

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
جامعة عمار ثليجي بالأغواط
UNIVERSITE AMAR TELIDJI LAGHOUAT

كلية العلوم
FACULTE DES SCIENCES
قسم البيولوجيا
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de Master

Filière : Sciences Écologies

Option : Écologie végétale et environnement

THEME

**Contribution à l'identification des sols des dayas, cas
de la région d'El-Kheneg**

Présenté par : Ghribi Aouali

Devant le jury

Président(e) : Bensouilah Sofyane M.A.B

Examineur (rice) s: Soufi Ibtissem M.A.A

Rapporteur : Youcefi Mostafa Nacer M.C.B

Co-Rapporteur : Touzri Kenza

Soutenu publiquement le : 16/07/2022

اهداء

أولاً لك الحمد ربي على كثير فضلك و جميل عطائك و جود ,اللهم لك الحمد حتى
ترضى و لك الحمد اذا رضيت و لك الحمد بعد الرضى, و الصلاة و السلام على
أشرف النبيين و خاتم المرسلين سيدنا محمد صلى الله عليه و سلم

أهدي هذا العمل المتواضع

الى ذلك الحرف اللامتناهي من الحب و الرقة و الحنا ,الى التي بحنانها ارتويت و
بدفنها احتमित, الى من كانت تبنيني على مصلاها و تأويني بين حنايا قلبها ,الى من
يشتهي اللسان نطقها ,و ترفرف العين من وحشتها, و يستكين القلب بصوتها ,و التي
كانت تتمنى رؤيتي و أنا أحقق هذا النجاح, الى روح حبيبتي و نور عيني أُمي
رحمة الله عليها

الى الذي علمني الشموخ ,الى روحك الطاهرة يا حبيبي ويا من أنرت دربي بدعواتك
و كلماتك, لا تستطيع كل لغات الكون أن توفيني في التعبير لك

رحمك الله يا أبي

ها أنا اليوم أجيب على سؤالكما الذي لم يفارق شفقتكما حتى في آخر اللحظات،

أسفة أطلت الجواب

ها أنا اليوم اهديكما تخرجي من غير أن تشاركانه معي.

أهدي هذا العمل المتواضع لكل من أحبني بصدق

و أعانني بأخلاص.

قال تعالى ((وَاللَّهُ أَخْرَجَكُمْ مِنْ بُطُونِ أُمَّهَاتِكُمْ لَا تَعْلَمُونَ شَيْئًا وَجَعَلَ لَكُمُ السَّمْعَ
وَالْأَبْصَرَ وَالْأَفْئِدَةَ لَعَلَّكُمْ تَشْكُرُونَ)) (78) سورة النحل

Remerciements

*Avant toute chose, je tiens à remercier Allah de tout puissant, pour
m'avoir donnée la force et la patience.*

*Au terme de ce travail, je tiens à exprimer ma grande reconnaissance a
mon prof Youcefi Mostafa Nacer Son estimation pour tous ses
efforts terminer ce travail ,je le remercie infiniment pour son aide et ses
conseils judicieux*

*Mes vifs remerciements aux membres de jury ,Bensouilah Sofyane et
Mm Souffi Sblissem pour avoir accepté d'évaluer mon travail.*

*J'exprime mes sincères remerciements à, Mr Mechraoui Chouieb .Je
tien à remercier aussi*

*Mr Kanich Ahmed ingénieur le laboratoire de Algérienne des eux de
Laghouat .*

*Le corps d'enseignants qui ont assuré ma formation en Biologie ;
A tous les personnels du laboratoire du département de Biologie ;
Tous ceux qui ont contribué de près ou loin dans l'élaboration de mon
travail.*

Sommaire

Dédicace	
Remerciement	
Liste des tableaux.....	I
Liste des figures.....	II
Liste des abréviations.....	III
Introduction générale.....	IV

Chapitre I. Généralités sur les Dayas

1. Généralité sur les dayas.....	04
1.1 Définition du concept de Dayas.....	04
1.2. Localisation des Dayas en Algérie.....	05
1.3. Évolution des Dayas.....	05
1.3.1. Première stade.....	05
1.3.2. Deuxième stade.....	05
1.3.3. Troisième stade.....	05
1.3.4. Quatrième stade.....	06
1.3.5. Dernier stade.....	07
1.4. Affleurements géologique des dayas.....	07
1.5. Topologie des dayas.....	08
1.6. Description des types des Dayas.....	08
1.6.1. Type peu déprimé.....	09
1.6.2. Type un peu déprimé.....	09
1.6.3. Type très déprimé.....	09
1.7. Flore des Dayas.....	09
1.6. Faune des Dayas.....	11
1.8. Sols des Dayas.....	11
2. Généralité sue le sol.....	12
2.1. Définition.....	12

2.2.Éléments constitufs du sol.....	12
2.3. Fraction minérale.....	13
2.4. Fraction organique.....	14
2.4.1. Constituants vivants	14
2.4.2. Constituants non vivants	14
2.5. Classification des sols.....	15
2.5.1. Classification chimique.....	15
2.5.2. Classification climatique.....	15
2.5.3. Classification mixte.....	15
2.5.3. Classification génétique.....	15
2.5.4. Classification écologique.....	16
2.6. Différents horizons du sol.....	16
2.7. Fonction du sol.....	17
2.7.1. Fonction Écologique.....	17
2.7.2. Fonction Technique, socio-économique et culturelles.....	17
2.8. Formes de dégradation des sols.....	18
2.8.1. Définition la dégradation des sols.....	18
2.8.2. Types de dégradations.....	18
2.8.2.1. Dégradation physique.....	18
2.8.2.2. Dégradation biologique	18
2.8.2.3. Dégradation chimique	18
2.8.3.4. Dégradations du sol dues aux activités humaines.....	19

Chapitre II. Présentation de la zone d'étude

1. Découpage administratif de la wilaya de Laghouat	22
2. Géomorphologie de la région d'étude.....	23
2.1. Reliefs.....	23
2. 2. Hamadas.....	23
2. 3. Regs.....	23

2. 4. Dépressions (daya).....	23
2. 5. Lits d'Oueds.....	23
3. Hydrogéologie.....	24
4. Caractérisation Climatique.....	24
4.1. Pluviométrie.....	25
4.2. Température.....	26
4.3. Humidité relative de l'air.....	26
5. Synthèse bioclimatique.....	27
5.1. L'indice de De Martonne.....	27
5.2. Climagramme d'Emberger.....	27
5.3. Diagramme ombrothermique.....	28
6. Nature des Sols.....	29
7. Commune d'El-kheneg.....	30
7. 1. Situation géographique.....	30
7. 2. Utilisation actuelle des terres.....	30
7. 3. L'agriculture dans la commune d'El-Kheneg.....	31

Chapitre III. Matériel et méthode

1. Méthodologie.....	33
1.2. Préparation des échantillons.....	34
2. Paramètres mesurés au laboratoire.....	34
2.1. Méthodes d'analyse du sol.....	34
2.1.1. Les analyses physiques.....	34
2.1.1.1. Granulométrie.....	35
2.1.2. Analyses Chimiques.....	37
2.1.2.1. pH.....	37
2.1.2.2. Conductivité électrique.....	39
2.1.2.3. Matière organique (MO) et le Taux de carbone.....	39
2.1.2.4. Calcaire.....	41

2.1.2.5. Phosphore.....	43
2.1.2.6. Potassium (K) et Sodium (Na).....	45

Chapitre IV. Résultats et discussions

1. Présentation des données de l'analyse physico-chimique du sol	47
1.1. Texture.....	47
1.2. Ph.....	47
1.3. Conductivité électrique.....	48
1.4. Matière organique.....	48
1.5. Taux de carbone total.....	49
1.6. Calcaire total.....	50
1.7. Potassium K.....	51
1.8. Phosphor P.....	51
1.9. Sodium Na.....	52
2. Diagnostic pédologique de la station étudiée.....	52
Conclusion générale.....	57
Références bibliographies.....	60
Résumé	

Liste des figures

N°	Titre	page
1	Morphologie et végétation des dayas du stade de naissance au stade adulte	7
2	Air de répartition de <i>Pistacia atlantica Desf.</i> au niveau des dayas , En Algérie	10
3	Fraction minérale du sol	13
4	Les différents horizon d'un sol	16
5	Aspect de dégradation du milieu	19
6	Dégradation du milieu par l'homme	20
7	Situation géographique de la wilaya de Laghouat	22
8	Climagramme pluviométrique d'Emberger	28
9	Diagramme Ombrothermique de la région de Laghouat	29
10	Dayas de la région d'El-Kheneg	33
11	Point de prélèvement	34
12	L'Echelle internationale de la classification de sol	35
13	Triangle texturale du sol	36
14	Tamis mécanique du sol	37
15	Agitation et filtration du solutions	38
16	Le pH-mètre	38
17	Conductimètre	39
18	Calciner le sol au four à moufle	41
19	Erlenmeyer et tube d'HCl	42
20	Calcimètre de Bernard	42
21	Spectrophotometer	43
22	Spectro à flame	44
23	Appareil multi parameter	45
24	Histogramme de pH	48
25	Histogramme de Conductivité électrique	48
26	Histogrammes de Pourcentage de matière organique	49
27	Histogrammes de Taux de carbone	50
28	Histogrammes de Taux de calcaire %	50
29	Aspect de dégradation du milieu (déchets)	55

Liste des tableaux

N°	Titre	Pages
01	Liste des espèces des dayas	10
02	Caractéristiques de station pluviométrique	25
03	Précipitations moyennes mensuelles (mm), (2010-2020)	25
04	Variation des températures dans la période (2010-2020)	26
05	Occupation du sol dans la commune d'El Kheneg	30
06	La production végétale dans la commune d'El Kheneg	31
07	Norme d'interprétation du pH du sol	37
08	Classes de salinité en fonction de la conductivité électrique	39
09	Classes de matière organique	40
10	Normes d'appréciation du calcaire total	43
11	Les normes internationales pour l'interprétation de phosphore	44
12	Les normes internationales pour l'interprétation de potassium	44
13	Pourcentages des fractions de particules du sol	47
14	Taux de potassium	51
15	Taux de phosphore	51
16	Taux de sodium	52
17	Résultats des analyses physico-chimiques du sol	52

Liste des abréviations

- % : pourcentage
- C° : degré Celsius
- CE : conductivité électrique
- ha : hectare
- HCDS : Haut-Commissariat au Développement de la Steppe
- HCL : chlore hydrique
- g : gramme
- Kg : kilogramme
- Km² : kilomètre carré
- m : mètre
- m² : mètre carré
- max : maximal
- min : minimal
- ml : milli litre
- Mm : millimètre
- MO : matière organique
- CO : carbone organique
- P : le phosphore
- K : le potassium
- Na : le sodium
- P(mm) : précipitations mensuelles en millimètre
- pH : potentiel hydrique
- ppm : partie par million
- S: sable
- L: Limon
- A : argile
- µm: micro mètre
- C : carbone
- M (°C) : température maximale mensuelle
- m (°C) : température minimale mensuelle
- ms/cm : millisiemens par centimètre
- P (mm) : précipitations mensuelle en millimètre
- Ech: échantillon

Introduction

INTRODUCTION GÉNÉRALE

La région méditerranéenne abrite une diversité biologique de première importance. En raison de sa situation particulière et de l'impressionnant gradient bioclimatique Nord-Sud qui la caractérise, l'Algérie offre des opportunités exceptionnelles pour l'évaluation et pour la compréhension des mécanismes impliqués dans la diversification et l'adaptation des plantes en relation avec l'évolution de leur environnement (Amirouche et Misset, 2009).

En Algérie, peu de travaux ont abordé l'écologie la caractéristique des dayas et la composition floristique. Il est important de souligner que ce type de formation n'est pas pris en compte dans les travaux, ni les inventaires forestiers nationaux, sauf dans de rares exceptions.

Les dayas sont soupçonnées d'être les vestiges d'une steppe arborée ou d'une forêt claire en voie d'extinction. Ces arbres impressionnants et magnifiques, sont toujours convoités. Ils fournissent aux habitants de la région, un complément à leur nourriture et à celle de leur troupeau. Ces dépressions fermées sont également un haut lieu de nomadisme et de cultures itinérantes. Pour la maigre pitance qu'ils peuvent tirer, des pelouses très particulières sont détruites ainsi que le betoum. Elles sont remplacées par des espèces post-culturelles (Monjouze, 1980).

La dégradation des dayas - comme d'ailleurs l'ensemble de la steppe - résulte d'une pression anthropique intense et continue. Il s'ensuit un affaiblissement de la protection des sols, qui sont à leur tour érodés. L'équilibre de ce milieu typique est menacé plutôt par l'homme que par les conditions écologiques naturelles. La disparition de la végétation entraîne l'ensablement de presque toutes les dayas, allant du simple voile éolien à la formation dunaire. À ce stade, l'arbre lui-même est «étouffé ». Toutefois, les spécialistes de la question s'accordent à dire qu'« il faudrait entamer la fixation du sable qui les envahit avant, ou au moins parallèlement, à l'application d'un aménagement des dayas (Monjouze, 2004).

Nombreux chercheurs qui s'intéressés dès le siècle dernier aux dayas. En effet, les premiers travaux à propos de ces dayas remontent à l'année 1852, ils ont été réalisés par des botanistes officiers de l'année coloniale, qui furent les premiers à avoir décrit la flore et la faune des dayas. Par la suite, en 1883 (in Cherif, 1988), Raynaud et Dianous ont fait une étude descriptive sur les dayas du sud de Laghouat. Un peu plus tard,

Launois en 1912 (in Cherifi, 1988) a établi un rapport sur les Bétoums de Laghouat ; en 1937 Capot-rey s'est intéressé à la morphologie de la région des dayas (Bouderbala, 2012).

Le sol est l'élément principal de l'environnement qui règle la répartition de la végétation. Il se développe en fonction de la roche mère, la topographie et les caractéristiques du climat (Ozenda, 1958). Le sol est une réserve de substances nutritives et un milieu stable pour l'activité biologique. Duchauffour (1960).

Dans les zones arides, la présence de la végétation est tantôt dictée par un déterminisme climatique mais dans certains cas c'est plutôt le déterminisme édaphique qui s'impose (Kaabeche, 1990).

Dans le milieu naturel l'évolution ou les caractéristiques d'un sol sont directement liés aux facteurs mésologiques et spécialement la végétation où il existe d'étroites liaisons entre les composantes biotique et abiotique (Halitim, 1988)

Le sol est une formation naturelle, un milieu organisé qui se transforme continuellement sous l'influence de processus physiques, chimiques, biologiques et humains. Il évolue dans le temps et dans l'espace.

Le sol résulte de l'union de la matière minérale provenant de la roche mère décomposée en argiles et de la matière organique fraîche provenant des débris organiques décomposée en humus. La croissance et l'évolution des sols se fait à des vitesses variables selon les zones climatiques.

Peut-On caractériser le sol de dayas ???? Dans la région d'El-Kheneg ?

Quelle sont les caractéristiques physico-chimiques (texture, salinité et alcalinité) des sols qui influencé sur le type du la flore et leur répartition, production et aussi leur régénération végétale ?

- **Objectif de travail**

L'étude de la caractérisation des sols de dayas dans la région d'El-Kheneg. Cette étude porte sur des sorties sur terrain à fin de consulter l'état de cette dayas et des analyses du sol pour faire caractériser notre sol prélevé

Le présent travail est divisé en trois grandes parties :

La partie bibliographique, est divisée en deux chapitres :

Le chapitre 1 présentera les dayas quant au chapitre 2, il abordera la présentation de la région d'étude

La partie matériels et méthodes, est présentée en un seul chapitre la méthodologie de travail

La partie analyses et discussions occupe une place importante dans notre travail, présentera les principaux résultats obtenus ainsi que leurs analyses.

Et enfin une conclusion et perspectives.

Chapitre I

Généralités sur les dayas

CHAPITRE I. GÉNÉRALITÉS SUR LES DAYAS

1. Généralités sur les dayas

1.1. Définition

Selon Monjauze (1968), « La plupart des dayas sont circulaires ou ovales et montrent des bords en pentes douces. Leur profondeur ne dépasse généralement pas quelques mètres, mais le diamètre peut varier de la dizaine à la centaine et même au millier de mètres. Leur genèse est liée à un certain nombre de facteurs dont les principaux sont le drainage superficiel des eaux météoriques et la nature du sous-sol. »

En l'absence de pentes suffisantes, qui permettent le ruissellement des eaux de pluie tombant sur Hamada, s'y infiltre et atteint la croute calcaire pliocène dont la dissolution locale provoque les légers effondrements superficiels et donne naissance à de petites dépressions fermées qui marquent le début des dayas. Une fois amorcé, le phénomène se développe par l'action combinée des eaux superficielles, qui convergent vers ces dépressions, en y rongant les bords et en y apportant des alluvions fines. L'effet des vents violents ont le rôle de balayeur des alluvions. Quant aux eaux d'infiltration, elles poursuivent d'étendre la dissolution et l'entablement calcaire pliocène sous-jacent (Monjauze, 1968).

Selon (Taibi, 1997), ce sont des petites cuvettes appelées dayas qui grèlent les hamadas, colmatées par des formations alluviales déposées par les eaux de ruissellement qui inondent ces cuvettes après les pluies.

La daya est définie comme étant une dépression fermée de l'ordre métrique à kilométrique où s'accumulent les eaux de ruissellement non salées ou peu salées (Pouget, 1977).

Ce terme vernaculaire caractérise une dépression fermée de l'ordre métrique à kilométrique où s'accumulent les eaux de ruissellement non salées ou peu salées. Les eaux se maintiennent quelques jours ou quelques semaines ; une partie s'évapore, une autre partie s'infiltre très lentement à travers un sol de texture moyenne à très fine alors que le reste est utilisé par une végétation variée arbres (*Pistacia atlantica*), nanophanérophytes (*Zizyphus lotus*) et plus généralement des espèces végétales adaptées à la texture et au régime de submersion temporaire.

1.2. Localisation des dayas en Algérie

Le pays des dayas est un haut plateau dont l'altitude moyenne passe de 1000 à 500 mètres de l'ouest à l'Est. Sous la forme approximative d'un rectangle d'un peu plus de 300 Km sur un peu moins de 100 kilomètres de côtés. Il couvre environ 30 000 kilomètres carrés. Il longe l'Atlas saharien central par son grand côté, s'appuie au Sud sur la dorsale turonienne de la Chebka du Mزاب, à l'Ouest sur des plateaux descendant vers le grand Erg occidental, qui presque le confronte, et à l'Est s'atténue en pente douce en direction des grands oueds fossiles quaternaires issus du Sahara central et, plus loin, de la dépression du Grand Erg oriental, qui commence 500 kilomètres au-delà (Monjauze, 1982).

Dans la région de Laghouat

Les dayas sont particulièrement bien développées dans la steppe Sud-Algéroise, notamment à l'Est et à l'Ouest de Laghouat, qui est désignée précisément par les géographes sous le nom de *Pays des dayas* (Ozenda, 1991).

La région des dayas, délimité géographiquement à partir du Bassin de l'Oued Djedi à l'Est de Laghouat jusqu'à la région d'El-Abiod Sidi Cheikh à l'ouest, et de 50 km de Laghouat jusqu'à la région de Chebkha de M'Zab à 150 km au Sud, localisés dans des dépressions, à superficies différentes (Guinet, 1954).

1.3. Evolution des dayas

Les dayas ne sont pas réparties de manière homogène sur tout le piémont mais se localisent dans la région dite « *Daya* » ou « *Plateau l'Arbaa* ». Selon (Pouget, 1980), le façonnement des dépressions serait le résultat de la conjugaison variable de trois processus d'érosion :

- Dissolution chimique (formation karstique) ;
- Elargissement par ruissellement ;
- Approfondissement par récurage éolien.

Il s'agit d'une très grande diversité malgré toutes les différences de formes, de taille, de sols et de régimes hydrologiques, qui n'en tranchent par moins avec les zones avoisinantes et représentent un milieu écologique bien spécifique (Taibi, 1997).

Selon Le Houérou les dayas réparties en familles en nous fondant sur des critères de taille, de forme et du type de végétation les colonisant. (Fig.1)

On a distingué 5 stades d'évolution morphologique corrélée à L'évolution de la végétation (figure1).

1.3.1. Premier stade

Ces dayas, de taille réduite (d'une moyenne inférieure à 30 000 m²), sont caractérisées par une grande régularité de forme :

Elles sont presque parfaitement circulaires. Leur zone centrale, inondée pendant plus longtemps que les bords et colmatée par une formation colluviale sablo-limoneuse, est colonisée par une végétation plus ou moins dense, herbacée (espèces pérennes) et. Arbustive le remeth (*Haloxylon scoparium*), Qui est caractérisée par une végétation clairsemée puis de transition avec la steppe environnante correspond à une différence de taille uniquement.

1.3.2. Deuxième stade

L'approfondissement de la daya, se met en place le jujubier (*Zizyphus lofus*) qui élimine progressivement l'association végétale précédente. Ces dayas, de taille moyenne inférieure à 100 000 m² présentent des formes encore proches du cercle. Leur taille, trop réduite.

1.3.3. Troisième stade

L'évolution apparaît la strate arborée. Le betoum (*Pistacia atlantica Defs*) se développe à l'abri des buissons de jujubiers, la végétation herbacée étant rejetée à l'extrême périphérie de la daya. Le centre des dayas est alors couvert de formations végétales denses plutôt arborées, entouré d'une végétation herbacée et arbustive de plus en plus lâche.

1.3.4. Quatrième stade

Morphologique plus longue présentent une organisation concentrique encore différente, le centre est à nu, la végétation plus ou moins dense se cantonnant à la périphérie, ce qui indique une évolution longue qui aboutit à l'assèchement de la zone centrale en éliminant progressivement toute végétation. A l'extrême périphérie apparaît une végétation de transition vers la steppe. Ces dayas de grande taille (surface moyenne de 170 000 m²) correspondent à un stade d'évolution avancé pour lequel on peut définir des stades intermédiaires.

1.3.5. Dernière stade

A terme, la zone centrale nue s'étend jusqu'à faire disparaître complètement la végétation. La daya est alors " morte ", la zone centrale totalement nue ou colonisée par une steppe assez lâche d'alfa et de sparte est entourée d'une auréole de végétation basse très clairsemée.

A ce stade, les dayas sont les plus grandes (surface moyenne supérieure à 300 00 m²), ont des formes contournées et sont bordées de " falaises ".

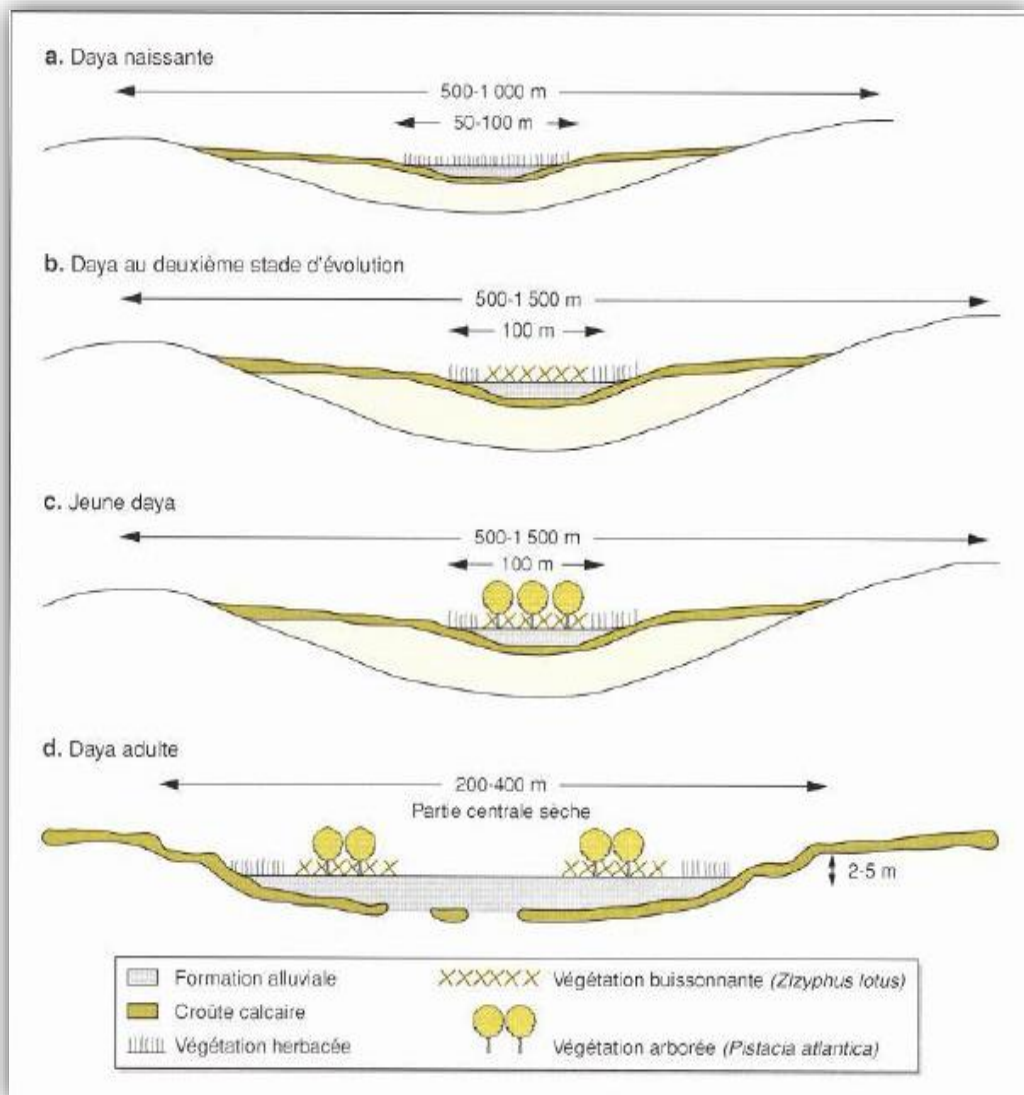


Figure 1. Morphologie et végétation des dayas du stade de naissance au stade adulte (Taibi, 1999)

1.4. Affleurements géologiques des dayas

Les faciès dominants dans la région sont de type calcaire et grès pour les reliefs et

dépôts alluviaux pour les zones de pénéplaines steppiques.

Dans les reliefs de la région de Laghouat, les fonds de talwegs aboutissent à des dépressions (Dayas) où se concentrent les dépôts de quaternaire récent. De part, la vitesse de leurs progressions, les dépôts dunaires et particulièrement le cordon constituent le phénomène actuel le plus spectaculaire (Benkheira *et al.*, 2005).

1.5. Typologie des Dayas selon la taille et l'encaissement

Selon (Taibi, 1997), on distingue deux grandes classes de dayas selon la taille et l'encaissement :

- Les très grandes limitées par des falaises et une multitude de petites dayas à bords doux. Il existe une certaine corrélation entre taille et profondeur des dayas.
- Les plus petites sont en général les moins encaissées, parfois à peine marquées dans le paysage. La surface encroûtée du plateau s'inclinant doucement sur le bord de la daya, fossilisée ensuite sous les dépôts limoneux du fond de la daya.
- Les plus grandes dayas sont limitées en général par une falaise inscrite dans les argiles rouges tertiaires surmontées d'une croûte calcaire.

Le fond de ces dayas s'inscrit alors directement dans les formations argileuses, alors que l'on retrouve la croûte calcaire dans le fond des petites dayas. En effet, le fond des deux types de dayas est couvert des mêmes formations sablonneuses plus ou moins humifères, argileuses ou limoneuses (Taibi, 1997).

Il existe un troisième type de dayas, caractérisées par une dissymétrie de ses bords, un seul étant marqué par une corniche. Elles se localisent sur des versants à pente moyenne (Kerb des hamadas de Ras Ech'aab), leur bordure s'étend à la falaise, la limite aval. Il s'agit en quelque sorte de dayas « crevées » à l'aval pente (Taibi, 1997).

1.6. Description des types de dayas

La plupart des dayas se localisent sur les surfaces encroûtées du quaternaire ancien, moins souvent sur le quaternaire moyen, en distinguant trois types principales en fonction de leur tailles et surtout de leurs profondeurs (Pouget, 1980).

- **Type peu déprimé** : 15 à 20 mètres de diamètre et quelques centimètres de dénivellation ; le changement de végétation et de la surface du sol permet seul de discerner ce type de daya.
- **Type un peu déprimé** : diamètre de 60 à 150 mètres pour une dénivellation ne dépassant pas un mètre. Leurs formes restent grossièrement circulaires avec des évaginations correspondant à des chenaux de ruissellement plus ou moins bien individualisés et profonds. Ce type de daya le plus fréquent à une « assiette creuse ».
- **Type très déprimé** : diamètre de l'ordre hectométrique sinon kilométrique pour une dénivellation de plusieurs mètres. Le fond de la daya est plat, les bords se relevant brusquement avec une petite falaise incisée un réseau rayonnant d'entailles.

1.7. Flore des dayas

La végétation actuelle des zones arides est le résultat des interactions de trois facteurs essentiels, climat, sol (Le Houérou, 1973) et action anthropique (Le Houérou, 1995). Cela provient de la dégradation de formations forestières primitives (Madani, 2008).

Cette végétation est généralement qualifiée de steppique (Tab.1). Elle se caractérise par l'importance des espèces vivaces, ligneuses ou graminéennes, couvrant 10 à 80 % de la surface du sol et hauts de 10 à 50 cm avec un développement très variable des espèces annuelles liées aux pluies (Le Houérou, 1975).

Pistacia atlantica Desf. est une espèce endémique qui figure parmi les plantes non cultivées protégées en Algérie (Kaabech *et al.*, 2005). En Algérie, on le trouve disséminé dans les forêts chaudes du tell méridional mais surtout dans la région steppo-désertique des hauts plateaux et du Sahara septentrional où il ne subsiste que dans les Dayas (Fig.2). On le rencontre parfois en montagne dans l'Atlas Saharien (Boudy, 1952).

Le Bétoum est un arbre par excellence du dayas de piedmont méridional de l'Atlas Saharien, sa limite extrême se trouve en pleine cœur du Hoggar où il existe à l'état de relique (Manjauze, 1980). Il se trouve surtout dans la zone de transition entre la steppe et le tell.

Tableau 1.Liste des espèces des dayas.(Le Houèrou ,1995)

Espèces	Caractère de sol	Caractère de climat
<i>Ziziphus lotus</i>	Sablonneux, limoneux	Aride et semi-aride
<i>Pistacia atlantica</i> . Desf	Sols légère	Aride et semi-aride
<i>Genista raetam</i>	Sablonneux	Semi-aride
<i>Astragalus armatus</i>	Sablonneux	Aride
<i>Hammada schmittiana</i> ,	Sableuses	Aride et semi-aride
Remt (<i>Hammada scoparia</i>)	Limoneux	Aride et semi-aride
<i>Traganum ntladume</i>	Sableuses	Aride et semi-aride
<i>Rhantherium suaveolens</i>	Sableuses	Aride et semi-aride
<i>Chamomilla pubescens</i> Desf	Argilo sableuse	Aride

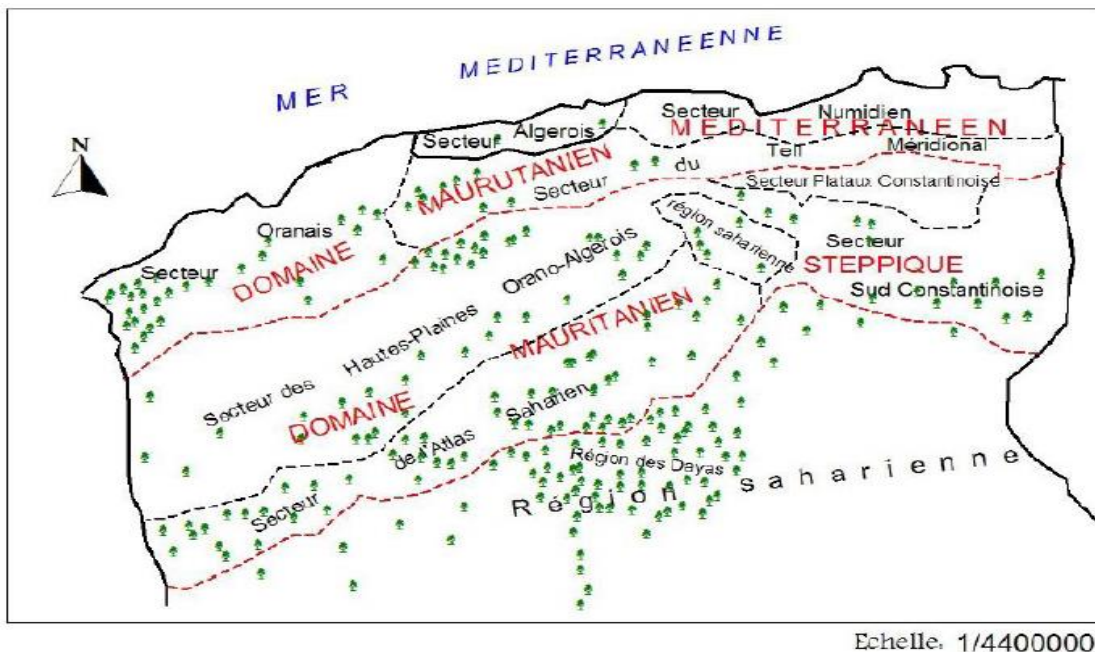


Figure 2. Aire de répartition de *Pistacia atlantica* Desf au niveau des dayas en l'Algérie (Manjauze, 1980)

1.7. Faune des dayas

Avec leur monticule, elles forment un gîte de choix pour les rongeurs (gerboises, rats et lapins) les hérissons les reptiles (serpents et vipères) et les arachnides (scorpions et araignées)

De leur côté, les animaux apportent directement à la plante la matière organique riche en éléments fertilisants et permettent indirectement une économie d'eau disponible grâce à l'écran protecteur constitué par leurs terriers. Le jujubier a été utilisé pour longtemps comme ceinture verte protectrice contre les courants d'eau, comme clôture épineuse (morte ou vivante) et pour ombrage près des douars (Bamouh, 2003)

1.8. Sol des dayas

Selon (C,P,C,S 1967) les dépressions de type dayas offrent une gamme très diversifiée de sols généralement profonds et évolués, ayant en commun :

- une texture relativement homogène pour chaque profil, moyenne à très fine ;
- une structure instable en surface avec un horizon finement lamellaire de quelques millimètres à quelques centimètres et une croûte de battance ;
- une perméabilité d'ensemble faible ne permettant qu'une percolation lente à travers le profil ; favorisant ainsi une stagnation plus ou moins prolongée de l'eau et son évaporation en surface ;
- une faible teneur en calcaire (<10 à 20%) ; le sol est parfois complètement décarbonaté.

Trois ensembles de sols s'individualisent plus ou moins en fonction de la texture et du degré d'évolution (structure essentiellement).

Les vertisols présentent une texture très fine et d'importantes fentes de retrait en saison sèche. Ils caractérisent souvent les dépressions dans les grès et les argiles versicolores ainsi que les grandes dayas de type très déprimé :

- Vertisols modaux
- Vertisols à caractères vertiques
- Vertisols halomorphes avec une salure de 2 à 4 mos en surface, plus élevée en profondeur.

Les sols peu évolués de texture fine conservent une structure verticale :

- Sol peu évolués vertiques et sols peu évolués halomorphes ;

- Sols peu évolués modaux ; les caractères verticaux (structure) disparaissent si la texture n'est que moyenne.

Les sols évolués de texture généralement moyenne à fine sont bien structurés et relativement perméables ; structure polyédrique subanguleuse et surtout polyédrique moyenne à fine :

- Sols bruns calciques, complètement décarbonatés ;
- Sols bruns calcaires ;
- Siérozems modaux ;
- Siérozems à amas et nodules ;
- Siérozems à encroutement calcaire.

Les deux dernières familles de sols caractérisent les dayas les moins profondes, types peu déprimés à très peu déprimés, sur les surfaces encroustées.

2. Généralité sur le Sol

2.1. Définition

L'entité sol peut avoir de nombreuses définitions qui dépendent généralement de la discipline d'étude. Il en résulte une définition évolutive naturaliste de l'entité sol :

Le sol est un habitat et un élément de l'écosystème qui est le produit et la source d'un grand nombre de processus et interactions chimiques, biochimiques et biologiques. On a d'ailleurs de plus en plus tendance à considérer le sol comme un écosystème à part entière, et non plus comme une composante d'un écosystème dont la base serait la végétation (Mouffok, 2003).

Le sol est la couche supérieure de la croûte terrestre, composée de matière minérale, 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).

La science qui étudie les sols, leur formation, leur constitution et leur évolution, est la pédologie. Plus généralement, aujourd'hui, on parle de science du sol, englobant ainsi toutes les disciplines (biologie, chimie, physique) qui s'intéressent pro parte au sol.

2.2. Eléments 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.

2.3. 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 (Fig. 3) 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) ;
- **Limons** ($\varnothing=50$ 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 agglomération 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).

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 rôle très important dans la stabilité du sol (Duchaufour, 1995)

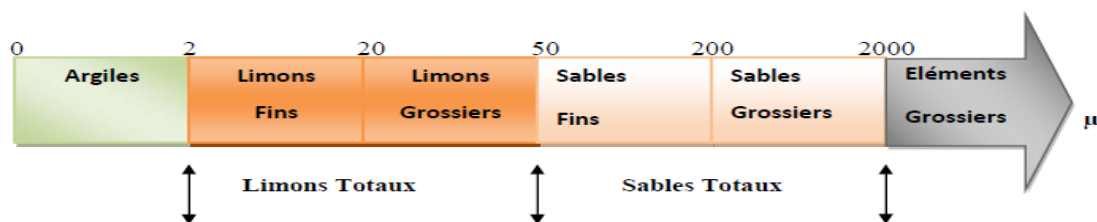


Figure 3. Fraction minérale du sol. Baize et Jabiol, (1995).

2.4. 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).

2.4.1. Constituants vivants : Ils sont représentés par les tissus végétaux, les animaux du sol comprenant la microfaune, la méso faune 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).

2.4.2. Constituants non vivants : Ils sont représentés par la matière organique particulaire :

- **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).

- **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).

- **Matière organique légère** : dans cette fraction, la masse volumique des particules organiques est petite par rapport aux deux « 02 » fractions précédentes (Dabin, 1976)

- **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).

- **Matière organique inerte, Complexe Argilo-Humique**, d'après Gobat *et al.*, 2003 ; Bronick *et al.*, 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 qui assure :

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

2.5. Classification des sols

Elle fait appel aux critères suivants :

2.5.1. Chimique (Classification chimique) : Elles s'appuient sur les propriétés chimiques du sol

2.5.2. Climatique (Classification climatique) : Elles ont pour base le climat, et divisaient les sols en trois grands groupes (Lozet et Mathieu 1997).

- **Sols zonaux :** Sols diversement évalués, mais parvenus à leur état « d'équilibre » avec le climat, par exemple : sols arctiques, sols bruns tempérés (Lacoste, 2001)

- **Sols azonaux :** Sols peu évalués, correspondant à des stades initiaux de la pédogenèse, dont en principe les caractères dépendent encore fortement de la roche mère comme par exemple : les sols bruts ou les sols colluviaux alluviaux.

- **Sols intra zonaux :** Sols diversement évalué, mais relativement « Stabilisée » dans un sens diffère de celui qui imposerait en principe le climat, par exemple : certaines rendzines, sols hydro morphes (Lacoste et Salanon, 2001).

2.5.3. Mixte (Classification mixte)

Elles font intervenir à la fois le climat et la base chimique (Lozet *et* Mathieu, 1997) ; La classification de Robinson (1949) est basée sur le degré de lessivage et le climat on distingue :

-Sols à lessivage complet des carbonates, climat humides (pédalfers) ;

-Sols à lessivages empêché totalement ou partiellement par une nappe d'eau (sols intra zonaux) (Lozet et Mathieu, 1997).

2.5.3. Génétique (Classification génétique)

Dans cette classification en tenant compte de l'origine et l'évaluation des sols (Ramade, 2003) C'est-à-dire favorisant à la fois les facteurs et les processus de la pédogenèse, ainsi que les caractères en résultant au niveau des profils (Lacoste *et* Salanon, 2001).

2.5.4. Ecologique (Classification écologique)

C'est-à-dire qui intégré l'ensemble des paramètres biotique et abiotique intervenant dans la pédogenèse (Ramade, 2003).

2.6. Différents horizons d'un sol

Un sol est une pellicule d'altération recouvrant une roche, il est formé d'une fraction minérale et de matières organiques (l'humus). Les processus d'altération, d'humidification

et de différenciation aboutissent à l'apparition de couches superposées plus ou moins distinctes et différentes selon la texture, la structure et la composition chimique. Ces différentes couches correspondent aux horizons dont l'ensemble constitue le profil du sol (Fig.4). Ces horizons peuvent être déclinés en différents sous horizons en fonction du type de sols rencontrés. On distingue quatre horizons majeurs (Baize et Jabio, 1995) :

- **Horizon A** : est un horizon majeur occupant la partie supérieure du profil (0-30 cm) et présentant une quantité importante de matière organique et une faible quantité en argile, fer et aluminium. Cette matière organique provient des plantes en phase de décomposition.
- **Horizon S** situé au-dessous de A (50-90 cm) est le lieu d'altération des minéraux primaires, de libération d'oxyhydroxydes de fer, de décarbonatation, etc.
- **Horizon B** est situé au-dessous de S (90-150 cm), il est caractérisé par des teneurs en argile, fer et humus plus élevées que les horizons A, S et C. Cet enrichissement peut être dû soit à des transformations des minéraux préexistants, soit à des apports illuviaux. La matière organique présente dans cet horizon est plus âgée et provient de l'horizon supérieur (A). Elle est adsorbée sur les argiles et les oxydes de fer et d'aluminium.
- **Horizon C** situé au-dessous de B (en dessous de 150 cm) est un horizon minéral avec une faible teneur en matière organique.

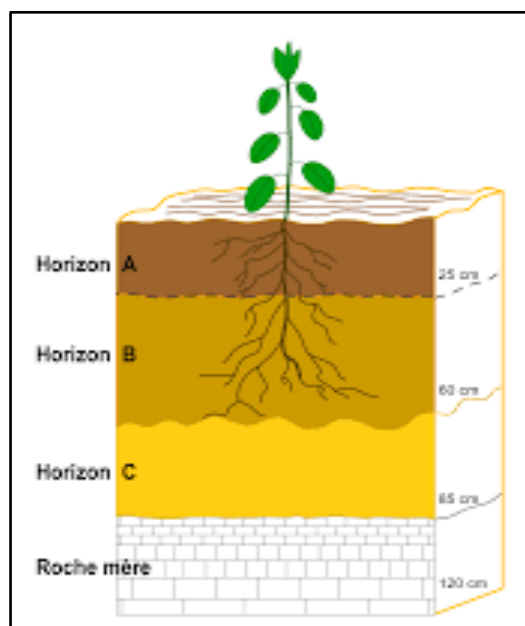


Figure 4. Différents horizons d'un sol (Wikipédia.2018)

2.7. Fonctions du sol

Les sols exercent plusieurs fonctions qu'il est commode de regrouper en trois ensembles : des fonctions écologiques, des fonctions technologiques et des fonctions sociologiques. Bien qu'elles soient interdépendantes, il est utile de les distinguer, pour des raisons à la fois méthodologiques et phénoménologiques (Doran *et al.*, 1996 ; Lal, 2008 ; Bouma, 2010)

2.7.1. Fonctions écologiques

- Production de biomasse.
- Permanence de la biodiversité. Le rôle du sol en tant qu'habitat biologique, réserve génétique, est considérable, notamment à l'échelle microscopique (en particulier rôle des microorganismes décomposeurs).
- Fonction épuratrice et régulatrice. Le sol a un rôle de filtre, de tampon entre l'atmosphère et la lithosphère, de réacteur chimique permettant les échanges (Winfried, 2001).

2.7.2. Fonctions techniques, socio-économiques et culturelles

- Source de matériaux bruts. Le sol fournit des argiles pour l'artisanat ou les industries de transformation (porcelaine, tuileries, poteries) du sable et des graviers, pour l'activité de la construction ;
- Le sol est un héritage géogénique et culturel formant le socle du paysage dans lequel nous vivons, mémoire de notre histoire (archéologie).

2.8. Formes de dégradation des sols

2.8.1. Définition la dégradation des sols

La dégradation des sols est un phénomène naturel inhérent aux processus physico-chimiques et biologiques qui dynamisent notre planète. Le devenir géologique des sols est compromis par l'existence de facteurs exogènes qui concourent tôt ou tard à leur destruction. La dégradation des sols perte de leur potentiel au regard de ce que l'on espérait qu'il soit. L'homme a toujours été un facteur de dégradation des sols et ceci dès le Néolithique.

2.8.2. Types de dégradation

2.8.2.1. Dégradation physique

Elle entraîne une dégradation des propriétés physiques du sol comme l'aptitude à la pénétration racinaire, la perméabilité et l'aération. La formation des croûtes empêche l'infiltration de l'eau et accélère l'écoulement superficiel.

La germination et la levée sont rendues plus difficiles. Les faibles indices d'infiltration diminuent la capacité de rétention d'eau et favorisent ainsi l'apparition de situations de stress hydrique (Tidjani, 2004).

2.8.2.2. Dégradation biologique

Il est certain que la pédofaune constitue un indicateur important de la fertilité du sol. Les organismes du sol dépendent eux-mêmes d'une bonne structure du sol. La majorité des formes de préparation du sol influence de manière significative la quantité et la décomposition de la pédofaune (Alzouma, 2005).

2.8.2.3. Dégradation chimique

Une série de processus pédologiques et chimiques entraînent une diminution de la productivité des sols. La salinisation entraînera une diminution de la quantité d'eau disponible pour les plantes. Cela peut également occasionner des effets toxiques sur les végétaux, une élévation de l'alcalinité du sol et sous certains des altérations de structures et une diminution de la capacité d'infiltration. Le manque de la matière organique fait que l'aptitude du sol à retenir les nutriments devient trop faible et le lessivage augmente fortement (Greco, 1966).

2.8.3.4. Dégradations du sol dues aux activités humaines.

Les autres causes de pollutions ou de dégradations des sols dues aux activités humaines sont :

- La mise en décharge de déchets et l'épandage de déchets notamment les boues de stations d'épuration.
- Les rejets de polluants organiques et de métaux par les sites industriels, anciens ou actuels, ou par les véhicules (gaz d'échappement des voitures, des camions...).
- L'érosion accélérée due à la perte de couverture végétale par exemple en cas de déforestation ou incendie de forêts, qui se traduit par une dégradation et une

transformation du relief.

-L'imperméabilisation, due à la construction de routes, d'entrepôts, d'habitations qui couvrent le sol et le condamnent à mort.

-La mise en culture de prairies et de forêts, le labour et la moindre restitution des résidus de culture (pailles...) qui diminuent la biodiversité et les matières organiques contenues dans les sols (Hanifi, 1998)

Toutes ces menaces affectent les diverses fonctions du sol, notamment celles qui sont primordiales pour la santé humaine, comme la production alimentaire, ou encore la filtration et le stockage des eaux souterraines, principale source d'eau potable.

D'après diverses sources dont la FAO (Organisation des Nations Unies) pour l'alimentation et l'agriculture), on estime que près de la moitié des sols du monde sont déjà dégradés en conséquence des activités humaines, phénomène qui s'accroît et qui pourrait s'aggraver avec les changements climatiques (Edward, 2010).



Figure 5. Aspect de dégradation du milieu (empreinte de troupeau, signe de pâture).

(Originale, 2022)

La figure 5 illustre un aspect de dégradation liée au surpâturage. En opposition avec les chotts et les sebkhas dont les eaux et les sols sont extrêmement salés, les dayas renferment des eaux douces favorables à la végétation. Ces caractères expliquent que les dayas soient occupées par une végétation à strate arborée de pistachiers marqués par leur port globulaire,

strate arbustive de jujubiers qui forment souvent des fourrés impénétrables et une strate herbacée constitue un pâturage apprécié des troupeaux d'ovins et de caprins (Nesson, 1967).



Figure 6. Dégradation du milieu par l'homme (Originale.2022)

Des défrichements inconsidérés affectant des terres de parcours pour les besoins d'une céréaliculture piteuse (à rendement insignifiant) ont dénudé des sols fragiles livrés à une érosion éolienne et hydrique implacable. Le sol joue un rôle de régulateur écologique et environnemental. Lorsque cet équilibre est rompu, on parle de dégradation des terres. Il s'agit de la perte de certaines qualités propres des terres. Il y a alors une diminution dans leur capacité à assurer des fonctions essentielles : biologiques, économiques, voire sociales (Cornet, 2002).

Chapitre II

Présentation de la région d'étude

CHAPITRE II. CARACTÉRISATIONS DE LA ZONE D'ÉTUDE

Introduction

Au piémont de l'Atlas Saharien, du côté nord, la wilaya de Laghouat s'étend sur le plateau saharien du côté sud. Avec une mosaïque, mixture naturelle, entre les hautes terres et les basses terres, elle constitue une liaison entre le Nord et le Sud du pays (URBATIA, 1995). La ville de Laghouat, reliée par la route nationale n° 01, est éloignée d'Alger la capitale, de 400Km. Elle est située entre les latitudes Nord 34°67' et 32°65', et les longitudes Est 04°29' et 01°41'.

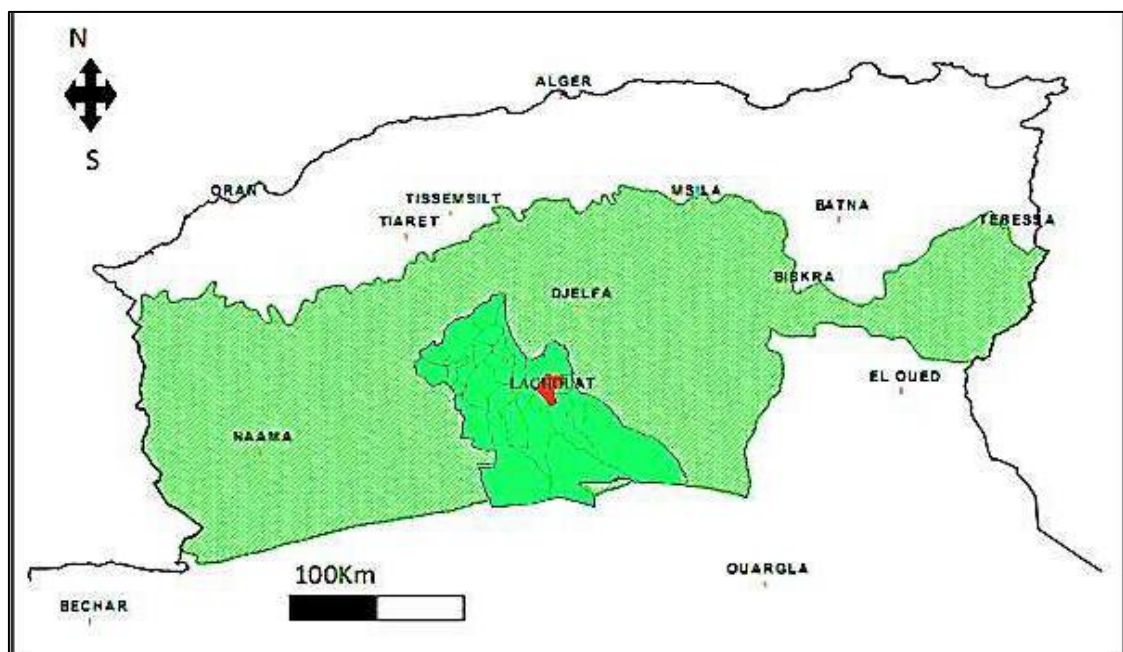


Figure 7. Situation géographique de la wilaya de Laghouat (Labiad, 2015)

1. Découpage administratif de la wilaya de Laghouat

La wilaya de Laghouat est constituée de 24 communes regroupées en 10 Daïras. 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 (Fig.7).

Sur le plan naturel, elle est constituée de deux zones distinctes :

-La zone de l'Atlas Saharien caractérisée par des altitudes allant de 1. 000 à 1. 700 m avec des pentes de 12, 5 à 25 %. Cette zone au Nord, Ouest de la Wilaya (régions d'Aflou et Brida) est constituée de vieux massifs forestiers

d'une superficie de : 47.095ha, de nappes alfatières couvrant une superficie de 315. 125 ha ainsi que de pacages et parcours d'une superficie de 1.531.766 ha ;

-La zone des Hauts Plateaux et de Plateaux sahariens caractérisée par des altitudes allant de 700 à 1. 000 m ainsi que des pentes de 0 à 3 %. Cette zone est constituée de vastes étendues steppiques d'une superficie de 1. 900. 000 ha, dont une grande partie a été dégradée sous l'effet des sécheresses prolongées.

2. Géomorphologie de la zone d'étude

2. 1. Reliefs

Ce sont des formes structurales liées à la tectonique et marquées par l'action de l'érosion fluviale et éolienne (Aidoud et Lounis, 1984). Elles sont présentés par des synclinaux perchés et anticlinaux tels que djebel Milok, dakhla, Oum deloua et Djebel Houaita.

2. 2. Hamadas

Situés au sud de Laghouat, ce sont des plateaux rocheux à topographique très monotone, souvent plate à perte à perte de vue (Monod, 1992). Au niveau de Hassi R'mel et Hassi Delaa

2. 3. Regs

Ce sont des plaines de graviers et de fragments rocheux. Au Sahara, ils occupent des surfaces démesurées (Monod, 1992). Elle est observée au niveau d'el Fatha (Nacer Ben Chohra).

2. 4. Dépressions (daya)

Ce sont des petites dépressions circulaires, résultant de la dissolution locale des dalles calcaires ou siliqueuses qui constituent les Hamadas (Ozenda, 1991).

2. 5. Lits d'Oueds

Le lit d'Oued est l'espace qui peut être occupé par des eaux d'un cours d'eau. Ces matériaux peuvent avoir comme origine soit des roches en place, soit des matériaux transportés par le cours (Derruau (1967).

3. L'hydrologie

Le réseau hydrographique est fortement influencé à la fois par les variations saisonnières et interannuelles de la pluviométrie et le relief formant un cloisonnement topographique (Halitim, 1998).

Dans notre zone d'étude les principaux oueds sont : oued M'zi, oued Messaad et oued Nommeur, Mollah, Houaita, Zergoun.

4. 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 indiqué 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 Laghouat.

Il est utile de signaler que la station de Laghouat couvre la commune d'El Kheneg.(Tab.2).

Tableau 2. Caractéristiques de station pluviométrique. (ONM.2020).

Stations	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Localisation	Nb d'observation
Laghouat	33° 53° N	02° 31° E	777	El Khenag	10 ans

4. 1. 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 (2010-2020)

Tableau 3. Précipitations moyennes mensuelles (mm) 2010-2020. (HCDS, 2021)

Période (2010-2020)													totale
Mois	Jan	Fév	mars	avril	Mai	juin	juill	août	sept	oct	nov	déc	mm
moy	9,63	8,26	8,89	15,00	10,95	10,28	5,48	11,78	17,79	14,87	15,32	9,18	137,43

D'après le tableau 3, on remarque que le mois de septembre c'est le mois le plus pluvial par contre le mois de juillet c'est le mois le plus sec.

4. 2. 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 (Tab.4) indique la variation des températures min et max dans la période (2010 et 2020).

Tableau 4. Variation des températures dans la période (2010-2020). (HCDS. 2021)

Période (2010-2020)													
Mois	jan	Fév	Mars	avril	mai	juin	juill	août	Sept	oct	nov	déc	moy
max	13, 49	14, 7	18, 68	23, 92	28, 62	33, 97	38, 41	36, 95	31, 37	25, 4	17, 85	14, 03	24, 78
min	1, 43	1, 8	4, 73	9, 04	13, 14	17, 94	22, 47	22, 27	17, 93	12, 33	6, 03	2, 64	10, 97
moy T°	7, 46	8, 25	11, 7	16, 48	20, 88	25, 96	30, 44	29, 61	24, 83	18, 87	11, 94	8, 33	17, 89

D'après le tableau 4, nous remarquons que le maximum des températures a été enregistré durant le mois de juillet (38, 41 °c) et le minimum enregistré durant le mois de janvier (1, 43°c).

4. 3. 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).

5. Synthèse climatique

5. 1. L'indice de 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 Laghouat =137, 43 mm)

T : température moyenne annuelle en degré Celsius. (T Laghouat =17. 89 °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 de Laghouat a révélé une valeur de 4. 93 qui permettent de classer la région dans un climat très sec.

5. 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 minima 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 10 ans allant de 2010 jusqu'à 2020 par la formule modifier de Stewart, 1969 :

$$Q_2 = 3. 43 \times P / (M - m).$$

Q₂ : quotient pluviométrique d'Emberger (représente la première coordonné 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 08, la région de Laghouat se situe dans un étage bioclimatique aride à hiver frais, où :

Q_2 (2010/2020) = 12.74 (avec $m = 1.43^\circ\text{C}$, $M = 38.41^\circ\text{C}$ et $P = 137.43\text{mm}$).

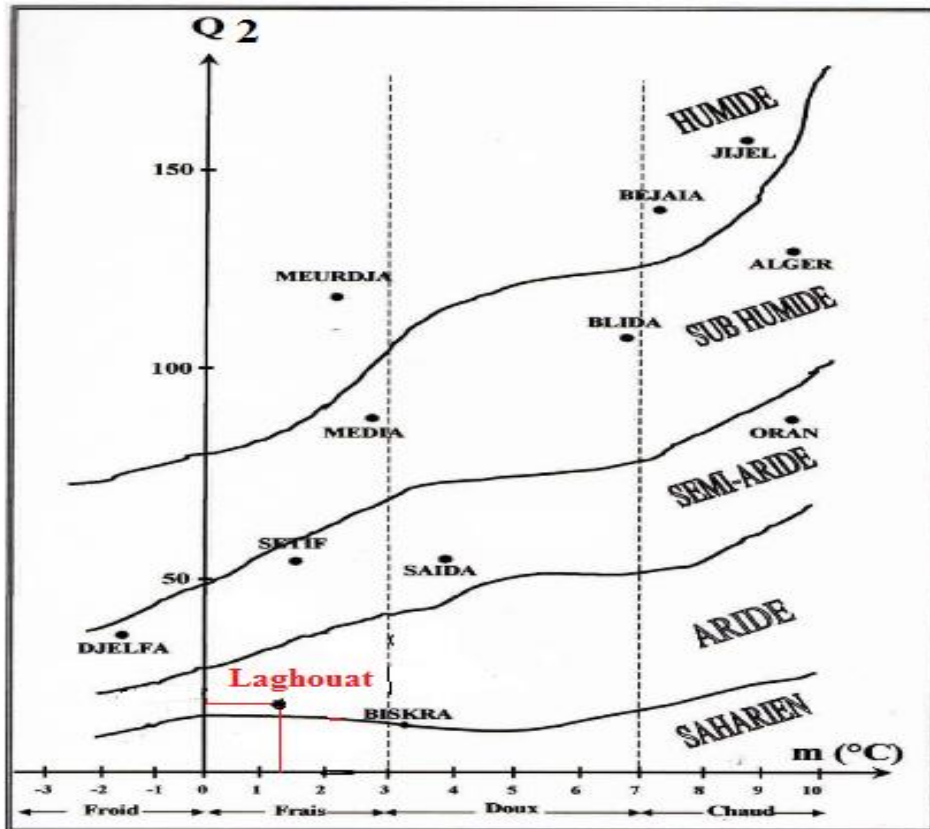


Figure 8. Climagramme pluviométrique d'Emberger.(Chikhaoui.2015)

5. 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 $P > 2T$. (Fig.9). (Mahi, 2014).

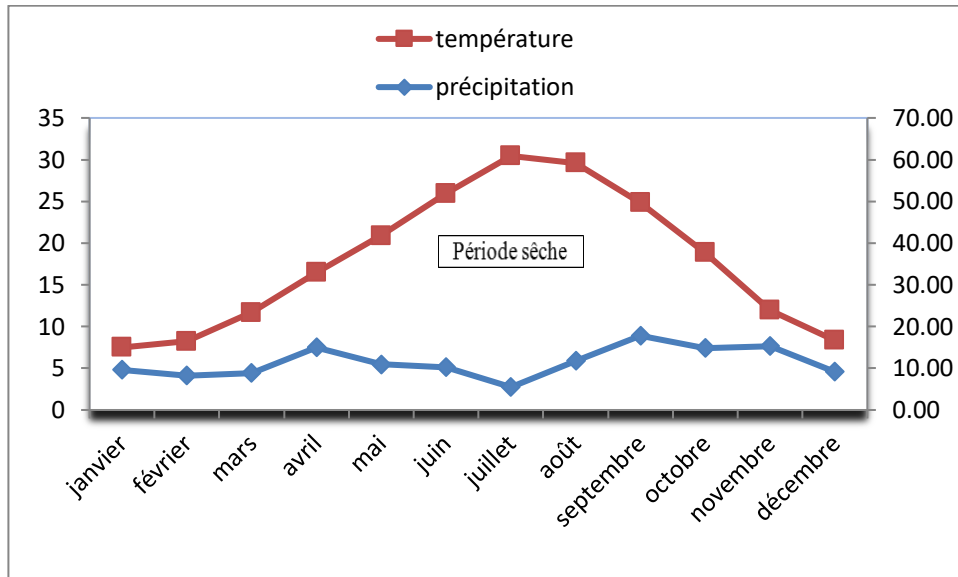


Figure 9. Diagramme ombrothermique de la région de Laghouat.

-En remarque la période de sécheresse pendant tout l'année

6. Nature des sols

D'après Halitim (1998), les sols dans la zone aride d'Algérie sont généralement hydro-morphes, 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 parties 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'armoise. 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 (Khadraoui, 2004).

7. Commune d'El-Kheneg

7. 1. Situation géographique

Selon le découpage en zone homogène effectué pour la wilaya de Laghouat, la commune d'El- Kheneg 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 (BNEDER, 2005).

7. 2. Utilisation actuelle des terres

Les données sur la répartition des terres ont été recueillies auprès des services de l'agriculture et le HCDS, actualisées par des sorties sur terrains. Le tableau suivant (Tab.5) met en évidence les principales formations :

Tableau 5. Occupation du sol dans la commune d'El-Kheneg. (BNEDER.2005)

Occupation	Superficies	%
<i>Stipa tenacissima</i>	2532, 66	1, 46
<i>Hammada scoparia</i>	133428, 65	77, 13
<i>Noaea mucronata et Atractylis serratuloides</i>	33730, 49	19, 50
de dégradation	59, 18	0, 03
Palmeraie	281, 42	0, 16
Cultures en sec	2096, 46	1, 21
Défrichement	105, 86	0, 06
Dépression	622, 73	0, 36
Urbain	139, 65	0, 08
Total	62091. 82	100

Selon le tableau ci-dessus on peut dire que :

- 1. 46 % des terres sont occupées par les parcours steppiques à base de *Stipa tenacissima* et d'armoise blanche ;

- 77. 13 % des terres sont occupées par les parcours steppiques à base de *Hamada scoparia*
- 1. 21% des terres sont consacrées aux cultures extensives en sec et à base de céréales ;
- Les défrichements s'offrent une part importante représentant 0. 06 % des terres.

7. 3. L'agriculture dans la commune d'El-Kheneg

Dans la commune d'El-Kheneg on remarque la dominance des cultures fourragère avec 392 ha suivi par l'arboriculture (138 ha) et après la céréaliculture et les cultures maraîchères respectivement avec 120 et 56 ha (Tab.6).

Tableau 6. La production végétale dans la commune d'El-Kheneg. DSA, (2016).

Kheneg	céréaliculture	culture fourragère	culture maraîchère	Arboriculture
superficie (ha)	120	392	56	138
Production (qx)	77 979	169641	66295	6941

En termes de production :

- 169 641 qx des cultures fourragères ;
- 77 979 qx des céréalicultures ;
- 66 295 qx des cultures maraîchères ;
- Et en fin 6941 qx par l'arboriculture.

Chapitre III

Méthodes et Matériels

CHAPITRE III. MATÉRIELS ET MÉTHODES

1. Méthodologie

Quelle que soit la définition conceptuelle de la qualité des sols, il apparaît évident que cette qualité dépend de multiples facteurs. Il faut distinguer ceux intrinsèques aux sols (facteurs chimiques, physiques et biologiques), et ceux d'origines externes (climat). L'évaluation de la qualité des sols peut être réalisée par de simples observations ou des mesures qualitatives très complexes (Mausbach et Tugel, 1997). Les indicateurs de la qualité des sols sont des propriétés physiques, chimiques et biologiques, des processus et des caractéristiques qui peuvent être mesurées pour surveiller les changements du sol (USDA, 1996). Ces indicateurs doivent permettre d'appréhender les fonctions essentielles du sol et d'évaluer la qualité biologique, physique ou chimique des sols.

-Région d'étude : Dayas de la région d'El-Kheneg (Fig.10)

- Prélèvement d'échantillons aléatoires

-A l'aide d'une pelle des prélèvements, de 500g à 1Kg ont été effectués, dans la partie allant de 20 cm, dans les différents sites de la dayas (glacis ; centre de dayas ...etc.) (Fig.11).

-Mettre les échantillons dans des sachets en plastique étiquetés afin de les analyser au niveau de laboratoire



Figure 10. Dayas de la région d'El-Kheneg (Original, 2022)

-Données qualitatives

- Enregistrement de données concernant le sol ;
- Exécution des relevés pédologiques.

-Données quantitatives

- Analyses physico-chimiques des échantillons prélevés ;
- Analyse statistique des données ;
- Interprétation des résultats.



Figure 11. Point de prélèvement (Original, 2022)

1.2. Préparation du sol

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

2. Paramètres physico-chimiques mesurés

Sur la fraction broyée et tamisée ont été effectuées les déterminations suivantes : Granulométrie, pH, conductivité électrique, matière organique, Carbone organique, Calcaire, potassium, phosphore, sodium.

2.1. Méthodes d'analyses du sol

2.1.1. Les analyses physiques

L'analyse des échantillons récoltés nous donnera des renseignements importants sur le sol. Voici une brève description des principaux paramètres appartenant à une analyse physique.

2.1.1.1. Granulométrie

L'analyse granulométrique d'un sol, consiste à déterminer 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). D'après (Mathieu 1998), les particules minérales ont été classées selon l'échelle Internationale de la façon suivante (Fig.12) :

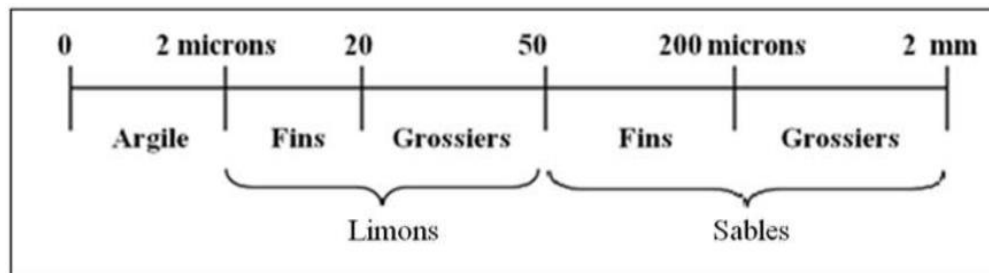


Figure12. L'Échelle internationale de la classification de sol (Mathieu, 1998)

La représentation graphique des résultats de l'analyse granulométrique peut se faire par plusieurs méthodes. La plus connue et la plus utilisée est la représentation en coordonnées Tris linéaires : le triangle textural (Mathieu, 1998) (Fig.13), les pédologues regroupent les textures (% d'argile, de limon et de sable) en classes des textures pour faciliter la description des sols le diagramme de texture

La texture du sol se rapporte au pourcentage relatif de sable, de limon et d'argile dans le Sol. La taille des grains de sable modifie ensuite le nom de texture (Donahue, 1958).

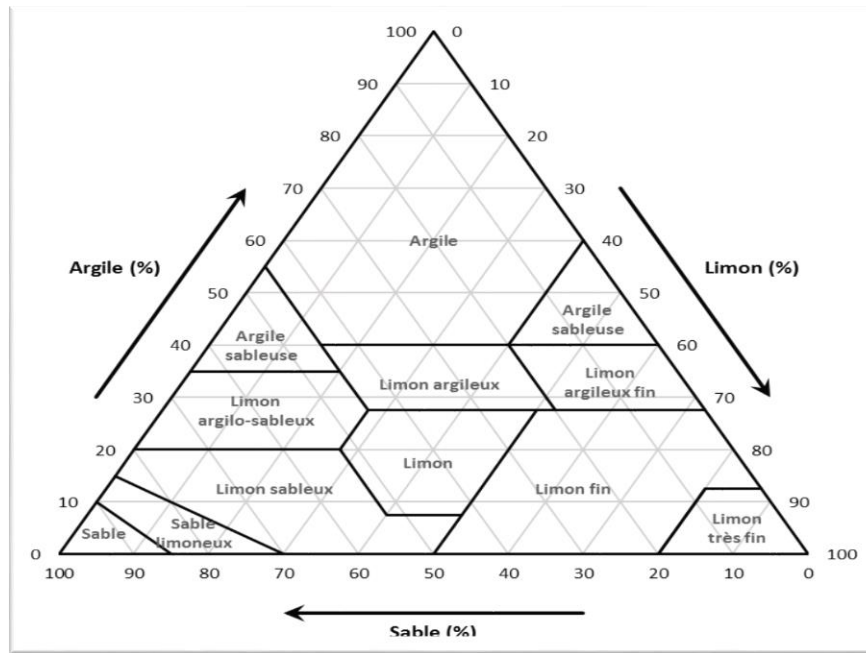


Figure 13. Triangle texturale du sol (Mathieu, 1998)

Matériel

Balance ; spatule ; les échantillons du sol ; Tamis de 2 mm, 50 μm et 200 μm mécanique ; récipients en plastique

Méthodes

- On prend (07) Echantillon.
- On prend 100g de chaque Echantillon.
- On lance le tamisage
- Après un 5 minute de vibration, on pèse chaque quantité de sol selon le diamètre de Chaque tamis.



Figure 14. Tamiseuse mécanique de laboratoire (Original, 2022)

2.1.2. Analyses Chimiques

2.1.2.1.pH

Par définition, il est l'unité de mesure de la concentration en ions hydrogènes, permettant d'évaluer l'acidité ou la basicité d'un milieu. Il existe plusieurs méthodes de mesure du pH. (Dajoz, 1985).

À l'aide d'un pH mètre, nous avons mesuré le pH dans une suspension d'eau, avec un rapport sol/eau égale à 1/2.5 ; et interprètes les résultats selon le tableau 7

Tableau 7. Norme d'interprétation du pH du sol (CAAQ, 2003)

pH	Nature de sol
<4.5	Extrêmement acide
4.5 à 5.5	fortement acide
5.6 à 6	moyennement acide
6.1 à 6.5	Faiblement acide
6.6 à 7.5	neutre
7.6 à 7.9	Peu alcalin
8 à 8.4	Moyennement alcalin
> 8.5	Fortement alcalin

Dosage

- Peser un échantillon de 10 grammes de sol ;
- Ajouter 25 ml d'eau distillée ;
- Agitation pendant 15 min dans un agitateur de laboratoire (Fig.15).



Figure 15. Agitation et filtration des solutions (Originale, 2022)

- Filtrer la solution avec du papier filtre.(Fig.15) ;
- Mesurer le pH avec un pH-mètre(Fig.16) ;
- Laver la cellule avec de l'eau distillée. (Samai, 2009).



Figure 16. pH-mètre (Original, 2022)

2.1.2.2. Conductivité électrique (C.E)

La conductivité électrique s'effectue de la même manière que le pH eau (du sol sol/eau), mais par le conductimètre à la place du pH mètre. (Samai, 2007).

Tableau 8. Classes de salinité en fonction de la conductivité électrique de l'extrait aqueux 1/5 à 25 °C (Mahtieu et Piletain, 2009)

CE e 1 ; 5 à 25°C	Classe de Salinité
$CE e 1 ; 5 \leq 0.6$	Non salé
$0.6 < CE e 1 ; 5 \leq 1$	Légèrement salé
$1 < CE e 1 ; 5 \leq 2$	Salé
$2 < CE e 1 ; 5 \leq 4$	Très salé
$CE e 1 ; 5 > 4$	Extrêmement salé

Dosage

Il s'agit d'obtenir à partir d'un échantillon de sol une solution de pâte saturée en eau distillée, soit le rapport sol/eau constant 1/5 ;

- Calibrer le conductimètre ;
- Introduire la cellule de conductivité au centre du récipient de la solution du sol ;
- Lire la conductivité (Fig.17);
- Laver la cellule avec de l'eau distillée. (Samai, 2009).



Figure 17. Conductimètre (Original, 2022)

2.1.2.3. Matière organique (MO) et le Taux de carbone

Il n'est pas possible de donner une définition précise de la matière organique du sol. C'est toute substance organique, vivante ou morte, fraîche ou décomposée, simple ou complexe, à l'exclusion toutefois des animaux vivants et des racines vivants dans le sol (GRAS, 1998).

D'ailleurs, la matière organique est un important indicateur de fertilité et de qualité des sols, c'est pourquoi ce paramètre est souvent le premier mesuré lors de l'étude d'un sol et de son écosystème (Paré, 2011).

Selon Lambert (1975) on peut distinguer cinq classes d'abondance de la matière organique résumées dans le tableau suivant (Tab.9) :

Tableau 9. Classes de matière organique et leurs désignations selon (Schafeer, 1975 in Raula, 2005)

MO %	Désignation
< 0.5%	Très pauvre
0.5 à 1.5%	Pauvre
1.5 à 2.5%	Moyennement pauvre
2.5 à 6 %	Riche
6 à 15 %	Très riche

Pour la Détermination le taux du carbone organique (C.O) est obtenu par la formule suivante :

$$\text{CO}\% = (\text{MO}\%) / 1,72$$

Dosage (Méthode de four à moufle)

- Pour atteindre le taux d'incinération du MO dans le sol, il faut le faire passer dans un four à moufle à 550 °C pendant 05 h, exprimé en pourcentage du poids sec de la terre. (Ben Salama *et* Zanch, 1998).
- Prendre le poids du creuset vide (P1). Ajouter 10 g de sol séché (P2). Noter le poids final après le séchage (P3).
- Calciner le sol au four à moufle à 550 °C pendant 05 heures.(Fig.15)
- Laisser refroidir dans un dessiccateur et peser le creuset contenant les cendres.
- On détermine le taux de matière organique suivant la formule

$$MO = P2 - P3$$

-La matière organique en % est égale a :

$$MO\% = (P3/P2) * 100$$



Figure 18. Calciner le sol au four à moufle à 550 °C pendant 05 heures (Original, 2022)

2.1.2.4. Calcaire

Dosage

- Préparer une solution saturée de NaOH (environ 1/4 de litre) ; puis on verse dans l'ampoule jusqu'à la moitié de leur hauteur.
- Tarer la balance puis peser l'échantillon de un gramme du sol.
Placer dans l'erlenmeyer l'échantillon.
- Coller une boulette de pâte à modeler sous le petit tube.
- A l'aide d'une pipette, verser dans le tube 10 ml d'HCl assez concentré (Fig.19).
- A l'aide d'une grosse pince, mettre en place le tube dans l'erlenmeyer.
- Boucher l'erlenmeyer
- Mettre le HCl dans le tube.
- Incliner l'erlenmeyer afin de faire couler l'acide sur l'échantillon (Fig.19).
- Reposer l'erlenmeyer et attendre la fin de l'effervescence.

- La pression dans le tube gradué est alors supérieure à la pression atmosphérique.
- Il convient de rétablir la pression atmosphérique en descendant l'ampoule jusqu'à obtenir le même niveau dans l'ampoule et le tube.



Figure 19. Erlenmeyer et tube d'HCl (Original, 2022)

- Le CO₂ dégagé est maintenant à pression atmosphérique : on peut faire la mesure(Fig.20).Et interpréter les résultats selon le tableau 10. (Tab.10)



Figure 20. Calcimètre de Bernard (Original,2022)

Tableau 10. Normes d'appréciation du calcaire total du sol (Baize, 2000).

CaCO ₃ total (%)	Désignation
<1	Non calcaire
1 à 5	Peu calcaire
5 à 25	Modérément calcaire
25 à 50	Fortement calcaire
50 à 80	Très fortement calcaire
Plus de 80	Excessivement calcaire

2.1.2.5. Phosphore

Dosage : Selon la méthode de Cerd (2004)

- On utilise la méthode spectrométrique. On a préparé une solution
- Peser de 5 g molybdate d'ammonium ;
- Ajouter 60 ml d'eau distillée, agitation pendant 15 min ;
- Ajouter 15 ml d'acide sulfuré ;
- On ajout l'eau distillée jusqu'à 100 ml ;
- 1 ml de filtra + 1 ml de la solution précédente ;
- Puis en prend la lecture. (Fig.21).Et après faire l'interprétation (Tab.11)



Figure 21. Spectrophotomètre (Original, 2022)

Tableau 11. Les normes internationales pour l'interprétation de phosphore (CRAAQ, 2003)

Phosphore	Désignation
0 à 1.5	Très faible
1.5 à 2.9	Faible
3 à 5.9	Moyen
6 à 11.9	Bon
12 à 14.9	Riche
15 à 19.9	Très riche
> 20	Extrêmement riche

2.1.2.6. Potassium (K) et Sodium (Na)

Selon la méthode de Cerd (2004), on utilise le spectromètre à flamme. On pèse 10 g de sol filtré et mesure le K (Fig.22).

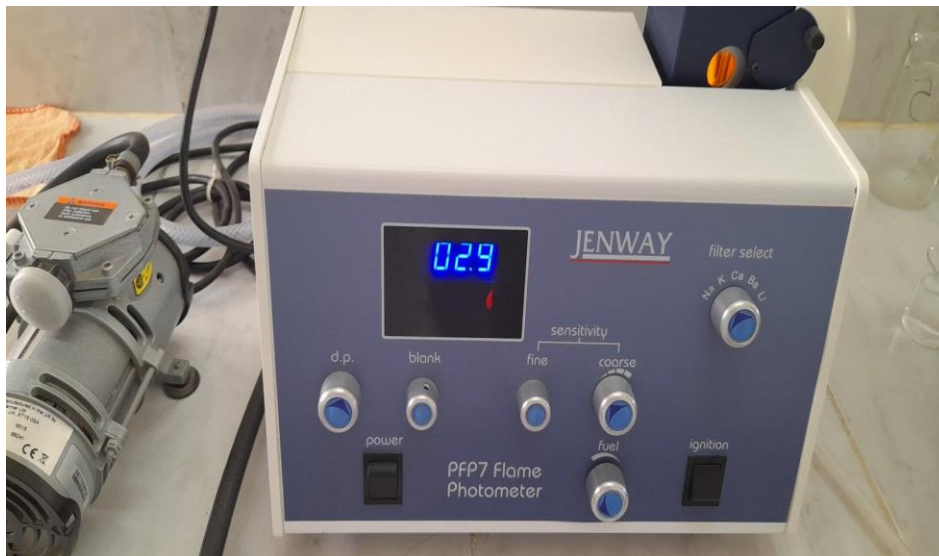


Figure 22. Spectrophotomètre à flamme (Original, 2022).

Tableau 12. Les normes internationales pour l'interprétation des teneurs du sol en potassium (CRAAQ, 2003)

Potassium Kg/ha	Désignation
0 à 75	Très pauvre
76 à 150	Pauvre

151 à 225	Moyen
226 à 300	Bon
301 à 375	Riche
> 376	Excessivement riche

-Pour Mesuré le taux de Na utilisé la Appareil multi paramètres. (Fig.23)



Figure 23.Appareil multi paramètres (Original, 2022)

Chapitre VI

Résultat et discussion

CHAPITRE IV. RÉSULTATS ET DISCUSSION

Les échantillons du sol analysés présentent des caractéristiques physico-chimiques plus ou moins variables, le présent chapitre sera consacré en abord à la présentation des valeurs obtenues, à leur interprétation puis à leur discussion.

1. Présentation des données de l'analyse physico-chimique du sol

1.1. Texture

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

Tableau.13. Pourcentages des fractions de particules du sol

(%)	Éch.1	Éch.2	Éch.3	Éch.4	Éch.5	Éch.6	Éch.7
Limons fins et Argiles %	0.1	0.31	0.03	0.2	0.11	0.02	0.06
Limons grossiers %	0.25	2.63	0.46	0.6	1.15	0.56	0.7
Sables totaux %	99.55	96.79	99.48	99.2	99.74	99.42	99.24

Les échantillons du sol analysés ont une texture fortement dominée de sables (entre 96.79% à 99.74 % de sables totaux)(Tab.14). Cette texture qui est presque dépourvue d'argile constitue un sol à un pouvoir fixateur presque nul du fait de sa forte perméabilité et de l'absence d'un complexe argilo-humique.

1.2. pH

Les résultats d'analyse du pH des échantillons du sol sont donnés en histogramme sur la figure 24.

Les résultats obtenus démontrent que le sol de la daya étudiée est plus ou moins basique selon les normes d'appréciation de Baize (2000).

Le pH dans les échantillons 1 et 3 sont respectivement de 7.5 à 7.63 ce qui correspond à un sol basique. Ces valeurs de pH tendent à limiter l'absorption de certains

éléments dans le sol tels que le phosphore, le fer, le zinc, le cuivre, le bore et le manganèse par la plante (Moumen, 1995).

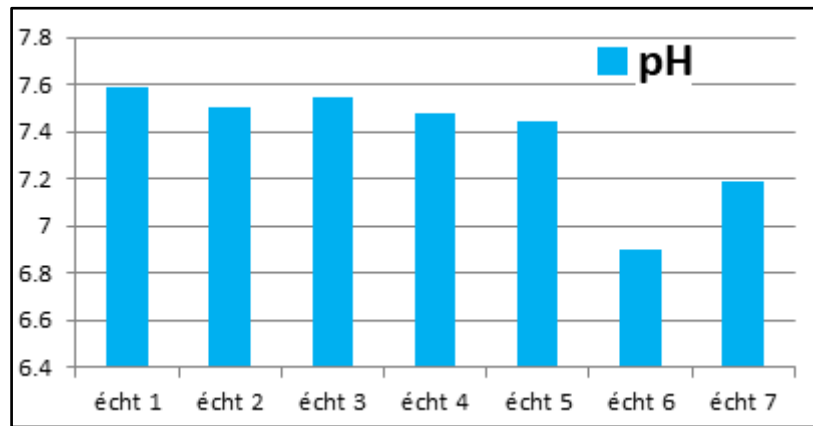


Figure 24. Valeurs du pH du sol

Les valeurs du pH des échantillons 2, 4, 5, 6 et 7 oscillent entre 6.5 à 7.5 ce qui correspond à une neutralité dans le sol (Baize, 2000).

1.3. Conductivité électrique

La conductivité électrique (CE) permet d'obtenir rapidement une estimation de la teneur globale en sels dissous ; en plus la connaissance de la conductivité est nécessaire pour l'étude du complexe absorbant des sols (Aubert, 1986).

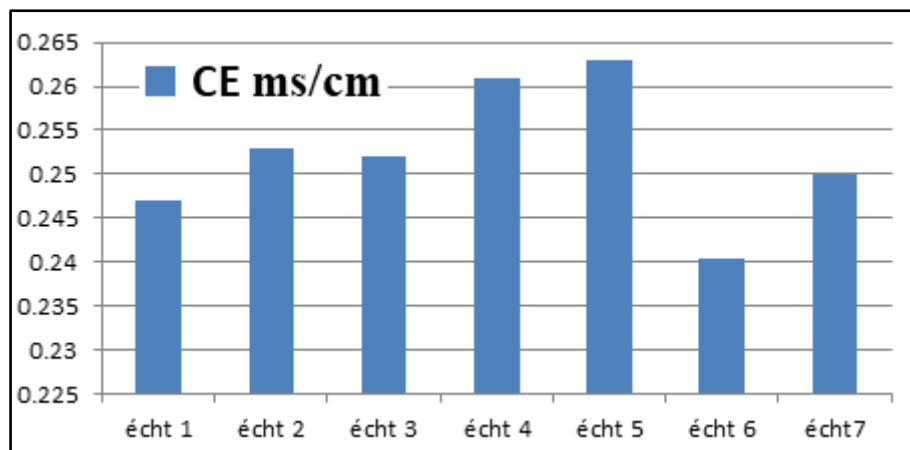


Figure 25. Valeurs de Conductivité électrique des échantillons analysés

La mesure de conductivité électrique des échantillons du sol ressort de très faibles valeurs allant de 0,22 à 0.26 mS/cm(Fig.25). Selon l'échelle d'appréciation de salinité fournit par Mahtieu et Pieltain (2009), le sol de la daya étudié n'est pas salé.

1.4. Matière organique

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 débris végétaux, subit une biodégradation microbienne libérant des oligo-éléments dans la solution du sol.

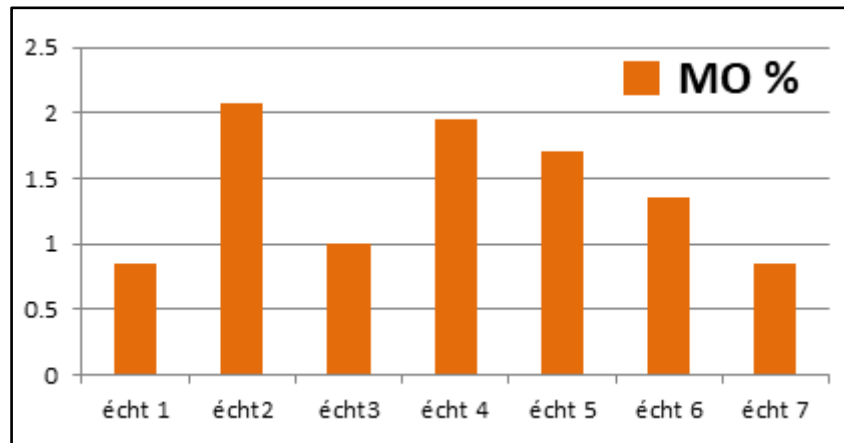


Figure 26. Taux de matière organique dans les échantillons du sol

L’analyse des échantillons 1, 3, 6 et 7 montre des taux très faibles en matière organique allant de 0.85 à 1.35 %, les échantillons 2, 4 et 5 sont moyennement pauvre en matière organique avec une variation de 1.7 à 2.07 %.(Fig.26)

Un faible pourcentage de matière organique a tendance à appauvrir le sol en oligo-éléments (Gervy, 1970), et accentue le phénomène de lessivage du que celle-ci elle joue un rôle important dans la capacité de rétention en eau et en sels minéraux du sol (Moulai, 2001).

Les matières organiques contribuent classiquement à la fertilité chimique des sols. Elles sont une réserve d’éléments nutritifs, principalement pour l’azote, le phosphore et le soufre (Gervy, 1970).

1.5. Taux de carbone total

Le stock de carbone organique dans les sols naturels présente un équilibre dynamique entre les rapports de débris végétaux, de déjections animales et de la perte due leur décomposition. Tous les sols ne stockent pas la même quantité de carbone selon leur nature et surtout leur utilisation (F.A.O., 2001).

L'évaluation du taux du carbone total dans les échantillons du sol de la daya étudiée présente des taux très faibles (Fig.27). Le manque de la matière organique de nos échantillons détermine la carence en carbone, et se traduit par la dégradation de la structure du sol, par une grande vulnérabilité à l'érosion et par une réduction de la fertilité des sols (Smith *et al.*, 1995).

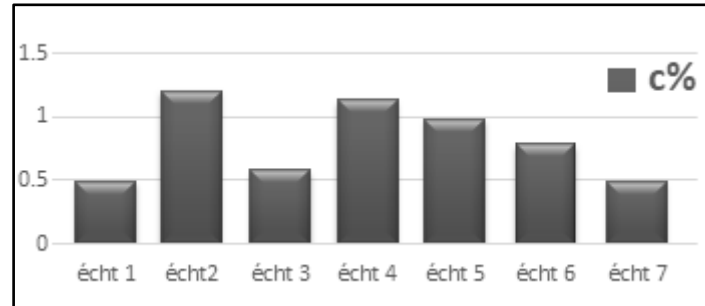


Figure 27. Taux de carbone total dans les échantillons analysés

1.6. Calcaire total

L'analyse du taux de calcaire des échantillons du sol montre que le sol de la daya étudiée est peu calcaire avec des taux de 2 à 5 %, sauf pour les échantillons 3 et 6 qui sont modérément calcaires selon l'échelle d'appréciation du calcaire total dans le sol définie par Baize (2000). (Fig.28).

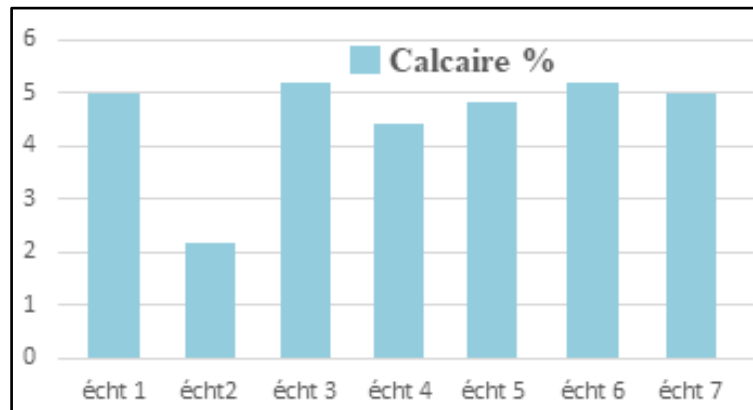


Figure 28. Valeurs des taux de calcaire

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 (F.A.O., 1990).

1.7. Potassium K

Cet ion a un pouvoir flocculant aussi faible que celui du sodium. Son abondance dans un sol, lorsque les teneurs en calcium diminuent, disperse même l'argile (remplacement d'un ion très flocculant par un autre ion au pouvoir flocculant plus faible). Les résultats du dosage du potassium dans les échantillons du sol sont donnés dans le tableau suivant :

Tableau.14. Teneurs du sol en potassium

	Ech.1	Ech.2	Ech.3	Ech.4	Ech.5	Ech.6	Ech.7
mg/Kg	3.5	4.3	2.9	3.6	3.1	4.1	4

Le dosage de potassium dans les échantillons du sol donne des valeurs très faibles, cela est peut-être dû à la carence du sol en phosphore et en matière organique. Le potassium joue un rôle important dans l'amélioration de l'état énergétique de la plante, la translocation et le stockage des éléments assimilés et l'état hydrique dans les tissus (Marschner, 1995).

1.8. Phosphore

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 (Cécile N, 2017)

Les résultats obtenus sont donnés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 15. Teneurs du sol en phosphore

	Ech.1	Ech.2	Ech.3	Ech.4	Ech.5	Ech.6	Ech.7
mg/Kg	0.03	0.24	0.02	0.14	0.12	0.08	0.07

Le dosage procédé révèle des valeurs très faibles allant de 0.02 à 0.24 mg/Kg de sol. Selon Ghazanshahi et Jaouich (2001), l'absorption et la disponibilité du phosphore dans le sol dépend de plusieurs facteurs tels que le pourcentage en matière organique et la biologie du sol d'où résulte la décomposition et la réorganisation des composés organiques et inorganiques phosphatés.

1.9. Sodium

Le tableau suivant illustre les résultats obtenus lors du dosage des teneurs en sodium des échantillons analysés :

Tableau 16. Teneurs des échantillons du sol en sodium

	Ech.1	Ech.2	Ech.3	Ech.4	Ech.5	Ech.6	Ech.7
mg/Kg	0.32	0.53	0.17	0.71	0.85	1.62	1.54

Les résultats obtenus reflètent la pauvreté du sol étudié en sodium avec des valeurs allant de 0.17 à 0.85 mg/Kg. De façon générale, dans les régions arides et semi-arides, l'accumulation de sodium se produit souvent dans les couches superficielles du sol en raison de la forte évaporation qui se produit et qui provoque la migration de l'eau vers les couches superficielles du sol. Ce qui affecte négativement le bilan hydrique et l'altération de la structure du sol.

Tableau 17 : Résultats des analyses physico-chimiques du sol.

	Paramètres pédologiques								
	Texture	pH	C.E (Ms/cm)	M.O (%)	C%	CaCO₃ %	Na	P	K
Ech.1	Sableux	7.59	0.25	0.85	0.49	5	0.32	0,03	3.5
Ech.2		7.51	0.24	2.07	1.20	2.16	0.53	0,23	4.3
Ech.3		7.55	0.25	1	0.58	5.2	0.16	0,02	2.9
Ech.4		7.48	0.26	1.95	1.11	4.8	0.713	0,14	3.6
Ech.5		7.44	0.26	1.7	0.98	4.8	0.84	0,12	3.1
Ech.6		6.9	0.24	1.35	0.78	5.2	1.62	0.07	4.1
Ech.7		7.19	0.25	0.85	0.49	5	1.54	0.04	4
Moy.		7.38	0.25	1.40	0.81	4.6	0.82	0.06	3.6

2. Diagnostic pédologique de la station étudiée

La présente étude s'inscrit à la caractérisation des sols des dayas de la région de Laghouat, notamment d'une daya de la région d'El-Kheneg dans le but de contribuer à la connaissance des caractéristiques abiotiques des dayas.

La composante pédologique de la zone étudiée est essentiellement constituée de l'accumulation des minéraux bruts résultant des conditions climatiques de la région, à savoir un climat aride caractérisé par de faibles précipitations et des températures élevées favorisant le dessèchement et la dégradation du sol par les phénomènes d'érosion qui est à l'origine d'une texture fortement dominée d'éléments grossiers avec plus de 96 % de sables totaux.

Cette texture grossière presque dépourvue d'argile constitue un sol à pouvoir fixateur presque nul du fait d'une forte perméabilité et de l'absence d'un complexe argilo-humique équilibré.

Le sol de la daya étudiée présente une neutralité du pH et une absence d'excès de salinité. Selon Pouget (1977), le phénomène de salinisation est limité au niveau des dayas. Dans notre cas, cela est peut-être expliqué par la texture grossière du sol qui diminue sa teneur en eau assurant un bon lessivage des horizons superficiels.

Cette texture sableuse du sol influe le taux de matière organique, et de généralement les sols sableux contiennent moins d'humus qu'un sol argileux (Pouget, 1992).

Les valeurs du taux de matière organique relativement élevées ($1,7 \leq MO \leq 2,07\%$) dans les quelques échantillons de sol (2, 4 et 5) sont expliquées par le fait que ces derniers ont été prélevés au niveau du voisinage immédiat des pieds de pistachiers ou de jujubiers.

Ces valeurs confirment que la teneur en matière organique du sol est liée à la production de biomasse, et à plusieurs d'autres facteurs comme le climat, l'érosion du sol, la topographie...etc. (Wesemael, 2006).

Pour les éléments minéraux tels que le sodium, le phosphore et le potassium qui sont nécessaires à la bonne croissance des plantes, leur dosage montre une très faible fertilité minérale qui peut s'expliquer par l'absence surtout d'un complexe argilo-humique équilibré en raison de la texture majoritairement dominée de sables et pauvres en fraction argileuse.

Selon Betencourt (2012), La disponibilité d'un nutriment dans le sol correspond à la quantité présente dans la solution du sol immédiatement accessible à l'absorption par la plante, ainsi qu'à la fraction susceptible de passer facilement en solution. Cette dernière ne représente qu'une fraction de la quantité totale présente dans le sol (Harmsen, 2007).

Les résultats obtenus sont conformes aux résultats de plusieurs auteurs qui ont abordé les caractéristiques physico-chimiques des sols des dayas de la région de Laghouat (Deguiche, 2008 ; Limane, 2009 ; Bouncer, 2009 ; Bentaleb, 2011 ; Boubrime, 2014 ; Hamitouche, 2016).

La présence de plusieurs dayas et Sebkhass dénombrées au niveau des espaces arides et semi-arides sont des sources potentielles en alimentation de sables frais. En saison hivernale, les crues charrient des quantités importantes de sédiments détritiques (sables, limons, argiles, carbonates, débris végétaux) vers les dépressions (chotts, sebkhas, dayas) (**Khammar *et al.*, 2005**)

Pistacia atlantica malgré sa résistance, dans cette zone sensible, commence à s'effacer doucement dans de nombreux points. Cette régression n'est pas due à sa faiblesse, mais au comportement de l'homme qui la plupart du temps a une action négative vis à vis du pistachier de l'Atlas. L'Homme est le facteur limitant réel en zone aride (Le Houérou, 1995)

Le pistachier de l'Atlas est menacé de dégradation et de disparition, donc il doit recevoir tous les soins particuliers. Pour cela Il faudra approfondir les études. Il reste encore beaucoup de travaux à faire pour sa protection, sa pérennisation et son développement dans cette zone aride caractérisée par des conditions sévères et où il continue à résister et même à se régénérer mais difficilement.



Figure 29. Aspect de dégradation du milieu (déchets) (original, 2022)

La figure 29 illustre un aspect de dégradation récurrente liée à la fréquentation du site et de l'incivilité des gens qui laissent plein de déchets par terre. Il est amplement relaté dans la littérature scientifique que la surfréquentation touristique, peu ou mal contrôlée, constitue une menace pour les milieux naturels et tout particulièrement pour ceux les plus sensibles. En effet, déchets, piétinements ou stationnements non autorisés peuvent mettre à mal des secteurs fragiles. (Deprest, 1997 ; Lequin, 2001).

Conclusion

CONCLUSION

Au terme de ce travail qui a porté sur la contribution de la qualité des sols de dayas de la région d'El KHENEG, wilaya de Laghouat.

L'étude pédologique a permis l'identification le type de sol étudié, ainsi que la détermination des processus pédo-génétiques qui les régissent.

Les sols étudiés présentent, en surface (0-20 cm), une texture sableuse, taux de calcaire soit modérément faible, un pH neutre à peu alcalin et un sol Non salé d'après l'analyse de la salinité. Les différences observées ont été mesurées dans les caractéristiques des concentrations d'éléments nutritifs du sol entre les différentes échantillons d'étude les teneurs en MO% et CO% sont faibles en générale.

La biomasse du sol est également moindre en raison du décapage de la litière et des espèces pérennes lors des labours. Ainsi, l'absence ou la diminution de l'épaisseur de la biomasse sur Terre, qui est la principale source de composés organiques du sol, a également pour effet de réduire la quantité de nutriments (dont le carbone, sodium, potassium et phosphore). Sont essentiel au développement des sols et à la protection des communautés végétales, sa faible concentration peut avoir un effet à long terme sur le maintien et la vitalité des peuplements des dayas.

Ainsi, cette étude a permis une meilleure compréhension de la dynamique des sols des dayas de'ELKHENEG (région steppique) dans un contexte où les érosions agissent comme un facteur de perturbation important dans le développement des sols.

Les résultats de l'analyse du laboratoire nous permet d'énoncer que :

Le sol présent une défaillance en élément nutritifs nécessaire aux besoins des plantes il est donc impératifs d'entreprendre des démarches participatives des techniques et méthodes de protection du sol et du couvert végétal.

Pour ce faire, pratique des techniques culturels et un mode d'exploitation adéquat pour réduire les érosions, planter des arbres pour fixer le sol, compenser les dégâts du déboisement acquis et protéger le sol par des mises en défens afin de le préserver contre l'abus des exploitants (surpâturage). Nous considérons donc les résultats de travail plutôt comme des hypothèses de réflexion en vue d'une étude plus complète et plus

approfondie et étendue l'étude des facteurs anthropique et pédologique dans la région de El Kheneg.

De ce fait nous formulons des recommandations suivantes :

- ✓ Appondit les recherches sur le sol des dayas de la région d'EL KHENEG
- ✓ Protéger les sols contre les actions érosives (déboisement, surpâturage, et Surexploitation).
- ✓ Pratiquer des techniques et méthodes culturales (les espèces locale : *pistacia atlantica defs*), les mises à défens, plantation pastorale pour diminué la pression pour les dayas.
- ✓ Lancer des services de vulgarisation efficaces relayés par des établissements de recherche.
- ✓ La santé des sols se répercute inévitablement sur la santé des écosystèmes forestiers et sur la productivité de nos forêts (**Boileau, 2007**).

Références bibliographiques

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIE

A

1. **Amirouche,R . Misset M.T., 2009.** Flore spontanée d'Algérie : différenciation écotopographique des espèces et polyploidie. Cah Agric. 18 (6), 474-480p.
2. **Aubert G.1978** : Méthodes d'analyse des sols centre régional de documentation pédagogique. Marseille .191 p.
3. **Aidoud-Lounis, F. 1989.** Contribution à la connaissance des groupements à sparte (*Lygeum spartum*) des hauts plateaux sud-oranais. Etude phytoécologique et syntaxonomique. Thèse Doctorat : 3ème cycle, USTHB. Alger. 253 p.

B

4. **Baize 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 p.
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, and Washington. DC).
7. **Bamouh, A. Lagea, M. Karrouch, M.El-Mourid, M.2003.** Estimation of rice evapotranspiration using a microlysimeter technique and comparison with FAO Penman-Monteith and Pan evaporation methods under Moroccan conditions ; EDP Sciences Agronomie 23. 625- 631p.
8. **Barles, S., Breyse, D., Guillerme, A. & Laeyval, C., 1999.** Le Sol Urbain. Collection VILLES, Economica, Paris. 278p.
9. **Benkheira A., Moreau S., Benziene A., Boudjadja A., Gaouar A., Kaabeche M., Moali A., Sellami D., 2005.** Plan de Gestion Oglet Ed-Daira. Projet DGF/GEF/PNUDALG/ 00/G35.
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 micro-organismes (champignons saprophytes des sols du complexe humide d'El-Kala, Nord-Algérien). « Cas des station d'El-Khoubzi, Righia et Lac Noir ».
12. **Bronich TK et Kabanov AV ,2005.** Novel block ionomer micelles with cross-linked ionic cores. Polymer Preprints (American Chemical Society, Division of Polymer Chemistry). 45: 384-385p.
13. **Bouderbala R., 2012.** Les dayas à *Pistacia atlantica* Desf. des hautes plaines du sud Algérois (Messaad) : Ecologie, diversité floristique et valeur patrimoniale. Mémoire de magistère : Université USTHB-Alger. 108 p.

14. **Boudy P., 1952.** Guide du forestier en Afrique du nord. Vol 1, Edit. La Maison Rustique, Paris, 509 p.
15. **Bouma.J.2010.Implications** of the Knowledge Paradox for Soil Science.Agronomy science.106 :141-171p
16. **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.
17. **Bruand, Dambrine, Le Bissonnais, Tessier .,1996.**Qualité chimique et physique des sols : variation spatiale et évolution méditerrané . 229-244p

C

18. **Calvet R., 2003.** Le Sol propriétés et fonction : Tom I et II. Ed Dunod.
19. **C.D.F., 1998.** Présentation du sous-secteur des forets. Wilaya de Laghouat. 33p.
20. **Chenu, C., Recous, S., Catroux, G., Richard, G., Balabane, M., Fournier, J. C., Quiquampoix, H.,Staunton, S., Duquenne, P., Gaillard, V., Fruit, L. et Boucher, U. (1999).** Hétérogénéité spatiale de l'activité des microorganismes décomposeurs des matières organiques dans les sols. Mise en évidence, paramètres explicatifs. In Séminaire AIP INRA ECOSOL, Versailles. 8.
21. **Cherifi S., 1988.** Contribution à l'étude de la végétation de quelques dayas entre Messaad et Laghouat : végétation- phytomasse. USTHB.62 p.
22. Cornet A., (2002). La désertification à la croisée de l'environnement et du développement un problème qui nous concerne. In : Barbault R., Cornet A., Jouzel J., Megie G., Sachs I.Weber J. (eds). Johannesburg Sommet Mondial du Développement Durable 2002, Quelsenjeux ? La contribution des scientifiques au débat. Paris : ADPF. 91-130p.
23. **CRAAQ. ,2003.** Guide de référence en fertilisation. Ed 2. Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec, Sainte-Foy. xx, 294 p

D

24. **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, 197- 215 p.
25. **Dajoz R., 1970** - Précis d'écologie. Ed. Dunod, Paris, 357 p.
26. **Dajoz R., 2006.** Précis d'écologie. 8 ème Edition DUNOD, Paris ; 631 p.
27. **Damay N et Julien JL., 1995.** Les indicateurs du statut acido basique des sols. « Station agronomique de l'Asine ».
28. Deguiche M., 2008 : Caractérisation des sols sous pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica* Desf.) : cas de dayate de Tilrhemt (wilaya de Laghouat). Mémoire d'Ingénieur

- en Agronomie, Département des Sciences Agronomiques, Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou. 88p.
29. **Deprest, F. Bernard, D., 1997.** Enquête sur le tourisme de masse : l'écologie face au territoire. In : Revue de géographie alpine, tome 85, n°1, 118-119p.
30. **Doran, J. W., A. J. Jones, (Eds.), 1996.** Methods for Assessing Soil Quality. Soil Science Society of America Special Publication 49 : Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, 1-54p
31. **DSA., 2014.** Secteur Agriculture. Bulletin d'information agronomique de la Wilaya de Laghouat ; 12 p.
32. **Duchaufour Ph. 1960.** Pédogenèse et classification, in Pédologie. In : Revue Géographique de l'Est, tome 18, n°4, Octobre-décembre 1978. Recherches en géographie physique ; 294-295p.
33. **Duchaufour Ph., 1984.** Abrégé de pédologie. E D. Masson ; Paris 317 p.
34. **Duchaufour Ph., 1995.** Pédologie : sol, végétation, environnement. Ed. Masson ; Paris 317p.
35. **Duchaufour Ph., 1997.** Abrege de pédologie. Ed. Masson. 5^{ème} ed. Paris, 291 p.
36. **Durran J. H., 1983 -** Les sols irrigables. Etude pédologique. Ed. Imbert, Alger, 190 p
- E**
37. **Edward. R ., 2010.** Christian Feller, Soil and Culture, Springer Science et Business Media ; 51p.
38. **Emberger L., 1950.** Rapport sur les régions arides et semi arides de l'Afrique du Nord. Union international des sciences agronomiques Montpellier, 12p.
- F**
39. **FAO ,1990.,** gypsifereoussoilein the world soils.ser.FAO.Land and water dvpt.bul.62. Rome.
40. **FAO., 2005.** Bulletins statistiques de productions de céréales.
41. **Faurie, C., Ferra, CH., Medori P. et al. 2003.** Ecologie approche scientifique et pratique. 5^{ème} éditions. Paris : Lavoisier. 407 p.
- G**
42. **Gervy R. (1970).** Les phosphates et l'agriculture. Edition Dunod, Paris. 298p.
43. **Ghazanshahi D., Jaouich A., (2001).** Effet du pH sur la solubilité du phosphore dans les sols calcaires du nord de Varamine (Iran). Revue Agrosol, vol. 12, n° 1, 2001, SainteFoy, Québec, Canada, 21-24p.
44. **Gobat, JM. 2003.** Le sol vivant bases de pédologie. 2^{ème} édition. 415p.
45. **Gobat J M; Arabno M E; Mathey W; (2003).** Le Sol Vivant : Base Du sol vivant bases de pédologie. 2^{ème} Edition. 415-568p.

46. **Graa, S., 2010.** Contribution à l'étude de dégradation de quelque parcours steppique de la région de la Laghouat. Mémoire d'ingénieur : Université Amar Têlidji de Laghouat. 20-23p.
47. **Greco, J., 1966.** l'érosion, la défense et la restauration des sols, et reboisement en Algérie ,232p.
48. **Guinet P., 1954.** Carte de la végétation de l'Algérie feuille de Beni Abbes. Maroc. 175-203p.

H

49. **Halitim A., 1988.** Les sols des régions arides d'Algérie. Ed. OPU Algérie 384 p
50. **Hanifi, H. 1990.** Etude phytoécologique des formations à Alfa dans le Sud Oranaise. Biocénoses 5(1.2). 37-68p.
51. **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. 61p.
52. **Hillel, D., 1982.** Introduction to Soil Physics. Ed. Academic Press. New York, USA, 364 p.

K

53. **Kaabeche M., 1990.** Les groupements végétaux de la région de Bou Saada (Algérie) Essai de synthèse sur la végétation steppique du Maghreb. Thèse de Doctorat. Université de Pédologie Et Biologie Des Sols). 3eme Edition Revue Et augmentée. 150-165p.
54. **Khadraoui, A. 2004.** Eaux et sols en Algérie (Gestion et impact sur l'environnement). Ouargla : Houma, Algérie. 393 p

L

55. **Lacoste A ; Salanon R ;(2001).** Eléments de biogéographie et d'écologie. Edition Paris, Nathan. 318p.
56. **Lambert., 1975.** Classes d'abondance de la matière organique.
57. **Le Houérou H-N., 1973.** Ecologie, démographie et production agricole dans les pays méditerranéens du tiers-monde. Options Médit., N° 17. 53-61p.
58. **Le Houérou H-N., 1975.** Problèmes et potentialités des terres arides du Nord de l'Afrique. Options Méditer. N° 26. 17-36p.
59. **Le Houérou, H.N. 1995.** Considérations biogéographiques sur les steppes arides du Nord de l'Afrique. *Sécheresse*, n. 2, vol. 6. 167-82p.
60. **Lequin M., (2001).** Ecotourisme et gouvernance participative, Sainte-Foy (Québec), Presses de l'Université de Québec.
61. **Lozet J ; Mathieu C ;(1997) .**dictionnaire de science du sol. Paris .488p.

62. M

M

63. **Madani D., 2008.** Relation entre le couvert végétal et les conditions édaphiques en zone à déficit hydrique, mémoire de Magistère. Université de Batna. 119 p.
64. **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.
65. **Marschner H., (1995).** Mineral Nutrition of Higher Plants. 2 eEd., Academic Press, London
66. **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.
67. **MATHIEU, C.2003 :** Analyse chimique des sols. Paris, méridionales, Tome I, II Paris, France, centre national de la recherche scientifique.387p.
68. **Mathieu C et Pieltain F, 2003,** Analyse chimique des sols. Ed. Tec et doc. Lavoisier, Paris, mise en valeur dans la région d'ADRAR, C.U. de Tiaret, 39p, 292p.
69. **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. 58-71p.
70. **Monjauze, A. 1968.** Répartition et écologie de *Pistacia atlantica* Desf en Algérie. Bull. de la Soc. D'histoire Naturelle de l'Afrique du Nord. 156p.
71. **Monjauze A.1980.** Connaissance du bétoum *Pistacia Atlantica* Desf. Biologie et forêt. Revue Forestière Française, N 4 :p357-363
72. **Monjauze, A. 1982.** Le pays des dayas et *Pistacia atlantica* Desf . Dans Sahara Algérien. Biologie de forêt (Revue forestière française), NANCY CEDEX. 291 p
73. **Mouffok., M.2003.** Mémoire ING d'état I.N.F.S.A Mostaganem, l'espace littoral ouest de Mostaganem cas de la zone des sablettes-Ouréah en vue d'une orientation touristique ,34et 35p.
74. **Moulai A. 2009.** Réseaux sociaux et innovation en milieu viticole : pour des pratiques plus respectueuses de l'environnement. Cas d'une zone périurbaine de Montpellier. Série « Master of science » N° 62. CIHEAM-IAM Montpellier. 7-15p.

N

75. **Nesson Cl., (1967).** « Evolution d'une « bétouire » dans la daïa M'rara à l'ouest de l'Oued Righ » Travaux de l'I.R.S., t. XXI, 1967. 67-77p.

O

76. **Oades J.M., 1998.** 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.
77. **O.N.M, 2019.** Office Nationale de Météorologie. Kheneg Wilaya de Laghouat. 1p
78. **Ozenda P ;(1958)** . Flore du Sahara septentrional et central. 486p.
79. **Ozenda P., 1982.** La végétation dans la biosphère. Edition Masson ; 335 p.
80. **Ozenda, P., 1991.** La flore et végétation de Sahara. Paris : CNRS. 662p.

P

81. **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. 58-71p.
82. **Pouget, M., 1977.** Cartographie des zones arides : géomorphologie, pédologie, groupements végétaux et aptitudes du milieu à la mise en valeur. Echelle 1/100.000. Région de Messaad-Ain el Ibel (Algérie). Paris : Notice ORSTOM n°67. 89 p.
83. **Pouget, M., 1980.** Les relations sol-végétation dans la steppe sud-algéroises. Paris ORSTOM. 569 p.
84. **Prévost P., 1999.** Les bases de l'agriculture. 2ème Ed. Technique et documentation, Paris ; 243 p.

R

85. **Ramade F., (2003).** Elément d'écologie, écologie fondamentale. Paris. 690p

S

86. **Safou, R. 2010.** Le plateau des dayas à Bétoum [en ligne]. [Consulté en mai 2012].
<http://chaouki-li-qacentina.blog4ever.com/blog/lire-article-271927-2005673-le-plateau-des-dayas-betoum.html>
87. **Smith J.U., Bradbury N.J., Addiscott T.M., (1995).** SUNDIAL: Simulation of nitrogen dynamics in arable land. A user friendly, PC-based version of the Roth Amsted nitrogen turnover model. *Agron J* 88: 38–43p
88. **Stevenson, F.J., 1999.** Cycle of soils: Carbon, Nitrogen, phosphorus, sulfur, micronutrients, New York, WILEY, 427 p.
89. **Stewart P., 1969.** Quotient Pluviothermique Et Dégradation Biosphérique. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord.*59. Pp : 23-36.

T

90. **Taibi, A., 1997.** Le piémont sud du djebel Amour (Atlas saharien, Algérie), appart de la télédétection Satellitaire à l'étude d'un milieu en dégradation. Thèse de Magister : Université Denis Diderot – Paris VII. 298 p.

91. **Taibi, A. ,1999.** Détermination des dynamiques d'évolution morphologique et végétale combinées des (dayas) du piémont sud de l'Atlas saharien (Algérie) par télédétection. Sécheresse n°1, mars 1999, vol. 10. 63-67p.
92. **Tidjani idrssa. S, 2004.** Mémoire ING d'état I.N.F.S.A Mostaganem contribution des Zine. H, 1996. Etude d crédibilité des pluies des sols dans le tell oranais, mémoire ING d'état I.N.F.S.A Mostaganem ,63et 64P.
93. **Toutain F., 1974.** Etude écologique de l'humification dans les Hêtraies acidophiles Thèse du Doctorat. Etat. Unev Nancy I ,114p.

U

94. **URBATIA, 1995.** Plan Directeur d'aménagement urbaine la ville de Laghouat. Wilaya de Laghouat ; 7 p.

W

95. **Wesemael., (2006).** Les teneurs en matière organique dans les sols en région Wallonne.15p.

