sols que le processus de minéralisation domine. La totalité de la matière organique est accumulée dans le sol.

Le taux de calcaire de nos échantillons, indique que nos sols ont une valeur moyenne.

Les analyses des bases échangeables K, Na, et P donne des faibles valeurs, ce qui montre que nos sols sont pauvres.

Conclusion

Au terme de ce travail qui a porté sur la contribution de la qualité des sols de la forêt d'Ouarène région d'Oued Morra, wilaya de Laghouat. Située dans la zone homogène des hautes plaines semi-arides. Abordé en premier lieu par des aperçus bibliographiques sur le sol, puis une étude du milieu physique, suivi par des observations et des analyses pédologiques, nous a permis d'étudier quatre niveaux de sol dans le bassin versant sud, différents par leur position topographique, par leur roche-mère respectives et par leur couvert végétal.

La zone d'étude, Madna localisée sur la commune d'Oued Morra, enregistre des précipitations plus ou moins important le long de l'année, une période sèche de plus de cinq mois selon le diagramme ombrothermique et un bioclimat semi-aride à hiver froid définit par le Climagramme d'EMBERGER.

Ces conditions favorisent le développement d'un peuplement végétal hétérogène avec sous-bois riche et diversifié, la zone d'étude est caractérisée par un couvert végétal matorral composée des différentes strates de végétations, à base de *Quercus ilex L*, *Juniperus oxycedrus L*, *Pinus halepensis L*, *Rosmarinus officinalis*, *Juniperus phoenicea*, *Stippa tenacissima*, *Arthrophytum scoparium*, *Retama retama*, *Artemisia herba alba*.

L'étude pédologique a permis l'identification de différents types de sols, ainsi que la détermination des processus pédologiques qui les régissent.

Les sols étudiés présentent, en surface (0-20 cm), une texture sableuse, taux de calcaire soit moyenne, un pH peu alcalin et un sol non salé d'après l'analyse de la salinité.

La relation entre le sol et la végétation dans cette zone est contrôlé par l'apport en matière organique, L'évaluation du taux du carbone organique, donne des faibles valeurs, ce qui confirme la diminution de la matière organique ; et cette dernière montre que notre sol est très pauvre ; Les analyses des bases échangeables K, Na, et P donne des faibles valeurs.

La nécessité d'une action généralisée dans le but d'une sauvegarde du patrimoine pédologique en place s'avère être urgent et primordiale.

Au terme de cette modeste étude, des travaux complémentaires doivent être mené par l'exploration d'autres sites, dans le but que les compagnes de reboisement sur le choix des espèces à introduite doit être justifié scientifiquement.

La santé des sols se répercute inévitablement sur la santé des écosystèmes forestiers et sur la productivité de nos forêts (Boileau, 2007).

Références bibliographiques

A

1. **Andreux F., 2002.** XXXVème Congrès du groupe Français des Pesticides produits phytosanitaires « Impact environnementale, gestion et traitement Université de Bourgogne.
2. **Andreux F., 2004.** Effet des substitutions d'essence sur le fonctionnement organo-minéral de l'écosystème forestier, sur les communautés Fongique mycorhyziennes et saprophytes. Revue Française des sciences forestière Vol.29 N°4. 2002P.
3. **Aubert G., 1978.** Méthodes d'analyses des sols. C.N.D.P. Marseille, 191 p.

B

4. **Baise D., 2000.** Guide des analyses en pédologie 2ème (Ed). I.N.R.F. Paris.172 p.
5. **Baize, D. et Girard, M.C., 1995.** Référentiel pédologique, Paris, 332 pp.
6. **Baldok J.A et Nelson., 2000.** The chemical composition of soil. In Handbook of soil science. Edited by Sumner, M.E (CRC Press, Boca Raton, London, New York, Washington.DC).
7. **Barles, S., Breyse, D., Guillaume, A. & Laeyval, C., 1999.** Le Sol Urbain. Collection VILLES, Economica, Paris. 278p.
8. **Benamar M., 1992.** Contribution à l'étude des principaux groupements en concurrence dans la forêt de Hafir, Wilaya de Tlemcen. Mémo. Ing. Foresterie. Univ Tlemcen : 113 p.
9. **Ben Amara O., 2007.** Contribution à la caractérisation physico-chimique et microbiologique de la litière du chêne liège de la région d'El-Kala. Mémoire d'ingénieur d'état en écologie et environnement. Université d'Annaba.
10. **Benslama., 2005, in Samai 2007.** Cours d'écopédologie 3ème année Ecologie et Environnement. Université Badji Mokhtar. Annaba.
11. **Benslama Zanache H., 1998.** Contribution à l'étude de la diversité des microorganismes (champignons saprophytes des sols du complexe humide d'El-Kala, Nord-Algérien). « Cas des station d'El-Khoubzi, Righia et Lac Noir ».
12. **BNEDER, 2006.** Elaboration d'un schéma d'aménagement et de développement durable de la région hauts plateaux centre (HPC) à l'horizon 2025. Rapport de mission 1 : Etat des lieux et analyse des tendances. Tome 1 : Présentation régionale. 62p.

13. **Boileau., (2007).** Diminuer les dommages au sol, une question de productivité forestière.30-31tab.
14. **Bonneau M, et Souchier B, 1994.** Pédologie 2 : constituants et propriétés du sol. Ed. Masson.
15. **Boulaine J. 1989.** Histoire des pédologues et de la Science du Sol. Ed. INRA.285 p.
16. **Bronick C.J. & Lal R., 2005.** Soil structure and management : a review. Geoderma, 124, pp. 3- 22.
17. **Bruckert S., 1972.** Influence de la composition chimique des litières sur la pédogenèse en milieux acide. Bull. ENSAIA, Nancy 14, 163- 275.

C

18. **Calvet R., 2003.** Le Sol propriétés et fonction : Tom I et II. Ed Dunod.
19. **CDF., 1998.** Présentation du sous-secteur des forets. Wilaya de Laghouat ; 23 p.
20. **CDF., 2008.** Présentation du sous-secteur des forets. Wilaya de Laghouat ; 21 p.
21. **Chenu C., Balabane M., 2001 :** Matières organiques et activités biologiques des sols cultivés : Une approche des matières organiques par leurs fonctions, Perspectives Agricoles, n°272, pp. 42-45.
22. **Chenu C., and Bruand A., 1998.** Constituants et organisation du sol. In : I. éditions (Editor), Sol interface fragile. Stengel, P. Gelin, S., Paris, pp. 213.

D

23. **Dabin B., 1976.** Méthode d'extraction et de fractionnement des matières humiques du sol application à quelques études pédologiques et agronomiques des sols tropicaux. Cah. ORSTOM, ser. Pédo. Vol 18 N° 3- 4 p, 197- 215.
24. **Dajoz R., 2006.** Précis d'écologie. 8 ème Edition DUNOD, Paris ; 631 p.
25. **Damay N et Julien JL., 1995.** Les indicateurs du statut acido basique des sols. « Station agronomique de l'Asine ».
26. **Demolon A., 1966.** Principe d'agronomie : dynamique du sol. Ed. Dunod.
27. **DPAT., 2007.** Monographie de la wilaya de Laghouat, Laghouat, Algérie ; p187.
28. **DSA., 2014.** Secteur Agriculture. Bulletin d'information agronomique de la Wilaya de Laghouat ; 12 p.
29. **Doucet, R., 2006.** Le climat et les sols agricoles. Ed. Berger, Eastman, Québec, xv, 443.
30. **Duchaufour Ph.,1983.** Pédogenèse et classification 2eme édition. Mass. Ed. (1- 2,26-29, 196-199).

31. **Duchaufour Ph., 1984.** Abrégé de pédologie. E D. Masson ; Paris 317 p.
32. **Duchaufour Ph., 1988.** Not sur la dégradation de la végétation forestière et des sols en climat méditerranéen : not extraite du seminario - Techno-sobre. Pratiques Econvervação de naturezaFara, 7p.
33. **Duchaufour Ph., 1995.** Pédologie : sol, végétation, environnement. Ed. Masson ; Paris 317p.
34. **Duchaufour Ph., 1997.** Abrege de pédologie. Ed. Masson. 5 éme ed. Paris, 291 p.

E

35. **El Arfaoui Benaomar A., 2010.** Etude des processus d'adsorption et de désorption de produits phytosanitaires dans des sols calcaires, Thèse de doctorat de l'Université de Reims Champagne-Ardenne, Ecole Doctorale Sciences, Technologies et Santé, Discipline : Chimie de l'environnement.
36. **Emberger L., 1950.** Rapport sur les régions arides et semi arides de l'Afrique du Nord. Union international des sciences agronomiques Montpellier, 12p.

F

37. **FAO.,2005.** Les productions de céréales. Bulletins statistiques de la FAO.
38. **FAO.,2015.** Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture ; web :www.fao.orgOrganisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture

G

39. **Girard, M.C., Walter, C., Rémy, J.C., Berthelin, J. and Morel, J.L., 2004.** Sols et environnement, Paris, 816 pp.
40. **Glossary of Soil Science Terms., 1965.** Ed. Soil Science Society of America. Am. J. Potato Res. **42**, 346.[Online] <https://www.soils.org/publications/soils-glossary>.
41. **Grosbellet C., 2008.** Evolution et effets sur la structuration du sol de la matière organique apportée en grande quantité, thèse de doctorat, Université d'Angers, Spécialité : Sciences Agronomiques, École Doctorale d'Angers.
42. **Gobat, J.M., Aragno, M. and Matthey, W., 2003.** Le sol vivant - Bases de pédologie – Biologie des sols. 2e éd. Col. Gérer l'Environnement, Presse Polytechniques et Universitaires de Lausanne. 568 p.

H

43. **Halitim A., 1988.** Les sols des régions arides d'Algérie. Ed. OPU Algérie 384 p.

44. **HCDS., 2010.** Les potentialités agro-pastorales de la steppe algérienne. Requêtes cartographiques, Analyse et interprétation d'informations géographiques sur la carte d'occupation des terres et de l'état des parcours. 61 p.
45. **Hillel, D., 1982.** Introduction to Soil Physics. Ed. Academic Press. New York, USA, 364 p.
46. **Hillel, D., 1974.** L'eau et le sol : principes et processus physiques, Louvain, 288 pp.
47. **Huetz de Lemps A., 1970.** La végétation de la terre. Masson. Paris, 133 p.
48. **Hubert F., 2008.** Modélisation des diffractogrammes de minéraux argileux en assemblages complexes dans deux sols de climat tempéré. Implication minéralogique et pédologique, Thèse du doctorat, Université de Poitiers, Faculté des Sciences Fondamentales et Appliquées.

I

49. **I.N.R.A., (2006).** Maintien de la qualité des sols des écosystèmes forestiers : Utilisation d'indicateurs de gestion durable dans le massif forestier des Landes de Gascogne .1-19p

J

50. **Jabiol, B., Girard, M.-C., & Schwartz, C. 2011.** Etude des sols-Description, cartographie, utilisation : Description, cartographie, utilisation. Dunod.
51. **Jenny H, 1941.** Factors and soil. A system of quantitative pedology. McGraw-Hill. New York, 281p.

L

52. **Laboubée C., 2007.** Retour au sol des matières organiques nécessaire a leur maintien en état en sols agricoles. Rapport de stage, institut de végétale, Arvalis.
53. **Lambert., 1975.** Classes d'abondance de la matière organique.
54. **Legros, J.P., 2007.** Les grands sols du monde. Ed. Presses polytechniques et universitaires romandes. Lausanne, 574 p.

M

55. **Mac Carthy, P., Clapp C.E., Malcom R.L. and and Bloom P.R., 1990.** Humic substances in Soil and crop sciences: Selected readings. Madison, Wisconsin, Soil Sci. Society of America. Mackowiak, C. L., P. R. Grossi and B. G. Bugbee (2001). "Beneficial effects of humic acid on micronutrient availability to wheat." SoilSci. Soc. Am. J. 65(6) : 1744-1750.
56. **Mahi, B. 2014.** Apport de la géomatique dans l'identification des zones d'agriculture. Cas des zones à haut potentiel céréalier de willaya de Laghouat. Mémoire de master en amélioration et production des plants. Université de Djelfa. 152 p.
57. **MATE, 2006.** Elaboration d'un schéma d'aménagement et de développement durable de la région hauts plateaux centre à l'horizon 2025, 2006. M.A.T.E (Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement), Décembre 2006. Rapport de mission 1 : Etat des lieux et analyse des tendances. Tome 1 : Présentation régionale. 61p.
58. **M'hirit, O., Yassin, M. 1995.** A propos de l'utilisation des données climatiques en matière de gestion et de conservation de la forêt. Division de Recherches et d'Expérimentations Forestières – Rabat. p. 58-71.
59. **Morel R., 1986 :** Les sols cultivés. Lavoisier. 1^{ère} Edition. Paris.

O

60. **Oades J.M., 1988.** The retention of organic matter in soil, Biogeochemistry 5. 35- 70p. Stevenson, F.J.; Cole M.A., 1999: Cycle of soils: Carbon, Nitrogen, phosphorus, sulfur, micronutrients, New York, WILEY, 427 p.
61. **Ozenda P., 1982.** La végétation dans la biosphère. Edition Masson ; 335 p.

P

62. **Parde., J. 1974.** Le microclimat en forêt. Ecologie forestière de la forêt : son climat, son sol, ses arbres et sa faune. p. 1-21. In M'hirit, O., Yassin, M. 1995. A propos de l'utilisation des données climatiques en matière de gestion et de conservation de la forêt. Division de Recherches et d'Expérimentations Forestières – Rabat. p. 58-71.
63. **Pedro G., 1985.** Les grandes tendances des sols mondiaux. Cultivar, 185, 1-4.
64. **Paul E. A. and Clark J. S., 1996.** Soil microbiology and biochemistry. Academic Press, San Diego.
65. **Pedro G., 1985.** Les grandes tendances des sols mondiaux. Cultivar, 185, 1-4.

66. **Pedro G., 2008.** Le sol, maillon-clé de la gestion écosystémique de la biosphère anthropisée. *Etude et Gestion des sols*, 15(1) : 69-76.

67. **Prévost P., 1999.** Les bases de l'agriculture. 2ème Ed. Technique et documentation, Paris ; 243 p.

Q

68. **Quenea K., 2004.** Etude structurale et dynamique des fractions lipidiques et organiques réfractaires de sol d'un chrono séquence forêt/maïs (Cestas, sud-ouest de la France), Thèse de doctorat de l'université Paris VI, Spécialité : Fonctionnement physique, chimique et biologique de la biosphère continentale.

R

69. **Robert, M., 1996.** Le sol : interface dans l'environnement, ressource pour le développement, Paris, 241 pp.

S

70. **Stevenson, F.J., 1999.** Cycle of soils: Carbon, Nitrogen, phosphorus, sulfur, micronutrients, New York, WILEY, 427 p.

T

71. **Toutain F., 1974.** Etude écologique de l'humification dans les Hêtraies acidophiles Thèse du Doctorat. Etat. Unev Nancy I, 114p.

U

72. **Union Européenne – FEDER., (2012).** Protégeons nos sols, Déterminer la texture d'un sol. Théorie A2. 1-2p.

W

73. **Williams B.G et Hoey D., 1982.** An electromagnetic induction technique for reconnaissance veys of soil salinity hazards. *Austr. J. Soil Res*, 20 pp: 107-118.

Résumé

La présente étude a pour but de caractériser et évaluer la qualité physico-chimique des sols de la forêt d'Ouarène région d'Oued Morra, (wilaya de Laghouat). Ainsi, on a effectué quatre prélèvements de sol, de 0 à 20cm de profondeur, répartis sur quatre niveaux, d'une façon aléatoire. Ils sont séchés, tamisés et analysés au laboratoire de l'université de Amar Telidji ; Les résultats des analyses physico-chimiques (Texture, pH, la matière organique, Taux de calcaire, la salinité, taux de carbone, P, Na et K), montrent que les sols ont des textures sableuses, pauvres en MO, non salés, des pH peu alcalins (7,46 à 7,56), des taux de carbone total ne dépassant pas 1%.

La relation entre le sol et la végétation dans cette forêt est contrôlé par l'apport en matière organique d'un part. Et par les conditions climatiques, la nature et le type de formation végétale d'autre part.

Mots clés : forêt, sol, paramètre physico-chimique, matière organique, conditions climatiques.

Abstract

The aim of this study is to characterize and evaluate the physical and chemical quality of the soil in the Ouarene forest in Oued Morra region, (wilaya of Laghouat). Thus, four soil samples (0 to 20cm of depth) was randomly taked from four levels, Soil samples were dried, sieved, and analysed within the laboratory of the University of Amar Telidji. and were treated for various physicochemical analyzes (texture, pH, organic matter, calcareous rate, salinity, carbon, P, Na and K), the results show that the soils have sandy textures, poor in OM, unsalted, low alkaline pH (7.46 to 7.56), total carbon content not exceeding 1%.

The relationship between soil and vegetation in this forest is controlled by the supply of organic matter on the one hand. And by the climatic conditions, the nature and type of the other plant formation.

Keywords: forest, soil, physico-chemical parameter, organic matter, climatic conditions.

ملخص

الغرض من هذه الدراسة هو وصف وتقييم الجودة الفيزيائية والكيميائية للتربة في غابة واد مرة (ولاية الأغواط). تم أخذ أربع عينات من التربة بعمق 0 إلى 20 سم من أربع مستويات بطريقة عشوائية. تم تجفيفها ونخلها وتحليلها في مختبر جامعة عمار ثليجي. أظهرت نتائج التحليلات الفيزيائية والكيميائية (قوام التربة، ودرجة الحموضة، المادة العضوية، ومعدل الكلس، الملوحة، معدل الكربون، والفسفور، الصوديوم والبوتاسيوم) أن التربة ذات قوام رملي، فقيرة في المادة العضوية، غير مالحة، درجة حموضة (7.46 إلى 7.56)، محتوى كربون إجمالي لا يتجاوز 1٪.

يتم التحكم في العلاقة بين التربة والغطاء النباتي في هذه الغابة من خلال توفير المواد العضوية من جهة. وبحسب الظروف المناخية، طبيعة ونوع الغطاء النباتي من ناحية أخرى.

الكلمات المفتاحية: غابة، تربة، عامل فيزيائي-كيميائي، مادة عضوية، ظروف مناخية.