الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique
جامعة شاذلي بن جديد-الطارف
Université Chadli Bendjedid - El Tarf
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE

Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de Master

Option : « Toxicologie Industrielle et Environnementale »

THEME

CONTRIBUTION A L'ETUDE DE LA DIVERSITE DE LA FAUNE DU SOL D'AIN KHIAR (NORD-EST ALGERIEN)

Par : **Kissoum Samah**

Devant le jury :

Présidente : Haou .S	**MCA**	**Université Chadli Bendjedid-El Tarf**
Examinatrice : Saidi. H	**MCB**	**Université Chadli Ben Djedid-El Tarf**
Promotrice : Rizi. H	**MCB**	**Université Chadli Ben Djedid-El Tarf**

Année Universitaire : 2019- 2020

Remerciements

Avant tout je remercier ***ALLAH*** *le tout puissant pour la volonté, la force et la patience qu'il ma donné d'accomplir ce Modeste travail.*

Je tiens à remercier ma directrice de thèse Mme ***Rizi Hadia****, pour ses orientations, ses précieux conseils, son aide, sa constante disponibilité tout le long des années d'étude et aussi d'avoir suivie et dirigé ce travail avec patience c'était une maman pour moi, alors je profite de ces lignes pour la remercie.*

Nous remercions chaleureusement les membres de jury d'avoir bien voulu accepter de juger ce Mémoire

Mme ***Haou Sihem*** *qui nous a fait l'honneur de présider le jury*

Mme ***Saidi Hassina*** *qui a bien voulu examiner notre travail*

Mes vifs remerciement à tous mes enseignants de m'avoir permet d'aboutir à ce stade de connaissance durant mon parcours d'étude, à vous tous mes respects.

Je souhaite adresser tout mes remerciements à Dr Kardi S pour son précieux soutien, ses encouragements, quelle trouve ici l'expression de ma profonde reconnaissance.

Je voudrais finalement remercier ma famille et toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Samah

Dédicace

Je voudrai remercier le bon dieu pour son aide, sa clémence et sa bénédiction, merci d'avoir rendu ma vie réjouissante et significative.

Tout d'abord je rends un grand hommage à la mémoire de mes parents :

A mon père *qui n'a pas eu la chance de voir sa fille terminer ses études, je conserve un souvenir indélébile d'un père fervent défenseur de l'éducation et de la science, et d'un père aimant je sais que de la haut il doit être fière de moi je prie dieu le tout puissant de l'accepter dans son vaste paradis.*

A ma très chère et adorable mère *: qui m'a quitté à jamais. Celle qui m'a donnée la vie, c'était pour moi la femme exemplaire, combattante, symbole de la beauté par excellence, la source de tendresse et d'amour, de dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier pour moi* ***« Tu est et tu resteras toujours gravé dans mon cœur »*** *Aucune dédicace ne saurait être éloquente pour exprimer ce que tu mérites pour tous les sacrifices dont tu n'as cessé de me donner depuis ma naissance. Qu'Allah t'accorde El Ferdows.*

Que Dieu ait pitié de leurs âmes. Vous me manquez trop !

- A mes chers et adorables sœurs et frères

A mes chers petits neveux et nièces

- A ma deuxième famille qui m'a embrassé après la mort de mes parents

- A toute ma famille "grands et petits"

A tous mes amis (es) qui de près ou de loin ont participé à la réalisation de ce travail et que je ne pourrais hélas, pas tous les citer.

A toutes mes camarades de la promotion de Master 2 2019-2020 « Toxicologie Industrielle et Environnementale », on leurs souhaitant la réussite.

A tout les personnes que j'aime et qui m'aiment.

Samah

Liste des Figures

N °de Figure	Titre des Figures	page
Figure 01	Exemple des différents horizons du sol	6
Figure 02	Un protozoaire	11
Figure 03	Un nématode microscopique	12
Figure 04	Situation géographique du Parc National d'El Kala	24
Figure 05	Localisation de la foret d'Ain Khiar	31
Figure 06	Localisation des points de prélèvement au niveau d'Ain khiar	32
Figure 07	Distribution des pourcentages de différents groupes de la pédofaune d'Ain Khair (2018-2019)	42
Figure 08	distribution des pourcentages de différents groupes de la pédofaune de la subéraie de Ain khiar (2019-2020)	43
Figure 09	Variation de la richesse spécifique dans la litière et les horizons de d'Ain Khair	44
Figure 10	Variation de la densité entre les deux années d'étude	45
Figure 11	Variation de la densité dans la litière et les horizons entre les deux années	45
Figure 12	Variation de la dominance au niveau de la forêt Ain Khair	46
Figure 13	Variation temporelle de la dominance de la pédofaune entre les deux années d'étude	47
Figure 14	Variation de la dominance dans la litière et les horizons entre les deux années d'étude	48
Figure 15	Diversité et Equitabilité de la litière et les horizons entre les deux années	49

Figure 16	Résultat de l'AFC : (a) plan F1*F2 de l'AFC mois, (b) plan F1*F2 de l'AFC taxons, (c) histogramme des taux de variation	50
Figure 17	Résultat de l'AFC : (a) plan F1*F2 de l'AFC mois, (b) plan F1*F2 de l'AFC taxons, (c) histogramme des taux de variation	52
Figure 18	Résultat de l'AFC : (a) plan F1*F2 de l'AFC mois, (b) plan F1*F2 de l'AFC taxons, (c) histogramme des taux de variation	54
Figure 19	Résultat de l'AFC : (a) plan F1*F2 de l'AFC mois, (b) plan F1*F2 de l'AFC taxons, (c) histogramme des taux de variation	56

Liste des cartes

N °de Carte	**Titre des Cartes**	**page**
Carte 1	Localisation du PNEK dans la Wilaya d'El Tarf (Source DGF, 2012)	23

Liste des tableaux

N° de Tableau	Titre des tableaux	page
Tableau 1	Caractéristique principales des trois types d'humus **(d'après Ponpe)**	7
Tableau 2	Classification de la pédofaune en fonction de la taille	10
Tableau 3	La richesse floristique du PNEK. Plan de gestion-PNEK	29
Tableau 4	Liste systématique globale des différents taxons	41

Liste des Photos

N °de Photo	**Titre des Photos**	**Page**
Photo 01	Forêt d'Ain khiar	31
Photo 02	Méthode de prélèvement de différents horizons du sol utilisés sur le terrain	33
Photo 03	Matériel utilisés au laboratoire	35
Photo 04	Méthode utilisés au laboratoire	36
Photo 05	Guide d'identification	37

RESUME

Notre étude effectuée sur la faune du sol provenant de la région du Nord –est Algérien au niveau du Parc National d'El Kala concernant la forêt de Ain khiar a fait l'objet de la mise en évidence de leurs compositions et les différents groupes qui les composent.

Les résultats obtenu après un effort d'échantillonnage de cinq sorties mensuelles (Mars, Avril, Mai) et de cinq prélèvements dans les deux horizons du sol (la litière et l'horizon) ont montré que le peuplement de la pedofaune au niveau des différents horizons du sol d'Ain Khia qui renferme plusieurs groupes représentés par 24 Ordres la première année 2018-2019 et 22 Ordres pour l'année 2019-2020.

Dans notre étude les Aptérygotes et les Annélides sont les deux groupes représentés en majeure partie dans les deux régions suivie par les Ptérygotes.

Mots clés : Horizons, peuplement, composition, diversité, Ain-khiar, faune du sol.

ABSTRACT

Our study carried out on the soil fauna coming from the North-East Algerian region at the level of the National Park of El Kala concerning the forest of Ain Khiar was the object of the highlighting of their compositions and the different groups which compose them.

The results obtained after a sampling effort of five monthly outings (March, April, May) and five samples from the two soil horizons (the litter and the horizon) showed that the population of the pedofauna at the level of the different horizons of the Ain Khiar which contains several groups represented by 24 Orders for the year 2019-2020.

In our study the Aterygotes and the Annelids are the two groups represented for the two regions followed by the Pterygotes.

Keywords: Horizons, population, composition, diversity, Ain-Khiar, soil fauna.

ملخص

دراستنا التي تم إجراؤها على تربة الحيوانات القادمة من منطقة شمال شرق الجزائر على مستوى المنتزه الوطني بالقلعة بخصوص غابة عين خير كانت هدفا لتسليط الضوء على تركيباتها والمجموعات المختلفة التي يؤلف لهم.

النتائج التي تم الحصول عليها بعد جهد أخذ العينات من خمس نزهات شهرية (مارس ، أبريل ، مايو) وخمس عينات من أفقى التربة (القمامة والأفق) أظهرت أن تجمعات الحيوانات البدائية على مستوى مختلف آفاق تربة عين خيار التي تحتوي على عدة مجموعات ممثلة بـ 24 أمرًا للعام الأول 2018-2019 و 22 أمرًا لعام 2019-2020.

هما المجموعتان اللتان تم تمثيلهما في معظم الأحيان في المنطقتين تليهما Annelids و Aterygotesفي دراستنا ، فإن الظفرة.

الكلمات المفتاحية: الآفاق ، السكان ، التكوين ، التنوع ، عين الخيار ، التربة الحيوانية.

SOMMAIRE

Résume

Abstract

الملخص

Introduction…….....…...01

Chapitre I : Généralité …….…….05

1. Présentation des sols……...……05

1.1. Définition du sol…….....05

1.2. Origine et constituants du sol ... ……...…….……05

1.3. Les différents horizons du sol ... .. ……..06

1.4. Les fonctions du sol…….…… ..…….…..…….08

2. Présentation de la faune du sol……..……...09

2.1. La diversité de la faune du sol……..……..…09

2.1.1. La microfaune…….....…09

2.1.2. La méso faune (ou encore meiofaune)…….…...…09

2.1.3. La macrofaune…….…….…...…09

2.1.4. La mégafaune ……..…….....…10

2.2. Les Types écologiques de la faune des Macro- invertébrés de la litière…….…..…10

2.2.1. Les épigés……....11

2.2.2. Les anéciques (vers de terre)……...…....…11

2.2.3. Les endogés……..……...…11

2.3.Microfaune…….…11

2.3.1.Les protozoaires……...…11

2.3.2.Les nématodes…….....12

2.4.La méso-faune……...…12

2.4.1.Les Acariens……..……12

2.4.2.Les Collemboles……...…12

2.4.3.Les Enchytreides …….....13

2.4.4.Les Symphiles…….....…..13

2.4.5.Les Pseudo-scorpions …….....……13

2.4.6.Les Pauropodes …….....…13

2.4.7.Les protoures……....……13

2.4.8.Les Diploures ……..14

2.4.9.Les Thysanoures …….....…14

2.4.10.Les Opilions…….....14

2.5.La macrofaune……...….14

2.5.1.Les Vers de terre …….14

2.5.2.Les Myriapodes……14

2.5.3.Les Araignées……...…14

2.5.4.Les insectes Ptérygotes…….……15

2.5.4.1.Les Hyménoptères……15

2.5.4.2.Les Coléoptères…….....……15

2.5.4.3.Les Diptères…….....…….15

2.6.Les groupes secondaires……. 16

2.6.1.Les Turbellariés……...…….16

2.6.2.Les Némertes……... …… 16

2.6.3.Les rotifères……... 16

2.6.4.Les gastrotriches……....…….. 16

2.6.5.Les Péripates……....…... 17

2.6.6.Les Tardigrades…….....…..17

2.6.7.Les gastéropodes (Les Mollusques)…….....… 17

2.6.8.Les crustacés……....…. 17

2.6.9.Les Vertébrés……..... 18

3. Importance écologique de la faune du sol……..……..…....……18

4. Action de la faune sur le sol…….....……19

4.1. Action sur les propriétés physiques du sol…….……....…19

4.2. Action sur les propriétés chimiques du sol…….....…20

4.3. Action sur les propriétés biologiques du sol……..…….....…21

Chapitre II. Matériel et Méthodes ……..…...…

1. Description générale du Parc National d'El Kala……...…...22

1.1. Situation géographique et administrative……. …….....……23

1.2. Objectifs du PNEK……...……24

1.3. Géologie ……..……...……..25

1.4. Le relief…… ……...…….26

1.5. Pédologie……..26

1.6. Richesse naturelle…….27

1.6.1. La flore……..27

1.6.2 La faune…….…….29

2. La région d'Ain Khiar…….....30

2.1. Richesse floristique d'Ain Khiar……..……32

3. Méthode d'étude …….....32

3.1. Matériel et méthodes utilisés sue terrain……..……33

3.2. Matériel et méthodes utilisés au laboratoire……...…...34

3.2.1 Matériel utilisés……..……34

3.2.2. Méthode utilisés……...……..35

3.3. Extraction de la faune……..…….37

4. Paramètres écologiques mesurés ……38

4.1. Densité…….38

4.2. Richesse taxonomique……..……38

4.3. Indice de diversité Shannon_Weaver (H') ……...…..39

4.4. L'indice d'équitabilité ou équirépartition ……..…….40

Chapitre III. Résultats et Interprétation……...……...…....……

1-Classification taxonomiques des espèces récoltées…….....…..41

1-1- Liste systématique globale des différentes espèces récoltées au niveau d'Ain Khair……...……...…….....…41

2-Composition du peuplement dans les deux horizons entre les 2 années d'étude ….....41

2-1- Forêt d'Ain Khair 2018-2019……...……...…….....…42

2-2 Forêt d'Ain khiar 2019-2020……...……...…….....…42

3-Les Paramètres écologiques du peuplement……...……...……43

3-1- Richesse spécifique……...……...…….....…43

3-2- La densité : ……...…….....……44

3-3-Dominance : ……...…….....……46

3-4-Diversité H' et Equitabilité E de différentes fractions des 2 années d'étude dans chaque mois……...……...…….....……48

4-Résultat de l'analyse factorielle des correspondances :
……...…….....……50

4-1-L'année 2018-2019…….....……...……...……50

4-2- L'année 2019-2020…….....……...……54

Chapitre IV. Discussion……...……...…….....58

Conclusion ……..…….....60

Les références bibliographiques

Productions scientifiques

Introduction

INTRODUCTION

La pédofaune est une communauté animale qui rassemble les organismes présents de manière permanente ou temporaire dans le sol, à sa surface, ou dans les annexes (bois mort, sous les pierres,…). Elle est représentée par de nombreux taxons comprenant eux même des centaines voire des milliers d'espèces **(Bachelier, 1978 ; Dindal, 1990 ; Gobat &*al.,* 2003).** La participation active de la faune du sol à l'organisation physicochimique des constituants du sol et au maintien des propriétés édaphiques a été démontrée par plusieurs travaux, citons **Coineau (1974), Bachelier (1978), Arpin & *al.,* (1980), Deprince (2003) et Ponge (2000, 2004).**

La faune du sol est principalement responsable de la redistribution et de l'organisation des constituants organiques et minéraux du sol et la formation de structures physico-chimiques comme les galeries et les agrégats **(Lavelle, 1997).** C'est donc un acteur fonctionnel fondamental pour le fonctionnement des écosystèmes forestiers au sens large.Selon sa localisation dans le sol, cette faune du sol est désignée sous des vocables différents. C'est ainsi que : l'épiédaphon désigne les populations animales demeurant à la surface du sol, l'hémiédaphon celles qui existent dans la litière et l'horizon organique, et l'énédaphon celles qui vivent dans la profondeur du sol et présentent généralement de nombreux caractères adaptatifs. La plus grande partie de la faune du sol se localise là où se situe le potentiel énergétique des apports végétaux, les animaux fouisseurs pouvant toutefois s'en éloigner quand les circonstances l'exigent **(Bachelier, 1978).**

Le sol est une mince couche de terre recouvrant les roches émergées est une composante essentielle des écosystèmes terrestres. C'est un système complexe responsable de nombreuses fonctions naturelles, en interaction directe avec les autres compartiments de l'écosphère. Il est

à la fois un support pour les êtres vivants, un réservoir de matières organiques et minérales, un régulateur des échanges et des flux dans l'écosystème, un lieu de transformation de la matière organique, et un système épurateur de substances toxiques **(Gobat et *al.*, 2003).** Il est le

Support d'une flore et d'une faune diversifié. Cette biodiversité au sein des sols joue un rôle important dans le maintien de l'équilibre des écosystèmes **(Gobat et *al.*, 2003).**

Actuellement, la biodiversité de la faune du sol est un sujet qui occupe la communauté des scientifiques. L'intérêt de son étude est conditionné par deux aspects liés à sa fonction. Dans les écosystèmes forestiers, la faune du sol intervient de manière décisive dans le recyclage de la matière organique.

Outre son rôle de recyclage de la matière organique, la faune du sol constituée également de groupes zoologiques tels qu'Annélides, Nématodes, conditionne également l'aération et la fertilisation des sols par l'incorporation de la matière organique décomposée, pouvant susciter un grand intérêt dans le domaine agricole. L'étude de la faune endogée peut revêtir plusieurs dont : aspects étude des transferts énergétique, étude de la composition, étude de partage des ressources, étude de structure et d'organisation du peuplement, étude de biomasse....

Chaque sol a sa spécificité et ne renferme pas la même densité d'individus, ni la même biodiversité. La qualité des récoltes et leur bon rendement dépendent de la qualité du sol (fertilité, productivité, durabilité)très fortement liée à sa biodiversité, c'est-à-dire à la diversité des organismes vivants (microorganismes, plantes, macrofaune, mésofaune) qui peuplent la terre. Des travaux de recherche illustrent son influence directe sur la croissance des plantes et la productivité des écosystèmes, donc sur le rendement des cultures. La biodiversité du sol a ainsi une part de responsabilité non négligeable dans le maintien de notre alimentation et dans toutes les activités économiques qui découlent de l'agriculture et de l'exploitation des écosystèmes terrestres.

Pour la pédofaune, l'eau est un facteur primordial, l'excès comme l'insuffisance lui est néfaste. Le manque d'eau peut causer la dessiccation des animaux surtout au moment des mues.

Le bassin méditerranéen a été décrit comme l'une des régions les plus riches et les plus complexes sur les plans géologique, biologique et culturel **(Blondel et *al.,* 2010).** Par sa diversité biologique et son degré d'endémicité élevés, il constitue l'un des 34 "points chauds" de la planète **(Myers et *al.,* 2000).** Toutefois les milieux naturels n'ont jamais été aussi modifiés qu'en région méditerranéenne. La région Méditerranéenne est victime de son climat. C'est en effet par ce climat, caractérisé par un été sec et chaud, que l'on explique la fréquence et l'intensité des incendies et par voie de conséquence la pauvreté du sol en matière organique et son érosion.

L'Algérie comprend 254 zones humides d'importance internationale, dont Guerbès-Senhadja. Celle-ci associe des zones humides continentales (marais, oueds, lacs, garaets, zones inondables, mares permanentes et/ou temporaires et zones hydromorphes végétales), des zones humides littorales (dunes, estuaires, plages, falaises maritimes), des surfaces agricoles et/ou urbanisées connexes et des zones boisées. Cette région possède des potentialités humaines et agricoles importantes. C'est également un réservoir de biodiversité abritant de nombreuses espèces végétales et animales **(Samraoui et De Belair, 1997).**

Le Nord-Est algérien est considéré comme un point chaud, menacé, de biodiversité végétale et la zone de l'Edough-Guerbès-Senhadja-Fetzara comme particulièrement riche et sauvage **(Vela et Benhouhou, 2009).** Cet écocomplexe sert de site de nidification et de quartier d'hivernage pour une grande variété d'oiseaux d'eau **(Samraoui et Samraoui, 2008).**

Le Parc National d'El-Kala (PNEK) est l'un des plus grands parcs nationaux d'Algérie et de Méditerranée occidentale, est classé Réserve de la Biosphère dans le réseau des réserves du programme MAB (Man And Biosphère) de l'UNESCO.

Ce territoire est caractérisé par l'existence de cinq grands types d'habitats de haute valeur écologique dont l'habitat forestier, ce dernier est représenter par la forêt d'Ain Khiar qui se trouve au sein du parc national d'El Kala. Notre étude consiste au dénombrement de la faune du sol dans ce milieu du mois de Février jusqu'au mois de Mai.

L'objectif de notre travail est l'identification des principaux groupes de la faune du sol et comparaison entre les deux années d'étude en termes de richesse faunistique du sol.

Débutant par une introduction, cette présente étude comprend quatre chapitres dont :

-Chapitre 1 : Généralités sur la faune du sol ;

-Chapitre 2 : Description de la région, le site étudiée et la méthodologie de travail ;

-Chapitre 3 : Résultats et interprétations des résultats obtenus ;

-Chapitre 4 : Discussion des résultats on les comparants avec ceux de la bibliographie ;

Et pour finir, on terminera par une conclusion.

Chapitre 1 : Généralités

GENERALITES

1- Présentation des sols

En écologie, un sol est un écotone, à l'interface entre deux ou plusieurs milieux. Il est plus complexe et plus riche que la roche et les trois milieux qui l'entourent, l'atmosphère, l'hydrosphère et la biosphère **(Soltner, 2005).**

Le sol a pris naissance avec la vie, il y a très longtemps, bien avant l'Homme. Depuis que l'Homme existe, le sol l'accompagne : des civilisations se sont construites et détruites en fonction de l'évolution anthropique des sols **(Koller, 2004).**

1-1/Définition du sol

Le sol est une entité naturelle, superficielle et souvent meuble, résultant de la transformation au contact de l'atmosphère et des êtres vivants. Il est issue le plus souvent d'une roche sous-jacente, sous l'influence des processus physiques, chimiques, et biologiques **(Girard et *al*.,2005)**. C'est un milieu biologique différencié en horizons d'épaisseur variable où se développe une activité intense des plantes, des animaux et des bactéries qui, par leurs actions, agissent sur le sol pour un bon équilibre **(Deprince, 2003)**.

1-2/ Origine et constituants du sol

Au cours du temps, le sol s'épaissit et se modifie ; il acquiert des constituants (matières organiques, argiles,...) et des structures (agrégats, horizons,...) qui lui sont spécifiques. Il provient de la décomposition et de l'altération des roches par l'action de l'eau, de l'air et des êtres vivants **(Soltner, 2005).**

La fabrication du matériau qui deviendra le sol par altération des roches est un phénomène lent (l'échelle est celle du siècle et du millénaire). Cependant, les principales propriétés des sols peuvent évoluer très vite : c'est le cas de la structure, de la porosité de l'activité biologique et des teneurs en certains éléments nutritifs **(Gobat et *al*., 2003).** Les sols portant du Chêne-liège étant dépourvus de calcaire et généralement acides

1-3/les différents horizons du sol

Une couche superficielle organique semi-mobile :

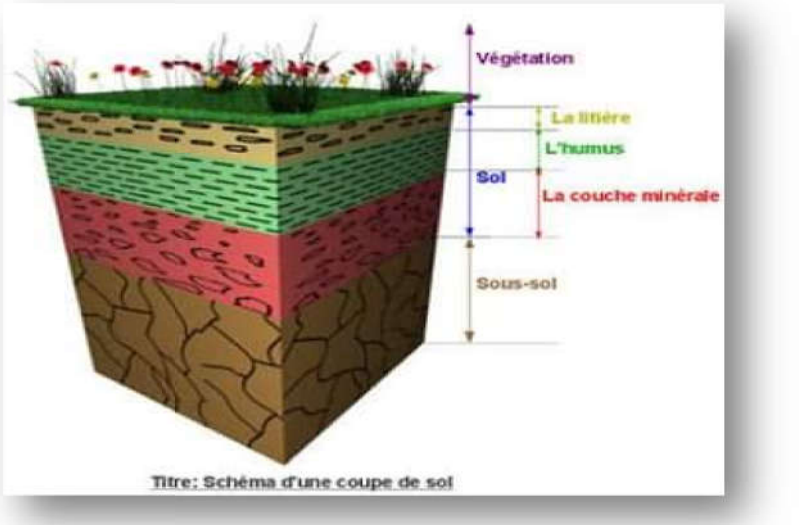


Figure N°1: Exemple des différents horizons du sol **(Deprince, 2003)**.

- La litière, composée de débris végétaux, très riche en matière organique, peu dense, permet une libre circulation des gaz, une luminosité directe ou semi-obscure, et des conditions d'hygrométrie et de température très variables en fonction des conditions atmosphériques. La teneur en gaz carbonique y est égale à celle de l'atmosphère. Cet horizon superficiel est un milieu riche en matière organique donc en aliments, mais la faune qu'elle héberge est tout de même soumise aux intempéries et son abondance et sa diversité restent modérée. Notons que la litière est spécifique du sol forestier, dans une prairie permanente, les retombées végétales sur le sol sont trop faibles pour constituer une couche conséquente. La matière organique provient alors principalement des racines et des animaux épigés (déjections et cadavres). Dans un champ cultivé, les retombées sont très variables selon les pratiques culturales. Elles peuvent être quasiment nulles lorsque les résidus de récolte sont ôtés.

En dessous de la litière se situe une couche brune compacte riche en matière organique :

- C'est l'horizon humifère (en fait horizon de fermentation et horizon humifère), mélange de composés organiques dégradés et de matière minérale. La porosité y est plus faible, les gaz circulent plus difficilement, la luminosité est nulle, la teneur en gaz carbonique augmente. La température varie peu. L'hygrométrie est plus forte, il y a moins de risques de dessiccation. Riche en matière organique, cet horizon présente également une forte diversité biologique et une biomasse animale élevée. C'est ce que DARWIN nommait la " terre végétale ". C'est dans les horizons de fermentation et horizon humifère que l'on rencontre la plus grande richesse en individus et en espèces, les conditions y sont favorables : nourriture abondante, ambiance tamponnée.

- On peut classer les humus en trois catégories :

Tableau N°1: Caractéristique principales des trois types d'humus **(d'après Ponpe)**

Types d'humus	Mull	Moder	Mor
Ecosystèmes	Prairies et pelouse, forêts de feuillus avec une riche strate herbacée, maquis méditerranéens	Foret de feuillus et de conifères avec une strate herbacée pauvre	Landes, forts de conifères, tourbièresa sphaignes, pelouses alpines
Type de sol	Sol bruns	Sols lessives podzoliques	Sols podzoliques
Faune	Mégafaune, macrofaune, méso faune, Microfaune	Macrofaune (pauvre), Méso faune(riche), Microfaune	Méso faune (pauvre), Microfaune'pauvre)
Groupe animal dominant en biomasse	Vers de terre	Enchytréides	Rareté de la faune
Humification	Rapide	Lente	Très lente
Matière organique humifiée	Agrégats organo-minéraux	Boulettes fécales organique	Oxydation lente des débris végétaux

C'est le sol profond, plus la porosité est faible, l'hygrométrie proche de la saturation, la teneur en gaz carbonique élevée. Le tamponnement est efficace : la température ne varie pratiquement pas. La circulation des fluides, entièrement dépendante de la porosité, est minime. C'est un milieu qui ajoute à son originalité sa pauvreté en ressources nutritives. Les espèces et les individus y sont très peu nombreux

1-4/ Les fonctions du sol

La notion de sol vivant n'apparaît pas discutable, si l'on considère que le nombre d'organismes présents dans une cuillère à café (10g) de sol fertile peut excéder 9 milliards, et est supérieur au nombre d'êtres humains présents sur la planète **(Doran et *al.*,1999).**

Selon **Bachelier, 1978**, le sol présente des utilités diverses pour les sociétés humaines et pour tous les organismes vivants :

- Il nourrit le monde, il produit, contient et accumule tous les éléments nécessaires à la vie (azote, phosphore, calcium, potassium, fer, oligoéléments,…), y compris l'air et l'eau. Le sol joue un rôle de garde- mangé, plus ou moins grand et plus ou moins rempli.

-C'est un composant fondamental du cycle des eaux continentales : après une pluie, les sols poreux évitent le ruissellement et contribuent à l'alimentation des nappes phréatiques. La porosité des sols détermine la proportion de l'eau qui ruisselle et de l'eau qui s'infiltre dans les sols.

- Le sol filtre et épure les eaux qui le traversent en influençant leur composition chimique et biologique suite à la pollution (activités industrielles ou agricoles).

- Le sol influence la composition de l'atmosphère, il stocke et relâche des gaz à effet de serre comme il est un puits pour le carbone (matière organique).

-C'est le lieu de vie dont le passage est obligé pour de nombreuses espèces animales et végétales ainsi que de nombreux cycles .

- Il représente une vaste réserve génétique qui abrite et influence une grande partie de la biodiversité terrestre où l'activité biologique est essentielle à sa construction, à son fonctionnement ainsi qu'à sa fertilité ;

- L'ensemble des interactions entre le milieu et les organismes vivants induisent un certain nombre de fonctions écologiques et environnementales qui se regroupent dans la notion de fonctionnement biologique des sols.

2/Présentation de la faune du sol

2.1-La diversité de la faune du sol

- Selon la taille des individus, diviser la faune édaphique en microfaune, méso faune, macrofaune et mégafaune **(Bachelier, 1963 ; Gobat*&al.*,1998).**

2.1.1. La microfaune

Est constituée d'individus dont la taille est généralement inférieure à 0,2 mm. Cette catégorie renferme des animaux qui ne peuvent vivre que dans un milieu aqueux, et qui sont de taille microscopique ou de forme très effilée, ce qui leur permet de pénétrer dans les capillaires du sol. Les différentes espèces de la microfaune présentent le plus souvent des formes de résistance à la sécheresse (vie ralentie, déshydratation, enkystement). Les Protozoaires et les Nématodes constituent l'essentiel de cette microfaune.

2.1.2.La méso faune (ou encore meiofaune) :

Est constituée d'individus dont la taille est comprise entre 0,2 et 4mm. Elle est constituée par des animaux dépendant ou non de l'humidité. Les deux grands groupes de microarthropodes que sont les Collemboles et les Acariens forment l'essentiel de cette méso faune **(Lavelle *et* Spain, 2001),** avec les Enchytréides (petits vers oligochètes), les petits Myriapodes (tels les Symphyles) et les plus petits Insectes et leurs larves **(Bachelier, 1978)**. Les arthropodes de cette catégorie sont appelés microarthropodes.

2.1.3. La macrofaune

Comprend des animaux d'environ 4 à 80 mm. Ce sont les Lombricidés ou Vers de terre, les Insectes supérieurs, les Myriapodes, de nombreux ordres d'Arachnides à représentants intertropicaux ou subtropicaux, les Mollusques, quelques Crustacés et quelques autres groupements de moindre importance **(Coineau, 1974)**. Les arthropodes de cette catégorie sont appelés macro-arthropodes.

2.1.4. La mégafaune

Renferme enfin les animaux de grande taille; dépassant 80 mm de longueur. Ce sont les vertébrés qui agissent sur le sol par leurs galeries : Reptiles, Mammifères fouisseurs, des Crabes, des Insectivores (Taupes, Rats), des Édentés (Tatous, Oryctérope). Les individus de cette catégorie ont comme activité pédologique principale, la remonté des matériaux correspondant à la confection de leurs terriers ou de leurs habitats **(Traore, 2012).**

Tableau N°2 : Classification de la pédofaune en fonction de la taille

Classe	Taille	Exemple
Microfaune	< 0,2	protozoaires, nématodes, rotifères, tardigrades
Mésofaune	0,2 à 4	-Enchytréides -microarthropodes : -insectes aptérygotes (protoures, diploures, collemboles) -acariens, myriapodes (pauropodes, symphyles)
Macrofaune	4 à 100	-lombricidés, mollusques -macroarthropodes : -insectes ptérygotes, myriapodes (diplopodes,chilopodes) -crustacés isopodes
Mégafaune	>100	vertébrés (rongeurs et insectivores terricoles)

2.2/Les Types écologiques de la faune des Macro -invertébrés de la litière :

Les invertébrés peuvent aussi être regroupés en trois groupes écologiques en fonction de la source de nourriture qu'ils utilisent **(Bouché, 1977 ; Lavelle, 1983)** :

2.2.1. Les épigés :qui vivent et se nourrissent dans la litière notamment de champignons et de cadavres d'autres invertébrés en décomposition. Ils fragmentent, dispersent et digèrent partiellement les débris végétaux arrivant au sol.

2.2.2Les anéciques (vers de terre) :vivent dans le sol et se nourrissent de litière qu'ils viennent de prélever à la surface. Dans le sol, ils logent dans des galeries ou des nids (fourmilières, termitières). Leur principale action est le morcellement et le transport de la litière depuis la surface vers des horizons plus profonds du sol ou des nids dans lesquels ils concentrent nutriments et matière organique.

2.2.3. Les endogés :se nourrissent et vivent dans le sol. La plupart se nourrissent de la matière organique du sol (géophages) ou de racines mortes. Ils se divisent en deux sous-groupes suivant la richesse relative du sol qu'ils ingèrent. Ce sont : les Poly humiques quand le sol ingéré est plus riche en matière organique que la moyenne des 15 premiers centimètres et les oligohumiques quand le sol ingéré est moins riche que la moyenne des 15 premiers centimètres.

2.3. La microfaune

2.3.1. Les Protozoaires

On en trouve trois groupes dans le sol : Ciliés, Flagellés et Rhizopodes. Ils sont généralement plus petits que ceux des milieux aquatiques ouverts. Leur poids varierait de quelques grammes à quelques dizaines de grammes au m². La plupart des Flagellés sont osmotrophes (aliments dissous). Les autres, qui sont phagotrophes se nourrissent surtout de bactéries, mais il en est qui ingèrent des Algues et des Champignons. D'autres sont enfin prédateurs de Rotifères de Tardigrades et de Nématodes… **(Coineau, 1974).**

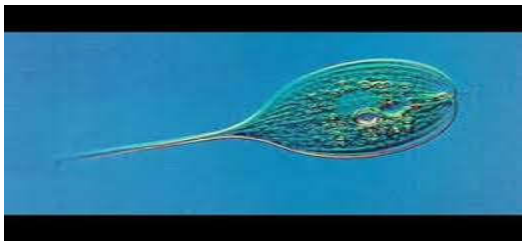


Figure N°2 : Un protozoaire **(Deprince, 2003)**

2.3.2. Les Nématodes

Ce sont les plus nombreux et également très variés, ils jouent un grand rôle dans le sol. Ils sont surtout abondants dans les sols qui ont une bonne rétention d'eau. Plus de la moitié sont des détritiphages, d'autres sont prédateurs de Protozoaires, de Rotifères, de Tardigrades, de petits Oligochètes ou d'autres Nématodes. Enfin, bon nombre sont parasites de végétaux supérieurs **(Coineau, 1974).**

Figure N°3 : Un nématode microscopique**(Deprince,2003)**

2.4. La méso-faune

Les acariens et les collemboles représentent habituellement 95 % des microarthropodes du sol **(Seastedt, 1984).**

2.4.1. Les Acariens

Les Acariens sont les Arachnides les plus importants en nombre et en qualité de tous les microarthropodes du sol, qui mesurent entre 200 nm à 2 mm. Leur corps ne présente pas de régions distinctes, le céphalothorax étant fusionné à l'abdomen **(Lozet& Mathieu**, **2002)**. Les acariens sont composés de plusieurs sous-ordres dont les Gamasida, les Actinedida, les Acaridida et les Oribatida

2.4.2. Les Collemboles

Les collemboles ont une très large répartition. Ils sont, en effet, présents en abondance sur tous les continents, les Collemboles sont répartis dans tout le sol et présentent des adaptations

morphologiques à la profondeur, Leur distribution est limitée par la température, les teneurs en eau et en oxygène

2.4.3. Les Enchytréides

C'est dans les Annélides oligochètes que se classent les Enchytraeidae de la classe des Oligocheta, ordre des Haplotaxida du sous-ordre des Enchytreina. Se sont des vers de petite taille de 2,5 à 35 mm. Ils sont habituellement de couleur blanche et beaucoup plus rarement transparents, de couleur rouge ou de couleur foncée**. (Bachelier, 1978)**

2.4.4. Les Symphiles

Les Symphiles sont des myriapodes allongés et dépigmentés qui mesurent entre 2 à 9 mm. Ces animaux recherchent les endroits humides ; on les trouve dans les épaisses nappes de mousses et dans l'horizon humifère

2.4.5. Les Pseudo-scorpions

Les petits Pseudo-scorpions de l'ordre *Pseudoscorpionida*se sont des arachnides minuscules qui mesurent généralement de 1 à 5 mm et dépassent rarement 8mm. Ils sont clairement différents des scorpions, ils ne se terminent pas avec queue miniature cinglante et leurs glandes à venin sont situées dans leurs pinces. Celles-ci leurs permettent d'attraper les autres microarthropodes et Nématodes. Ils se déplacent rapidement et changent de direction rapidement, on les trouve sous les feuilles mortes ou l'écorce des arbres**.**

2.4.6. Les Pauropodes

Des minuscules myriapodes, ils mesurent de 0.5 mm à 1 mm et ne dépassent pas 2 mm. On les trouve dans les feuilles pourrissantes et dans l'horizon humifère, ils se nourrissent de débris végétaux et animaux.

2.4.7. Les protoures

Ce sont des organismes du sol, minuscules ne dépassant pas les 2 mm, de forme allongée et de couleur ambrée. On les trouve dans les feuilles mortes en décomposition et dans l'horizon humifère.

2.4.8. Les Diploures

Ce sont des organismes du sol décolorés et aplatis, ils dépassent rarement 1cm.

2.4.9. Les Thysanoures

Ce sont des aptérygotes ectotrophes dépassant rarement 2cm. Ces animaux habitent les éboulis, certaines litières, les falaises littorales, les maisons, les termitières et les fourmilières.

2.4.10. Les Opilions

Ce sont des arachnides considérés comme très rares jusqu'en 1950. En fait ils s'avèrent beaucoup plus communs qu'on ne le pensait.

2.5. La macrofaune

2.5.1. Les Vers de terre

Les Vers de terre ou Annélides, sont des vers à symétrie bilatérale et à cavité générale libre (coelomates). Leur corps est cylindrique et formé d'une succession de segments semblables, compris entre un lobe céphalique, et un lobe terminal. Tous les vers de terre partagent un besoin d'humidité minimale dans leur environnement, raison pour laquelle on en trouve plus dans les régions humides. Dans les régions sèches et désertiques, ils sont rares.
Les Vers de terre se nourrissent, essentiellement, à partir des débris végétaux plus ou moins décomposés qu'ils ingèrent avec de la terre **(Traore, 2012).**

2.5.2 .Les Myriapodes

Les Myriapodes de la macrofaune du sol sont représentés par deux classes traditionnellement bien connus: les Chilopodes et les Diplopodes. Ils vivent dans la litière et les horizons superficiels car ils ne peuvent creuser le sol. Ils jouent un rôle important dans le processus de décomposition de la matière organique **(Bachelier, 1978).**

2.5.3. Les Araignées

Les Araignées du sol sont des arachnides qui se trouvent principalement dans la litière et le sol superficiel. Elles abondent aussi bien dans les milieux naturels que dans les milieux cultivés. Elles sont, à quelques exceptions près, solitaires, prédatrices et terrestres.

L'abondance et la diversité d'Araignées d'un milieu est indicatrice de la qualité biologique de ce milieu **(Wise, 1993).** Il s'agit d'une indication indirecte qui est en rapport avec la quantité de proies qu'elles peuvent trouver dans ce milieu.

2.5.4. Les Insectes ptérygotes

Ce sont essentiellement les Fourmis, les larves de Coléoptères ou de Diptères et les Termites

2.5.4.1. Les Hyménoptères (Fourmis)

Les Fourmis sont des Hyménoptères holométaboles à antennes coudées et différenciées, à thorax simple et possédant typiquement un pétiole formé par les premiers segments abdominaux. On en a décrit plus de 240 genres et plus de 280 000 espèces **(Cherix , 1986).** La classification actuelle des Fourmis, assez complexe, fait appel à de nombreux caractères morphologiques et anatomiques : formes des antennes, du pétiole, nervation alaire des sexués, structure du gésier et des glandes anales etc. Selon ces critères, la Myrmécologie moderne répartit les Fourmis en huit familles **(Ramade, 1972).** Les Fourmis jouent un rôle important sur la pédogenèse et les propriétés édaphiques, en contribuant à la décomposition des matières organiques, à la concentration et au stockage des nutriments, à la redistribution et à l'organisation des constituants organiques et minéraux du sol **(Holec et Frouz, 2006).**

2.5.4.2. Les Coléoptères

Les Coléoptères et leurs larves représentent une proportion importante des communautés des animaux du sol, surtout des sols tempérés. Les larves jouent un rôle crucial dans l'enfouissement de la matière organique (BRUSSARD & HIJDRA, 1986).
L'action des Coléoptères dans le sol se traduit principalement par leur influence sur son équilibre biologique. En effet, 80 % des Coléoptères sont phytophages (phyllophages, xylophages, rhizophages, germinivores, seminivores, etc.)

2.5.4.3. Les Diptères

L'ordre des Diptères est représenté dans les macro–invertébrés du sol par des phases immatures. En général, les larves de Diptères aiment l'humidité et très peu d'entre elles peuvent survivre à la dessiccation pendant des périodes prolongées

les larves de diptères jouent un rôle important dans le fonctionnement biologique du sol, en intervenant dans la décomposition de la matière organique et la libération des nutriments

(Deleporte, 1987). Les larves de Diptères constituent, avec les larves de Coléoptères, la majorité des larves d'insectes de la litière.

La plupart des larves de Diptères se nourrit de débris végétaux; elles manifestent des préférences alimentaires certaines : racines, bois mort en décomposition, mycélium de champignons, champignons, fumier, boulettes fécales **(Mboukou-kimbatsa, 1997).**

2.6. Les groupes secondaires

Bien d'autres animaux existent encore dans les sols, mais leur importance dans la pédogenèse et la dynamique des sols reste généralement assez limitée.

2.6.1. Les Turbellariés

On les trouve dans les sols humides, leur taille ne dépasse pas un millimètre. Ce sont des formes carnivores, mais leur rôle est négligeable.

2.6.2. Les Némertes

Ce sont des vers très allongés qui présentent à la fois des caractères de Platodes et des caractères d'Annélides (tube digestif complet notamment). La plupart des Némertes sont marins, certains vivent dans les eaux douces, mais quelques espèces se rencontrent aussi dans les sols humides des régions équatoriales (géonémertes), où elles restent cependant rares. Les géonémertes sont carnivores et possèdent une longue trompe prolongeant la bouche. Les plus grands peuvent atteindre la taille d'un ver de terre **(Bachelier, 1978).**

2.6.3. Les Rotifères

Les Rotifères terricoles appartiennent presque tous à l'ordre des *Bdelloidea.* Ils sont reviviscents capables de résister à des températures élevées.

2.6.4. Les Gastrotriches

Dans les litières, les mousses et les lichens. Ils se nourrissent d'algues unicellulaires et de bactéries. Proches des Rotifères, se rencontrent dans les sols humides où ils sont généralement rares **(Coineau, 1974).**

2.6.5. Les Péripates

On ne les trouve que sous les écorces et dans les litières des forêts chaudes et humides de certaines régions du globe (Congo, Afrique du Sud, Australie, Amérique Tropicale, Inde, Antilles).

2.6.6. Les Tardigrades

Comme les Rotifères, sont des animaux reviviscents, vivants surtout dans les mousses, on en trouve néanmoins dans certains sols en surface, mais ce sont toujours des espèces muscicoles.

2.6.7. Les Gastéropodes (Mollusques)

Représenté par les Escargots et les Limaces, la plupart des Gastéropodes sont des phytophages généralistes. Beaucoup d'entre eux consomment des Champignons et quelques espèces sont carnivores ou se nourrissent d'autres invertébrés du sol, y compris d'autres Gastéropodes. Ils ont un rôle limité dans la vie des sols **(Deprince, 2003).**

2.6.8. Les Crustacés

4 ordres de crustacés seulement possèdent des représentants dans les sols : les Copépodes, les Amphipodes, les Isopodes et les Décapodes.

-Les Copépodes sont des crustacés inférieurs et microscopiques appartenant à la sous-classe des Entomostracés.
-Les Amphipodes, les Isopodes et les Décapodes sont des crustacés supérieurs appartenant à la sous-classe des Malacostracés.
Les Copépodes sont très peu représentés dans les sols en dehors de certains petits *Canthocampus,* que l'on trouve parfois dans des feuilles mortes très humides, où ils se nourrissent de petits animaux **(Bachelier, 1978).**
Les Amphipodes sont bien connus avec les crevettes d'eau douce ou gammares. Dans les sols, on n'en trouve en général qu'en bordure des ruisseaux ou dans les prairies et les forêts très humides. Ils se nourrissent de débris végétaux. Le genre *Orchestia*apparaît bien adapté à la vie dans les sols **(Bachelier, 1978).**
Les Amphipodes sont normalement assez rares, mais il en a été observé d'abondantes populations dans certains sols.

-Les Isopodes terrestres (Isopodes Oniscoïdes ou Cloportes) composent le groupe des Crustacés qui a été capable de s'adapter à la vie dans le sol. Leur cuticule perméable les rend sensibles à la dessiccation. Ils vivent donc dans les lieux humides où ils se nourrissent de matière végétale en décomposition et, comme les diplopodes, jouent un rôle dans la fragmentation et la dispersion de la litière.

2.6.9. Les Vertébrés

On peut citer quelques invertébrés du sol tels Reptiles, Insectivores, Rongeurs…ect.

- Des Reptiles, comme les Amphisbaenidae, sont des lézards sans pattes des pays chauds, certains serpents, tels les Typhlopidae et les Uropeltidae serpents fouisseurs confinés aux Indes et à Ceylan.
- Des Insectivores, comme les musaraignes et surtout les taupes. Les musaraignes sont abondantes dans les subéraies d'El Kala **(Benyacoub com. pers)**
- Des Rongeurs, tels les rats et les souris.

3. Importance écologique de la faune du sol

La faune du sol joue un rôle déterminant dans divers processus de l'évolution des sols.Ainsi, selon **(Dejean *et al.,* 1986)**, le rôle le plus important joué par les invertébrés du sol est leurcontribution aux processus de dégradation et de minéralisation des macro-particules organiquesde la litière, et de ce fait au recyclage rapide des minéraux contenus dans la litière ; Ils jouent unrôle mécanique dans le cycle des nutriments en fragmentant et en ingérant les matériaux de lalitière, facilitant ainsi leur biodégradation. Cette biodégradation facilite l'action desmicroorganismes qui décomposent et minéralisent les détritus **(Lavelle *et al,* 1994**). La réductionde la faune du sol pourrait réduire la quantité et la qualité des réserves de carbone dans le sol etfinalement, conduire à la dégradation de ses propriétés physiques et chimiques **(CasdarAgroforesterie, 2007).** Les organismes du sol fournissent ainsi des services éco systémiques.

4. Action de la faune sur le sol

4.1-Action sur les propriétés physiques du sol

L'action physique de la faune intervient sur des propriétés telles que la porosité, ou laStructure. 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. L'activité de la faune est largement dépendante de l'organisation créée par lesorganismes ingénieurs.

- Le macro brassage:Il permet la circulation d'important volume de terre entre les horizons dusol. Il permet la remontée en surface des horizons riches en matières minérales et l'enfouissementdes horizons organiques superficiels, les litières et le fumier. Dans nos régions tempérées lesorganismes concernés sont les vers de terre, les fourmis, les scarabées et certains mammifères(taupes, campagnols,…).

- Le micro brassage :Si son effet sur la structure est moins visible, il n'en est pas pour autantmoins important. Il y a peu de remontée de matières minérales, en revanche l'incorporation de la matière organique au sol par l'intermédiaire des déjections n'est pas négligeable. Cette activité se limite aux horizons superficiels mais ses effets s'observent jusqu'à 60cm de profondeur par lessivage et accumulation des crottes (**Gobat et al, 2003).**

- La formation de galeries :Ces structures jouent un rôle important pour l'aération du sol et son régime hydrique. Elles sont le fait des vers de terre et enchytréides, auxquels on ajoute les nids et déblais de fourmi. Chacun agit à son échelle et crée des galeries de diamètres variés. Elles offrent des voies de pénétration préférentielle pour les racines, les éléments fins lessivés, les excréments, ou encore les invertébrés épigés. Ces derniers n'ayant pas la capacité d'agir sur le sol, profitent de ces aménagements pour fuir des conditions défavorables.

En revanche, la mésofaune (acariens, collemboles,…) ne paraît pas modifier directement la porosité du sol mais tend à agrandir et aménager les cavités naturelles. Il semble que « des centres de peuplement liés à la reproduction » y soient créés **(Gobat et al. 2003).**

- La fragmentation :Il s'agit d'une réduction mécanique de la matière organique. Elle permet la multiplication des surfaces attaquables (de l'ordre de 50 à 200 fois selon **Bachelier, 1978).** Elle est due à l'activité successive des phytosaprophages6 qui ingèrent et transforment leurs aliments.

Ainsi, les fragmenteurs influencent fortement l'évolution de la matière organique dans le sol et permet l'intervention successive et organisée de chaque maillon. Ils conditionnent en grande partie l'importance des peuplements bactériens, fongiques et micro fauniques.

- La formation d'agrégats *:* Les vers de terre et les macro arthropodes qui ingèrent des particulesde terre avec leur nourriture contribuent à la formation d'agrégats, en mélangeant matièresorganiques et matières minérales dans leur tube digestif. Les sécrétions intestinales et lescolloïdes bactériens du tube digestif jouent le rôle de ciment sur ces agrégats. Pour leurstabilisation, le chevelu racinaire a une action mécanique et enrobant, mais également uneaction par les sécrétions de la microflore de la rhizosphère. Le réseau d'hyphes de champignonset de fibres végétales (issues des feuilles consommées) peut également consolider la structure des sols.
  La pédofaune associée à la microflore participe donc à l'amélioration et la stabilisation de l'organisation structurale du sol.

4.2-Action sur les propriétés chimiques du sol

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 chaînealimentaire **(Gobat et al, 2003**). Les excrétas produits par la faune modifient également demanière directe la composition chimique du sol.
La faune constitue en elle-même une réserve importante d'éléments qui redevient mobilisable à sa mort. En comparaison à la micro et mésofaune, les cadavres de la macrofaune fournissent des apports beaucoup plus élevés. Il en est de même pour les vertébrés formant la mégafaune.
Plusieurs effets indirects sur la composition chimique du sol peuvent également être observés. Les protozoaires sont capables de minéraliser l'azote, le phosphore et le soufre à partir de leurnourriture (bactéries). Les ingénieurs par la remontée de matériaux profonds peuvent également augmenter le potentiel chimique des sols.

4.3 -Action sur les propriétés biologiques du sol

L'activité biologique d'un sol est le résultat des interactions entre les différents Organismes. Elle se traduit par une variation de l'activité ou de la densité de la communauté. Elle tend à installer un certain « équilibre » pour un fonctionnement optimal et durable des processus en cours. Parmi eux, on notera la compétition, ou l'effet des prédateurs sur les ravageurs. On notera également le rôle joué par la pédofaune pour la dissémination des spores et bactéries. Cette propagation s'effectue soit par des crottes dispersées dans le sol soit par transport sur le corps des animaux.

Chapitre 2 :

Matériel et Méthodes

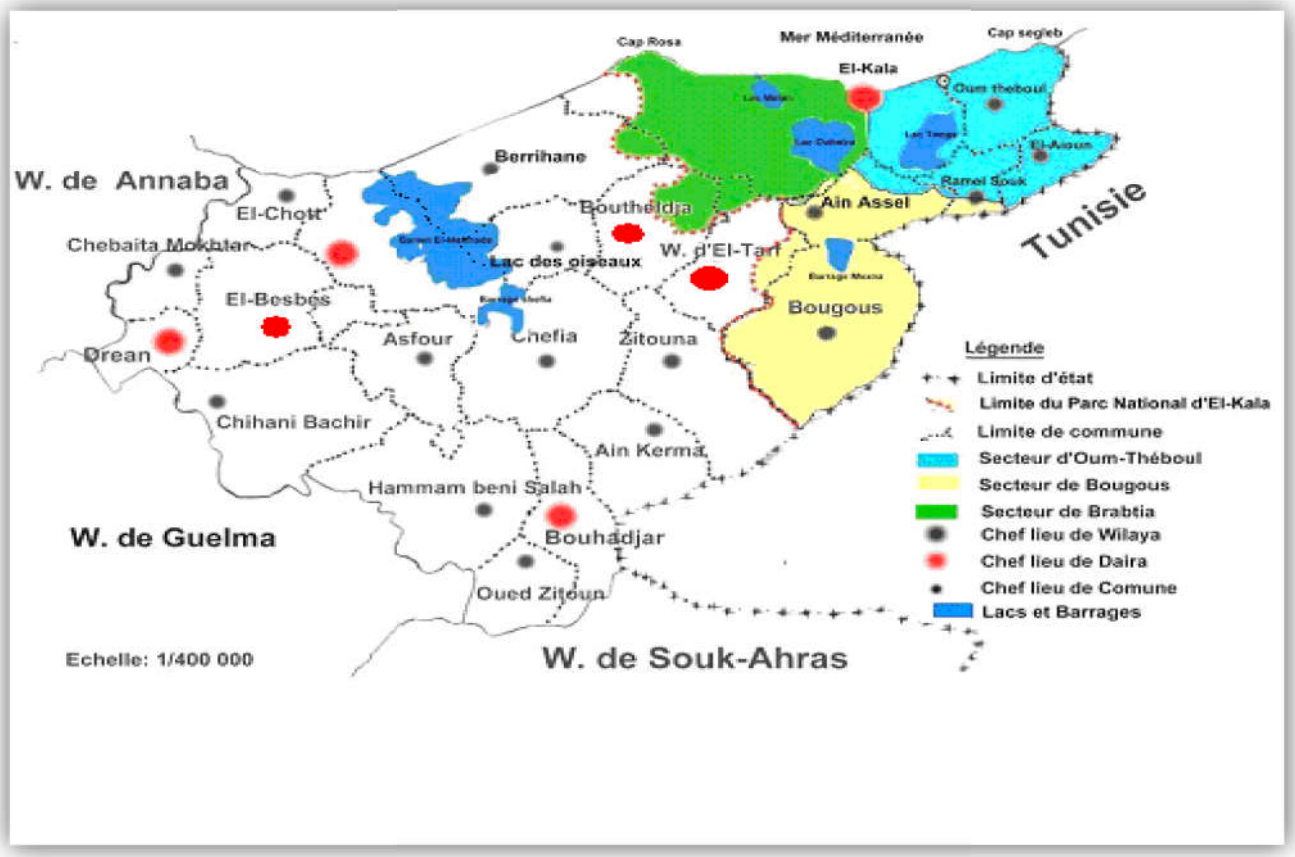
MATERIEL ET METHODES

1 - Description générale du Parc National d'El Kala

Le Parc National d'El Kala (PNEK), constitue un patrimoine naturel important par la richesse biologique de ses habitats. D'une superficie de 76.438 ha, il est composé d'une mosaïque particulière d'écosystèmes, caractérisée par des zones humides dont l'ensemble constitue un complexe considéré comme unique dans le bassin méditerranéen.

En vue d'une gestion rationnelle et une protection de ses divers milieux, la région d'El Kala a été érigée en parc national dès 1983 sous le décret n° 83-462 du 23 juillet 1983. Elle a en outre été classée en 1990 dans la catégorie du patrimoine national et culturel international et comme réserve de la biosphère par l'UNESCO.

A l'intérieur de ce parc sont situés deux des plus belles zones d'expansion touristique à savoir: Messida et Cap Rosa, ainsi que les lacs : Mellah (eau salée), Oubeïra (eau douce), et le lac Tonga (eau douce). Les deux derniers lacs (Oubeïra et Tonga) ont été considérés comme sites d'importance internationale par la convention de Ramsar (1971)



Carte N°1 *: Localisation du PNEK dans la wilaya d'El Tarf (Source :* ***DGF, 2012****)*

1 .1. Situation géographique et administrative :

Le PNEK est limité à l'Est par la frontière Algéro-Tunisienne, au Nord par la mer méditerranée, à l'Ouest par les plaines d'Annaba et au Sud par les montagnes de la Medjerda **(Oulmouhoub, 2002).**

Administrativement, le PNEK est inclus dans la wilaya d'El-Tarf et comprend les communes suivantes : Bouteldja, Ain El Assel, El Kala, El Aioun, Bougous, Souarekh, Roum El Souk et Zitouna.

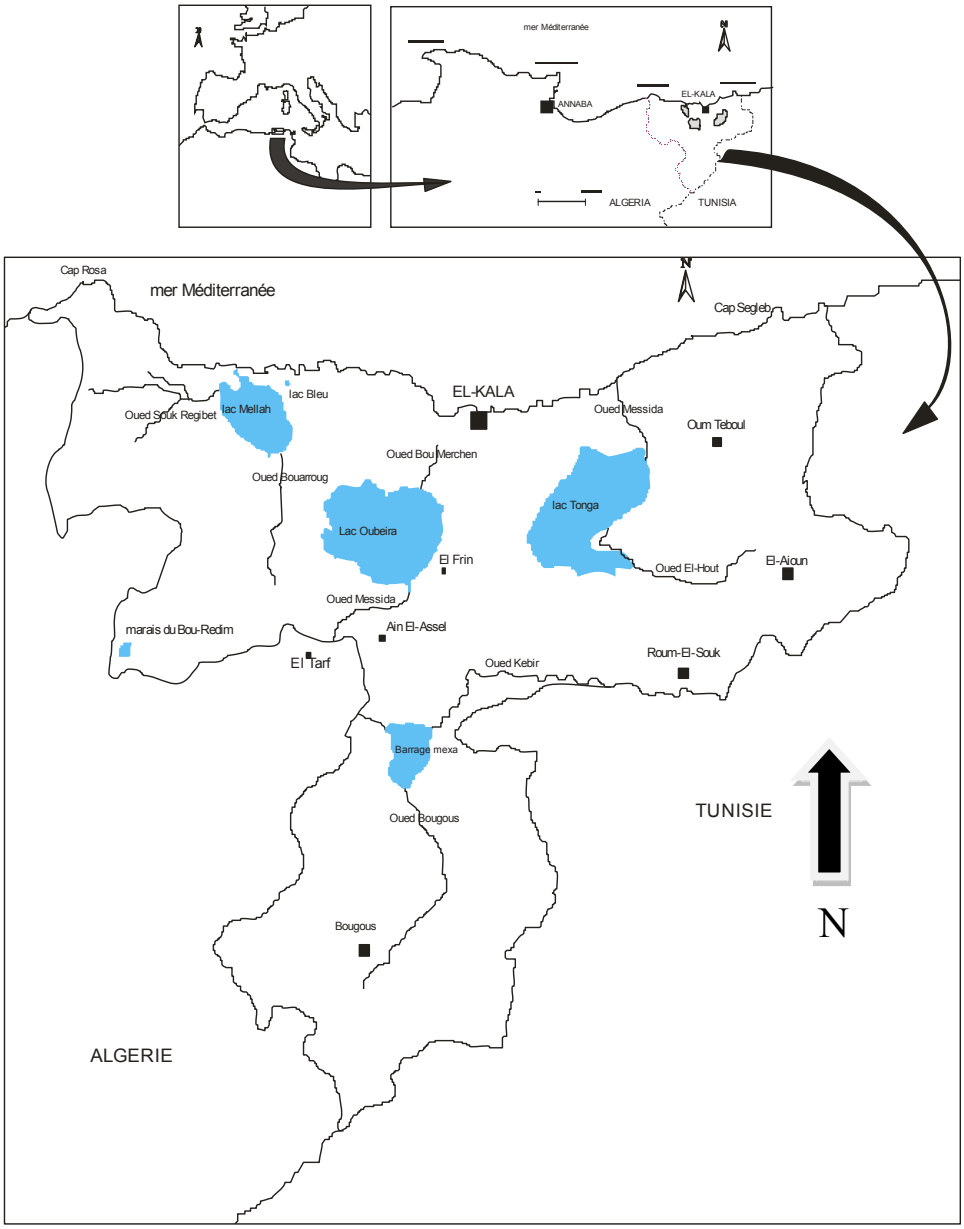


Figure N°4: *Situation géographique du Parc National d'El Kala* ***(Benyacoub et al, 1998)***

1.2. Objectifs du PNEK :

Il est connu que l'objectif premier d'un Parc National est la conservation et la protection des ressources naturelles. Dans le cas du PNEK, les objectifs sont multiples et clairement explicités par **De Belair (1990)** :

- ❖ protéger et conserver toutes les richesses du milieu naturel ;
- ❖ maintenir l'aspect naturel de tous les paysages : sites, monuments historiques et préhistoriques et les préserver de toute intervention artificielle incompatible avec le milieu.
- ❖ assurer la reproduction et le développement des espèces forestières et animales.
- ❖ veiller à ce que les exigences touristiques ne portent pas préjudice aux objectifs de conservation du Parc.
- ❖ initier et développer toute activité de loisir et sportive en rapport avec la nature de l'implantation d'une infrastructure touristique dans la zone périphérique du parc.
- ❖ promouvoir les activités traditionnelles des habitants de la région conformément à l'équilibre écologique.
- ❖ associer l'université aux activités de recherches scientifiques dans le Parc.

1 .3 . Géologie :

Sur le plan stratigraphique, la région présente trois étages différents : le secondaire, le tertiaire et le quaternaire. Cette diversité combinée à l'action de l'eau et du vent contribue jusqu'à présent au façonnement du relief **(Marre, 1987).**

- le secondaire est caractérisé par des formations schisteuses plus ou moins argileuses de couleur bleue ardoise avec passage de calcaire .Ces formations affleurent en plusieurs endroits surtout dans la foret de Djebel Ghorra , sur la rive Ouest du Tonga et à El Aioun.
- Le tertiaire est constitué par des formations argileuses et des grés de Numidie.
- Le quaternaire est formé d'alluvions limoneux, de sables et argiles laguno-marins, de dépôts récents, de dunes littorales, de sols de marécage et de dunes sub-littorales (Boukhari ,2007).

On distingue différents formations du quaternaire :

- ➢ Alluvions limoneux : cette formation alluvionnaire limoneuse des fonds des vallées est localisée à quelques centaines de mètres du plateau dominant la baie d'El kala. A ces alluvions récentes, correspondent aussi les limons des lac Mellah, Oubeira et Tonga.
- ➢ Sables et argiles laguno-marins : grises du pourtour du lac Mellah, Oubeira et de la petite plaine au sud ouest d'El Kala.

- Les dunes récentes: elles sont formées de sables consolidés et fixés (Zeribi, 2007).

1.4. Le relief :

Le relief est un facteur déterminant pour la répartition des éléments climatiques sur le territoire. Les dépressions offrent autant de stations abritées ou exposées dont la flore peut varier en fonction des affinités écologiques des espèces **(Lerond, 1981 in Nezzal ,2007).**

D'une manière générale, le relief du parc national d'El Kala se compose d'une juxtaposition de dépressions dont le fond est occupé par des formations lacustres ou palustres et par de hautes collines aux formes variées tels que des dômes, des escarpements et des alignements de crêtes, couverts par une végétation dense **(De Belair, 1990).**

Le relief du parc national d'El Kala est formé dans sa partie septentrionale, par un cordon dunaire qui s'étend d'une part d'Ouest en Est le long de la cote sur une distance de 40 km et d'autre part vers le sud jusqu'au pied du djebel Segleb, s'enfonçant parfois jusqu'à 24 km à l'intérieur des terres, avec de petites éminences de relief gréseux de faible altitude. Les plaines sublittoral présentent un relief plat à ondulé marqué surtout par les dépressions lacustres et marécageuses (lac Tonga, Oubeïra et Mellah). L'altitude ne dépasse pas 60m.

Les montagnes telliennes représentées par les monts de la Medjerda, dont les lignes de crêtes sont approximativement orientées Ouest Sud-ouest – Est Nord-est, ont subi des phénomènes de torsion qui ont brutalement incurvé leur direction générale vers le Nord-est. On observe des prolongements vers la mer de ce mouvement, le relief de la région se caractérise par un pendage important. En effet, 9% des pentes moyennes et 80% de pentes fortes à très fortes constituent un trait majeur de la physionomie d'un paysage que l'on qualifiera donc de montagneux.

1.5. Pédologie :

La pédogenèse est étroitement liée aux facteurs climatiques, à la nature du substrat, la topographie et au couvert végétal **(Durand, 1952 in Nezzal, 2007)**. Les principaux types de sols dans la région sont les suivants :

- Les sols des marais occupant la partie centrale des différentes cuvettes, formés d'argiles lacustres.

- Les sols tourbeux non inondés.
- Les sols alluvionnaires des oueds et des colluvions des pentes gréseuses. Les sols alluvionnaires des oueds et des colluvions des pentes gréseuses.
- Les sols des pairies marécageuses.
- Les sols insaturés acides.
- Les sols hydromorphes
- Les sols dunaires
- Les sols podzoliques insaturés à vocation forestière de chêne-liège (Telailia, 2002 ; Hadjimi, 2004 ; Saadaoui, 2007).
- Les sols soumis au pâturage connaissent les dégradations suivantes :

  -Sur sol dunaire c'est la disparition de la strate herbacée et arborescente qui protège et stabilise les sols contre l'érosion éolienne.

  -Sur grés et argiles numidien, le pâturage est responsable du compactage du sol et l'absence de régénération qui est à l'origine du vieillissement et le non renouvèlement des peuplements.

  -les mêmes dégâts sont constatés sur les sols, ou la végétation a subi une mise à feu, surtout intentionnelle pour l'amélioration du pâturage.

Les principaux sols de la zone d'étude sont en général des sols bruns forestiers pierreux, profonds, reposant sur une roche mère constituée principalement de grés numidien et d'argile, riches en humus et éléments fins acides ; ils sont marqués par la présence de sables fins, gravières, cailloux ainsi que des affleurements rocheux formées principalement de grés **(Tlili, 2003).**

1.6. Richesse naturelle :

1.6.1. La Flore :

Un climat généreux, un relief varié, des substrats géologiques divers et une variation altitudinale conséquente ont permis l'installation d'une flore riche et diversifiée dans la région d'El Kala. Riche d'environ 840 espèces, la flore se caractérise par un taux particulièrement élevé d'espèces endémiques, rares et très rares **(De Belair, 1990).**

Avec 231 espèces rares et très rares, appartenant à 62 familles et représentant plus du quart (27 %) de la flore du Parc, soit 15 % de la flore rare à l'échelle nationale **(Oulmouhoub, 2005).**

Parmi les principaux écosystèmes rencontrés au PNEK, l'écosystème forestier qui compte un peu plus de la moitié (57%) des 305.000 hectares de la superficie de la wilaya d'El Tarf (147 000 hectares), avec six séries de formations végétales fait toute l'originalité et la diversité paysagère de la région calloise **(B.N.E.F, 1983)**.

- Formation du chêne Kermès : cette formation s'étend de 0 à 300m d'altitude sur des sols pauvres (dunes littorales) ; le chêne kermès joue un rôle important dans la fixation des dunes.

- Formation du chêne liégé : c'est la formation la plus répandue au niveau du P.N.E.K. La subéraie couvre environ 34 167 ha (B.N.E.F, 1983) ; elle s'étend de 400à 900m d'altitude sur les versants nord et nord-est des collines de la région.

- Formation du chêne zeen : elle s'étend de 900 à 1202 m d'altitude au niveau du Djebel Ghorra et les forêts de l'Edough où on le retrouve associé avec le chêne liège et le châtaignier (Toubal, 1986).

- Formation de Pin maritime : le pin maritime croit sur les collines sublittorales où il trouve les sols siliceux pour lesquels il présente une préférence. Il constitue une essence de reboisement dans la région (Kadid, 1989).

- Formation d'oléo-*lentisque :* de nature xérophile et thermophile, cette formation joue un rôle dans la protection des sols contre l'érosion. Elle occupe la partie Est du PNEK. Elle remplace la subéraie sur les talus, au bord des routes, sur les collines incultes et au bord des oueds en compagnie du Tamarix et du Laurier rose (ANN, 1998).

En plus des plantes vasculaires, il existe 114 espèces de lichens dont 53 sont protégées et plus de 165 espèces de champignons **(Sarri, 2002).**

En égard aux surfaces occupées par ces formations ce sont celles occupées par le chêne liège qui retiennent notre attention. Elle se représente dans la plupart des cas sous forme de subéraies assez claires et ayant subi des incendies répétés. Néanmoins, il existe quelques ilots préservés du feu et qui évoluent vers un stade climacique, notamment autour du lac Oubéira **(Ouelmouhoub et Laboudi, 1999).** Cette flore présente une richesse patrimoniale importante. Les familles présentant une richesse spécifique élevée en espèces rares sont indiquées dans le tableau 3**.**

Tableau* N°3:** *La richesse floristique du PNEK. Plan de gestion-PNEK* ***(Benyacoub et al, 1998).

Famille	*Nombre d'espèces*
Apiacées	23
Fabacées	16
Astéracées	15
Poacées	15
Cypéracées	14
Brassicacées	12
Lamiacées	11
Caryophyllacées	10
Scrofulariacées	8
Orchidées	7
Onagracées	6

1.6.2. La Faune :

Elle est particulièrement riche et diversifie, les principaux groupes systématiques qu'on rencontres, à savoir les mammifères, les oiseaux, les reptiles et les insectes. Parmi ces différents groupes, ce sont les oiseaux qui constituent la richesse faunistique la plus spectaculaire du parc, ils sont au nombre 189 espèces d'oiseaux, dont 21 rapaces. Ce chiffre

constitue presque la moitie (46,78%) du nombre total d'espèces aviennes que compte le pays soit 404 espèces **(Benyacoub *et al*, 1998).**

Concernant les mammifères, leurs effectifs ne cessent de régresser suite à l'action humaine destructive. Ils sont représentés par 37 espèces : 14 d'entre elles sont protégées par la loi et constituent de ce fait un patrimoine réel à préserver. Parmi ces espèces, le cerf de Barbarie constitue le mammifère le plus précieux de la région. Ce dernier, relique des grands cervidés africains, se trouve confiné dans les subéraies qui représentent son habitat idéal. Pour éviter son extinction définitive et assurer son élevage continu, une réserve cynégétique a été installée au sein de la réserve de Brabtia du PNEK.

Quant aux reptiles, 3 espèces protégées sont signalées : la tortue grecque qui fréquente surtout les zones voisines des cours d'eau, la tortue clemmyde observée prés du lac noir et le caméléon commun **(Oulmouhoub, 2005).**

Concernant les poissons : les lacs abritent 14 espèces de poissons d'eau douce, sept d'entre elles sont des espèces autochtones et les sept autres ont été introduites .Les espèces de poissons marins qui caractérisent le littoral du parc sont au moins au nombre de 50 **(Benmetir, 2003).**

2- La région d'Ain Khiar

La forêt d'Ain Khiar constitue un patrimoine naturel important par sa richesse floristique et faunistique .Elle est limitée au Nord par la mer méditerranéenne, à l'Est par le lac Oubéira, à l'ouest par le secteur Brabtia et au Sud par la commune d'El Tarf .Elle se trouve d'environ 7 Km de cette commune.

Figure N°5**: Localisation de la forêt d'Ain Khiar* ***(Google Earth, 2019)

Photo N°1 : Forêt d'Ain khiar **(© Kissoum, 2019)**

2.1. Richesse floristique d'Ain Khiar :

On retrouve au niveau de cette forêt , les espèces caractéristiques suivantes :*Pistacia lentiscus, Myrtus communis ,Erica arborea , Olea europea , Lavandula stoechas ,Arbutus unedo,,Phillyrea angustifolia, Phillyrea latifolia, Calycotome villosa ,Teucrium fruticans ,Cistus monspeliensis , Halimium halimifolium, Asphodelus astevus.*

On signale aussi la présence de pin maritime **(***Pinus pinaster***)** avec le chêne liège (*Quercus suber*)**,** le chêne zèen (*Quercus canariensis*) et le pin d'Alep **(***Pinus halpensis).*

3-Méthodes d'étude

L'étude a été menée durant deux années 2018-2019 et 2019-2020 du mois de février, mars, avril et mai pour la première année et du mois de février, mars pour la deuxième année au niveau de la région d'Ain Khiar. Nous avons choisi cinq points d'échantillonnage, ou nous avons fait nous prélèvement (Fig.6).

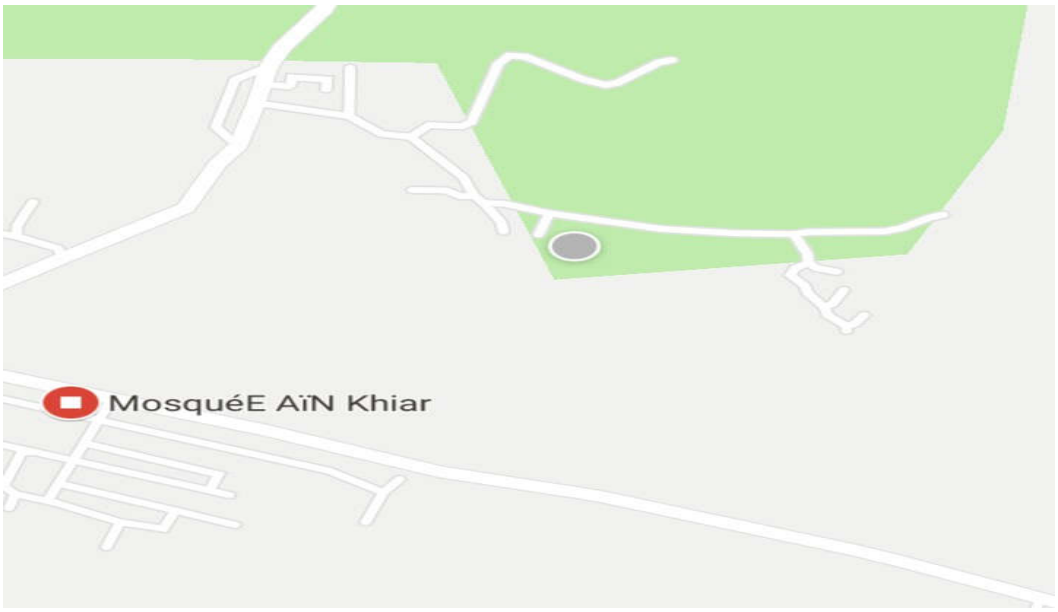


Figure N°6 : Localisation des points de prélèvement au niveau d'Ain khiar **(Kissoum, 20119)**

3.1. Matériel et méthodes utilisés sur terrain

1-Choix d'une station homogène métallique

2-Emplacement du carrée

3- Prélèvement de la litière

4- Prélèvement de l'horizon A

Photo N°2: Méthode de prélèvement de différents horizons du sol utilisés sur le terrain

(© Kissoum, 2019)

Des échantillons ont été effectués au hasard, à l'aide d'un carré de prélèvement de 20 x 20 (CANARD, 1981)

• La litière qui contient des débris organiques partiellement ou non décomposés et donc reconnaissables (feuilles, branches, excréments...).

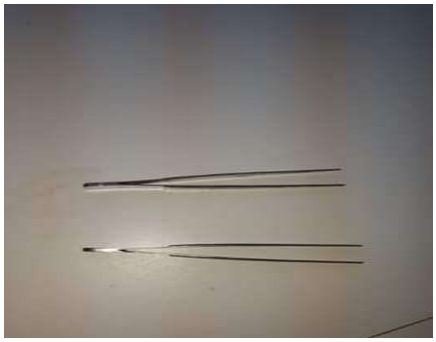
• L'horizon (F) couche de fermentation dont les débris sont en cours d'altération mais ils restent reconnaissables.

• L'horizon (H) Couche d'humification dont les débris sont entièrement décomposés et forment l'humus.

La litière a été récoltée par un ramassage des feuilles entières ou fragmentées et a été mise directement dans des sacs en plastique et des étiquettes de renseignements ont été colées sur chaque sac. Sur chaque sac on mentionne le nom du site et la date de prélèvement. Ensuite on les emmenait au laboratoire afin de récolter la faune, après avoir dégagé la litière du sol, on effectue un prélèvement des deux premiers horizons du sol. Le premier horizon (F) et le deuxième horizon (H).

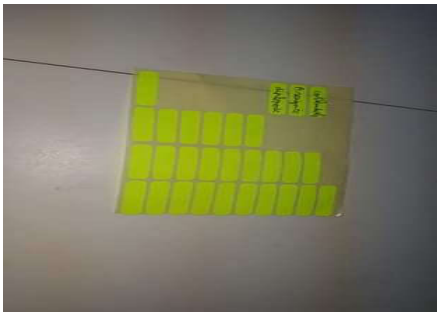
3.2. Matériel et méthodes utilisés au laboratoire :

3.2.1. Matériel utilisés



Pince

Boites



Etiquette

Boite de pétri

Loupe binoculaire

Photo N°3: Matériel utilisés au laboratoire **(© Kissoum, 2019)**

3.2.2. Méthode utilisés :

Tri manuel de la litière

Conservation du matériel biologique

Identification des animaux

Extracteurs de Berlèse-Tullgren

Photo N°4: Méthode utilisés au laboratoire **(© Kissoum, 2019)**

Les échantillons de sol seront mis par la suite dans des extracteurs de Berlèse-Tullgren durant deux semaines. Chaque échantillon de sol est versé dans un grand entonnoir avec une grille à maille de 1 mm placé dans sa partie supérieure qui reçoit le prélèvement et éclairé par une lampe chauffante. La faune s'y trouvant dans le sol s'enfonce par thermotactisme négatif dû à la chaleur de la lampe et finit par tomber dans un bécher contenant de l'alcool à 70° placé sous l'entonnoir. Les spécimens récoltés seront dénombrés à l'aide d'une loupe binoculaire, et séparés en classe, ordre ou famille en fonction de l'organisme à l'aide d'un guide d'identification.

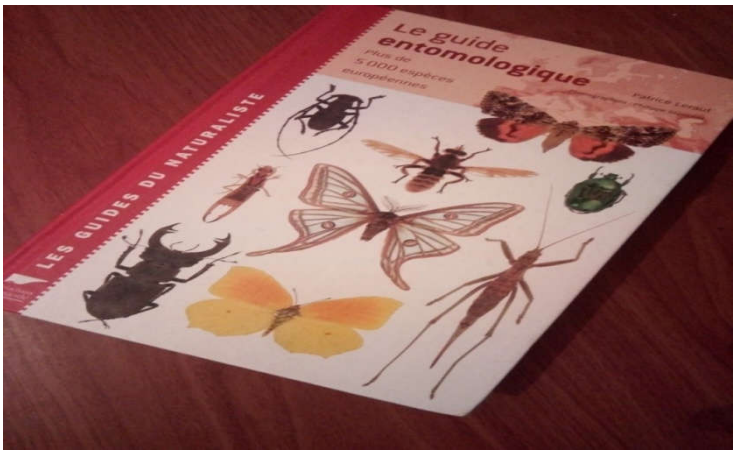


Photo N°5: Guide d'identification **(© Kissoum, 2019)**

3.3. Extraction de la faune

Plusieurs méthodes sont utilisées pour prélever et étudier la faune du sol, suivant leur mode de vie :

- la prospection à vue
- le piégeage (disposer un gobelet enterré au ras du sol, avec un fond de bière éventuellement, et dissimuler avec des brindilles ou des feuilles; relever le piège au bout d'un ou 2 jours)
- l'extraction (grâce à un appareil de Berlèse)

Pour des raisons de commodité, c'est la technique d'extraction au Berlése (**Tullgren 1918, citée par Murphy, 1962)** qui a été choisie en ce qui concerne notre travail et aussi c'est la plus couramment utilisé. Cet appareil de Berlèse est indispensable pour récolter rapidement des échantillons de la microfaune, macrofaune et mésofaune de sol. Il est constitué d'une trémie à tamis métallique recevant l'échantillon de sol et d'une lampe.

- **Utilisation**

- L'échantillon de sol est placé sir la grille métallique au fond de l'entonnoir.

- La lampe chauffante de 220V vient se positionner au dessus de l'échantillon elle oblige ainsi les organismes présents dans la terre à se diriger dans un récipient de collecte à travers l'entonnoir pour fuir la source de chaleur. La largeur des mailles permet de filtrer la taille des êtres vivants que l'on souhaite récupérer.

- Observer à l'œil nu ou à la loupe binoculaire ce que vous avez « récupérer » dans le récipient de ce qui se trouvait dans votre échantillon.

- L'extraction est poursuivie pendant une semaine, pratiquement plus aucun animal n'est extrait au delà de 15 jours **(Molfetas., 1981 in Benboualia., 1987).**

4-Paramètres écologiques mesurés

L'étude de l'écologie de ces espèces a été abordée par la détermination d'indices écologiques liés directement à l'équilibre du peuplement. Où on peut le caractériser par sa densité, par leur richesse et par sa diversité spécifique.

4.1. Densité

Elle représente le nombre d'individus d'un taxon ramené à une unité de surface et représente dans notre étude le nombre d'individus par m².

4.2. Richesse taxonomique

La richesse taxonomique correspond au nombre de taxons recensés dans chaque prélèvement. L'identification de la faune du sol souvent nécessite un spécialiste ou une formation pour identifier les espèces; dans ce genre d'études il n'est pas nécessaire d'identifier les taxons

jusqu'à l'espèce. Car les groupes fonctionnels ont plus d'importance que les espèces elles-mêmes à l'intérieure d'un même groupe, lesquelles du reste, se ressemblent beaucoup.

4. 3. Indice de diversité Shannon-Weaver (H′)

L'indice de Shannon (SHANNON, 1948 ; SHANNON-WEAVER, 1963), aussi appelé indice de Shannon-Weaver est le plus couramment utilisé dans la littérature, il mesure le degré de complexité d'un peuplement.

L'indice est maximal quand tous les individus sont répartis d'une façon égale sur toutes les espèces (FRONTIER, 1983). A l'inverse, H′ est minimal si, dans un peuplement chaque espèce est représentée par un seul individu, excepté une espèce qui est représentée par tous les autres individus du peuplement.

Autrement dit, plus l'abondance de la communauté est monopolisée par un taxon, moins la communauté est diversifiée ; à l'inverse, une communauté composée d'espèces d'abondances égales, sera de « diversité » maximale.

Son équation est la suivante :

$$H' = - \Sigma \, Pi \, Log_2 \, Pi \text{ où } Pi = ni / N$$

ni : effectif de l'espèce i
N : effectif total du peuplement
H′ est exprimé en Bit (Binary digit)
Si log calculé est de base 2
Dans la nature, quelque soit le groupe taxonomique étudié, les indices de diversité de Shannon sont compris entre 0 et 4,5, rarement d'avantage (FRONTIER & PICHOD-VIALE, 1998).
L'indice de Shannon est souvent accompagné de l'indice d'équitabilité de PIÉLOU (1966), appelé également indice d'équirépartition (BLONDEL, 1979).

4.4. L'indice d'équitabilité ou équirépartition

La régularité de distribution des espèces, est un élément important de la diversité, elle représente le rapport de H' à l'indice maximal théorique dans le peuplement (H´ max).

Une espèce représentée abondamment ou par un seul individu n'apporte pas la même contribution à l'écosystème et le maximum de diversité sera atteint quand les espèces auront une répartition très régulière. Cet indice permet d'estimer la répartition des espèces au sein des relevés en évaluant la proportion des espèces dominantes. Il se calcule de la façon suivante :

$$E= H' / H' \max \text{ où } H' \max= \text{Log}_2 S$$

H′ max : La valeur maximale que peut atteindre l'indice de Shannon pour un nombre d'espèces donné ;
S et une proportion équivalente pour chaque espèce
Cet indice peut varier de 0 à 1, il est maximal quand les espèces ont des abondances identiques dans le peuplement et il est minimal quand une seule espèce domine tout le peuplement.

Chapitre 3 :

Résultats et Interprétations

RESULTATS ET INTERPRETATIONS

1-Classification taxonomiques des espèces récoltées

1-2- Liste systématique globale des différentes espèces récoltées au niveau d'Ain Khair

L'échantillonnage effectué au niveau de la forêt d'Ain Khair et qui a durée deux années, nous a permis de dénombrer les différents taxons des organismes identifiés. (Tab.4)

Tableau N°4 : Liste systématique globale des différents taxons

Règne	Embranchement	Sous Embranchement	Classe	Ordre
Animalia	Arthropoda	Myriapoda	Insectes	Chilopoda
				Diplopoda
				Pauropoda
				Symphila
		Ptérygota		Coléoptera
				Diptera
				Termira
				Hymenoptera
		Aptérygota		Collombola
				Diploura
				Protoura
		chelicera	Arachnides	Araignées
				Acarien
				Pseudo-scorpion
	Annelida	-Clitellata -Polychaeta	Oligochétes	Ver de terre
				Enchytroide
	Mollusca		gasteropodes	Gastropoda
				Limace
	Arthropoda	Crustacea	Crustaces	Cloptére
				Copopéde

2-Composition du peuplement dans les deux horizons entre les 2 années d'étude

2-1- Forêt d'Ain Khair 2018-2019

Le peuplement de la pédofaune au niveau des différents horizons du sol du lac des oiseaux renferme plusieurs groupes zoologiques représentés par **22** ordres. Les groupes les plus fréquents selon leurs abondances sont les suivants (Fig.7)

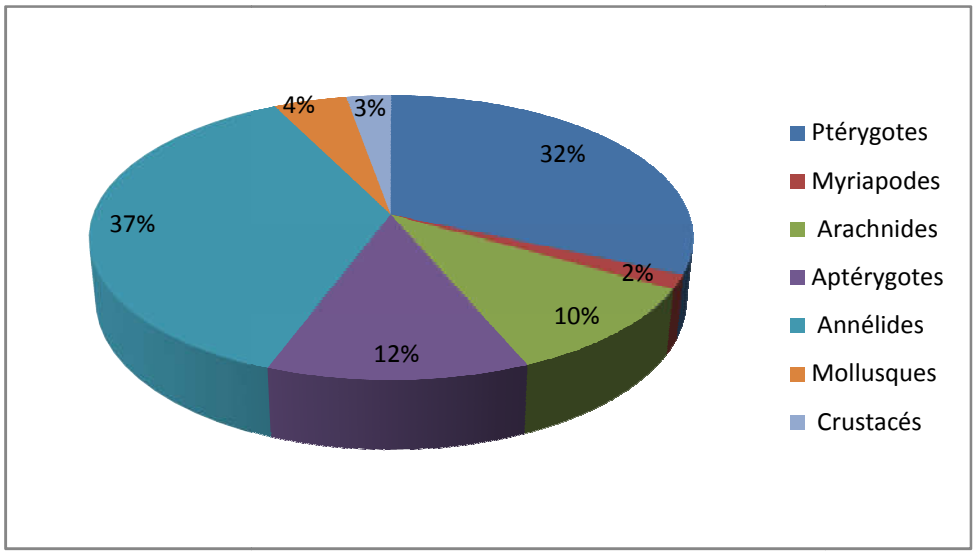


Figure N°7 : Distribution des pourcentages de différents groupes de la pédofaune d'Ain Khair (2018-2019)

Les Annélides présentent avec un effectif très élevé de 37%, les Ptérygotes(32%), les Aptérygotes (12%) , les Arachnides (10%),), les Mollusques(4%), les Crustacés (3%) , et enfin les Myriapodes avec un faible pourcentage de 2%

2-2 Forêt d'Ain khiar 2019-2020

La pédofaune du subéraie renferme un nombre plus important en ordre soit **24** ordres avec un nombre d'effectifs plus ou moins différents (Fig.9).

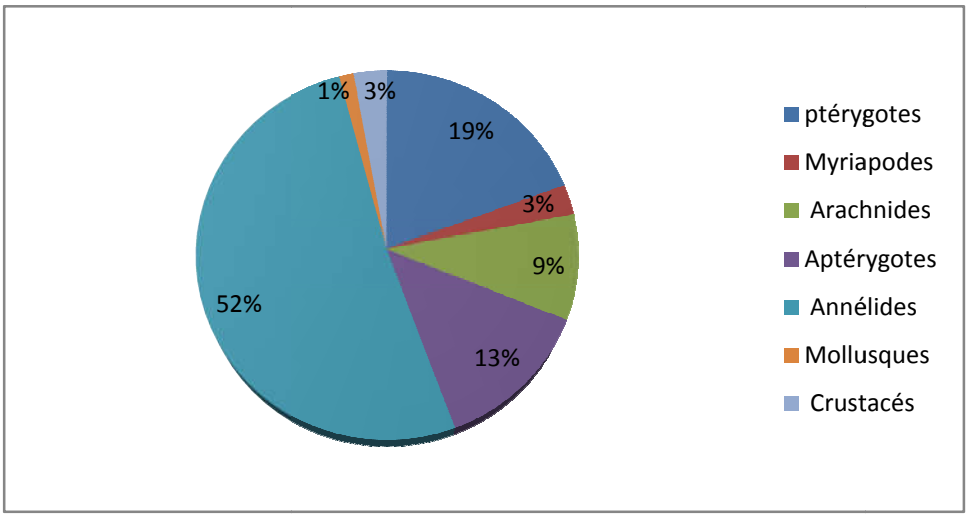


Figure N°8: distribution des pourcentages de différents groupes de la pédofaune de la subéraie de Ain khiar (2019-2020)

Les groupes les plus fréquents selon leur abondance sont les suivants : les Annélides (52%) , les Ptérygotes(19%), les Aptérygotes (13%) , les Arachnides (9%),), les Myriapodes(3%), les Crustacés (3%) , et enfin les Mollusques avec un faible pourcentage de 1%

3-Les Paramètres écologiques du peuplement

3-1- Richesse spécifique

La figure représente la richesse spécifique de la faune du sol au niveau du site selon les différents horizons (Fig.9)

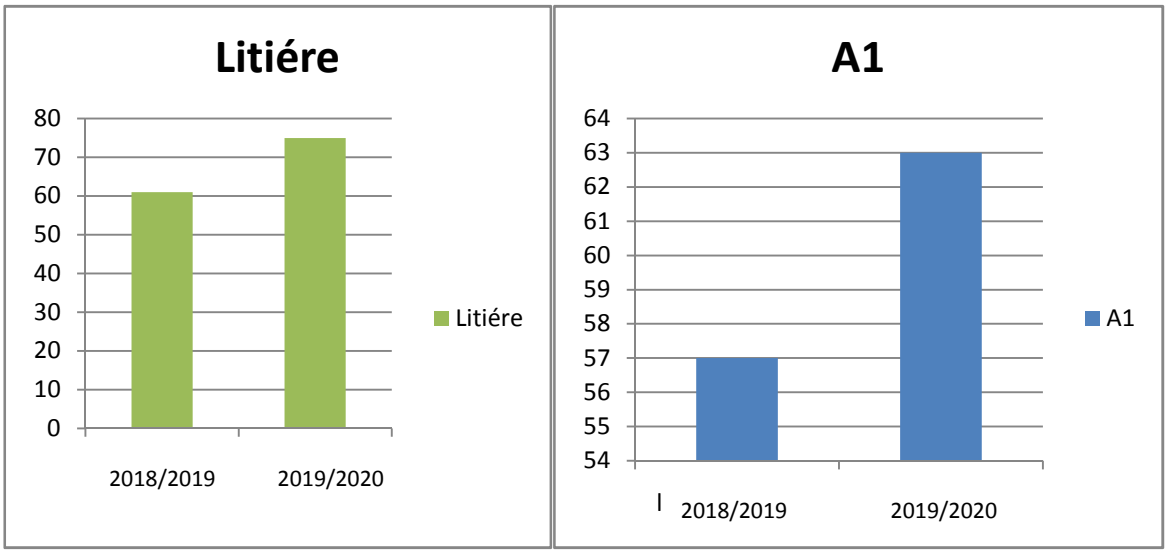


Figure N°9 : Variation de la richesse spécifique dans la litière et les horizons de d'Ain Khair

La figure ci-dessus nous montre que la litière est plus importante avec 60 Ordre au cours de l'année 2018-2019 par rapport à l'horizon A1 qui est de 57% par contre l'année 2019-2020 la litiére est plus de 70% par rapport à l'horizon A1 de la même région de 63%

3-2- La densité :

La Comparaison entre les deux années au site Ain khiar concerne la densité, elle est représentée dans la figure10

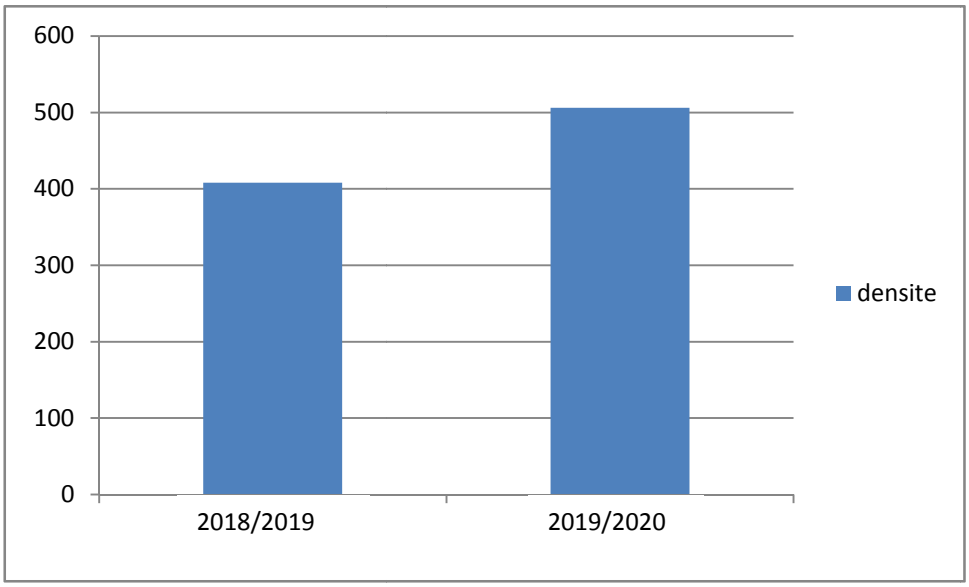


Figure N°10 : Variation de la densité entre les deux années d'étude

La faune du sol récolté au niveau du site est très diversifiée avec 914 individus répartie comme suit : 408 individus pour l'année 2018-2019 et 506 individus pendant 2019-2020. Ceux-ci nous montrent que l'année 2019-2020 est plus riche en densité que la première année.

Comparaison entre les horizons (litière, A1)

La Variation de la densité dans la litière et les horizons du site présente dans la figure11

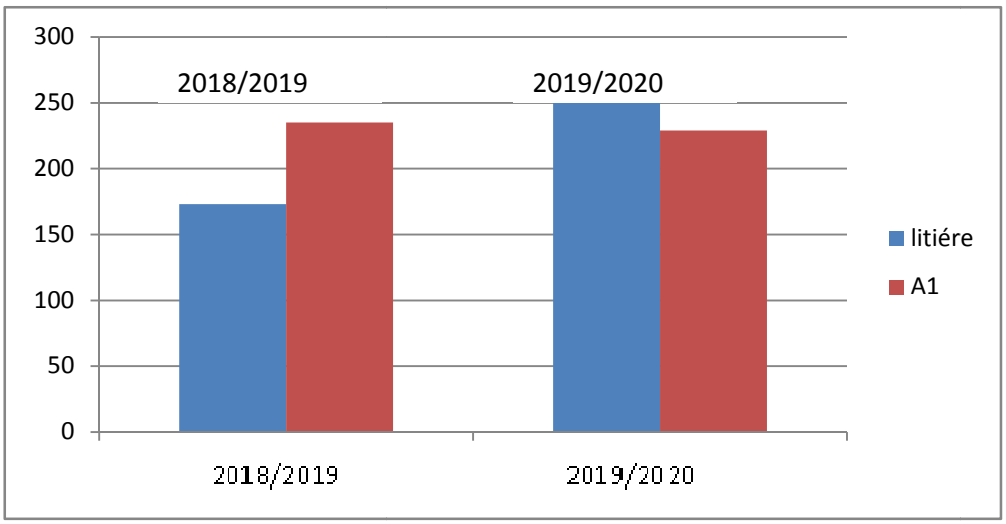


Figure N°11 : Variation de la densité dans la litière et les horizons entre les deux années

La figure montre que la litière de la subéraie d'Ain khiar pendant 2019-2020 est plus riche pendant les 4 mois d'étude. Par contre l'horizon A1 caractérise par densité très élève l'année 2019-2020.

3-3-Dominance :

Comparaison entre les deux années

La Comparaison entre les deux années concernant la dominance, est présente dans la figure ci-dessous

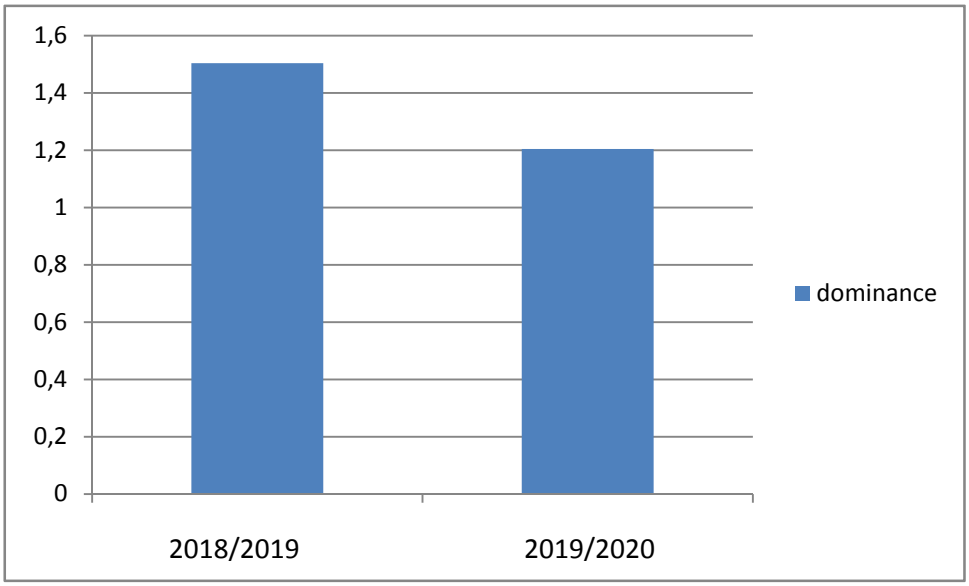


Figure N°12 : Variation de la dominance au niveau de la forêt Ain Khair

La figure 12 montre que l'année 2018-2019 est dominante par rapport a l'année 2019-2020 dans les 2 horizons

-Comparaison entre les mois (4 mois)

L'analyse de la Variation temporelle de la dominance a donnée les résultats présentés dans la figure 13.

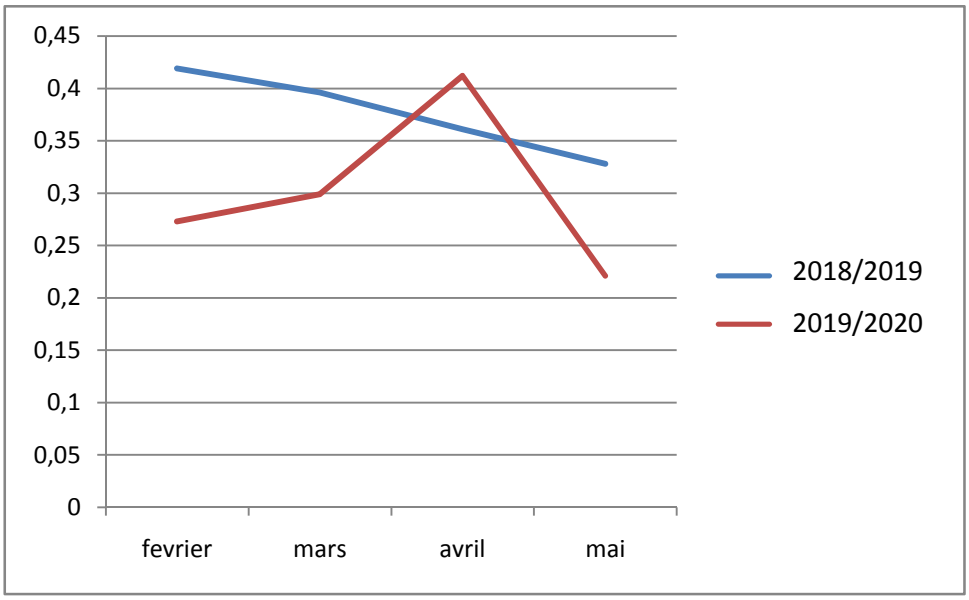


Figure N°13 : Variation temporelle de la dominance de la pédofaune entre les deux années d'étude

Les résultats montrent qu'il existe une augmentation progressive au cours de l'année 2019-2020 jusqu'au mois d'avril (0.412) et une diminution brutale dans les 4 mois l'année 2018-2019.

-Comparaison entre les horizons (litière, A1)

La Variation de la dominance dans la litière et les horizons des deux années est présente dans la figure 14

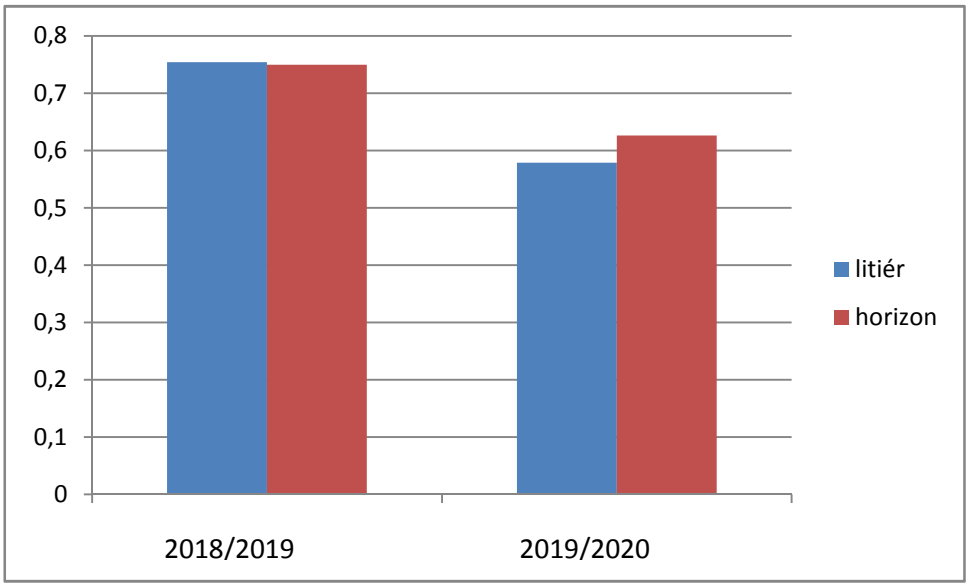


Figure N° 14 : Variation de la dominance dans la litière et les horizons entre les deux années d'étude

La figure montre que la litière et l'horizon A l'année 2018-2019 est plus élevé par rapport à l'année 2019-2020.

3-4-Diversité H' et Equitabilité E de différentes fractions des 2 années d'étude dans chaque mois

L'analyse de la diversité permet de pondérer l'effet richesse, même si ce paramètre lui est étroitement corrélé. Elle permet de mesurer de manière synthétique, tenant compte à la fois de la richesse et de la distribution d'abondance des espèces et le degré de complexité du peuplement. Tandis que l'analyse de l'équitabilité permet de mesurer le degré d'équilibre du peuplement du point de vue de la distribution d'abondance.

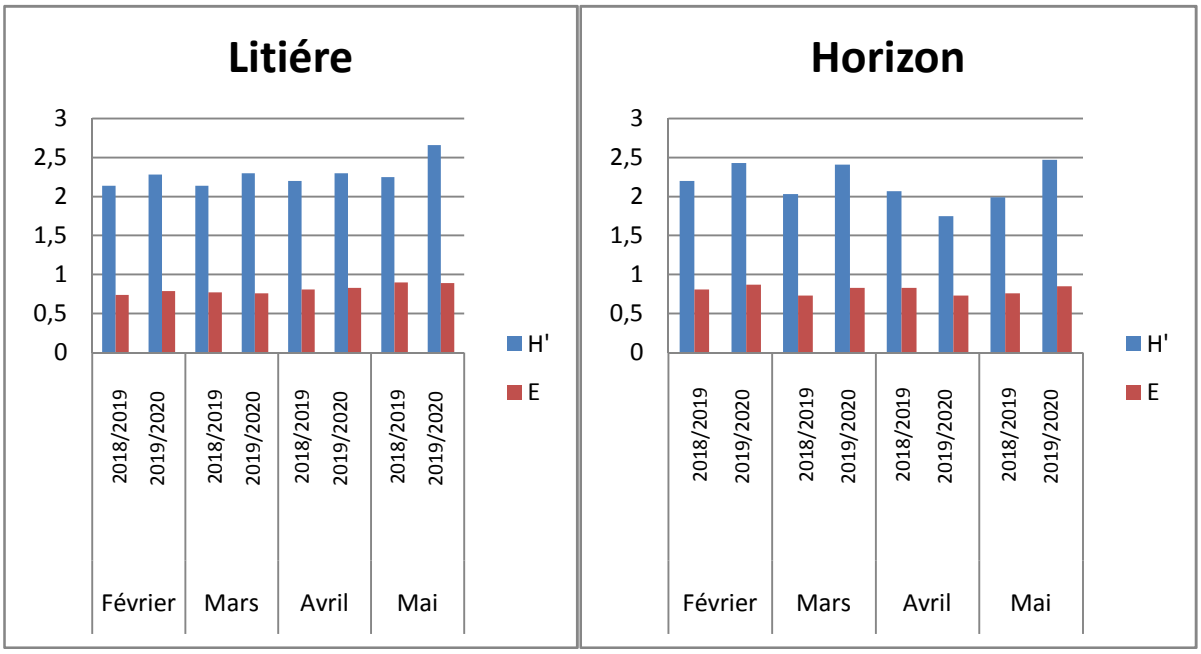


Figure N° 15: Diversité et Equitabilité de la litière et les horizons entre les deux années

D'après le graphe suivant, nous remarquons que les valeurs de H' et E de la litière et l'horizon A1 sont plus élevés pendant le mois de Mai avec des valeurs (H'2,66 et 2.46) (E 0.89 et 0.85) respectivement

4-Résultat de l'analyse factorielle des correspondances :

4-1-L'année 2018-2019

- **Dans la litière**

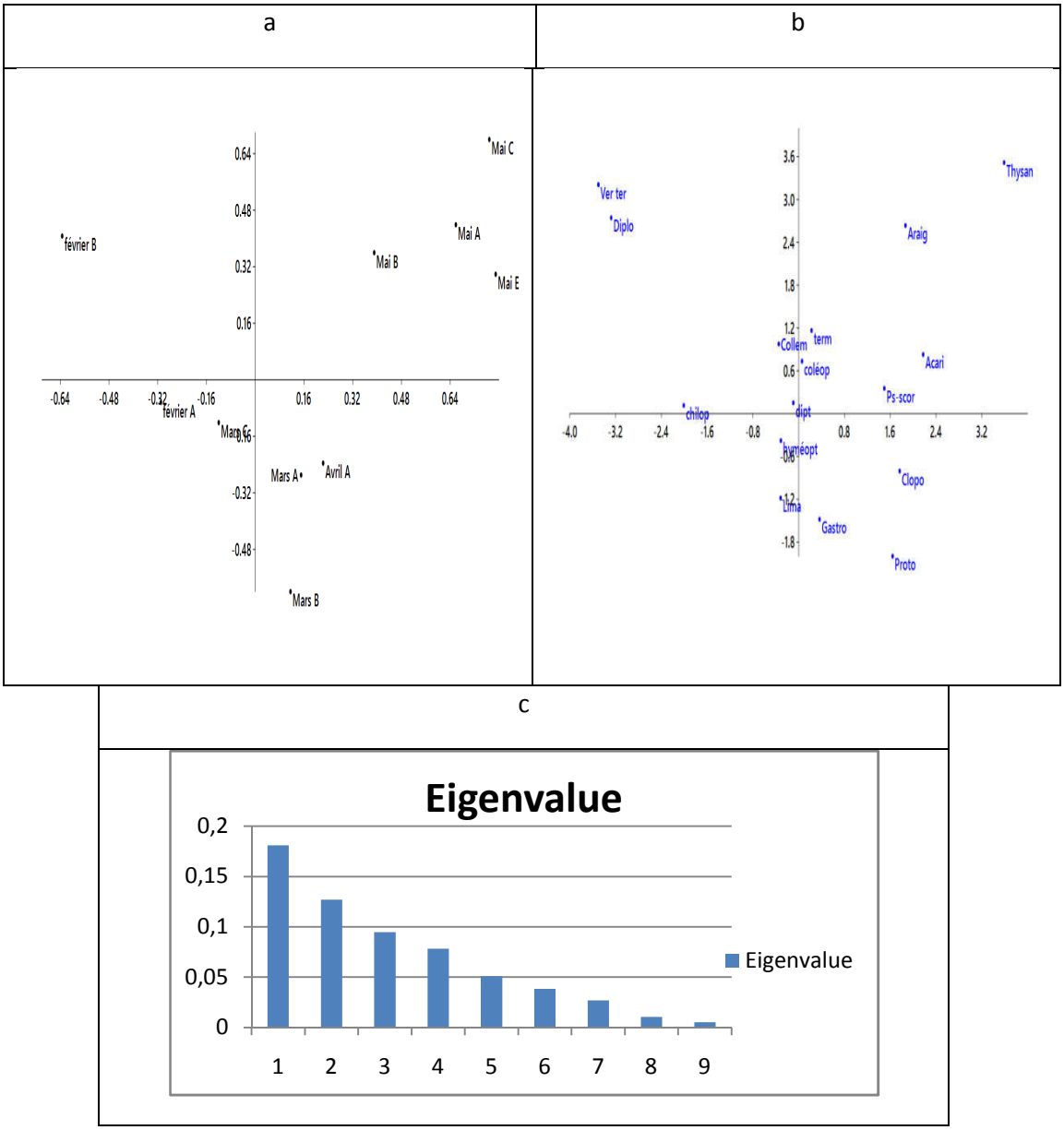


Figure N° 16 : Résultat de l'AFC : (a) plan F1*F2 de l'AFC mois, (b) plan F1*F2 de l'AFC taxons, (c) histogramme des taux de variation

La projection des linges (Mois) et les colonnes (Insecte) sur le plan (1,2) de l'AFC révèlent un nuage de point avec une variabilité 50%

L'AFC (Mois) :

L'axe 1 présente une ordination des mois suivant un gradient qui oppose le mois de Février au mois de mai, l'axe révèle une deuxième ordination qui met en opposition principalement le mois de mars et le mois de mai.

L'AFC explique (les taxons) :

L'axe 1 présente un gradient de richesse et diversité

L'AFC globale définit une typologie des mois. On distingue le mois de Février qui est caractérisé par : ver de terre, diplodes oppose le mois de Mai avec les espèces suivants : Araignée, thysanoure aussi qui met en opposition le mois de mars avec les protoures et dans le mois d'Avril le taxon le plus abondant est le cloporte mais au centre se sont des espèces typique qui existent pendant les 4 mois d'étude.

- **Dans l'horizon A**

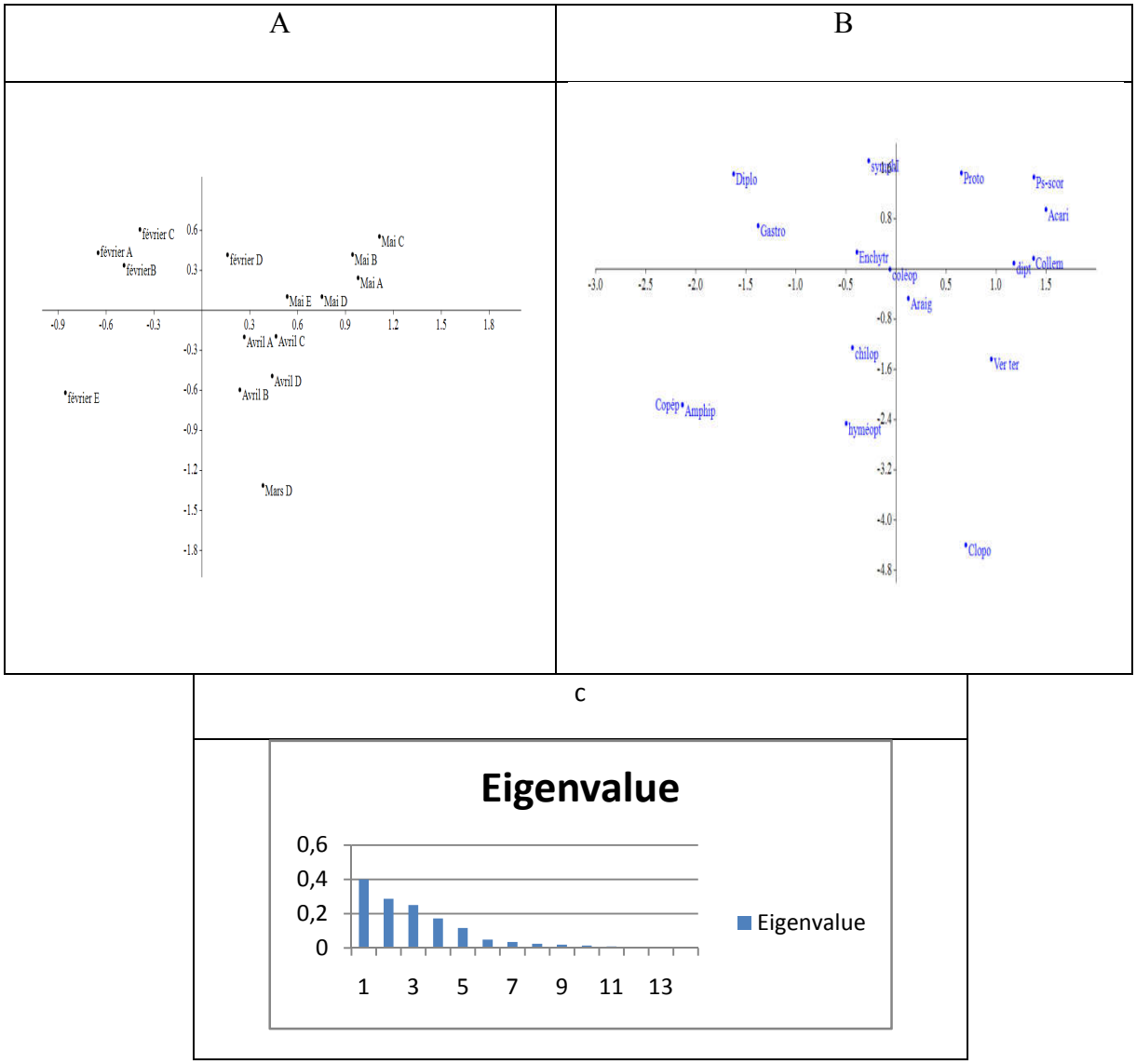


Figure N°17: Résultat de l'AFC : (a) plan F1*F2 de l'AFC mois, (b) plan F1*F2 de l'AFC taxons, (c) histogramme des taux de variation

La projection des linges (Mois) et les colonnes (Insecte) sur le plan (1,2) de l'AFC révèlent un nuage de point avec une variabilité de 49%

L'AFC (Mois) :

L'axe 1 présente une ordination des mois suivant un gradient qui oppose le mois de Février au mois de mai, l'axe révèle une deuxième ordination qui met en opposition principalement le mois de mars et le mois de mai.

L'AFC explique (les taxons) :

L'axe 1 présente un gradient de richesse et diversité

L'AFC globale définit une typologie des mois. On distingue le mois de Février qui est caractérise par : diplodes , gastropodes et le mois de Mai avec les espèces suivants :Acariens , pseudo scorpion qui met en opposition le mois de mars avec les cloportes et dans le mois d'Avril le taxon le plus abondant est le ver de terre mais concerne les espèces aux centre sont des espèces typique qui existent pendant les 4 mois

4-2- L'année 2019-2020

litière

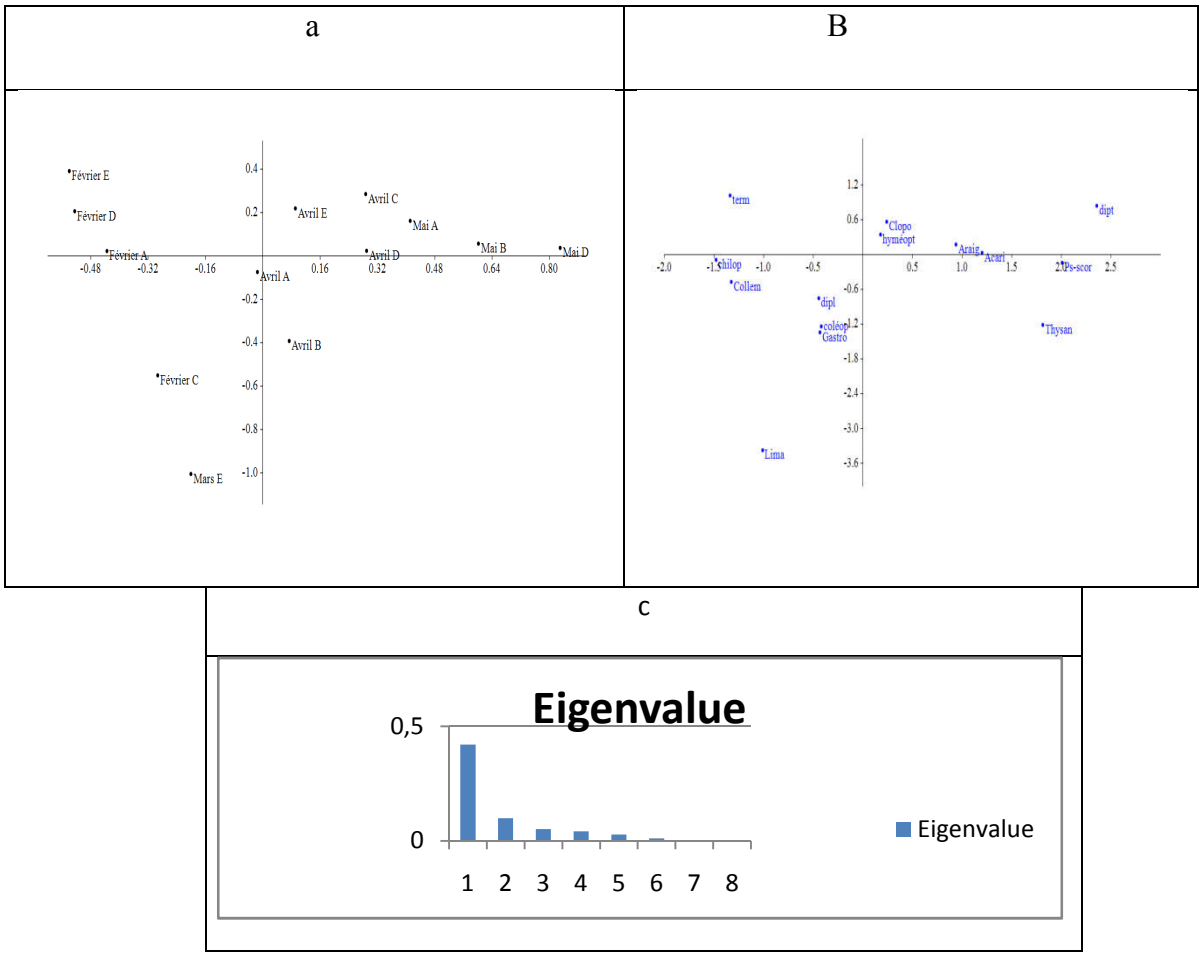


Figure N°18 : Résultat de l'AFC : (a) plan F1*F2 de l'AFC mois, (b) plan F1*F2 de l'AFC taxons, (c) histogramme des taux de variation

La projection des linges (Mois) et les colonnes (Insecte) sur le plan (1,2) de l'AFC révèlent un nuage de point avec une variabilité de 61%

L'AFC (Mois) :

L'axe 1 présente une ordination des mois suivant un gradient qui oppose le mois de Février au mois de mai, l'axe révèle une deuxième ordination qui met en opposition principalement le mois de mars et le mois de mai.

L'AFC explique (les taxons) :

L'axe 1 présente un gradient de richesse et diversité

L'AFC globale définit une typologie des mois. On distingue le mois de Février le plus riche en espèces dont : Termites, gastropodes opposé Diptères et Pseudo-scorpion au mois de Mai et le mois de mars riche par les limaces et le mois d'Avril le taxon le plus abondant sont les acariens ,les araignes , les hyménoptères et les cloportes mais concerne les espèces aux centre sont des espèces typique qui existent pendant les 4 mois.

- **Dans l'horizon A**

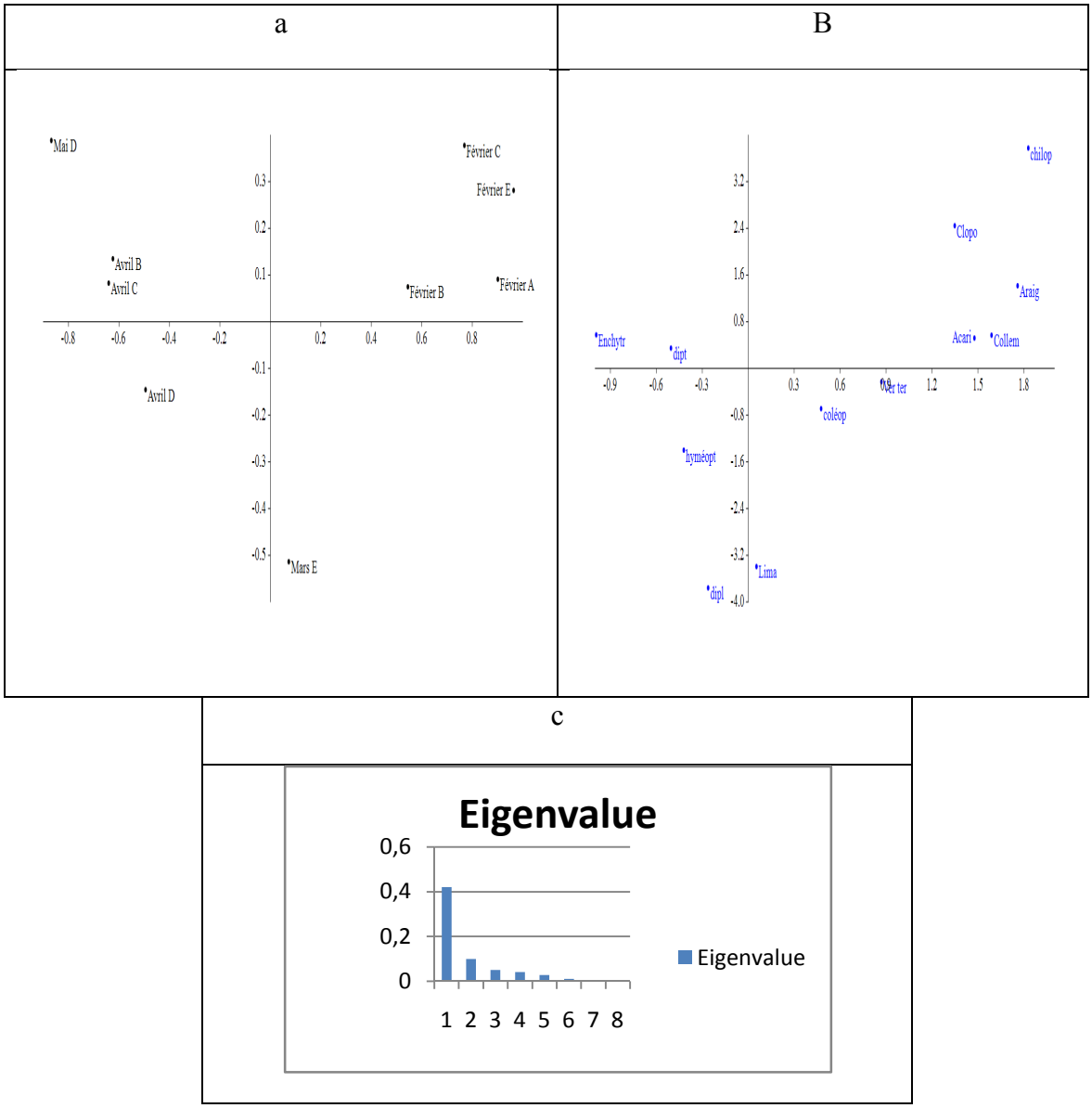


Figure N°19: Résultat de l'AFC : (a) plan F1*F2 de l'AFC mois, (b) plan F1*F2 de l'AFC taxons, (c) histogramme des taux de variation

La projection des linges (Mois) et les colonnes (Insecte) sur le plan (1,2) de l'AFC révèlent un nuage de point avec une variabilité de 79%.

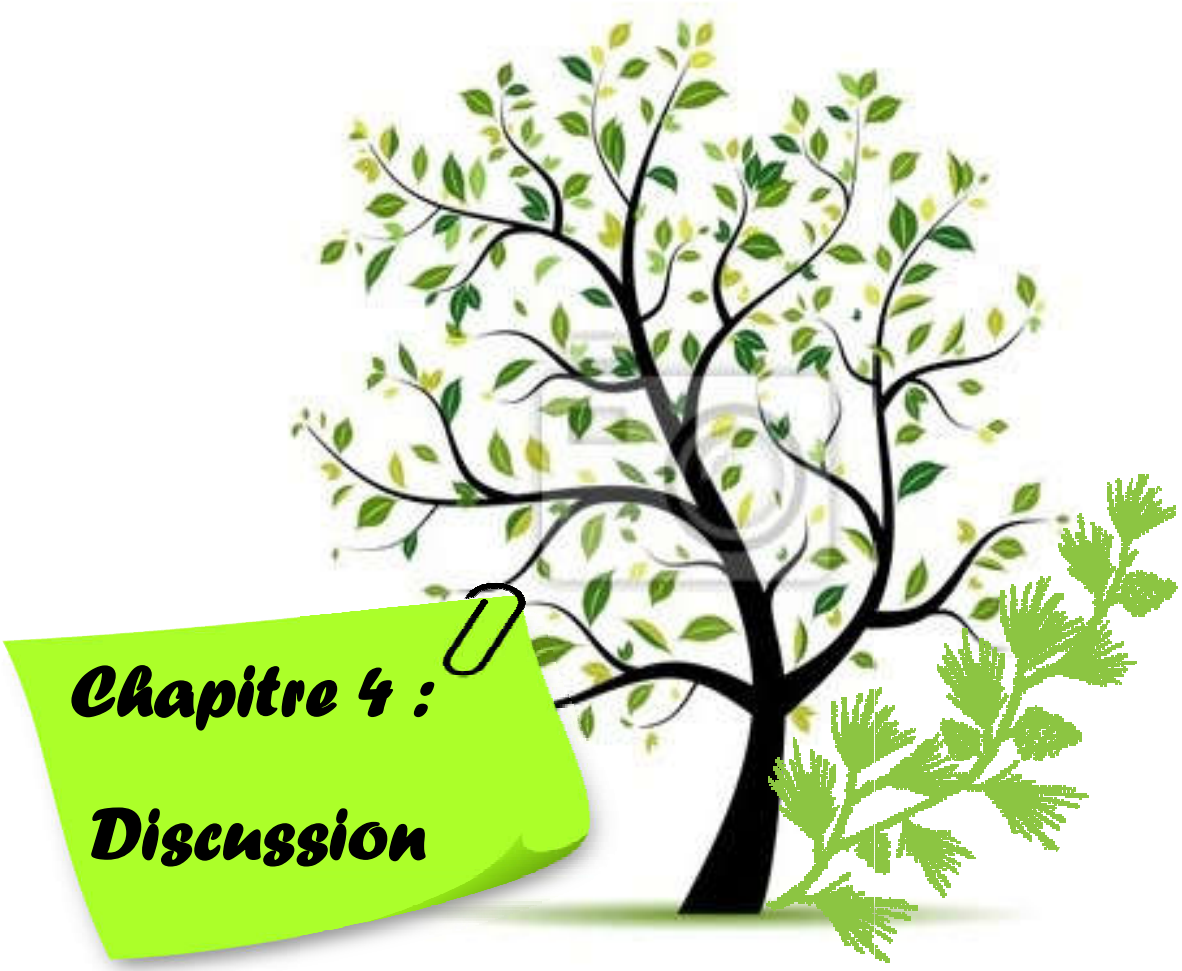
L'AFC (Mois) :

L'axe 1 présente une ordination des mois suivant un gradient qui oppose le mois de Février au mois de mai, l'axe révèle une deuxième ordination qui met en opposition principalement le mois de mars et le mois de mai.

L'AFC explique (les taxons) :

L'axe 1 présente un gradient de richesse et diversité

L'AFC globale définit une typologie des mois. On distingue au mois de Février, les espèces le plus abondant sont : Chilopodes, clopodes, Araignes,collomboles,et Acarien , Le mois de mars riche en (limace),le mois d'Avril le taxon le plus abondant sont (hyménoptère, diptère) et le mois de mai(Enchytroide) .


Chapitre 4 :
Discussion

DISCUSSION

Les sols ont une vocation principale de production agricole et sylvicole qui assure le développement de la végétation naturelle, support de la biodiversité (Ponge, 2010 in Gherib et Machaka 2012). Ils sont aussi des réacteurs biologiques qui contrôlent de nombreuses fonctions environnementales.

L'étude de la faune du sol pendant l'année 2019-2020 , a permis d'identifier 7 groupes d'organismes qui sont : les annélides, les Ptérygotes, les Aptérygotes, les Arachnides, les Myriapodes, les Crustacés et les Mollusques .Ces animaux représentent une source de biodiversité non négligeable, jouant un rôle pionnier dans la transformation de l'humus en fragmentant la matières végétale morte et le transfert d'énergie du sol (Gobat et *al.*,2003)

Mais l'année 2018-2019 renferme les mêmes groupes fauniques avec des pourcentages plus au moins différents notamment les Annélides 52% et les Ptérygotes 19%.

Cette différence et conditionnée essentiellement par les caractéristiques de la litière qui est au sens large constitué de l'ensemble des matières organique d'origine biologique à différents stades de décomposition et qui représentent une source d'énergie potentielle pour les espèces qui les colonisent (Gherib et Machaka 2011).Ces facteurs favorisent la reproduction et le développement de nombreuses population

La litière de l'année 2019-2020 est la plus riche en de nombres d'ordres par rapport a l'année 2018-2019l, notons que la litière pendant l'année 2018-2019 a été soumise à un effet de piétinement intense (pâturage fréquent) Cela explique une diversité et une abondance faible au niveau de ce profil comme il a était mentionné par (Geoffroy et *al*. 1981)

Au sien de notre litière, les Annélides, Ptérygotes et Aptérygotes sont les plus nombreux. Ceci s'explique par le fait que la litière soit un endroit privilégie, compte tenu de leur

richesse en glucides, protéines et phénols nécessaire a l'activité des micro-organismes du sol (Benboualia , 1987)

Le compartiment correspondant a l'horizon A1 est le plus riche en nombre d'individus au cours des deux années d'étude. Ceci est conditionnée essentiellement par les caractéristiques de l'horizon A1 (humidité favorable, porosité disponible et PH acide) (Blandin et *al*., 1980 in Geoffroy et *al*., 1981) Ces facteurs favorisent la reproduction et le développement de nombreuses populations.

La présence des annélides surtout des vers de terre et Enchytroide dominent le peuplement dans l'horizon A1 de tout le site qui est indicateur de la présence d'un sol favorable à leur ponte. Mais ces dernières sont réparties de manière inégale dans les diverses fractions du sol. Donc, la majorité passe l'hiver dans les couches les plus superficielles de la litière. Mais au mois de février elles se déplacent vers les couches les plus profondes (Flogaitus, 1983 in Gherib et Machaka, 2011)

En effet, l'état de la faune est fortement lié à l'état de dégradation de la formation forestière, l'étude de la richesse spécifique entre les deux années révèle que le nombre de taxons est plus important en 2019-2020. Les différences en termes de densité et de richesse spécifique pourraient être expliquées par les changements quantitatifs de la couche de litière et/ou par la modification du milieu

La diminution de l'effectif et du nombre d'ordres en fonction les mois est peut être expliquée par le tassement du sol provoqué par une pluie accrue et prolongé pendant toute cette période. Ce tassement peut avoir comme conséquence une réduction de l'aération du sol donc des changements au sein des communautés animales (Robin , Geoffroy, 1985). Le tassement du sol peut être aussi accentué par l'effet de la compétition entre les individus de la même espèce, ou encore par la prédation. Cette variation peut être également expliquée par d'autres facteurs :

-Liés aux conditions spécifiques a chaque horizon tels que : l'humidité, la température, l'aération ou de la teneur du sol en minéraux et en matières organique.

-Liés à l'écologie de l'espèce (Cycle et stade de développement, rôle joué au sien du peuplement du sol)

Conclusion

CONCLUSION

Au cours de cette étude, nous avons étudié la faune du sol présente au sein de la subéraie d'Ain khiar ce qui nous permettra de mesurer la diversité des principaux groupes de la faune du sol.

La séparation des couches : litière, horizons (A1) nous a permis d'obtenir une présentation quantitative de la répartition de différents groupes de la pédofaune. Cette séparation est évidement grossière, car souvent difficile a réalisé avec précision : en outre la manipulation des matériaux pendant le prélèvement peut provoquer le déplacement des individus rapidement. (Chaouch et Nacer, 2017)

Au bout des quatre mois d'investigation sur deux années, l'année 2019-2020 à permis d'obtenir une faune de 506 individus appartenant de 22 ordres et 7 principaux groupes faunique qui sont : les Insectes, Aptérygotes, Ptérygotes, Arachnides, Myriapodes, Crustacés, Mollusques et Annélides et l'année 2018-2019 408 individus avec aussi 7 groupes faunique Les Annélides, les Ptérygotes ,les Aptérygotes, les Arachnides, les Mollusques, les Crustacés et les Myriapodes.

Nos résultats sont traités par des analyses écologiques ; la richesse totale, la densité, la dominance et les indices de diversité et d'équitabilité, la comparaison montre qu'il y a une différence significative entre les valeurs de H' et E de la litière et l'horizon A1 sont plus élevés pendant le mois de …...

L'analyse de l'AFC présente une ordination des mois suivant un gradient qui oppose le mois février au mois de mai avec un gradient de richesse et diversité, qui définit une typologie des mois selon les taxons

Les mois de mai le plus riche est caractérise par les taxons suivants : Araignes, Pseudo scorpions, Diptères.

Au terme de cette étude, nous avons pu avoir une idée minime sur la biodiversité des peuplements de la densité de la faune du sol dans la foret de Ain Khiar mais beaucoup reste à faire dans l'établissement des cartes de répartition et des guides d'identification spécialisés pour la faune du sol.

Références
Bibliographiques

Références Bibliographiques

-A-

ABBES ET AL ,1988 : Note sur la protection des subéraies Direction du fond National I.N.R.F, 6P

ANN, 1998 : Plan de gestion du PNEK et du complexe des zones humides. Projet JEF-BM.210p + 28 cartes.

-B-

BACHELIER, G. (1978). La vie animale dans les sols. Init. Doc. tech. no° 3, O.R.S.T.O.M, Paris. 279 p.

BENJAMAA M ET ABDELMOULA K, 2004 : Les feux de forêts dans la subéraie Tunisiennes in Vivex po 2004, in colloque international : le chêne liège face au feu. Vived (France).Int méditerranéen du liège ,11p .www.Vivex po.org.

BENMETIR S, 2003 : contribution à l'étude et la localisation de l'enrésinement dans la forêt de chêne liège par le pain d'Alep et le pain maritime dans le PNEK. Thèse d'Ing. Univ El Tarf.45p.

BENYACOUB S., 1993 : Ecologie de l'avifaune forestière nicheuse de la région d'El Kala (Nord Est Algérien). Thèse de Doctorat. Université de Bourgogne.273p

BENYAKOUB S ET CHABI Y, 2000 : diagnose écologique de l'avifaune du parc national d'El Kala. Composition, statu et répartition. Synthèse n° 7 ; juin 2000, revue des sciences et technologie, Uni d' Annaba.98p.

BENYAKOUB S, LOUANCHI M, BABA AHMED R. *ET AL*.1998 : plan directeur de gestion du parc national d'El Kala et des complexes des zones humides. Projet GEF (global

Environnement Facility).Banque Mondiale 220p+28 cartes disponibles du parc national d'El Kala.

BERBITI, 2012 : Contribution à l'étude de la productivité du liège dans l'Est de la Wilaya d'El Tarf et l'impact des incendies .Mémoire en vue de l'obtention d'un diplôme de Master écotoxicologique environnement et gestion des eaux, univ d'El Tarf. 56p.

BNEF, 1983 : les grands ensembles du Parc National d'El Kala. Ed. Bureau National des études forestières. Blida, p. 1-121.

BOUCHE M.B., 1977. Stratégies lombriciennes. In : Soil organisms as componenents of ecosystems. Ecological Bulletin (Stockholm). 25 : 122-132.

BOUKHARI, 2007 : Etude de deux plantes médicinales Lavandula stoechas .L. et Myrtus communis L''au niveau de la Réve Nord du lac Oubeira (Wilaya d'El Tarf) enquête ethnobotaniques et extraction des huiles essentielles, Mémoire de fin d'étude présenté en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en agronomie.

BLONDEL J., 1979. Biogéographie écologie, Masson, Paris, 173 p.

BRUSSAARD L. & HIJDRA R.D.W. 1986. Some effects of scarab beetles in sandy soils of The Netherlands. *Geoderma*, 37: 325-350.

-C-

CANARD A., 1981. Utilisation comparée de quelques méthodes d''échantillonnage pour l''étude de la distribution des araignées en landes. Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., ser. B, 88, suppl. 85p.

CHERIX D., 1986. *Les fourmis des bois ou fourmis rousse*. Série « Comment vivent – ils ? » Atlas visuel Payot Lausanne, Suisse, Vol. 15, 92p.

COINEAU Y., 1974. Introduction à l''étude des microarthropodes du sol et de ses annexes. Clé d''orientation. P 94-95-96.297p.

CHAOUICH , A ET NACER , .(2017). Contribution à la connaissance de la diversité de la faune du sol d'une subéraie de plaine dans le Nord-est Algérien (subéraie de Brabtia). Université d'El Tarf.35p

-D-

DE BELAIR G, 1990 : structure, fonctionnement et perspective de gestion de quatre Eco complexes lacustres et marécageux (El Kala, Est Algérien).Thèse, Doc.Univ.Montpellier2. Tomes tableaux et figures. Tomes texte, 193p.

DELEPORTE S., 1987. Rôle du diptère *Sciaridae bradisia* (Winn. Frey) dans la dégradation d‟une litière de feuillus. *Rev. Ecol. Biol Sol*, 24: 341-348.

DGF ,2012 : conservation des Forêts de la wilaya d'El Tarf.

-F-

FRONTIER, 1983 : « Stratégies d‟échantillonnage en écologie ». Collection d‟écologie, 17, Masson, Paris : 494pp.

FRONTIER & PICHOD-VIALE, 1998 : Ecosystèmes, structure, fonctionnement, évolution. Dunod, Paris:447p.

-G-

GEOFFROY *et al*. (1981).Etude d'un écosystème forestier mixte, traits généraux du peuplement de Macroarthropodes édaphique. rev. Ecol. Biol. Sol 18(1).58p

GHERIB, A et MECHAKA, N. (2012). *Contribution à l'étude des effets des incendies sur la pédofaune des subéraies de plaine dans le PNEK.* Thèse de Master en Ecologie. Centre Universitaire d'El Tarf.50p.

GIRARD M C., C. WALTER, J C. REMY, J. BERTHELIN ET J L. MOREL., 2005. Sols Et Environnement. Cours, Exercices Et Etudes De Cas. Dunod, Paris.

GOBAT *ET AL*. (2003). Le sol vivant : Bases de pédologie, Biologie des sols. Presses polytechniques et Universitaires romandes (ED).528 p.

-H-

HOLEC M. & FROUZ J., 2006. The effect of two ant species *Lasius niger* and *Lasius flavus* on soil

-K-

KADID Y., 1989 : Contribution à l'étude de la végétation aquatiques du lac Tonga (Parc National d'El-Kala).

-L-

LAVELLE, 1997 : Faunal activities and soil processes: adaptive strategies that determine ecosystem function. Advances in Ecological Research 27, 93-132.

LAVELLE P. & SPAIN A. V., 2001. Soil Ecology. Kluwer Scientific Pubications, Amsterdam.

LOZET J., MATHIEU C., 2002. Dictionnaire des sciences du sol, Tec. & Doc. Lavoisier édition, Paris, pp. 575.

-M-

MAIRE, 1926 : Notice de la carte phytogéographique d'Algérie et de la Tunisie. Alger bacconier 78p.

MARRE A ,1987 : Etude géomorphologique du Tell oriental Algérien de Collo à là frontière Tunisienne .Thèse. Doct. Univ. D'Aix-Marseille ,559p-t-carte.

MBOUKOU-KIMBATSA I., 1997. Les macroinvertébrés du sol dans différents systèmes d‟agriculture au Congo : cas particulier de deux systèmes traditionnels (écobuage et brûlis) dans la vallée du Niari. Thèse de doctorat de l‟université de Pierre et Marie Curie, spécialité écologie.

-N-

NEZZAL A.H, 2007 : caractérisation taxonomique du peuplement de coléoptère au niveau de là réserve de Brabtia (PNEK) 51p.

-O-

OUELMOUHOUB S ,2005 : Gestion multi-usage et conservation du patrimoine forestier : cas des subéraies du Parc National d'El Kala (Algérie) ; série « Master of science » n°78. 106 p.

OULMOUHOUB S., ET LABOUDI B., 1999 : Etude synchronique et diachronique d'une subéraie incendiée dans la région d'El Kala. Mém de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en agronomie. Univ d'EL Tarf.85p.

OULMOUHOUB, 2002: contribution à l'étude des subéraies de la région d'EL KALA : dynamique post –incendie des successions végétales et leurs biodiversité 2001-2002 ; Thèse de Magistère ; Institut Nationale Agronomique El Harrach.

OZENDA P, 1982 : les végétaux dans la biosphère. Dion. Éditeur. Paris.431p.

-P-

PASCAL M, 2007 : Le pin maritime, Actes Sud, 2007.

PLAMONDON A., 2009. Bassins Versants Et Erosion : Application En Forêt Tropicale Humide, Notes
De Cours, 3ème Graduat Foresterie, Faculté De Foresterie, De Géomatique Et De Géographie, Université Laval, Québec, 287p

PONGE J-F., 2010 : Biodiversité animale du sol et gestion forestière, Muséum National d'Histoire Naturelle, CNRS UMR 7179, 4 avenue du Petit-Château, 91800 Brunoy E-mail: ponge@mnhn.fr;8pp. hal-00461294, version 1 - 4 Mar 2010). 20p

PONGE J.F., 2000. Biodiversité et biomasse de la faune du sol sous climat tempéré. C.R. Acad. Agric. Fr., 2000, 86, n° 8, pp. 129-135.

PONGE J.F., 2004. La faune du sol, ouvrière peu connue du fonctionnement des écosystèmes forestiers. Forêt-entreprise n ° 155 - Février 2004.

-Q-

Quezel P, 1976 : nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales Vol II .N.R.S Paris 1170 P.

-R-

RAMADE F., 1972. *Le peuple des fourmis*. Presses Universitaires, Paris, France, 122p.

RAYMOND, 1994 : Le pin maritime, sa culture, ses produits, son gemmage, et son rôle dans la fixation des dunes, Maison rustique, 1894.

ROSSELLO E, 2004 : Les effets des incendies de l'été 2003dans les subéraies européennes, in Colloque international : le chêne liège face au feu .Vivés(France).Institut méditerranéen du liège, 13p.

ROULA B, 1990 : Contribution à l'étude de l'accroissement de liège en fonction des stations dans la forêt de Guerrouch (wilaya de Jijel).Thèse ing .Agro ; inst Nat Agro ; El Harrach.

-S-

SAADAOUI S, 2007 : Contribution à l'étude de la dynamique de la flore post- incendies de la subéraie de Brabtia (PARC NATIONAL D'EL KALA). 47p

SACCARDY L, 1937: Note sur chêne liège en Algérie ; Bull stat Richer forestier Nord Afrique II (3) 271-372p.

SANZ F ET AL, 2007 : Applications industrielles du pin maritime, FIBA , CTBA, 2007 .

SARRI, 2002 : Etude de la végétation du PNEK, forêt dominal de Djebel Ghorra (Algerie). Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de magister en biologie végétale. 119p.

SEASTEDT T.R., 1984. «The role of microathropods in decomposition and mineralization processes». Ann. Rev. Entomol. 29: 25-46.

SELTZER P, 1946 : Le climat de l'Algérie. Inst .Météo. Phys.219 p+ 1carte.

SELTZER P, 1948 : Le climat de l'Algérie. La typo. Litho, 220p

SOLTNER, D., 2005. La base de la production végétale Tom I. Le sol et son amélioration 24eme Edi. collection science et technique agricole. 472P.

SOUDA, 2007: Contribution à l'étude écolo socio économique au niveau des subéraies d'altitudes du Nord-est Algériens (secteur de Bougous, PNEK-Mém-ing, agro El Tarf 23-34.

STRAZZULA J, 1991: Les de forêts. Ed. Denoiel.239p.

-T-

TELAILIA S, 1990 : Bio-écologie de faune de différent milieux ; de la zone du Lac Tonga(PNEK) .Thèse ing agro .Institut National agronomie El Harrach.117p.

TELAILIA S., 2002 : Contribution à l'étude de l'avifaune nicheuse dans les différentes formations de la forêt à chêne liège (*Quercus suber*) post incendie dans la région d'El Kala (Parc National d'El Kala).Thèse. Mag. Agro.INA.Alger, 142p.

TLILI N, 2003 : Etude synchronique de la dynamique post-incendie dans les subéraies de plaine du Parc National d'El-Kala (Wilaya d'El -Tarf).Mémoire d Ingéniorat. Université d'El-Kala. 53p + annexes.

TOUBAL B.O, 1986 : Phytoécologies, biogéographie et dynamique des principaux groupements végétaux du massif de l'Edough (Algérie Nord Orientale).Cartographie au 1/25000 USTM. Univ Grenoble. Thèse. Doc 3éme cycle ,111p.

TRAORE M., 2012. Impact des pratiques agricoles (rotation, fertilisation et labour) sur la dynamique de la microfaune et la macrofaune du sol sous culture de sorgho et de niébé au Centre Ouest du Burkina Faso. Thèse de doctorat en Science du sol, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Institut du Développement Rural, 147p.

-W-

WISE D.H., 1993. *Spiders in Ecological webs*. Cambridge, Cambridge University Presses, 328p.

-Y-

YESSAD S. A., 2000 : Le chêne liège et le liège dans les pays de la Méditerranée occidentale.

YOUSFI S, 2010 : contribution à l'étude du phénomène d'enrésinement des Subéraies dans la région d'El Tarf. 54p.

-Z-

ZERAIA L ,1982 : Le chêne liège : phytosociologie, édaphologie, régénération et productivité. I.N.R.F.159P.

ZERIBI M, 2007: Inventaires des plantes et études ethnobotaniques au niveau du parc national d'El Kala wilaya d'El Tarf et extraction des huiles essentielles, Mémoire de fin d'étude présenté en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en Agronomie.

Productions
Scientifiques

جامعة بجاية
Tasdawit n Bgayet
Université de Bejaia

UNIVERSITE ABDERRAHMANE MIRA - BEJAÏA
LABORATOIRE DE ZOOLOGIE APPLIQUEE ET D'ECOPHYSIOLOGIE ANIMALE

LZA

ATTESTATION

DE PARTICIPATION

LES 5ÈMES JOURNÉES D'ETUDE NATIONALE SUR LA ZOOLOGIE APPLIQUÉE ET L'ECOPHYSIOLOGIE ANIMALE

JIJEL, LES 22 ET 23 OCTOBRE 2019

Je soussignée, ***Pr RAMDANE Zouhir****, président du comité d'organisation des 5èmes Journées d'Etude Nationale sur la Zoologie Appliquée et l'Ecophysiologie Animale atteste que Mme :*

KISSOUM SAMEH

CO-AUTEURS : RIZI HADIA, ROUAG RACHID ZIANE NADIA ET HOUHAMDI MOUSSA.

A participé avec une Communication orale *intitulée :*

« Contribution à la connaissance de la diversité de la faune du sol d'une subéraie de plaine dans le Nord-Est Algérien (Ain Khiar).»

Président du comité d'organisation
Pr. Zouhir RAMDANE

Directeur du laboratoire LZA
Pr. Riadh MOUHAÏ

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Mohamed Chérif Messaadia de Souk-Ahras

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Journée d'étude Zones Humides & Changements Climatiques 1ère édition

Le 25 Février 2020

Attestation de participation

Le comité d'organisation de la journée d'étude Zones Humides & Changements Climatiques 1ère édition, organisée par la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, le Laboratoire des Ecosystèmes Aquatiques et Terrestres de l'Université Mohamed Chérif Messaadia de Souk-Ahras, et l'Association Nationale Algérienne d'Ornithologie, atteste que,

KISSOUM Samah

A participé activement à la journée et a présenté la communication affichée intitulée ,

Contribution à l'étude de la diversité de la faune du sol de la suberaie d'ain khiar (Nord-Est Algérien)

Co-Auteurs , RIZI H., BAALOUDJ A., ROUAG R., ZIANE N., HOUHAMDI M.

Pr. MAAZI Mohamed Cherif

Le Doyen de la faculté

Dr. GUELLATI Kaouther

La Présidente du comité d'organisation

1ère édition
25 Février
2020