الـجـمـهوريـــة الجـزائـــريـــة الـديمـقراطـيـة الـشعبيـة

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التـــعليـم العـالـــي والبحـث العلمـي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Amar TELIDJI Laghouat
Faculté des Sciences
Département d'Agronomie

جـامعة عـمـار ثـلـيـجي - الأغـواط -
كلية العلوم
قسم العلوم الفلاحية

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

En vue de l'obtention du diplôme de Master 2 en Agronomie
Option : Protection des végétaux et d'environnement.

Thème

Contribution à l'étude de la qualité biologique des sols des dayas dans la région de Laghouat

Présenté par : ***OTHMANI ; Regaia***

Le : 22/09/2014.

Encadré par : BOUTMEDJET Ahmed (*Maître-assistant A)*

Septembre 2014

OTHMANI Regaia

Thème : **Contribution à l'étude de la qualité biologique des sols des dayas dans la région de Laghouat.**

Résumé

Le présent travail est une contribution à l'étude de la qualité biologique et l'évaluation de l'état pédologique actuel des sols des dayas dans la région de Laghouat et l'étude de l'impact de labour sur quelques caractéristiques physiques, chimiques et biologiques de sol.

On prenant l'exemple de Dayet Grara El Hamra comme une daya composée de deux secteurs, le premier secteur labouré situe au centre et le second naturel situe à la bordure de la daya. Les principaux résultats obtenus après la description physico-chimique et biologique de sol de la daya sont :

Le sol de la daya qui présente une texture sableuse pour les deux secteurs; humidité variable (2,45% – 12,95%) ; généralement classé comme un sol alcalin varient entre (7,45 ≤pH ≤ 7,85), le pH de secteur labouré est plus élevé par rapport à celui du secteur naturel ; non salin (excellent) est de l'ordre moyen de 0,18 mmhos/cm ; très riche en matière organique où le taux de matière organique dans le secteur labouré est plus important que l'autre secteur (naturel) avec une moyenne de 7,94% ; très pauvre en azote allant de (0,009% ≤N total≤ 0,093%); modérément calcaire (7,98≤Ca Co_3≤23,05).selon l'étude floristique notre site est jugé dégradée par rapport aux mise en défens.

Pour l'analyse biologique nous avons constatés l'existence de deux classes composant la pédofaune de sol de daya, à savoir les insectes et les arachnides. La diversité et la richesse est plus importante dans le secteur labouré (H'=3,22 ; S= 10) ; la présence de 8 ordre avec la dominance de *Diptera* (46%) ; tandis que le secteur naturel (non labouré) caractérisé par une diversité et une richesse faible (H'=2,32 ; S= 5) avec la présence de 4 ordre et la dominance de *Hyménoptèra* (40%).

Cette distinction dans les résultats est due à plusieurs paramètres : d'une part les paramètres physico-chimiques du sol, l'état biologique (flore), d'autre part l'impact du labour.

Mots clés : Daya, Sol, Laghouat, Pedofaune, Etat biologique, Analyse physico-chimique, Etude floristique, Labour.

عثماني رقية

العنوان:المساهمة في دراسة الجودة البيولوجية لتربة الضايات في منطقة الأغواط.

ملخص

العمل الحالي هو مساهمة في دراسة النوعية البيولوجية و تقييم الوضع الحالي لتربة الضايات في منطقة الاغواط و دراسة تأثير الحرث على بعض الخصائص الفيزيائية, الكيميائية و البيولوجية للتربة .

نأخذ على سبيل المثال ضاية قرارة الحمرة كضاية مكونة من قطاعين القطاع الاول محروث يقع في الوسط و القطاع الثاني طبيعي يقع على حدود الضاية . أهم النتائج التي تم الحصول عليها بعد الوصف الفيزيائي الكيميائي و البيولوجي لتربة الضايات هي :

تربة الضاية رملية بالنسبة للقطاعين ,رطوبة متغيرة (2,45% – 12,95%) , تصنف عموما كتربة قلوية تختلف بين (7,45 ≤pH ≤ 7,85) ,ان pH القطاع المحروث اعلى من pH القطاع الطبيعي ; غير مالحة (0,18 (mmhos/cm ; غنية جدا بالمواد العضوية بعدل 7,94% حيث نسبة المواد العضوية في القطاع المحروث اكثر اهمية من القطاع الاخر ; فقير جدا من الازوت (0,009% ≤N total≤ 0,093%) ; نسبة الكربون عالية بمعدل 4,61%; معتدلة الكلس (7,98≤Ca Co$_3$ ≤23,05) . وفقا للدراسة النباتية يعتبر موقعنا متدهور مقارنة بوضع المحميات الطبيعية.

بالنسبة للتحليل البيولوجي لاحظنا وجود فئتين مكونة لحيوانات تربة الضاية و هي الحشرات و العناكب .التنوع و الثراء في القطاع المحروث (H'=3,22 ; S= 10) مع وجود 8 فئات و سيادة فئة ذوات الجناحين (46%) في حين القطاع الطبيعي (غير محروث) يتميز بتنوع و ثراء منخفض مع وجود 4 فئات و سيادة غشائيات الاجنحة (40%) .

هذا التمييز في النتائج يرجع ذلك لمعايير مختلفة : من جهة المعايير الفيزيائية- الكيميائية والحالة البيولوجية للتربة (النباتات) و من جهة اخرى تاثير الحرث.

كلمات مفتاح: الضاية , التربة , الأغواط ,حيوانات التربة, الحالة البيولوجية, دراسة الشكلية و التحليلية, دراسة نباتية,الحرث.

OTHMANI Regaia

***Title*: Contribution to the study of biological quality of Daya soil in the region of Laghouat.**

Abstract

The present work is a contribution to the study of the biological quality and assessment the current state of dayas soil in the region of Laghouat and studying the impact of tillage on some physical, chemical and biological characteristics of soil.

We take the example of dayet Grara el Hamra as daya composed of two sectors, the first sector plowed is at the center and the second is natural in border of daya. the principal results obtained after the physico-chemical and biological description of the daya soil are:

The soil of daya has a sandy texture for both sectors ; humidity change (2,45% – 12,95%) ; generally classified as alkaline soil varies between (7,45 ≤pH ≤ 7,85), the pH of plowed sector is higher relative the pH of naturel sector ; it is not salted (excellent) is the average of 0,18 mmhos/cm ; very rich in organic matter wich the rate of organic matter very important than the other sector (natural) with average of 7,94% ; very poor in nitrogen from (0,009% ≤N total≤ 0,093%) ; the carbon content is high with 4,61% ; Moderately calcareous (7, 98≤Ca Co_3 ≤23, 05). According to floristic study , our site is considered degraded relative to excloseres .

For biological analysis we have seen the existence of two classes composent of soil fauna in daya soil are Insects and Arachnids. The diversity and richness is greater in plowed sector (H'=3,22 ; S= 10) ; with presence of 8 order and dominance of Diptera (46%) ; while the natural sector characterized by diversity and richness low (H'=2,32 ; S= 5) with presence of 4 order and dominance of Hymenoptera.

This distinction in the results is caused to various parameters : on the one part physico-chemical parametersof soil, biological state (flora), on the second part the effect of tillage.

Key words: Daya, Soil, Laghouat, Fauna, Biological state, Study morph-analytical, Study of the flore, Tillage.

☙ Dédicaces ❧

Je dédie le fruit de ce modeste travail a :

La mémoire de mes grands-parents que DIEU l'accepte dans ces vastes paradis.

Vous qui m'avez bien éduquée ; Instruite et m'avez tracé un chemin plein de lumière sans obstacles C'est pour vous montrer ma gratitude et ma reconnaissance, pour ce que vous avez fait pour moi et pour ce que vous avez fait de moi : Aux prunelles de mes yeux : Mon chère père et Ma chère mère.

Mes frères : Mohamed, Aissa, Abd El Kader, Nadir et Yacine.

Mes Adorables sœurs : Alya, Mouna.

Mes oncles et mes tentes. A toute la famille OTHMANI ET KHORSI.

Une spéciale dédicace à mon très cher fiancé qui a été toujours présent pour m'aider et m'encourager Lamine ZAOUI et sa famille.

A ma très chère amie LATRECHE Aicha et sa famille.

A mes chères amies : Fatima B, Fatima A, siham, leila , safia, Aroua, Wafaa, Mbarka ,Amina , Fatima R., Ikram, Karima ,Mes collègues et mes ami(e) s qui nous ont connus de près ou de loin; Qui seront toujours dans mon cœur. Et toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réussite de ce modeste travail.

OTHMANI Regaia

☙ Remerciements ❧

*Avant tout, je remercie **DIEU** qui a illuminé mon chemin et qui m'a armée de courage pour achever mes études.*

*Au terme de ce mémoire, J'exprime mes profonds remerciements à mon promoteur Monsieur **BOUTMEDJET Ahmed** d'avoir proposé ce thème et m'encadrer et suivre pas à pas la progression de ce travail. Je le remercie infiniment pour son aide et ses conseils judicieux.*

Mes vifs remerciements aux membres de jury pour avoir accepté d'évaluer mon travail;

J'exprime ma gratitude à toutes les personnes qui m'ont aidé à la réalisation de ce travail : Mr KOUIDRI L; Mr AMARA Y ; OTHMANI B ; BEN NAIDJA M ; LATRECHE A ;

(Grâce à eux je suis arrivée à ce résultat).

Je tiens à remercier aussi :

Le corps d'enseignants qui ont assuré notre formation en Agronomie;

A tous les personnels du laboratoire du département d'Agronomie ;

Les étudiants de 2éme année master Agronomie ;

Tous ceux qui ont contribué de près ou de loin dans l'élaboration de notre mémoire.

OTHMANI Regaia

TABLE DE MATIERES

Résume..... I
Dédicace..... IV
Remerciement..... V
Liste des tableaux..... X
Liste des figures..... XI
Liste des abréviations ……..... XIII
Introduction..... 01

Partie I : synthèse bibliographique

Chapitre I : Généralité sur les dayas..... 03
1. Définition des Dayas..... 03
2. Caractéristiques des dayas..... 04
3. Les types des dayas…… 05
4. Evolution des dayas..... 07
4.1. La genèse des dayas……... 07
4.2. Chronologie relative selon la taille, la forme et la végétation……..…... 08
5. Les sols des dayas..... 11
6. La flore des dayas..... 11
7. Intérêt agricole des dayas …… 12
Chapitre II : Généralité sur la pédofaune…… 13
1. Définition de la pédofaune……..…... 13
2. La classification de la faune du sol ……..... 13
2.1. Classifications en fonction de la taille……...…… 14
2.2. Classification selon le lieu de vie…….. 14
2.3. Classification selon le mode de progression…… 15
2.4. Classification selon l'humidité……... 15
3. Composition de la faune du sol…….. 15
3.1. Les protozoaires ……... 15
3.2. Les nématodes……... 16
3.3. Les lombricidés ou vers de terre……... 16
3.4. Les Gastéropodes…….. 17
3.5. Les Isopodes terrestres ou Cloportes ……... 17
3.6. Les Myriapodes ou mille pattes…… 17

3.7. Les arachnides, des scorpions aux acariens…….. 18
3.8. Les insectes……... 18
3.9. Les collemboles…… 18
3.10. Les termites…… 19
3.11. Les coléoptères…… 19
3.12. Les diptères……. 19
3.13. Les fourmis……. 19
4. Les triples rôles de la faune dans le sol……...…….. 20
4.1. Une action mécanique……... 20
4.2. Une action chimique……... 20
4.3. Une action biologique…….. 20
5. Les facteurs qui influencent sur la Pedofaune……..... 21
5.1. Facteurs écologiques…… 21
5. 2. Facteurs anthropiques……. 21

Partie II : Matériels et méthodes d'étude

Chapitre I: Matériels d'étude…….. 22
1. Présentation de la Région d'étude(Laghouat)..... 22
1.1. Situation géomorphologique et administratif de la région de Laghouat..... 22
1.2. Cadre géomorphologique..... 23
1.2.1. Reliefs..... 23
1.2.2. Hamadas..... 23
1.2.3. Regs..... 23
1.2.4. Accumulations sableuses..... 23
1.2.5. Dépressions (daya)..... 23
1.2.6. Lits d'Oueds..... 24
1.2.7. Steppes..... 24
1.3. Cadre pédologique et hydrogéologique..... 24
1.3.1. Les sols..... 24
1.3.2. L'hydrographie et hydrologie..... 25
1.4. Cadre climatique..... 26
1.4.1. La température..... 27
1.4.2. Pluviométrie..... 27

1.4.3. L'humidité relative de l'air..... 28
1.4.4. Le vent..... 28
1.4.5. L'insolation..... 29
1.4.6. Les gelées..... 29
1.4.7. Classification du climat..... 29
2. Présentation des sites…….. 34
2.1. Description de dayet Grara El Hamra……. 34
Chapitre II : Méthodes d'études …… 36
1. Méthode d'approche de terrain…..... 36
1.1. Choix de l'emplacement ou station (site)..... 36
1.2. Prélèvement des échantillons aléatoires..... 36
2. Méthode d'étude morphologique..... 36
3. Méthode d'étude physique et chimique……... 36
3.1. Préparation des échantillons..... 36
3.1.1. Séchage..... 36
3.1.2. Réduction des agrégats et tamisage..... 37
3.2. Analyse physique..... 37
3.2.1. Détermination de l'humidité..... 37
3.2.2. Mesure de pH..... 37
3.2.3. Mesure de conductivité électrique (CE)..... 37
3.2.4. L'analyse granulométrique…….. 37
3.3. Analyse chimique..... 38
3.3.1. Détermination de la teneur en matière organique par calcination..... 38
3.3.2. Détermination de la matière azotée..... 38
4. Méthode d'étude Biologique..... 38
4.1. Appareil de Berlèse……..... 38

4.2. Relevé phytoécologique…… 39
4.2.1. Relève linéaire…… 39
4.3. Analyse du patrimoine biologique…….. 39
4.3.1. Richesse moyenne…… 39
4.3.3. Recouvrement global de la végétation RGV %..... 39
4.3.4. Contribution spécifique (CSi)……... 40

4.3.5. Dominance (IDo)…….. 40
4.3.6. Fréquence spécifiques (FSi)…….. 41
4.3.7. Diversité spécifique (H')…….. 41
4.2.4. Equitabilité……. 42
5. Analyses statistiques …….. 42
Partie III : Résultats et discussion
Chapitre I : Résultats..... 43
1. Paramètres analytiques……... 43
1.1. Résultats des Analyses physiques et chimiques……..... 43
1.2. Analyse biologique …….. 44
1.2.1. Description de la pedofaune de daya……..…… 44
a. Présentation de la pédofaune des sols du Dayet Grara El Hamra…..…… 44
b. Les indices écologiques…….. 46
1. 2.2. Description de la flore de daya…… 46
a. Richesse moyenne……... 46
b. Diversité spécifique (H') et Equitabilité (E)…….. 47
c. Recouvrement global (RGV %)……. 47
d. Fréquence spécifique (FSi) et contribution spécifique (CSi)……. 48
e. Dominance (IDO)…… 48
2. Effet de labour sur le sol……. 49
2.1 Description morphologique du sol de dayet Grara El Hamra……. 49
2.2. Effet de labour sur l'Humidité……... 50
2.3. Effet de labour sur le pH …… 50
2.4. Effet de labour sur la conductivité éclectique……. 51
2.5. Effet de labour sur la matière organique……. 51
2.6. Effet de labour sur la matière azotée…… 52
2.7. Effet de labour sur la matière minérale……. 52
2.8. Effet de labour sur la pédofaune……..... 53
Chapitre II : Discussion..... 55
Conclusion..... 60
Références bibliographiques..... 62
Annexe..... 67

LISTE DES TABLEAUX

Tableau		Page
01	La classification des animaux du sol selon la taille.	14
02	Occupation en sols de la wilaya de Laghouat.	25
03	Données météorologiques de la région de Laghouat (1996-2012).	26
04	Les résultats analytiques des sols des profils culturaux.	43
05	Structure de la pédofaune de dayet Grara El Hamra.	44
06	Les indices écologiques de la pedofaune de Dayet Grara El Hamra.	46
07	La richesse moyenne de dayet Grara el Hamra (Pieds / relevé).	46
08	Taux de recouvrement global de la végétation sur le sol.	48
09	Fréquence spécifique (FSi) et contribution spécifique (CSi) des espèces.	48
10	Richesse et l'abondance des espèces dans les sols des dayas	53

ANNEXE

Tableau		Page
01	Liste des noms et coordonnées géographiques des dayas prospectées par voie aérienne et terrestre à travers le territoire de la wilaya de Laghouat	68
02	Plan administratif de la wilaya de Laghouat	73
03	Classification des sols suivant leur pH	74
04	Classification des sols suivant leur teneur en sel	74
05	Classification des sols suivant leur teneur en matière organique	76
06	Classification des sols suivant leur teneur en matière azote	76
07	Analyse Granulometrique des sols de dayet Grara El Hamra.	77
08	Tableau représentatif de la liste des espèces récoltées dans Dayet Grara El Hamra.	77

LISTE DES FIGURES

Figure		Page
01	Image représente un pistachier au milieu d'une daya naturelle.	04
02	Schéma théorique montrant quelque type des dayas.	06
03	Développement du jujubier dans une daya naissante.	09
04	Développement de pistachier et élimination de la végétation herbacée du centre de la daya.	09
05	Morphologie et végétation des dayas du stade naissante au stade adulte.	10
06	Répartition de la végétation dans une dayas « adulte ».	12
07	Situation géographique de la région de Laghouat.	22
08	Evaluation des températures annuelles de la région de Laghouat (1996-2012)	27
09	Evaluation de la pluviométrie dans la région de Laghouat (1996-2012).	28
10	Evaluation de vent dans la région de Laghouat (1996-2012).	29
11	Climagramme pluviométrique d'Emberger de la wilaya de Laghouat (1996-2012).	31
12	Le diagramme ombrothermique de Gaussen et Bagnouls de wilaya de Laghouat (199662012).	32
13	Dayet Grara El Hamra (garete el hamem) (Photo original).	34
14	Dayet Grara El Hamra (image Google Earth).	35
15	Diagramme représentant les proportions des diverse ordres de la pedofaune récoltés dans le secteur labouré de dayet Grara El Hamra.	45
16	Diagramme représentant les proportions des diverses ordres de la pedofaune récoltés dans le secteur naturel de dayet Grara El Hamra.	45
17	Taux de recouvrement global de la végétation.	47
18	Taux de recouvrement des éléments de surface du sol.	48
19	Dominance de quelques espèces.	49
20	Variation de l'Humidité en fonction de l'état du sol.	50
21	Variation du pH en fonction de l'état du sol.	50
22	Variation de la conductivité électrique en fonction de l'état du sol.	51
23	Variation de la matière organique en fonction de l'état du sol.	51
24	Variation de la matière minérale en fonction de l'état du sol.	52
25	Variation de la matière azotée en fonction de l'état du sol.	52

26	La richesse des espèces dans le sol de daya en fonction du secteur.	54

ANNEXE

Figure		Page
01	La distribution géographique des dayas dans la région de Laghouat.	67
02	Clé de détermination et classification des animaux de sol.	70
03	Classification de pedofaune d'après la taille des espèces.	71
04	Les insectes de sol.	72
05	Les limites géographiques de wilaya de Laghouat sur le plan administratif	73
06	Détermination de l'humidité par étuve à 105°C	74
07	Mesure de pH_{eau} par pH-mètre	74
08	Mesure de conductivité électrique (CE)	74
09	Détermination de la teneur en matière organique par calcination	75
10	La détermination de la matière azotée par le dosage de l'azote totale selon méthode de Kjeldhal.	75
11	Appareil de Berlése	76
12	L'emplacement de relevé linéaire.	76
13	Les principaux ordre et espèces récoltées dans Dayet Grara El Hamra (Photo originale, 2014).	77

LISTE DES ABREVIATIONS

C .D. F	Conservation Des Forêts
CE	Conductivité électrique
C%	Carbone organique
Csi	Contribution spécifique de l'espèce i
D.S.A	Direction des Services Agricole
FSi	Fréquence spécifique de l'espèce i
H%	Humidité
IDo	Dominance
M .O	Matière Organique
MM	Matière Minérale
N	Azote
O.N.M	Office Nationale de Météorologie
R.G.V	Recouvrement globale de la végétation
S	Richesse total
SAU	Surface agricole utile

INTRODUCTION

La région de Laghouat communément nommée « pays des dayas », est localisée au sud de l'Atlas saharien, avec comme originalité la présence d'un arbre emblématique a cette région le Pistachier de l'atlas. A l'instar de la steppe Algérienne les dayas minuscule partie de ce grand milieu, subissent depuis plusieurs décennies un grave problème de désertification, sous l'effet combiné des facteurs anthropiques et naturels. Cette désertification signifie l'installation d'un écosystème « semi-désertique » à la place de l'écosystème steppique (Daoudi et *al*, 2010).

Selon Skouri (1984), La désertification est la diminution ou la destruction du potentiel biologique de la terre. Donc, en gros la dégradation du sol se manifeste par une détérioration de la qualité des sols qui se répercute sur la fertilité, cette dernière notion couvre les aspects physiques, chimiques et biologiques.

Le fonctionnement global du sol fait effectivement intervenir de très nombreux paramètres d'ordre physiques, chimiques et biologiques, mais ces paramètres agissent en interaction. En autre terme, ces paramètres ne sont pas additive mais interactive, il résulte que la qualité biologique de sol peut difficilement être abordée indépendamment des autres facteurs (Chaussod, 1996).

La qualité de sol a été définie comme étant la résultante des propriétés physiques, chimiques et biologiques permettant la croissance et le développement des cultures (Larson et Pierce ,1992 in Benbrahim, 2006).

La qualité de sol traduit sa capacité à retenir et à libérer l'eau et les éléments, fertilisant à maintenir sa biodiversité et à résister aux effets des pratiques pouvant conduire sa dégradation (travail de sol, irrigation …etc.). Il est évident que la qualité du sol vis-à-vis d'une utilisation donnée dépend de ses propriétés intrinsèques de ses environnement géochimique et climatique et de son utilisation par l'homme (Arshad et Coen, 1992 in benbrahim, 2006).

Le sol est un habitat complexe et hétérogène sur des courtes distances, qui comprend de nombreuses espèces et où plusieurs formes de ressources nutritives coexistent. Dès lors, une multitude d'organismes vivants peut coloniser ce milieu donnant naissance à des chaînes trophiques très diversifiées. La plupart des espèces se retrouve dans les 2 à 3

premiers centimètres du sol où les concentrations en matière organique et en racines sont les plus élevées. La biodiversité du sol est une des composantes les moins connues et les plus cachées de la biodiversité, est directement menacée par les dégradations telles que l'érosion, la diminution des teneurs en matières organiques, les pollutions locales et diffuses, le tassement, l'acidification, l'imperméabilisation et la salinisation (ADEME, 2010).

Les analyses biologiques offrent un complément utile aux analyses classiques pour préserver la fertilité des sols. Cette fertilité garantit que le sol soit capable de supporter jusqu'à un certain point les variations climatiques ainsi que les utilisations pas toujours idéales imposées parfois par les activités humaines. Un sol fertile se caractérise par une faune et une flore variées et biologiquement actives (Rosier, 2013).

Le premier objectif de notre travail est la caractérisation physico-chimique et biologique des sols des dayas.

Notre second objectif est de mettre la lumière sur l'impact de labour sur la qualité biologique des sols des dayas.

Ce mémoire s'articule en trois parties :

- La première partie est réservée à une synthèse bibliographique, permettant de donner des généralités sur les dayas en premier chapitre et généralités sur la pedofaune dans le deuxième chapitre.
- La deuxième partie est consacrée à la présentation de la région et le site d'étude, et aux méthodes utilisées au cours de la réalisation de ce travail.
- La troisième partie traitera les résultats obtenus ainsi que la discussion.

Notre travail est achevé par une conclusion générale avec quelques perspectives et recommandations.

CHAPITRE I : GENERALTE SUR LES DAYAS

Au sud de l'Atlas saharien d'une part et d'autre part du méridien de Laghouat s'étend une partie communément appelée «plateau des dayas» en raison de l'abondance des entités physionomiques et biologiques qualifiées des dayas (Ben semoune, 2008) (Annexe 1).

1. DEFINITION DES DAYAS

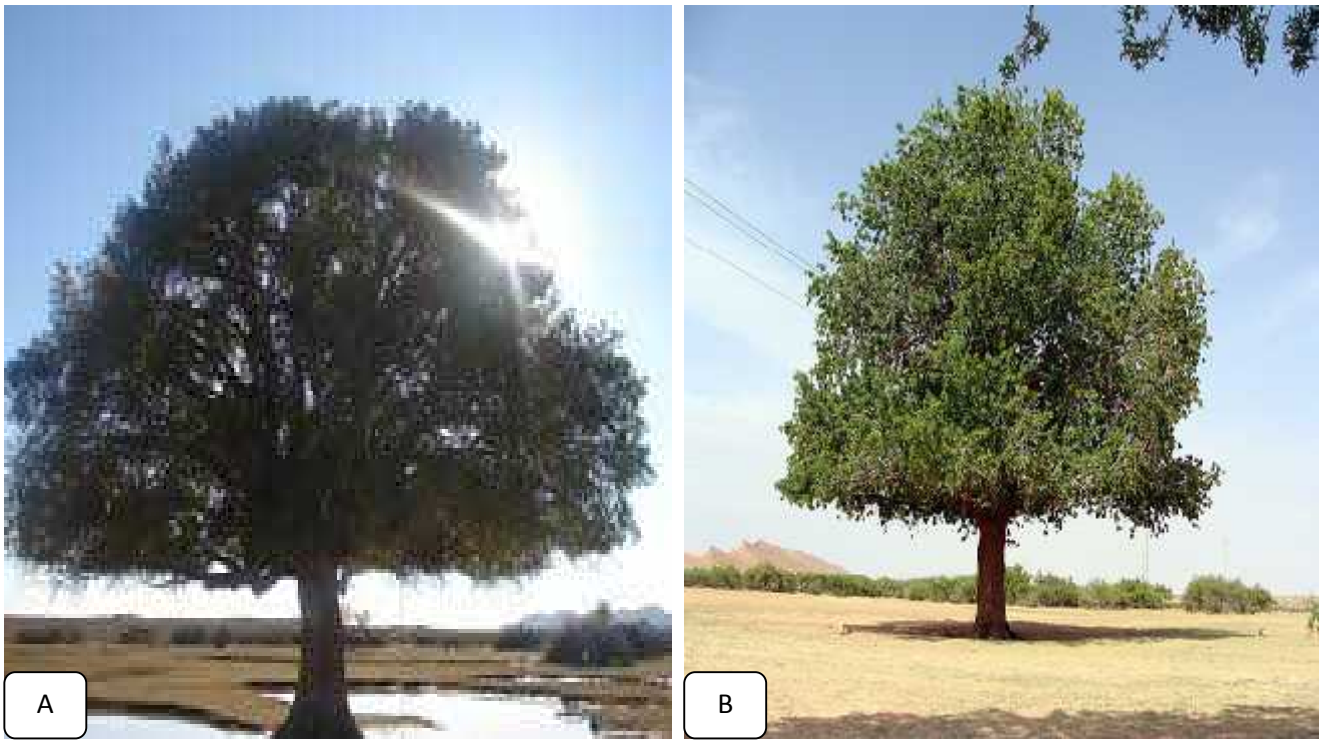
Les dayas sont des dépressions semi-circulaires de petite taille colonisées par une végétation dense. Elle présente une évolution morphologique particulière de petite taille au stade naissant, elles s'accroissent avec le temps, devenant de plus en plus irrégulières et encaissée (Taibi et *al*, 1999).

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 météorique et la nature du sous-sol».

Ce sont des petites cuvettes appelées dayas qui grêlent les hamadas. Colmatées par des formations alluviales déposées par les eaux de ruissellement qui inondent ces cuvettes après les pluies (Taibi, 1997).

Pouget (1977), a défini la daya comme 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* ou "botma"), nanérophytes (*Zizyphus lotus*) et plus généralement des espèces végétales adaptées à la texture et au régime de submersion temporaire (Voir figure 1).

Une fois amorcé, le phénomène se développe par l'action combinée des eaux superficielles, qui convergent vers ces dépressions, en y rongeant les bords et en y apportant des alluvions fines du vent, qui déblaie ces alluvions et des eaux d'infiltration qui poursuivent et étendent la dissolution et l'entablement calcaire pliocène sous-jacent (Monjauze, 1968).



Source : A; cliché Drissi, 2014. B; Safou ,2010.

Figure 1. Image représente un pistachier au milieu d'une daya naturelle.

(A : Daya engorgé d'eau, B : Daya sèche)

2. CARACTERISTIQUE DU PAYS DES DAYAS

Les dayas sont particulièrement bien développées dans la steppe Sud Algérois, où toute la région située à l'Est de Laghouat et à l'Ouest de la même ville, est désignée précisément par les géographes sous le nom de région des dayas (Ozenda, 1991).

Le Pays des Dayas est un haut plateau dont l'altitude moyenne passe de 1 000 à 500 mètres de l'Ouest à l'Est. Sous la forme approximative d'un rectangle d'un peu plus de 300 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 Mzab, à l'Ouest sur des plateaux descendant vers le Grand Erg occidental, qui presque le confronte, et à l'Est s'atténue en pente 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).

Le haut plateau ne reçoit pas les eaux de l'Atlas saharien ; il en est séparé par un accident complexe qui le déborde à peine au nord-ouest et prend régulièrement de l'apleur à l'est en direction de cette subsidence. On l'appelle la flexure saharienne. Bien que les précipitations n'y excèdent nulle part 150 mm de pluie par an, le Pays des Dayas perd de l'eau, une faible fraction, sur son bord septentrional par les oueds qui empruntent la

flexure, et un peu également sur son pan sud oriental par les oueds qui rejoignent le lit quaternaire de l'oued Mya . La plus grande partie toutefois de l'eau reçue s'infiltre sur place, soit par des fissures, soit en cheminant le long de faibles thalwegs qui se terminent par des bassins fermés, soit dans les cuvettes qu'on appelle les dayas (Monjauze, 1982).

L'intégralité du plateau est comme fossilisée sous une carapace calcaire de quelques mètres d'épaisseur (trois à cinq mètres en moyenne), composée pour l'essentiel de quatre couches alternativement tufeuses et indurées. La plus dure tapisse toute la surface. On l'appelle la croûte grise ou deuxième croûte. Elle-même est recouverte d'une très faible épaisseur zonée, la croûte zonaire, formée à ses dépens. Entre deux épaisseurs de calcaire pulvérulent siège un mètre de croûte nodulaire appelée croûte à dragées. C'est la première croûte. L'ensemble constitue finalement un banc assez impressionnant de calcaire que le réseau hydrographique n'a pas percé mais que les dayas ont au contraire complètement défoncé. La nature du substratum se reconnaît et s'analyse facilement par les faibles corniches qui longent certains tracés d'érosion mais que l'on n'aperçoit qu'exceptionnellement dans les dayas (Monjauze, 1982).

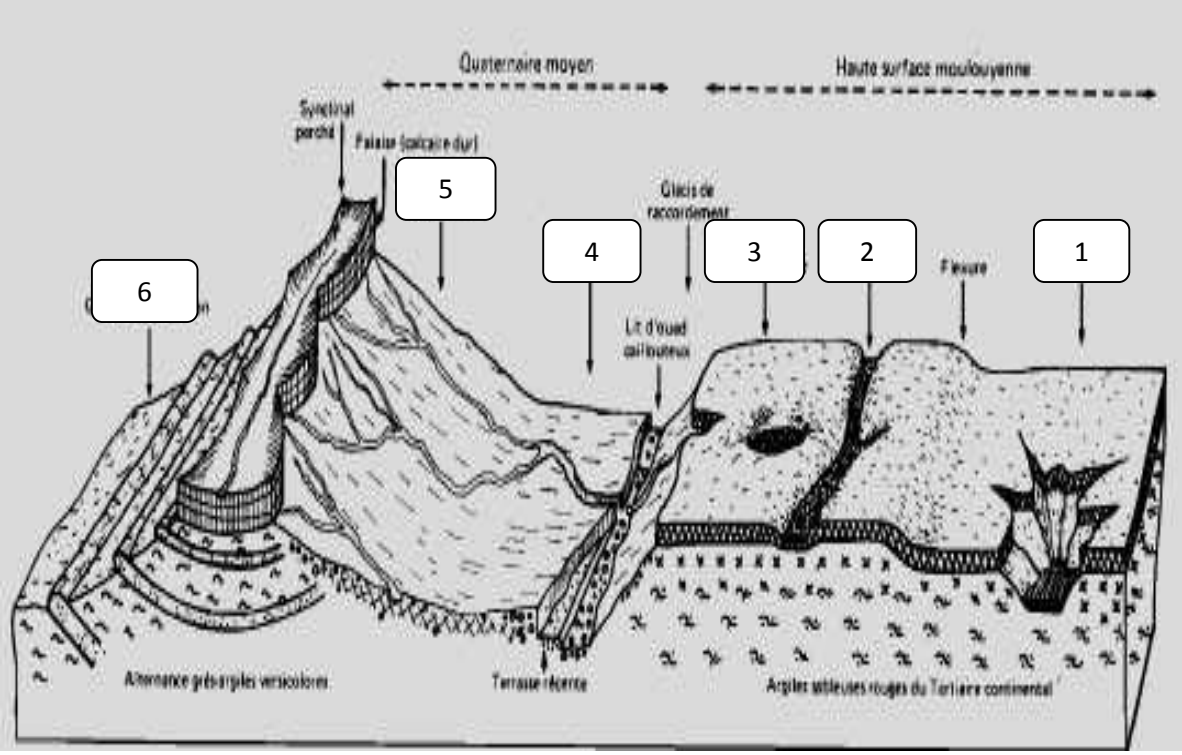
Le sol, épais de quelques centimètres à un ou deux décimètres comprend du reg, du sable et du limon en proportions variables selon les stations. La dalle grise se morcelle en blocs, le calcaire pulvérulent se dissout et se perfore, la croûte à dragées est elle-même percée de siphons ou conduits de percolation. On ne peut savoir quelle épaisseur de calcaire pulvérulent a disparu par lessivage interne depuis sa formation. L'épaisseur de ces alluvions varie de zéro, au contact du Turonien de la Chebka, à 300 mètres, dans la fosse de Laghouat (Monjauze, 1982).

3. LES TYPES DES DAYAS

La plupart des dayas se localisent sur les surfaces encroûtées du Quaternaire ancien, moins souvent sur le Quaternaire moyen, en distinguent trois types principaux en fonction de leur taille et surtout de leur profondeur (Pouget, 1980) (voir figure 2):

- 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. Leur forme reste grossièrement circulaire 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 par un réseau rayonnant d'entailles. Les "Mekmene" de la région de Mécheria, dans les Hauts-Plateaux sud-Oranais, seraient un type de daya analogue mais encore plus évolué: la dalle de calcaire lacustre forme une corniche dominant les argiles rouges du Tertiaire continental, érodées en véritables "bad-lands".



Source : Pouget, 1980.

Figure 2. Schéma théorique montrant quelque type des dayas.

1 : Daya de type très déprimé.
2 : Chenal d'oued alluvionné.
3: Daya peu déprimé.
4 : Glacis terrasse encroûté**.**
5 : Glacis encroûté de piedmont.
6 : Glacis de dénudation.

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 à bords doux.

Les plus petites sont en général les moins encaissées, parfois à peine marquées dans 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 pouvant atteindre 10 m de hauteur (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 de la hamada de Ras Ech Ch'aab) (Taibi, 1997).

4. EVOLUTION DES DAYAS

4.1. La genèse des dayas

Les dayas ne sont pas réparties de manière homogène sur tout le piémont, mais se localisent dans la région dite '' plateau des dayas'' ou ''plateau Arba'a ''.

Le façonnement des dépressions serait le résultat de la conjugaison variable de trois processus d'érosion (Pouget ,1980):

- dissolution chimique (formation karstique).
- élargissement par ruissellement.
- approfondissement par récurage éolien.

Une très grande diversité malgré toutes les différences de formes, de taille, de sols et de régimes hydrologiques, elles n'en tranchent pas moins avec les zones avoisinantes et représentent un milieu écologique bien spécifique (Taibi, 1997).

Les processus de mise en place de deux types de dayas, à falaise et à bords doux, sont les mêmes (Estroges 1961 in Taibi, 1997).

Il est possible de donner des indications sur les modes de mise en place de dayas dans les zones où elles sont particulièrement concentrées et en liaison étroite avec le réseau hydrographique. C'est le cas de la hamada de Ras Ech Ch'aab et du synclinal d'El Maia où elles s'organisent en chapelets, reliées parfois par des tronçons d'oueds, présentant quelque fois des méandres bien marquées et encaissés. Ces dayas se sont mises en place, lors de la dégénérescence du réseau hydrographique. C'est, à l'amont, l'interruption des écoulements dans les thalwegs qui détermine cette évolution (Taibi, 1997).

La diminution des apports d'amont s'est traduite par des écoulements très discontinus sous forme de crues irrégulières qui ont entraîné des dépôts alluviaux localisés le long des talwegs. Ces accumulation alluviales ont alors joué le rôle de ''bouchons'' retentant les eaux d'écoulement et favorisant leur infiltration dans la croûte calcaire et les formations perméables du Tertiaire continental. S'amorce ainsi une évolution de type Karstique dans la croûte calcaire, avec en mise en place de cuvettes alluviales légèrement déprimées tronçonnant les talwegs et empêchant ainsi les écoulements vers l'aval (Taibi, 1997).

A l'écoulement concentré de surface s'est donc substitué un sous-écoulement fonctionnant probablement selon les mêmes directions que les écoulements superficiels abandonnés. Associé à un ruissellement diffus dans les talwegs et ses bords, il a déterminé le tronçonnement du réseau hydrographique et la formation de dépression : les dayas.

Chacune évolue ensuite par élargissement essentiellement sous l'action du ruissellement et approfondissement par déflation éolienne, ainsi qu'en liaison avec des processus de dissolution.

4.2. Chronologie relative selon la taille, la forme et la végétation

Il est possible de tenter de faire ressortir une chronologie relative sur les seules dayas à bords doux en utilisant comme critères la végétation, qui souligne l'évolution morphologique, de ces dayas, combinée à leur taille et leur forme. En effet, il y a, une évolution végétale corrélative de l'évolution géomorphologique des dayas, c'est-à-dire de son élargissement et de sa ''déformation'' par coalescence. Chaque stade d'évolution morphologique de la daya est caractérisé par un type de végétation particulier (De Ceccatty, 1933 ; Barry et coll., 1973 in Taïbi, 1997).

En premier stade, le fond est couvert de remeth (*Haloxylon scoparium*), proche de la végétation steppique des hamadas, puis dans un deuxième stade, avec l'approfondissement de la daya se met en place le jujubier, éliminant progressivement l'association précédent (Taibi, 1997) (Voir figure 3).

Enfin, le Betoum se développe à l'abri des buissons de jujubiers, correspondant au dernier stade d'évolution de la daya à bords doux. La végétation herbacée est rejetée à l'extrême périphérie de la daya (Taibi, 1997) (Voir figure 4).

Ce processus doit être lié à l'augmentation de la fraction argileuse dans les formations colmatant le fond des dayas. On passe d'un colmatage plutôt limono-sableux dans les dayas jeunes à du matériel plus limono-argileux dans les dayas plus ''mûres'' (Taibi, 1997).

La zone centrale fortement crevassée est sèche, ne permettant pas l'installation de la végétation en dehors des pistachiers qui disposent de racines profondes, seuls les bords où s'exerce un ruissellement relativement lent permet sa présence (Taibi, 1997).

Source : Taibi, 1999.

Figure 3. Développement du jujubier dans une daya naissante.

Source : Taibi, 1999.

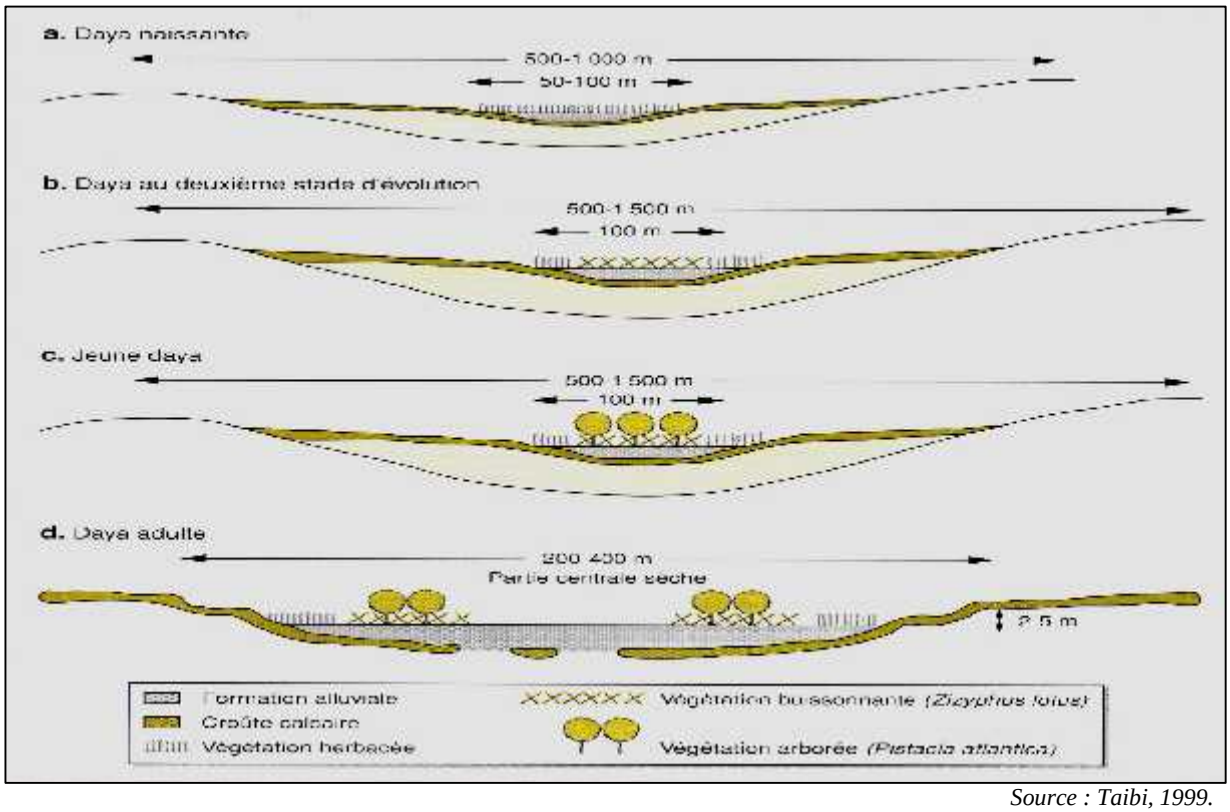
Figure 4. Développement de pistachier et élimination de la végétation herbacée du centre de la daya.

Dans les premières phases d'évolution morphologique, le centre inondé plus longtemps que les bords et colmaté d'une formation colluviale sablo-limoneuse, favorise une végétation herbacée et arbustive. Autour, une auréole asséchée rapidement (de plus en plus vers l'extérieur), soumise à une déflation un peu plus prolongée, est colonisée par une végétation moins dense qu'au centre, mais plus que la steppe environnante (Taibi, 1997).

Les dayas à évolution morphologique plus longue présentent une organisation concentrique un peu différente : on observe nettement ce phénomène sur quelques grandes dayas de la région de Ras Ech Ch'aab, notamment sur la dayet Oum El Hachim.

La zone centrale est à nu, on ne rencontre de la végétation plus ou moins dense que vers les bords de la daya. A l'extrême périphérie apparaît une végétation de transition vers la steppe. L'exemple type de ce phénomène est représenté dans la daya de Tilremt qui se localise à une cinquantaine de kilomètres au sud de Laghouat. Il est difficile de définir les causes de ce processus d'éradication de la végétation du centre des dayas (Taibi, 1997).

A terme, la zone centrale nue s'étend jusqu'à faire disparaître complètement la végétation. La daya est alors morte, l'infiltration de l'eau à lieu dès les bords. C'est le cas de la daya Oum El Mai (Brézina), dont la zone centrale nue totalement entourée d'une auréole à végétation basse très clairsemée selon l'indice de végétation. El Guessa est, elle, colonisée par une steppe assez lâche d'alfa et de sparte (Taibi, 1997) (Voir figure 5).



Source : Taibi, 1999.

Figure 5. Morphologie et végétation des dayas du stade naissante au stade adulte.

5. LES SOLS DES DAYAS

Les sols des dayas qui sont formées par un processus d'érosion chimique provoquant la Dissolution des roches calcaires et laissant place à la formation de cratères qui s'élargissent et s'approfondissent avec le temps. Ces sols riches offrent des potentialités agricoles appréciables (H.C.D.S, 2010).

Les sols peu évolués regroupant les sols d'origines colluviale des glacis, alluviale des lits d'oueds et des dayas et éolienne des formations sableuses fixées (Nedjraoui, 2003).

D'après Pouget (1980), 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 (< 10-20 %); 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) (Pouget, 1980) :

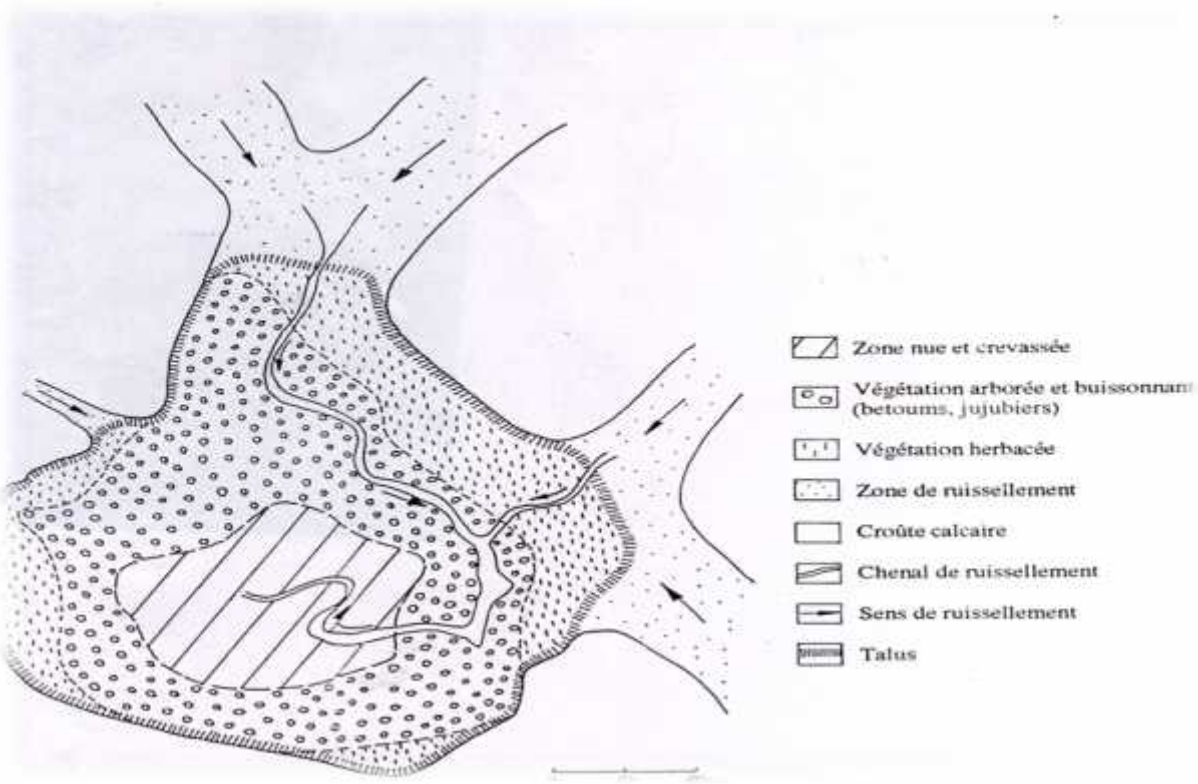
- Les vertisols présentent une texture très fine et d'importantes fentes de retrait en saison sèche. Ils caractérisent souvent les dépressions dans les grès et les argiles versicolores ainsi que les grandes dayas de type très déprimé.
- Les sols peu évolués de texture fine conservent une structure vertique.
- Les sols évolués de texture généralement moyenne à fine.

Les deux dernières familles des sols caractérisent les dayas les moins profondes, type peu déprimé à très peu déprimé, sur les surfaces encroûtées.

6. LA FLORE DES DAYAS

Le groupement caractéristique de ces fonds est l'association à *Pistacia atlantica* et *Zizyphus lotus*. Des dépressions plus petites portent une association arbustive dominée par une Crucifère épineuse *Zilla macroptera*, ainsi que les Composées *Launaea arborescens* et *Bubonium graveolens*, des Papilionacées comme *Lotus jolyi* et enfin des Euphorbes et des Asphodèles (Guinet, 1954) (Voir figure 6).

Les dayas sont souvent cultivées (céréales) (Pouget, 1980).



Source : TAÏBI, 1999.

Figure 6. Répartition de la végétation dans une dayas « adulte ».

7. INTERET AGRICOLE DES DAYAS

Les dayas à maintenir pour la production céréalière sont celles qui présentent les caractéristiques suivantes : un impluvium important, une pente faible permettant la submersion, un sol assez profond (D.S.A, 2014).

Selon D.S.A (2014), il est primordial de procéder à des actions plus appropriées en tenant compte des conditions climatiques, édaphiques, sociales et économiques La sélection sera basée sur les critères suivants :

- La daya doit avoir une surface importante Le sol doit être profond, riche et présentant une capacité de rétention en eau assez élevée.t un impluvium maximal qui puisse drainer un volume de l'ordre de 6.000 à 8.000 m^3 d'eau par hectare labouré.
- Les dayas à retenir doivent se situer dans les zones où la population est sédentarisée ou en voie de l'être. Dans le cas contraire les dayas doivent être affectées et aménagées en parcours. Seront aménagées de façon à assurer l'étalement de l'eau de ruissellement sur toute la surface et la mise en place de brise-vent adaptés. Les aménagements dépendront de la morphologie de la daya, (cuvette, bordure d'oued, lit d'oued…etc.).
- Les productions est comptées seront de l'ordre de 06 quintaux de grains (blé, orge) tous les 3 à 5 ans ou un rendement annuel de 16 quintaux de fourrages vert.

CHAPITRE II : GENERALITE SUR LA PEDOFAUNE

1. DEFINITION DE LA PEDOFAUNE

Le sol est un écosystème particulier dans lequel interagissent des micro-organismes, des vers de terre, acariens, collemboles, isopodes, diplopodes, nématodes, larves d'insectes, etc… (Soltner ,2003).

Le sol est un élément essentiel de notre environnement, c'est un milieu plein de vie, en effet, il abrite plus de 25 % des espèces actuellement décrites. Une cuillère à café de sol de jardin peut contenir plus d'un million d'organismes répartis en plusieurs milliers d'espèces différentes. Cette ressource vivante assure de nombreux services indispensables au fonctionnement des écosystèmes terrestres et au développement des sociétés humaines (ADEME, 2010).

Gobat *et al*, (1998) définissent la faune du sol comme l'ensemble des animaux qui passent une partie importante de leur cycle biologique dans le sol (faune endogée) ou sur sa surface immédiate (faune épigée), ceci incluant la litière.

La population du sol est nombreuse, bien que très variable d'un sol à l'autre et d'une saison à l'autre. Elle est variable d'une grande diversité d'espèces, de tailles, de mode de nutrition, de source d'énergie.

L'identification, le comptage et la caractérisation de la diversité des organismes vivant dans le sol permettent de définir des indicateurs pertinents qui renseignent sur la qualité des sols et plus largement de leur environnement. Ces indicateurs, encore en cours de développement, pourraient être mesurés par des laboratoires d'analyse et à terme par les utilisateurs du sol eux-mêmes afin de mieux connaître l'état de leurs sols (ADEME, 2010).

2. LA CLASSIFICATION DE LA FAUNE DU SOL

Les biologistes, Ils divisent les êtres vivants selon le Règne, l'Embranchement, la Classe, l'Ordre, la Famille, le Genre et l'Espèce. Ce classement est basé sur les caractères génétiques et phénotypiques (Annexe 2).

Une classification plus fonctionnelle peut être utilisée en liant les organismes à leur milieu et notamment aux ressources qu'il propose (alimentation et habitat), la taille, le régime alimentaire, la position dans le sol, les adaptations morphologiques, les modes de

progression, la durée de présence dans le sol constituent d'autres paramètres pour classer la pédofaune (Freyssinel, 2008).

2.1. Classifications en fonction de la taille

Les organismes du sol sont généralement subdivisés en plusieurs groupes (Voir tableau 1).

Tableau 01 : La classification des animaux du sol selon la taille.

Catégories	La longueur (mm)	Exemples
Microfaune	<0,2	Les protozoaires
méso faune	0,2 à 4	Les microarthropodes Némathelminthes (nématodes) Collemboles
Macrofaune	4 à 80	Les myriapodes
Mégafaune	> 80	Les vertébrés

(Gobat et al., 1998).

Notons que même si elle permet d'avoir une vue générale sur la faune du sol, cette classification à des limites, en effets d'une part plusieurs taxons peuvent appartenir à deux catégories de tailles, d'autre parts certaines espèces passent d'une catégorie de taille à l'autre pendant leur développement (Hedde, 2006 in Ben Djarba; Elaihar ,2012).

2.2. Classification selon le lieu de vie

D'après (Green et *al*, 1993 in Ben Djarba et Elaihar, 2012), la classification des animaux du sol, selon leur lieu de vie est comme suit :

- Edaphon : les animaux vivants à la surface du sol mais ne pouvant y pénétrer ;
- Hémiédaphon : les animaux vivant dans la litière et les zones de la fermentation ;
- Euédaphon : les animaux vivant dans la partie minérale et profonde du sol.

2.3. Classification selon le mode de progression

Selon Gobat et *al*, (2003), la classification des animaux du sol, d'après leur mode de progression est comme suit :

- Les fouisseurs : Creusent essentiellement avec leur pattes (ex. Taupe, marmotte, scarabé, grillon) ;
- Les mineurs : Creusent leur chemin souterrain à l'aide de leur mandibules ou de leur dents (ex. Fourmis, termites, larves de hanneton) ;
- Les tunneliers : Forent des galeries, de deux manières .Soit ils forcent le passage (ex. les diplopodes), soit ils mangent la terre et l'évacuent sous la forme d'excréments (ex. turicules de vers de terre).

2.4. Classification selon l'humidité

Pour la pédofaune, l'eau est un facteur primordial, l'excès comme l'insuffisance lui est néfaste, la pédofaune classé en fonction de leurs affinités envers l'eau (Freyssinel ,2008) :

- la faune hydrobionte (avide d'eau) ;
- la faune hygrobionte (avide d'humidité) ;
- la faune xérophile qui supporte la sécheresse.

3. COMPOSITION DE LA FAUNE DU SOL

3.1. Les protozoaires

Nains de la pédofaune, ils appartiennent au règne des protistes, sous-règne des protozoaires .Embranchements, dont 3 sont importants dans le sol : les Zoomastigophores ou Zooflagellés, les Rhizopodes (amibes et thécamibes) et les Ciliés.

Les protozoaires font partie de la microfaune, de 3 à 250 µm, Leur nombre d'espèces est d'environ 50 000 connues.

- Distribution géographique : Cosmopolite.
- Habitat : Eau interstitielle du sol et eau pelliculaire à la surface des agrégats.
- Régime alimentaire : bactériophage, saprophage, prédateurs d'autres protozoaires.
- Importance dans le sol : très grande dans les équilibres biologiques au niveau des microorganismes.
- Ce sont les principaux prédateurs des bactéries, parmi eux, les amibes nues les bactériovores les plus actives (Gobat, 2003).

3.2. Les nématodes

Des petits vers extrêmement abondants, l'embranchement des Nématodes comprend 2 classes, 20 ordres et près de 200 familles. Ces vers non segmentés, fusiformes ou vermiformes, leur longueur est habituellement comprise entre 0,5 à 3 mm Ce sont les animaux les plus abondants dans le sol après les protozoaires densité 100 à 1000 individus/g de terre, soit de 1 à 30 millions individus/m^2, leur régime alimentaire est microphage.

Leur importance dans le sol est très grande. Ce sont des intermédiaires fonctionnelles entre les bactéries, les champignons, les protistes et la mésofaune. (Gobat. 2003).

3.3. Les lombricidés ou vers de terre

Rois du sol, embranchement des Annélides, classe des Oligochètes, Ordre des Haplostascides, sous-ordre des Lumbricina qui comprend 20 familles, dont les lombricidés. (Edwards et *al*, 1996 in Ben Djarba et Elaihar, 2012).

Ce sont des vers divisés en de nombreux segments ou métamères, leur taille peut atteindre 35 cm en Europe centrale. Nombre d'espèces dans le monde, 3700 décrites 6000 estimées (Lavelle et *al*, 2001 in Ben Djarba et Elaihar, 2012).

On distingue trois catégories écologiques de vers de terres :

- Les épigés : Vivent en surface ; ils sont liés à la litière ; leur anatomies les prédispose à un déplacement rapide.
- Les anéciques : Sont les vers, de grande taille, qui construisent un réseau de galeries dans l'ensemble du solum même s'ils se nourrissent surtouts en surface.
- Les endogés : vivent en profondeur, ils sont géophages et rhizophages.

Le travail des vers de terre a des effets importants sur le sol :

- Une augmentation de la porosité de 20 à 30% qui améliore de drainage naturel et l'aération du sol.
- Une action de brassage qui provoque une remonté de terre minéralisée et l'enfouissement des matières organiques.
- Leurs galeries constituent des chemins préférentiels pour les racines.
- Les vers de terres constituent une importante source de nourriture pour de nombreux carnivores et insectivores.

3.4. Les Gastéropodes

Animaux du sol souvent oubliés, embranchement des Mollusques, classe des Gastéropodes le mollusque terrestre appartient à la sous-classe des Pulmonés (à respiration aérienne) et à l'ordre des Stylommatophors dont les escargots et les limaces.

Les escargots et les limaces, pour la plupart dépendants d'une humidité élevée, sont plus abondants sur les sols calcaires dans les litières humides.

Les escargots préfèrent les milieux calcaires la calcite étant un constituant de base de leur coquille.

Les gastéropodes terrestres sont souvent associés à des sols remaniés ou peu évolués. Ils y produisent de grandes quantités d'excréments imprégnés d'enzymes. En outre, le mucus qu'ils produisent contribue, comme celui des vers de terre, à la fondation des micro-agrégats (Gobat, 2003).

3.5. Les Isopodes terrestres ou Cloportes

Des litiéricoles discrets mais efficaces, embranchement des Arthropodes, classe des Crustacés. Ordre des Isopodes, sous-ordre des Oriscoïdes. Ils sont phytosaprophages (feuilles, bois mort), mycophages, rhizophages.

Ce sont des fragmenteurs appartenant au premier compartiment de la chaine de détritus. En absence des vers de terre, ils peuvent avec les diplopodes, découper de 30 à 50% de la litière annuelle (Bachlier ,1978).

3.6. Les Myriapodes ou mille pattes

Embranchement des Arthropdodes. La classe des Myriapodes, comprend quatre classes les Pauropodes, les Symphyles, les Diplopodes et les Chilopodes (Bachlier ,1978)

3.6.1. Les Diplopodes

Deux paires de patte par segment, ils possèdent un nombre élevé de segments, (11 à 100), portant chacun deux paires de patte, leur taille varie entre 2 à 300 mm Ce sont des mangeurs de litière parfois phytophages. Abondance: on peut en trouver plusieurs centaines par mètre carré lorsque les vers de terre sont rares. Ils consomment jusqu'à 25% de la litière annuelle, ce qui favorise l'activité de la microflore.

3.6.2. Les Chilopodes

Une paire de patte par segment, chaque segment porte latéralement une paire de patte articulées .On rencontre quatre types de Chilopodes : Les géophiles (25 à 177 paires de pattes).

Ils sont liés aux milieux plutôt humides. Ils appartiennent au premier compartiment de la chaine de détritus. Surtouts carnivores, ils se nourrissent d'autres invertébrés qu'ils tuent en leur injectant du venin.

Comme tous les prédateurs, ils contribuent à l'équilibre démographique des populations proies (Bachelier, 1978).

3.7. Les arachnides, des scorpions aux acariens

Embranchement des Arthropodes sous-embranchement des Chélicérates. La classe des Arachnides compte 11 sous-classes ou ordres qui appartiennent, en totalité ou en partie, à la faune du sol : scorpions, pseudoscorpions, aranéides, opilions, acariens (Bachelier, 1978).

3.7.1. Les acariens:

Reste un groupe encore insuffisamment connu, Les acariens ont une morphologie et des mœurs très diversifiée on trouve parmi eux les phytosaprophages des prédateurs des suceurs des sèves des hématophages souvent vecteur de maladies trois ordres soit bien représentes dans le deuxième compartiment des chaînes de détritus, les ganasides souvent a comportement de phorésie les actinédies et les oribates (Gobat, 2003).

a) Les acariens oribates :

Ce sont des microarthropodes longs de 0,1 à 2 mm, ils font partie de la méso faune nombre des espèces plus 6000 sont actuellement décrites, ils sont généralement phytosaprophages et microphages leur tube digestif contient une microflore variée que dégrades la cellulose.

Acteurs important du second compartiment de la chaine de détritus, ils contribuent à la microfragmentaion et au brassage des matières organiques par leur régime microphage interviennent dans la dynamique de population fongique (Gobat, 2003).

3.8. Les insectes

Plus 90% des espèces animales, les insectes sont des Arthropodes pourvus d'une paire d'antennes, d'une paire de mandibules et de trois paires de pattes.

Sur 42 ordres interviennent plus spécialement dans la fonction du sol : Collemboles, Isoptères (termites), Coléoptères, Diptères et Hyménoptères (Bachelier, 1978) (Annexe 3).

3.9. Les collemboles

Omniprésentes dans les sols, position systématique ce sont des insectes primitif appartiennent à la sous classe des aptérygotes. Les collemboles présentent une adaptation

morphologique a la vie en profondeur longueur de 0,25 à 5 mm environ 3000 sont actuellement décrites.

Ils sont surtout fongivore importance dans le sol. Contribuent au mi fragmentation et au brassage des matériaux organique en car de prolifération, ils peuvent devenir nuisible (Bachelier, 1978).

3.10. Les termites

Ordre des Isoptères la famille des Termitidés rassemble les termites, dits supérieurs, les plus évoluées (près de 60% des espèces connues) .Taille de 2 à 20 mm sans les ailes.

Les termites sont, avec les fourmis sont les éléments les plus importants de la pédofaune, ils jouent un rôle dans la modification chimique et physique des sols (Bachelier, 1978).

3.11. Les coléoptères

Les coléoptères comprennent probablement plus d'un million d'espèces dans le monde .les principales familles Cantharidés, Carabidés, Sacrabidés (ex. Hanneton).

Ils jouent un rôle tentant que décomposeurs, les nombreuses espèces prédatrices et les mycophages contribuent à l'équilibre biologique des sols. Les rhizophages peuvent devenir d'importants ravageurs de culture (ex. Larve de hanneton) (Gobat, 2003).

3.12. Les diptères

Environs 100 000 espèces dans le monde, ils occupent tous les écosystèmes terrestre, surtout les sols humides.

Les larves de diptères fragmente efficacement la litière, leur activité prend toute son importance dans la destruction des cadavres des animaux (Gobat, 2003).

3.13. Les fourmis

Ingénieure du sol, ordre des Hyménoptéres, sous ordre des Aculéates. les hyménoptères comprennent trois familles d'insectes sociaux, les formicidés (fourmis), les vespidés (guêpes) et les apidés (abeilles).

L'abondance des fourmis permet d'imaginer combien l'impact de ces prédateurs sur le reste de la faune du sol est grand, leur activité de bioturbation est considérable (Gobat, 2003).

4. LES TRIPLE ROLES DE LA FAUNE DANS LE SOL

Les organismes du sol produisent des services essentiels aux sociétés humaines en maintenant les qualités environnementales et productives des milieux et La fertilité du sol.

Les organismes du sol supportent indirectement la qualité et l'abondance de la production végétale en renouvelant la structure du sol, en permettant la décomposition des matières organiques et en facilitant l'assimilation des nutriments minéraux disponibles pour les plantes (IDEME, 2010). D'après Soltner (2003), la pédofaune exerce une action mécanique, chimique et biologique.

4.1. Une action mécanique

L'action physique de la faune intervient sur des propriétés telles que la porosité, ou la structure. Indirectement, c'est l'évolution des gaz et liquides dans le milieu qui est améliorée.

Elle permet également la création d'habitat et de réseaux de migration pour toute une partie de la pédofaune.

Les animaux du sol fragmentent la matière organique, effectues un brassage énergétique des fragments, ils augmentent la porosité suite a la formation d'agrégat et du creusement de galeries.

4.2. Une action chimique

La faune influence les caractéristiques chimiques des sols par des voies très variées. L'effet le plus net est la modification de la nourriture durant son passage à travers la chaîne alimentaire (Gobât et *al.* 2003).

Les excréments produits par la faune modifient également de manière directe la composition chimique du sol. La pédofaune, fait remontée en surface une partie des éléments lessivés. En plus, un enrichissement chimique des turriculées et autres déjections de la faune.

4.3. Une action biologique

La stimulation de la flore microbienne des sols. Tous les animaux du sol sont des micro-phytophages c'est-à-dire consomment des bactéries, algues et des champignons. Ils rajeunissent et stimulent la flore microbienne, et la diffusent dans toute les parties du sol. Ils favorisent l'humification.

5. LES FACTEURS QUI INFLUENCENT SUR LA PEDOFAUNE

5.1. Facteurs écologiques

Selon On appelle facteur écologique tout élément du milieu susceptible d'agir directement sur les êtres vivants (Gobât et *al.* 2003).

Ces facteurs n'agissent jamais seuls, ils sont en étroites interactions. On distingue :

- Les facteurs abiotiques : qui comprennent l'ensemble des caractéristiques physico-chimiques du milieu (l'humidité, pH, la température,....).
- Les facteurs biotiques: interactions entre les organismes composant la communauté (la prédation, symbiose, compétition....).

5. 2. Facteurs anthropiques

Ils modifient les paramètres physiques du sol et ainsi l'ensemble du milieu dans lequel évoluait cette faune. L'utilisation d'intrants chimiques, si elle permet la destruction des ravageurs, agit également sur toute une partie de la pédofaune.

CHAPITRE I : MATERIEL D'ETUDE

1. PRESENTATION DE LA WILAYA DE LAGHOUAT

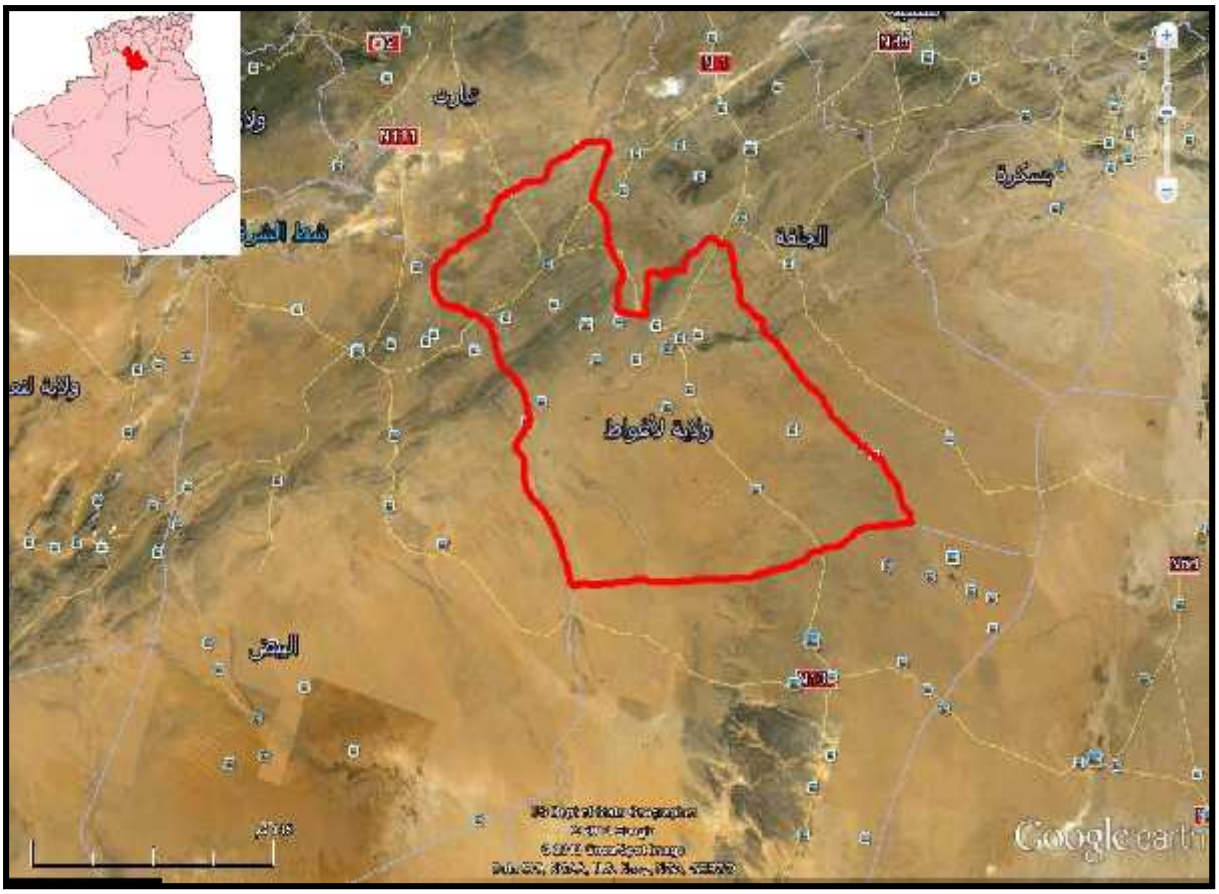
1.1. Situation administrative de la région de Laghouat

De part de sa position géographique et ces caractéristiques climatiques, la wilaya de Laghouat fait partie d'un groupe des neufs wilayets steppiques ainsi que des wilayets du sud.

Couvrant une superficie totale de 25.052 Km^2 (C. D.F, 2014). Laghouat est éloignée de la capitale Alger de 400 Km, Sur la latitude Nord de 33°48', et la longitude Est de 02°35', elle prend une altitude moyenne de 752 m. Sur le plan administratif la région de Laghouat est limite géographiquement par :

- la wilaya de Djelfa au Nord et l'Est.
- les wilayas de Tiaret et El Bayadh a l'Ouest par.
- la wilaya de Ghardaïa au Sud (Voir figure 7).

Conformément à la dernière organisation territoriale du pays, la wilaya de Laghouat regroupe actuellement 10 daïras et 24 communes (Annexes 4).



Source : Google earth, 2013.

Figure. 7. Localisation géographique de la wilaya de Laghouat.

1.2. Cadre géomorphologique

La géomorphologie peut être considérée comme une expression synthétique de l'interaction entre les facteurs climatiques et géologique (Aidoud-Lounis, 1989).

Notre région d'étude est caractérisée par :

1.2.1. Reliefs

Ce sont des formes structurales liées à la tectonique et sculptées par l'action combinée de l'eau, du gel et du vent (Aidoud-Lounis, 1989).

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

- La zone de l'atlas saharien situe au nord-ouest de wilaya (Aflou-Brida):

Caractérisée par des altitudes allant de 1.000 à 1.700 m avec des pentes allant de 12,5 à 25%. Elle renferme les vieux massifs forestiers ainsi que des pacages et parcours alfatières.

- La zone des Hauts Plateaux Sahariens situes au Sud-est (Laghouat –Hassi R'mel) :

Caractérisés par des altitudes allant de 700 à 1.000 m et des pentes de 0 à 3%. Elle est constituée de vastes étendues steppiques d'une superficie de 1.900.000 ha dont une grande partie dégradée (C.D.F, 2014).

1.2.2. Hamadas

Situés au sud de Laghouat, ce sont des plateaux rocheux à topographie très monotone, souvent plate à perte de vue (Monod, 1992).

1.2.3. Regs

Ce sont des plaines de graviers et de fragments rocheux. Au Sahara, ils occupent des surfaces démesurées (Monod, 1992).

1.2.4. Accumulations sableuses

Le sable est un élément essentiel dans le paysage saharien. Cependant, les dunes son loin de recouvrir la totalité du Sahara, mais se localisant généralement dans de vastes régions ensablées appelées ergs (Le lubre, 1952).

D'après Gardi (1973), les dunes peuvent avoir des formes différentes en fonction de la direction dominante du vent.

1.2.5. Dépressions (daya)

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

1.2.6. 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 (Chehma, 2005).

1.2.7. Steppes

D'après Halitim (1988) et Nedjraoui (2002), les steppes sont de vastes étendues couvertes d'une végétation basses très ouverte, sont dominées par trois grands types de formations végétales : Les steppes à armoise blanche, les steppes à sparte et les steppes à Remth localisées dans la partie sud de l'Atlas saharien.

1.3. Cadre pédologique et hydrologique

1.3.1. Les sols

Le sol est la formation naturelle de surface à structure meuble et d'épaisseur variable, résultant de la transformation de la roche mère sous-jacente sous l'influence de divers processus physiques, chimiques et biologiques (Prévost, 1999).

Le sol est une entité naturelle considérée comme un échantillon de la couche supérieure de la croûte terrestre composée de particules minérales, de matières organiques, d'eau, d'air et d'organismes (Baiz et Girard, 1995 et 1998).

D'après Pouget (1980), La plus part des sols steppiques sont caractérisés par la présence d'accumulation calcaire réduisant la profondeur de sol utile ; ils sont généralement pauvres en matière organique et sensibles à la dégradation.

Selon Khadraoui (2004), la région de Laghouat se distingue principalement par trois grands ensembles, 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 la richesse de ces sols en sels solubles et en calcaire.

Halitim (1998), a noté que les sols de la zone aride d'Algérie sont diversifiés et se répartissent en 8 classes de sol : les sols minéraux bruts, les sols peu évolués, les sols calcimagnesiques, les sols à sesquioxydes de Fer, les sols isohumiques, les sols sodiques, les vertisols et les sols hydromorphes.

Les sols de la wilaya de Laghouat sont en majeures parties formés sur croûte calcaire, peu évolués, à texture légère à teneur faible en matière organique présentant ainsi des contraintes pour l'agriculture (C.D.F., 2014).

Les Ressources en sols de la wilaya de Laghouat sont représentées dans le tableau 2.

Tableau 2. Occupation en sols de la wilaya de Laghouat.

Superficie Totale de la wilaya	**2 505 200 ha**
Superficie Agricole Totale	2 008 706 ha
SAU	73.013 ha
SAU irriguée	30.797 ha
Parcours	1.529.559 ha
Parcours à exploiter	93 855 ha
Parcours à protéger	2 559 816,54 ha
Parcours à reconstituer	399.783 ha
Superficie Forestière	91 009 ha
Forêt Claire	45 431 ha
Maquis	25 400 ha
Reboisement	20 178 ha
Alfa	778 690,83 ha
Alfa à exploiter	180 053,34 ha
Alfa à protéger	463 112,55 ha
Alfa à reconstituer	135 524,95 ha

Source : D.S.A ,2014.

1.3.2. L'hydrographie

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).

a. Les eaux souterraines

On distingue trois systèmes aquifères, à savoir : la nappe phréatique du quaternaire, le complexe terminal, et le continental intercalaire (D.S.A., 2010).

Les réserves en eau se trouvent dans les couches du sol suivantes: les grés Calcaires du crétacé inférieur ; les grés Albiens et les Calcaires Turoniens ; dans les calcaires du crétacé supérieur ; Dans les dépôts d'atterrissement ; Forage : 330 avec un débit de 4 774 l/s ; et les Puits : 3261 avec un débit de 14740 l/s.

b. Les eaux superficielles

Dans notre région les ressources en eaux superficielles sont localisées dans l'Atlas Saharien leur faible importance est liée à l'irrégularité du régime pluviométrique et à la forte

évaporation. Les principaux Oueds sont : Oued M'zi, Oued Touil et Oued Medsous (D.P.A.T, 2010).

1.4. Cadre climatique

Le climat se défini comme l'état moyenne de l'atmosphère en un lieu donné. Diverses manifestations (précipitations, température, humidité, vent …etc.) analysées sur langues périodes permettent, grâce au traitement statistique, d'établir les caractères du climat (Veyret, 2004).

Le climat joue un rôle fondamental dans la distribution de la vie des êtres vivants, il dépend de nombreux facteurs: la température, les précipitations, l'humidité, la lumière. Les végétaux comme les animaux ont des exigences climatiques qui définissent leurs aires géographiques de répartition (Prévost ,1999).

Pour caractériser le climat de la région étudiée, nous avons utilisé une période climatique de 16 années allant de (1996-2012) (Voir tableau 3).

Tableau 3. Données météorologiques de la région de Laghouat.

Paramètres Mois	**1996-2012**			**2001-2012**		
	Précipitation (mm)	**Température (°C)**	**Vents (m/s)**	**Insolation (heures)**	**Humidité %**	**Gelée (jour)**
Janvier	14.35	**07.99**	02.84	197	65.66	8.25
Février	06.69	09.71	03.37	205	57.75	4.25
Mars	12.68	13.65	03.51	195	45.58	4.25
Avril	20.81	16.99	04.31	221	45.25	00
Mai	9.62	22.49	03.82	241	39.75	00
Juin	9.85	27.58	03.48	272	35.66	00
Juillet	**05.09**	**31.88**	**04.92**	**284**	**28.25**	00
Aout	13.42	30.08	03.10	242	31.83	00
Septembre	**27.38**	25.22	02.98	175	46.58	00
Octobre	19.72	19.54	**02.49**	226	55.66	00
Novembre	08.97	12.83	02.71	196	64.16	0.08
Décembre	13.91	09.00	02.86	215	**68.33**	5
Moyenne	**162.49***	**18.92**	**03.37**	**222,41***	**48.70**	**-**

* : cumuls annuels. *Source : ONM, 2014.*

1.4.1. La température

D'après Ramade (2003), la température représente un facteur limitant de toute première importance car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition de la totalité des espèces et des communités d'être vivants dans la biosphère.

Selon Prevost (1999), la température influence considérablement la végétation ; elle est l'élément climatique le plus important dans l'aire de répartition des végétaux sur le globe (plantes des pays froids, plantes des pays tempérés, plantes tropicales).

Le tableau 3, résument les valeurs moyennes mensuelles des températures de la région de Laghouat, qui expriment que le mois le plus chaud est le mois de Juillet (31,88 °C), et le mois le plus froid est le mois de Janvier (7,99 °C) dont la température moyenne annuelles est de 18,92°C (Voir figure 8).

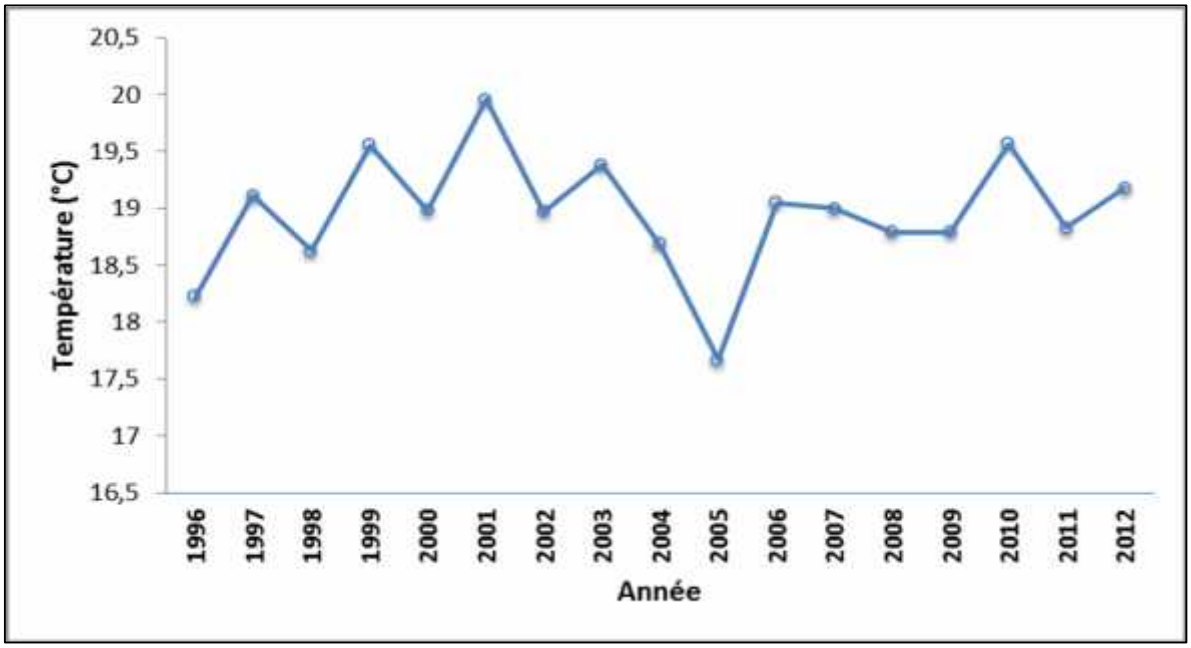


Figure 8. Evaluation des températures annuelles de la région de Laghouat (1996-2012).

1.4.2. Pluviométrie

Les précipitations englobent la pluie, la neige, la rosée, le brouillard, et la grêle, 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 10 m^3/ha. Elles se mesurent à l'aide du pluviomètre (Prevost ,1999).

Elle constitue un facteur écologique d'importance fondamentale (Ramade, 2003).

D'après le tableau 3, nous constatant que La pluviométrie entre la période de 1996 jusqu'à 2012 donne une moyenne annuelle de 162,49 mm de pluie et que le mois le plus pluvieux est

Septembre avec une valeur de 27,38 mm et le mois le plus sec est Juillet avec 5,09 mm (Voir figure 9).

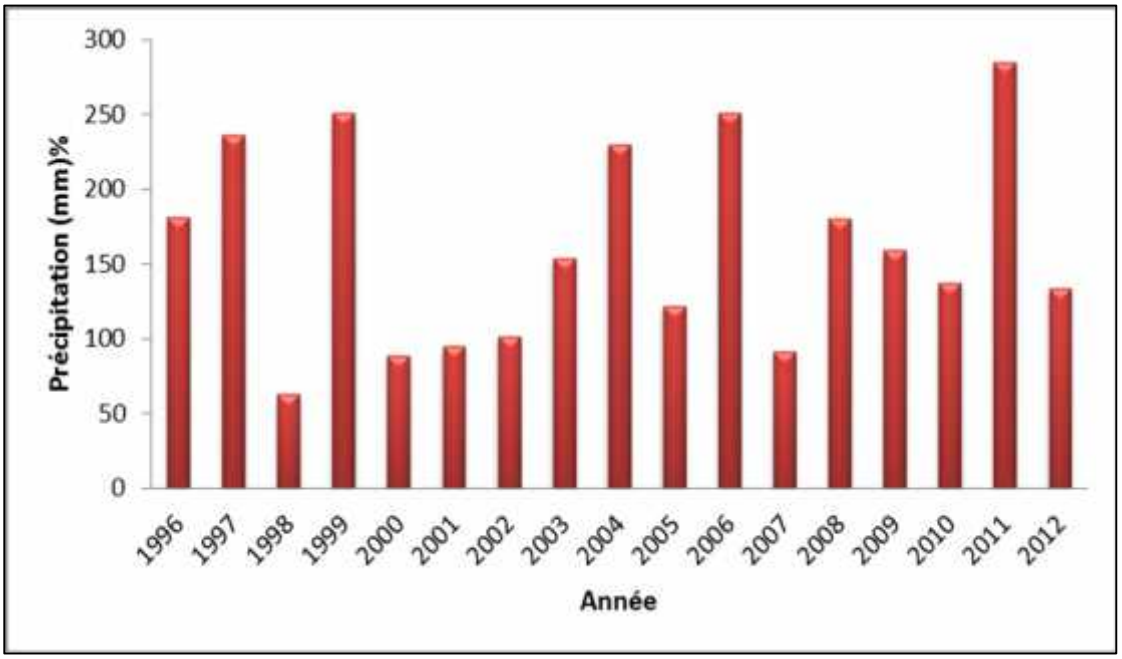


Figure 9. Evaluation de la pluviométrie dans la région de Laghouat (1996-2012).

1.4.3. L'humidité relative de l'air

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

D'après (Faurie *et al* 2003) ; 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 pluies fine), de la température, des vents et de la morphologie de la saison de la station considérée.

Les données du tableau 3, montrent que le mois le plus humide est décembre (68,33%). La valeur la plus faible est de 28,25%, elle est enregistrée durant le mois de Juillet.

1.4.4. Le vent

Selon Ramade (2003), il constitue en certains biotopes un facteur écologique limitant, il limite le développement de la végétation.

Le vent se caractérise par sa direction et par sa vitesse (Prévost, 1999), il exerce une grande influence sur les êtres vivants (Faurie et al, 2003).

D'après le tableau 3, L'analyse de vitesses des vents fait ressortir que les mois entre février et juillet sont caractérisés par un vent fréquent et intense avec un maximum en moi de juillet (4,92 m/s), qui enregistre les vents les plus violents avec un minimum se produisant en octobre (2,49 m/s) (Voir figure 10).

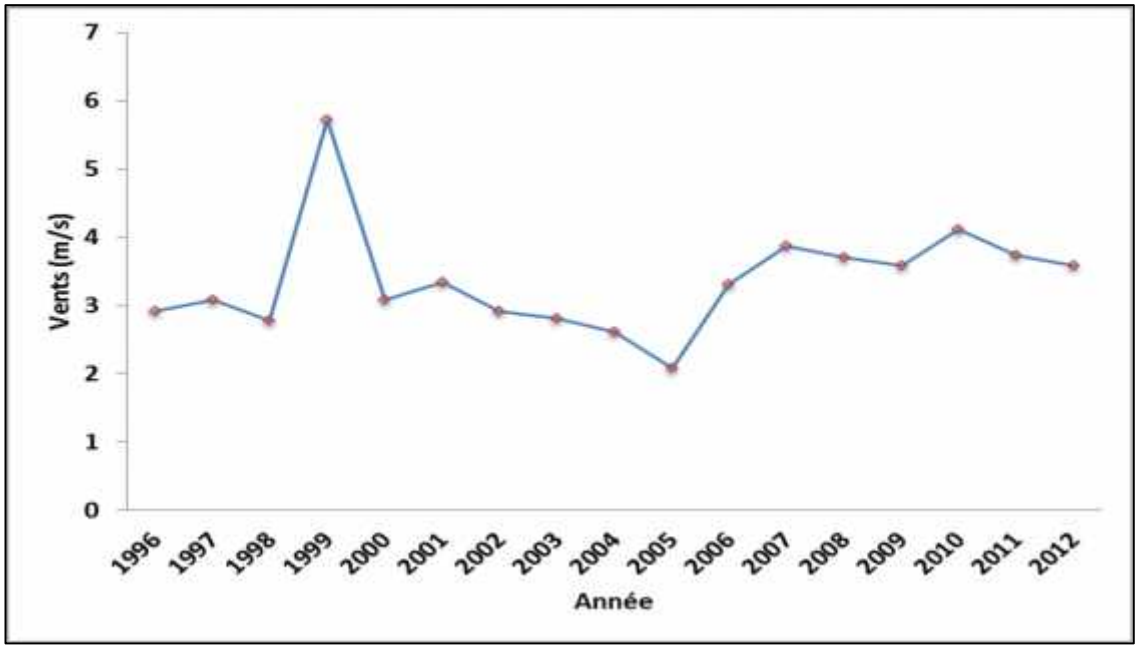


Figure 10. Evaluation de vent dans la région de Laghouat (1996-2012).

1.4.5. Insolation

La lumière fournit l'énergie lumineuse indispensable à la réalisation de la photosynthèse (Prevost, 1999).

Les radiations solaires sont importantes au Sahara car l'atmosphère présente une grande pureté durant toute l'année (Toutain, 1979).

Dans la région de Laghouat la durée d'insolation moyenne est de 222,41 heures. Avec un maximum durant le mois de juillet avec 284 heures et un minimum en Septembre avec 175 h d'insolation (Voir tableau 3).

1.4.6. Les gelées

D'après Seltzer (1946), la gelée tombe presque exclusivement durant le mois de décembre à mars, et très peu pendant les mois de novembre et avril qui peuvent être considérés comme mois de transition entre les deux semestres chaud et froid. L'action de la gelée peut entrainer le flétrissement des plantes. Elle joue un rôle négatif sur la structure du sol (entrave l'aération du sol).

D'après le tableau 3, la gelée n'apparait que pendant la saison hivernale et le début de Printemps avec un nombre de jour le plus élevé durant le mois de janvier.

1.4.7. Classification du climat

La région de Laghouat se caractérise par un climat de type présaharien. Il se caractérise par des hivers parfois très froids et des étés très chauds et secs accompagné de siroco et de tempêtes de sable. Les écarts de températures sont considérables, les précipitations sont

Faibles. L'hiver est marqué par des gelés, et parfois par des températures basses avoisinantes les 0 ^{0}C (C.D.F, 2014).

On peut distinguer parmi les facteurs climatiques un ensemble de facteurs énergétiques, constitués par la lumière et les températures, de facteurs hydrologiques (précipitations et hygrométrie) et de facteurs mécaniques (vent), l'étude de chacun de ces facteurs représente une approche indispensable pour la compréhension des phénomènes écologiques (Ramade, 2003).

Selon Dajoz **(**2006), la pluviométrie et la température, sont les éléments les plus importants pour le développement des êtres vivants. Ils donc intéressants ces deux principaux facteurs climatiques pour construire le diagramme d'Emberger le diagramme ombrothermique de Gaussen.

a. Le climagramme pluviometrique d'Emberger

Le climagramme d'Emberger permet de connaitre l'étage bioclimatique de la région d'étude, il est représenté en abscisse par la moyenne des minima des températures du mois le plus froid et en ordonnées par le quotient pluviothermique Q2 (Emberger, 1955) ; mais actuellement en calcule le quotient pluviométrique d'Emberger (Q) selon la formule modifiée par Stewart (1969).

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

Q : Le quotient pluviothermique d'Emberger.

P : pluviométrie moyenne annuelle exprimée en mm.

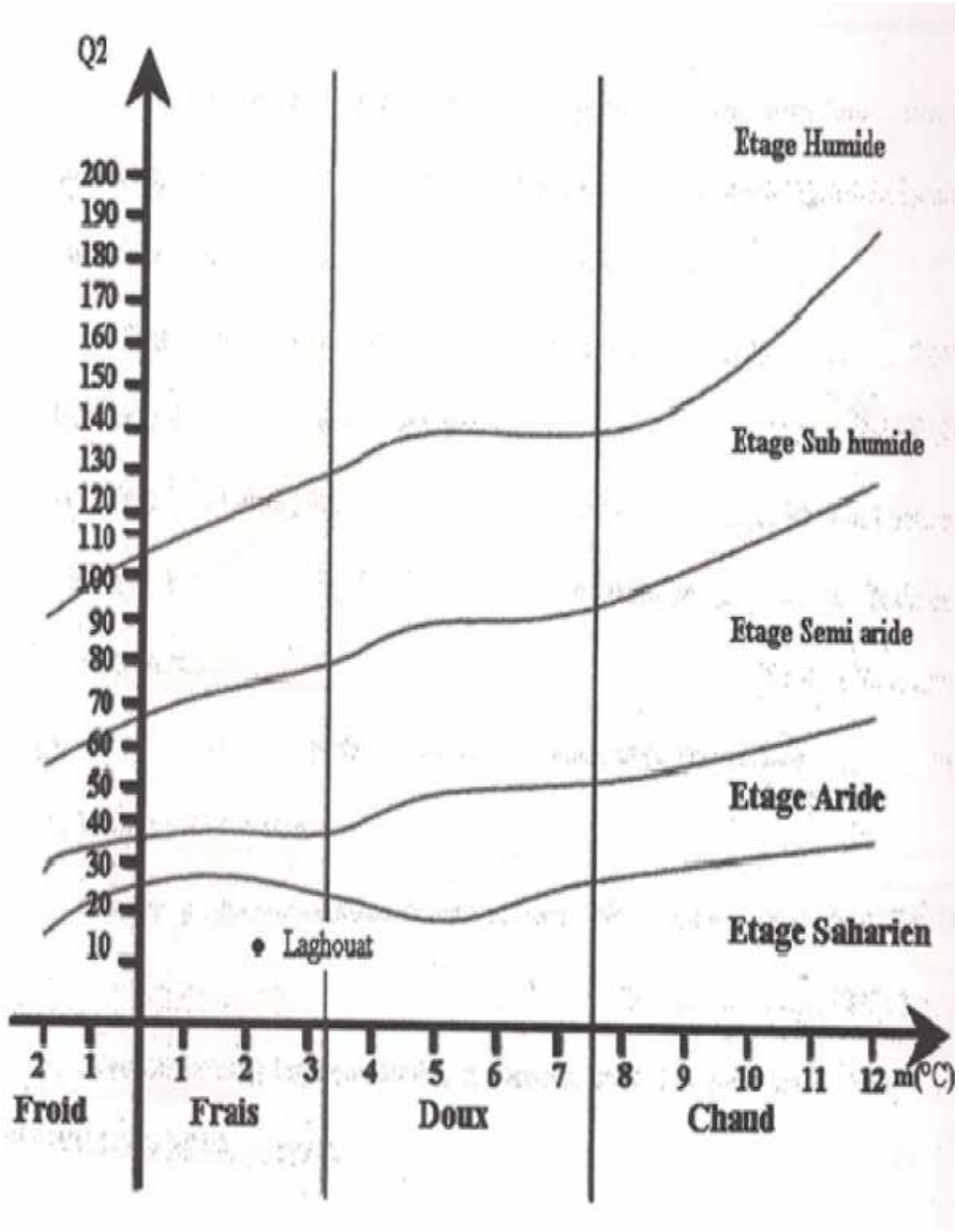
M : moyenne des températures maxima du mois le plus chaud exprimé en ^{0}C.

m : moyenne des températures minima du mois le plus froid exprimé en ^{0}C.

Le quotient pluviométrique Q2 est calculé pour une moyenne de 16 ans allant de 1996 jusqu'à -2012 nous a permis d'obtenir une valeur de 14,77 avec une température minimale (m °C) est de **2,07** °C et température maximale (M °C) de 39,8 °C, nous pouvons donc classer la région de Laghouat dans l'étage bioclimatique saharien, variante à hiver frais (voir figure 11).

Q2 = 3,43 × 162,49/ 39,8-2,07.

Q2 = 14,77.



Source : Emberger ,1955.

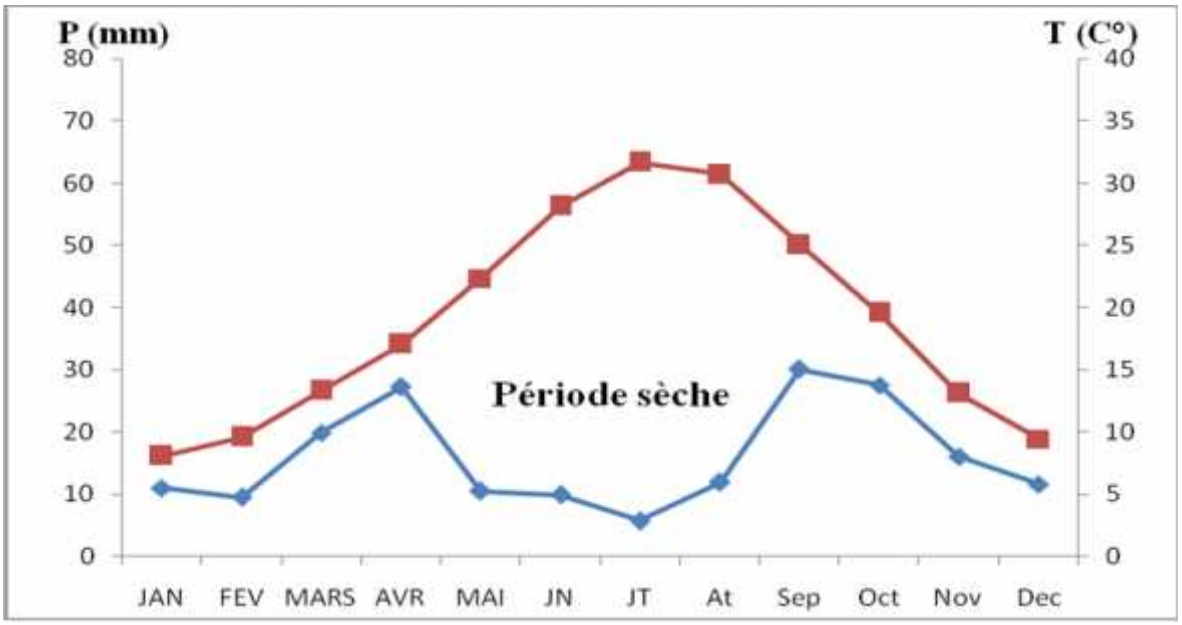
Figure 11. Climagramme pluviométrique d'Emberger de la région de Laghouat (1996-2012).

b. Diagramme ombrothermique de Gaussen

Le diagramme ombrothermique de Gaussen et Bagnouls (1953), permet de suivre les variations saisonnières de la réserve hydrique. Il est représenté :

- en abscisse par les mois de l'année.
- en ordonnées par les précipitations en mm et les températures moyennes en °C. Une échelle de P = 2T.

L'air compris entre les deux courbes représente la période sèche. Dans la région de Laghouat nous remarquons que cette période s'étale sur toute l'année (voir figure 12).



Source : Gaussen et Bagnouls, 1953.

Figure 12. Le diagramme Ombrothermique de Gaussen et Bagnouls de région de Laghouat (1996-2012).

c. Indice d'aridité

L'indice de l'aridité est un indicateur quantitatif du degré du manque d'eau présente à un endroit donné (Ghrieb, 2011).

Selon Ozenda (1982), le climatologue De Martonne proposa en 1923, un premier indice d'aridité, basé sur la somme annuelle des précipitations moyennes (p) en mm, et de la température moyenne annuelle (T) en °C, est-il représenté par la formule suivante :

$$I = \frac{P}{(T+10)}$$

Avec :

P : Total des précipitations annuelles en mm.

T : Température moyenne annuelle en Celsius.

Selon Prévost (1999), l'indice de Demartonne est d'autant plus bas que le climat est plus aride en peut distinguer plusieurs classes :

- Un climat très sec (I < 10).
- Un climat sec (I < 20).
- Un climat humide (20<I<30).
- Un climat très humide (I > 30).

Le calcul de l'indice d'aridité de la région de Laghouat a révélé une valeur de 5,62 qui permet de classer la région dans un climat très sec.

I = 162,49/ (18,92+10)= **5,62.**

2. PRESENTATION DU SITE D'ETUDE

Afin d'étudie les caractéristiques morpho-analytique et la qualité biologique des sols des dayas dans la région de Laghouat, un site d'étude « Dayet Grara El Hamra », répond bien à notre attente a été choisi vu sa grande superficie, l'état de daya (une partie cultivée et une autre naturelle).

2.1. Description de dayet El Grara El Hamra

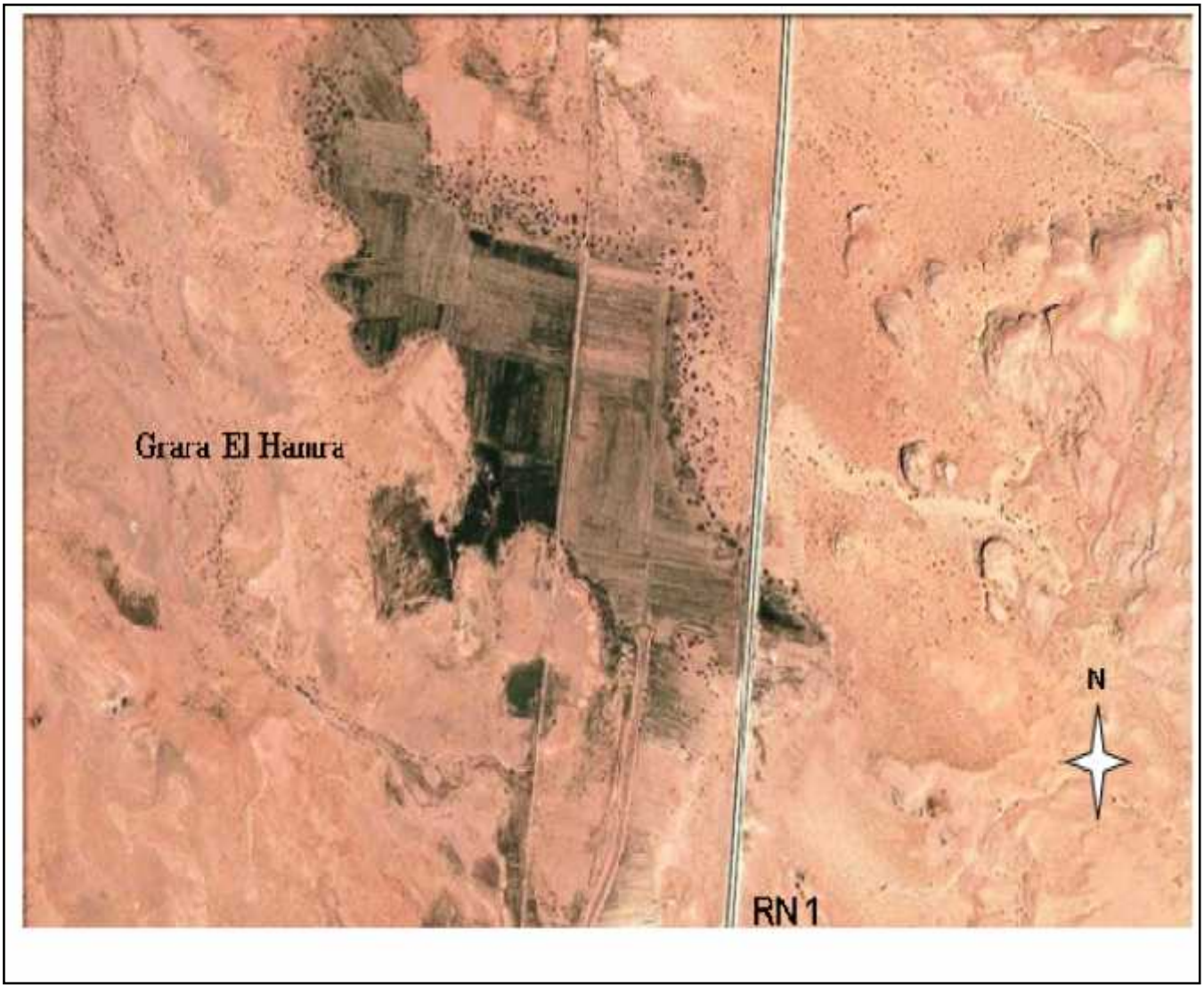
Dayet **Grara El Hamra** se situe au Nord de Laghouat (Commune : Sidi Makhlouf) (voir figure 13 (a) et 13 (b)). Elle est éloignée de la ville de Laghouat d'environ 20 Km, sur la latitude Nord de 34° 00' 46'', et longitude Est de 02°55'43''. Elle prend une altitude moyenne de 884 mètre, couvrant une superficie totale de 400 ha (voir figure 14).

Végétation : *Pistacia atlantica, Zizyphus lotus, Thymelaea, Euphoria helioscopia, Cleome arabica, Astragalus caprinus, Retama retam, Hammada scoparus, Helianthemum sp* et *Adonis deutata.*

(a)

(b)

Figure 13. Dayet **Grara El Hamra (garet el hamem)** (Photo original).
(a) : *Zizuphus lotus* a la bordure , (b) : parcelle travaillée en plein daya.



Source: Image Google EARTH, 2014.

Figure14. Dayet Grara El Hamra.

CHAPITRE II : METHODES D'ETUDE

L'analyse de sol consiste en un ensemble d'opérations successives physiques, chimiques et biologiques. Mais avant de développer ces types d'analyse il faut tout d'abord commencer par l'échantillonnage et prélèvement des échantillons.

Nous avons effectuées deux principales étapes :

- Echantillonnage et prélèvement réalisée sur terrain (dayet Grara El Hamra).
- Analyse physico-chimique et biologique au laboratoire.

1. METHODE D'APPROCHE DE TERRAIN

1.1. Choix de site

Nous avons choisi dayet Grara El Hamra qui comporte deux secteurs d'étude ; secteur laboure au centre et secteur non laboure a la bordure de daya donc la daya choisi répond bien aux exigences de notre problématique.

Dans chaque zone d'étude choisie (pour les 2 secteurs) nous avons suivi le même protocole d'échantillonnage.

1.2. Prélèvement des échantillons aléatoires

A l'aide d'une tarière des prélèvements, de 300 à 500g ont été effectué, dans la partie allant de 0 à 30-40 cm, dans les différents points de la daya par la suite mettre les échantillons dans des sachets en plastique puis étiqueter; et enfin transporter les échantillons vers laboratoire.

2. METHODE D'ANALYSE PHYSIQUE ET CHIMIQUE

Avant effectuer tout traitement, la préparation des échantillons de terre est nécessaire pour les rendre représentatif à l'analyse. Elle comprend l'émiettement des mottes, le séchage, la réduction des agrégats, la séparation de la terre fine par tamisage (Clement et Pieltain, 1998).

2.1. Préparation des échantillons

2.1.1. Séchage

La notion de sol sec est basée sur la référence d'un séchage effectue à l'air, en couche mince, à T° ambiante et à l'abri de la lumière directe du soleil. Cependant la notion de sol sec est subjective en raison de la nature des matériaux qui le composent (nature minéralogique ; teneur en matière organique ;...etc) (Clement et Pieltain, 1998).

3.1.2. Réduction des agrégats et tamisage

Dès que le séchage est terminé, procéder à la séparation de la terre fine et des éléments à 2 mm (Guy, 1978). Tamiser directement la terre brute sur le tamis de 2mm et réduire progressivement les mottes avec les doigts pour suivre le tamisage. Retirer les Caillaux débarrassés de la terre adhérente, les conserver dans une boite (Clement et Pieltain, 1998), pour chaque échantillon afin de la mesure avec pied à coulisse.

3.2. Analyse physique

3.2.1. Détermination de l'humidité par Gravimétrique

La méthode consiste à sèche l'échantillon de terre à l'étuve à 105°C pendant 24 heure jusqu'à un poids constant. La différence de poids avant et après séchage correspond à la quantité d'eau (eau hygroscopique) (Annexe 5-figure 6).

Pour calculer l'humidité on utilise la formule suivante :

Humidité (H)% = [poids d'eau /poids de terre sèche] *100

3.2.2. Mesure de pH_{eau}

La mesure se fait avec un pH mètre (mesure électrique) : le pH est mesuré sur une suspension terre /liquide égale 1/2,5. Le liquide utilisé peut être de l'eau distillée (mesure du pH-eau) (Annexe 5-figure 7).

3.2.3. Mesure de conductivité électrique (CE)

La mesure de conductivité électrique s'effectue sur une suspension de terre fine. Le rapport poids /liquide. (sol/eau distille) doit être constant (1/5 ou 1/10 et 1/20) à l'aide de conductimètre (Annexe 5-figure 8).

3.2.4. L'analyse granulométrique

L'analyse granulométrique s'effectue sur une prise d'essai de terre fine (éléments < 2mm). Elle a pour but de déterminer le pourcentage des différentes fractions de particules minérales constituantes des agrégats.

Nous avons suivies deux méthodes :

a. Analyse granulométrique par tamisage pour les éléments grossiers

L'essai consiste à classer les différents grains constituant l'échantillon en utilisant une série de tamis.

b. Analyse granulométrique par sédimentation pour les éléments fins inferieur de 0,08 mm

La sédimentation est basée sur la loi de Stokes qui exprime la relation entre la vitesse de décantation d'une particule solide sphérique dans un liquide, et le diamètre de cette particule (Rouane, 2002).

3.3. Analyse chimique

3.3.1. Détermination de la teneur en matière organique par calcination

Cette méthode de dosage permet de déterminer la matière organique totale dans les amendements organiques et les supports de culture appliquée aux sols, elle inclut également l'eau de constitution des argiles.

L'échantillon est broyé à 2 mm et calciné à 600°C. La perte de masse par combustion correspond à la combustion de la matière organique. On le calcine au four à moufle à 600°C pendant 6 heures (Annexe 6-figure 9).

Déterminer le taux de M.O par l'utilisation de l'équation suivante :

MO%=(poids sol sec (g)-poids sol incinère /poids sol sec)*100

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

% carbone organique = matière organique %/ 1,72

3.3.2. Détermination de la matière azotée

La détermination de la matière azotée par le dosage de l'azote totale, selon méthode de Kjeldhal (Annexe 6-figure 10).

3. METHODE D'ANALYSE BIOLOGIQUE

L'analyse biologique consiste d'une part à la détermination de la faune du sol récoltée et extraite du sol à l'aide d'un appareil de Berlèse (Annexe7 -Figure 11), et d'autre part a l'étude de la flore de notre site.

3.1. Appareil de Berlèse

Si de nombreux arthropodes du sol peuvent être aisément capturés (à l'aide d'un aspirateur à insectes par exemple), il n'en est pas de même pour la microfaune et notamment le micro Arthropodes pour la récolte desquels l'appareil de Berlèse est pratiquement indispensable.

L'échantillon de terre (de feuilles mortes, de mousse ou d'humus) est placé dans la cuvette dont le fond est constitué d'un tamis. Une source de chaleur et de lumière (ampoule électrique) est maintenue au-dessus de l'échantillon. La lumière et la dessiccation chassent les animaux qui traversent le tamis, descendent dans l'entonnoir et finissent par tomber dans un flacon collecteur contenant un liquide conservateur.

3.2. Relevé phytoécologique

Le relevé phytoécologique est considère généralement comme un échantillon, il est en réalité un ensemble de mesures, chacune correspondant à une variable (Aidoud, 1984).

3.2.1. Relève linéaire

Afin d'obtenir des informations sur l'état de couvert végétal et des éléments de surface du sol, et pour mettre en évidence l'évolution interannuelle de la végétation, la technique de la ligne apparu comme le moyen le plus simple et raisonnable, elle consiste à placer entre deux piquets un ruban gradué de 10-20m tendu au-dessus de la végétation (Gounot, 1969, lacoste et Salanon 2006).

Les lectures s'effectuent à l'aide d'une aiguille métallique tous les 20cm le long de la ligne, les résultats nous renseignent sur la composante floristique d'une part et l'état de la surface du sol (sable, pellicule de glaçage, litière, fraction cailleteaux, roche, sol nu ou végétation) (Annexe 7-figure 12).

3.3. Analyse du patrimoine biologique

3.3.1. Richesse moyenne (s)et la richesse totale (S)

D'après Ramade (2003), la richesse moyenne s'avère d'une grande utilité dans l'étude de la structure des peuplements. Elle correspond au nombre moyen des espèces présentes dans un échantillon (relevé) du biotope dont la surface a été fixée arbitrairement. La richesse moyenne permet de calculer l'homogénéité du peuplement.

La richesse totale (S) représente un des paramètres fondamentaux caractéristiques d'un peuplement. C'est le nombre total des espèces que comporte un peuplement considéré dans un écosystème donné.

3.3.3. Recouvrement global de la végétation RGV %

La fréquence global (souvent donne comme étant le recouvrement global de la végétation), exprime cette donnée en pourcentage du nombre total de point lus (Le Floc'h ,2008).

Le recouvrement global de la végétation est un indicateur de l'état de la végétation (Gounot, 1969), il est exprimé en pourcentage par la relation :

$$\mathbf{RGV\ \%} = \frac{100 \times Nv}{N}$$

Avec : **N** : Nombre de point de lecture (100 points dans cette étude).

Nv : Nombre de point de végétation.

3.3.4. Contribution spécifique (CSi)

La contribution spécifique(CSi) d'une espèce i définit sa participation au trip végétal. Elle est égale au quotient de la fréquence spécifique centésimale de ce taxon (FSi) par la somme des fréquences spécifique de tous les taxons rencontrés dans le relevé (Le Floc'h, 2008).

$$\mathbf{CSi\%} = \frac{FSi \times 100}{\sum FSi}$$

Csi: contribution spécifique de l'espèce i.

Fsi : fréquence spécifique de l'espèce i.

3.3.5. Dominance (IDo)

D'après Ramade (2003), c'est une situation écologique dans laquelle une espèce constitue une part prépondérante de la totalité des populations présentes dans peuplement ou une communauté.

Elle représente un autre paramètre important pour décrire la structure d'un peuplement. On constate que dans toute biocénose, certaines espèces sont très abondante, donc présentent une fréquence relative élevée, tandis que d'autre sont rares ou très rares et ne présentent fait qu'une faible fréquence relative dans la communauté considérée.

La dominance d'une espèce i dans un peuplement est la moyenne pour tous les relèves du rapport entre son effectif et l'effectif de l'ensemble des espèces contactées dans une relève, l'indice de Simpson est en particulier efficace en détectant la dominance :

$$\mathbf{IDO} = \sum \frac{di}{R} \quad \mathbf{où\ di} = \frac{ni}{N}$$

ni : le nombre d'individus de l'espèce rang i.

N : le nombre total d'individus présents dans le peuplement ou la communauté étudiée.

R : nombre total des relevés.

3.3.6. Fréquence spécifiques (FSi)

Fréquence spécifiques exprime la probabilité de présence d'une espèce i dans l'unité échantillonnée. Elle est égale au rapport exprime en pourcent du nombre de fois (ni) où l'espèce (i) a été recensée le long de la ligne au nombre totale de point de lecture (N) (Hammouda, 2009).

$$FSi\% = \frac{ni \times 100}{N}$$

ni : Nombre des individus de l'espèce prise en considération.

N : Nombre total des individus de toutes les espèces confondues.

3.3.7. Diversité spécifique (H')

La diversité spécifique intègre en outre, la fréquence relative des espèces présentes dans une communauté qui présente la plus ou moins grande régularité avec laquelle les individus des diverses espèces peuvent se rencontre (Ramade, 2003).

La diversité est maximale dans les peuplements où toutes les espèces ont le même nombre d'individus (Berbault, 2003). A l'inverse, un peuplement dont une espèce est majoritairement dominante affiche une valeur faible de son indice de diversité.

Une valeur élevée de cet indice correspond à un peuplement riche en espèces dont la distribution d'abondance est équilibrée. A l'inverse, une valeur faible correspond soit à un peuplement caractérisé par un petit nombre d'espèces pour un grand nombre d'individus, soit à un peuplement dans lequel il y a une espèce dominante.

$$H' = -\sum Pi \log_2 Pi$$

Pi (ni/N) =fréquence relative des espèces.

ni =fréquence relative de l'espèce j dans unité d'échantillonnage.

N =somme des fréquences relatives spécifiques.

Les logarithmes utilise étant de base 2, H' s'exprime en bit.

La diversité maximale d'un peuplement est H' max se calcule comme suit :

$$H'_{max} = \log_2 S$$

S : Richesse total de ce peuplement.

H' max : Diversité théorique maximale.

3.3.8. Equitabilité

L'équitabilité est le rapport de la diversité observée à la diversité maximale. Elle mesure le degré d'équilibre et de complexité d'un peuplement par l'écart de H' à H' max.

L'interprétation est complétée par le calcul de l'Equitabilité (E) qui, pour l'indice de Shannon- Weaver, répond à la formule suivante :

$$\mathbf{E = H'/H_{max}}$$

Quand E est proche de 1, la diversité observée est proche de la diversité maximale. Elle traduit alors une distribution d'abondance proche de l'équilibre. A l'inverse, quand E est proche de 0, la diversité observée est faible et illustre une distribution d'abondance fortement hiérarchisée qui est le reflet d'un environnement simple, contraignant, dans lequel peu de facteurs structurent le peuplement.

4. ANALYSE STATISTIQUE

Des analyses statistiques ont été effectuées par Statix 8. Nous avons utilisé des analyses descriptives (concernent la moyenne, l'écart type, le minimum et le maximum), l'ANOVA (analyse de variance) pour tester le différent paramètre.

CHAPITRE I : RESULTATS

La caractérisation physico-chimique et biologique du sol est une étape indispensable pour toute étude pédologique.

L'étude morphologique et analytique des prélèvements nous permettra de caractériser le sol de notre site d'étude (daya). Pour cela nous avons réalisés 20 profils culturaux, pour dayet El Grara El Hamra (Garet el hemam), 10 sur terrain labourée au milieu de daya, 10 sur terrain non labouré (Naturelle) à la bordure, par la tarière de 30-40 cm de profondeur.

1. PARAMETRES ANALYTIQUES

1.1. Analyses physiques et chimiques

Les couleurs des profils culturaux sont variables, peuvent êtres groupés comme suit : Strong Brown- 7.5 YR (5/6), Red- 2.5 YR (5/6), Light Brown- 7.5 YR (6/4), Reddish Yellow- 7.5 YR (6/6), Yellowish red- 5 YR (5/6).

Les analyses des paramètres physiques et chimiques du sol de la dayet Grara El Hamra sont représentées dans le tableau 4.

Tableau 4. Les résultats analytiques des sols des profils culturaux.

Paramètres	**Résultats** **N ; m± sd (min–max)**
H%	20 ; 5,42 ± 2,45 (2,45 – 12,95)
pH	20 ; 7,71 ± 0,10 (7,45 – 7,85)
C.E	20 ; 0,18 ± 0,006 (0,16 – 0,19)
MO%	20 ; 7,94 ± 2,61 (0,4 – 11,80)
N%	20 ; 0,04 ± 0,025 (0,009 – 0,093)
C%	20 ; 4,61 ± 1,51 (0,23 – 6,86)
$CaCo_3$%	04 ; 16,063 ± 6,326 (7,98 – 23,050)
MM%	20 ; 92,06 ± 2,61 (88,20 – 99,60)

N : Nombre des échantillons

m : moyen

Sd : écart type

Le sol des profils culturaux présentent une texture sableuse calcaire (Annexe 9), avec une humidité allant de (2,45% ≤H% ≤ 12,95) avec une moyenne de 5,42%.

Le pH est alcalin, variant entre (7,45 ≤pH ≤ 7,85) avec une moyenne de 7,71.

La conductivité électrique est de l'ordre moyen de 0,18 mmhos/cm, ce qui est considérer comme un sol excellent (non salin).

Selon les résultats d'analyses nous remarquons une teneur très riche en matière organique avec 7,94% en moyenne.

La teneur de la matière azoté est très pauvre allant de (0,009% ≤N total≤ 0,093%) avec une moyenne de 0,04%.

Le Taux de Carbone est corrélé avec la matière organique, La teneur en carbone dans le sol de daya est elevee variée entre (0,23 ≤C% ≤ 6,86) avec une moyenne de 4,61%.

D'après les résultats nous remarquons que les sols des profils culturaux sont modérément calcaire (7,98% ≤ Ca CO3 ≤ 23,05%) avec une moyenne de 16,06%.

1.2. Analyse biologique

1.2.1. Description de la pedofaune de daya

a. Présentation de la pédofaune des sols du Dayet Grara El Hamra

dayet Grara El Hamra est caractérisé par la présence de 12 espèces regroupées en 8 ordres et 2 classes à savoir, Arachnida et Insecta (Voir tableau 5) (Annexe 8-annexe 9).

Tableau 5: Structure de la pédofaune de dayet Grara El Hamra.

Classe	Ordre	Famille	Espèce	Partie travaillée de daya (centre)	Partie non travaillée de daya (bordure)
Insecta	Coleoptera	Cryptophagidae	*Cryptophagus sp.*	✓	-
	Isoptera	-	*Isoptera ind.*	✓	-
	Hymenoptera	Formicidae	*Pheidole sp.*	-	✓
		Aphelinidae	*Aphelinidae sp.*	✓	✓
	Diptera	Mecytophelidae	*Mecytophelidae sp.*	✓	-
		Ceratopogonidae	*Ceratopogonidae sp.*	✓	✓
		Simuliidae	*Simuliidae sp.*	✓	-
	Homoptera	Aphidae	*Aphidae sp.*		✓
		Jassidae	*Issus sp.*	✓	-
	Heteroptera	-	*Heteroptera ind.*	✓	-
Arachnida	Oribatida	-	*Oribatida ind.*	✓	✓
	Pseudo-scorpion	-	*Pseudo-scorpion ind.*	✓	-

✓ : présence de l'espèce.

\- : absence de l'espèce.

- Les espèces qui sont trouvés dans le secteur labourée de dayet Grara El Hamra sont illustrées dans la figure 15 en fonction des ordres.

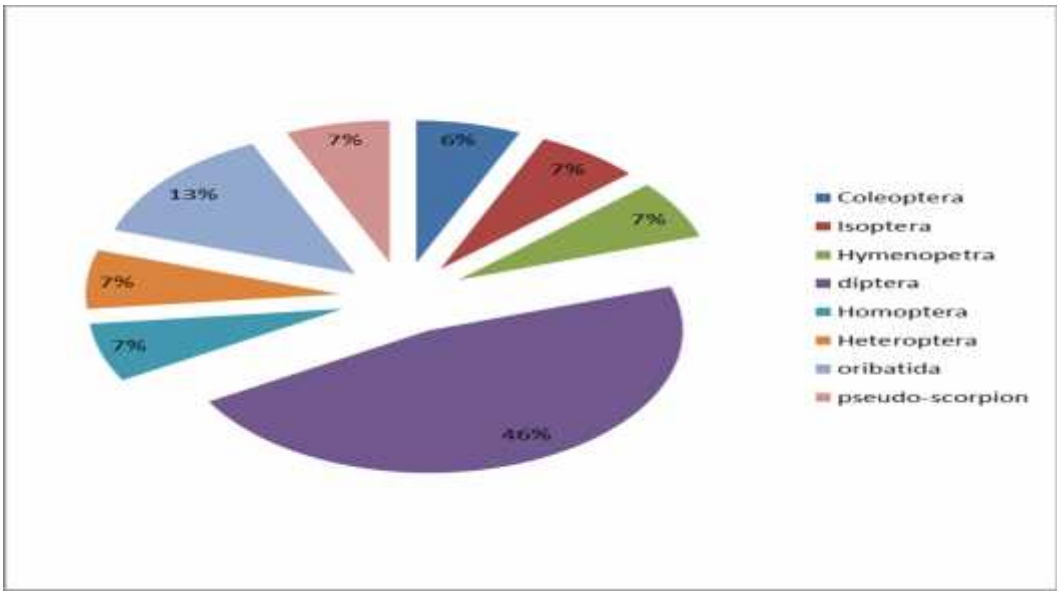


Figure 15. Diagramme représentant les proportions des diverses ordres de la pedofaune récoltés dans le secteur labouré de dayet Grara El Hamra.

Les sols de cette partie de daya est caractérisé par la présence 8 ordres, dont 2 ordres dominants : Diptera (46%) et Oribatida (13%), et 6 ordres avec un pourcentage plus ou moins faible (6%-7%) pour Coleoptera, Isoptera, Hymenopetra, Homoptera, Heteroptera, pseudo-scorpion.

- Les espèces qui sont trouvés dans le secteur naturel de dayet Grara El Hamra sont présentées dans la figure 16 en fonction des ordres.

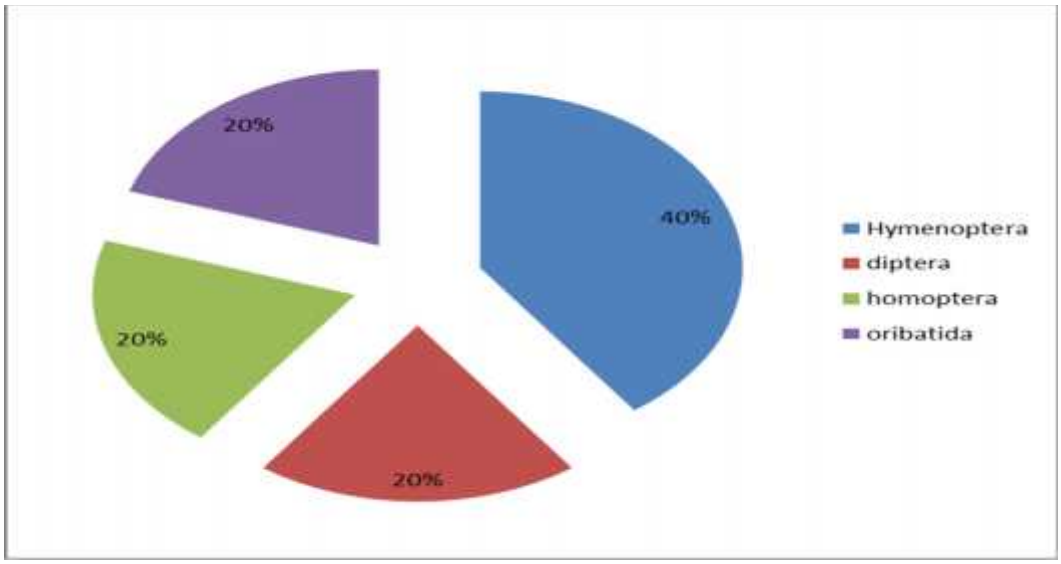


Figure 16. Diagramme représentant les proportions des diverses ordres de la pedofaune récoltés dans le secteur naturel de dayet Grara El Hamra.

Les sols de cette partie de daya est caractérisé par la présence 4 ordres, avec la dominance de l'ordre Hymenoptera (40%), et les 3 ordres avec un pourcentage de 20% (Diptera, Homoptera, oribatida).

b. Les indices écologiques

Les résultats des calculs des indices écologiques de la pedofaune du dayet Grara El Hamra sont représentés dans la Tableau 6.

Tableau 6: Les indices écologiques de la pedofaune de Dayet Grara El Hamra.

Indices écologiques	Dayet Grara El Hamra	
	Secteur labouré (Centre)	Secteur naturel (Bordure)
Indice de Shannon (H')	3,22	2,32
Diversité maximal (H'max)	3,32	2,32
Equitabilité (E)	0,97	1

D'après les résultats de l'indice de la diversité de Shannon-Weaver (H') on remarque qu'au niveau dayet Grara El Hamra la diversité au Centre (le secteur labouré) est plus important que la diversité a la Bordure (secteur non labouré naturelle).

Indice d'Equitabilite (E) pour les 2 secteurs tend vers 1 cela signifie que les effectifs des espèces capturées sont en équilibre entre eux.

1.2.2. Description de la flore de daya

a. Richesse moyenne

La richesse moyenne de dayet Grara El Hamra est de 5 Pieds / relevé, elle varie entre 4 à 6 Pieds par relevé (voir tableau 7).

Tableau 7. La richesse moyenne de dayet Grara el Hamra (Pieds / relevé).

Site	**N**	**M**	**SD**	**Extrêmes**
Dayet Grara el Hamra	3	5	1	[4 - 6]

- N : nombre de transect.
- M : moyenne (richesse moyenne).
- Sd : écart type.

b. Diversité spécifique (H') et Equitabilité (E)

La diversité spécifique de notre site est faible avec 0,995 bit, concernant Equitabilité (E) elle est faible et égale à 0,300 bits.

c. Recouvrement global (RGV %)

Le recouvrement global de la végétation dans notre daya est de 21%. Ainsi le surface nue occupe 79 %, représente par la litière, pellicule de glaçage, sable, limon, fraction caillouteux et roche mère.

Présentation des valeurs de tableau 8 dans un cercle (voir figure 17).

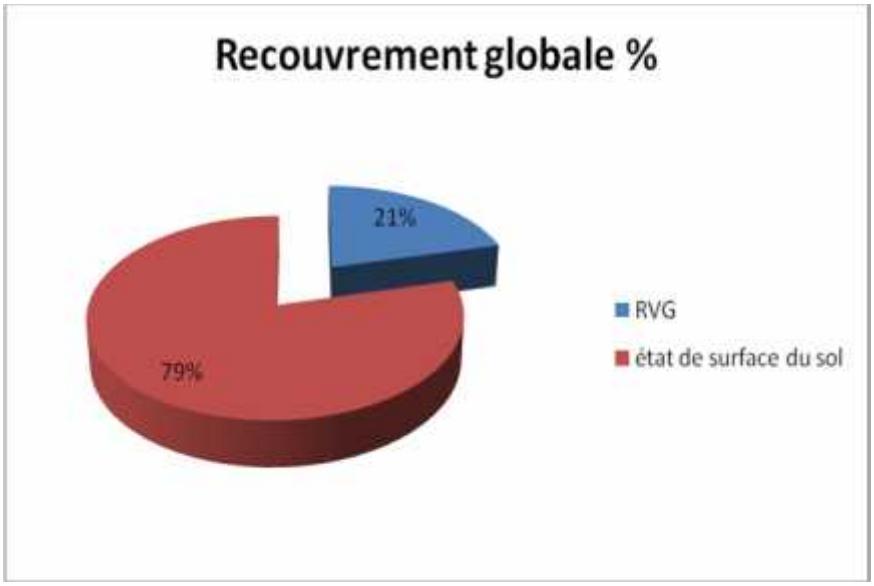


Figure 17. Taux de recourvement globale de la végétation.

la figure 18 illustre l'importance des éléments de surface du sol dont le sable occupe la majeur partie par 36,71% , suivi par la roche avec 18,57% , ainsi que le pellicule de glaçage et limon ne couvre que 11,39%.

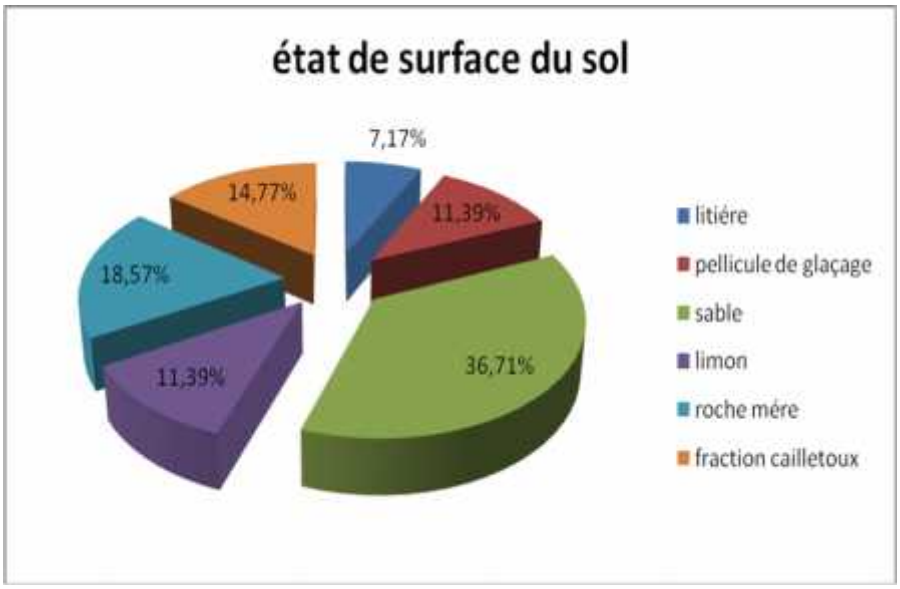


Figure 18. Taux de recourvement des éléments de surface du sol.

d. Fréquence spécifique (FSi) et contribution spécifique (CSi)

Dans notre site, la fréquence spécifique (FSi) et la contribution spécifique les plus élèves correspond à l'espèce *Thymelaea*, suivi par *Euphorbia helioscopia* (voir tableau 8).

Tableau 8. Fréquence spécifique (FSi) et contribution spécifique (CSi) des espèces.

Espèces	**FSi(%)**	**CSi (%)**
Thymelaea	9,33	44,44
Euphorbia helioscopia	3,67	17,46
Cleome arabica	0,67	3,17
Astragalus caprinus	1,67	7,94
Retama retam	1,00	4,76
Hammada scoparus	2,67	12,70
Helianthemum sp	0,33	1,59
Adonis deutata	0,33	1,59
Chardonnée	1,00	4,76

e. Dominance (IDO)

Après avoir calculé la dominance à partir de l'abondance sur le nombre des relèves nous avons trouvé la dominance de *Euphorbia helioscopia, Cleome arabica* et *Hammada scoparus*. les espèces les moins dominantes sont *Astragalus caprinus et Helianthemum sp* (Voir figure 19).

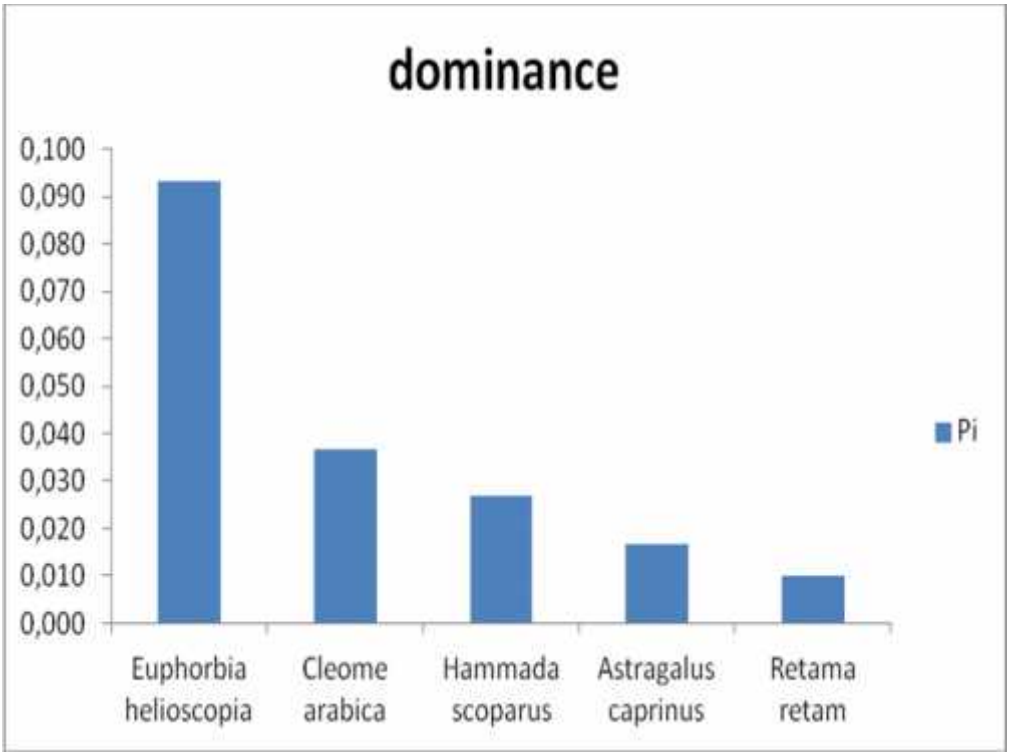


Figure 19. Dominance de quelques espèces.

2. EFFET DE LABOUR SUR LE SOL

2.1. Description morphologique du sol de dayet Grara El Hamra

Dayet Grara El Hamra caractérisé par un sol sec avec la présence de gravier a la surface et présence de Nebka occupé par la végétation. Dont l'échantillonnage sectoriel laisse apparait 2 secteurs distinct :

- Le secteur labouré au centre de daya caractérisé par un sol labouré utilisé par les agriculteurs pour la production des céréales.
- Le secteur non labouré a la bordure de daya caractérisé par un sol à l'état naturelle non labouré avec la présence de quelque type de végétations spontanés et principalement *Zizyphus lotus.*

Végétation dominante: Zizyphus *lotus, Thymelaea, Euphoria helioscopia, Cleome arabica, Astragalus caprinus* et *Retama retam.*

2.2. Effet de labour sur l'Humidité

Le taux d'humidité du sol de la daya est variable d'un secteur à un autre ($F^{1.18}$ =0,01 ; p = 0,942) ; Le taux d'humidité de secteur labouré (4,961%) plus faible que le secteur naturelle (5,896%) (Voir figure 20).

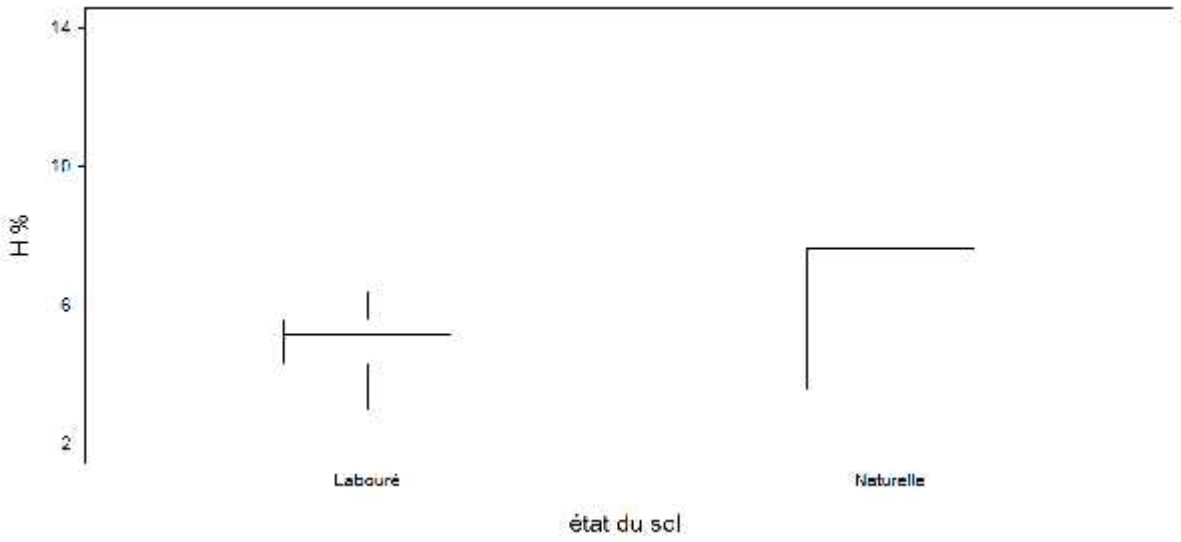


Figure 20. Variation de l'Humidite en fonction de l'état du sol.

2.3. Effet de labour sur le pH

Le pH du sol de daya est variable en fonction du secteur ($F^{1.18}$ = 4.81 ; p = 0,041) ; Le pH de secteur labouré (7,76) est plus élevés que le secteur naturelle (7,66) (Voir figure 21).

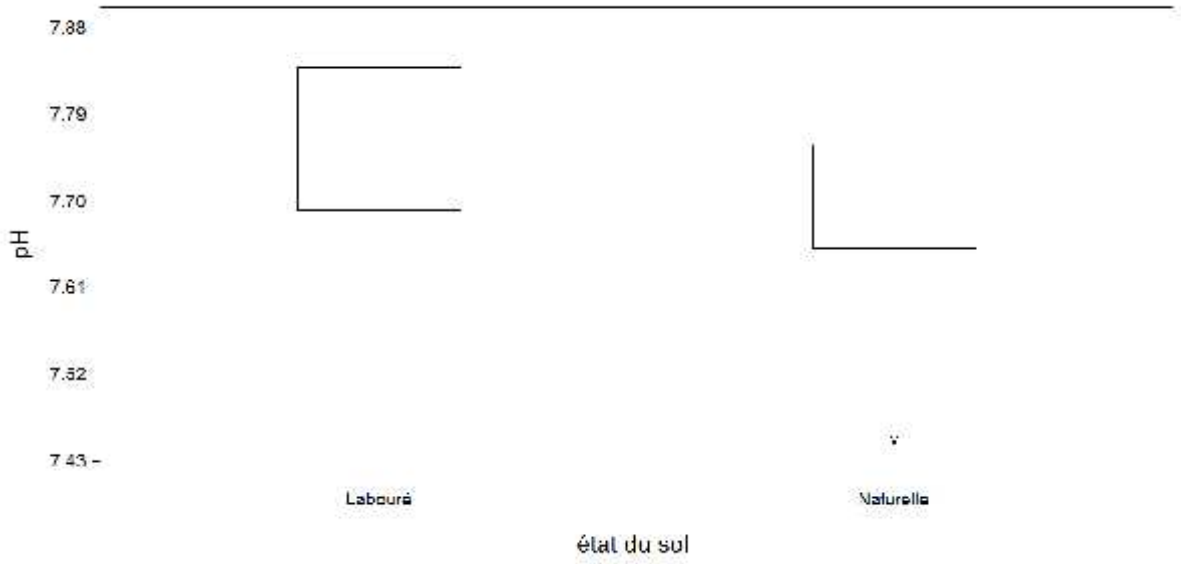


Figure 21. Variation du pH en fonction de l'état du sol.

2.4. Effet de labour sur la conductivité éclectique

La conductivité éclectique du sol est variable d'un secteur à un autre ($F^{1.18}$ = 1,62 ; P =0,219). Le secteur labouré enregistre la valeur le plus faible (0,18 mmhos/cm) par rapport le secteur naturelle (0,19 mmhos/cm)
(Voir figure 22).

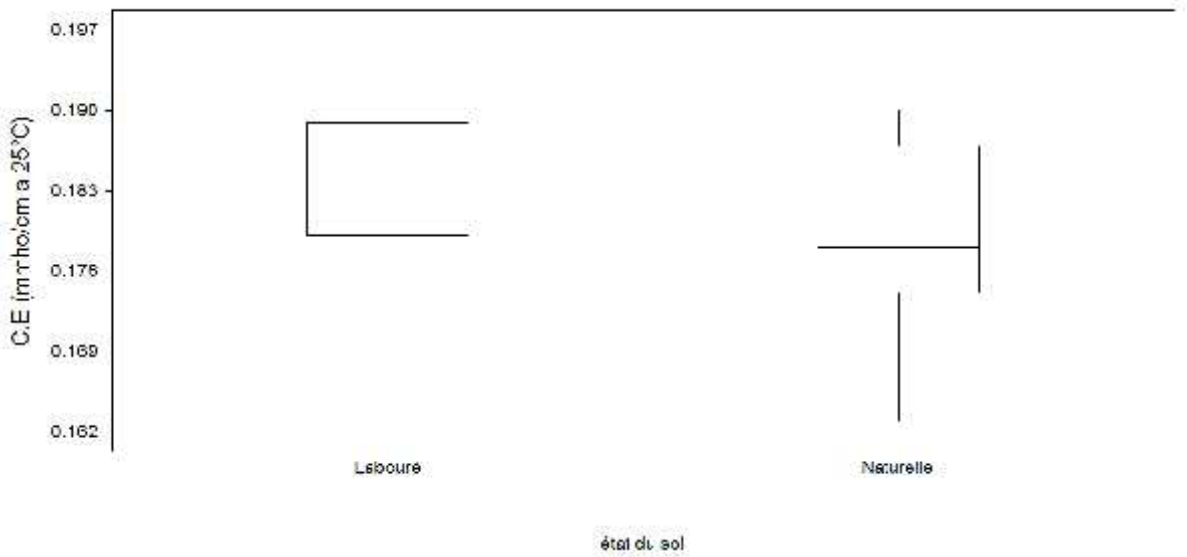


Figure 22. Variation de la conductivité électrique en fonction de l'état du sol.

2.5. Effet de labour sur la matière organique

La matière organique dans le sol de daya est variable cette variation est statistiquement non significative ($F^{1.18}$ = 4,1 3 ; P =0,057). Le secteur labouré enregistre la valeur le plus élevée (9.04%) par rapport le secteur naturelle (6,84%) (Voir figure 23).

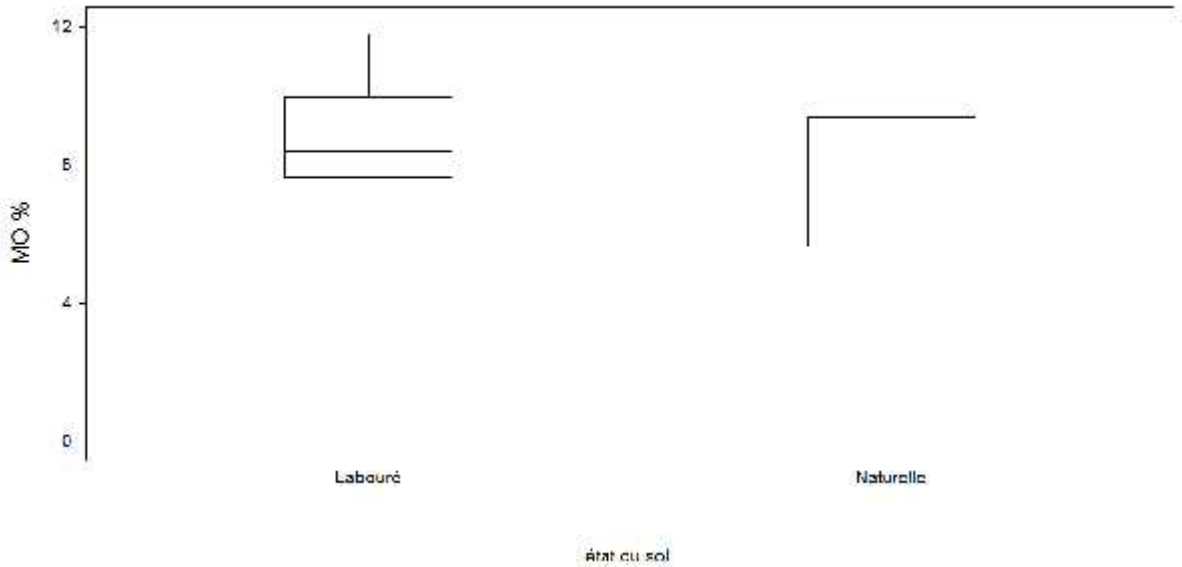


Figure 23. Variation de la matière organique en fonction de l'état du sol.

2.6. Effet de labour sur la matière azotée

La matière azotée dans le sol de daya est variable d'un secteur a un autre, cette variation est statistiquement significative ($F^{1,\ 18} = 29,4$; $P \leq 0,00001$) ; La teneur en azote dans le secteur labouré (0,024%) est plus faible que le secteur naturel (0,063%) (Voir figure 24).

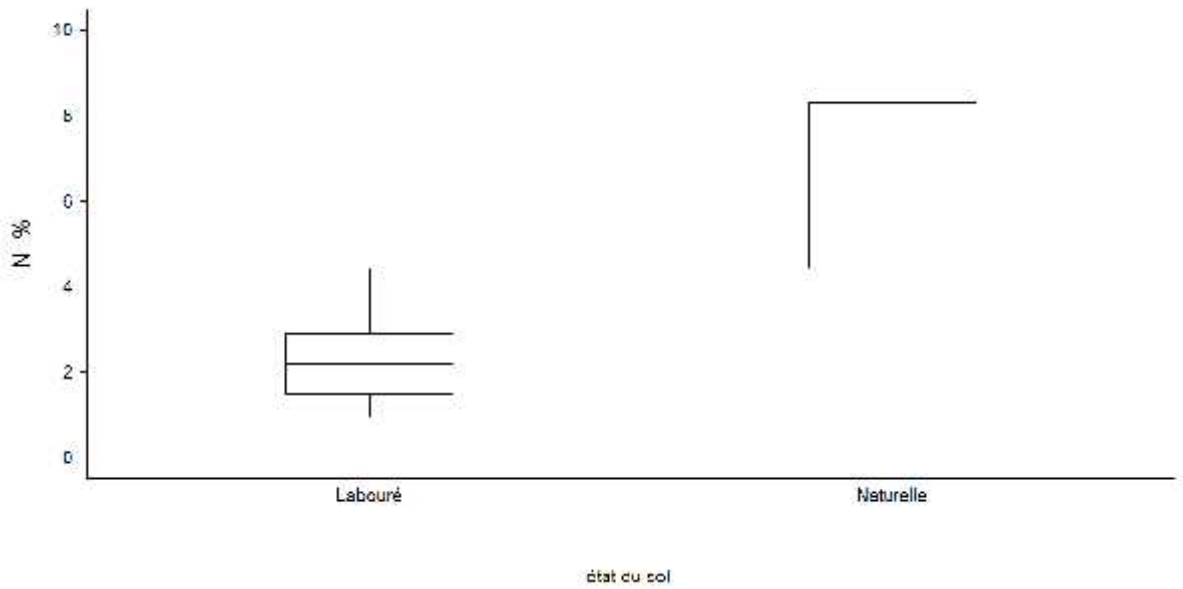


Figure 24. Variation de la matière azote en fonction de l'état du sol.

2.7. Effet de labour sur la matière minérale

La teneur du sol en matière minéral ($F^{1,18} = 4,13$; $P = 0,057$) dont le secteur naturel enregistré la valeur le plus élevée (93,160%) par rapport le secteur labouré (90,960%) (Voir figure 25).

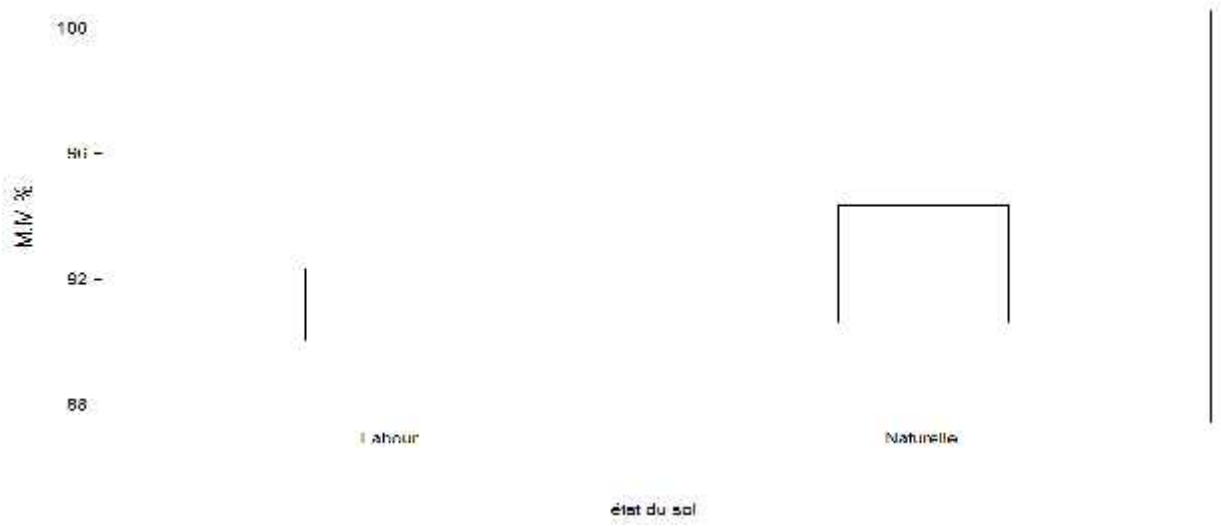


Figure 25. Variation de la matière minérale en fonction de l'état du sol.

2.8. Effet du labour sur la pédofaune

La pédofaune est très importante (diversité, richesse) en secteur labouré par rapport au secteur naturel, elle est représentée par 10 espèces au premier secteur et 5 espèce au deuxième.

La richesse et l'abondance (fréquence centésimale) des espèces dans les sols de dayet Grara El Hamra sont représentées dans le tableau 9 et illustrées dans la figure 27.

Tableau 9 : Richesse et l'abondance des espèces dans les sols des dayas.

Ordre	**Espèces**	**Dayet Grara El Hamra**			
		Partie travailleé (Centre)		**Partie non travailleé (Bordure)**	
		ni	**F%**	**ni**	**F%**
Coleoptera	*Cryptophagus sp ind*	1	6,67	0	0
Isoptera	*Isoptera sp ind*	1	6,67	0	0
Hymenoptera	*pheidole sp ind*	0	0	1	20
	Aphelinidae sp ind	1	6,67	1	20
Diptera	*Mecytophelidae sp ind*	2	13,33	0	0
	Ceratopogonidae sp ind	3	20	1	20
	Simuliidae sp ind	2	13,33	0	0
Homoptera	*aphidae sp ind*	0	0	1	20
	Issus sp ind	1	6,67	0	0
Heteroptera	*Heteroptera sp ind*	1	6,67	0	0
Oribatida	*oribatida sp ind*	2	13,33	1	20
Pseudo-scorpion	*pseudo-scorpion sp ind*	1	6,67	0	0
Richesse Totale (S)		**10**	100%	**5**	100%

ni : nombre des individu.

F% : Abondance (fréquence centésimale).

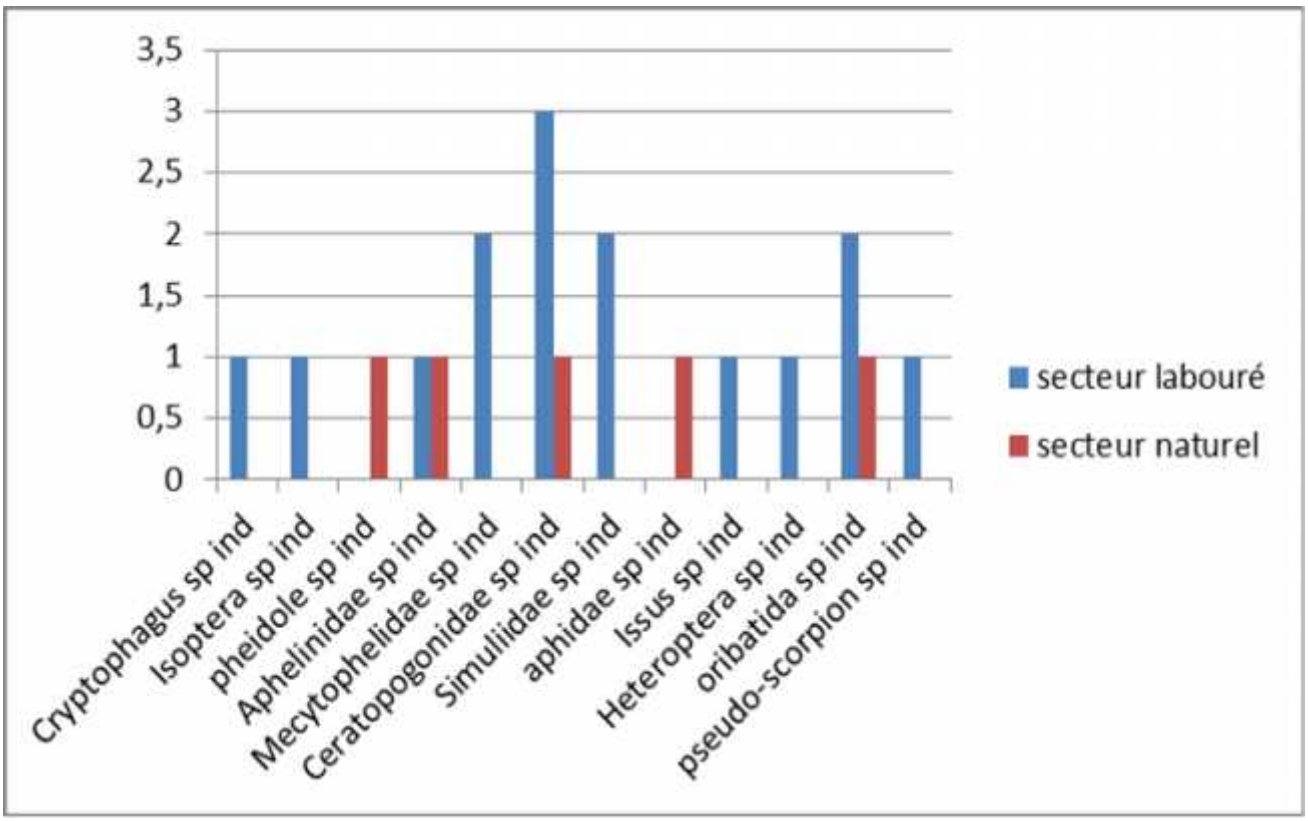


Figure 26: La richesse des espèces dans le sol de daya en fonction du secteur.

DISCUSSION

La présente étude porte sur la caractérisation physico-chimique et biologique des sols dans le but de contribuer à la connaissance et évaluation de la qualité biologique de sol des dayas de la région de Laghouat.

Les observations tirer à partir de la description morphologique de dayet Grara El Hamra révèle que cette daya est composé de 2 secteurs bien distinct (selon état de sol et végétation) le premier secteur est labouré situé au centre de daya, et le deuxième naturel (non labouré) qui entouré le premier c'est-à-dire a la bordure de daya, ce dernier caractérisé par la présence des végétions spontanées.

D'après Pouget (1980) montre que la texture des sols des dayas est limono-argileuse (région de Messaad). Toutain (1977), souligne que la granulométrie des sols des dayas représente une texture argilo-limoneuse au centre des dayas et sablo-limoneuse au daya pré-dune.

Pour notre résultat ; les analyses granulométriques des profils culturaux de dayet Grara El Hamra présentent une texture sableuse, au contraire a d'autres daya qui présentent des textures limoneuse a argileuse, une situation qui ne peut être expliqué que par l'effet du labour de sol qui détruit les agrégats.

Nous avons enregistrés une variation en taux de l'humidité entre les deux secteurs (labouré et naturel), dont on remarque une chute d'humidité dans le sol de daya (2,45% – 12,95%). L'Humidité présente avec un taux très élevé au niveau de secteur naturel par rapport à l'humidité de secteur labouré, donc :

- elle est croissante en fonction de la présence de végétation, où le taux de l'humidité augmente proportionnellement avec l'augmentation du taux de recouvrement végétal et ce qu'indique que la végétation influe sur la capacité de rétention en eau du sol et améliore leur qualité.
- Diminuer sous l'effet du labour qui permet d'augmenter la perméabilité et la diminution d'humidité de sol de daya.

Nos résultat montre que le taux de l'humidité augmente proportionnellement avec l'augmentation du taux de recouvrement végétal et diminue avec l'augmentation de taux de sable, suite à une forte perméabilité, phénomène signalé par Latreche et Othmani (2012),

avec des valeurs d'humidité variant de (0,1%- 7,2%) dans le sol de Dayet Grara El Hamra et des valeurs élevées dans le sol de dayet lihoudi (naturelle) (2,7% ≤ H%≤17,4%).

D'après nos résultats d'humidité on peut classer cette Daya comme Grara, ceci d'après les définitions données par Toutain (1977), pour le terme Grara, qui présente une daya moins humide et mieux drainé.

Les résultats d'analyse du pH montrent que les sols de daya sont généralement classés comme un sol alcalin varie entre (7,45 ≤ pH ≤ 7,85). Les travaux de Toutain (1979), confirme notre résultat, avec pH alcalin du sol des dayas (7,00≤ pH ≤ 8,45) ainsi que les analyse de Ben Naidja (2014), le sol de daya toujours dans la classe de pH alcalin (7,2 ≤pH ≤ 7,27) et l'étude de Latreche et Othmani(2012), pH des sols des dayas est alcalin (7,18≤ pH ≤7,97). On remarque que le pH de secteur labouré est plus élevé par rapport à celui du secteur naturel, cette augmentation peut être due à la diminution ou la disparition du couvert végétal et aussi à la présence des minéraux au niveau de sable.

D'après Pouget (1977) ; la salure reste faible ; ils caractérisent très bien les sols des dayas et cuvettes de décantation non ou peu salées, ce qui confirme notre résultat dont nous avons enregistrés que le sol de dayet Grara El Hamra appartient à la classe du sol excellent (non salin) est de l'ordre moyen de 0,18 mmhos/cm, ce résultat est due aux plusieurs facteurs parmi eux :

- Bon lessivage (texture sableuse)
- non irrigation
- Il n'y a aucune application d'amendement pour les dayas cultivée.

D'après nos résultats on constate que le sol de dayet Grara El Hamra est classé comme un sol très riche en matière organique avec une moyenne de 7,94 %, donc le taux de matière organique dans le secteur labouré est plus important que l'autre secteur (naturel). Ces résultats sont confirmé par l'étude de Ben naidja (2014), le sol de daya est très riche en matière organique (0,15% - 12,4%) par contre les analyse de Latreche et Othmani (2012) qui montre le faible taux de la M.O dans le sol de dayet Grara El Hamra (0,1≤ M.O ≤ 5,8), des valeurs qui infirme les analyses de Pouget (1977) qui montre la faible pourcentage en M.O des sols des dayas (0,48≤M.O ≤ 0,58) et l'analyse de Toutain (1977), avec des valeur (0,64≤M.O ≤ 0,87).

La différence de taux de matière organique d'une daya à une autre et d'un secteur à une autre au sein de même daya est liée à plusieurs facteurs. Selon Pouget (1977), Dans le sol, les processus d'évolution de la M.O, minéralisation et humification, sont régis par l'action conjugué du climat, de la végétation et de la nature du matériau ; en particulier la présence d'accumulation calcaire. L'évolution de la M.O dans les sols calcaire, se fait par les carbonates de calcium interviennent rapidement en inhibant la biodégradation (minéralisation secondaire) de la M.O humifère (Pouget, 1977). La texture du sol influe sur pourcentage de M.O présente dans le sol ; si les autres facteurs sont constant (Pouget, 1992).

Selon nos résultat on peut en déduire que les sols des dayas sont très pauvre en azote allant de (0,009% ≤N total≤ 0,093%) avec une moyenne de 0,04%. Donc le taux d'azote est plus important au niveau de secteur naturel tandis qu'on enregistre une diminution dans le secteur labourée. Ce résultat peut être justifié par la présence des végétations herbacées à la bordure des dayas.

D'après nos résultats nous avons enregistrés un sol modérément calcaire (7,98≤Ca Co_3 ≤23,05). Les analyses de Toutain (1977), confirme en globale nos résultats avec un sol modérément calcaire (13%), ainsi que Pouget (1977) montre que les sols des dayas sont modérément calcaire (13≤Ca Co_3 ≤ 22,90).

Pour l'analyse biologique nous avons constatés, l'existence de deux classes composant la pédofaune de sol de daya, à savoir les insectes et les arachnides.

dayet Grara El Hamra est caractérisé par la présence de 12 espèces regroupées en 8 ordres. Le sol du secteur labouré (centre de daya) est caractérisé par la présence 8 ordres, 2 ordres dominants : Diptera (46%) et Oribatida (13%), et 6 ordres avec un pourcentage plus ou moins faible (6%-7%) pour Coleoptera, Isoptera, Hymenopetra, Homoptera, Heteroptera, pseudo-scorpion. Tandis que dans le secteur naturel (à la bordure) nous avons trouvés 4 ordres avec la dominance de Hymenoptera (40%), et 3 ordres avec un pourcentage de 20% (Diptera, Homoptera, oribatida).

Selon nos résultats concernant le pedofaune, on peut en déduire que la diversité est plus importante dans le secteur labouré que dans le secteur naturel, cette différence est le résultat des effets de plusieurs paramètres : d'une part les paramètres physico-chimique

(texture- humidité- pH- conductivité électrique – Matière azote –carbone –matière organique et calcaire), biologique (flore et faune), et d'autre part l'effet de labour sur état de sol dont le labour augmente l'aération de sol. En plus cette partie inondable a une capacité de rétention en eau, facteur favorisant le développement de la pédofaune (Bachelier, 1978), plus la présence abondante en matière organique et un pH très favorable.

Les résultats de l'indice de la diversité de Shannon-Weaver (H'), permettent d'avoir une information sur la diversité des espèces de chaque milieu, où on remarque qu'au niveau de dayet Grara El Hamra la diversité au Centre (le secteur labouré) (3,22 bits) est plus importante que la diversité a la Bordure (secteur non labouré naturelle) (2,32 bits).

L'indice d'Equitabilite (E) pour les 2 secteurs tend vers 1 (dont 0,97 pour secteur labouré, et 1 pour secteur naturel) cela signifie que les effectifs des espèces capturées sont en équilibre entre eux. Un constat différent à celui trouvé par l'étude de Ben Naidja (2014), où le calcul de l'équitabilité (E = 0,12) montre que la diversité est faible et que le sol n'est pas équilibré.

Sur le terrain l'observation conjointe du sol et de la végétation se fait par l'intermédiaire d'un relevé associe systématique à un profil de sol (Pouget, 1980).
La végétation est un facteur de pédogénèse très influencé par ces facteurs édapho-climatique, La dynamique des groupements végétaux, suit la même dynamique du sol (Pouget, 1977).

L'étude floristique de dayaet Grara El Hamra montre que les dayas constituées principalement par 2 espèces : *Pistacia atlantica* et *Zizyphus lotus.*

Pour mettre en évidence cette description de patrimoine biologique, nous avons recours a application des indices écologiques (Richesse moyen, diversité spécifique, dominance,...etc.) puis les comparer avec les résultats d'un site de mise en défend (choucha).

La richesse moyenne varie d'un site à l'autre et d'une année à l'autre, nous avons constaté dans le site de mise en défens une moyenne de 7±13 (Graa, 2010), plus important que dayet Grara El Hamra avec moyenne de 4±6, ceci s'explique par la nature topographique de chaque site.

Le taux du couvert végétal atteint 43,1 % dans le site de mise en défens (Graa, 2010), par contre dans notre daya la majeure partie est occupée par les éléments (sable, élément

grossier et roche mère) avec 79%, cette résultat montre que daya étudie est dégradé .Les facies dégrades représentent une forte teneur en sables grossiers et un fort recouvrement de la surface du sol en élément grossiers (Hanifi, 1990 et Melzi, 1990). La dégradation des milieux est sous la dépendance de nombreux facteurs agissant à diverses échelles d'espaces et de temps, les plus actifs et les plus influents sur l'évolution de ces milieux, sont le climat et l'action de l'homme sous ses formes multiples (Aidoud, 1984).

L'étude de fréquence spécifique (FSi) et contribution spécifique (CSi) de site de mise en défens montre que les valeurs de ces deux paramètres sont élèves pour les espèces : *Stipa tenacissima*, *Medicago laciniata* (Graa, 2010), et *Thymelaea*, *Euphorbia helioscopia* pour notre site, L'absence de l'alfa dans dayet Grara El Hamra s'explique par la dégradation de cette dernière.

Dans la parcelle mise en défens nous notant une dominance des *Stipa tenacissima*, *Medicago laciniata* (Graa, 2010), par contre dans notre daya enregistre la dominance des *Euphorbia helioscopia*, *Cleome arabica* et *Hammada scoparus*.

Les analyse physico-chimique et biologique de dayet Grara El Hamra montre une différence pour tous les paramètres étudies : humidité, texture, structure, pH, MO, CE, C%, N%, $CaCo_3$ et pedofaune .Ce qui expliqué par la différence de l'état de sol (labouré et naturel) qui résulte sous effet de labour sur le sol de daya.

CONCLUSION

L'étude des sols des dayas contribué à la connaissance des sols de « pays des dayas », peu connu jusqu'à maintenant.

En effet les sols des dayas résultant de l'interaction de plusieurs paramètres : géomorphologiques ; hydrologiques ; climatiques et anthropiques.

L'étude des sols des dayas dans la région de Laghouat, à porter principalement sur les caractéristiques physico-chimiques et biologiques du sol pour l'évaluation de leur qualité biologique et la détermination de l'effet de labour sur la biologie du sol.

Donc le premier enseignement suite à une simple description morphologique, fait apparaitre que dayet Grara El Hamra est stratifié en deux secteurs bien distincts de point de vue : situation (centre ; bordure), état de sol (labouré ; naturelle), végétation (présence ; absence) à savoir le premier secteur labouré situe au centre et le deuxième naturel (non labouré) situe à la bordure de daya.

A la lumière des résultats des analyses physiques, chimiques et biologiques nous pouvons avancés les conclusions suivantes :

- La texture de sol est sableuse pour les deux secteurs de daya.
- D'après l'humidité de sol on peut distinguer un type spécial des dayas qui s'appelle Grara qui présente une humidité plus faible (2,45% ≤H% ≤ 12,95) que les autres dayas, l'humidité présente avec un taux très élevé au niveau de secteur naturel par rapport à l'humidité de secteur labouré.
- Le sol de daya et pour les deux secteurs est alcalin (7,45 ≤pH ≤ 7,85).
- Les sols des dayas sont des sols excellents (non salin) (0,16≤ CE à 25 °C≤ 0,19).
- Le sol de notre daya est très riche en matière organique avec une moyenne de 7,94%, où le taux de matiere organique dans le secteur labouré est plus important que l'autre secteur (naturel).
- les sols des dayas sont très pauvres en azote allant de (0,009% ≤N total≤ 0,093%) avec une moyenne de 0,04%. Le taux d'azote est plus important (0,9%) au niveau de secteur naturel par rapport le secteur labouré (0,2%).
- Le taux de carbone est élevé avec une moyenne de 4,61%.
- Les sols de daya sont modérément calcaire (7,98≤Ca Co_3 ≤23,05).

- D'après nos résultats concernant le pedofaune, on peut remarquer que la diversité est plus importante dans le secteur labouré que dans le secteur naturel, avec la dominance de l'ordre Diptère dans le premier secteur et hyménoptère a la deuxième, cette différence est le résultat des effets de plusieurs paramètres :

  a) les paramètres physico-chimiques : texture- humidité- pH- conductivité électrique – Matière azote –carbone –matière organique et calcaire,
  b) biologique : flore et faune
  c) impact de labour sur état de sol et leur qualité.

D'après notre étude et synthèse de nos résultats on conclut que :

- La différence d'humidité, MO, C%, N% et $CaCo_3$; texture et structure et la diversité de pedofaune ainsi que la végétation entre les deux secteurs sous l'effet de labour de sol.
- La notion de qualité biologique des sols, est liée à la notion plus générale de qualité des sols dont la qualité de sol a été définie comme étant la résultante des propriétés physiques, chimiques et biologiques de sol.

Notre étude ne représente qu'un seul model de caractérisation des sols et comparaison entre deux secteurs de dayet Grara El Hamra parmi d'autres éparpillées dans le territoire du pays des dayas.

Cependant il est souhaitable de poursuivre et approfondir dans ces études futures, afin d'augmenté le nombre des répétitions d'échantillonnage ; pour mieux connaître ces écosystèmes car ils possèdent une grande complexité et une importante diversité qui dépasse généralement celle des autres milieux. Une telle connaissance permettra de les préserver contre toutes agressions, avec possibilité de transmettre ce patrimoine national aux générations futures.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

- Aidoud, A.1984. Contribution à l'étude des écosystèmes steppique des Sud Oranais. Thèse doctorat : 3éme cycle université Hourai Boumadiene Alger. 260 p.
- 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 : 3éme cycle, USTHB. Alger. 253 p.
- Alvarez, G., Aubert, C., Basson, A., Berry, D.2002. Activités biologiques et fertilité des sols : intérêts et limites des méthodes analytiques disponibles. « agronomie – systèmes de production » de l'ITAB, Paris (France), Octobre 2002.27p.
- Aubert, G.1978**.** *Méthodes d'analyses des sols.* Marseille : C.H.A.D.R. 188 p.
- Bachelier G., 1978. *La faune des sols : son écologie et son action*.400p
- Baiz et Girard. 1995. Guide pour la description des sols. COLL Techniques et pratiques. Paris: INRA. 456 p.
- Ben Djarba, N., Elaihar, I .2012 .Contribution à l'etude morpho-analytique et biologique des sols du foret de Senelba Chergui « Djelfa » et du foret de Djbel Mesaad « M'sila ». mémoire d'ingéniorat : Université Amar telidji de Laghouat.80p.
- Ben Naidja, M. 2014. Contribution à l'étude de l'impact des pratiques agricoles sur l'état biologique des sols des dayas dans la région de Laghouat. Mémoire d'ingénieurat : Université Amar Télidji de Laghouat. 67p.
- Ben Semaoune, Y. 2008. Les parcours sahariens dans la nouvelle dynamique spatiale : contribution à la mise en place d'un schéma d'aménagement et de gestion de l'espace (S.A.G.E.) - cas de la région de Ghardaïa. Thèse magister : Univ. Ouargla. 81p.
- Benbrahim, F. 2006. Evolution de la durabilité de la céréaliculture sous pivot par l'étude de la salinisation du sol dans la région d'Ouargla (Cas de Hassi Ben Abdellah).Thèse de Magister : Université Kasdi Merbah de Ouargla. 111 p.
- Berbault, R. 2003. *Ecologie générale structure et fonctionnement de la biosphère*. Paris : Dunod. 325 p.
- C.D.F, 2014. Conservation des forets Laghouat : Rapport annuel .5p.
- C.D.F. 2008. Inventaires des espèces floristiques. Laghouat. 5p.
- C.D.F. 2009. La répartition de la faune sauvage. Laghouat. 2p.
- Chaussod, R.1996. *La qualité biologique des sols* : *Evaluation et implications*, p 261-278.

- Chehma, A. 2005. Etude floristique et nutritive des parcours camelins du Sahara septentrional Algérien (Cas des régions d'Ouargla et Ghardaïa). Thèse Doctorat : université Badji Mokhtar (Annaba). 178 p.
- Clement, M. et Pieltain, F. 1998. *Analyse physique des sols*. Paris : technique et documentation. 320p.
- Daoudi A., Benterki N. et Terranti S., 2010. La lutte contre la désertification des parcours steppiques : l'approche de développement agro-pastoral intégré, ISDA 2010, France, 11 p.
- D.S.A, 2014. Schéma directeur de la wilaya. Laghouat. 108 p.
- D.S.A. 2010. Monographie/ 2010 : secteur Agriculture. Laghouat. 36p.
- D.S.A. 2014. Etat des lieux de la situation actuelle de la wilaya de Laghouat. 24p.
- Dajoz, R.2006. *Précis d'écologie* .8éme édition. Paris : DUNOD. 631p.
- DPAT. 2010. Présentation de la Wilaya de Laghouat. Monographie DPAT. p. 15-20.
- Duchaufour, PH. 1977. Pédologie, Pédogenèse et classification. Tome I, edition: Masson, Paris, 477p.
- Eglin, T., Blanchart E., Berthelin, J., de Cara S., Grolleau,G., Lavelle, P., Richaume-Jolion ,A.,Bardy M., Bispo ,A. Octobre 2010. *La vie cachée des sols*, MEEDDM, 10p.
- Emberger, A. 1955. Une classification biogéographie des climats. .*Travaille Laboratoire : Bot., Géol. Et Zool. Fac. Sc n°3*, Vol. 7, Montpellier. 43p.
- Faurie, C., Ferra, CH., Medori P. *et al.* 2003. *Ecologie approche scientifique et pratique*. 5éme éditions. Paris : Lavoisier. 407 p.
- Gardi, R. 1973. *Sahara*. 3éme édition. Paris: Kummerly et Frey. P. 49-51.
- Ghrieb, A. 2011. L'acquisition de la salinité des eaux souterraines en zone semi-aride. Cas
- Gobat J, *et al*. 2003. *Le sol vivant : base de pédologie et biologie du sol*. Edition collection gérer l'environnement .P 362 -390p.
- Gobat J, *et al*.1998. *Le sol : propriétés et fonctions* (*Tome I : constitution et structure phénomènes aux interfaces.* Edition France Agricole.462p.
- Gobat, JM. 2003. *Le sol vivant bases de pédologie*. 2éme édition. 415p.
- Gounot, M. 1969. *Méthodes d'étude quantitative de la végétation*. Paris : Masson et Cie. 314p.
- Graa, S. 2010. Contribution à l'étude de dégradation de quelque parcours steppique de la région de la Laghouat. Mémoire d'ingénieur : Université Amar Télidji de Laghouat. p. 20-23.
- Guinet, P. 1954. *Carte de la végétation de l'Algérie feuille de Beni Abbes*. Maroc. p. 175-

- Guy, A. 1978. Méthode d'analyse des sols. France : Centre National de documentation pédologique de Marseille. 189 p.
- Halitim, A. 1998**.** *Les sols des régions arides d'Algérie*. Alger : OPU. 384p.
- Hammouda, R. 2009. Contribution à élaboration d'un modèle de gestion durable d'un parcours steppique dans commune de Hadj Mechri wilaya de Laghouat. Thèse de Magister : Université Boumadiene. Alger. 124p.
- HCDS, 2010. LES POTENTIALITES AGRO-PASTORALES DE LA STEPPE ALGERIENNE Requêtes cartographiques, Analyse et interprétation d'informations géographiques sur la carte d'occupation des terres et de l'état des parcours. 161 p.
- Kadi-Hanifi, H. 1990. *Etude phytoécologique des formation à Alfa dans le Sud Oranaise*. Biocénoses 5(1.2). p. 37-68.
- Khadraoui, A. 2004. *Eaux et sols en Algérie (Gestion et impact sur l'environnement).* Ouargla : Houma, Algérie. 393 p.
- Lacoste, A. et Salanon, R. 2006**.***Eléments de biogéographie et d'écologie*. Paris : Nathan. 300 p.
- Lambert, J. 1975. *Analyse de laboratoire pour les sols et végétaux*. INA. p. 18-80.
- Latreche, A., Othmani, R .2012.contribution à la caractérisation morpho-analytiques des sols du quelque dayas dans la région de Laghouat. Mémoire d'ingéniorat : Université de Laghouat.76p.
- Le Floc'h, E. 2008. Guide méthodologique pour l'étude et le suivi de la flore et de la végétation analogue d'Afrique, de Lybie et de Maroc. INRA, vol. 5, n.42. Tunis. 624p.
- Le Floc'h, E. 2008**.** Guide méthodologique pour l'étude et le suivi de la flore et de la végétation. *Collection Roselt/OSS, C.T N° 1*, Tunis. 175p.
- Le Houerou, H.N. 1995. Considérations biogéographiques sur les steppes arides du Nord de l'Afrique. *Sécheresse*, n. 2, vol. 6. p. 167-82.
- Le lubre, M. 1952. *Conditions structurales et formes de relief dans le Sahara*. Tome VIII. Alger: Inst. Rech. Saha- Alger. p. 189-190.
- Melzi, S. 1990. *Evaluation du processus de la désertification dans une région présaharienne du Sud Algérois*. Biocénoses 5(1.2). p. 85-102.
- 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.
- Monjauze, A. 1982. Le pays des dayas et *Pistacia atlantica* Desf. Dans Sahara Algérien. *Biologie de forêt (Revue forestière française),* NANCY CEDEX. 291 p.
- Monod, T. 1992. ''De désert''. *Sècheresse n° 1*, vol. 3, p. 7-24.

- Nedjraoui, D. 2003.*Evolution des ressources pastorales des régions steppiques algériennes et définition des indicateurs de dégradation. Options Méditerranéennes*. p. 239-243.
- O.N.M, 2014. Office Nationale de Météorologie. Wilaya de Laghouat.10p.
- Ozenda, P. 1954. Observation sur la végétation d'une région semi-aride, les hauts plateaux du sud algérois. p. 189-224.
- Ozenda, P. 1982. *Les végétaux dans la biosphère*. Paris : Dion. 431p.
- Ozenda, P. 1991**.** *La flore et végétation de Sahara*. Paris : CNRS. 662p.
- 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.

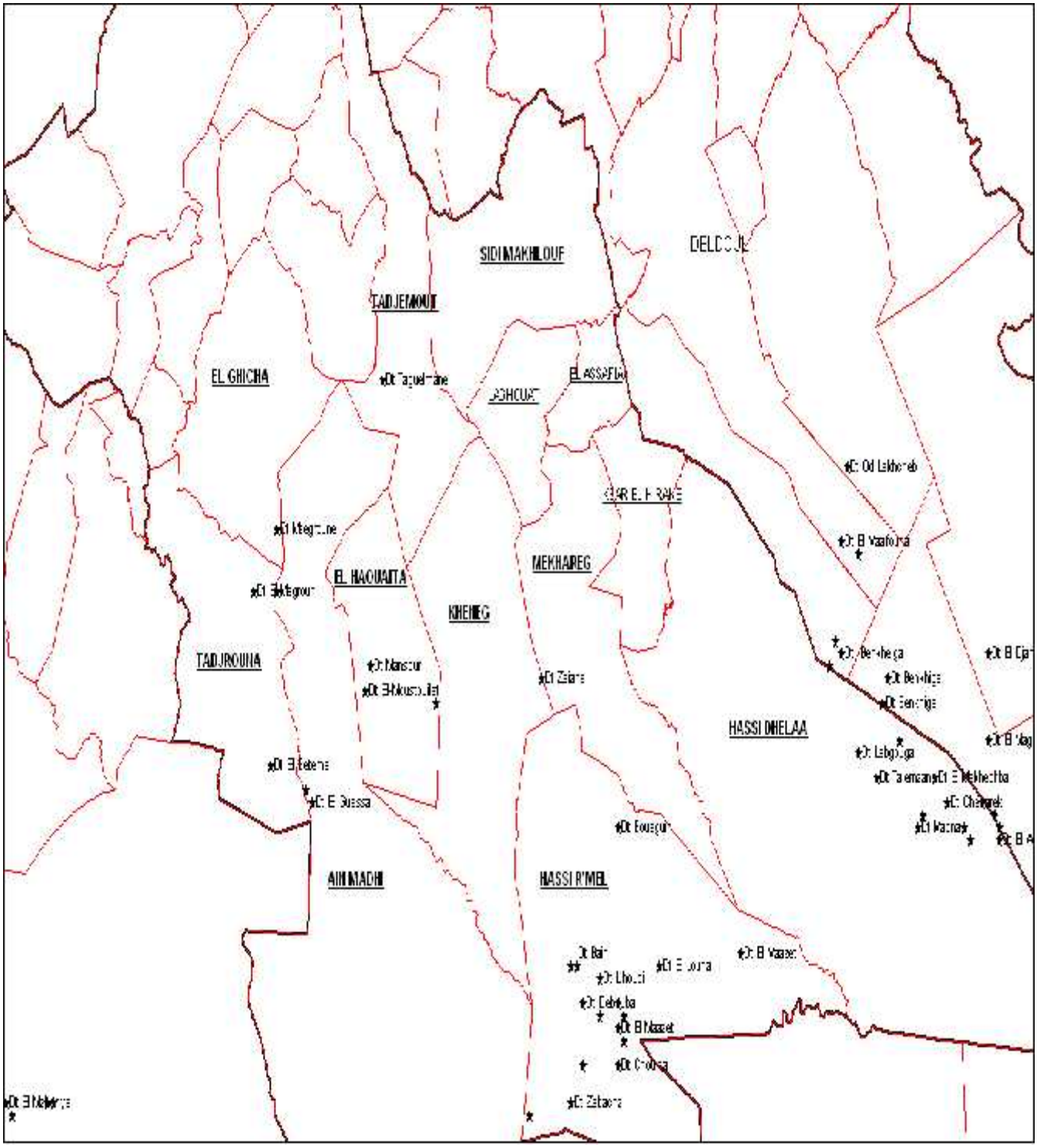
- Pouget, M. 1977. *Cartographie des zones arides: géomorphologie, pédologie, groupements végétaux et aptitudes du milieu à la mise en valeur. Echelle 1/100.000. Région de Messaad-Ain el Ibel (Algérie*). Paris : Notice ORSTOM n°67. 89 p.

- Pouget, M. 1980. *Les relations sol-végétation dans la steppe sud-algéroises*. Paris ORSTOM. 569 p.
- Pouget, M. 1992. Les relations sol-végétation dans les steppes sud-algéroises. Thèse doctorat : Université D'Aix-Marseille. 3éme édition. Paris : O.R.S.T.O.M. 289 p.
- Prévost, P. 1999. *Les bases de l'agriculture*. Paris : Technique et documentation. 243 p.
- Quézel, P. et Santa. 1954. Contribution à l'Afrique du Nord. *IV- contribution à la flore du Hoggar. Bulletin de société d'histoire Naturelle de l'Afrique du Nord*. Vol. 44. p. 55-67.
- Ramade, F. 1984. *Eléments d'écologique. (Ecologie fondamentale)*. Paris: Mc Graw-Hill. 379p.
- Ramade, F.2003. *Eléments d'écologique. (Ecologie fondamentale)*. Paris: DUNOD. 690p.
- Rossier, N. 2013.*Analyse biologique .IAG, Mai 2013, p10.*
- Safou, R. 2010. Le plateau des dayas à Bétoum [en ligne]. [Consulté en mars 2014]. **http://chaouki-li-qacentina.blog4ever.com/blog/lire-article-271927-2005673-le_plateau_des_dayas_betoum.html**
- Safou, R. 2011. Le pistachier de l'Atlas (20802/2011) [en ligne]. [Consulté en mai 2012]. **http://chaouki-li-qacentina.blog4ever.com/blog/lire-article-271927-2155404-le_pistachier_de_l_atlas__20802_2011_.html**
- Seltzer, P. 1946. *Le climat de l'Algérie*. Alger : I.M.P.G. 219p.
- Skouri, M. 1984. Lutte contre la désertification et developpement en zones pré-sahriennes, Nature et ressources, vol XX, 94 p.

- Soltner D, 2003. *Les bases de la production végétales : le sol et son amélioration*.23éd. Saint Germin : Sun-Toie.458p.
- Stewart, P. 1969. Quotient pluviométrique et dégradation de la biosphère. Bull.Soc.Hist.Nat.Afr.du Nord. Alger. P. 14-59.
- Taibi, A-N. 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.
- Taïbi, A-N., Kemmouche, A et Parrot, J-F. 1999. Détermination des dynamiques D'évolution morphologique et végétale combinées des ((dayas)) du piémont sud de I'AtIas saharien. Sécheresse, 10 mas 1999, vol. 10, n. 1, p. 63-67.
- Toutain, G. 1977. *Eléments d'agronomie Sahariennes*. Marrakech: INRA. p. 40.
- Veyert, Y. 2004. *Géo- environnement.* France : Armand Colin. 185 p.

ANNEXE

1. Annexe 1



Source : D.S.A, 2014.

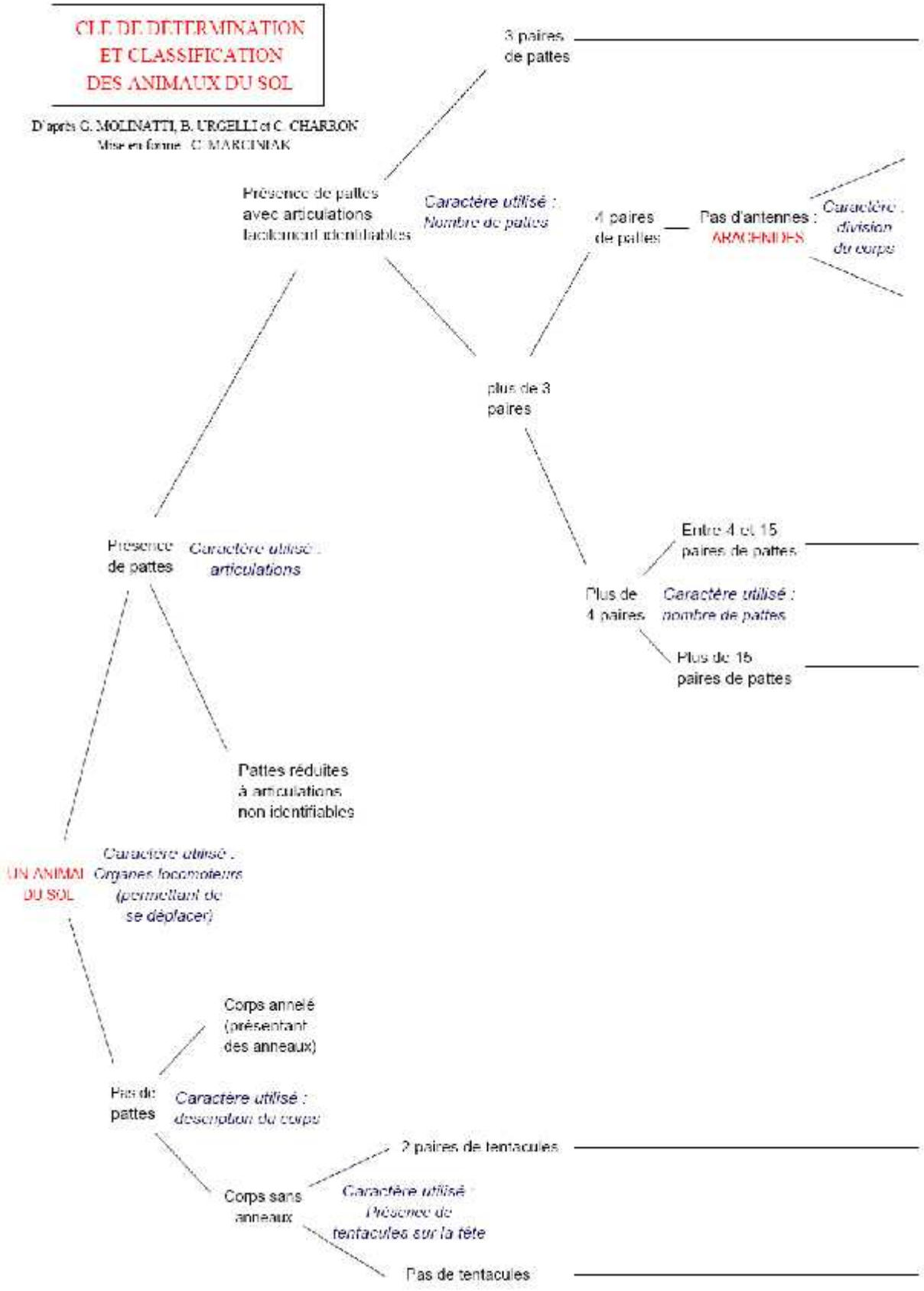
Figure 1. La distribution géographique des dayas dans la région de Laghouat.

Tableau 1. Liste des noms et coordonnées géographiques des dayas prospectées par voie aérienne et terrestre à travers le territoire de la wilaya de Laghouat.

Douiet Benouahzene	32° 19’	02° 21’	Dt El Magroun	33° 37’	02° 11’
Douiet El Ghozlane	32° 27’	02° 18’	Dt El Mahchya	32° 56’	01° 25’
D^t Benkheiga	33° 32’	03° 47’	Dt El Mahchya	32° 56’	01° 33’
D^t Aicha	33° 21’	04° 23’	Dt El Mahfoura	32° 34’	02° 19’
D^t Amoura	32° 48’	03° 08’	Dt El Mahfoura	33° 40’	03° 50’
D^t Bair	33° 07’	03° 01’	Dt El Makhoukhia	32° 56’	01° 32’
D^t Bair	33° 07’	03° 02’	Dt El Mekhechba	33° 22’	04° 03’
D^t Benfeialah	32° 44’	04° 36’	Dt El Oung	32° 55’	01° 13’
D^t Benkhiga	33° 28’	03° 54’	Dt El-Moustouilat	33° 29’	02° 26’
D^t Benkhiga	33° 30’	03° 55’	Dt Lakhdam	32° 47’	03° 18’
D^t Benkhiga	33° 31’	03° 45’	Dt Lebgouga	33° 24’	03° 50’
D^t Benkhiga	33° 33’	03° 46’	Dt Lemhari	33° 12’	04° 24’
D^t Bouaguir	33° 18’	03° 09’	Dt Lihoudi	33° 06’	03° 06
D^t Boudjeneb	32° 52’	02° 51’	Dt Maadhra	33° 19’	04° 01’
D^t Boudjeneb	32° 52’	02° 51’	Dt Madna	33° 18’	04° 00’
D^t Chebarek	33° 20’	04° 05’	Dt Madna	33° 18’	04° 08’
D^t Chebrag	33° 09’	04° 27’	Dt Mansour	33° 31’	02° 27’
D^t Chebreg	33° 11’	04° 25’	Dt Mazer	33° 20’	04° 11’
Dt Chouiha	32° 59’	03° 09’	Dt Mzegroune	33° 42’	02° 11’
D^t Chouiha	32° 59’	03° 03’	Dt Od Lakhcheb	33° 47’	03° 48’
D^t Debouba	33° 04’	03° 03’	Dt Othmane	32° 52’	03° 17’
D^t El Abbès	33° 17’	04° 14’	Dt Othmane	32° 51’	03° 18’
D^t El Abbès	33° 18’	04° 14’	Dt Ouargla	33° 06’	04° 26’
D^t El Abbès	33° 19’	04° 13’	Dt Ouargla	33° 06’	04° 27’
D^t El Anz	32° 42’	01° 31’	Dt Oum Djedoud	33° 01’	00° 56’
D^t El Anz	32° 55’	01° 26’	Dt Oum Djedoud	33° 03’	01° 11’
D^t El Anz	33° 01’	01° 18’	Dt Rous Lemrakh	33° 10’	05° 04’
D^t El Betema	33° 23’	02° 10’	Dt Saifi	33° 25’	03° 57’
D^t El Djahcha	33° 17’	04° 09’	Dt Sidi Belgacem	32° 37’	03° 14’
D^t El Djahrine	33° 32’	04° 12’	Dt Soltane	32° 55’	00° 32’
D^t El Guessa	33° 20’	02° 17’	Dt Taguelmane	33° 54’	02° 29’
D^t El Guessa	33° 21’	02° 16’	Dt Talemzane	33° 22’	03° 53’
D^t El Khechbi	33° 09’	04° 54’	Dt Tarfa	32° 11’	02° 56’
D^t El Louha	33° 07’	03° 16’	Dt Tiketbine	33° 02’	04° 25’
D^t El Maafouna	33° 41’	03° 47’	Dt Tiketbine	33° 04’	04° 25’
D^t El Maazet	33° 03’	03° 10’	Dt Tiketbine	33° 04’	04° 26’
D^t El Maazet	33° 08’	03° 30’	Dt Tiketbine	33° 05’	04° 25’
D^t El Maazet	33° 04’	03° 09’	Dt Tinsafine	33° 28’	02° 38’
D^t El Maazet	33° 02’	03° 09’	Dt Zaiana	33° 30’	02° 56’
D^t El Maazet	33° 01’	03° 10’	Dt Zebacha	32° 56’	03° 01’
D^t El Magrou	33° 25’	04° 12’	Dt Zebbacha	32° 55’	02° 54’
D^t El Magroun	33° 37’	02° 07’	Dt Zeghaba	33° 03’	03° 06’
D^t El Magroun	33° 37’	02° 11’	Dt Zehcha	33° 17’	04° 09’

Source : D.S.A, 2012

2. Annexe 2



Suite.

1 paire d'antennes : INSECTES
Plus d'un million d'espèces. Dans le sol on trouve par exemple :
- adultes d'environ 1 mm : Collemboles
- larves de l'enneton (communément appelées "Vers blancs")

Corps sans division nette

ACARIENS : Plusieurs milliers d'espèces. 200 000 indiv par m2, parasites (se nourrissant aux dépens d'un autre être vivant), prédateurs ou se nourrissant de débris. Ils jouent un rôle très important dans la transformation de la litière.

Corps divisé en 2 parties

Caractère utilisé : division de l'abdomen

Abdomen divisé en 2 parties

Présence d'un aiguillon venimeux recourbé à l'extrémité de l'abdomen ; "pattes" situées autour de la bouche avec pinces : SCORPIONS

Abdomen non divisé en 2 parties

Caractère utilisé : Présence de pinces

Animal avec pinces

PSEUDOSCORPIONS
2000 espèces, se nourrissent de Collemboles et d'Acariens

Animal sans pinces

ARAIGNÉES
35 000 espèces, se nourrissent d'autres animaux (zoophages)

2 paires d'antennes, corps aplati : CRUSTACÉS ISOPODES
5 000 espèces. Ils se nourrissent de feuilles mortes, de détritus, de plantes et d'excréments d'autres animaux.
Ex : Cloporte

1 paire d'antennes : MYRIAPODES
Ils se nourrissent de débris, ou d'animaux ou de végétaux.
Ex : Lithobie

PARARTHROPODES TARDIGRADES
300 espèces environ, 10 000 à 20 000 par m2, se nourrissent de végétaux et d'animaux.

Pas d'antennes, lèvres autour de la bouche (pas de pièces dures permettant de manger), pas d'orifice respiratoire visible :
ANNÉLIDES à peu de soies
Ils aiment l'humidité, ils entraînent les débris végétaux en profondeur. Ex : Lombric (ver de terre)

MOLLUSQUES GASTÉROPODES
50 000 espèces différentes, se nourrissent de végétaux.
Ex : Escargot

NEMATODES
150 000 à 20 millions par m2
Parasites des racines ; se nourrissent également de débris ou attrapent des proies.

Figure 2. Clé de détermination et classification des animaux de sol.

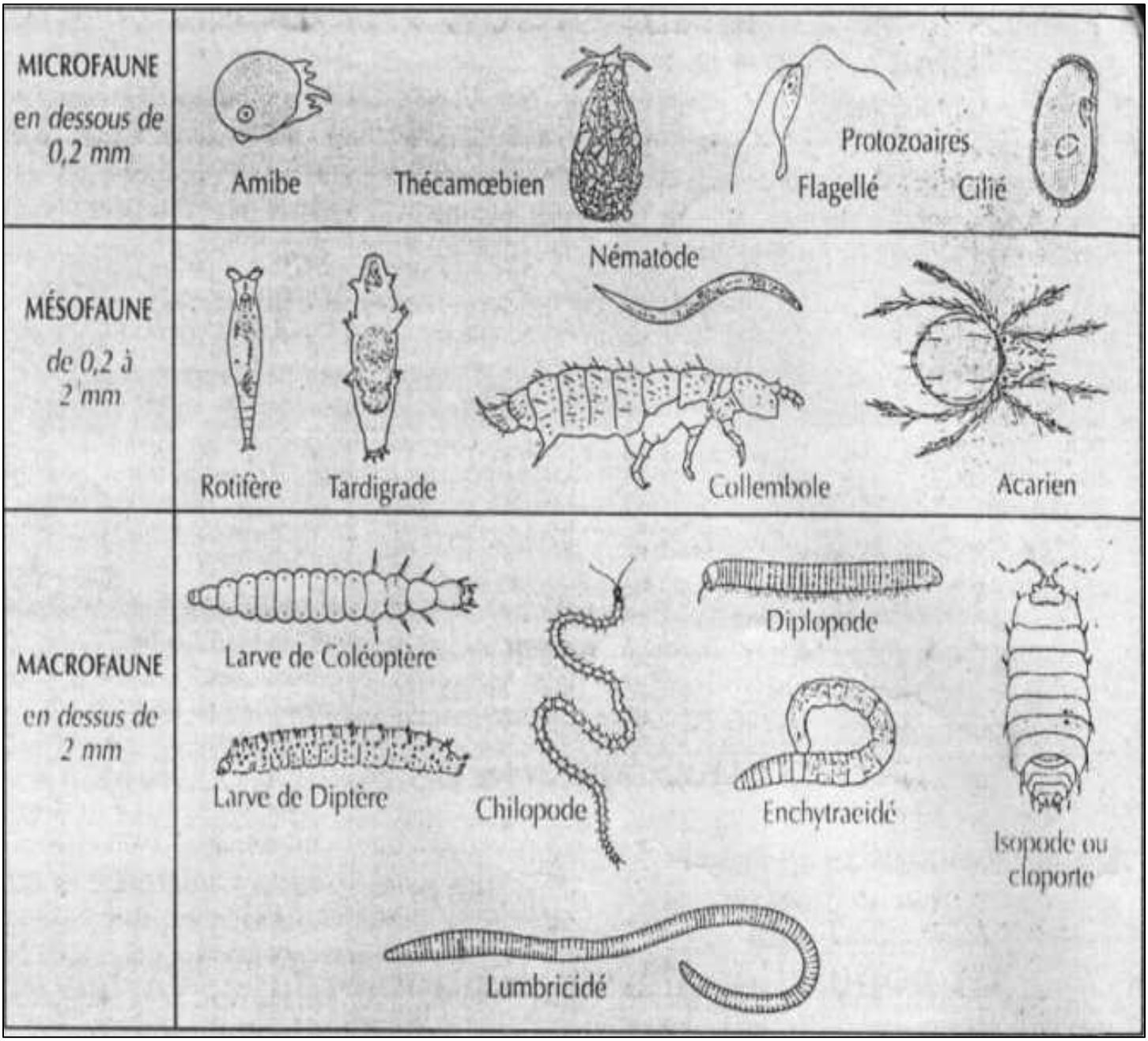


Figure 3. Classification de pedofaune d'après la taille des espèces.

3. Annexe 3

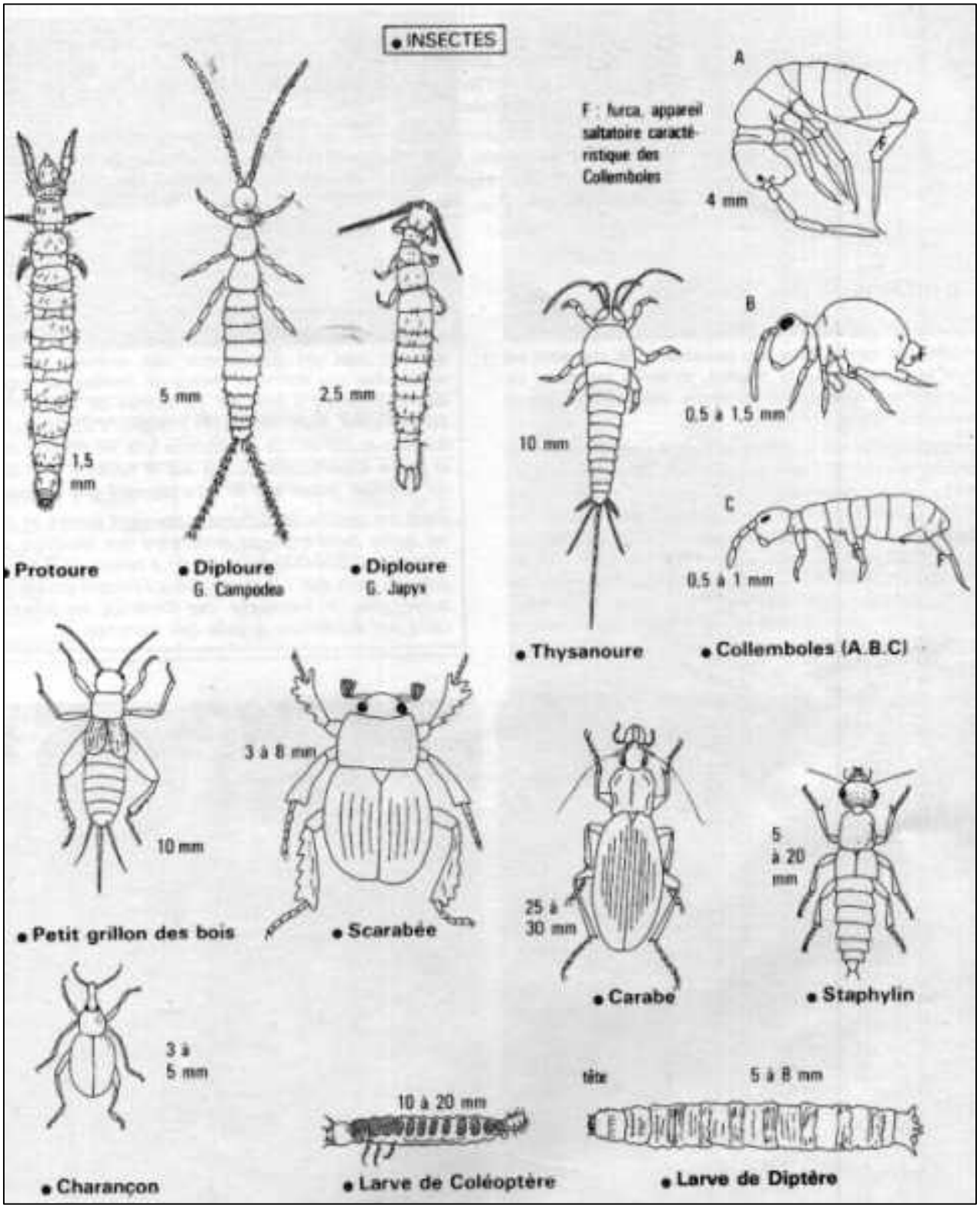
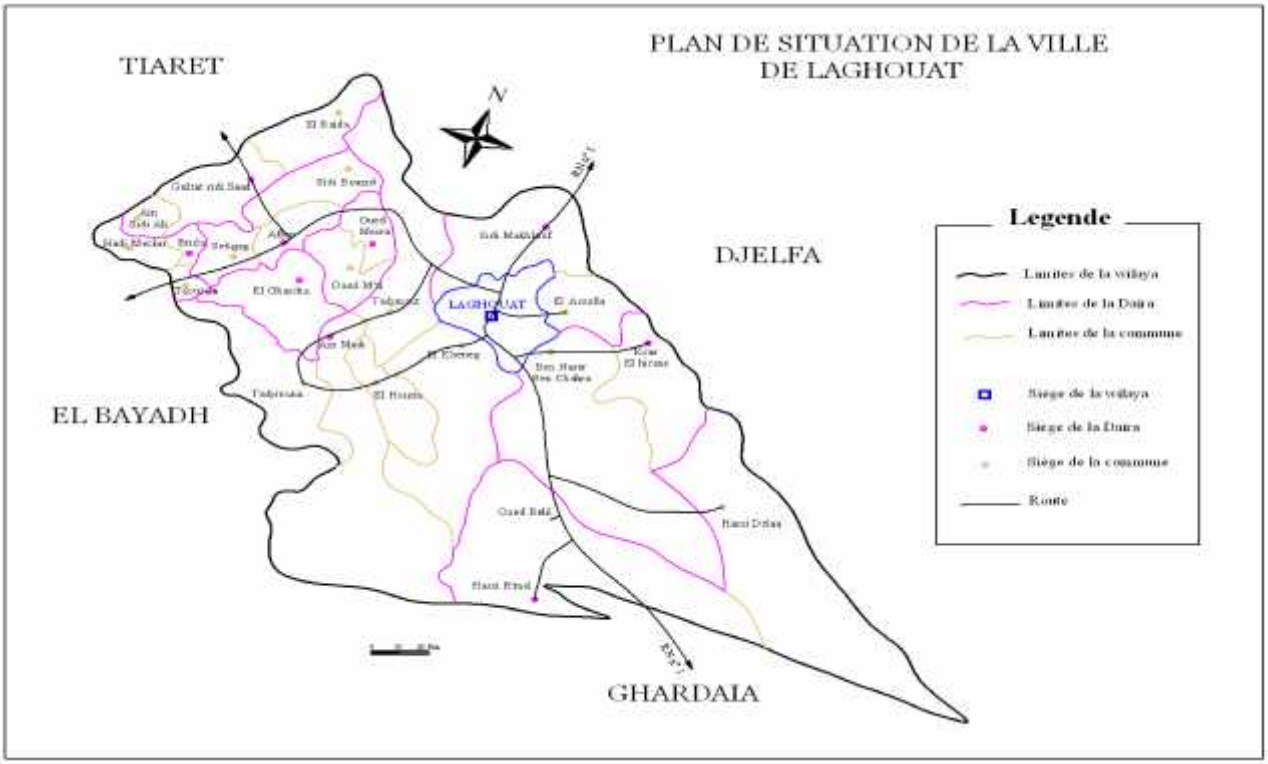


Figure 4. Les insectes de sol.

4. Annexe 4



Source : D.S.A, 2014.

Figure 5.Les limites géographiques de wilaya de Laghouat sur le plan administratif.

Tableau 2. Plan administratif de la wilaya de Laghouat.

DAIRAS	COMMUNE
LAGHOUAT	Laghouat
K'SAR EL HIRANE	Ksar el hirane – Ben Naser Ben Chohra
HASSI R'MEL	Hassi R'mel – hassi Delaà
AIN MADHI	Ain Madhi – Tadjmout – khneg – Elhouita – Tadjrouna
AFLOU	Aflou – Sidi Bouzid – Sebgag
OUED MORRA	Oued Morra – Oued M'zi
GUELTASIDI SAAD	Gueltat Sidi Saad – Beidha – Ain Sidi Ali
BRIDA	Brida – Taouiala – Hadj Mechri
SIDI MAKHLOUF	Sidi Makhlouf – El Assafia
EL GHAICHA	El ghaicha

Source : D.S.A, 2014.

5. Annexe 5

Figure 6. Détermination de l'humidité par étuve à 105°C.

Figure 7. Mesure de pH $_{eau}$ par pH-mètre.

Figure 8.Mesure de conductivité électrique (CE).

Tableau 3. Classification des sols suivant leur pH.

pH_{eau}	***Nature du sol***
6,75 <pH ≤7,25	Neutre
7,25 <pH ≤ 8,5	Alcalin
>8,5	Très alcalin

Source : Aubert, 1978.

Tableau 4. Classification des sols suivant leur teneur en sel.

CE (mmhos/cm a 25°C)	**Nature d sol**
<0,25	Excellente (non salin)
0,25 à 0,75	Faible salinité
0,75 à 2,25	Forte salinité
>à 2,25	Très forte salinité

Source : Lambert, 1975.

6. Annexe 6

Figure 9. Détermination de la teneur en matière organique par calcination.

Tableau 5. Classification des sols suivant leur teneur en matière organique.

MO%	Nature du sol
< 0,5%	Très pauvre en MO
0,5 à 1,5 %	Pauvre en MO
1,5 à 2,5 %	Moyennement pourvu en MO
2,5 à 6 %	Riche en MO
6 à 15 %	Très riche en MO

Source : Belkeiri, 2000.

Figure 10. La détermination de la matière azotée par le dosage de l'azote totale, selon méthode de Kjeldhal.

Tableau 6. Classification des sols suivant leur teneur en matière azote.

Azote (%) **KJELDAHL**	**Nature du sol**
< 0.05	Très pauvre
0.05- 0.1	Pauvre
0.1- 0.15	Moyen
0.15- 0.25	Riche
> 0.25	Très riche

7. Annexe 7

Figure 11 : appareil de bèrlese.

Figure 12 .L'emplacement de relevé linéaire.

8. Annexe 8

Tableau 7. Analyse Granulometrique des sols de dayet Grara El Hamra.

Granulométrie (%)		
S	**L**	**A**
98	**2**	**0**
92	**8**	**0**

9. Annexe 9

Tableau 8. Tableau représentatif de la liste des espèces récoltées dans Dayet Grara El Hamra.

Classe	**Ordre**	**Famille**	**Espèce**	**Partie travaillée de daya (centre)**	**Partie non travaillée de daya (bordure)**
				Nombre d'espèces	**Nombre d'espèces**
Insecta	Coleoptera	Cryptophagidae	*Cryptophagus sp.*	1	0
	Isoptera	-	*Isoptera ind.*	1	0
	Hymenoptera	Formicidae	*Pheidole sp.*	0	1
		Aphelinidae	*Aphelinidae sp.*	1	1
	Diptera	Mecytophelidae	*Mecytophelidae sp.*	2	0
		Ceratopogonidae	*Ceratopogonidae sp.*	3	1
		Simuliidae	*Simuliidae sp.*	2	0
	Homoptera	Aphidae	*Aphidae sp.*	0	1
		Jassidae	*Issus sp.*	1	0
	Heteroptera	-	*Heteroptera ind.*	1	0
Arachnida	Oribatida	-	*Oribatida ind.*	2	1
	Pseudo-scorpion	-	*Pseudo-scorpion ind.*	1	0

10. Annexe 10

Les principaux ordre et espèces récoltées dans Dayet Grara El Hamra (Photo originale, 2014).

1. Classe des insectes

1.1. Ordre Coleoptera

Cryptophagus sp.

1.2. Ordre Isoptera

Isoptera ind.

1.3. Hymenoptera

Aphelinidae sp.

Pheidole sp.

1.4. Diptera

Mecytophelidae sp.

Ceratopogonidae sp

Simuliidae sp.

1.5. Homoptera

Aphidae sp.

Issus sp.

1.6. Heteroptera

Heteroptera ind

2. Classe des Arachnide

Oribatida ind.

Pseudo-scorpion ind.

INTRODUCTION

PARTIE I :

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

PARTIE II :

MATERIEL ET METHODES

PARTIE III :

RESULTATS ET DISCUSSION

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

CONCLUSION

ANNEXES