



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITÉ CHADLI BENDJEDID D'EL-TARF

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département de BIOLOGIE

MÉMOIRE DE FIN D'ETUDE

Présenté en vue de l'obtention d'un Diplôme de Master 2

Spécialité : « TOXICOLOGIE INDUSTRIELLE ET ENVIRONNEMENTALE »

THEME

*Etude de la Faune du Sol au niveau du Lac des
Oiseaux et la Forêt d'Ain Khiair (Nord-est
Algérie)*

Présenté Par : M^{elle} Nacer Hanene

Soutenu le : 11 juillet 2019

Devant le jury composé de :

Présidente :	M ^{me} Bendjedid. H	MCB	Université Chadli Bendjedid-El Tarf
Examineur :	M ^{me} Brahmia. Z	MAA	Université Chadli Bendjedid-El Tarf
Promoteur :	M ^{me} Rizi. H	MAA	Université Chadli Bendjedid-El Tarf
Co-promoteur:	Mr Samar. F	MAA	Université Chadli Bendjedid-El Tarf

Année universitaire : 2018/2019

SOMMAIRE

Résumé

Abstract

الملخص

Introduction	01
Chapitre I : Généralité sur le sol et la faune du sol	04
I. Présentation des sols.....	04
I.1. Définition du sol.....	04
I.2. Origine et constituants du sol.....	04
I.3. Les différents horizons du sol	05
I.4. Les fonctions du sol.....	07
II. Présentation de la faune du sol.....	08
II.1. La diversité de la faune du sol.....	08
II.1.1. La microfaune.....	08
II.1.1.1. Les Protozoaires.....	08
II.1.1.2. Les Nématodes.....	08
II.1.2. La méso faune (ou encore meiofaune).....	09
II.1.2.1. Les Acariens.....	09
II.1.2.2. Les Collemboles.....	09
II.1.2.3. Les Enchytréides.....	10
II.1.2.4. Les Symphiles.....	10
II.1.2.5. Les Pseudo- scorpions.....	10
II.1.2.6. Les Pauropodes.....	10

II.1.2.7. Les Protoures.....	10
II.1.2.8. Les Diploures.....	10
II.1.2.9. Les Thysanoures.....	11
II.1.2.10. Les Opilions.....	11
II.1.3. La macrofaune.....	11
II.1.3.1. Les Vers de terre.....	11
II.1.3.2. Les Myriapodes.....	11
II.1.3.3. Les Araignées.....	12
II.1.3.4. Les Insectes ptérygotes	12
II.1.3.4.1. Les Hyménoptères (Fourmis).....	12
II.1.3.4.2. Les Coléoptères.....	12
II.1.3.4.3. Les Diptères.....	13
II.1.3.5. Les groupes secondaires	13
II.1.3.5.1. Les Turbellariés	13
II.1.3.5.2. Les Némertes.....	13
II.1.3.5.3. Les Rotifères.....	14
II.1.3.5.4. Les Gastrotriches	14
II.1.3.5.5. Les Péripates.....	14
II.1.3.5.6. Les Tardigrades.....	14
II.1.3.5.7. Les Gastropodes (Mollusques).....	14
II.1.3.5.8. Les Crustacés.....	14
II.1.4. La mégafaune	15
II.1.4.1. Les Vertébrés	15
II.2. Les Types écologiques de la faune des Macro- invertébrés de la litière.....	16
II.2.1. Les épigés.....	16
II.2.2. Les anéciques (vers de terre).....	16

II.2.3. Les endogés.....	17
II.3. Importance écologique de la faune du sol.....	17
II.4. Action de la faune sur le sol.....	17
II.4.1. Action sur les propriétés physiques du sol.....	17
II.4.2. Action sur les propriétés chimiques du sol.....	19
II.4.3. Action sur les propriétés biologiques du sol.....	19
Chapitre II. Matériel et Méthodes	20
I. Présentation des zones d'étude.....	20
I.1. Le parc national d'El- kala(P.N.E.K).....	20
I.2. La région d'Ain Khia.....	21
I.3. La Willaya d'El Tarf.....	22
I.4. Lac des oiseaux	24
II. Méthodologie de travail	25
II.1. L'échantillonnage.....	25
II.1.1. Les matériel utilisé sur terrain.....	25
II.1.2. Protocole d'échantillonnage.....	26
II.1.3. Matériel utilisés dans laboratoire.....	28
II.1.4. Méthode utilisés dans laboratoire.....	29
II.1.5. Extraction de la faune	30
II.1.6. Utilisation	31
III. Analyse des données.....	31
III.1. Densité.....	31
III.2. Richesse taxonomique.....	31
III.3. Indice de diversité Shannon- Weaver (H').....	31
III.4. L'indice d'équitabilité ou équirépartition.....	32
IV. Analyse statistique multivarié.....	33

Chapitre III. Résultats et Interprétation.....	34
I. Classification taxonomiques des espèces récoltées.....	34
I.1. Liste systématique globale de différentes espèces récoltées concernant les deux sites d'études	34
II. Composition des peuplements dans les deux horizons et au niveau des deux site.....	35
II.1. Lac des oiseaux.....	35
II.2. La subéraie d'Ain khiar.....	36
III. Les paramètres écologiques du peuplement	37
III.1. Richesse spécifique.....	37
III.2. Densité.....	38
III.3. Dominance.....	40
III.4. Diversité H' et Equitabilité E de différentes fractions des 2 sites dans chaque mois.....	42
IV. Résultats de l'analyse factorielle des correspondances.....	44
IV.1. Lac des oiseaux.....	44
IV.1.1. Dans la litière.....	44
IV.1.2. Dans l'horizon A1.....	46
IV.2. Ain khiar.....	47
IV.2.1. Dans la litière.....	47
IV.2.2. Dans l'horizon A1.....	49
Chapitre IV. Discussion.....	51
Conclusion	54
Les références bibliographiques	
Annexes	

Remerciement

Avant tout je remercie ALLAH le tout puissant pour la volonté, la santé et la patience qu'il m'a donné pour la réalisation de ce modeste travail.

J'adresse mes vifs remerciements à mon encadreur Madame. Rizi.H qui a bien voulu dirigé ce travail, pour tous ses conseils, ses encouragements et la correction du manuel. Qu'elle trouve ici l'expression de ma profonde reconnaissance.

Je tiens à remercier également mon co-encadreur M Samar. F pour le temps qu'il nous a consacré et pour les précieuses informations qu'il nous a prodiguées surtout en statistique.

Je voudrais également remercier très chaleureusement les membres du jury qui m'ont honoré en acceptant d'évaluer ce travail :

-Mme Bendjedid.H en acceptant de présider le jury de soutenance

-Mme Brahmia .Z en examinant notre travail.

Je souhaite adresser tous mes remerciements à mon ami Sami et mes oncles Hamid et Abed Allah qui m'ont apporté leur aide à l'élaboration de ce travail.

Je voudrais finalement remercier mes parents à qui je dois tant. Pour leur précieux soutien, leur encouragement et leur présence tout au long de mes études qu'ils trouvent dans ce travail, tout le respect et l'amour que je leur porte.

***Merci à tous et à toutes
HANENE***

Dédicaces

Aux personnes les plus chers à ma vie et je ne trouverai pas les mots pour exprimer tout leur amour, leur soutien moral et matériel, j'espère que j'ai pu satisfaire vos vœux et une partie de vos rêves. C'est grâce à vos prières que je suis arrivé à ce stade que dieu vous garde.

A Ma mère pour ses encouragements et son amour tout au long de ce travail

A Mon père qui ma accompagné par ces prières et son aide

A mes frères, mes sœurs, mes chers neveux et mes chères nièces merci pour votre soutien moral.

A mon fiancé Fahmi et tout sa famille mille merci.

A toute la famille « Nacer ».

A mes chères amies:

Lamia , Ismahan , Fatima , Ahlem , Nour el houda et Assia.

Un grand merci à mes compagnons de terrain, Monia , Hadjira , Rania , Sondes, Houria ,wissal.

A tous mes amis d'enfance et du long parcours Scolaire et Universitaire.

A tous les gens que j'aime et qui m'aiment.

HANENE

Liste des Figures

N °de Figure	Titre des Figures	page
Figure 01	Exemple de différents horizons du sol	05
Figure 02	Un protozoaire	08
Figure 03	Un nématode microscopique	09
Figure 04	Localisation géographique du parc national d'El-Kala	21
Figure 05	Localisation du site d'étude	22
Figure 06	Localisation géographique la willaya d'el Tarf	23
Figure 07	localisation géographique du lac des oiseaux	24
Figure 08	Distribution du pourcentage de différents groupes de la pédofaune du lac des Oiseaux	35
Figure 09	Distribution des pourcentages de différents groupes de la pédofaune de la subéraie d'Ain khiar	36
Figure 10	Variation de la richesse spécifique dans la litière et les horizons de deux sites	37
Figure 11	Variation de la densité dans les deux sites	38
Figure 12	Variation temporelle de la densité de la pédofaune de différents sites s'étude au cours 4 mois	39
Figure 13	Variation de la densité entre la litière et les horizons dans les deux sites	39
Figure 14	Variation de la dominance dans les deux sites	40

Figure 15	Variation temporelle de la dominance de la pédofaune dans les deux sites s'étude	41
Figure 16	Variation de la dominance dans la litière et les horizons de deux sites	42
Figure 17	Diversité et Equitabilité de la litière et les horizons au niveau des deux sites	43
Figure 18	Résultat de l'AFC de la litière du lac des oiseaux	44
Figure 19	Résultat de l'AFC de l'horizon du lac des oiseaux	46
Figure 20	Résultat de l'AFC de la litière d'Ain khiar	47
Figure 21	Résultat de l'AFC de l'horizon A d'Ain khiar	49

Liste des Photos

N °de Photo	Titre des Photos	Page
Photo 01	Subéraie d'Ain khiar	21
Photo 02	Vue générale du lac des oiseaux	23
Photo 03	Matériel des échantillonnages	25
Photo 04	La différence entre la litière de Ain khiar et lac des oiseaux	26
Photo 05	Méthode de prélèvement de différents horizons du sol sur le terrain	27
Photo 06	Matériels utilisé dans laboratoire	28
Photo 07	Méthodes utilisé dans laboratoire	30

Liste des Tableaux

N °de Tableau	Titre des Tableaux	Page
Tableau 01	Caractéristique principales des trois types d'humus	06
Tableau 02	classification de la pédofaune en fonction de la taille	16
Tableau 03	Liste systématique globale des différents taxons	34

INTRODUCTION

La couverture pédologique représente une diversité d'habitats pour la faune du sol par sa composition physique et chimique très variables. Cette dernière exerce des contraintes sur les stratégies adaptatives des différents taxons et offre ainsi des niches trophiques multiples (Girard, 2005 in Lembrouk, 2012).

Actuellement, la faune du sol représente plus de 80 % de la biodiversité animale dont les plus importants représentants, les vers de terre, constituent la première biomasse animale terrestre. Tous ces animaux, souterrains interagissent avec leur milieu, tout en ayant un impact sur sa structure et sa composition (Gobat et *al.*, 2003).

Le sol qui est une couche superficielle de l'écorce terrestre, remplit de nombreuses fonctions (support de végétation, support de biodiversité, stockage de carbone,...etc.) essentielles à l'homme et à son environnement. Bien qu'étant une source non renouvelable du globe terrestre, le sol est soumis à de nombreux stress qui dégradent ses propriétés et peuvent aboutir à des pertes de fonctions indispensables. La faune du sol et sa diversité sont largement reconnus pour leur participation aux processus physiques, chimiques et biologiques impliqués dans le fonctionnement et l'évolution des sols naturels (Barrios, 2007 ; Lavelle et *al.*, 2006 in Kadi, 2002).

La formation de nouveaux sols ou les phénomènes de résilience dans des écosystèmes dégradés dépendent du fait que oui ou non et à quelle vitesse, des sols peuvent retrouver un fonctionnement efficace. La pédogenèse est en effet très souvent décrite comme étant lente par rapport aux cinétiques de dégradation. La prévention des dégradations et la remise en état des sols dégradés sont alors porteuses d'enjeux environnementaux et socio-économiques considérables. (Benjamin, 2010)

Les sols sont définis comme des systèmes vivants, en particulier, la faune du sol et sa diversité sont largement reconnus pour leur participation aux processus physiques, chimiques et biologiques impliqués dans le fonctionnement et l'évolution des sols naturels (Barrios, 2007; Lavelle et *al.*, 2006 in Kadi, 2002).

Ces organismes sont ainsi fortement impliqués dans la délivrance des fonctions du sol, parmi les nombreux facteurs qui influencent la pédogenèse des sols très anthropisés, l'influence du facteur biologique est peu connu. Les agents sont alors les organismes vivants du sol, dont la faune, et aussi l'homme lui-même via ses actions de dégradation et/ou de restauration volontaire des sols (Séré, 2007 in Kadi, 2002). Le facteur biologique pourrait alors apparaître comme un levier majeur de la pédogenèse des sols très anthropisés, notamment dans leurs stades précoces d'évolution.

La faune du sol est répartie habituellement en fonction de la taille (diamètre) des organismes qui la composent en quatre groupes distincts, micro- (0,2 mm), méso- (entre 0,2 et 2 mm), macro- (entre 2 et 80 mm) et mégafaune (> 80 mm) (Lavelle, 1997; Gobat et al, 2013). Le regroupement des invertébrés du sol par catégorie de taille est pertinent car il permet de nous renseigner sur l'échelle spatiale de vie et l'habitat occupé par les organismes au sein du sol. De plus, ce classement permet de donner une information clé sur les différents rôles joués par les organismes, animaux et microbiens, sur le fonctionnement du sol (Européen commission, 2010)

L'Algérie constitue une entité écologique exceptionnelle dans la biosphère. Rares sont les autres pays biogéographiques présentant une telle étendue et possédant une telle surface constituée par des écosystèmes de types méditerranéen.

Les régions d'étude (Lac des oiseaux et Ain khiar) se situent dans la partie Nord-est d'Algérie.

Notre choix a été également motivé par :

*Ain khiar :

- La superficie importante que ces subéraies occupent et par leur importance socio-économique non négligeable
- Le chêne liège constitue l'essence endémique de la région à l'opposé des pins et des eucalyptus issus des reboisements
- Le sol de ces forêts héberge une importante biodiversité faunistique. Cette pédofaune qui apparaît de manière générale, comme l'ensemble des animaux qui passent une partie importante de leur cycle biologique dans le sol (faune endogée) ou sur sa surface (faune épigée).

*Lac des oiseaux

- Zone humide classée d'importance internationale, est la seule située en dehors des limites du parc national d'El Kala (PNEK)
- Ce site est menacé par plusieurs actions humaines (surpâturage, chasse, pêche)

Dans ce contexte global, l'objectif de ce travail est comme suit :

- Mesurer la diversité des principaux groupes de la faune du sol entre les deux sites ;
- Faire une comparaison entre les paramètres écologiques de la faune du sol de la subéraie et celle du lac des oiseaux au niveau des deux horizons ;
- Connaître la typologie des regroupements de la faune du sol ;
- Comparer nos résultats avec ceux de la bibliographie.

Notre mémoire est structuré en quatre chapitres interdépendants :

- ☐ Le premier chapitre est consacré à une présentation générale du sol et leur fonction ainsi qu'une présentation de la faune du sol et ses principales caractéristiques
- ☐ Le deuxième chapitre matériel et méthodes comprend une présentation générale des régions d'étude, la méthodologie suivie et les analyses statistiques utilisés
- ☐ Le troisième chapitre renferme les résultats obtenus et leurs interprétations
- ☐ Le quatrième chapitre comprendra une discussion des résultats obtenus en les comparant avec ceux de la bibliographie et pour finir, on terminera par une conclusion.

GENERALITE SUR LE SOL ET LA FAUNE DU SOL

I. 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 in Lembreuk, 2012).

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 in Lembreuk, 2012).

I.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 issu le plus souvent d'une roche sous-jacente, sous l'influence des processus physiques, chimiques, et biologiques (Girard et *al.*, 2005 in Lembreuk, 2012). 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)

I.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 in Lembreuk, 2012).

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.

I.3.les différents horizons du sol

Une couche superficielle organique semi-mobile :

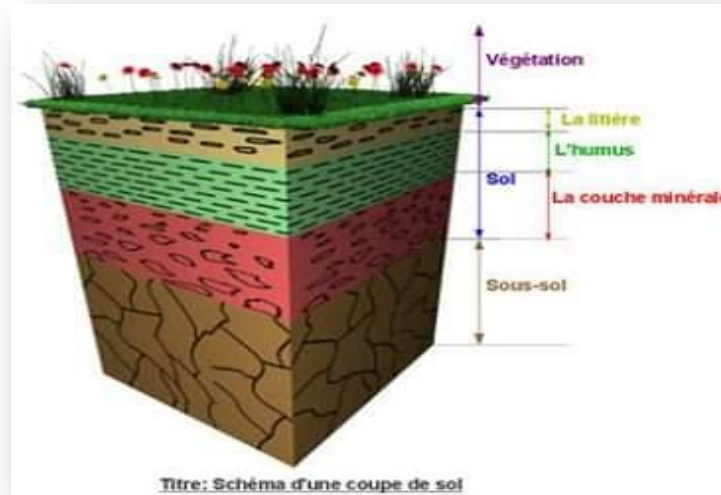


Figure1: Exemple de différents horizons du sol (Deprince, 2003).

- 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 mais 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) (Kadi, 2002)

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 (Kadi, 2002)

- On peut classer les humus en trois catégories (**tableau01**)

Tableau 01:Caractéristique principales des trois types d'humus (**Ponpe**)

Types d'humus	Mull	Moder	Mor
Ecosystèmes	Prairies et pelouse, forêts de feuillus avec une riche strate herbacée, maquis méditerranéens	Forêt de feuillus et de conifères avec une strate herbacée pauvre	Landes, forêts de conifères, tourbières à 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

Plus on s'enfonce, on trouve la terre pauvre en matière organique :

-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 (Kadi, 2002)

I.4. Les fonctions du sol

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

- Il nourrit le monde, 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 c'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.

II. Présentation de la faune du sol

II.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 in Kadi 2002).

II.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.

II.1.1.1. 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 in Kadi, 2002).



Figure 02 : Un protozoaire (Deprince, 2003)

II.1.1.2. 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 in Kadi, 2002).



Figure 03 : Un nématode microscopique (Deprince, 2003)

II.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 Collembolés 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.

II.1.2.1. 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 et Mathieu, 2002 in Kadi, 2002). Les acariens sont composés de plusieurs sous-ordres dont les Gamasida, les Actinedida, les Acaridida et les Oribatida

II.1.2.2. Les Collembolés

Les collembolés ont une très large répartition. Ils sont, en effet, présents en abondance sur tous les continents, les Collembolés 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 (Lavelle *et* Spain, 2001).

II.1.2.3. 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)

II.1.2.4. 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 (Bachelier, 1978)

II.1.2.5. 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 (Bachelier, 1978)

II.1.2.6. 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. (Bachelier, 1978).

II.1.2.7. 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. (Bachelier, 1978)

II.1.2.8. Les Diploures

Ce sont des organismes du sol décolorés et aplatis, ils dépassent rarement 1cm. (Bachelier, 1978)

II.1.2.9. 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 (Bachelier, 1978)

II.1.2.10. Les Opilions

Se sont des arachnides considérés comme très rares jusqu'en 1950. En font-ils s'avèrent beaucoup plus communs qu'on ne le pensait (Bachelier, 1978)

II.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 in Kadi, 2002). Les arthropodes de cette catégorie sont appelés macro-arthropodes.

II.1.3.1. 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).

II.1.3.2. 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).

II.1.3.3. 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 in Kadi, 2002). Il s'agit d'une indication indirecte qui est en rapport avec la quantité de proies qu'elles peuvent trouver dans ce milieu.

II.1.3.4. Les Insectes ptérygotes

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

II.1.3.4.1. 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 in Kadi, 2002). 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 in Kadi, 2002). 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 in Kadi, 2002).

II.1.3.4.2. 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 et Hijdra, 1986 in Kadi, 2002).

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.)

II.1.3.4.3. 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 in Kadi, 2002). 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).

II.1.3.5. 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.

II.1.3.5.1. 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.

II.1.3.5.2. Les Némertes

Ce sont des vers très allongés qui présentent à la fois des caractères de Platyodes 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).

II.1.3.5.3. Les Rotifères

Les Rotifères terricoles appartiennent presque tous à l'ordre des *Bdelloidea*. Ils sont reviviscents capables de résister enkystés à des températures élevées. On les rencontre surtout dans les litières, les mousses et les lichens. Ils se nourrissent d'algues unicellulaires et de bactéries (Coineau, 1974 in Kadi, 2002).

II.1.3.5.4. Les Gastrotriches

Dans les litières, les mousses et les lichens. Ils se nourrissent d'algues unicellulaires et de bactéries (Coineau, 1974 in Kadi, 2002). Proches des Rotifères, se rencontrent dans les sols humides où ils sont généralement rares (Coineau, 1974 in Kadi, 2002).

II.1.3.5.5. 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) (Coineau, 1974 in Kadi, 2002).

II.1.3.5.6. 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. (Coineau, 1974 in Kadi, 2002).

II.1.3.5.7. 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).

II.1.3.5.8. 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 (Kadi, 2002).

II.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).

II.1.4.1. 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(Kadi, 2002)

Tableau .02 : classification de la pédofaune en fonction de la taille

Classe	Taille	Exemple
Microfaune	< 0,2	protozoaires, nématodes, rotifères, tardigrades
Mésafaune	0,2 à 4	-Enchytréides
		-microarthropodes : -insectes aptérygotes (protoures, diploures, collembolles) -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)

II.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 in kadi 2002) :

II.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.

II.2.2. Les 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.

II.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.

II.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 in Chaouch et Nacer, 2017), le rôle le plus important joué par les invertébrés du sol est leur contribution aux processus de dégradation et de minéralisation des macro-particules organiques de la litière, et de ce fait au recyclage rapide des minéraux contenus dans la litière ; Ils jouent un rôle mécanique dans le cycle des nutriments en fragmentant et en ingérant les matériaux de la litière, facilitant ainsi leur biodégradation. Cette biodégradation facilite l'action des microorganismes qui décomposent et minéralisent les détritiques (Lavelle *et al*, 1994 in Chaouch et Nacer, 2017). La réduction de la faune du sol pourrait réduire la quantité et la qualité des réserves de carbone dans le sol et finalement, conduire à la dégradation de ses propriétés physiques et chimiques (Casdar Agroforesterie, 2007 in Chaouch et Nacer, 2017). Les organismes du sol fournissent ainsi des services écosystémiques.

II.4.Action de la faune sur le sol

II.4.1.Action sur les propriétés physiques du sol

L'action physique de la faune intervient sur des propriétés telles que la porosité, ou la Structure. Indirectement, c'est l'évolution des gaz et liquides dans le milieu qui est améliorée. Elle permet également la création d'habitat et de réseaux de migration pour toute une partie de la pédofaune. L'activité de la faune est largement dépendante de l'organisation créée par les organismes ingénieurs.

- ❖ Le macro brassage : Il permet la circulation d'important volume de terre entre les horizons du sol. Il permet la remontée en surface des horizons riches en matières minérales et l'enfouissement des horizons organiques superficiels, les litières et le fumier. Dans nos

régions tempérées les organismes concernés sont les vers de terre, les fourmis, les scarabées et certains mammifères (taupes, campagnols,...)(Kadi, 2002).

- ❖ Le micro brassage : Si son effet sur la structure est moins visible, il n'en est pas pour autant moins 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. (Kadi, 2002). 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 (Kadi, 2002).
- ❖ La formation d'agrégats : Les vers de terre et les macro arthropodes qui ingèrent des particules de terre avec leur nourriture contribuent à la formation d'agrégats, en mélangeant matières organiques et matières minérales dans leur tube digestif. Les sécrétions intestinales et les colloïdes bactériens du tube digestif jouent le rôle de ciment sur ces agrégats. Pour leur stabilisation, le chevelu racinaire a une action mécanique et enrobant, mais également une action par les sécrétions de la microflore de la rhizosphère. Le réseau d'hyphes de

champignons et de fibres végétales (issues des feuilles consommées) peut également consolider la structure des sols (Kadi, 2002).

La pédofaune associée à la microflore participe donc à l'amélioration et la stabilisation de l'organisation structurale du sol.

II.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 chaîne alimentaire (Gobat et al, 2003). Les excréta produits par la faune modifient également de manière 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 leur nourriture (bactéries). Les ingénieurs par la remontée de matériaux profonds peuvent également augmenter le potentiel chimique des sols.

II.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.

MATERIEL ET METHODES

I. Présentation des zones d'étude

I.1. Le parc national d'El - kala (P.N.E.K.)

Il est l'un des plus grands parcs nationaux d'Algérie. Il a été créé par décret le 23 juillet 1983 et depuis 1990, il est classé Réserve de la Biosphère dans le réseau des réserves du programme MAB (Man And Biosphère) de l'UNESCO.

D'une superficie de 80.000 hectares environ, il est situé à l'extrême Nord - Est du Pays. Il est naturellement limité au nord par le littoral Méditerranéen, à l'ouest par le système dunaire de Righia, à l'est par la frontière Algéro-tunisienne et au sud par les contreforts des monts de la Medjerda. Ce territoire est caractérisé par l'existence de cinq grands types d'habitats de haute valeur écologique. L'habitat forestier, les zones humides (les Lacs Oubeira, Tonga et des Oiseaux sont classés sites Ramsar), l'habitat rupicole, l'habitat dunaire et l'habitat littoral **(Fig.04)**.

Caractérisé par une importante mosaïque d'écosystèmes, le PNEK abrite une richesse faunistique et floristique diversifiée. Ses coordonnées géographiques sont 36°52 latitudes nord et 8°27 longitude Est, au niveau de la ville d'El-Kala (Brahmia ,2002)



Figure 05 : Localisation du site d'étude forêt d'Ain Khair (Google Earth, 2019)

I.3.La wilaya d'El Tarf

Elle est située à l'extrême Nord Est de l'Algérie, la wilaya d'El Tarf d'une superficie de 2908 Km² et abritant une population de l'ordre de 427109 habitant en 2011 et composée de 7 daïra (El Tarf, El Kala, Ben M'hidi, Besbes, Dréan, Bouhadjar et Bouteldja) et 24 communes. Le territoire de cette wilaya est délimité à l'Est par la frontière algéro-tunisienne et à l'Ouest par la wilaya de Annaba, à l'Ouest et au Nord ouest et par la wilaya de Guelma à l'Ouest et au Sud Ouest ,au sud par la wilaya de Souk Ahras, au nord par la mer Méditerranée.(Fig.06)



Figure 06: Localisation géographique la wilaya d'El Tarf
(Google Map 2019)



Photos 02 : Vue générale de lac des Oiseaux (©Nacer, 2019)

1.4. Lac des Oiseaux

Le Lac des Oiseaux classée site Ramsar depuis le 02 février 1999, fait partie d'un complexe de zone humide de l'Algérie orientale dont une très grande partie est érigée sous forme de parc national (**Fig.07**)

Le Lac des Oiseaux (36°47'N 08°7'E), doit son nom à sa richesse ornithologique, surtout en hiver. Ce plan d'eau est un lac d'eau douce permanente très riche en hélophytes, qui présente une forme plus ou moins ovale, étirée vers le Nord-est par une queue d'étang très caractéristique. Il s'étale sur une superficie de 150 ha avec une profondeur maximale voisine de 2,5m et un dépôt de matière organique allant de 1 à 3 cm. (Toumi et *al.*, 2016).

Il occupe actuellement une superficie de 70 ha en période de pluie et 40 ha au maximum en période sèche. (Toumi et *al.*, 2016).

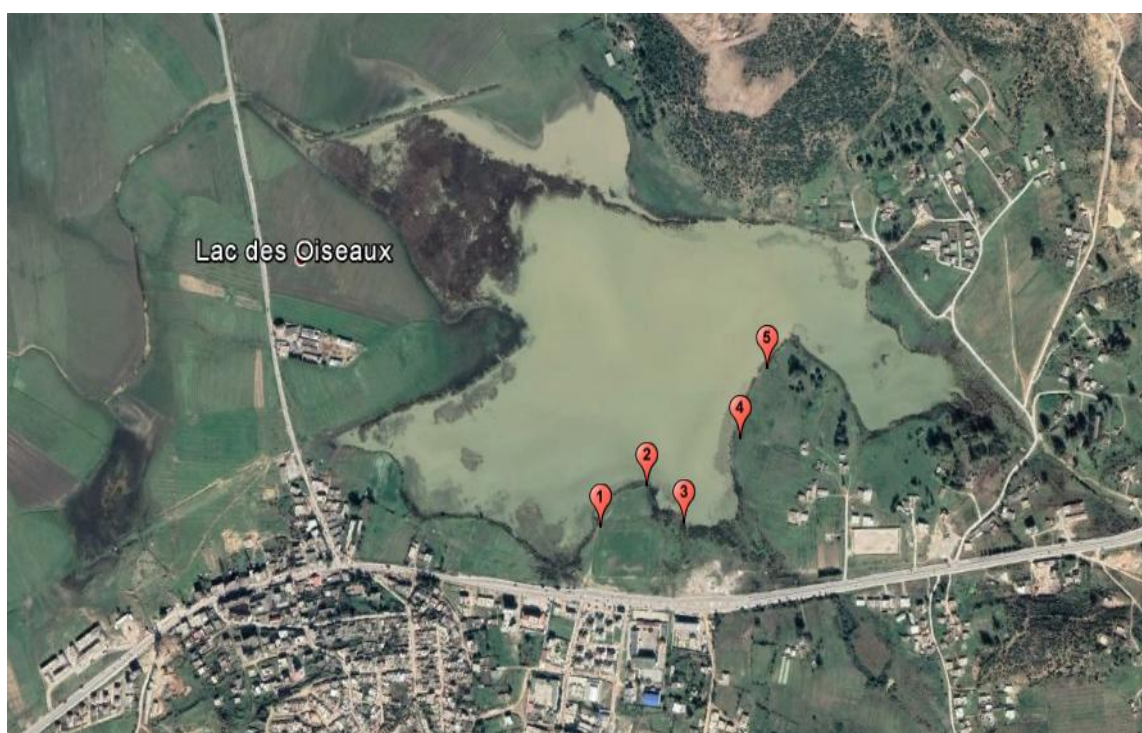


Figure 07 : localisation géographique du lac des oiseaux (Google Earth, 2019)

II. Méthodologie de travail

Notre travail a été mené durant quatre mois (février, mars, avril, mai) dans deux régions différentes à savoir le lac des oiseaux et la forêt d'Ain Khia, au rythme de cinq sorties par mois totalisant 20 sorties dans chaque site.

II.1.1. L'échantillonnage

Nous avons choisi dans chaque site 5 points d'échantillonnage, où nous avons effectué nos prélèvements. Notre échantillonnage qualitatif et quantitatif de la faune du sol de la forêt d'Ain Khia et du lac des oiseaux.

II.1.1.1. Les matériels utilisés sur terrain

Pour réaliser notre échantillonnage, nous avons utilisé le matériel suivant (**Photos. 03**).

- Des sacs en plastique pour assurer le transport des échantillons.
- Une carre métallique 20 x 20 cm
- Une pelle.



Photos 03: Matériel d'échantillonnage (©Nacer, 2019)

II.1.2. Protocole d'échantillonnage

Des échantillons ont été effectués au hasard, à l'aide d'un carré de prélèvement (Canard, 1981 in Kadi ,2002)

- La litière qui contient des débris organiques partiellement ou non décomposés et donc reconnaissables (feuilles, branches, excréments...) (**Photos. 04**).



Photos 04 : La différence entre la litière de Ain khiair et lac des oiseaux (©Nacer ,2019)

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 des étiquettes de renseignements ont été colées sur chaque sac portant dessus le nom du site et la date de prélèvement. Ensuite emmenée 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). (**Photos.05**)



1-Choix d'une station homogène



2-Emplacement du carrée métallique



3- Prélèvement de la litière



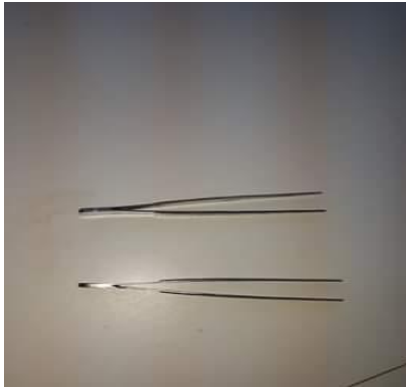
4- Prélèvement de l'horizon A

Photos 05: Méthode de prélèvement de la litière et des différents horizons du sol sur le terrain (©Nacer, 2019)

II.1.3. Matériels utilisés dans laboratoire

Pour réaliser notre travail au laboratoire, nous avons utilisé (**photos.06**)

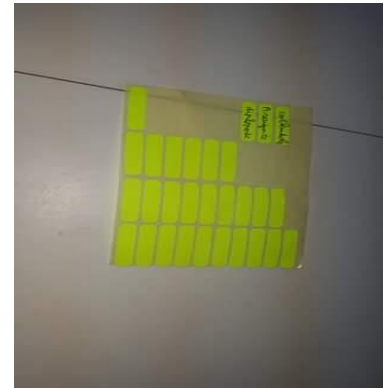
- Une pince souple.
- Des boîtes.
- Les étiquettes.
- Boîtes de pétri.
- Loupe binoculaire.
- Un guide d'identification de la faune



Des pincettes



Des boîtes



Des étiquettes



Boîtes de pétri



Loupe binoculaire

Photos 06 : Matériels utilisés au laboratoire (© Nacer , 2019)

II.1.4.Méthode utilisé au laboratoire

Les échantillons du 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 placée 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 béccher 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.



1- Tri manuel de la litière



2- Extracteurs de Berlèse-Tullgren



3-Conservation du matériel biologique



4- comptage des animaux



5-Identification des animaux avec la loupe binoculaire

Photos 07: Méthodes utilisé au laboratoire (© Nacer , 2019)

II.1.5.Extraction de la faune

Plusieurs méthodes sont mobilisables 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 de réalisation du dispositif d'extraction c'est la technique d'extraction au Berlèse (Tullgren 1918, citée par Murphy, 1962 in Chaouch et Nacer 2017) 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 méso faune de sol. Il est constitué d'une trémie à tamis métallique recevant l'échantillon de sol et d'une lampe.

II.1.6.Utilisation

- L'échantillon de sol est placé sur 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 in Chaouch et Nacer 2017).

III. Analyse des données

III.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.

III.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.

III.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 in Kadi 2002). 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 :

$$H' = - \sum P_i \log_2 P_i \text{ où } P_i = n_i / N$$

n_i : 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 taxinomique étudié, les indices de diversité de Shannon sont compris entre 0 et 4,5, rarement davantage (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 in Kadi 2002).

III.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 :

$$E = H' / H'_{\max} \text{ où } H'_{\max} = \log_2 S$$

$H'_{\max}$: 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.

IV. Analyse statistique multivariée

L'AFC est une méthode d'analyse multi variée, mise au point par (Benzecri 1973 in Benhallouche et Bendahmane 2015 in Lembrouk, 2012), qui s'applique aux tableaux de contingence (comptage). Elle est basée sur une métrique du Chi-2 et considère d'une façon symétrique les lignes et les colonnes de la matrice.

Cette analyse est une technique qui a pour but de décrire (en particulier sous forme de graphique) le maximum d'informations contenu dans un tableau rectangulaire de données. Ce tableau doit être constitué de données provenant de mesures faites sur deux ensembles de caractères. Ces deux ensembles sont disposés l'un en ligne et l'autre en colonnes (Dervin, 1988 in Maazi, 2009 in Lembrouk, 2012).

RESULTATS ET INTERPRETATIONS

I. Classification taxonomiques des espèces récoltées

I.1. Liste systématique globale de différentes espèces récoltées concernant les deux sites d'études

Le tableau suivant représente la liste des différents taxons des organismes identifiés.
(Tableau.03)

Tableau 03 : Liste systématique globale des différents taxons

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

II. Composition des peuplements dans les deux horizons et au niveau des deux sites

II.1. Lac des oiseaux

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.08**)

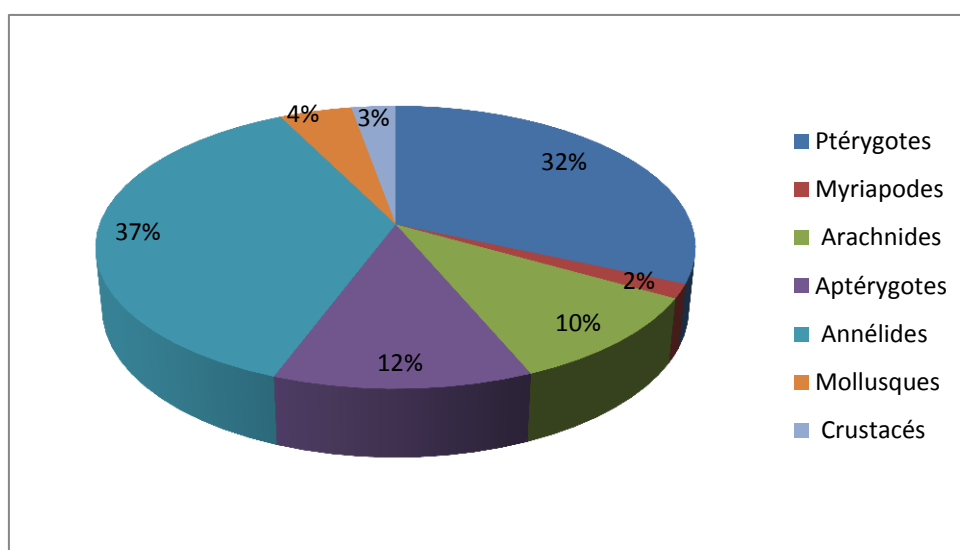


Figure 08 : Distribution des pourcentages de différents groupes de la pédofaune du lac des Oiseaux

Les Annélides sont dominant avec un effectif très élevé de 37% suivie par les Ptérygotes (32%) puis les Aptérygotes (12%). Les Arachnides sont représentés avec (10%) tandis que les Mollusques (4%) et les Crustacés (3%). Enfin les Myriapodes avec un faible pourcentage de 2%.

II.2. La subéraie d'Ain khia

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

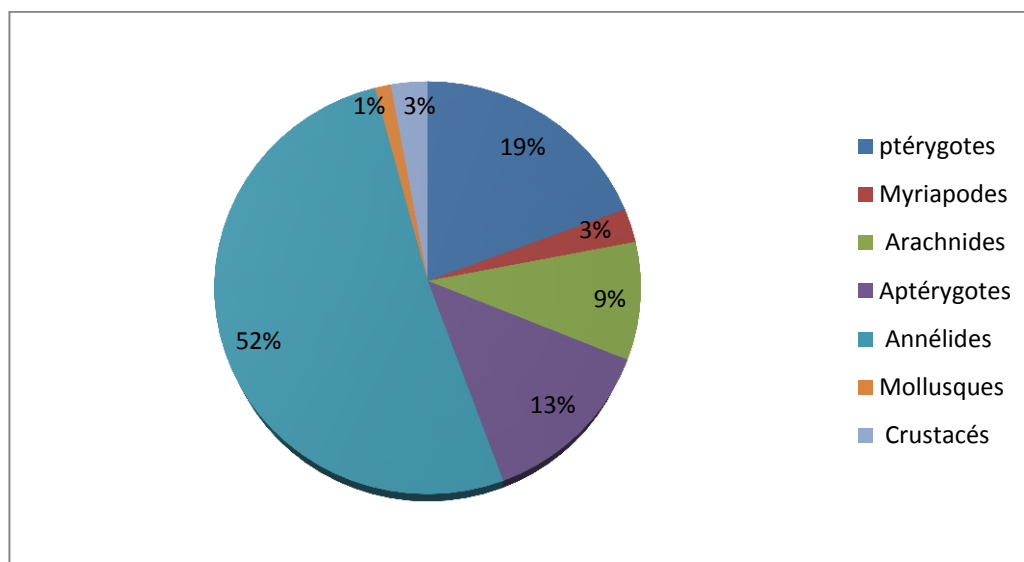


Figure 09: Distribution des pourcentages de différents groupes de la pédofaune de la subéraie d'Ain khia

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

III. Les Paramètres écologiques du peuplement

Les résultats obtenus après traitement des données par logiciel Paste 3.

III.1. richesse spécifique

La figure représente la richesse spécifique de la faune du sol au niveau les deux sites selon les différents horizons (**Fig. 10**)

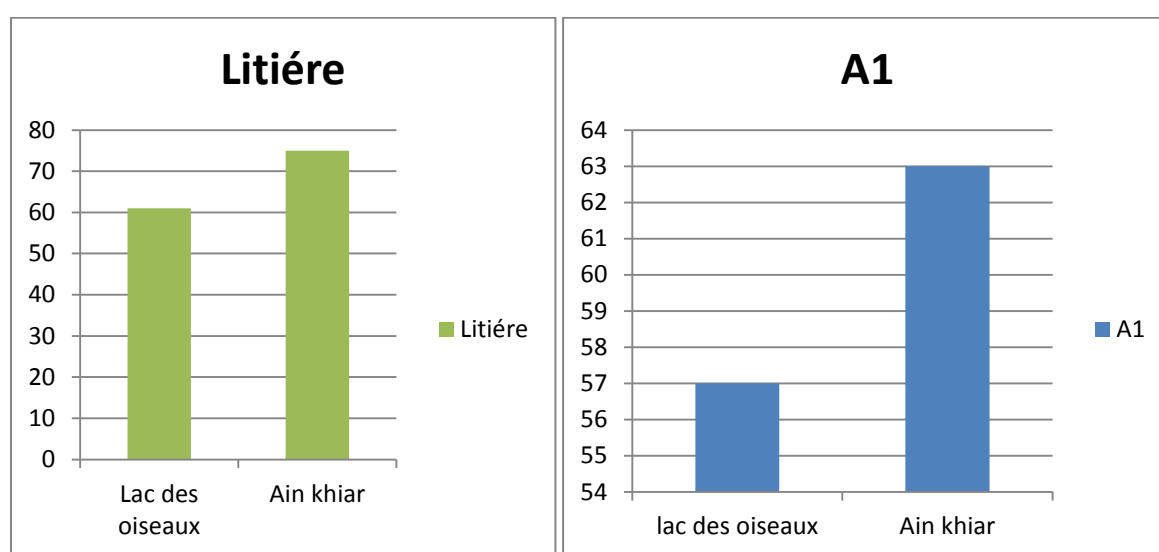


Figure 10 : Variation de la richesse spécifique dans la litière et les horizons de deux sites

La figure montre que la litière est plus importante avec 60 Ordre au niveau du lac des oiseaux par rapport à l'horizon A1 qui est de 57% par contre au niveau de Ain khiair la litière est plus de 70% par rapport à l'horizon A1 de la même région de 63%

III.2. La densité

La densité entre les deux sites (Lac des oiseaux, Ain khiair) est représentée dans la figure ci-dessous (**Fig.11**)

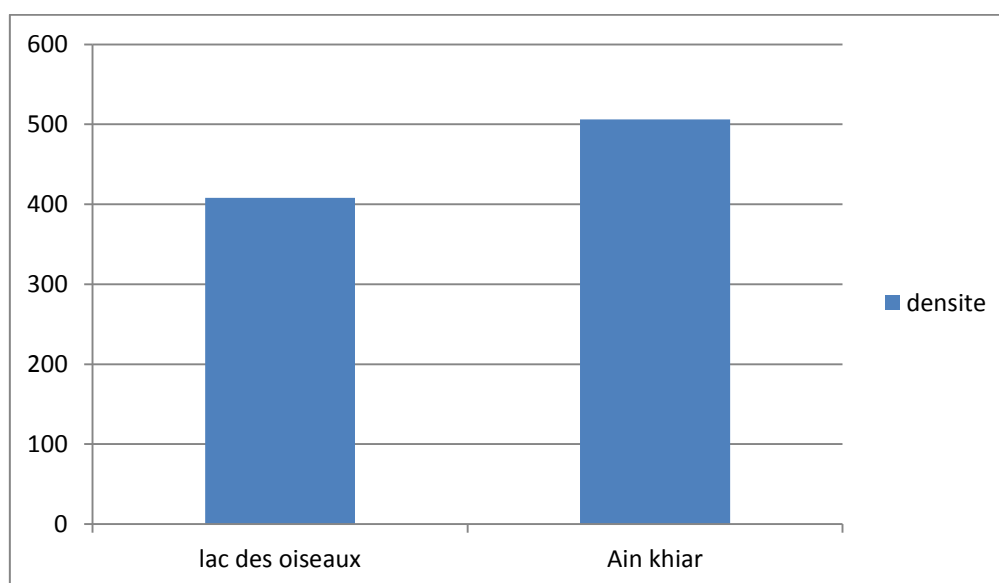


Figure 11 : Variation de la densité dans les deux sites

La faune du sol récolté au niveau des 2 sites est très diversifiée avec 914 individus répartie comme suit : 408 individus au sein du lac, 506 individus dans la subéraie de Ain khiair. Ceux-ci nous montrent que la forêt d'Ain khiair est plus riche en densité que le lac des oiseaux.

L'analyse de la Variation temporelle de la densité nous donne les résultats suivants (**Fig.12**)

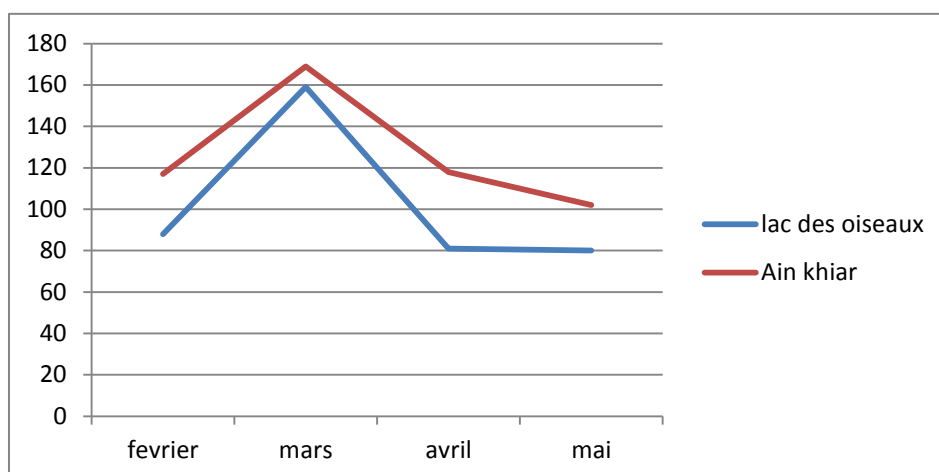


Figure 12 : Variation temporelle de la densité de la pédofaune de différents sites s'étude au cours 4 mois

Il existe une augmentation progressive des effectifs dans les 2 sites, avec un pic enregistrée le mois de mars de 169 individus au niveau de la forêt d'Ain khiair ensuite il commence à diminué au cours du mois d'avril et il se stabilise le mois de mai.

La variation de la densité au niveau de la litière et les horizons dans les deux sites est comme suit (**Fig.13**)



Figure 13 : Variation de la densité entre la litière et les horizons dans les deux sites

La figure ci-dessus montre que la litière de la subéraie d'Ain khiar est le plus riche au cours des quatre mois. Par rapport à celle du lac des Oiseaux. Par contre l'horizon A1 sa densité est très élevée par rapport à celle de Ain khiar

III.3. Dominance

La Comparaison entre les deux sites (Lac des oiseaux, Ain khiar) concerne la densité présente dans la (Fig.14)

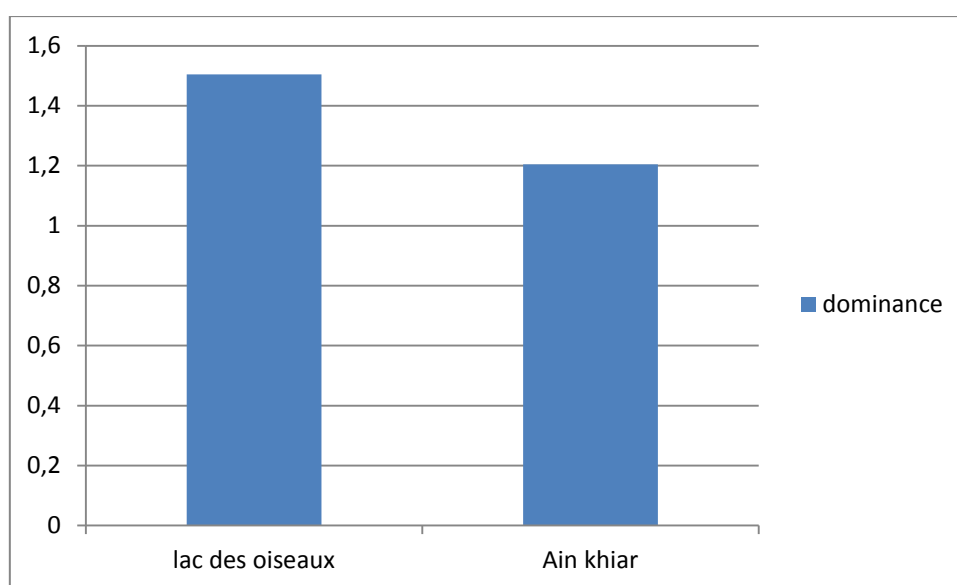


Figure 14 : Variation de la dominance dans les deux sites

La figure 14 montre que lac des oiseaux est le plus dominant par rapport à la forêt d'Ain khiar dans les 2 horizons

L'analyse de la Variation temporelle de la dominance a donnée les résultats présentés dans la (Fig.15)

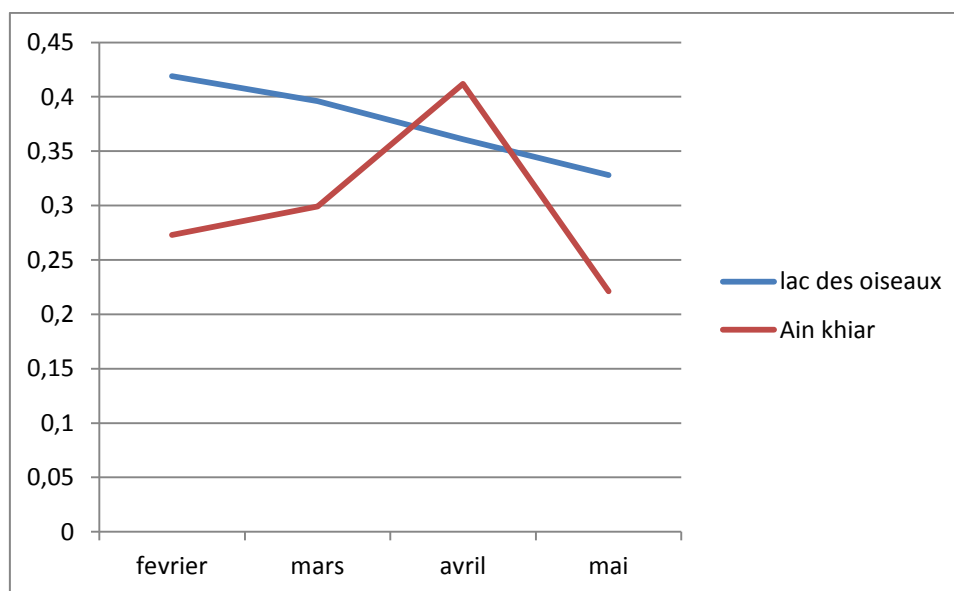


Figure 15 : Variation temporelle de la dominance de la pédofaune dans les deux sites s'étude

Les résultats montrent qu'il existe une augmentation progressive du mois de février jusqu'au mois de mars dans la forêt de Ain khiair avec un pic enregistré le mois d'avril (0.412). Par contre il y a une diminution progressive dans les 4 mois allant du mois de février dans le lac des Oiseaux

La Variation de dominance dans la litière et les horizons de deux sites présente dans la (Fig. 16)

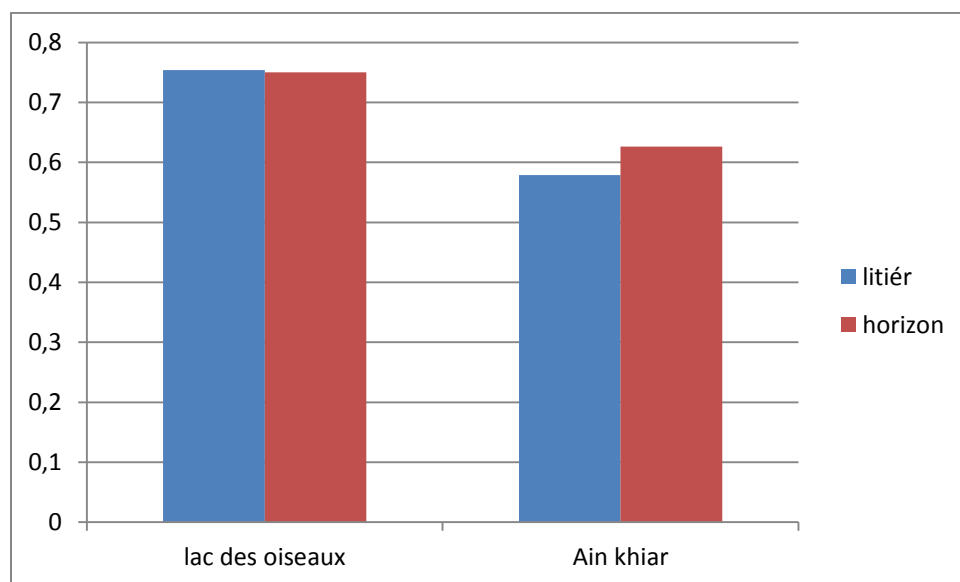


Figure 16 : Variation de la dominance dans la litière et les horizons de deux sites

La figure16 montre que la litière et l'horizon A dans lac des oiseaux le plus élevé par rapport le foret d'Ain khiair.

III.4. Diversité H' et Equitabilité E de différentes fractions des 2 sites 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. (Fig.17)

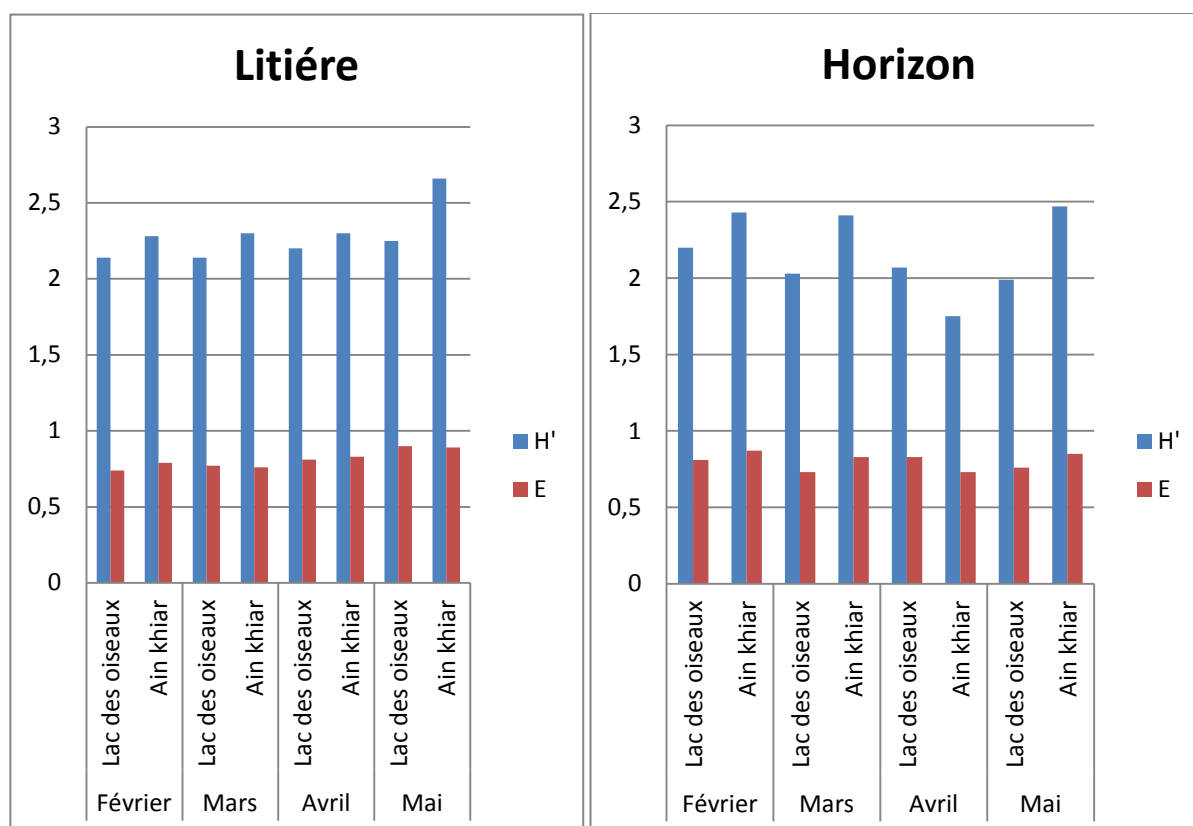


Figure 17: Diversité et Equitabilité de la litière et l'horizon au niveau des deux sites

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

IV. Résultat de l'analyse factorielle des correspondances :

IV.1.Lac des oiseaux

IV.1.1.dans la litière

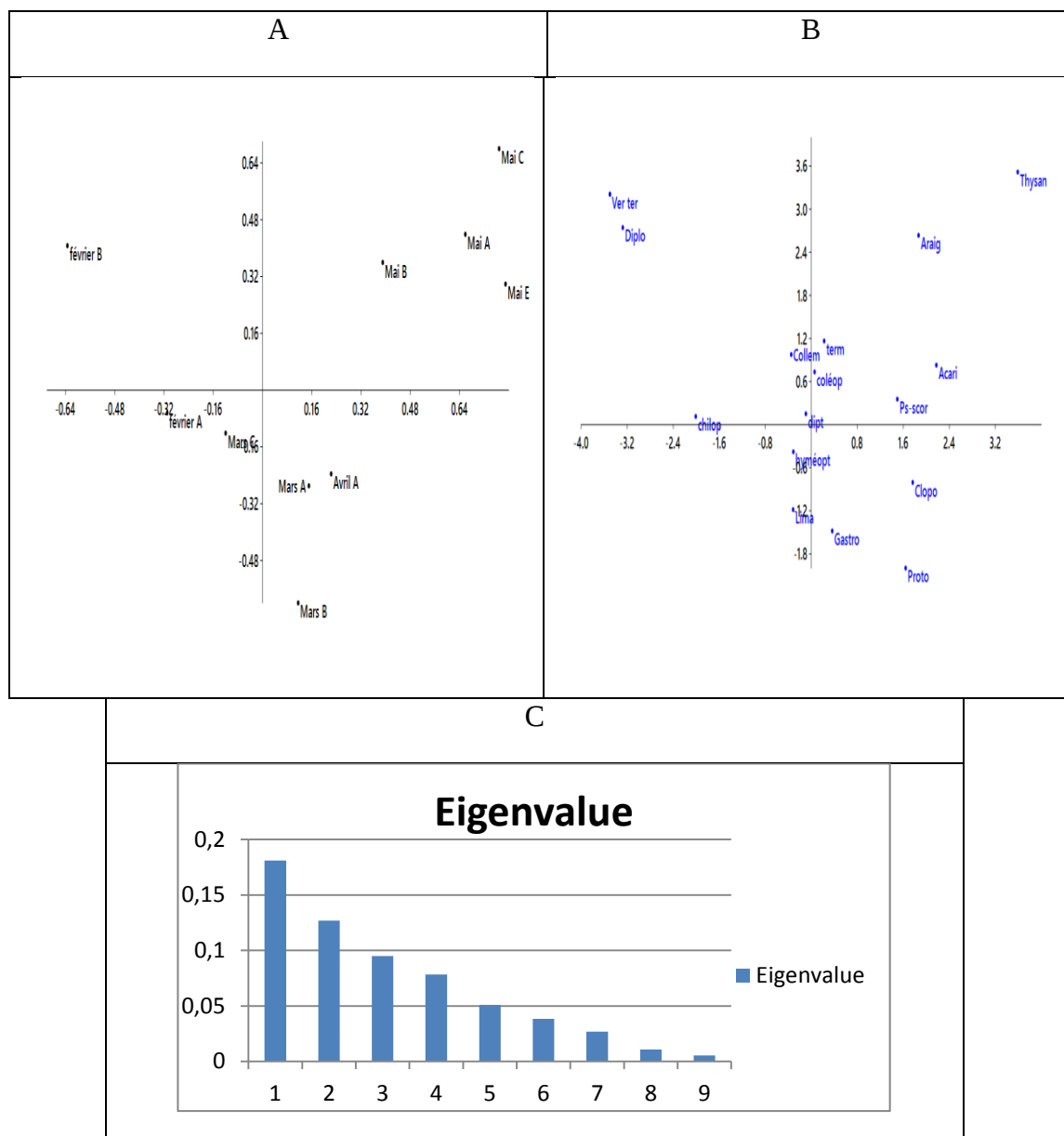


Figure 18 : Résultat de l'AFC de la litière du lac des oiseaux : (A) plan F1*F2 de l'AFC mois, (B) plan F1*F2 de l'AFC taxons, (C) histogramme des taux de variation

La projection des lignes (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 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 (février) qui est caractérisé par : Ver de terre, Diplodes oppose le mois (mai) avec les espèces suivantes : Araigne, 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 les Cloporte mais concerne les espèces au centre sont des espèces typique qui existent pendant les 4 mois

IV.1.2. Dans l'horizon A

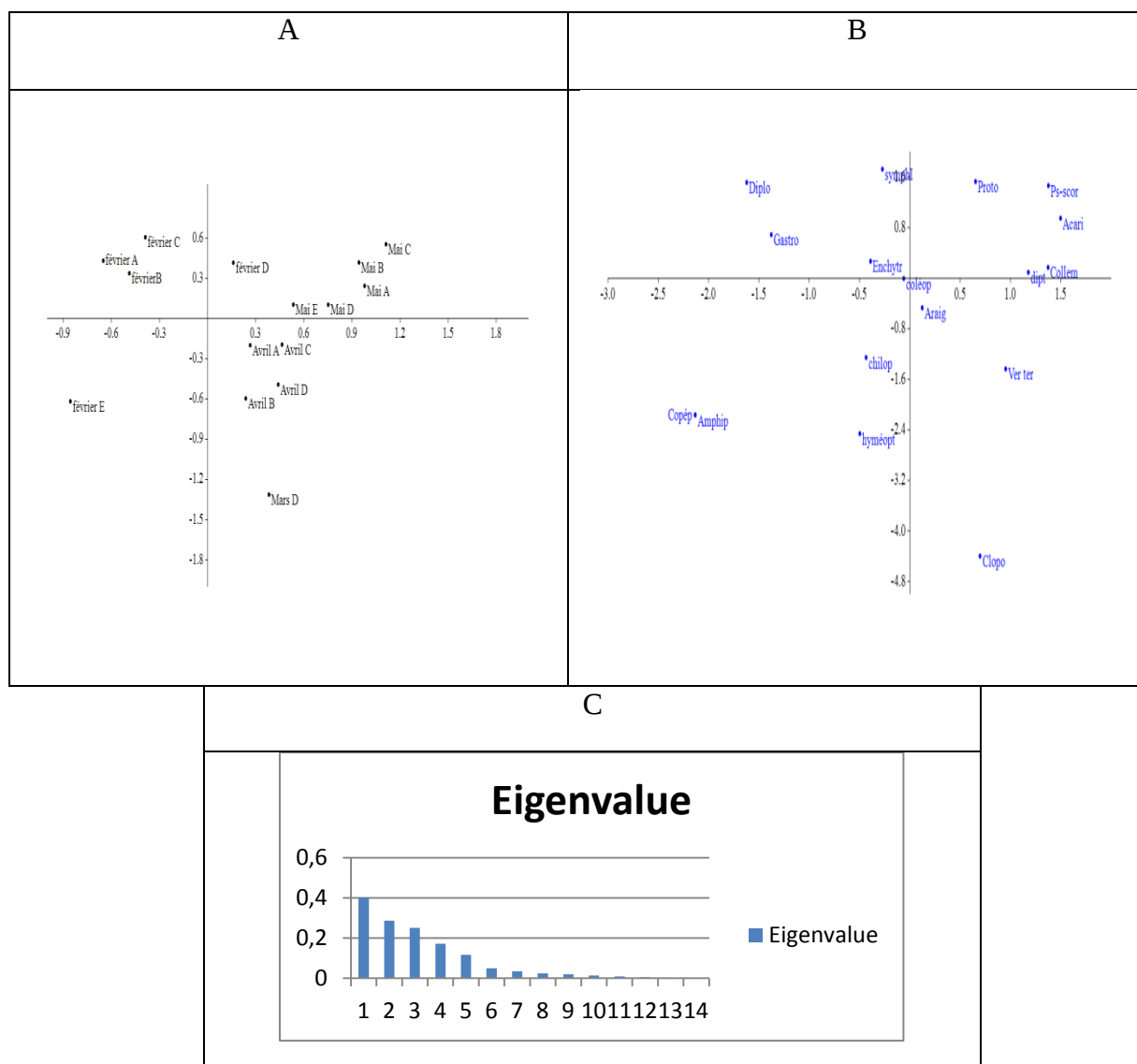


Figure 19: Résultat de l'AFC de l'horizon A du lac des oiseaux : (A) plan F1*F2 de l'AFC mois, (B) plan F1*F2 de l'AFC taxons, (C) histogramme des taux de variation

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

L'AFC (Mois) :

L'axe 1 présente une ordination des mois suivant un gradient qui oppose le mois 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 (février) qui est caractérisé par : Diplodes, Gastropodes oppose le mois (mai) avec les espèces suivantes : Acariens, Pseudo scorpion aussi 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 au centre sont des espèces typique qui existent pendant les 4 mois

IV.2.Ain khiair

IV.2.1.Dans la litière

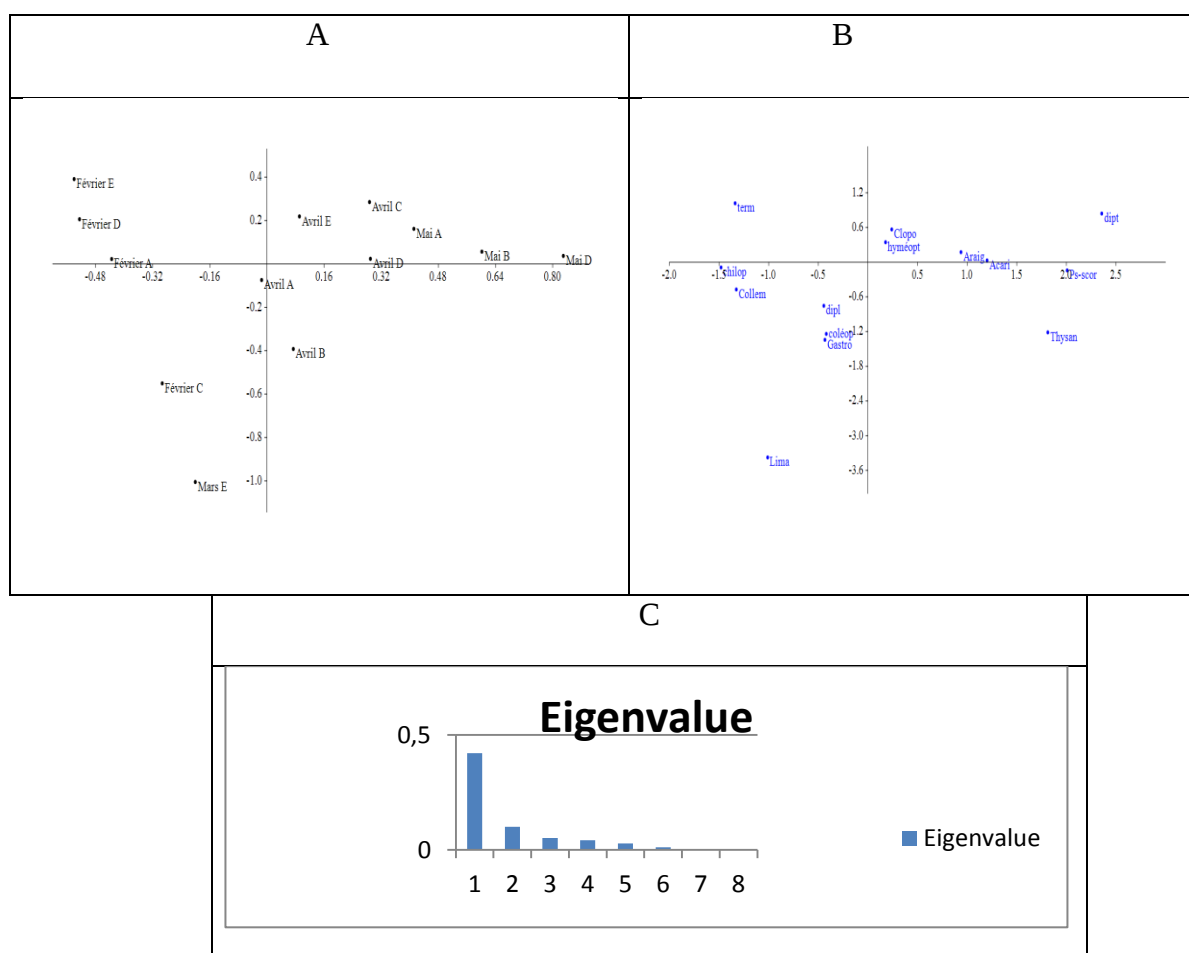


Figure 20 : Résultat de l'AFC de la litière d'Ain khiair : (A) plan F1*F2 de l'AFC mois, (B) plan F1*F2 de l'AFC taxons, (C) histogramme des taux de variation

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

L'AFC (Mois) :

L'axe 1 présente une ordination des mois suivant un gradient qui oppose le mois 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 (février), Les espèces les plus riches sont Termites, Gastropodes opposé Diptères et Pseudo-scorpion dans le mois de mai et le mois de mars riche par les Limaces et dans le mois d'avril le taxon le plus abondant sont les Acariens, les Araignées, les Hyménoptères et les Cloportes mais concerne les espèces au centre sont des espèces typiques qui existent pendant les 4 mois

IV.2.2. Dans l'horizon A

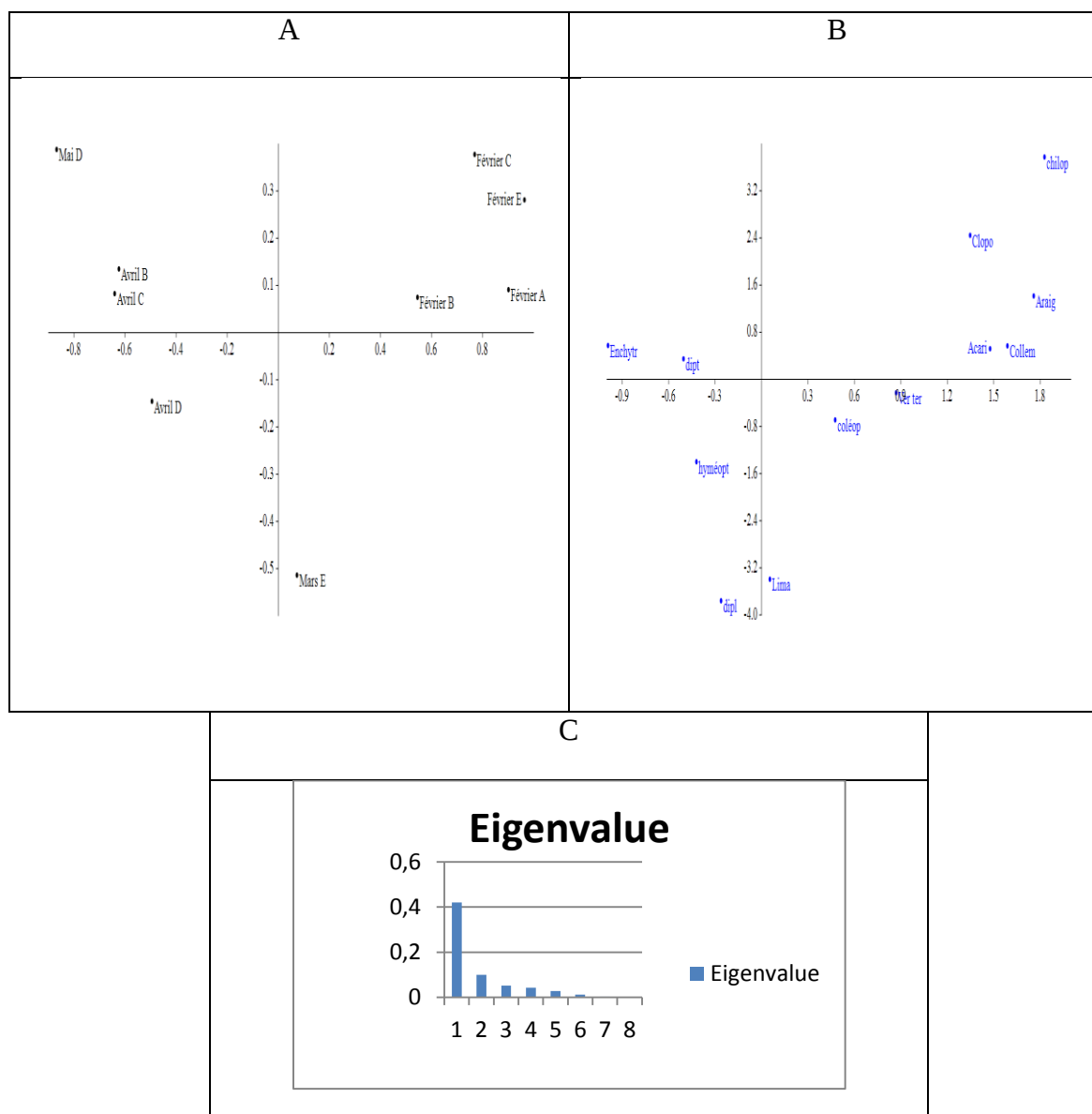


Figure 21: Résultat de l'AFC : (A) plan F1*F2 de l'AFC mois, (B) plan F1*F2 de l'AFC taxons, (C) histogramme des taux de variation

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

L'AFC (Mois) :

L'axe 1 présente une ordination des mois suivant un gradient qui oppose le mois 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 (février), Les espèces les plus abondantes dans le mois de février sont : Chilopodes, Clopodes, Araignées, Collomboles, et Acariens, Le mois de mars riche par (limace), le mois d'avril le taxon le plus abondant sont (Hyménoptère, Diptère) et le mois de mai (Enchytraïde)

DISCUSSION

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

L'étude de la faune du sol dans la subéraie d'Ain khiair, 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. Comme (Gobat et *al.*, 2003) indique que ces animaux représentent une source de biodiversité non négligeable, jouant un rôle pionnier dans la transformation de l'humus en fragmentant la matière végétale morte et le transfert d'énergie du sol.

Mais au niveau du lac des oiseaux, il renferme les mêmes groupes fauniques avec des pourcentages plus ou moins différents notamment les Annélides 52% et les Aptérygotes 19%.

Cette différence est conditionnée essentiellement par les caractéristiques de la litière qui est au sens large constituée de l'ensemble des matières organiques d'origine biologique à différents stades de décomposition et qui représentent une source d'énergie potentielle pour les espèces qui les colonisent (Incerti et *al.*, 2011 in Gherib et Mechaka 2011). Ces facteurs favorisent la reproduction et le développement de nombreuses populations.

La litière de la subéraie est la plus riche par des nombres d'ordres par rapport au lac des oiseaux, notons que la litière dans ces derniers est soumise à un effet de piétinement intense (pâturage fréquent). Cela explique une diversité et une abondance faibles au niveau de ce profil comme il a été mentionné par (Geoffroy et *al.* 1981).

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

Richesse en glucides, protéines et phénols nécessaire à l'activité des micro-organismes du sol également mentionnée par (Benboualia, 1987).

Le compartiment correspondant à l'horizon A1 est le plus riche en nombre d'individus aussi bien pour la subéraie que pour le lac des oiseaux. Ceci est conditionnée essentiellement par les caractéristiques de l'horizon A1 (humidité favorable, porosité disponible et Ph acide), ceci coïncide avec ceux de 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 enchytroïde dominant le peuplement dans l'horizon A1 dans les deux sites d'échantillonnage 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 dans le mois de février elles se déplacent vers les couches les plus profondes ceci coïncide avec les travaux de (Flogaitis, 1983 in Gherib et Mechaka, 2011).

En effet, l'état de la faune est fortement lié à l'état de dégradation de la formation forestière, la densité de la faune du sol est plus importante dans les sites non dégradés que dans les sites dégradés. La perturbation des sites limite le développement de cette faune, l'étude de la richesse spécifique dans les parcelles révèle que le nombre des taxons est plus important dans la parcelle non dégradée. 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 les modifications du milieu.

Nos résultats montrent qu'il y a une similitude dans les valeurs de H' et l'équitabilité entre les différents horizons du sol. Ces deux indices présentent par contre une certaine différence entre ces horizons dans le même site. Les valeurs les plus élevées ont été observées dans la litière 2,66 bit, cela signifie que les autres horizons présentent des conditions de milieu moins favorables

Pour l'installation de plusieurs espèces et illustre une distribution d'abondance fortement hiérarchisée.

La diminution des effectifs et du nombre d'ordres en fonction des 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) (Gherib et Mechaka , 2011).

CONCLUSION

Au cours de cette étude, nous avons étudié la faune du sol présente au sein de deux sites à savoir la subéraie d'Ain khiar et la zone humide du Lac des Oiseaux 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 évidemment grossière, car souvent difficile à réaliser 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, la forêt d'Ain khiar a 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. Mais le lac des oiseaux est composé de 408 individus faisant partie de 20 ordres appartenant aussi aux 7 groupes importants.

L'horizon le plus riche en effectif est l'horizon A1 le plus diversifié est la litière au niveau de lac des oiseaux, contrairement à la forêt d'Ain khiar l'horizon le plus riche en effectif est la litière.

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 entre les sites étudiés 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 dans les deux sites pendant le mois de mai.

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 caractérisé par les taxons suivants : Araignées, 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 les deux sites mais beaucoup reste à faire dans l'établissement des cartes de répartition et des guides d'identification spécialisés pour la faune du sol.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

B

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

BENYACOUB, S. (1996). Diagnose écologique de l'avifaune du Parc National d'El kala. Composition .Statut .Répartition. Etude individuelle. N° E I 10. Projet Banque Mondiale. 67 p

BENTOUILI, Y. (2007). *Inventaire et Qualité des Eaux des Sources du Parc National d' El Kala (N. Est algérien)*. Mémoire de magistère en géologie. Université Badji Mokhtar-Annaba .113 p.

BENJAMIN, P. (2010). *Contribution de la faune du sol au fonctionnement et à l'évolution des Techno sols*. Thèse en sciences agronomiques. Institut National Polytechnique de Lorraine. 288p.

BRAHMIA, Z. (2002). *Rôle fonctionnel du lac Oubeira et du lac Mellah (parc national d'El-Kala) pour les oiseaux marins*. Mémoire de Magistère . Université Badji Mokhtar - Annaba 83 p.

D

DEPRINCE, A. (2003). La faune du sol .diversité, méthodes d'étude, fonctions et perspectives .le courrier de l'environnement de l'INRA n° 49.138p.

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.

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

J

JOËL, A .(2014) *.La faune du sol comme indicateur de la qualité des sols urbains Étude des communautés de vers de terre, d'enchytréides et de nématodes et de leurs relations avec des sols d'âges différent*, Thèse en biologie, Université Neuchâtel ,223 p

JOËL, A. (2016). *La faune du sol: un indicateur de qualité, même en milieu urbain, Exemple de la ville de Neuchâtel, Suisse . Journée technique: Sols urbains vivants -connaître, aménager, restaurer*.10p.

K

KADI, S. (2014). *Organisation de la faune édaphique dans deux habitats forestiers de la région d'el kala : la subéraie et le maquis*. Thèse de doctorat L.M.D option : écologie animale. Université Badji Mokhtar, Annaba.104 p.

L

LEMBROUK, L. (2012). *Impact de la pollution industrielle générée par l'Électro-Industries d'Azazga et l'Entreprise Nationale des Industries Electro-Ménagères d'Oued Aissi sur la faune du sol*. Diplôme de Magister. Université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou. P97.

M

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 Pierre et Marie Curie.spécialité écologie.

N

NACER ,H et CHAOUICH , A.(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

T

TOUMI *et al.* (2016). Caractérisation physico-chimique des eaux de l'écosystème lacustre : cas du Lac des Oiseaux (Extrême NE- Algérien). J. Mater. Environ. Sci. 7 (1).147p

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.

RESUME

L'articulation principale de cette contribution est la comparaison de la diversité faunistique du sol d'une forêt d'Ain khiar et du lac des oiseaux durant 4 mois d'échantillonnage

Notre étude a eu pour objectif de procéder à une analyse de la composition et de la richesse du peuplement de la faune du sol. Nos résultats selon un effort d'échantillonnage de cinq sorties mensuelles (Février, Mars, Avril, Mai) et de cinq prélèvements dans deux horizons du sol (La litière, les horizons (A1)) ont montré l'existence de différents groupes fauniques représentés en majeure partie par des insectes, des annélides, des Arachnides et des crustacés. D'une manière générale, il existe une différence dans la composition du peuplement entre la litière et l'horizon (A1) du sol.

La comparaison entre les deux sites étudiés montre qu'il y a une différence significative entre les peuplements concernant la densité de la faune, elle est (914 individus). La densité la plus faible se trouve au niveau du lac des oiseaux, elle est (408 individus).

Mots clés : Sol, forêt d'Ain khiar, lac des oiseaux, la faune du sol , diversité, richesse,

ABSTRACT

The main articulation of this contribution is the comparison of the faunistic diversity of the soil of Ain Khir forest and Bird lake in the period of the 4 months.

Results obtained by analyzing the composition and diversity of soil biota and results by sampling effort in 5 monthly trips (February, March, April and May) and 5 samples of horizontal soil (mobile and horizon), Our results and count take many efforts of samples and identifications allows us to reveal the existence of fauna richness represented by Insects, Annelids, Arachnids and Crustaceans, in general, there is a difference in composition between the mobile and the horizon A of the soil

Comparison of the two sites of the study proved that there is a significant difference in the density of animals where we have (914 species) and the least density found at the level of lake bird estimated at (408 species)

Keywords : Soil, forest of Ain Khir, lake bird, animals, diversity, richness, Density.

ملخص

المفهوم الرئيسي لهذه المساهمة هو المقارنة بين التنوع الفطري للتربة في غابة عين خيار و بحيرة الطيور لمدة 4 اشهر من اخذ العينات.

النتائج المتحصل عليها من خلال تحليل تركيبية وتنوع حيوانات التربة و النتائج حسب جهد اخذ العينات في 5 رحلات شهرية (فيفري, مارس, افريل, ماي) و5 عينات من افقي التربة (النقالة و الافق) اظهرت وجود مجموعات حيوانية تتمثل غالبا بالحشرات , الحلقيات , العنكبوتات و القشريات . وبصفة عامة وجود اختلاف في التركيبية بين النقالة والافق ا للتربة.

المقارنة بين موقعين للدراسة اثبتت ان هناك اختلاف هام يخص الكثافة الحيوانية حيث لدينا (914 نوع) والكثافة الاقل نجدها على مستوى بحيرة الطيور تقدر ب(408 نوع).

الكلمات الدالة : التربة , غابة عين خيار , بحيرة الطيور , حيوانات التربة , التنوع , وفرة , كثافة .

Introduction

Chapitre II

Généralité sur le sol et la faune du sol

Chapitre II

Matériel et Méthodes

Chapitre III

Résultats et Interprétations

Chapitre I / Discussion

Conclusion

Références bibliographiques

Annexes