

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'enseignement supérieur  
et de la recherche scientifique  
Université Chadli Bendjedid  
El Tarf

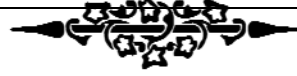
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة الشاذلي بن جديد  
الطارف

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie  
Département de BIOLOGIE



كلية علوم الطبيعة والحياة

قسم العلوم البيولوجية



## Mémoire de Fin d'Études

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

« TOXICOLOGIE INDUSTRIELLE ET ENVIRONNEMENTALE »

### THÈME

*Etude de la diversité de la Faune du Sol  
au niveau du lac Oubeira et Ain Khiar*

Soutenu le : 07/07/2021

Présenté Par : M<sup>elle</sup> Khemiri Mounia

M<sup>elle</sup> Zouiche Hadjira

Devant le jury composé de :

Dr Benamara. M

MCB

Présidente

UCBET

Dr Rouag Ziane. N

MCA

Examinatrice

UCBET

Dr Rizi. H

MCB

Promotrice

UCBET

Année universitaire 2020 - 2021



## *Remerciements*

*Tous nos remerciements vont d'abords à nôtre DIEU le tout puissant, pour nous avoir donnée la force et la patience afin de mener à bien ce travail.*

*Nous remerciements vont à notre promotrice, M<sup>me</sup> RIZI. H d'avoir accepté de diriger ce travail, l'expression de notre profonde reconnaissance, nôtre immense gratitude et notre grand respect, pour tous ses efforts, son savoir, ses idées, sa confiance et ses encouragements.*

*Nous vifs remerciements vont également aux membres de jury Dr Benamara.M d'avoir accepté de présider notre jury et Dr Rouag ziane.N en acceptant de l'examiner et de l'enrichir par ces propositions.*

*Enfin, on tient également à remercier toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail*

## *Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail*

*A mon père Hamid pour tous les sacrifices durant mes études le mot merci ne peut suffire pour t'exprimer tout ma gratitude , que dieu te garde pour moi.*

*A mon symbole de douceur et de bonheur, à ma mère Ghania source d'amour et de tendresse*

*A mes très chères et adorables sœurs Karima, Sohila, Wafa, Besma, Amina, Donia, et Mano.*

*A mon mari Boumediene pour son soutien et sa présence.*

*A mon deuxième père Rabah pour ses encouragements sans faille et ma deuxième mère Fatiha.*

*Sans oublier mes deux sœurs Sawsen et Chaima.*

*A mon binôme Hadjira pour tous les moments partagés ensemble sur terrain ou bien au laboratoire.*

*A tous ceux qui sont chères à mon cœur.*

*MOUNIA*



## *Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail*

*A mes chers parents **Abed et Yamina** pour leur  
encouragement, leur amour et leur soutien*

*Le mot merci ne pourra suffire pour leurs  
exprimé tout ma gratitude*

*A mes sœurs **Meriem, Sabrina, et Chaima.***

*A tous les membres de la famille **Zouiche**, et de la famille  
**Zouaouip** etits et grands.*

*A tous mes Amis*

*A mon binôme **Mounia** pour sa générosité et sa présence*

*À tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la  
réalisation de cette thèse.*

*Hadjira*



## RESUME

L'articulation principale de cette contribution est la comparaison de la diversité faunistique du sol dans les deux régions du Nord-est Algérien (lac Oubeira et Ain Khiair).

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 quatre sorties mensuelles (Février, Mars, Avril, Mai) et de cinq prélèvements dans deux horizons du sol (La litière, l'horizon) ont montré l'existence de différents groupes fauniques qui sont les: Aptérygotes, Ptérygotes, Arachnides, Myriapodes, Crustacés, Mollusques et Annélides.

D'une manière générale, il existe une différence dans la composition du peuplement entre la litière et l'horizon du sol.

La comparaison entre les sites étudiés montre qu'il y a une différence significative entre les peuplements dans la densité de la faune. La densité maximale s'observe dans au cours du mois de mars au niveau d'Ain Khiair et le mois d'avril au niveau de l'Oubeira.

**Mots clés :** Sol, Ain khiair, lac Oubeira, la faune du sol, diversité, richesse, densité.

## **ABSTRACT**

The main articulation of this contribution is the comparison of the faunistic diversity of the soil in the two regions of North-East Algeria (Lake Oubeira and Ain Khiair).

The objective of our study was to carry out an analysis of the composition and the richness of the population of soil fauna. Our results based on a sampling effort of four monthly trips (February, March, April, May) and five samples from two soil horizons (The litter, the horizon) showed the existence of different faunal groups which are the : Aterygotes, Pterygotes, Arachnids, Myriapods, Crustaceans, Molluscs and Annelids.

Generally speaking, there is a difference in stand composition between the litter and the soil horizon.

The comparison between the studied sites shows that there is a significant difference between the stands in the density of the fauna. The maximum density is observed in the month of March at the level of Ain Khiair and the month of April at the level of Oubeira.

**Keywords:** Soil, Ain khiair, Lake Oubeira, animals, diversty, richness, density.

## الملخص

يتمثل التعبير الرئيسي لهذه المساهمة في مقارنة التنوع الحيواني للتربة في منطقتي شمال شرق الجزائر (بحيرة أوبيرا وعين خيار).

كان الهدف من دراستنا هي إجراء تحليل لتكوين وثراء سكان حيوانات التربة. استندت نتائجنا إلى جهد أخذ العينات من أربع رحلات شهرية (فبراير، مارس، أبريل، مايو) وخمس عينات من أفقين للتربة (القمامة، الأفق) أظهرت وجود مجموعات حيوانية مختلفة وهي: Aptérygotes, Pterygotes, Arachnids, Myriapods, القشريات, الرخويات, والعنايات.

بشكل عام، هناك اختلاف في تكوين الحامل بين القمامة وأفق التربة.

تظهر المقارنة بين المواقع المدروسة أن هناك فرقا معنويا بين المدرجات في كثافة الحيوانات. لوحظ الحد الأقصى للكثافة في شهر مارس على مستوى عين خيار وشهر أبريل على مستوى بحيرة أوبيرا.

**الكلمات الدالة:** التربة, عين خيار, بحيرة أوبيرا, حيوانات التربة, التنوع, وفرة, كثافة.

## Listedes Figures

N °	Titre des Figures	page
Figure 01	Exemple de différents horizons du sol.	05
Figure 02	Situation géographique du parc national d'El-Kala	21
Figure 03	Limites administratives du Parc National d'El Kala dans le territoire de lawilaya d'El Taref	21
Figure 04	photographie satellitaire du Lac Oubeira	24
Figure 05	photographie satellitaire d'Ain Khia	25
Figure 06	Schéma montrant le fonctionnement L'appareil de Berlèse-Tullgren	29
Figure 07	Matériels utilisés dans l'extraction de la litière	30
Figure 08	Matériels utilisés dans la conservation du matériel biologique	31
Figure 09	Organigramme du traitement par l'AFC	35
Figure 10	Distribution des effectifs et des pourcentages de différents groupes de la pédofaune au niveau d'Ain Khia	37
Figure 11	Distribution des effectifs et des pourcentages de différents groupes de la pédofaune au niveau du lac Oubeira.	38
Figure 12	Distribution des effectifs de la litière dans les deux sites d'étude.	38
Figure 13	Distribution des effectifs de l'horizon au niveau des deux sites d'étude.	40
Figure 14	Variation du nombre d'ordres, des effectifs dans la litière et l'horizon des deux sites d'étude	42
Figure 15	Diversité et équitabilité de la litière et l'horizon dans les deux sites d'étude	43
Figure 16	Variation temporelle de l'effectif de la Pédofaune au sein des deux sites d'étude.	44
Figure 17	Résultat de l'AFC mixte de deux sites d'étude	45

## Liste des Photos

N °	Titre des Photos	Page
Photo 01	vue de lac Oubeira	24
Photo 02	vue d'Ain Khia	25
Photo 03	Choisissez une station homogène	27
Photo 04	Emplacement du carré métallique	27
Photo 05	Prélèvement de la litière	27
Photo 06	Prélèvement de l'horizon	27
Photo 07	Appareil de Berlèse	29

## Liste des Tableaux

N °	Titre des Tableaux	Page
Tableau 01	Les différents groupes biologiques de la faune du sol	15
Tableau 02	Liste et systématique globale des différents taxons	36
Tableau 03	Comparaison entre la litière et les horizons dans les deux sites d'étude.	40
Tableau 04	Fréquences absolues et relatives dans La litière et l'horizon	41

## SOMMAIRE

**Remerciement**

**Dédicaces**

**Résumé**

**Abstract**

**الملخص**

**Liste des figures**

**Liste des photos**

**Liste des tableaux**

**Introduction.....01**

### **Chapitre I : Généralité sur le sol et la faune du sol**

**I. Présentation des sols.....04**

I.1. Définition du sol.....04

I.2. La pédogenèse .....04

I.3. Origine et constituants du sol.....04

I.4. Propriétés du sol.....05

I.5. La vie dans le sol .....05

I.6.les différents horizons du sol.....05

---

II. Classification de la faune du sol.....	06
II.1. La microfaune.....	07
II.1.1. Les Protozoaires.....	07
II.1.2. Les Nématodes.....	07
II.2. La mésofaune.....	08
II.2.1. Les Acariens.....	08
II.2.2. Les Collemboles.....	08
II.2.3. Les Enchytréides.....	09
II.2.4. Les Symphiles.....	09
II.2.5. Les Pseudo-scorpions.....	09
II.2.6. Les Paupodes.....	09
II.2.7. Les Protoures.....	09
II.2.8. Les Diploures.....	09
II.2.9. Les Thysanoures.....	10
II.2.10. Les Opilions.....	10
II.3. La macrofaune.....	10
II.3.1. Les Vers de terre.....	11
II.3.2. Les Myriapodes.....	11
II.3.3. Les Araignées.....	11
II.3.4. Les Insectes ptérygotes .....	11
II.3.4.1. Les Hyménoptères (Fourmis).....	12
II.3.4.2. Les Coléoptères.....	12
II.3.4.3. Les Diptères.....	12

II.3.5. Les groupes secondaires .....	13
II.3.5.1. Les Turbellariés .....	13
II.3.5.2. Les Némertes.....	13
II.3.5.3. Les Rotifères.....	13
II.3.5.4. Les Gastrotriches .....	13
II.3.5.5. Les Péripates.....	13
II.3.5.6. Les Tardigrades.....	14
II.3.5.7. Les Gastropodes ( Mollusques ).....	14
II.3.5.8. Les Crustacés.....	14
II.4. La mégafaune.....	14
II.4.1. Les Vertébrés.....	15
III. Importance écologique de la faune du sol.....	17
III.1. Action de la faune sur le sol.....	17
III.1.1. Action sur les propriétés physiques du sol.....	17
III.1.2. Action sur les propriétés chimiques du sol.....	19
III.1.3. Action sur les propriétés biologiques du sol.....	19

## Chapitre II : Matériels et Méthodes

I. Présentation de la région d'étude : Parc National d'El-Kala.....	20
I.1. Le clima .....	22
I.2. Richesse floristique et faunistique.....	22
II. Présentation des sites d'étude .....	23
II.1. Présentation de site d'étude: Lac Oubeïra.....	23

II.2. Présentation de site d'étude: Ain-Khiar .....	25
III. Méthodes de travail.....	26
III.1. Matériels et méthodes utilisés sur terrain.....	26
III.2. Matériels et méthodes utilisés dans le laboratoire .....	28
III.2.1.Extraction de la faune.....	28
III.2.2. Conservation du matériel biologique.....	30
III.2.3. Identification et comptage des animaux .....	31
IV-Traitement des données.....	31
IV.1. Abondance « N ».....	32
IV.2. Diversité spécifique ou indice de Shannon « H' ».....	32
IV-3-Equitabilité.....	32
V. L'analyse statistique par l'analyse factorielle des correspondances (AFC) .....	32
V .1. Méthodes numériques.....	32

### **Chapitre III. Résultats et Interprétations**

I. Classification taxonomiques des espèces récoltées.....	36
I.1. Liste systématique globale des différentes espèces récoltées concernant les deux sites d'études.....	36
II.Composition des peuplements dans les deux sites.....	37
II.1. Composition du peuplement d'Ain Khiar.....	37
II.2. Composition du peuplement dans le Lac Oubeira.....	38
II.3. Composition du peuplement dans chaque horizon dans les deux sites d'étude.....	39
III.Structure du peuplement dans chaque horizon au niveau des deux sites d'étude.....	40
III.1. Abondance relative des groupes taxonomiques identifiés dans les deux sites d'étude.....	41

---

III.2. Diversité.....	42
III.2.1. Variation du nombre d'Ordre, des effectifs dans la litière et l'horizon dans les deux sites d'étude.....	42
III.2.2. Diversité H' et équitabilité E dans la litière et l'horizon des deux sites d'étude.....	43
III.3. Evolution temporelle de la richesse spécifique de la litière et l'horizon dans les deux sites d'étude.....	44
IV. Résultat de l'analyse factorielle des correspondances.....	45
<b>Chapitre IV : Discussion.....</b>	<b>46</b>
<b>Conclusion .....</b>	<b>51</b>
<b>Références Bibliographiques</b>	
<b>Annexes</b>	



# *Introduction*



## INTRODUCTION

Le sol est une mince couche de terre recouvrant les roches émergées, c'est une composante complexe essentielle des écosystèmes terrestres 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).

La faune du sol est principalement responsable de la redistribution, 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. 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'énéédaphon 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).

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) (Gobat *et al.*, 2013).

Le bassin méditerranéen a été décrit comme l'une des régions les plus riches et les plus complexes sur les plans géologique, biologique (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). 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, celle-ci associe des zones humides continentales (marais, oueds, lacs, garâtes, 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 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 1990.

Notre choix a été également motivé par :

\*Ain khiar :

- 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 Oubeira :

- Un bon exemple d'une zone humide représentative rare et unique de type de zone humide naturelle de la région méditerranéenne
- 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 d'Ain Khlar et celle du lac Oubeira au niveau les deux horizons ;
- Connaitre la typologie des regroupements de la faune du sol.

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 comparants avec ceux de la bibliographie et pour finir, on terminera par une conclusion.



# *Chapitre I : Généralité sur le sol et la faune du sol*



## GENERALITE SUR LE SOL ET LA FAUNE DU SOL

### I. Présentation des sols

#### 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). C'est un milieu biologique différencié en horizons d'épaisseur variable où se développe une activité intense de plantes, d'animaux et de bactéries qui par leurs actions, agissent sur le sol pour un bon équilibre (Deprince, 2003).

#### I.2. La pédogenèse

La pédogenèse est la formation et l'évolution des sols. Cette formation est un processus extrêmement lent : un centimètre par siècle en moyenne. La roche mère se fragmente peu à peu sous l'action des facteurs du milieu. Une couche d'humus se forme en surface et s'incorpore peu à peu dans le sol sous l'action de la microfaune (vers de terre, larves d'insectes, etc....) (Lozet et Mathieu, 1997).

#### I.3. 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 des matériaux 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).

#### I.4. Propriétés du sol

Le sol est l'épiderme vivant et vital des continents de la terre. Il se forme lentement mais ses propriétés évoluent rapidement. Ces dernières sont conférées par les constituants du sol qui interagissent. Leurs proportions, leur variabilité spatio-temporelle, la vitesse des flux qui les relient influencent le fonctionnement du système (Gobat *et al.*, 2010).

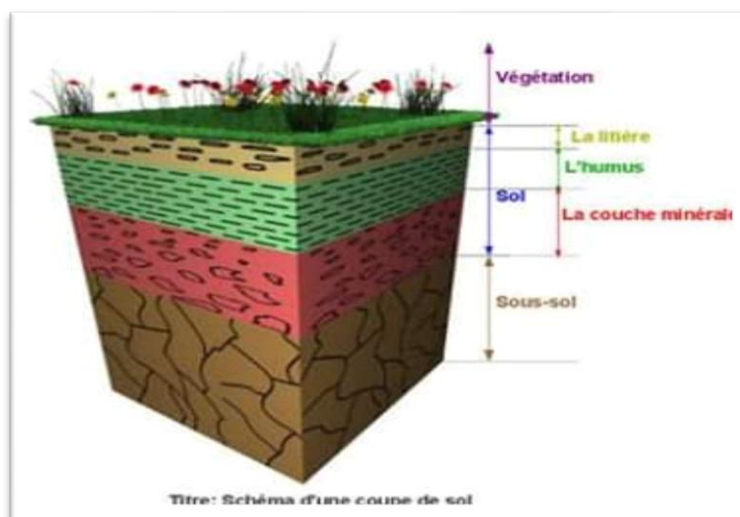
#### I.5. La vie dans le sol

Soulignent que les sols sains abritent d'innombrables formes de vie depuis les champignons microscopiques, les bactéries, les algues, les protozoaires et les nématodes, jusqu'aux organismes plus grands comme les collemboles, les fourmis, les lombrics et les taupes). Ces organismes contribuent directement dans l'aération du sol et le transport de l'humus de la surface vers les couches inférieures.

Ces sols, au cours de leur évolution, renferment une faune de plus en plus variée et généralement les espèces apparaissent à un moment donné et tendent à demeurer dans la communauté vivante où l'évolution du milieu maintient pour elles des conditions de vie possibles (Bachelier, 1978 ; Deprince, 2003).

#### I.6.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-obscurité 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 modérées. 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, 2014).

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, 2014).

## II. Classification de la faune du sol

L'histoire de la biologie du sol montre qu'il faut identifier les animaux avec un maximum d'exactitude. C'est pourquoi la systématique, qui fût la première discipline des sciences naturelles, garde son actualité (Gobat *et al.*, 2003).

Une classification plus fonctionnelle peut être utilisée en liant les organismes à leur milieu et notamment aux ressources qu'ils proposent (alimentation et habitat). La taille, le régime alimentaire, la position dans le sol, les adaptations morphologiques, les modes de progression, la durée de présence dans le sol constituent d'autres paramètres de classification de la pédofaune (Freyssinel, 2007).

La pédofaune est subdivisée en quatre catégories selon sa taille:

**II.1. La microfaune:** dont les individus sont généralement plus petits que 0,2mm renferme des animaux qui ne peuvent vivre que dans l'eau 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 la microfaune.



*Nématodes*

*Protozoaires*

### II.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 m<sup>2</sup>. La majorité d'entre eux peut s'enkyster soit parce que le milieu devient défavorable, soit par nécessité biologique. 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, 2014).

### II.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 détritivores, 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, 2014).

**II.2. La mésofaune** :(ou encore meiofaune) dont les représentants ont environ de 0,2 à 4mm (log, 1,3 à 2,6) 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 mésofaune, avec aussi les Enchytréides (petits vers oligochètes), les petits Myriapodes (tels les Symphyles) et les plus petits Insectes ou leurs larves.

*Symphyle**Diploure**Collembole**Coléoptère*

### II.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 & Mathieu, 2002). Les acariens sont composés de plusieurs sous-ordres dont les Gamasida, les Actinedida, les Acaridida et les Oribatida. On en rencontre deux principaux dans le sol : Les Oribates, essentiellement saprophages, participent très activement à la dernière étape de fragmentation de la matière organique ; les Gamasides qui sont surtout des carnivores, prédateurs d'autres microarthropodes et de petits vers.

### I.2.2. Les Collemboles

Ils sont avec les acariens les principaux représentants des microarthropodes. Les collemboles ont une très large répartition. Ils sont, en effet, présents en abondance sur tous les continents. A ce jour, environ 6500 espèces ont été décrites dans le monde (Hopkin, 1997). Comme les Acariens, les Collemboles sont répartis dans tout le sol et présentent des adaptations morphologiques à la profondeur. Ils possèdent plusieurs organes spécifiques dont le plus visible est la furca, une sorte de levier post-abdominal permettant le saut. La furca est très réduite, voire absente, chez les espèces les plus caractéristiques des sols profonds.

### **II.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. Ce 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.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.

### **II.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 leur 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.

### **II.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.

### **II.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.

### **II.2.8. Les Diploures**

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

### II.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.

### I.2.10. 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.

La mésofaune joue un rôle important, dans la transformation de la matière organique du sol, le recyclage des nutriments des plantes, et l'amélioration des propriétés physiques du sol (Swift *et al.*, 1979). Dans un premier temps, les microarthropodes du sol influencent la décomposition de la matière organique, principalement grâce à la comminution des substrats organiques (Parkinson, 1982). La comminution est la fragmentation et la restructuration physique de la matière organique par la mastication. En effet, la plupart des collemboles, des acariens oribates et astigmatés non-parasites ont des pièces buccales capables de fragmenter les résidus organiques, tout en se nourrissant des microorganismes adhérant à leurs surfaces (microphytophages). Seuls les acariens prostigmatés et mésostigmatés ne peuvent ingérer de grosses particules de nourriture, car leurs pièces buccales sont adaptées à percer les tissus (Butcher *et al.*, 1971). Ces deux derniers groupes sont mycophages ou prédateurs de la micro (< 0,1 mm) et de la mésofaune (Seastedt, 1984), et jouent un rôle moins important dans les processus de comminution.

**II.3. La macrofaune** comprend des animaux d'environ 4 à 80 mm (log, 2,6 à 3,9), à savoir les Lombricides 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.



*Chilopode*

*Macroarthropodes*

*Gastropodes*

*Limace*

### **II.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 in Kadi, 2014).

### **II.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).

Les Chilopodes, tous prédateurs chassent en courant sur le sol. Parmi eux, les Scolopendromorphes, les Géophilomorphes et les Lithobiomorphes.

Les Diplopodes, comme les vers, mélangent les débris végétaux avec le sol au cours de leur nutrition, mais Bornebusch (1950) a fait remarquer que les déjections des myriapodes renferment généralement trois fois moins de matières minérales que les déjections des Lombricidés. Ils participent alors peu au mélange des débris organiques avec le sol minéral.

### **II.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). Il s'agit d'une indication indirecte qui est en rapport avec la quantité de proies qu'elles peuvent trouver dans ce milieu.

### **II.3.4. Les Insectes ptérygotes**

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

#### **II.3.4.1. Les Hyménoptères (Fourmis)**

Les Fourmis sont des Hyménoptères holométaboles à antennes coudées et différenciées, à thorax simple et possédant typiquement un pétiote 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 pétiote, 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 & Frouz, 2006 in Kadi, 2014).

#### **II.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 & Hijdra, 1986).

De nombreux Coléoptères demeurent dans les sols et peuvent souvent servir d'indicateurs au pédobiologiste. D'après Coiffait (1960), les sols favorables au développement des Coléoptères endogés seraient des sols ayant une teneur élevée en éléments fins (argiles et limons) susceptibles d'y maintenir une humidité favorable. 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.) et peuvent être "nuisibles" aux plantations et cultures. Les autres sont pour la plupart des prédateurs, souvent aussi bien à l'état larvaire qu'à l'état adulte. Les larves de Coléoptères sont, après les larves de Diptères, les plus nombreuses du sol (Mboukou-Kimbatsa, 1997 in Kadi, 2014).

#### **II.3.4.3. Les Diptères**

L'ordre des Diptères est représenté dans les macros-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. Dans les sols où elles sont fortement représentées, 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.

### **II.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.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.3.5.2. 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).

#### **II.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, 2014).

#### **II.3.5.4. Les Gastrotriches**

Proches des Rotifères, se rencontrent dans les sols humides où ils sont généralement rares (Coineau, 1974 in Kadi, 2014).

#### **II.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).

### II.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.

### II.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.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).

**II.4. La mégafaune** renferme enfin les animaux de grande taille; animaux dont l'activité pédologique se limite essentiellement à une remontée des matériaux correspondant à la confection des terriers : crabes de terre, taupes, rats, lapins, marmottes, tatous d'Amérique, oryctéropes d'Afrique, etc.



*Taube*

*Vertébrés*

### II.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 in Kadi, 2014)

**Tableau01: Les différents groupes biologiques de la faune du sol (ELAlami, 2011)**

Groupe	Taille des individus	Les représentants du groupe	Mode de vie des différents représentants
<b>MICROFAUNE</b>	t < 0,2mm	Protozoaire Nématodes Rotifères Tardigrades Petits Turbellariés	Vivent dans un film d'eau, et présentent des formes de résistance Les Protozoaires sont phagotrophes ou prédateurs Les Nématodes sont dentiphages, prédateurs ou parasites des végétaux Les Rotifères se nourrissent d'Algues unicellulaires et de bactéries Les Tardigrades sont des espèces muscicoles Les Tarbelariés sont des formes carnivores
<b>MESOFAUNE</b>	0,2 < t < 4mm	Acariens Collemboles Protoures Diploures Thysanoures Ptérygotes Enchytréides Symphyles Petits	Espèces hygrophiles ou Xérophiles Les Collemboles et les Enchytréides consomment les débris végétaux et le matériel minéral. Les Acariens consomment les cellules et les tissus des feuilles Les Protoures se nourrissent des matières organiques en décomposition Les Diploures vivent dans le sol sous les

		insectes et leurs larves	<p>écorces et dans d'autres lieux humides où ils se nourrissent de matières en décompositions</p> <p>Les Thysanoures vivent dans les lieux habités ou dans les détritiques organiques</p> <p>Les Symphyles sont détritiphages et cosmopolites, certaines espèces sont polyphages.</p>
<b>MACROFAUNE</b>	4mm<t<80mm	<p>Vers de terre</p> <p>Insectes supérieurs</p> <p>Myriapodes</p> <p>Arachnides</p> <p>Mollusques</p> <p>Quelques Crustacés</p>	<p>Les vers de terre consomment les feuilles qu'ils viennent chercher en surface. Ils se distinguent des vers épigés des litières et des vers endogés qui passent leur vie dans les galeries horizontales.</p> <p>Les Myriapodes : les diplopedes sont phytophages ou saprophages, les chilopodes sont carnivores ou phytophages.</p> <p>Les arachnides : un certain nombre d'araignées sont terricoles.</p> <p>Les Isopodes se nourrissent des débris végétaux.</p> <p>Le mode de vie des insectes est varié (fonction des espèces).</p> <p>Certains gétopodes sont adaptés à la vie dans le sol, comme par exemple <i>Cocciloides acicula</i> qui se rencontre dans les sols poreux jusqu'à 40 cm de profondeur où se nourrit du mycélium (Bachelier, 1978).</p>
<b>MEGAFaUNE</b>	80mm<t<1,60m	<p>Reptiles</p> <p>Rongeurs</p> <p>Mammifères</p>	<p>Les Serpents se nourrissent de vertébrés, les Lézards se nourrissent des Arthropodes, leurs larves se nourrissent des Lombrics, des petites limaces et même de petites escargots où coquille mince.</p> <p>Les rongeurs creusent des galeries dans le sol, effectuent d'importantes remontées de sol</p>

### III. 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 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). La réduction de la faune du sol pourrait réduire la quantité et la qualité des réserves de carbone dans le sol et finalement conduit à la dégradation de ses propriétés physiques et chimiques. Les organismes du sol fournissent ainsi des services éco systémiques.

#### III.1. Action de la faune sur le sol

##### III.1.1. Action sur les propriétés physiques du sol

L'action physique de la faune intervient sur des propriétés tels 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 macrobrassage: 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,...).
  
- Le microbrassage : 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.

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 phytosaprophages 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 macroarthropodes 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.

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

### **III.1.2. 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.

### **III.1.3. 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 II :*

# *Matériels et Méthodes*



## MATERIELS ET METHODES

### **I. Présentation de la région d'étude : Parc National d'El-Kala**

Il est un des plus grands parcs sur les huit que compose le Nord Algérien, couvrant une superficie de 78.600 hectares et abrite une population d'environ 77.000 habitants. La création du Parc national d'El-Kala (PNEK) (décret du 23 juillet 1983) « répondait à la nécessité d'un besoin de préserver un riche patrimoine écologique composé d'une mosaïque d'écosystèmes terrestres et lacustres d'une grande diversité faunistique et floristique ». Ses coordonnées géographiques sont : 36°52 Nord et 8°27 longitudes. (Benyacoub, 1998).

Le Parc National d'El Kala est situé à l'extrême Nord-est Algérien, il est intégralement inclus dans la Wilaya d'El Tarf correspondant presque au tiers de la superficie globale de son territoire. Il est limité au Nord par la mer Méditerranée, au Sud, par les contreforts des monts de la Medjerda, à l'est, par la frontière Algéro-tunisienne, et à l'Ouest, par l'extrémité de la plaine alluviale d'Annaba. (Benyacoub, 1998).

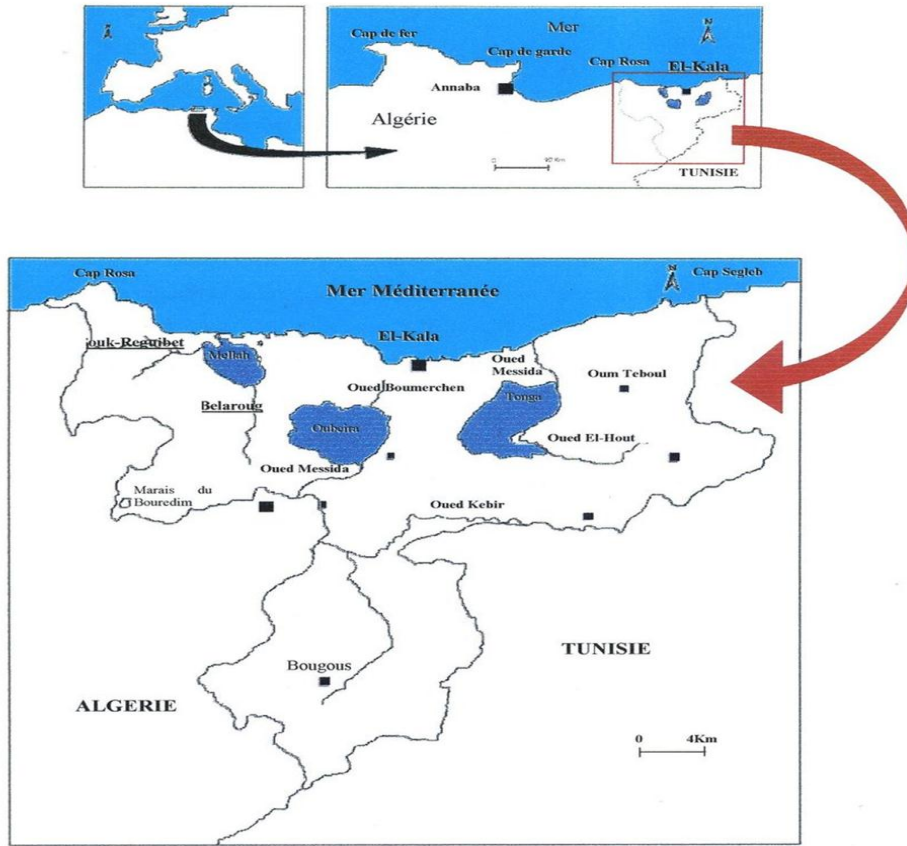


Figure02 : Situation géographique du parc national d'El-Kala (Benyacoub, 1998).

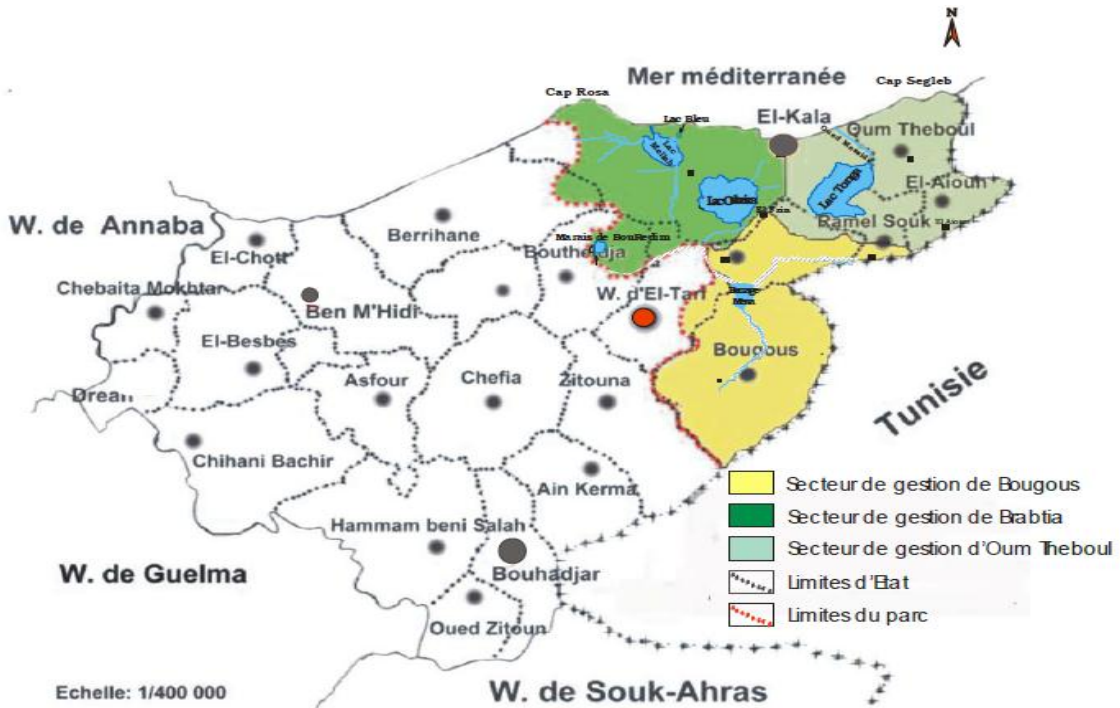


Figure 03: Limites administratives du Parc National d'El Kala dans le territoire de la wilaya d'El Taref (Benyacoub *et al.*, 1998)

### **I.1. Le climat**

El Kala est une des régions les plus arrosées d'Algérie, elle se situe dans l'étage bioclimatique subhumide chaud, avec des hivers doux et humides et des étés chauds, secs et longs (s'étendant de juin à octobre et parfois plus longtemps). Le minimum absolu en décembre atteint 6°C, et 39°C maximum en août et une pluviométrie moyenne annuelle de 910 mm et un maximum de 1300 mm. (Atlas des zones humides algériennes d'importance internationale, 2004)

Les vents dominants, de Nord-Ouest, avec une vitesse moyenne variant de 3.3 à 4.8 m/s, apportent les précipitations les plus importantes venues de l'atlantique. A l'opposé, le Sirocco qui souffle principalement en été venant du Sud-est assèche l'atmosphère et favorise, avec les températures élevées, les incendies de forêts. L'évapotranspiration relative atteint 600 à 640 mm/an et l'évapotranspiration potentielle moyenne de 889 mm/an. (Atlas des zones humides algériennes d'importance internationale, 2004).

### **I.2. Richesse floristique et faunistique**

La richesse floristique du Parc National d'El-Kala est d'environ 840 espèces. La flore se caractérise par un taux particulièrement élevé d'espèces endémiques, rares et très rares (De Belair, 1990). Elles représentent le tiers de la flore Algérienne, parmi lesquelles on peut observer 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 (Ouelmouhoub, 2005).

La région d'El-Kala abrite une richesse faunistique remarquable, déjà Joleaud (1936) rapportait que les Lions s'y sont maintenus jusqu'en 1891 et les Panthères jusqu'en 1930. Aujourd'hui non moins riche, la faune compte environ 36 espèces de mammifères dont 7 espèces sont rares : Cerf de Barbarie, Loutre, Hyène rayée, Serval, Caracal, Vespertilion de Daubenton et Pipistrelle de Kuhl.

## II. Présentation des sites d'étude

### II.1. Présentation de site d'étude: lac Oubeira

Il est situé à l'extrême Nord-est de l'Algérie, ces coordonnées géographiques sont :

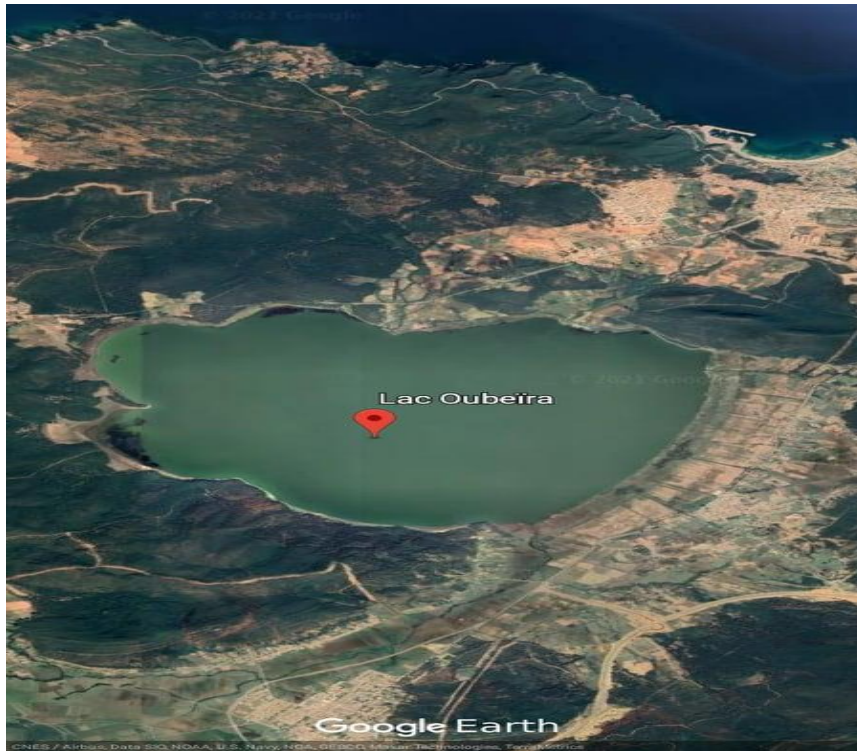
Latitude : 36°50'N ; Longitude : 38°23'E, à une altitude de 25 m (Marre, 1987)

Lac Oubeira est un plan d'eau douce d'une superficie de 2200 ha et d'une profondeur d'eau moins de 6 m, il fait partie du complexe de zones humides le plus important du Maghreb que le Parc National d'El Kala abrite (Miri, 1996) ; situé à 5 km au sud-ouest d'El-Kala et 54 km à l'est d'Annaba. Il est distant de 2,3 km du lac Mellah qui se trouve au nord-ouest.

Il s'inscrit dans un quadrilatère de 5 x 4 km et développe 19 km de rives. Il est alimenté par quatre cours d'eau importants : l'oued Demet Rihana au nord, l'oued Boumerchène au Nord-Est, l'oued dey El Garâa à l'est et l'oued Messida au Sud.

Son alimentation en eau est assurée par l'oued Messida, par l'oued El-Kebir et plus particulièrement par le ruissellement des eaux sur les estuaires argilo-gréseux composant le bassin versant (Bouguessa, 1993) ; de ce fait le régime hydrologique du l'Oubeira est fortement influencé par les variations climatiques.

En hiver, à l'occasion des fortes précipitations, les eaux de l'Oued El-Kebir parviennent au lac principalement par l'oued Messida. En été, quand le niveau de l'oued El-Kebir est au plus bas, le système hydrologique fonctionne en sens inverse, l'oued Messida ayant cette singularité de couler dans les deux sens selon la crue ou l'étiage. Le bassin versant du lac Oubeira, d'une superficie de 12500 ha, fait partie de la zone lacustre d'El-Kala (Bendjama, 2007).



**Figure04:** photographie satellitaire du lac Oubeira (Google earth, 2021)

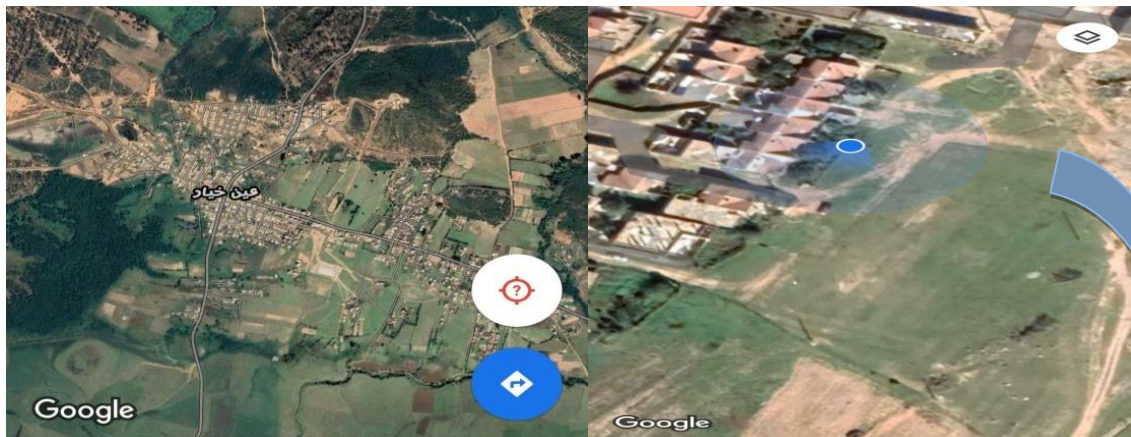


**Photo 1 :** Vue du lac Oubeira (©zouiche & khemiri, 2021)

## II.2. Présentation de site d'étude: Ain-Khiar

Ain khiar est située à 4 km au nord du chef - lieu de la wilaya d'El Tarf et s'étend sur une superficie de 112 ha et son altitude moyenne est de 28 m. Elle appartient aux basses plaines Est de la wilaya d'El Tarf qui se caractérisent par de grandes superficies de prairies inondables surtout en hiver.

Ces coordonnées géographiques: Latitude  $36^{\circ} 40'N$  Longitude  $08^{\circ} 20' E$ . Elle est limitée à L'Est par la commune d'Ain El - Assel, à l'ouest par Djebel Hadjarsiah, au Nord par la commune d'El - Tarf et au Sud par Djebel Ach lahmar.



**Figure05:** photographie satellitaire d'Ain Khiair (Google Maps, 2021)



**Photo 02 :** vue d'Ain Khiair (©zouiche & khemiri, 2021)

### **III. Méthodes de travail**

Travailler sur la faune du sol nécessite deux étapes successives : les relevés de terrain et l'analyse des échantillons en laboratoire. Notre échantillonnage qualitatif et quantitatif a été effectué sur quatre mois (février, mars, avril, mai) au rythme de quatre sorties par mois dans deux régions dont le lac Oubeïra et Ain Khlar.

#### **III.1. Matériels et méthodes utilisés sur terrain**

Dans le cadre de ce travail nous avons considéré deux stations chaque station constituée par 3 horizons (Litière, Humus, Sol) et caractérisée par une formation végétale homogène.

"Une station est une circonscription d'étendue quelconque, mais le plus souvent restreinte, représentant un ensemble complet et défini de conditions d'existence. La station résume tout ce qui est nécessaire aux espèces qui l'occupent, la combinaison des facteurs climatiques et géographiques avec les facteurs édaphiques et biologiques, c'est-à-dire rapports de chaque espèce avec le sol et avec les espèces auxquelles elle est associée" (Daget et Godron 1982).

Des échantillons ont été effectués au hasard, à l'aide d'un carré métallique de 20cm X 20cm X 15cm. Le cadre est enfoncé verticalement dans La litière jusqu'à l'horizon A2. Donc, la litière, l'horizon A1 et l'horizon A2 sont prélevés en même temps mais tous ces derniers ont été placés séparément dans des sachets en plastiques, des étiquettes de renseignements ont été collées sur chaque sachet. Les prélèvements portent le nom du site et la date de prélèvement.



**Photos 03 :** Choisissez une station Homogène  
(©Zouiche&Khemiri, 2021)



**Photos04:**Emplacement du carré  
métallique (©Zouiche&Khemiri, 2021)



**Photos05 :** Prélèvement de la litière (©Zouiche&Khemiri, 2021)



**Photos06 :** Prélèvement de l'horizon (©Zouiche&Khemiri, 2021)

## III.2. Matériels et méthodes utilisés dans le laboratoire

A l'issue de chaque phase de terrain, nous avons un échantillon constitué de 5 prélèvements devant subir une extraction de la faune et une identification.

### III.2.1.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 Berlese (Tullgren 1918, citée par Murphy, 1962) qui a été choisie en ce qui concerne notre travail et aussi c'est la plus couramment utilisée. 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.

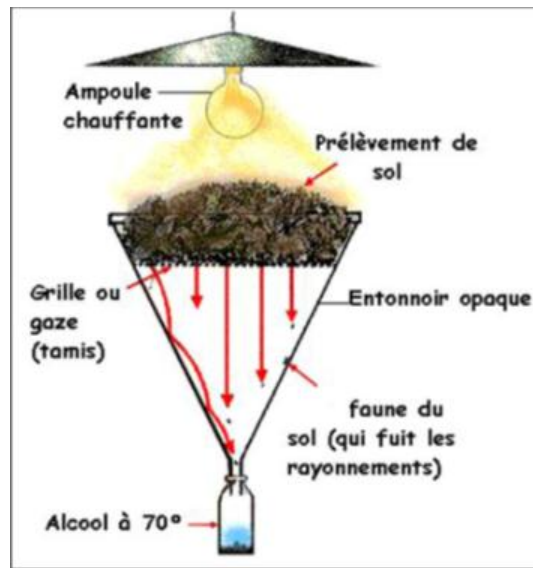
#### Utilisation

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

- Dans un entonnoir en plastique de 35cm de diamètre on place un tamis métallique au fond de l'entonnoir sur un tamis on dispose l'échantillon de sol et un tube de récolte renfermant du formol a 5% ferme 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 « récupéré » 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 10 jours (Molfetas., 1981 in Benboualia., 1987).

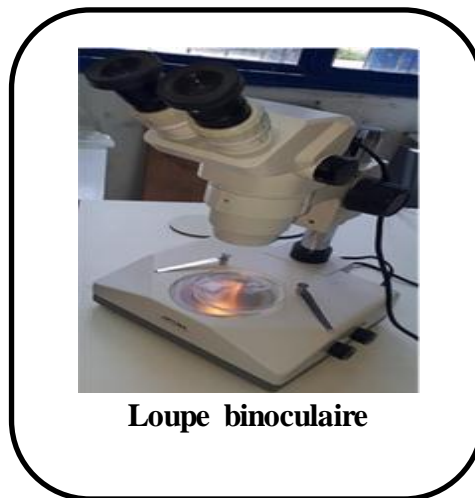
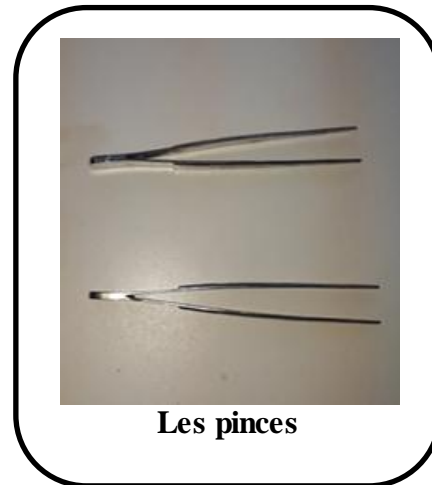


**Figure06:** Schéma montrant le fonctionnement L'appareil de Berlèse-Tullgren



**Photos 07 :** Appareil de Berlèse(©Zouiche&Khemiri, 2021)

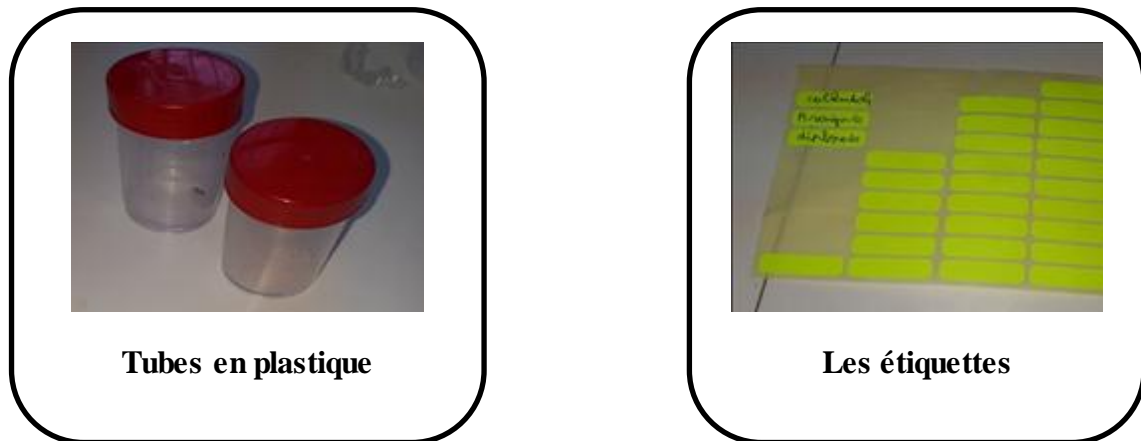
Sachant que tous les litières de nos échantillons ont subis une simple extraction manuelle et tous les animaux, prélevés à l'aide d'une pince souple sont alors placés dans une boîte de Pétri ouverte remplie d'eau, et observés à la loupe binoculaire.



**Figure07:** Matériels utilisés dans l'extraction de la litière

### III.2.2. Conservation du matériel biologique

Pour la conservation du matériel biologique nous avons utilisé des tubes en plastique ou en verre épais et à demi remplis de formol à 5%. Une étiquette collée sur le tube, sur laquelle on a mentionné au crayon le numéro et la date de prélèvement. Les échantillons relatifs à chaque site sont conservés séparément.



**Figure08:** Matériels utilisés dans la conservation du matériel biologique

### III.2.3. Identification et comptage des animaux

L'identification est réalisée au laboratoire à l'aide d'une loupe binoculaire au grossissement et sur la base d'ouvrages divers pour y parvenir, les caractéristiques de chaque individu sont relevées et grâce à l'emploi d'une clé il est identifié. Cependant, il faut le plus souvent utiliser plusieurs clés en même temps, La détermination a été poussée loin que ne le permettaient les documents à notre disposition. Néanmoins, en écologie des sols il est d'usage, à moins de n'effectuer qu'une étude purement systématique, de considérer non pas des espèces mais des groupes de fonctions écologiques ne nécessitant pas forcément de procéder à une identification des animaux jusqu'aux genres et espèces.

Une fois l'identification faite, chaque spécimen reconnu avec certitude doit être soigneusement étiqueté et rangé dans une collection de référence qui sera utilisée lors des déterminations ultérieures.

### IV-Traitement des données

Nous entendons par structure d'un peuplement la façon dont les différents groupes fauniques sont organisés au niveau de leurs effectifs.

L'étude statistique de l'abondance des espèces constituant une communauté ou un peuplement déterminé présente une grande importance car elle permet de mieux interpréter la

nature des interactions entre espèces et de mettre en évidence les facteurs qui conditionnent leur fréquence relative (Ramade, 1984 in Benboualia, 1987).

#### **IV.1. Abondance « N »**

C'est la somme des abondances des populations qui le constituent. L'abondance du peuplement peut être exprimée de manière absolue, c'est -à- dire une valeur qui concerne la totalité de l'effectif de chaque espèce, elle peut être exprimé en densité, elle peut être exprimée en abondance relative sous forme d'indices d'abondances. Elle représente le nombre d'individus collectés ou observés durant la saison d'échantillonnage.

#### **IV.2. Diversité spécifique ou indice de Shannon « H' »**

L'indice de diversité permet d'exprimer la structure d'un peuplement et la façon dont les individus sont répartis entre diverses espèces.

$$H' = - \sum P_i \log_2 P_i \quad \text{où : } P_i : \text{la fréquence relative de l'espèce } i$$

Cette diversité est encore appelée : diversité intra- biotope ; elle mesure le niveau de complexité de peuplement. Plus les espèces sont nombreuses, plus leurs abondances sont voisines et puis la diversité de peuplement est élevée.

#### **IV.3. Equitabilité**

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

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

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

## V. L'analyse statistique par l'analyse factorielle des correspondances (AFC)

### V .1. Méthodes numériques

Cette partie du travail présente l'approche globale qui porte principalement sur le traitement statistique des tableaux de relevés faunistique appelée méthodes numériques faisant leurs preuves dans le domaine d'étude de la population animale afin d'appréhender la dynamique des groupements et de mettre en évidence des gradients écologiques par le biais d'analyses statistiques multi variées : analyse factorielle des correspondances (AFC), analyse en composante multiple (ACM) et la classification hiérarchique ascendante (CHA).

L'objet de ces méthodes est de résumer l'information d'un tableau de données en lui donnant une écriture simplifiée sous forme graphique tout en utilisant les calculs d'ajustement qui font appel à l'algèbre linéaire. Elles permettent de traiter en un minimum de temps un nombre important de relevés faunistiques. Cette approche d'analyse multi variée a été utilisée pour décrire les associations ou regroupement des pop animales par de nombreux chercheurs, notamment: (Dolédec *et al.*, 2000), (Grinnell, 1917), (Lebart L *et al.*, 1997), ( Legendre et Legendre, 1984), (Leibold, 1995), (Thioulouse *et al.*, 1996).

Dans cette étude, nous avons opté pour la méthode AFC.

- **Analyse factorielle des correspondances (AFC)**

L'une des meilleures techniques appliquée au traitement des données écologiques est certainement celle de l'Analyse Factorielle des Correspondances, c'est sûrement la méthode la plus appropriée pour la discrimination des peuplements animale.

Dans un premier temps, une AFC a été utilisée pour mettre en évidence les interactions significatives entre les principaux facteurs. Il s'agit notamment de rechercher la meilleure représentation simultanée de deux ensembles constituant les lignes « espèces animale » et les colonnes « relevés » d'un tableau de données et de tester la liaison entre ces deux ensembles.

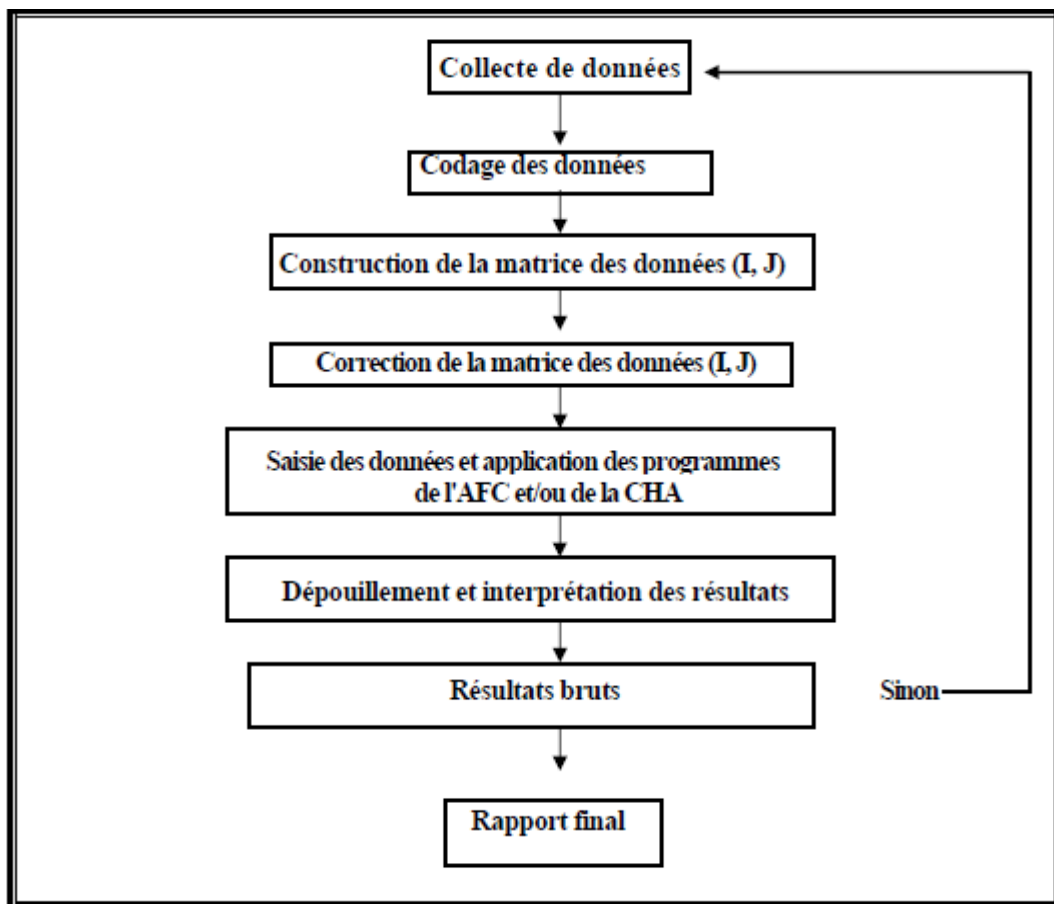
Le terme de correspondance dans AFC provient du fait que l'on cherche à mettre les caractères en correspondance. C'est-à-dire que l'Analyse Factorielle des Correspondances décrit la dépendance ou la correspondance entre les ensembles des caractères. Ainsi, l'AFC est essentiellement descriptif. Il ne peut ressortir de cette analyse que les phénomènes qui sont présents dans les données de bases. C'est donc une première étape de l'étude, destinée à appliquer les données. La grande partie de l'exploitation des données découle des observations sur terrain (Lebart L *et al.*, 1997).

Les résultats de l'analyse sont des tableaux de chiffres et des graphiques. Trois plans principaux ont été retenus pour cette analyse, ceux-ci ont le mérite de représenter à la fois sur la même figure les observations et les variables. Le nuage des points-relevés montre dans ce type d'analyse une structuration indépendante de la valeur des espèces, ce qui atteste bien de l'objectivité de l'AFC. En travaillant sur des numéros (espèces codées), on exclut tout risque de se laisser influencer par des opinions préconçues sur la signification de telle ou telle espèce selon Leibold (1995).

Les représentations graphiques sont les projections du nuage de points sur les axes principaux, en se souvenant que ce sont les premiers axes qui représentent le mieux le nuage d'après (Lebart L *et al.*, 1997) et (Thioulouse *et al.*, 1996). Les pourcentages d'inertie associés aux axes permettent d'évaluer le nombre d'axes à prendre en considération ; et l'interprétation des résultats de l'AFC repose sur l'examen des différents renseignements fournis à l'issue du traitement à savoir :

- La contribution relative (CR) mesure la participation d'un individu ou d'une variable à l'inertie d'un axe.
- Les valeurs propres qui correspondent à l'inertie du nuage de point le long de l'axe absorbant le maximum d'inertie du nuage ;
- Le taux d'inertie qui correspond au pourcentage de chaque valeur propre par rapport à l'inertie totale du nuage et le cumul d'inertie ;

Une AFC globale sur l'ensemble des données permet de connaître la quantité d'information expliquée par quelques axes factoriels indépendants et de dégager les relations essentielles entre l'animal et son milieu (variables environnementales) (Legendre L et Legendre R., 1984). A partir des données faunistiques de différents types d'habitat, il est possible de mettre en évidence dans l'espace factoriel des successions de succession écologique en relation avec les grands gradients écologiques (Leibold, 1995) et (Thioulouse *et al.*, 1996).



**Figure 09:** Organigramme du traitement par l'AFC (Frontier, 1983)



*Chapitre III :*  
*Résultats et Interprétation*



## RESULTATS ET INTERPRETATIONS

### I. CLASSIFICATION TAXONOMIQUES DES ESPECES RECOLTEES

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

Les espèces récoltées au sein des deux sites d'étude à savoir au Ain Khair et lac Oubeira sont représentés dans le tableau suivant (**Tableau.n°02**)

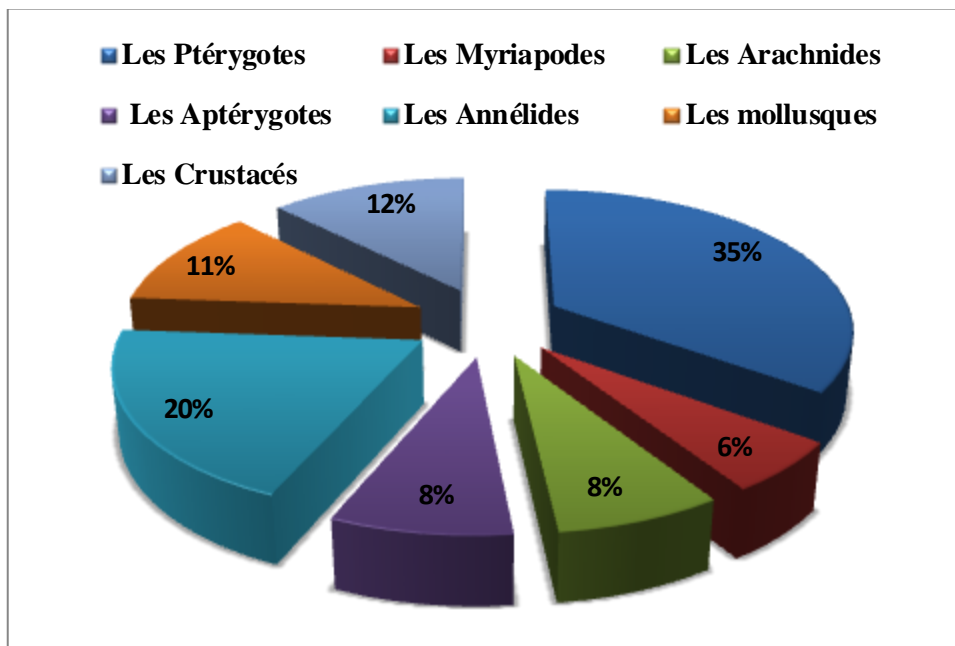
**Tableau 02 :** Liste et systématique globale des différents taxons

Règne	Groupes	Ordres
Animalia	Annélides	Oligochètes
	Arachnides	Aranéides
		Acariens
	Collemboles	Poduromorpha
		Symphyleiona
		Entomobryomorpha
	Crustacés	Isopodes
	Gastéropodes	Stylommatophora
	Insectes	Coléoptères
		Blattoptera
		Diptères
		Lepidopteres
		Hemiptera
		Thysanaura
		Dermapteres
		Hyménoptères
	Myriapodes	Chilopodes
Diplopodes		

## II. COMPOSITION DU PEUPLEMENT

### II.1. Composition du peuplement d'Ain Khiar

Le peuplement de la pédofaune au niveau des différents horizons du sol d'Ain Khiar (Fig.10) renferme plusieurs groupes zoologiques représentés par 24 Ordres. Les Ordres les plus fréquents selon leur abondance sont les suivants :

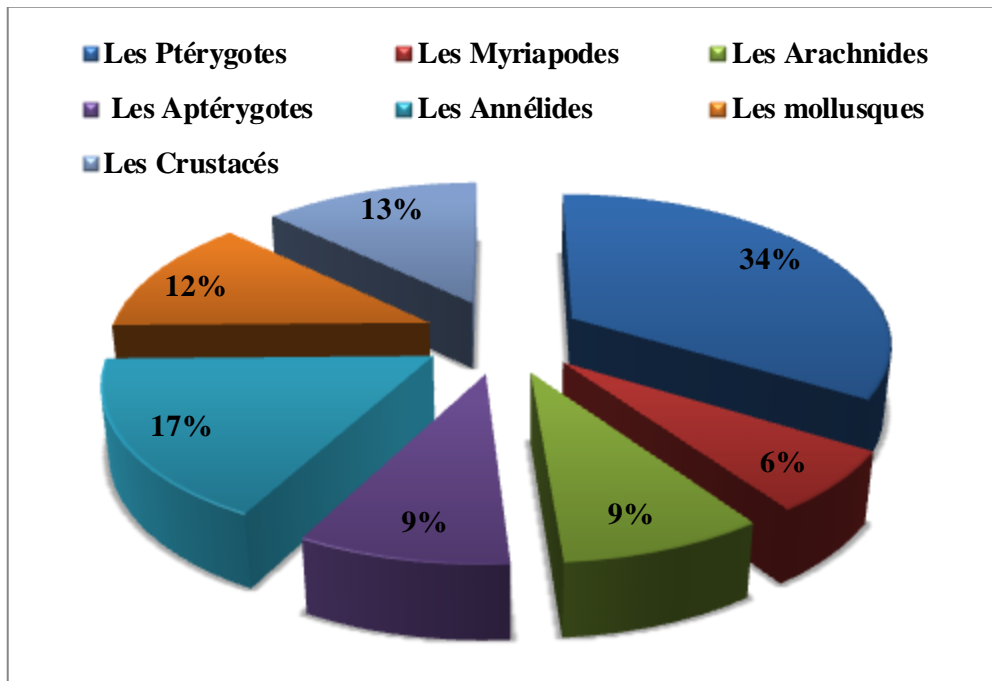


**Figure 10:** Distribution des effectifs et des pourcentages de différents groupes de la pédofaune au niveau d'Ain Khiar

Les ptérygotes sont les plus dominants avec un effectif de 35% suivie par les Annélides (20%) puis les Crustacés (12%). Les Mollusques sont représentés avec (11%) tandis que les arachnides et les aptérygotes sont représentés avec le même effectif de (8%). Enfin les Myriapodes enregistrent un faible pourcentage de 6%.

## II.2. Composition du peuplement dans le Lac Oubeira

Le peuplement de la pédofaune au niveau des différents horizons du sol du lac Oubeira (Fig.11) renferme plusieurs groupes zoologiques représentés par 23 Ordres. Les Ordres les plus fréquents selon leur abondance sont les suivants :

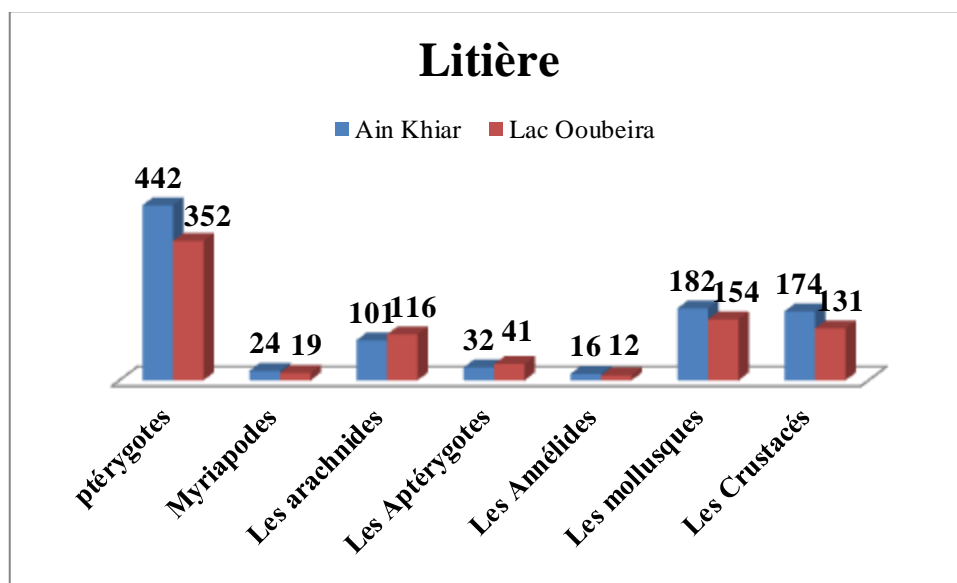


**Figure 11:** Distribution des effectifs et des pourcentages de différents groupes de la pédofaune au niveau du lac Oubeira.

La distribution des effectifs de la pédofaune au niveau du lac Oubeira, on remarque que les Ptérygotes sont dominants avec un effectif très élevé de 34% suivie par les Annélides (17%) puis les Crustacés (13%). Les Mollusques sont représentés avec (12%) tandis que les arachnides et les aptérygotes avec (9%). Enfin les Myriapodes avec un faible pourcentage de 6%.

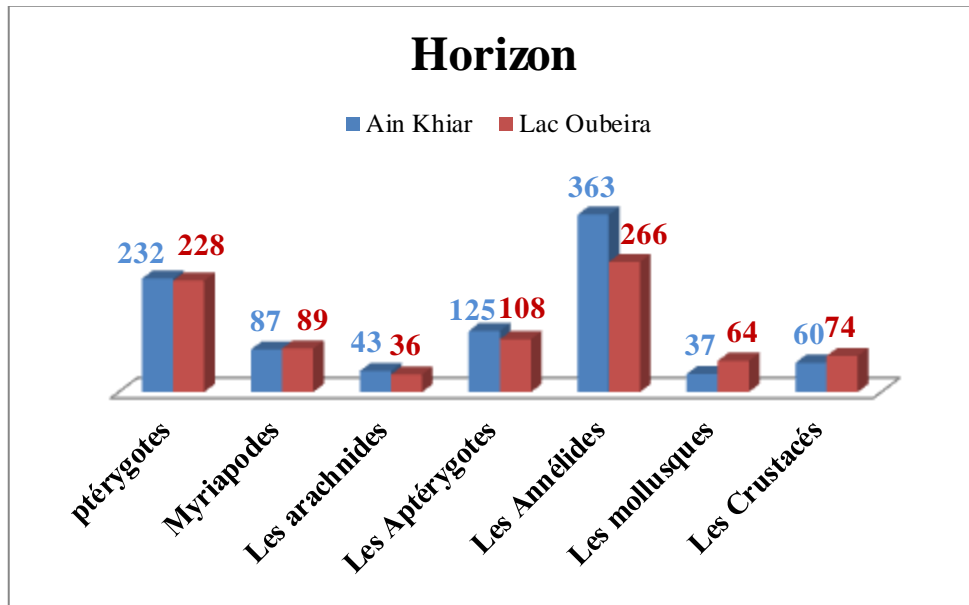
### II.3. Composition du peuplement dans chaque horizon dans les deux sites d'étude

Dans la litière des deux sites, Les Ptérygotes, Les Mollusques, les Crustacés et les Arachnides sont les groupes zoologiques les plus abondants dans les deux sites d'étude. Les Ptérygotes sont représentés avec 442 individus à Ain Khiair et 352 individus au Lac Oubeira. Les mollusques avec 182 individus à Ain Khiair et 154 individus au Lac Oubeira. Les Crustacés quant à eux avec 174 individus à Ain Khiair et 131 individus au sein du Lac Oubeira. Les autres Ordres sont présent par de faible effectif. (Fig.12).



**Figure 12:** Distribution des effectifs de la litière dans les deux sites d'étude (Ain khiair, lac Oubeira).

Dans l'horizon, les Annélides, les Ptérygotes, et les Aptérygotes sont les groupes zoologiques les plus abondants dans les deux sites. Les Annélides avec 363 individus à Ain Khiair et 266 individus au Lac Oubeira tandis que les Ptérygotes, on les rencontre avec 232 individus à Ain Khiair et 228 individus au Lac Oubeira. Par contre les autres Ordres se trouvent parfaite et moyen effectif. (Fig.13)



**Figure 13:** Distribution des effectifs de l'horizon au niveau des deux sites d'étude (Ain khiair, lac Oubeira).

Il existe une différence dans la composition du peuplement au niveau des horizons au sein des deux sites d'étude. On remarque que le site Ain khiair, l'horizon et la Litière sont les plus riches en effectifs (**Tab. 03**).

**Tableau 03 :** Comparaison entre la litière et les horizons dans les deux sites d'étude (Ain khiair, lac Oubeira).

Horizons	Litière		Horizon	
	Ain Khiair	Lac Oubeira	Ain Khiair	Lac Oubeira
Effectif	792	756	966	830

### III. Structure du peuplement dans chaque horizon au niveau des deux sites d'étude

Nous entendons par structure d'un peuplement la façon dont les différents groupes fauniques sont organisés au niveau de leurs effectifs.

**III.1. Abondance relative des groupes taxonomiques identifiés dans les deux sites d'étude**

Le tableau ci-dessous nous montre les fréquences absolues et relatives dans La litière et l'horizon au niveau des deux sites d'étude (Tab.04).

**Tableau 04 :** Fréquences absolues et relatives dans La litière et l'horizon

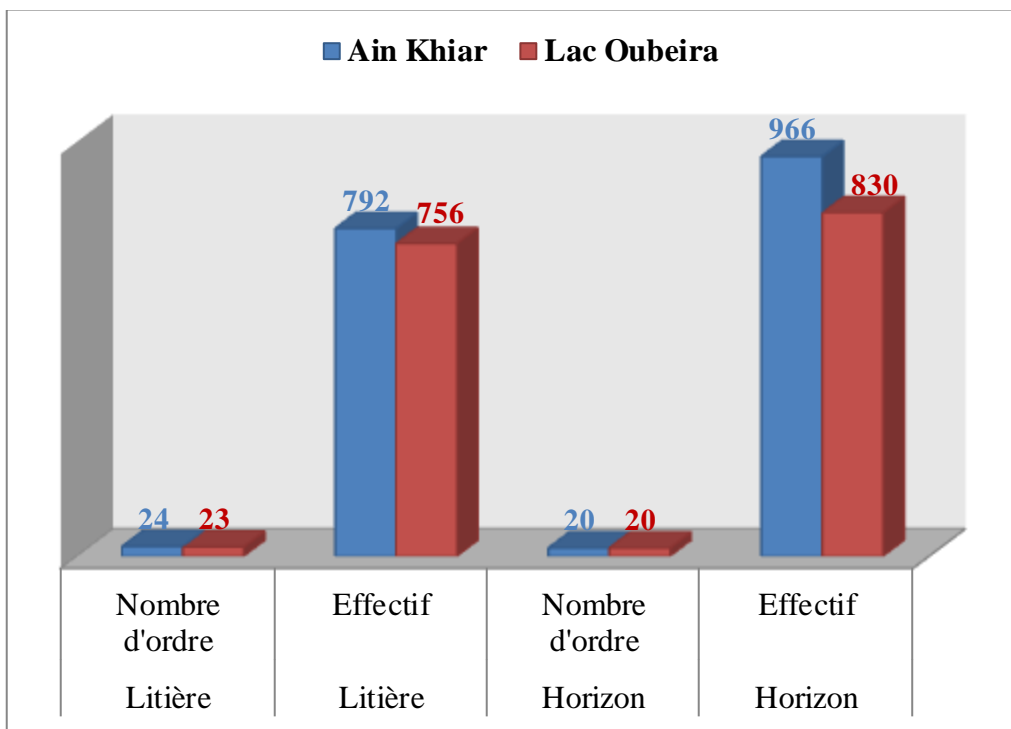
Ordres	$P_i = n_i/N$			
	Litière		Horizon	
	Ain Kiar	Lac Oubeira	Ain Khiar	Lac Oubeira
coléoptère	0,048	0,050	0,016	0,014
Diptère	0,047	0,046	0,015	0,018
Termite	0,233	0,177	0,110	0,117
larve de coléptères	0,009	0,016	0,054	0,055
hyméoptère	0,117	0,136	0,049	0,057
Symphiles	0,004	0,005	0,023	0,023
scolopendra	0,002	0,003	0,001	0,004
Diplodes	0,003	0,004	0,007	0,011
chilopodes	0,009	0,005	0,030	0,028
Paupodes	0,006	0,007	0,029	0,039
Araignées	0,040	0,050	0,015	0,016
Acarien	0,045	0,063	0,030	0,027
Pseudo-scorpion	0,016	0,015	0	0,001
Thysanoure	0,002	0,005	0	0,000
Collembole	0,016	0,032	0,128	0,120
Diploure	0,004	0,007	0,001	0,000
Protoure	0,002	0,003	0,002	0,001
Thysanoure	0,010	0,013	0	0,000
Ver de terre	0,001	0,001	0,253	0,217
Enchytroude	0,015	0,015	0,128	0,095
Gastropodes	0,131	0,000	0	0,000
Limace	0,057	0,124	0,015	0,049
Cloporte	0,179	0,061	0	0,020
Turbellarié	0,001	0,161	0	0,088

Les Ptérygotes sont représentés par les Hyméoptère et les Termite qui possèdent les plus grands effectifs (331 et 161) à Ain Khiair, et (231 et 150) au Lac Oubeira.

### III.2. Diversité

#### III.2.1. Variation du nombre d'ordre, des effectifs dans la litière et l'horizon dans les deux sites d'étude

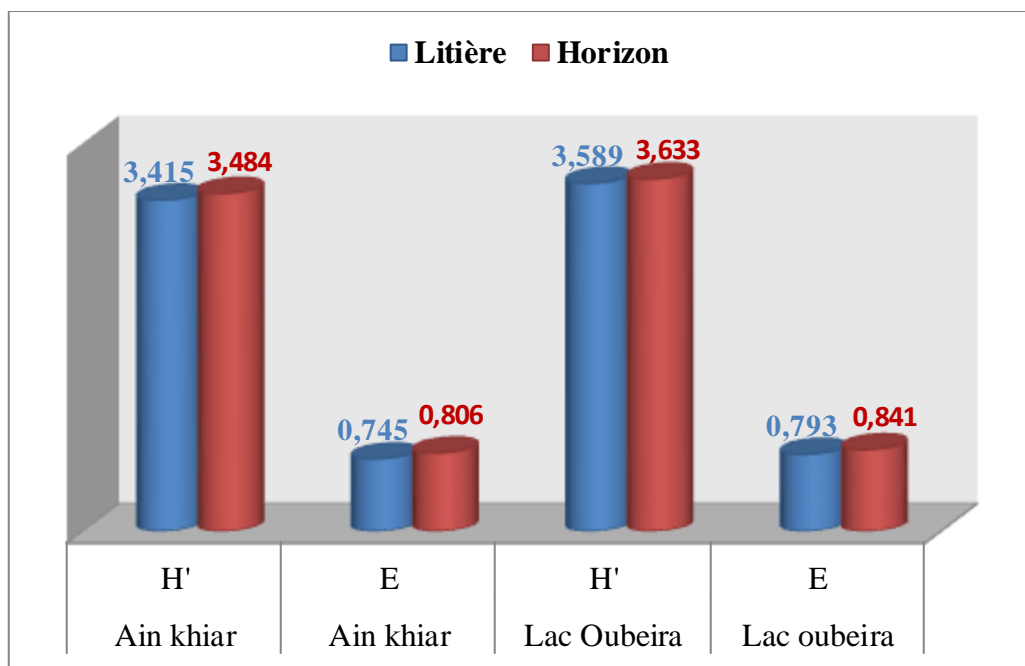
La figure n14 montre que dans les deux sites d'étude la litière est plus riche, à Ain Khiair en Ordres (24 Ordre) et en effectif (792 individus) mais au niveau du Lac Oubeira elle est représentée par 23 Ordre et un effectif de 756 individus par rapport à l'horizon.



**Figure 14:** Variation du nombre d'ordres, des effectifs dans la litière et l'horizon des deux sites d'étude (Ain khiair, lac Oubeira).

### III.2.2. Diversité $H'$ et équitabilité $E$ dans la litière et l'horizon des deux sites d'étude

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.



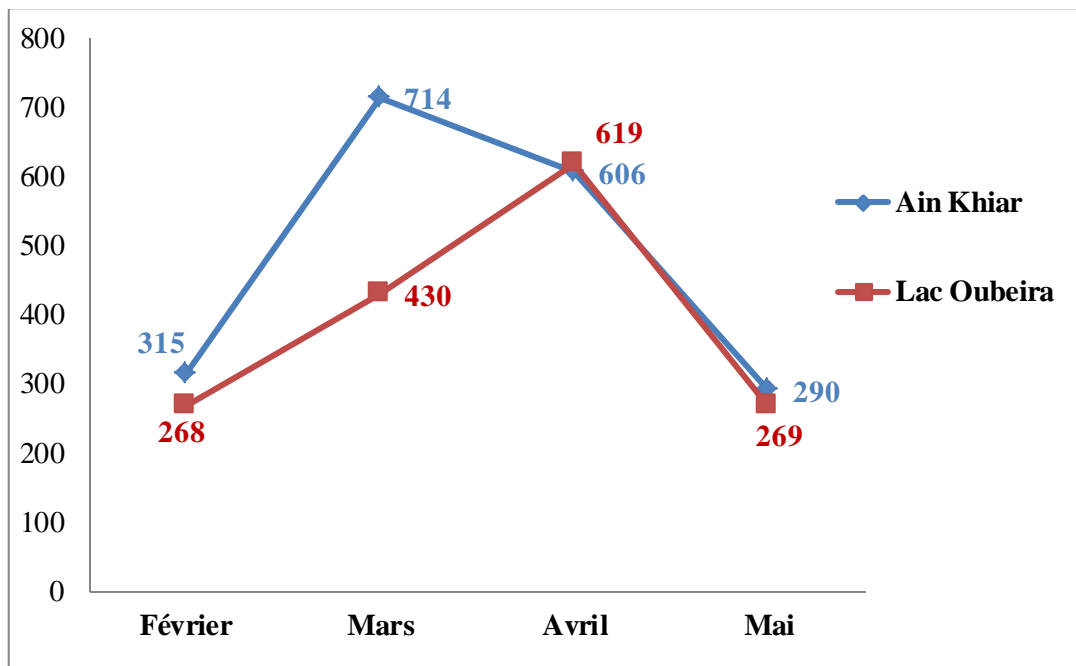
**Figure 15:** Diversité et équitabilité de la litière et l'horizon dans les deux sites d'étude (Ain khiair, lac Oubeira).

D'après le graphe suivant, nous remarquons que les valeurs de  $H'$  de l'horizon des deux sites est un peu élevée que les valeurs de la litière. Ceci est évident dans la mesure où le peuplement est plus abondant et diversifié dans cette dernière (**Fig.15**). L'indice de diversité  $H'$  et l'équitabilité qui concernent la litière du Lac Oubeira est nettement supérieure à celui d'Ain Khiair. Ce qui laisse supposer que le peuplement de la faune endogée de la litière du Lac Oubeira est plus diversifié qu'Ain Khiair.

### III.3. Evolution temporelle de la richesse spécifique de la litière et l'horizon dans les deux sites d'étude

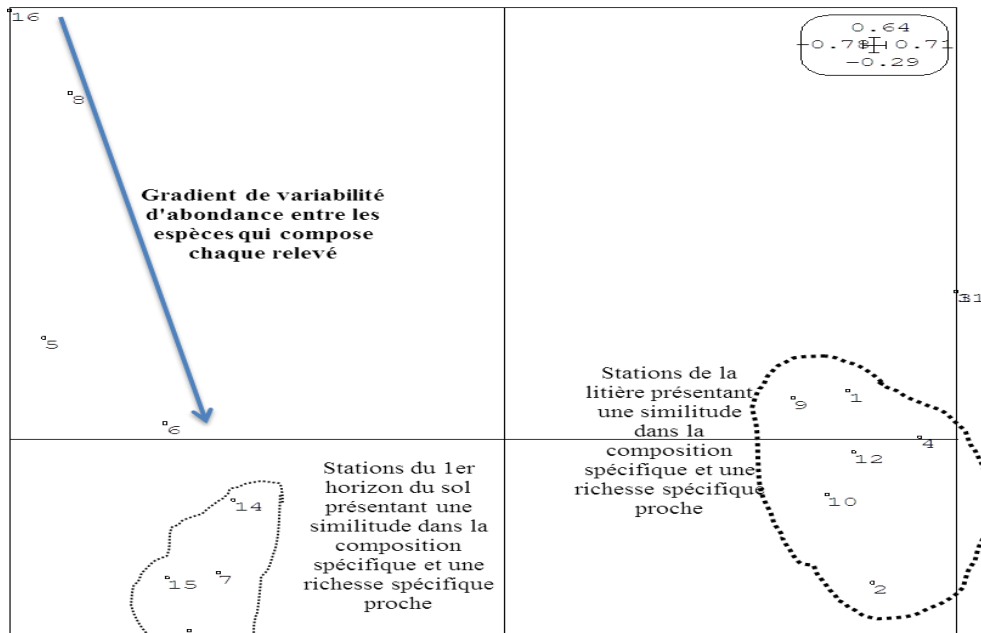
A l'issu d'une série d'échantillonnage de 04mois (Février-Mai), nous avons obtenu des résultats qui montrent qu'il existe une augmentation progressive de l'effectif de Ain Khiair jusqu'au mois de mars ou l'effectif atteint sa valeur la plus élevée avec 714 individus, ensuite on remarque une diminution au cours du mois d'avril puis elle continue de diminuer pendant le mois de mai. (Fig.16).

Au lac Oubeira, dans le mois d'avril l'effectif atteint la valeur la plus élevée avec 619 individus, ensuite on remarque une diminution progressive des effectifs au cours du mois de mai.

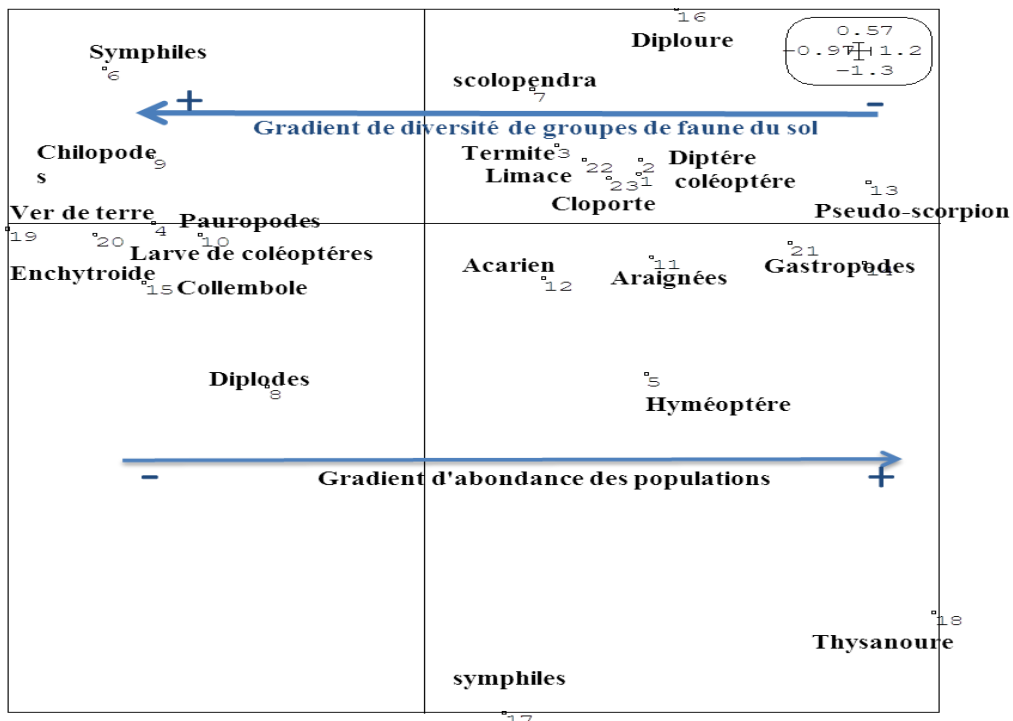


**Figure 16 :** Variation temporelle de l'effectif de la Pédofaune au sein des deux sites d'étude (Ain khiair, lac Oubeira).

IV. Résultat de l'analyse factorielle des correspondances



AFC axe 1-3. Distribution de 16 stations - relevés dans un nuage de plan factorielle dont les inerties des 2 axes respectivement sont : +3.9605 et +4.2944. les axes prennent en considération la composition spécifique, la nature de l'habitat et l'abondance des espèces dans les relevés pour mettre en évidence la distribution des stations étudiées.



AFC axe 1-3. Distribution de 23 espèces de faunes du sol dans un nuage de plan factorielle dont les inerties des 2 axes respectivement sont : +3.9605 et +4.2944. L'analyse montre une dispersion de groupes selon les lois d'interaction interspécifique.

Figure 17: Résultat de l'AFC mixte de deux sites d'étude (Ain khiar, lac Oubeira).

La figure 17 montre qu'il y a 16 stations d'étude qui sont distribuées selon un plan factoriel (axe 1-3). Cette figure met en évidence une distribution selon la composition, la richesse de la litière, la similitude, et l'abondance. L'analyse montre une dispersion de groupes selon les lois d'interaction interspécifique.



## *Chapitre IV : Discussion*



## DISCUSSION

Le sol joue un rôle essentiel dans le fonctionnement des écosystèmes terrestres. C'est une source importante qu'il convient de protéger compte tenu de l'accélération de sa dégradation liée, souvent, aux activités humaines. Le bio fonctionnement des sols regroupe un ensemble de fonctions assurées par les organismes vivants dans ce sol et qui sont en interaction avec les composantes physiques et chimiques de celui-ci, permettant la dynamique de la matière organique et de l'eau, ainsi que le recyclage des nutriments (Antunes *et al.*, 2008 Boudiaf Nait Kaci *et al.*, 2014).

L'étude de la faune du sol dans les différents stades des deux sites d'étude à savoir Lac Oubeira et Ain Khiair a permis d'identifier sept groupes d'organismes qui sont : les Ptérygotes, les Annélides, les Aptérygotes, les Arachnides, les Myriapodes, les Crustacés et les Mollusques. Ces animaux représentent une source de la 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 Comme (Gobat *et al.*, 2003 )

Les deux sites d'étude Ain Khiair et Lac Oubeira renferment les mêmes groupes fauniques mais avec des pourcentages plus au moins différents notamment des ptérygotes qui sont plus fréquents dans les deux sites à Ain Khiair avec 35 % et lac Oubeira avec 34%.

Les Annélides, les Crustacés, Les Mollusques sont les groupes zoologiques les plus abondants dans les deux sites et les autres ordres se trouvent en faible effectif.

Cette différence est conditionnée essentiellement par les caractéristiques de la litière qui est au sens large constitué un ensemble de matières organique 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 nombreuse population.

Il a été montré que le type d'humus, c'est-à-dire la façon dont la matière organique se dispose le long d'un profil de sol (Brêthes *et al.*, 1995), variait en fonction de la diversité des groupes animaux dans le sol (Ponge, 2012). Déterminer le type d'humus revient donc à apprécier la biodiversité fonctionnelle du sol et l'efficacité avec laquelle le sol est capable de recycler la matière organique. (Delecour, 1978).

On comparant la litière et l'horizon au niveau de deux sites d'étude montre qu'au niveau de la litière d'Ain khiar est la plus riche par de nombres des effectifs par rapport au Lac Oubeira notons que la litière dans ces derniers est 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 sein de la litière au niveau des deux sites Les Ptérygotes, Les Mollusques, les Crustacés sont les groupes zoologiques les plus abondants. 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).

Au niveau des horizons au sein des deux sites d'étude On remarque que les Annélides, les Ptérygotes, et les Aptérygotes sont les groupes zoologiques les plus abondants.

La différence dans la composition du peuplement est conditionnée essentiellement par les caractéristiques de l'horizon (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.

Les prédateurs (Diptères, Coléoptères, Pseudo scorpions, Chilopodes) sont toujours nombreux au niveau des différentes couches du sol. Car ils sont liée à la complexité du milieu, comme tous les prédateurs ils contribuent à l'équilibre démographique des populations de proies également mentionnée par (Gobat *et al.*, 2010).

La présence des Annélides surtout les vers de terre dominant le peuplement dans l'horizon 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 (Flogaitus, 1983 in Gherib et Mechaka, 2011).

Nos résultats ont montré qu'il ya une certaine différence entre les valeurs de  $H'$  (l'indice de shannon) et  $E$  (l'équitabilité) entre les différents horizons du sol. Cela signifie que les horizons présentent des conditions de milieu moins favorables pour l'installation de plusieurs espèces. C'est le cas dans nos sites d'étude qui sont soumis à plusieurs facteurs de perturbation (surpâturage, incendies, exploitation du bois par les riverains). Ce déséquilibre est dû peut être également à des facteurs écologiques ou des phénomènes de prédation ou encore de compétition entre les différents groupes. La prédation favorise les diversités spécifiques élevées en maintenant les populations d'une ou plusieurs espèces à un niveau faible et en les empêchant de monopoliser les ressources disponibles à leur profil, qu'elles soient alimentaires ou spatiales (Benboualia, 1987).

Les résultats obtenus après analyse par AFC, font apparaître une variation de l'évolution temporelle de la richesse spécifique de la pédofaune. La diminution de l'effectif et du nombre d'ordres en fonction de la saison est peut être expliqué 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 et 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 à 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 sein du peuplement du sol.)



# *Conclusion*



## CONCLUSION

La grande superficie, le climat et la géomorphologie de l'Algérie, lui confèrent de nombreux avantages qui se traduisent par une grande diversité biologique. Le complexe de zones humides de l'Est du pays est l'un des plus prestigieux. Il compte des écosystèmes forestiers et lacustres d'importance internationale dont la biodiversité en a fait la renommée. Parmi ces écosystèmes on a la forêt d'Ain Khiair et Lac Oubeira qui renferme des ressources abondantes qui ont conditionnées la présence d'une pédofaune importante.

Au cours de ce travail, nous avons étudié la faune du sol présente au sein des deux sites à savoir Ain Khiair et lac Oubeira, ce qui nous permettra de mesurer la diversité des principaux groupes de la faune du sol.

La séparation des couches litière et horizon permettent d'obtenir une présentation quantitative de la répartition des 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 les plus rapides. (Nacer, 2017).

Au bout des quatre mois d'investigation, nous avons remarqués que le peuplement de la faune du sol dans les deux sites (Ain khiair et Lac Oubeira) est composé de sept principaux groupes faunique qui sont les : Aptérygotes, Ptérygotes, Arachnides, Myriapodes, Crustacés, Mollusques et Annélides.

On comparant la litière et l'horizon au niveau de deux sites d'étude, on remarque qu'Ain khiair est la plus riche, la plus diversifié par de nombres effectifs par rapport au Lac Oubeira.

Au sein de la litière les groupes zoologiques les plus représentatifs sont : Les Ptérygotes, Les Mollusques, les Crustacés, et au niveau d'horizon sont les Annélides, les Ptérygotes, et les Aptérygotes.

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 sont plus élevés dans les deux sites pendant les mois (avril et mars).

En perspectives, afin de mieux cerner l'étude sur la faune du sol, il serait judicieux de faire d'autres études dans le temps pour voir s'il y a une différence du nombre des espèces qui sont inféodés au sol et aussi faire des investigations dans les différents étages bioclimatiques.



*Références*

*Bibliographiques*



## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

### A

- Anderson, J.M., 1988. Spatio-temporal effects of invertebrates on soil processes. *Biol. Fertil. Soils* 6:216-227.
- Antunes S.C., Pereira R., Sousa J.P., Santos M.C., Gonçalves F., 2008. Spatial and temporal distribution of litter arthropods in different vegetation covers of portosanto island (Madeira Archipelago, Portugal). *European Journal of soil biology* 44,45-56p.
- Atlas des zones humides Algériennes d'importance internationale, 2004. Direction Générale des Forêts Chemin Doudou Mokhtar - Ben Aknoun – Alger.

### B

- Bachelier, G. (1978). La faune des sols, son écologie et son action. V.R.S.T.M., Init. Doc. Tech. 38, pp. 391.
- Benboualia S-F., 1987 : Essai de caractérisation de la faune du sol sous couvert de feuillus et résineux : forêt du Massif de l'Edough. Thèse du diplôme d'Etudes supérieures en biologie animale. Université d'Annaba.
- Bendjama A (2007), Niveaux de contamination par les métaux lourds du complexe lacustre du parc national d'El-Kala. Université Badji Mokhtar Annaba.
- Benyacoub S., Louanchi M., Baba Ahmed R., Benhouhou S., Boulahbal R., Chalabi B., Haou F., Rouag R., Ziane N., 1998 – Plan directeur de gestion du Parc National d'El Kala et du complexe des zones humides (Wilaya d'El Tarf).
- BLONDEL J., ARONSON J., BODIOU J.Y. et BÉUF G. (2010) - The Mediterranean Region. Biological diversity in space and time. Édité. Oxford University Press, Oxford, seconde édition, 376 p.
- Bornebush C.H., 1950. Soil fauna and its importance in soil type formation. *Trans. 4th. Int. Congr. Soil Sci (Amsterdam)*, 1, 173-184.
- Boudiaf Nait-Kaci M., Hedde M., Mouas Bourbia S., Derridj A., 2014. Hiérarchisation des facteurs déterminant la macrofaune du sol de vergers du nord de l'Algérie. Vol. 18, No 1.

- Bouguessa S(1993), Contribution à l'étude bioécologique des anisoptères odonata du lac oubeira parc national d'El-Kala. Université Badji Moktar Annaba,118-123p.
- Brêthes A., Brun J.J., Jabiol B., Ponge J.F. et Toutain F., 1995. Classification of forest humus forms: a French proposal. *Annales des Sciences Forestières*, 52, 535-546.
- Brussaard L. & Hijdra R.D.W. 1986. Some effects of scarab beetles in sandy soils of The Netherlands. *Geoderma*, 37: 325-350.
- Butcher, J.W., Snider, R., Snider, R.J., 1971. Bioecology of edaphic Collembola and Acarinas. *Ann. Rev. Entomol.* 16:249-88.

### C

- Cherix D., 1986. Les fourmis des bois ou fourmis rousse. Série « Comment vivent – ils ? » Atlas visuel Payot Lausanne, Suisse, Vol. 15, 92p.
- Coiffait H., 1960. Les coleoptères du sol. *Bulletin du Laboratoire Arago*. 1260,204 P.
- Coineau Y., 1974. Introduction à l'étude des microarthropodes du sol et de ses annexes. Clé d'orientation. P 94-95-96.

### D

- Daget P, Gordon M(1982) Analyse de l'écologie des espèces dans les communautés. Masson, parais.
- De Belair G., 1990. Structure, fonctionnement et perspective de gestion de quatre écosystèmes lacustres et marécageux (El Kala, Est algérien). Thèse Doctorat : Université Montpellier 2. 193 p.
- Delecour F., 1978. Facteurs édaphiques et productivité forestière. *Pédologie*, 28, 271-284.
- 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.
- Deprince A., 2003. La faune du sol, diversité, méthodes d'étude, fonctions et perspectives- *Le courrier de l'environnement de l'INRA n° 49*, pp 123-138.
- Dolédec S, Chessel D. & Gimaret-Carpentier C. (2000): Niche separation in community analysis: a new method. *Ecology*, 81 (10), pp 2914- 2927.

## F

- Freyssinel G., 2007. Etude de la diversité de la pédofaune dans les systèmes agro forestiers, programme CASDAR Agroforesterie 2006-2008, Recherche et développement de la France, 46p.
- Frontier S., 1983. « Stratégies d'échantillonnage en écologie ». Collection d'écologie, 17, Masson, Paris : 494pp.

## G

- Geoffroy J-J., Charistophe T. , Moleatas et Blandin, 1981 :Etude d'un écosystème forestier mixte, traits généraux du peuplement de Macroarthropodes édaphique. Rev.Ecol.Biol. Sol 18(1) :39-58.
- 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 JM., WALTER C., REMY JC., BERTHELIN J. ET MOREL JL., 2005. Sols et environnement, Edition Campus DUNOD, Paris, 816p.
- Gobat J.M., Aragno M., Matthey W. (2003) - Le sol vivant : Bases de pédologie, Biologie des sols. Presses polytechniques et universitaires romandes (Ed), 528p
- Gobat J.M., Aragno M. et Matthey W., 2010. Le sol vivant : bases de pédologie, biologie des sols. (3ème édition)Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, Lausanne.
- Grinnell J. (1917): The niche relationship of the California thrasher. Auk, 34, 427-233.

## H

- Holec M. & Frouz J., 2006. The effect of two ant species *Lasius niger* and *Lasius flavus* on soil
- Hopkin S.P., 1997. Biology of the springtails (Insecta: collembola). Oxford University Press, Inc., New York, pp. 330.

## J

- Joleaud, L., 1936. Etude géologique de la relation de Bône et de la Calle. Bull. Sev. Carte géol. De l'Algérie. 2<sup>ème</sup> série stratigraphique. Descriptions régionales no 12.185 p.

## 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.104p.

## L

- Lavelle P., 1997. Faunal activities and soil processes: adaptive strategies that determine ecosystem function. *Advances in Ecological Research* 27, 93-132.
- Lebart L, Piron M et Morineau A. (1997) : Statistique exploratoire multidimensionnelle. 2<sup>ème</sup> édition Dunod, Paris. 439p.
- Legendre. L et Legendre. R. (1984) : Ecologie numérique : 1 Le traitement multiple des données écologiques. Masson, Paris. 260p.
- Leibold M.A., 1995. The niche concept revisited - mechanistic models and community context. *Ecology*, 76, 1371-1382.
- Lozet J. et Mathieu C., 1997. Dictionnaire des sciences du sol, Lavoisier Tec & Doc, Londres-Paris-New York, 488p.
- Lozet J., Mathieu C., 2002. Dictionnaire des sciences du sol, Tec. & Doc. Lavoisier édition, Paris, pp. 575.

## M

- Marre A, 1987 : Etude géomorphologique du Tell oriental algérien de Collo à la frontière Tunisienne. Thèse Doct. Université d'Aix-Marseille, 559 p.
- 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.

- Miri. Y, 1996 : Contribution à la connaissance des ceintures de végétation du lac Oubeira(PNEK) d'El Kala. Approche physico-écologique et analyse de l'organisation partielle. Thèse de Magistère.INA Alger.83p
- Molfetas, S. and Blandin, P. (1981) 'Quelques éléments de réflexion sur la notion d'indicateur écologique', in Ecologie appliquée-Indicateurs biologiques et techniques d'études (pp. 167-173). Journées d'étude de l'association française des ingénieurs écologues.
- Myers. N., Mittermeier R.A., Mittermeier C.G., Da fonseca G.A.B. et Kent K. (2000), Biodiversity hotspots for conservation priorities. Nature, vol. 403, n° 6772, p. 853-858.

## N

- Nacer. H., 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).

## O

- Oulmouhoub, S. (2005).Gestion multi-usage et consevation du patrimoine forestier : cas du subérais du parc national d'El-Kala (Algérie). <<Série master of science>> CHIEAM-IAMM .n°78 :129p.

## P

- Parkinson D., 1982. Functional relationships between soil organisms. In: Lebrun, Ph., et al, eds., New trends in soil biology., 8th Int Coll. Soil Zool p.153-165.
- Ponge J.F., 2012. L'Humus Index: un outil pour le diagnostic écologique des sols forestiers.

## R

- Ramade F., 1972. Le peuple des fourmis. Presses Universitaires, Paris, France, 122p.
- Robin A.M. et Geoffroy J.J., 1985 : Expérience de piétinement contrôlé en forêt périurbaine : protocole expérimental et étude pédologique, Rev. Ecol. Biol. Sol 22 :21-33.

## S

- Samraoui B. et Belair G. de (1997) - The Guerbès-Sanhadja wetlands. Part I Overview. *Écologie*, vol. 28, n° 3, p. 232-250.
- Seastedt T.R., 1984. «The role of microarthropods in decomposition and mineralization processes». *Ann. Rev. Entomol.* 29: 25-46.
- Soltner D., 2005. Les bases de la production végétale-le-le climat-la plante. 21<sup>ème</sup> Edition Sciences et techniques agricoles, 111p.
- Swift M.J., Heal O.W. & Anderson J.M., 1979. The influence of resource quality on decomposition processes. In: Anderson, D.J., Greig-Smith, P. & Pitelka, F.A.,eds., *Studies in Ecology* vol. 5, *Decomposition in Terrestrial Ecosystems*, University of California Press, Bekeley.

## T

- Thioulouse J, Chesse DI, Doledec S, et Olivier J.M (1996): ADE-4: a multivariate analysis and graphical display software, *Stat. Comput.* 7 75–83.
- 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

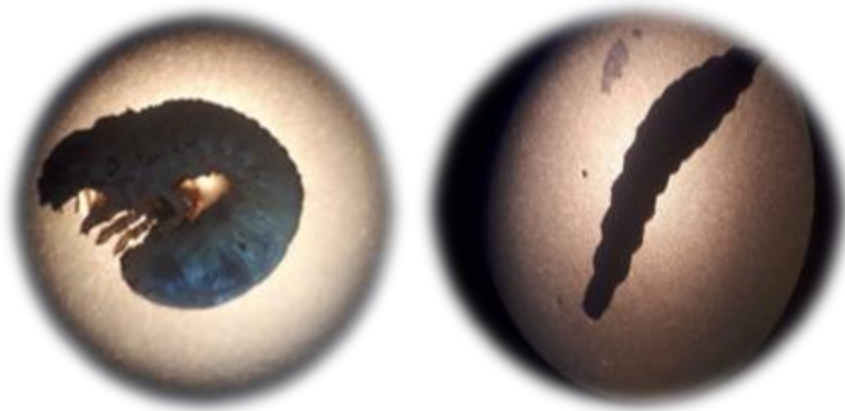
- Wise D.H., 1993. *Spiders in Ecological webs*. Cambridge, Cambridge University Presses, 328p.



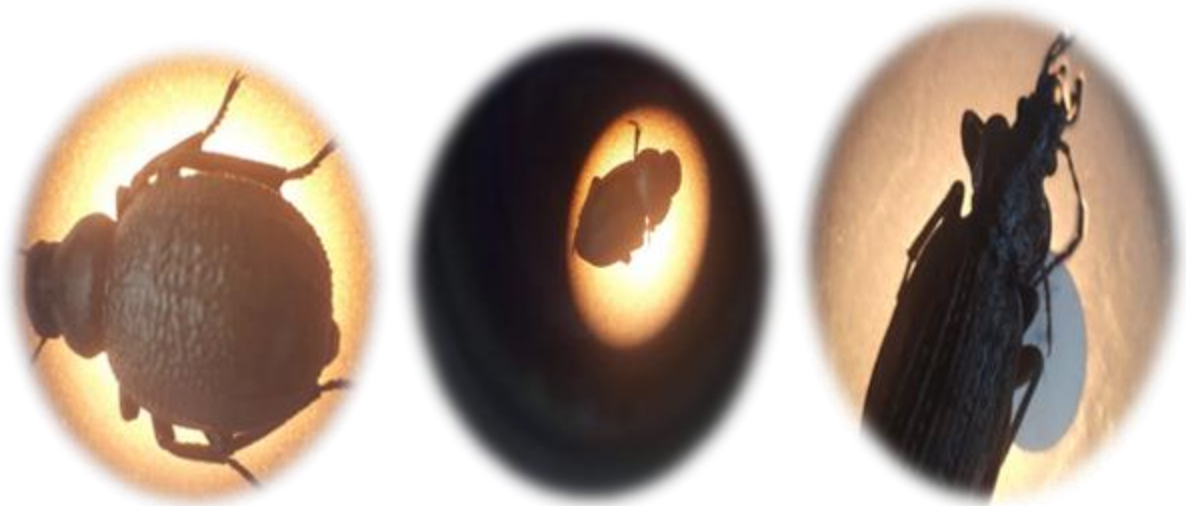
# *Annexes*



## ANNEXES



Larves de coléoptère



Coléoptères



Les Diptères



**Hyménoptère**



**Les arachnides**



**Ver de terre**



**Chilopode**



**Gastropodes**