



Mémoire de Fin d'Études

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

« Biodiversité et Environnement »

THÈME

Richesse et abondance de la faune du sol au Nord-Est algérien : cas du lac Mellah

Soutenu le : 24/06/2024

Présenté Par : Bougradja Rihab & Bouzerb Manel

Devant le jury composé de :

Pr. Rouag R.	Prof	Président	UCBET
Dr. Saidi H.	MCA	Examinatrice	UCBET
Dr. Chettibi A.	MAB	Promotrice	UCBET
Dr. Rizi H.	MCA	Co-Promotrice	UCBET

Année universitaire 2023 - 2024

Dédicace

*A la plus belle femme au monde, la prunelle de mes yeux, qui m'a
donné la vie, ma chère mère « **Bornia** »*

*A mon chère père « **Abdel Nacer** », le plus gentil du monde qui m'a
fourni ce que je veux et qui me soutien dans tout ce que
j'entreprends.*

*A mes chers frères « **Ayoub et Youcef** » qui ont toujours été là pour
moi et surtout mon adorable petit frère*

*« **Ishak** »*

*A ma grande sœur « **Roufeida** »*

*A ma grande amie « **Khaoula** » et sans oublier
mes amies « **Ilhem, celia, hiba, lilia, sabrina, sarah ,anfel, rahil,
hadil** » pour leur soutien morale.*

*A mon beau binôme « **Manel** »*

*Que toute ma famille (Paternelle et Maternelle) les mots ne peuvent
pas résumer ma reconnaissance et mon amour pour vous.*

*A tout les étudiants et surtout ceux de la promotion 2ème année
master biodiversité 2023/2024*

Rihab

Dédicace

A ma très chère mère

*Tu représentes pour moi la source de tendresse et l'exemple du
Dévouement qui n'a pas cessé de m'encouragé et de prier pour moi.*

A mon père

*Aucune dédicace ne se saurait exprimer l'amour et le respect que
j'ai toujours pour vous.*

*Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon
Éducation, mon formation et mon bien être.*

A ma très chère sœur «Amal»

*Les mots ne suffisent guère pour exprimer l'attachement, l'amour
et l'affection que je porte pour vous.*

*A mon très cher frère **Abdel Erahmen***

A mes amis pour leurs aides et supports dans les moments difficiles.

Manel

Remerciement

Nous remercions, dieu le tout puissant de nous avoir donné le courage et la force pour mener à bien ce travail

*Nous remercions particulièrement notre promoteur **Dr. CHETTIBI Ahlam** pour son savoir, sa patience et ses interminable conseils qui vont éclairer notre avenir scientifique.*

*Nous tenons à remercier vivement les membres de notre jury le président **Pr. ROUAG Rachid** et l'examinatrice **Dr. SAIDI Hassina** d'avoir acceptez d'évaluer notre travail.*

*Un grand merci pour le Co-encadreur **Dr. RIZI Hadia***

Un grand merci à tous les enseignants du département de Biologie

Merci à toutes les personnes qui ont de près ou de loin contribuer à la réalisation de cette étude.

Nous espérons que notre présent travail sera fructueux et utile pour les générations futures.

ABSTRACT

Soil fauna plays a crucial role in terrestrial ecosystems. It is actively involved in the decomposition of organic matter, in soil formation and fertility, as well as in the regulation of microorganism and plant populations.

This study aims to determine the soil fauna around Lake Mellah, which is located in northeastern Algerian PNEK, during the three seasons (autumn, winter and spring) from October 2023 to April 2024.

To study soil fauna, samples were taken from different soil levels and locations around Lake Mellah. The samples were observed and identified in the laboratory after the extraction of the different species using the berries device. The results show that the highest diversity was recorded during the spring ($H'=1.89$), but the distribution of species was less regular ($E'=0.66$), indicating that some species dominate while others are less represented.

The soil fauna around Lake Mellah is diverse, preserving this ecosystem is essential to maintaining soil biodiversity and ecological functions. This highlights the importance of sustainable soil management practices to protect this precious fauna.

Keywords: Lake Mellah, soil fauna, PNEK, diversity, soils.

RESUME

La faune du sol joue un rôle crucial dans les écosystèmes terrestres. Elle participe activement à la décomposition de la matière organique, à la formation et à la fertilité des sols, ainsi qu'à la régulation des populations de microorganismes et de plantes.

Cette étude vise à déterminer la faune du sol autour du lac Mellah, qui est situé dans le PNEK nord-est algérien, pendant les trois saisons (automne, hiver et printemps) d'octobre 2023 à avril 2024.

Pour étudier la faune du sol, des échantillons ont été prélevés à différents niveaux de sol et endroits autour du lac Mellah. Les échantillons ont été observés et identifiés au laboratoire après extraction des différentes espèces à l'aide de l'appareil de berlèse.

Les résultats obtenus montrent que pendant le printemps on a enregistré la plus haute diversité ($H'=1.89$), mais la distribution des espèces était moins régulière ($E'=0.66$), indiquant que certaines espèces dominent tandis que d'autres sont moins représentées.

La faune du sol autour du Lac Mellah est diversifiée, la préservation de cet écosystème est essentielle pour maintenir la biodiversité et les fonctions écologiques du sol. Ceci souligne l'importance de pratiques de gestion durable des sols pour protéger cette faune précieuse.

Mot clé : Lac Mellah, faune du sol, PNEK, diversité, sol.

ملخص

حيوانات الارض دور حاسم في النظم البيئية الأرضية. إنها تشارك في تحلل المواد العضوية، وتكوين وخصوبة الشمس، بالإضافة إلى تنظيم أعداد الكائنات الحية الدقيقة والنباتات.

تهدف هذه الدراسة إلى تحديد طبيعة حيوان بحيرة الملاح الذي يقع في PNEK شمال الجزائر، خلال المواسم الثلاثة (الخريف والشتاء والخريف) من أكتوبر 2023 إلى أبريل 2024.

من أجل دراسة حيوانات الشمس، تم تقديم مخلوقات البحر على مستويات مختلفة من الشمس وداخل بحيرة الملاح. تمت ملاحظة المنظفات وتم تحديدها في المختبر بعد استخلاص روائح مختلفة بمساعدة الجهاز.

يتم الحصول على النتائج بحيث يتم تسجيل المطبوعات على أكثر من تنوع عالي ($H'=1.89$)، بينما يكون توزيع البقع أقل انتظاماً ($E'=0.66$)، مما يشير إلى أن بعض الأنواع تهيمن بينما يكون البعض الآخر أقل تمثيلاً.

تتنوع حيوانات التربة الشمسية في بحيرة ملاح، كما أن الحفاظ على هذا النظام البيئي ضروري للحفاظ على التنوع البيولوجي والوظائف البيئية للشمس. هذا يعني أهمية ممارسات الإدارة الدائمة للشمس لحماية هذه الحيوانات الدقيقة.

الكلمة المفتاحية : بحيرة مالحة، حيوانات التربة، الحظيرة الوطنية للقال، التنوع، التربة

LISTE DES TABLEAUX

N°	Titre	Page
01	Classement granulométrique des éléments grossier et fin	04
02	Classement et nomenclature des éléments grossiers	04
03	Les différents organismes du sol (faune et flore)	09
04	Proportion des différentes essences forestières du PNEK	16
05	Composition du faune du sol au niveau du lac Mellah	26
06	Statistique descriptive de la faune du sol dans les trois saisons	29
07	Test de Levene (Moyenne) / Test bilatéral	28

LISTES DES FIGURES

N°	Titre	Page
01	Classification des invertébrés du sol selon leur taille	11
02	Carte de situation géographique du Parc National d`El Kala	14
03	Réseau hydrographique du parc national d`El Kala	15
04	Vue satellitaire du Lac Mellah modifiée	18
05	Prélèvement de sol à l`aide d`un carré métallique	21
06	Les échantillons prélevés	21
07	Abondance relative des différentes familles de la faune du sol récoltée au lac Mellah	22
08	Composition des familles de la faune du sol au lac Mellah	27
09	Richesse faunistique du lac Mellah	28
10	Appareil de berlèse	30
11	Abondance total de la faune du sol au lac Mellah	31
12	Abondance totale de chaque famille dans les différents horizons de sol au Lac Mellah	32
13	Les indices écologiques de Structure pour la faune du sol au niveau du lac Mellah	33
14	Indices écologiques de composition de la faune du sol dans les trois saisons au Lac Mellah	34
15	Indices écologiques de structure de la faune du sol dans les trois saisons au lac Mellah	35
16	Analyse factorielle des correspondances(AFC) réalisée sur les 03 saisons (Automne, hiver et printemps) et 17 familles de la faune du sol	36

SOMMAIRE

DEDICACE

REMERCIEMENT

ABSTRACT

RESUME

ملخص

LISTE DES TABLEAUX

LISTES DES FIGURES

SOMMAIRE

INTRODUCTION 1

CHAPITRE I : GENERALITES 3

1. Le sol 3

1.1. Les différentes phases du sol 3

1.2. Propriété physique du sol..... 4

1.2.1. Texture du sol..... 4

1.2.2. Structure du sol..... 5

1.3. Propriété chimique du sol 5

1.3.2. Echanges ionique 5

1.3.3. Salinité du sol..... 6

1.4. Les différentes fonctions du sol 6

1.5. Les constituant organique 7

1.6. Les horizons du sol 8

1.7. Les organismes du sol..... 8

2. Diversité des micro-organismes du sol..... 9

2.1. La flore du sol 10

2.2. La faune du sol..... 10

CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES 14

1. Description de la région d'étude..... 14

1.1. Parc national d'El Kala 14

1.2. Limites géographiques 14

1.3. Hydrographie 15

1.4. Relief..... 16

1.5. Pédologie 16

1.6. Richesse faunistique et floristique 16

1.6.1. La flore 16

1.6.2. La faune..... 17

1.7. Climatologie.....	17
2. Description de site d'étude : Lac Mellah.....	18
2.1. Localisation du Lac Mellah	18
2.2. Caractère physicochimiques de l'eau.....	19
2.3. Hydrographie	19
2.4. Géomorphologie du site.....	19
2.5. Richese naturelle.....	19
2.5.1. La faune.....	20
2.5.2. La flore	20
3. Méthodes utilisées	20
3.1. Méthode d'échantillonnage.....	20
3.2. Extraction de la faune du sol : L'appareil de berlèse.....	22
3.3. Identification au niveau du laboratoire	22
4. Analyses statistiques.....	23
CHAPITRE III : RESULTATS ET INTERPRETATIONS	26
1. Analyse qualitative et quantitative de la faune récoltée au niveau du lac Mellah.....	26
1.1. Classification taxonomique des différentes espèces de la faune du sol récoltée au niveau du lac Mellah.....	26
1.2. Abondance relative des différentes classes au niveau du lac Mellah	27
1.3. Abondance relative des différentes familles au niveau du lac Mellah.....	27
1.4. Fréquence d'occurrence des différentes familles de la faune du sol au niveau du lac Mellah	29
1.5. Les indices écologiques pour la faune du sol dans les différents horizons du sol au niveau du lac Mellah.....	30
1.5.1. Les indices écologiques de composition	30
1.5.2. Les indices écologiques de Structure : Indices de diversité de Shannon H' et l'équitabilité E	32
2. Variation saisonnière de la faune du sol dans les différents horizons du sol	33
2.1. Comparaison de variance pour les trois saisons	33
2.2. Les indices écologiques de composition : la richesse et l'abondance	34
2.3. Les indices écologiques de structure : L'indices de diversité de Shannon- Weaver H' et l'équitabilité E.....	34
3. Analyse factorielle des correspondances (AFC)	35
CHAPITRE IV : DISCUSSION.....	37
CONCLUSION	41
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	
ANNEXE	
PRODUCTIONS SCIENTIFIQUE	

INTRODUCTION

Introduction

Le sol est une mince couche de terre recouvrant les roches émergées est une composante essentielle des écosystèmes terrestres. C'est un système complexe responsable de nombreuses fonctions naturelles, en interaction directe avec les autres compartiments de l'écosphère. Il est à la fois un support pour les êtres vivants, un réservoir de matières organiques et minérales, un régulateur des échanges et des flux dans l'écosystème, un lieu de transformation de la matière organique, et un système épurateur de substances toxiques (Gobat *et al.*, 2003). Il est le Support d'une flore et d'une faune diversifié. Cette biodiversité au sein des sols joue un rôle important dans le maintien de l'équilibre des écosystèmes. (Gobat *et al.*, 2003).

Le sol est un des habitats les plus diversifiés sur terre et contient un assemblage d'espèces très nombreuses (Andrén et Balandreau, 1999). Le sol n'abrite pas seulement la plus large proportion de la biodiversité de la terre mais il fournit aussi le substrat physique pour les activités humaines. Le sol abrite une communauté biologique complexe parce qu'il présente une très haute hétérogénéité physique et chimique, des fortes variations microclimatiques et parce qu'il abrite des organismes qui, ayant des phénologies et des micros habitats différents, permettent le développement et le maintien d'un très grand nombre de niches écologiques (Barrios, 2007).

Les invertébrés jouent un rôle majeur dans la fertilité du sol en brassant horizons organiques et minéraux, en augmentant la macroporosité, en améliorant l'alimentation en eau et en stimulant la minéralisation de la matière organique. Ces processus aident à améliorer la structure du sol, les échanges gazeux, l'infiltration et la rétention d'eau et la mise à disposition des nutriments (de Ruiter *et al.*, 1998, Kladvko 2001, Ettema & Wardle 2002, Swift *et al.*, 2004, Barrios 2007). De plus, l'abondance et la biodiversité de la faune du sol aide à prévenir le développement de pestes dans les agro écosystèmes grâce aux ennemis naturels de celles-ci (Wardle *et al.*, 1999, Brévault *et al.*, 2007)

Le macrofaune et la mésofaune sont souvent perçus comme des indicateurs de la qualité du sol, du fait qu'ils intègrent la plupart des propriétés physiques, chimiques et biologiques du sol. D'après (Bachelier, 1978), le rôle de la faune du sol est important dans la genèse et la dynamique des sols, en favorisant l'activité biologique globale du sol, comme elle favorise indirectement sa structure.

L'éco complexe des zones humides du Nord-est Algérien est composé d'une dizaine de plan d'eaux douces et saumâtres très réparties à l'échelle internationale qui font partie des ressources les plus précieuses sur le plan de la diversité biologique et de la productivité

naturelle, elles jouent un rôle important dans les processus vitaux, entretenant des cycles hydrologiques et accueillant une flore importante, des poissons et des oiseaux migrateurs. Cet éco-complexe est en deux grands complexes séparés par Oued Seybouse : la Numidie occidentale (le complexe de Gurebes-Sanhadja et lac Fetzara) et la Numidie orientale (le Parc National d'El Kala).

Le complexe des zones humides d'El Kala se trouve à l'extrême Est de l'Algérie. Il fait partie des régions les plus humides de l'Algérie, il est également l'un des principaux endroits où la biodiversité est très riche. En novembre 1990, le programme M.A.B (Man and the Biosphere) de l'UNESCO a classé cette région en réserve de la Biosphère. Parmi Les zones humides de la région d'El-Kala on a le lac Mellah qui présente une grande importance écologique pour la région en tant qu'écosystème aquatique. Il est situé dans une région marquée par une combinaison singulière de facteurs géographiques, climatiques et anthropiques, et possède une biodiversité exceptionnelle, aquatique et terrestre (Belbachir et Lakehal, 2017).

L'objectif de notre travail est de qualifier et quantifier la faune du sol au niveau du lac Mellah (Nord-est Algérie) pendant trois saisons (automne, hiver et printemps). Cette étude contribue non seulement à une meilleure compréhension de la faune du sol au niveau du lac Mellah, mais elle a aussi des implications importantes pour la conservation, la gestion des sols, et

Le présent travail est structuré en quatre chapitres :

- Le premier chapitre présente une synthèse bibliographique sur le sol et la pédafaune ;
- Le deuxième décrit en premier partie la région d'étude, le site d'étude et leurs principales caractéristiques (situation géographiques, climat, hydrologie, géologie, diversité faunistique et floristique...etc).la deuxième partie pour la méthodologie adoptée pour l'échantillonnage l'extraction et l'identification de la faune du sol et les outils utilisés pour exploration des résultats obtenus ;
- Le troisième chapitre expose les principaux résultats obtenus avec leurs interprétations ;
- Le quatrième chapitre présente une discussion ;
- Et en dernier une conclusion.

CHAPITRE I :

GÉNÉRALITÉS

Chapitre I : Généralités

1. Le sol

Le sol est un mélange complexe de roches altérées (cailloux, sables, limons, argiles), de matière organique (vivante ou morte), de gaz, d'eau et de minéraux solubles, constitué au fil du temps en fonction du climat (température, humidité, vent, glace...), de la roche mère, de la topographie et des organismes vivants. Mais au-delà de ses constituants, un sol est défini par ses propriétés, principalement sa texture (proportion de sable, limon, argile) et sa structure (taille et organisation des particules entre elles), qui influent sur toutes les autres. Il existe ainsi une grande variété de sols, qui assurent des fonctions vitales pour l'humanité (croissance des végétaux, support de vie...) (Manneville *et al.*, 1999).

1.1. Les différentes phases du sol

Le sol peut être considéré comme un système poreux à trois phases : solide, liquide, gazeuse. Certaines des caractéristiques de ce système sont permanentes ; c'est le cas de la constitution physique du matériau : granulométrie, morphologie et espèce minéralogique des particules élémentaires (Buttler, 1992).

1.1.1. Phase solide : comportant les minéraux et les substances organiques inertes, mais aussi les êtres vivants (Rolland, 1988).

1.1.2. Phase liquide : quasi exclusivement aqueuse qui outre l'eau, contient l'ensemble des substances et gaz dissous qui jouent un grand rôle dans les fonctions du sol (nutrition, réservoir et filtre de certains éléments...) (Rolland, 1988).

1.1.3. phase gazeuse : en équilibre avec la phase liquide. Elle constitue 'l'air' du sol, dont la composition est assez différente de celle de l'air atmosphérique, avec lequel il existe de nombreux échanges. La teneur en CO₂ est notoirement plus élevée (0,5 à 5%) contre 0,035% dans l'atmosphère. En contrepartie, la teneur en oxygène est parfois plus basse, mais nécessaire à la respiration des organismes vivants dans le sol (racines, champignons, vers de terre, etc...). Elle est en outre pratiquement toujours à vapeur saturante pour la vapeur d'eau (Rolland, 1988).

1.2. Propriété physique du sol

1.2.1. Texture du sol

La texture du sol s'établit selon la proportion (%) de particules de sable, de limon et d'argile dont il est constitué. Ces particules sont classées en fonction de leur diamètre; sable + gros et argile + fin. Habituellement, les sols sont classés relativement à leur texture qui donne les caractéristiques de fertilité et de rétention d'eau d'un sol (Halitim, 1988) (Tab.1)

Tableau n°1 : Classement granulométrique des éléments grossier et fin (Baize et Jabiol, 1995).

Classe Granulométrique	Dimensions (en μm)
Argile	< 2
Limon fin	2-20
Limon grossier	20-50
Sable fin	50-200
Sable grossier	200-2000

Argile, limon et sable constituent la terre fine, par opposition aux éléments grossiers qui comportent les fractions suivantes (Tab. 2) :

Tableau n°2: Classement et nomenclature des éléments grossiers (Baize et Jabiol, 1995)

Dénomination	Dimensions (en cm)
Graviers	0,2 à 2
Cailloux	2 à 7,5
Pierres	7,5 à 20
Blocs	Plus de 20

1.2.2. Structure du sol

Se définit par le mode d'assemblage des constituants solides du sol ou (le mode d'arrangement des différentes particules solides du sol) (Duchaufour, 2004).

Elle est due à la cimentation des grains grossiers (limon, sable) par éléments colloïdaux, argile et humus associés en complexes argilo-humiques et la conséquence de cet assemblage (formation d'agrégats) (Gobat *et al.*, 1998).

Un agrégat est un agglomérat de particules dont la cohésion interne est assurée par les argiles, le fer, les matières organiques et l'eau. Un agrégat est le résultat de l'organisation naturelle du constituant solides du sol (Gobat *et al.*, 1998).

La structure est un état difficile de modifications dans le temps, sous l'influence de facteurs, favorables ou défavorables (Girard *et al.*, 2005).

1.3. Propriété chimique du sol

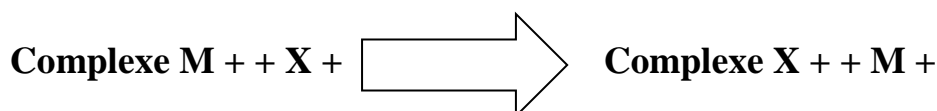
1.3.1. PH du sol

Le pH (potentiel hydrogène) d'un sol indique l'acidité ou l'alcalinité de ce sol sur une échelle de 01 à 14. C'est le facteur qui affecte la dynamique de l'élément et son absorption, sa 12 détermination est donc importante. Un sol neutre et bien équilibré a un pH de 07, tandis qu'un pH inférieur à 07 indique que le sol a une tendance acide. A l'inverse, les valeurs de pH supérieures à 07 s'avèrent être des sols alcalins, donc Contient du calcaire (Belbachir et Lakehal, 2017).

Il est a noté que les sols sadiques (caractérisés par une forte présence des ions Na⁺ sur le complexe adsorbant du sol) présentent toujours des valeurs du pH beaucoup plus élevé atteignant facilement les chiffres de 10 (Aubert, 1982).

1.3.2. Echanges ionique

Le sol a la propriété de retenir diverses substances. En effet, les cations et les anions peuvent être retenus par les complexes absorbants du sol, c'est-à-dire tous les colloïdes chargés négativement ou positivement. Les ions y resteront sous une forme échangeable, les ions en solution sont différents de ceux retenus au sol, et un échange se produira entre les ions du complexe, le sorbant, et les ions de la solution (Belbachir et Lakehal, 2017) :



L'adsorption des ions dans le sol peut être considérée comme réversible : les ions échangeables dans le complexe absorbant sont en équilibre avec la solution du sol : tout changement dans la composition de la solution du sol entraînera une modification de cet équilibre par échange : certains des complexes Les ions entrent en solution (désorption) et sont remplacés par d'autres ions précédemment en solution (adsorption) (Belbachir et Lakehal, 2017).

1.3.3. Salinité du sol

Lorsque le sol contient une très forte quantité en sels (concentration des cations et des anions dans la solution du sol est élevée), les effets sont généralement défavorables sur les plantes et sur le sol lui-même. Le sel empêche les plantes de s'alimenter normalement en eau même lorsque le sol est bien arrosé. A partir d'une certaine quantité, le sel a, selon la plante, un effet toxique direct sur celle-ci. Le rendement est très vite affecté et peut baisser jusqu'à 80%. Généralement, la salure des sols est sous la dominance de l'ion sodium (Na⁺), ce sont les sols sodiques (Belbachir et Lakehal, 2017).

La mise en valeur des sols salins ne peut être envisagées sans une bonne connaissance de la quantité et de la nature des sels contenus dans le sol. Il convient donc, de faire des analyses appropriées pour obtenir le degré de concentration de la solution du sol en sel (Mathieu et Pieltain, 2003).

1.4. Les différentes fonctions du sol

Le sol a de nombreuses fonctions. Il est un milieu biologique dans/et sur lequel se développent des êtres vivants. Ce développement va dépendre de la qualité de ce sol ou fertilité (quantité de carbone, d'azote, capacité d'échange cationique, etc...). Il est aussi un 14 acteur déterminant du cycle de l'eau (stockage et régulation) et de la qualité de cette eau (source de pollution, capacité de rétention des polluants mais aussi biodégradation de ceux-ci) (Quenea, 2004).

D'après (Gobat *et al.*, 2003) le sol est un « carrefour multifonctionnel » ou de « pivot du système biogéochimique » (Pedro, 2008) vient de l'essor encore récent de l'écologie des sols. Ainsi, par ses fonctions naturelles, le sol peut être considéré comme :

- Un support pour les êtres vivants. Le sol est le milieu de vie des êtres vivants terrestres et par cette fonction, il assure le maintien de leur réserve génétique (notamment au niveau des microorganismes du sol) (Samai, 2017).
- Un réservoir de matières organiques et minérales. Le sol est la ressource primordiale en éléments nutritifs des êtres vivants terrestres, Il faut aussi noter que les sols cultivés contiennent des stocks de matières organiques sensiblement plus faibles que ceux des sols sous forêts ou sous prairies, et que ces stocks peuvent varier considérablement selon les systèmes de cultures pratiqués (Chenu et Balabane, 2001).
- Régulateurs des échanges et des flux éco-systémiques. Le sol est la plaque tournante du système biogéochimique et joue un rôle important dans les cycles fondamentaux des fonctions de la Terre, tels que le cycle du carbone, de l'azote, des cations et même de l'eau (Samai, 2017).
- Là où la matière organique est transformée. Cette fonction du sol est principalement due à la richesse et à la diversité des microorganismes du sol. Pasteur écrivait aussi au milieu du XIXe siècle : "S'il n'y avait pas de micro-organismes dans le sol de la terre, la surface de la terre serait pleine de cadavres, et la vie deviendrait impossible" (Samai, 2017).
- Systèmes d'épuration des polluants. Le sol, par ses propriétés de rétention et de transformation, peut limiter la propagation de polluants tels que les pesticides, les nitrates ou les métaux traces vers d'autres environnements des écosystèmes terrestres, (tels que les nappes phréatiques ou les cours d'eau, eau et sol milieu marin) (Samai, 2017).

1.5. Les constituant organique

1.5.1. Les organismes vivant

Ils sont également appelés biomasse, ils peu vent être végétaux, animale ou microbienne (Sadi, 2022).

1.5 .2. Les organismes morts

Matière morte, hautement décomposé, se compose principalement de cellulose, tanin, lignine, protéines, graisses et sucres, dont le carbone et la base dont elle dépend. De sort que la quantité de carbone organique dans le sol peut indiquer la quantité de matière

organique présente dans celui-ci, et la matière organique en décomposition a généralement une couleur noire ou brun foncé, ce qui rend la couleur du sol plus foncé (Sadi, 2022).

1.5.3. Les organismes dégradés

La matière organique des sols et substrats de culture donne lieu à des interactions physicochimiques avec le bromure de méthyle, qui déterminent les propriétés et le devenir du pesticide. La matière organique réduit par adsorption la concentration en pesticide bio disponible dans l'eau ou l'air du sol. L'adsorption et la faible réversibilité du phénomène affectent la bio activité et le transfert par diffusion en phase gazeuse. Les molécules irréversiblement adsorbées ne présentent plus d'activité. Elle est également le principal facteur de la dégradation du bromure DC méthyle dans le sol. Sa réactivité varie toutefois en fonction de sa composition et de son degré d'évolution. La vitesse du phénomène est telle que la dégradation doit représenter un climat important dans les bilans du pesticide (Sadi *et al.*, 2022).

1.6. Les horizons du sol

La litière (horizon O) : c'est l'horizon le plus superficiel des sols. Son épaisseur dépend de nombreux facteurs dont, notamment, la nature de la roche-mère.

L'humus (horizon A ou organo-minéral) : c'est un horizon riche en matières organiques dont certaines s'associent avec les particules minérales pour former des complexes argilo-humiques.

La couche minérale (horizon B ou horizon d'accumulation et C ou horizon d'altération) : elle comprend des éléments minéraux lessivés par les eaux de pluie et des éléments d'altération de la roche-mère. Les éléments minéraux sont les sables, les argiles et les limons.

Le sous-sol (roche-mère) : roche à l'origine du sol. Elle est responsable de certaines propriétés physico-chimiques du sol et de la nature de la végétation qui s'y développe.

1.7. Les organismes du sol

1.7.1. La flore

La flore supérieure (arbres, arbustes, plantes herbacées) intervient également par sa partie racinaire, qui représente une biomasse importante et assure d'importantes fonctions dans le sol (Boubrit, 2015).

1.7.2. La faune

La faune du sol est très variée. La plupart de ses représentants sont des animaux microscopiques (quelques dixièmes de millimètres) : des protozoaires (amibes nues, amibes à thèque, flagellés, ciliés), des tardigrades, des rotifères, des nématodes, des acariens. D'autres sont des animaux qu'on attribuera à la microfaune (moins d'un centimètre) : divers insectes, surtout leurs écophases larvaires (collembolés, diptères, coléoptères, lépidoptères, etc.), des myriapodes, des isopodes, des vers enchytraëidés, des pseudo-scorpions, etc. Enfin, un certain nombre d'espèces fera partie de la macrofaune (imago d'insectes, vers de terre lumbricidés, mollusques, arachnides, reptiles, micromammifères rongeurs et insectivores, etc.) (Metedji, 2022).

2. Diversité des micro-organismes du sol

Trop souvent considéré comme un environnement minéral, le sol est aussi un lieu de vie. Il héberge une très forte diversité d'espèces (23 %), des vers de terre aux amibes qui participe à son fonctionnement et à la fourniture de services éco systémiques nécessaires à notre survie (production végétale, épuration des polluants etc.). Parmi ces espèces, les microorganismes sont, sans conteste, les plus nombreux et les plus divers. Composés de bactéries et de champignons, ils assurent des fonctions essentielles comme la biodégradation de la matière organique, la production de nutriments pour les plantes, la fixation d'azote, la dégradation des polluants, etc. (Reghdadi et Djedi, 2022).

Les microorganismes du sol sont le fondement de la biosphère de la Terre et jouent un rôle intégral et unique dans le cycle du carbone, d'azote, de soufre et de phosphore, ainsi que de divers métaux (Reghdadi et Djedid, 2022). (Tab.3)

Tableau n 03 : Les différentes organismes du sol (faune et flore)

Les faunes	Les flores
Méga faunes : taupes, carabes	Les algues
La macro faunes : verres de terre	Les Actinomycètes
La méso faunes : acariens, collembolés	Les bactéries
La micro faunes : nématodes, amibes	Les champignons et les mycorhizes

2.1. La flore du sol

2.1.1. Les algues

Les algues sont des végétaux chlorophylliens aquatiques ne possédant ni racines, ni feuilles, ni fleurs, ni vaisseaux, ni graines. Elles se développent par photosynthèse à partir d'éléments simples comme le dioxyde de carbone (CO₂), l'eau, l'énergie lumineuse et les sels minéraux (Guides des espèces .org 2023).

2.1.2. Les bactéries

Les bactéries vivent dans tous les types de sols et la préférence est donnée aux bactéries riches en sol. Ils sont très actifs dans le cycle de l'azote, du fer et du soufre. Ils ont un pouvoir antiseptique et présentent donc des effets antagonistes sur d'autres microorganismes (Bencheikh et Moumene, 2021).

Ils sont Actifs dans la conversion de tous produits organiques (cellulose, lignine, pectine, protéines, etc.). Ils forment une symbiose, en particulier au niveau de la rhizosphère (nodule) (Bencheikh et Moumene, 2021).

2.1.3. Les Actinomycètes

Intermédiaire entre bactéries et champignons, les actinomycètes se caractérisent par des filaments mycéliens très ramifiés et non cloisonnés. Ils semblent jouer un rôle important dans la transformation de certains composés organiques et minéraux du sol, mais ce rôle est encore mal compris : ils peuvent décomposer les composés aromatiques matière organique fraîche (Lignine, certains tanins), et développer certains acides humiques en favorisant le lien entre les chaînes peptidiques et les noyaux aromatiques, notamment les quinones (bio humification) (Duchaufour, 2004).

2.2. La faune du sol

De manière globale la faune du sol peut être classée en quatre catégories (Fig.1), selon la taille des organismes qui la composent (Gobât *et al.*, 1998).

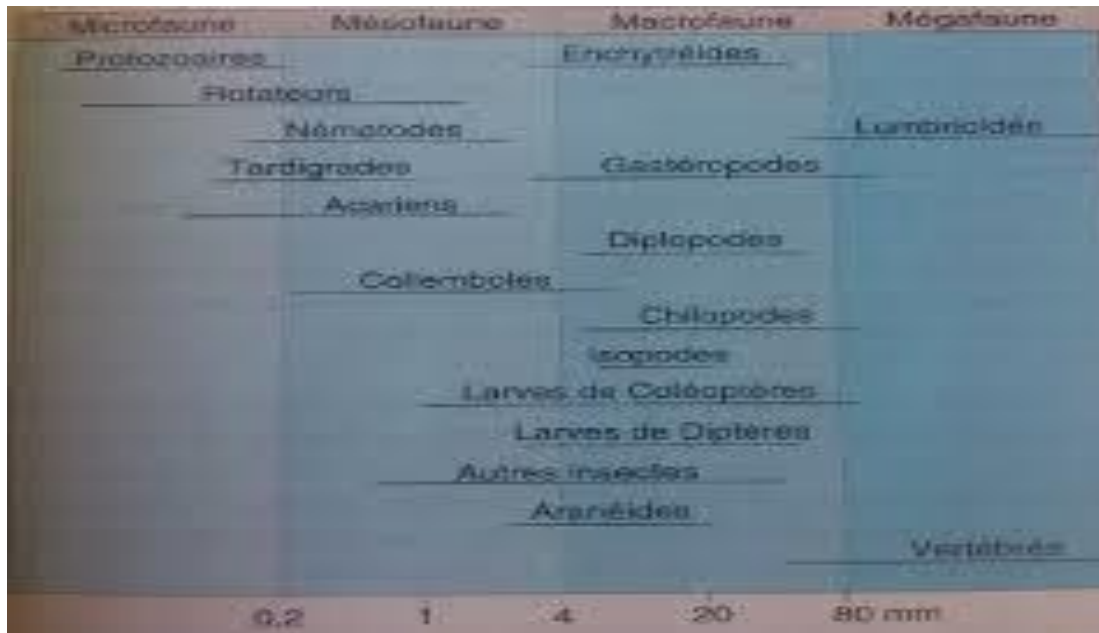


Figure n°1 : Classification des invertébrés du sol selon leurs taille (Gobât *et al.*, 1998).

2.2.1. La microfaune (dont la taille est comprise entre 0.002 et 0.2 mm)

Il est principalement composé de protozoaires (notamment ciliés) et de nématodes : ils sont abondants dans les milieux très humides et attaquent la flore bactérienne et les actinomycètes (Djedid et Raghdadi, 2022).

2.2.1.1. Les protozoaires

Les protozoaires constituent un groupe très hétérogène de protistes eucaryotes, unicellulaires et mobiles dont la taille, qui varie entre quelques microns et un ou plusieurs centimètres, a tendance à être beaucoup plus petite dans le sol que dans l'eau. Cette réduction de taille résulterait, d'après (Russell, 1961), du fait que les protozoaires du sol doivent s'émouvoir dans le film d'eau - d'épaisseur souvent réduite – qui tapisse les pores du sol, lorsque les formes aquatiques disposent d'un espace non limité (Djedid et Raghdadi, 2022).

2.2.2. La mésofaune (dont la taille est comprise entre 0.2 et 2 millimètres)

Les arthropodes inférieurs (acaréens, Tardigrades, Collemboles) et Enchytraéides présentent principalement des milieux acides (Djedid et Raghdadi, 2022).

2.2.2.1. Les acariens

Selon (Scotti ,1978), les acariens ne sont pas des insectes (Tab.1), ils sont appelés « mites » dans les pays anglo-saxon. Les acariens appartiennent à l'embranchement des Arthropodes et plus particulièrement au sous embranchement des Chélicérates (Walter et Proctor, 1999). Ils font partie de la classe des Arachnides (Gautier, 1988). Ils ont une taille très réduite dépassant rarement le millimètre de longueur (Scotti, 1978).

Ces Arthropodes de par leur petite taille ont colonisés l'ensemble des milieux terrestres et aquatiques. Certains ordres, familles et espèces se retrouvent notamment sur les plantes certains étant des phytophages tandis que d'autres sont des Prédateurs d'acariens, ayant un rôle important dans le contrôle biologique de divers Arthropodes (Bouahbel et Bouabsa, 2017).

2.2.2.2. Les collemboles

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 levier post-abdominal permettant le saut (Bebrit ,2015).

La furca est très réduite, voire absente, chez les espèces les plus caractéristiques des sols profonds (Bebrit ,2015).

La plupart des espèces se nourrissent de microorganismes, stimulant ainsi la croissance des champignons dans le sol et régulant la microflore. Ils contribuent également à la fragmentation de la matière organique. Ils se nourrissent de microorganismes en stimulant ainsi la croissance des champignons avec une régulation de toute la microflore du sol. Leur abondance peut atteindre 200 000 ind/m² en milieu humide (Jansens et Dethier, 2005). Cependant, ils interviennent dans la fragmentation et le brassage des matières organiques mais peuvent devenir nuisibles (Bebrit , 2015).

2.2.3. La macrofaune (dont la taille comprise entre 2 à 20 millimètres)

Représenté par les lombrics qui s'ingèrent les débris organiques et le sol, enrichit le fumier, favorise la croissance des microfaunes et de la microflore ; brassent, aèrent et régulent l'activité biologique du sol. À en juger par la fonction de notre sol, ils jouent un rôle importante précieux (Touyre, 2015).

2.2 .4. La mégafaune (dont les individus mesurent entre 20 à 200 millimètres)

Il est bien conscient du rôle joué par tous ces groupes d'animaux. De nombreux petits mammifères vivent sur le sol. Taupes, mulots, musaraignes, souris, hérissons, batraciens et reptiles jouent un rôle incontestable dans la formation du sol. Brassage le sol pour créer des cavités à réutiliser par d'autres membres de la communauté animale du sol et réguler la population de la communauté (Benchikh et Moumene ,2011).

CHAPITRE II :
MATÉRIEL ET
MÉTHODES

Chapitre II : Matériel et Méthodes

1. Description de la région d'étude

1.1. Parc national d'El Kala

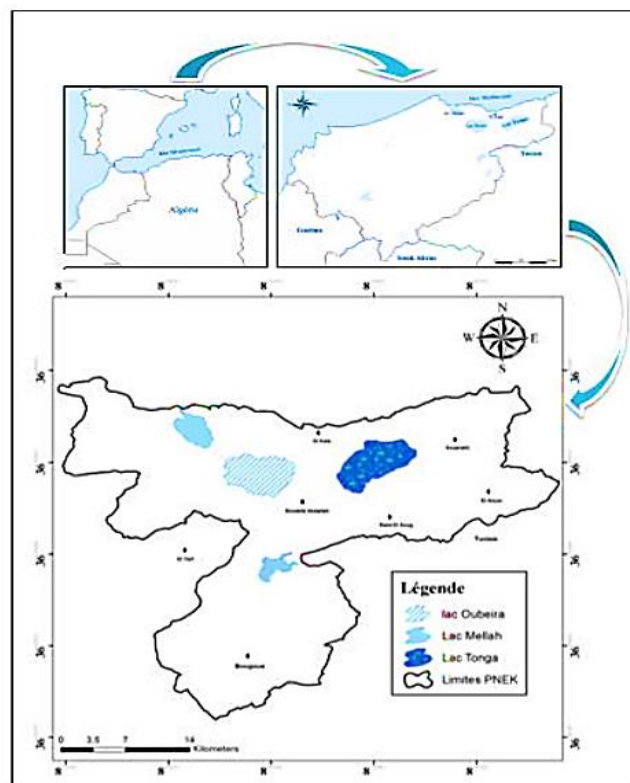
Le parc national d'El Kala (PNEK) est situé au nord-est de l'Algérie. Il a été classé parc national en 1983 et réserve mondiale de la biosphère en 1990 par l'UNESCO (Benyacoub *et al.*, 1998). Le parc s'étend sur une superficie de 78 438 ha ce qui en fait l'un des plus grands parcs nationaux d'Algérie.

Il comprend plusieurs ensembles naturels et variés comme des lacs, montagnes et oueds ainsi qu'une grande façade maritime. Le PNEK est composé d'une mosaïque d'écosystèmes forestiers, lacustre dunaires et marins, lui confèrent une haute valeur biologique et écologique dans le bassin Méditerranéen (Benyacoub *et al.*, 1998).

1.2. Limites géographiques

Les coordonnées géographiques du parc national d'El Kala sont 36°52 latitudes nord et 8°27 longitude Est, au niveau de la ville d'El-Kala (Fig.1).

Il est situé à l'extrême Nord - Est du Pays. Il est naturellement limité au nord par le littoral méditerranéen, à l'ouest par le système dunaire de Righia, à l'est par la frontière algéro-tunisienne et au sud par les contreforts des monts de la Medjerda (Brahmia, 2002).



1.3. Hydrographie

La configuration du terrain de la région d'El-Kala détermine trois systèmes d'organisation hydrographique :

- La partie Sud-est est drainée par trois Oueds : l'Oued Bougous, Ballouta et El Kebir. Ce dernier constitue le collecteur principal (Apports de 245 Hm³ /an) ; il alimente les nappes Alluviales et dunaires et lors des crues, on assiste à la mise en eau des dépressions inter dunaires.
- La partie orientale est caractérisée par plusieurs oueds en général à faible débit, ils s'écoulent en majorité dans la plaine d'Oum Teboul .

La partie ouest est également parcourue par de nombreux oueds (El Aroug, Mellah, Reguibet, Boumerchen, Dai El-Graa...), qui se déversent pour la plupart dans les lacs Mellah et Oubeira (Zouini, 2007). (Fig.03)

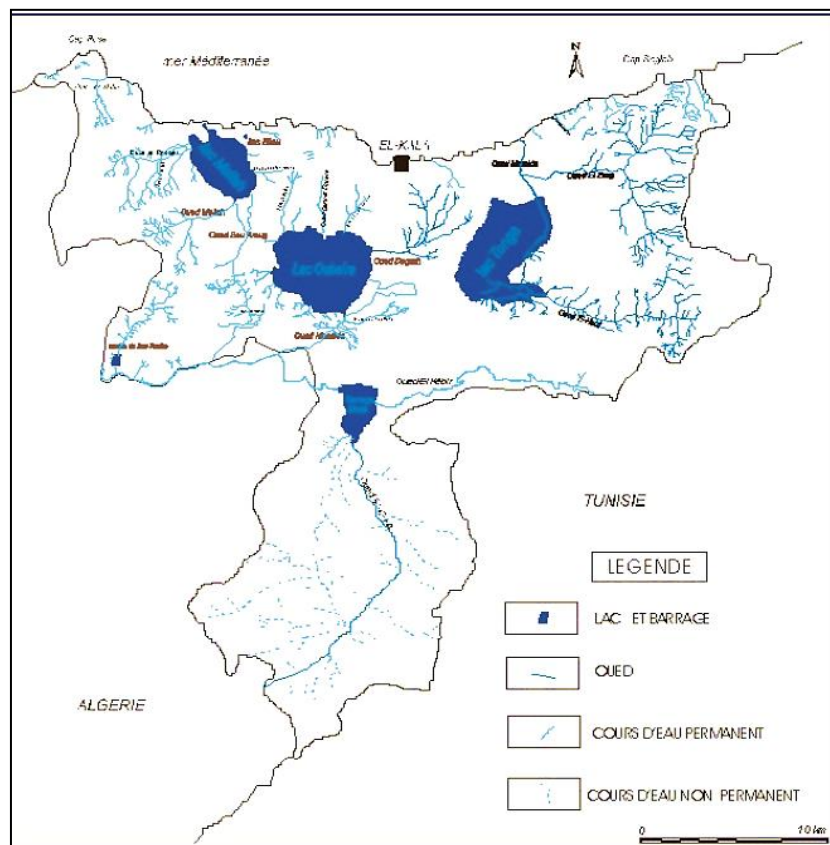


Figure n° 03 : Réseau hydrographique du parc national d'El Kala (Zouini, 2007)

1.4. Relief

Le relief du PNEK se compose d'une série de dépressions, dont certaines sont occupées par des formations lacustres ou palustres et des hautes collines aux formes variées. On y observe des dômes, des escarpements, et des alignements de crêtes généralement couverts par une végétation dense (De Belair, 1990).

1.5. Pédologie

Les sols sont intimement liés à la nature du substrat géologique et au climat d'une part. D'autre part, à la présence ou à l'absence d'une hydromorphie, qu'elle soit permanente ou temporaire. En fonction de ces critères, nous distinguons du Nord au Sud : les sols dunaires, les sols inter-collinaires et les sols des milieux forestiers.

1.6. Richesse faunistique et floristique**1.6.1. La flore**

Selon (De Belair, 1990), le patrimoine végétal du parc national d'El-Kala est constitué de plus de 850 espèces qui comptent 65 algues, 110 champignons, 50 lichens, 40 mousses, 25 fougères et 545 spermaphytes. Le PNEK est à vocation forestière, plus de 80 % de sa superficie est constituée de forêts. En grande majorité de Chêne liège, qui constitue des peuplements purs et parfois mixtes avec du Chêne zeen. Les reboisements du pin maritime viennent en seconde position avec les reboisements d'Eucalyptus (Tab.04).

Tableau n° 04: Proportion des différentes essences forestières du PNEK (B.N.E.F, 1984).

Essence forestière	Surface hectare (ha)	pourcentage%
Chêne liège	34,16	48,75
Chêne zeen	4,32	6,21
Pin maritime	10,25	14,63
Maquis	10,74	15,33
Eucalyptus	10,23	14,6
Autres essences	385	0,55

1.6.2. La faune

Le PNEK abrite une richesse faunistique remarquable. La richesse ornithologique constitue la principale caractéristique des stations humides et forestières

1.6.2.1. L'avifaune

Parmi les 191 espèces dénombrées (réparties sur 20 milieux), 55 sont hivernantes et 136 nicheuses (Benyacoub, 1997).

1.6.2.2. L'herpétofaune

Les reptiles sont représentés par 17 espèces recensées parmi lesquelles 6 sont peu abondantes et 2 rares. 7 espèces d'Amphibiens ont été également identifiées (Rouag, 1999).

1.6.2.3. L'ichtyofaune

L'ichtyofaune du Parc National est caractérisée par la présence de deux espèces endémiques chez les poissons d'eau douce et d'au moins cinq espèces marines, rares en méditerranée constituent un patrimoine faunistique important (Brahmia, 2002).

1.6.2.4. Les invertébrés

En ce qui concerne les invertébrés, le parc abrite environ 40 espèces d'odonates (Boulahbal, 1999), 68 espèces de Syrphidés (Djelab, 1993), 60 espèces de Carabidés (Ouchtati, 1993), au moins 31 espèces de lépidoptères diurnes (Benyacoub, 1998) et 44 espèces de lépidoptères nocturnes (Bouzeriba, 2001).

1.6.2.5. Les Mammifères

Le groupe des mammifères est représenté au moins par 37 espèces dont 9 Chiroptères (Fekroune, 1998) et une espèce marine.

D'autres, en revanche, sont représentées par de faibles effectifs, parfois à la limite de l'extinction locale.

1.7. Climatologie

Le climat est un élément fondamental à considérer comme facteur abiotique lorsqu'on examine la typologie et le fonctionnement d'un milieu naturel (Fustec et Lefeuvre, 2000). Il nous permet de reconnaître les composants et les particularités propres à cet environnement. Les divers types de climats sont essentiels pour façonner les caractéristiques écologiques des écosystèmes sur terre. Le climat est certainement un facteur du milieu très important. Il agit directement sur la faune et la flore. La région est caractérisée par un climat méditerranéen avec une forte pluviométrie pendant la saison humide et les mois froids, ainsi qu'une sécheresse pendant l'été (Ozenda, 2011).

2.2. Caractère physicochimiques de l'eau

La salinité de l'eau constitue la caractéristique hydro-chimique la plus originale du Mellah, elle se caractérise par une distribution qui décroît selon un gradient Nord-Sud avec des valeurs de sel atteignant 23‰ de millièmes près du chenal et 19‰ de millièmes au Sud près de l'embouchure. Le brassage des eaux provoqué par les vents contribue à l'augmentation de la quantité d'oxygène dissous, ainsi que la pénétration des eaux marines riches en oxygène (Djebar *et al.*, 2003).

2.3. Hydrographie

Le lac Mellah est nourri par les eaux provenant à la fois de son bassin versant, couvrant une superficie de 81,45 km², et de la mer méditerranée. L'analyse de ces paramètres révèle un double échange d'eau, grâce à un chenal de 1,50 m de profondeur au niveau du lac et de 0,50 m à son embouchure, s'étendant sur environ 900 mètres. Cette dynamique favorise une biodiversité riche dans le lac. Avec un volume d'eau moyen en circulation de 24 000 000 m³, une surface de 8,76 km² et une profondeur maximale de 5,20 mètres, le lac Mellah maintient un équilibre hydrique essentiel. Son alimentation annuelle en eau de pluie est d'environ 800 mm. De plus, le renouvellement total de l'eau du lac s'effectue sur une période de 21 mois, avec un débit mensuel moyen d'environ 1,13 million de m³ (Djebar *et al.*, 2003).

2.4. Géomorphologie du site

Sur le plan géologique, le site, formé de sables et d'argiles laguno-marines du Néopleistocène, résulte de l'inclinaison de dépôts siciliens suivie d'affaissements successifs. Au néopléistocène ancien, la mer pénétra largement dans la dépression du Mellah.

Le côté situé au-dessous du déversoir du lac est constitué de mollasse calcaire marine et dunaire. Les formations tertiaires sont représentées par des éléments de l'éocène moyen (argiles de Numidie) et d'éléments du miocène (Leveque, 2009).

2.5. Richesse naturelle

Le lac est très abondant en espèces et constitue un site de grande importance écologique (Bougazelli *et al.*, 1977). La répartition des organismes vivant du lac est fonction du cycle eau salée/eau douce qui influe directement sur la composition de la flore algale et la migration de la faune. Le site est un milieu écologique très important pour les oiseaux

d'eau qui y font étape durant leur migration ou viennent y nicher. Ils se nourrissent des poissons, invertébrés et bivalves.

2.5.1. La faune

Le gradient de variation spatiale et temporelle dans la salinité de l'eau serait la cause de la richesse biologique et la grande production d'invertébrés et de poissons du site. La présence d'oeufs d'Enchoie met en évidence un milieu particulièrement favorable à la ponte et au développement des juvéniles de cette espèce. Les eaux du lac possèdent une forte productivité et hébergent un peuplement piscicole relativement diversifié composé d'une quinzaine d'espèces dont l'anguille, la sole, le loup, cinq espèces de mulot qui font l'objet d'une exploitation extensive, surtout pour l'anguille. Sur le plan de la diversité planctonique, 200 espèces de phytoplancton ont été identifiées. La périphérie du site, grâce à une végétation dense, est largement fréquentée par des mammifères, comme le chacal, le renard, la Genette et la mangouste (Leveque, 2009).

2.5.2. La flore

Le lac Mellah se caractérise par l'existence de rives extrêmement réduites dont une grande partie de la végétation très diversifiée est terrestre. En effet, la configuration générale des rives permet à la végétation ligneuse constituée de maquis de, s'installer très près de la limite des eaux du lac. Au niveau de la rive Ouest s'élèvent des massifs de chêne liège avec un cortège de végétation allant jusqu'à 2 ou 3 mètres de la limite des eaux. La partie Nord-Ouest a fait l'objet d'un reboisement d'eucalyptus qui cède la place vers le Nord à une vaste aulnaie. Sur le plan floristique, un groupement de Pin d'Alep se situe au Nord-Ouest du Mellah (Leveque, 2009).

3. Méthodes utilisées

3.1. Méthode d'échantillonnage

Des échantillons ont été prélevés de manière aléatoire en utilisant un carré métallique de dimensions 20 cm x 20 cm x 15 cm. Ce cadre a été enfoncé verticalement dans la litière jusqu'à l'horizon du sol. La litière et l'horizon du sol ont été prélevés simultanément mais séparément, et placés dans des sachets en plastique distincts. Chaque sachet a été étiqueté avec des informations comprenant le nom du site et la date de prélèvement. (Fig.05 et 06)



Figure n°05: Prélèvement de sol à l'aide d'un carré métallique (© Bougradja et Bouzarb).



Figure n° 06 : Les échantillons prélevés (© Bougradja et Bouzarb)

3.2. Extraction de la faune du sol : L'appareil de berlèse

Cet appareil sert à capturer les petits invertébrés qui vivent dans la Litière du sol, ou dans l'humus. On a placé un échantillon de sol dans un entonnoir au fond duquel on a placé un grillage pour retenir le contenu ensuite on a placé une source de chaleur au-dessus (une lampe 100 W). Au fur et à mesure que le sol se réchauffe et s'assèche, les organismes qu'il contient migreront vers le fond jusqu'à finalement traverser la grille et tomber dans un flacon d'alcool placé sous l'entonnoir (Ghenabzia *et al.*, 2014).

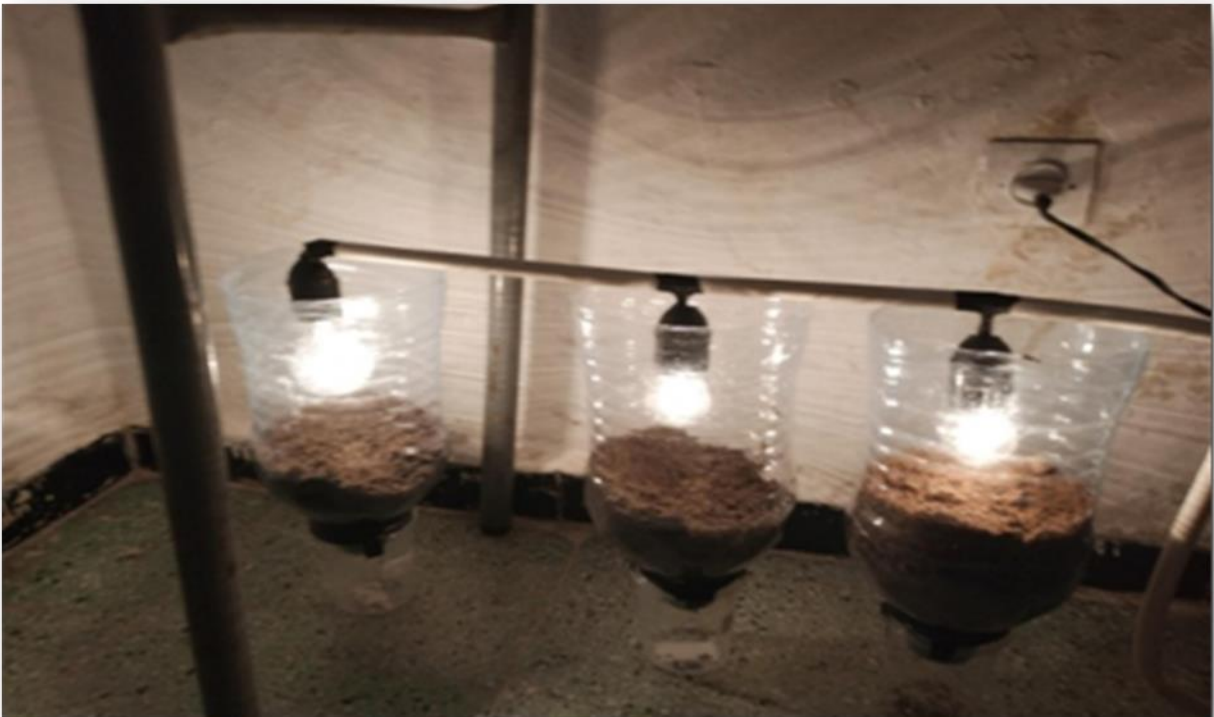


Figure n° 07: Appareil de berlèse (© Bougradja et Bouzarb)

3.3. Identification au niveau du laboratoire

L'identification de la faune du sol au laboratoire est une démarche essentielle pour comprendre la biodiversité de la pédafaune. Les principales étapes et méthodes utilisées pour cette identification :

- **Observation au microscope** : Examen des échantillons à l'aide de microscopes binoculaires pour identifier les caractéristiques morphologiques.

- **Clés de détermination** : Utilisation de clés d'identification spécifiques pour la faune du sol (acariens, collemboles, nématodes, insectes, etc.).
- **Catégorisation des organismes** : Classification des organismes selon leur groupe taxonomique (ex. : acariens, collemboles, nématodes, etc.).
- **Dénombrement** : Comptage des individus de chaque groupe pour estimer l'abondance et la diversité.

4. Analyses statistiques

Pour l'analyse de nos résultats, on a eu recours à l'utilisation de certains paramètres et indices écologique.

Les données de la faune du sol regroupées par familles ont été analysées pendant toute les différentes saisons avec :

Test de Levene a été utilisé afin de comparer la variation de l'abondance de la faune du sol pendant les 03 saisons (automne, hiver et printemps).

- Les résultats obtenus ont été soumis à une analyse multivariée de type Analyse Factorielle des Correspondances (AFC), afin d'obtenir une ségrégation des principales familles observés pendant les trois saisons (automne, hiver et printemps).
- L'Analyse Factorielle des Correspondances consiste à représenter un maximum d'inertie totale sur le premier axe factoriel, un maximum de l'inertie résiduelle sur le second axe.
- Toutes ces analyses statistiques ont été réalisées par le logiciel Xlstat.

On a aussi calculé la Fréquence d'occurrence ou constance

La constance est exprimée par le nombre de relevés contenant l'espèce étudiée par rapport au nombre total des relevés (Dajoz, 1982). La constance est calculée par la formule suivante :

$$Fi (\%) = (Pi / P) * 100$$

- **Pi**= nombre de relevés contenant l'espèce étudiée.
- **P** = nombre total des relevés effectués.

- Si $F_i = 100\%$ → l'espèce est omniprésente;
- Si $75\% \leq F_i < 100\%$ → l'espèce est constante;
 - Si $50\% \leq F_i < 75\%$ → l'espèce est régulière;
 - Si $25\% \leq F_i < 50\%$ → l'espèce est accessoire;
 - Si $5\% \leq F_i < 25\%$ → l'espèce est accidentelle;
 - Si $F_i < 5\%$ → l'espèce est rare.

4.1. Richesse spécifique (S)

La richesse spécifique décrite par Blondel (1975) est le nombre d'espèces rencontrées au moins une fois en termes de N relevés. Plus le peuplement est riche plus le milieu est complexe et stable.

4.2. L'abondance

Elle quantifie le nombre des individus de toutes les espèces (peuplement), dans chaque relevé (Ramade, 2003).

4.3. Abondance relative (AR%)

L'abondance relative (AR%) est le rapport du nombre des individus d'une espèce ou d'une catégorie, d'une classe ou d'un ordre ni au nombre total des individus de toutes les espèces confondues N. (Zaïme et Gautier, 1989). Elle est calculée selon la formule suivante :

$$AR_i \% = n_i/N * 100$$

4.4. Indice de diversité de Shannon et Weaver (H)

Cet indice mesure le degré et le niveau de complexité d'un peuplement. Il intègre les deux éléments de la composition du peuplement, la richesse spécifique S et l'abondance des espèces. Il semble constituer le moyen le plus utile pour obtenir des indices de diversité significatifs, relativement indépendants de la taille des échantillons (Stirn, 1981).

Plus il est élevé, plus il correspond à un peuplement composé d'un grand nombre d'espèces avec une faible représentativité. A l'inverse, une valeur faible traduit un peuplement dominé par une espèce ou un peuplement à petit nombre d'espèces avec une grande représentativité (Blondel, 1975). Il s'exprime en Bit (Binary Digit Unit) et est calculé par la formule suivante :

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

$$P_i = n_i / N$$

n_i : Effectif de l'espèce n .

N : Effectif total du peuplement.

4.5. Indice d'équitabilité (E)

L'indice d'Equitabilité est le rapport de la diversité observée H' à la diversité maximale H'_{\max} (Blondel, 1979).

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

La diversité maximale H'_{\max} est représentée par la formule suivante :

$$H_{\max} = \log_2(s)$$

D'après (Ramade, 2003) les valeurs de l'équitabilité varient entre 0 et 1. Elles tendent vers 0 quand la quasi-totalité des effectifs correspond à une seule espèce et il est égal à 1 lorsque toutes les espèces ont la même Abondance.

CHAPITRE III :
RÉSULTATS ET
INTERPRÉTATIONS

Chapitre III : Résultats et Interprétations

1. Analyse qualitative et quantitative de la faune récoltée au niveau du lac Mellah

1.1. Classification taxonomique des différentes espèces de la faune du sol récoltée au niveau du lac Mellah

La détermination taxonomique a permis de dresser une liste faunistique de la faune du sol. Les résultats obtenus sont exposés dans le tableau 05.

Tableau n°05: Composition du faune du sol au niveau du lac Mellah

Embranchement	Classe	Ordre	Famille
Arthropoda	Insecta	Coléoptères	Ténébrionidés
			Pyrochroidae
			Carabidae
		Diptera	Athericidae
		Blattodea	Termitidae
			Blattidae
		Hemiptera	Nepidae
		Orthoptera	Gryllidae
	Hymenoptera	Formicidae	
	crustacea	Isopoda	Armadillidiidae
			Porcellionidae
	Arachnida	Trombidiformes	Tetranychidae
	Myrapoda	Julida	Julidae
Mollusca	Gasteropoda	Stylommatophora	Helicidae
			Polygyridae
Annelida	Clitellata	Crassiclitellata	Lumbricidae

1.2. Abondance relative des différentes classes au niveau du lac Mellah

La faune du sol présente une diversité de groupes zoologiques représentés par six classes dans les différents horizons du sol du lac Mellah.

La figure n°07 montre que la moitié de la faune du sol récoltée appartient à la classe des Insecta et 24 % à la classe de Clitellata. La classe de Gasteropoda constituait 16 % de la faune total. L'analyse de la faune du sol capturé montre que les classes d'Arachnida et Crustacea sont présent par 2 % et 1 % respectivement.

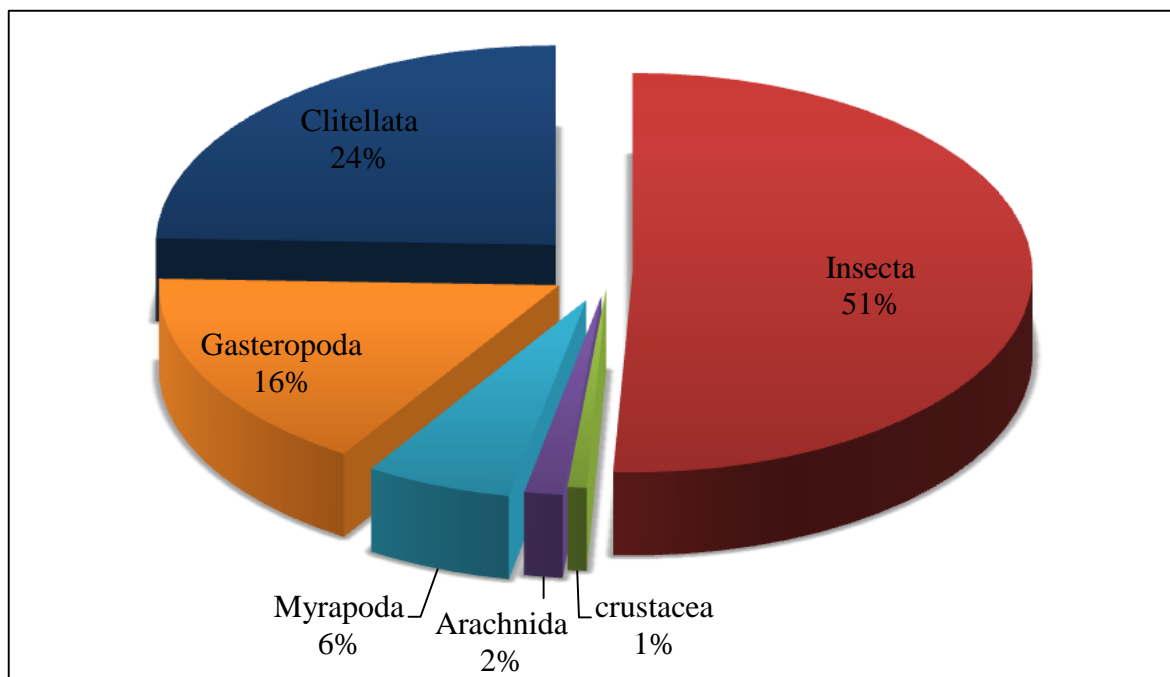


Figure n°08: Abondance relative des différentes familles de la faune du sol récoltée au lac Mellah.

1.3. Abondance relative des différentes familles au niveau du lac Mellah

La classe Insecta est représenté par 06 ordres et 9 familles, la famille la plus abondante est celle de Formicidae avec un pourcentage de 32%, suivis par la famille de Ténébrionidés avec 13 %. Les familles de Blattidae, Gryllidae et Carabidae sont represente avec un pourcentage de 02. (Fig n° 09)

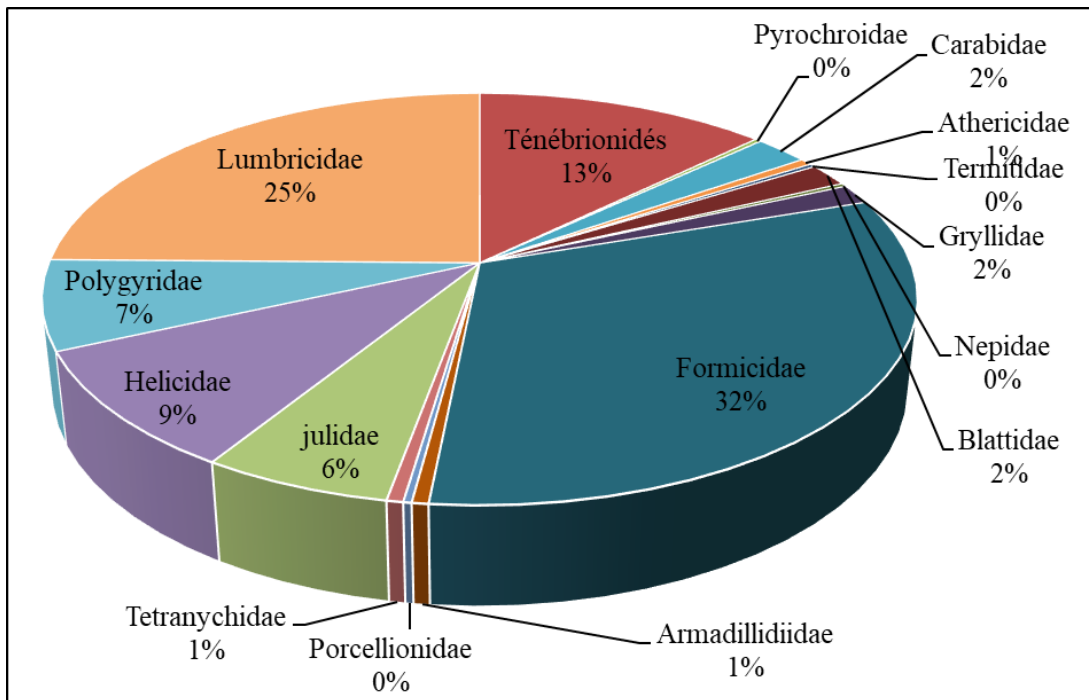


Figure n°09 : Composition des familles de la faune du sol au lac Mellah

La famille d'Athercidae est observée avec 1%. Les familles de Nepidae, Termitidae et Pyrochroidae sont les moins diversifiées avec 0.1%. La classe de Clitellata est observée par une seule famille de Lumbricidae avec 25%. La classe de Gasteropoda appartient à deux familles de Helicidae et Polygyridae avec 9% et 7% respectivement.

Les résultats obtenus pour la classe de Myriapoda est représenté par une seule famille de Julidae a été observé avec 6%. La classe des Arachnidae a été observée avec un seul ordre de Trombidiformes et une seule famille de Tetranychidae avec un pourcentage de 1.

La classe de Crustacea est la moins diversifiée englobant deux familles à savoir Armadillidiidae et Porcellionidae avec 1% et 0.1% respectivement.

1.4. Fréquence d'occurrence des différentes familles de la faune du sol au niveau du lac Mellah

Les fréquences d'occurrence estimés à partir de la totalité des prélèvements effectués dans les différentes stations et au cours de toute la période d'étude sont comme suit (**Tab.n°06**) :

- Deux familles omniprésentes : Helicidae et Lumbricidae.
- Julidae et Polygyridae sont des familles constantes.
- Trois familles régulières : Ténébrionidés, Blattidae et Formicidae.
- Le peuplement est constitué de deux familles accessoires : Carabidae et Gryllidae.
- Les familles accidentelles sont les Pyrochroidae, Athericidae, Termitidae, Nepidae, Armadillidiidae, Porcellionidae et Tetranychidae.

Tableau n°06: Fréquence d'occurrence des différentes familles de la faune du sol au niveau du lac Mellah

Familles	Accidentelle 0-25	Accessoire 25≤F<50	Régulière 50≤F<75	Constante 75≤F<100	Omniprésente 100%
Ténébrionidés			X		
Pyrochroidae	X				
Carabidae		X			
Athericidae	X				
Termitidae	X				
Blattidae			X		
Nepidae	X				
Gryllidae		X			
Formicidae			X		
Armadillidiidae	X				
Porcellionidae	X				
Tetranychidae	X				
Julidae				X	
Helicidae					X
Polygyridae				X	
Lumbricidae					X

1.5. Les indices écologiques pour la faune du sol dans les différents horizons du sol au niveau du lac Mellah.

1.5.1. Les indices écologiques de composition

1.5.1.1. La richesse

D'octobre à fin avril 2024, on a identifié 12 ordres et 06 familles de la faune du sol au niveau du lac Mellah.

Les familles sont nombreuses d'un type de sol à l'autre. Les familles les plus nombreuses ont été observées au niveau de la litière avec 13 familles, suivis par l'horizon avec 10 familles. (Fig. n°10)

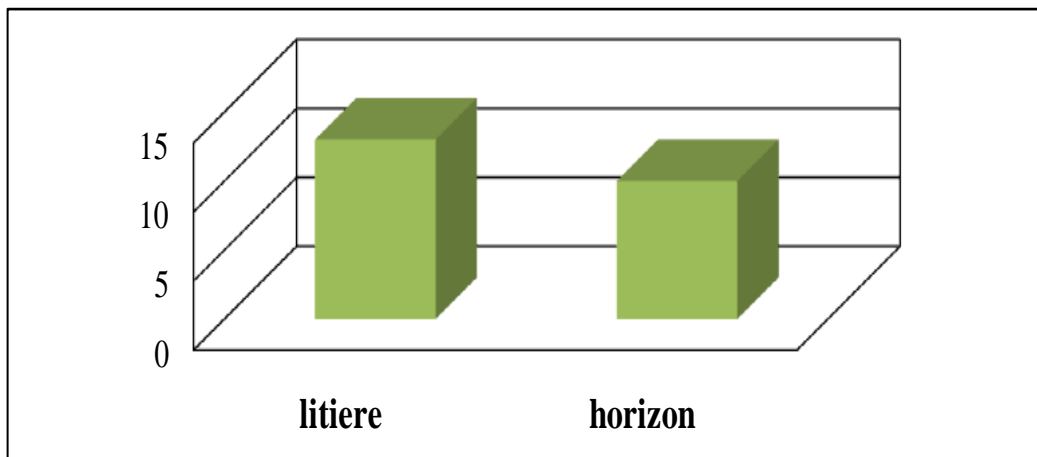


Figure n°10: Richesse faunistique du lac Mellah

1.5.1.2. Abondance total de la faune du sol au niveau du lac Mellah

384 individus ont été collectés dans les différents horizons du sol au niveau du lac Mellah. Nous avons observé un total 264 individu dans l'horizon, suivi par 120 individus dans la litière (Fig. n°11).

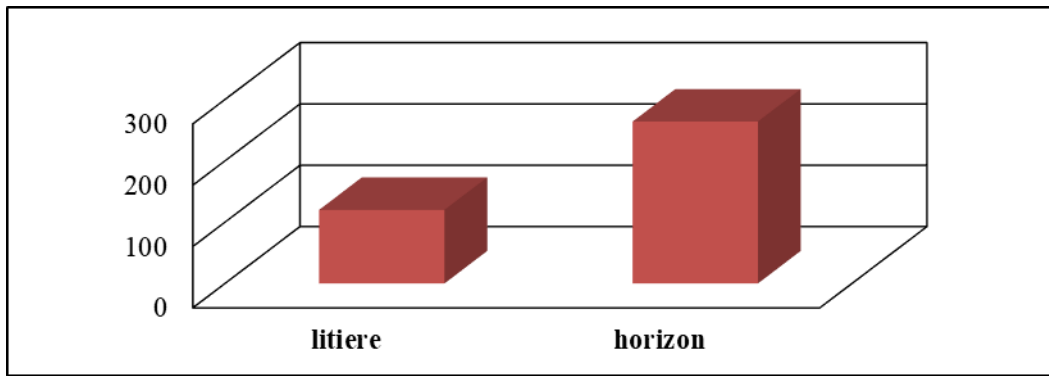


Figure n°11 : Abondance total de la faune du sol au lac Mellah

1.5.1.3. Abondance totale de chaque famille dans les différents horizons du sol au lac Mellah

Les familles de Formicidae, Lumbricidae et Ténébrionidés sont les familles les plus abondantes dans l'horizon avec 112, 86 et 49 individus respectivement par contre les familles les plus abondantes au niveau de la litière sont les Helicidae, Polygyridae et Julidae avec 29, 25 et 20 individus respectivement.

Une absence totale pour les familles de Carabidae, Termitidae, Nepidae, Armadillidae, Porcellionidae et Tetranychidae dans l'horizon et le reste des familles ont été observé avec un faible effectif.

Dans la litière on a marqué une absence totale pour les familles de Ténébrionidés, Pyrochroidae et Athericidae et le reste des familles sont présent avec de faible à moyenne effectifs. (Fig.n°12)

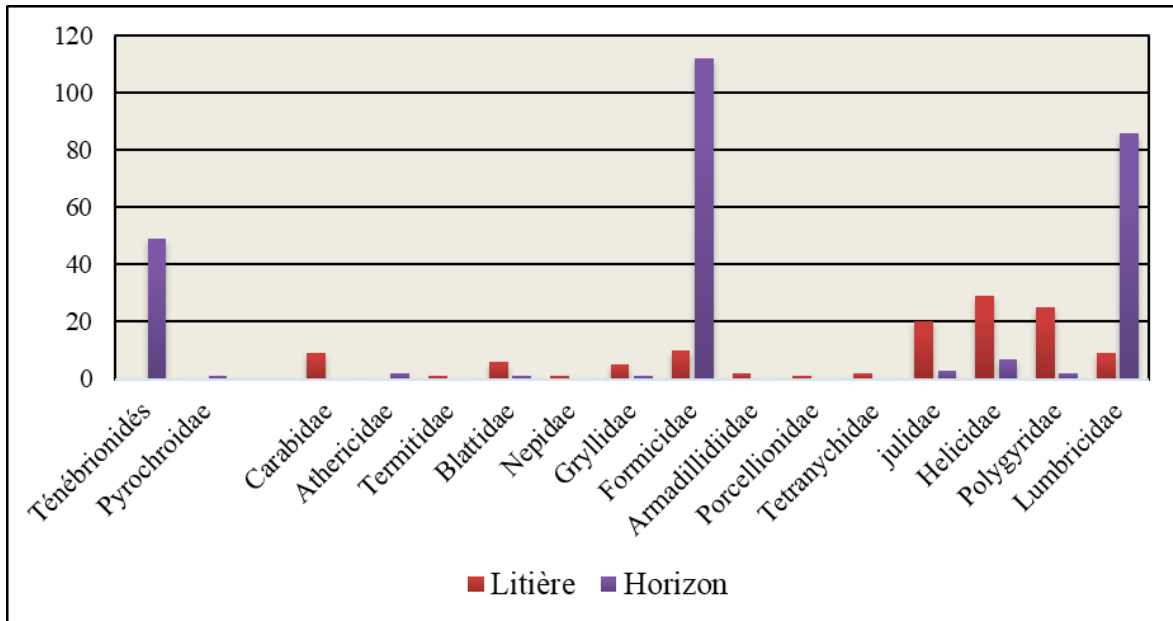


Figure n°12: Abondance totale de chaque famille dans les différents horizons de sol au Lac Mellah.

I.5.2. Les indices écologiques de Structure : Indices de diversité de Shannon H' et l'équitabilité E

Notre étude a révélé que les valeurs les plus élevées de l'indice de diversité Shannon et de l'équitabilité pour la litière étaient respectivement de 2.10 bits et 2.81, tandis que les valeurs de l'horizon étaient faibles, avec respectivement 1.03 bits et 0.47. Cela se manifeste par la diversité et l'équilibre du peuplement dans la litière. (Fig.n°13)

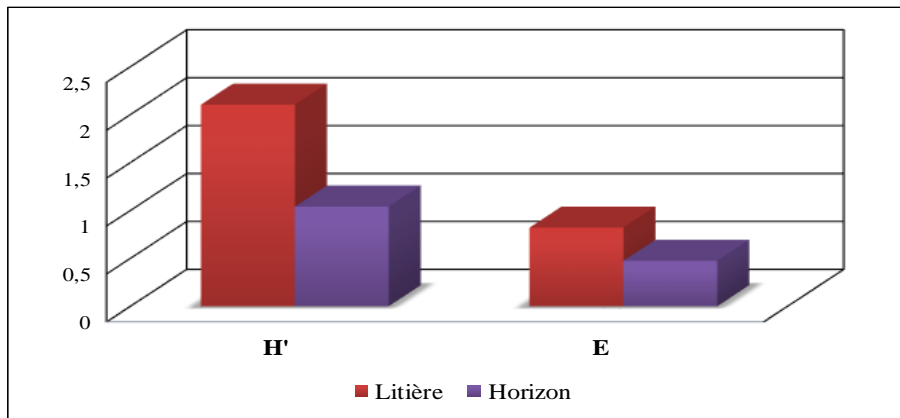


Figure n°13: Les indices écologiques de Structure pour la faune du sol au niveau du lac Mellah

2. Variation saisonnière de la faune du sol dans les différents horizons du sol

2.1. Comparaison de variance pour les trois saisons

Etant donné que la p-value calculée est inférieure au niveau de signification $\alpha=0,05$ (Tab. n°05), on doit rejeter l'hypothèse nulle H_0 , et retenir l'hypothèse alternative H_a . Au moins l'une des variances est différente des autres dans les trois saisons.

Tableau n°07: Statistique descriptive de la faune du sol dans les trois saisons

Variable	Observations	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type
Automne	16	0,000	26,000	5,313	7,964
Hiver	16	0,000	11,000	1,500	2,944
Printemps	16	1,000	96,000	17,188	27,759

Tableau n°08: Test de Levene (Moyenne) / Test bilatéral

F (VALEUR OBSERVEE)	9,417
F (VALEUR CRITIQUE)	3,204
DDL1	2
DDL2	45
P-VALUE (BILATERALE)	0,000
ALPHA	0,05

2.2. Les indices écologiques de composition : la richesse et l'abondance

Les résultats que nous avons obtenus indiquent qu'il y a une croissance progressive de la richesse et de l'abondance pendant la saison de printemps, avec 275 individus et 16 familles. Ensuite, on observe une baisse progressive de la richesse et de l'abondance pendant les saisons d'automne et d'hiver. (Fig.n°14)

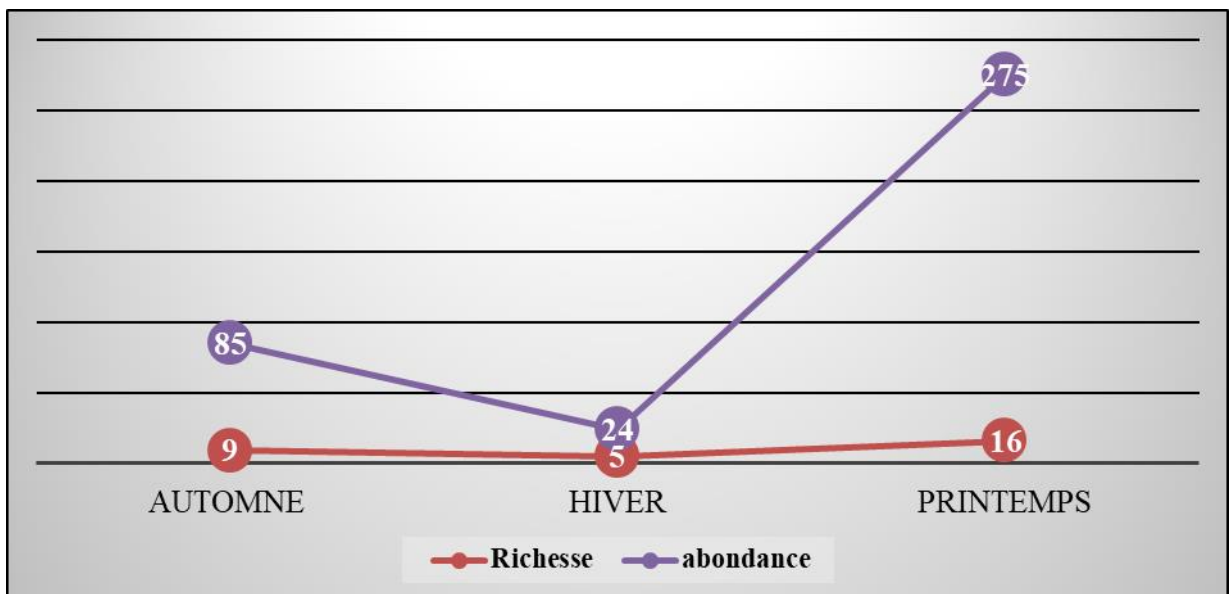


Figure n°14: Indices écologiques de composition de la faune du sol dans les trois saisons au Lac Mellah.

2.3. Les indices écologiques de structure : L'indices de diversité de Shannon- Weaver H' et l'équitabilité E

En général, H' et E augmentent avec le nombre d'espèces et avec la régularité de leur distribution d'abondance. En autres, un faible indice est le résultat d'un nombre limité de taxons et/ou de la prédominance de quelques espèces.

Chapitre III : Résultats et Interprétations

L'indice de diversité de Shannon- Weaver H' a été enregistrée un maximum pendant la saison de printemps avec 1.89 bits et un minimum d'équitabilité E avec 0.66.

Nos résultats ont montré que la saison d'hiver est la moins diversifiée avec 1.42 bits et plus équilibré avec 0.88.

La saison de l'automne a enregistré des valeurs moyenne de l'indice de diversité de Shannon- Weaver H' et l'équitabilité E avec 1.83 bits et 0.83. (Fig.n°15)

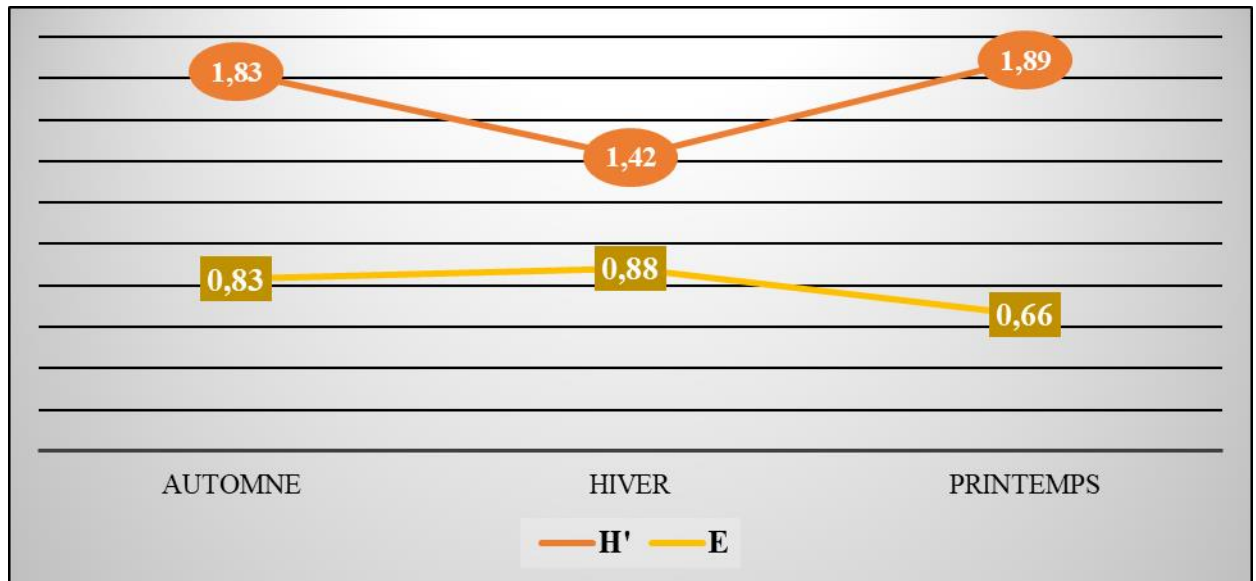


Figure n°15 : Indices écologiques de structure de la faune du sol dans les trois saisons au lac Mellah.

3. Analyse factorielle des correspondances (AFC)

L'Analyse factorielle des correspondances des données récoltées durant la période d'étude est exprimée sur le plan factoriel ($F1 \times F2$) de l'AFC avec un taux d'inertie autour de 100% (Fig.n°15).

La carte factorielle expose une information sur l'abondance des différentes familles de la faune du sol durant les trois saisons (automne, hiver et printemps).

Les graphiques issus de l'analyse factorielle, montrent clairement que l'axe $F1$ exprime 92.72 % et l'axe $F2$ exprime 7.28 %.

L'axe 1 oppose deux groupes, le premier en position positive il correspond aux espèces inféodés à la saison de l'hiver avec 02 familles à très fortes abondances il s'agit de: Helicidae et Polygyridae.

Chapitre III : Résultats et Interprétations

Le deuxième groupe est caractérisé par des espèces moins fréquents et moins abondants inféodés à saison de l'automne sur le côté négatif il s'agit des familles de: Termitidae et Julidae.

L'axe 2 est caractérisé par un groupe, qui est en position positive, il comprend neuf familles notées à la saison de printemps à très fortes abondances: Lumbricidae, Ténébrionidés, Armadillidiidae, Athericidae, Porcellionidae, Gryllidae, Nepidae, Pyrochroidae et Tetranychidae. (Fig.n16)

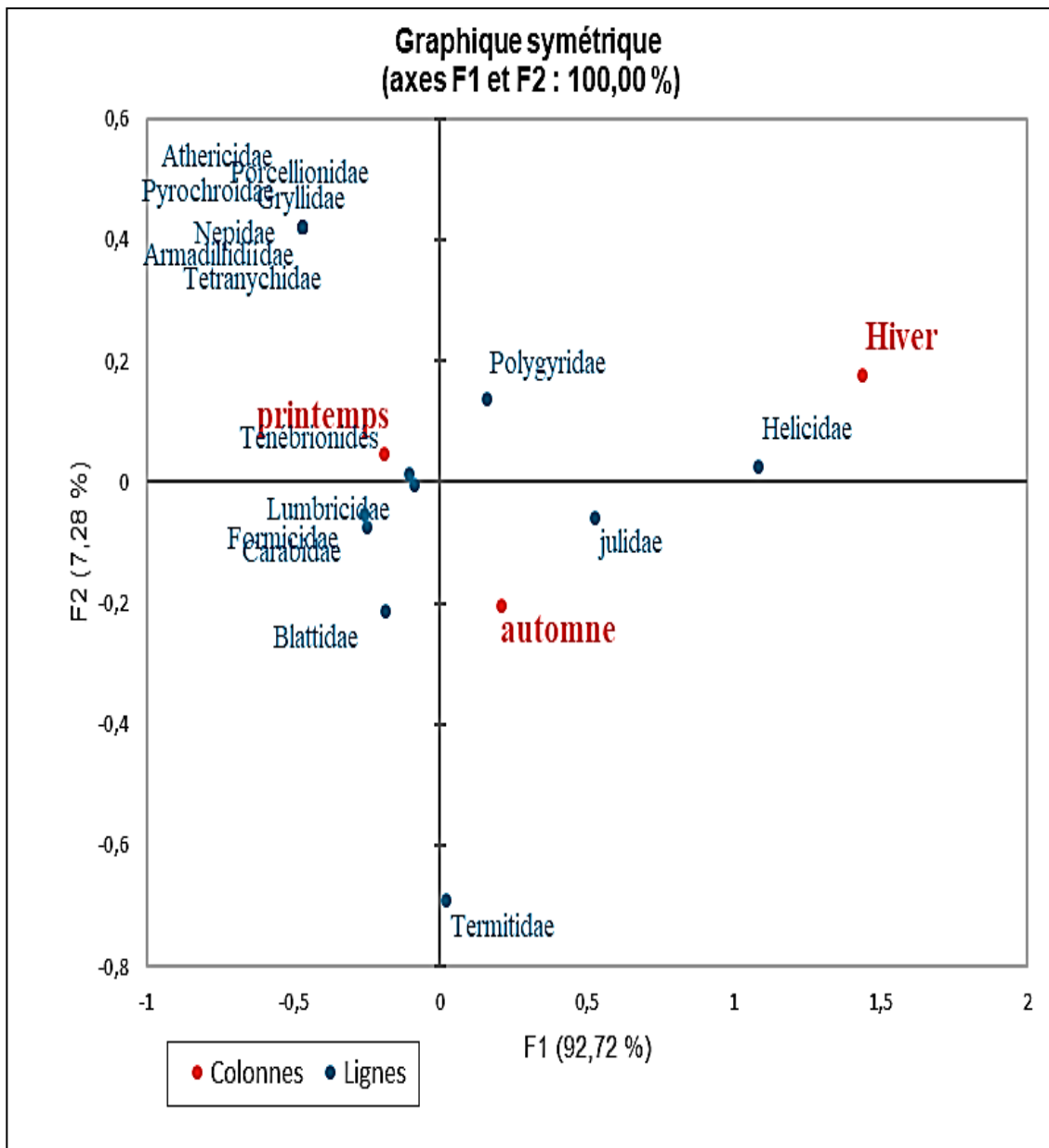


Figure n°16: Analyse factorielle des correspondances(AFC) réalisée sur les 03 saisons (Automne, hiver et printemps) et 17 familles de la faune du sol.

CHAPITRE IV :

DISCUSSION

Chapitre IV : Discussion

Dans la présente étude, nous avons étudié la diversité de la faune du sol autour du lac Mellah. Menée sur une période de sept mois d'octobre 2023 à avril 2024, cette étude a exploré les variations saisonnières de la faune du sol. Cette recherche a couvert trois saisons (hiver, printemps et automne), des échantillons mensuels ont été effectués. De plus, l'extraction des organismes du sol ont été réalisées à l'aide de l'appareil de Berlese, qui est une méthode standardisée pour récupérer la faune du sol vivant dans la litière et la couche superficielle du sol.

Les résultats acquis ont montré que la diversité de la faune du sol dans les horizons du lac Mellah révèle une composition variée, représentée par six classes zoologiques distinctes. La classe Insecta constitue la moitié (50 %) de la faune du sol récoltée. Les insectes sont connus pour leur abondance et leur diversité dans les écosystèmes terrestres, jouant des rôles essentiels dans les cycles écologiques (Basset *et al.*, 2012). La classe de Clitellata (Les vers de terre) représente 24 % de la faune totale du sol. Les Clitellates jouent un rôle crucial dans la structure et la fertilité du sol par leur activité de bioturbation (Lavelle *et al.*, 2006).

La classe des Gastéropoda, inclut des escargots et des limaces, constituées de 16 % de la faune du sol récoltée. Les Gastéropodes peuvent influencer la composition végétale et la décomposition de la matière organique (Barker, 2001). Arachnida et Crustacea sont présents en proportions plus modestes dans la faune du sol. Les arachnides comme les araignées et les acariens jouent un rôle important dans la régulation des populations d'insectes et dans les réseaux trophiques du sol (Setälä *et al.*, 2005). Les crustacés terrestres comme les cloportes (Isopoda) peuvent participer à la décomposition de la matière organique et à la formation de l'humus (Hopkin, 1997).

Les résultats des fréquences d'occurrence des familles de la faune du sol dans les différentes stations et sur toute la période d'étude fournissent un aperçu intéressant de la distribution et de la présence des différents groupes taxonomiques.

Les Helicidae (escargots terrestres) et les Lumbricidae (vers de terre) sont omniprésents, ce qui suggère qu'ils sont présents dans toutes les stations et à toutes les périodes d'échantillonnage. Leur omniprésence peut être due à leur adaptabilité à une gamme de conditions environnementales (Lavelle *et al.*, 2006).

Les Julidae (mille-pattes) et les Polygyridae (escargots terrestres) sont considérés comme constants, indiquant qu'ils sont présents dans la plupart des échantillons mais peuvent ne pas être présents dans toutes les stations à tout moment. Cette distribution peut refléter des préférences spécifiques d'habitat ou des cycles saisonniers dans leur activité (Barker, 2001).

Les Ténébrionidés (coléoptères ténébrionidés), les Blattidae (blattes) et les Formicidae (fourmis) sont régulièrement présents. Leur présence régulière suggère une certaine stabilité dans leur population et leur distribution, souvent liée à des interactions complexes avec d'autres membres de l'écosystème du sol (Hendrix & Bohlen, 2002).

Les Carabidae et les Gryllidae sont présents comme familles accessoires. Leur présence sporadique peut être liée à des préférences spécifiques pour certaines conditions environnementales ou à des migrations saisonnières (Honek, 1993).

Pyrochroidae, Athericidae, Termitidae, Nepidae, Armadillidiidae, Porcellionidae et Tetranychidae, ces familles sont considérées comme accidentelles, ce qui indique qu'elles sont rarement présentes dans les échantillons prélevés. Leur présence peut être due à des événements de dispersion ou à des facteurs environnementaux variables qui limitent leur établissement à long terme (Barnes *et al.*, 2005).

La faune du sol au lac Mellah a révélé une diversité significative avec l'identification de 12 ordres et 6 familles différentes. Cette diversité varie selon les types de sol, avec une concentration particulièrement élevée des familles observées dans la litière par rapport à l'horizon.

La litière a présenté la plus grande diversité avec 13 familles identifiées. Ce microhabitat peut offrir des conditions favorables à une variété d'organismes, contribuant ainsi à une diversité taxonomique accrue (Wardle *et al.*, 2004).

L'horizon, bien que légèrement moins diversifié avec 10 familles, montre également une variété significative. Les conditions physiques et biologiques de l'horizon peuvent moduler la composition spécifique de la faune du sol, influençant ainsi sa diversité (Lavelle *et al.*, 2006).

La répartition des individus collectés dans les différents horizons du sol du lac Mellah, est représentée par 264 individus dans l'horizon et 120 individus dans la litière, offrant des insights intéressants sur la répartition spatiale de la faune du sol ; qui peut être influencée par plusieurs facteurs écologiques et biotiques. La litière, avec son accumulation de matière

organique en surface, offre une source alimentaire directe pour de nombreux organismes décomposeurs (Bardgett *et al.*, 2005). Les conditions de température, d'humidité et de lumière peuvent varier considérablement entre l'horizon et la litière, influençant ainsi la distribution des espèces adaptées à ces microenvironnements spécifiques (Bardgett & van der Putten, 2014).

Les interactions entre les différents groupes d'organismes, tels que les prédateurs, les décomposeurs et les symbiotes, peuvent également jouer un rôle crucial dans la structuration des communautés de la faune du sol (Wardle *et al.*, 2004).

Les résultats de notre étude, montrent des valeurs élevées de l'indice de diversité de Shannon et de l'équitabilité pour la litière par rapport à l'horizon.

L'indice de diversité de Shannon pour la litière est de 2.10 bits. Il est élevé indiquant une grande diversité spécifique, ce qui signifie que la litière abrite une variété d'espèces avec des abondances relativement équilibrées (Magurran, 2004).

L'indice de diversité pour l'horizon est beaucoup plus faible, à 1.03 bits. Cela suggère une diversité moindre, avec peut-être quelques espèces dominantes et une distribution inégale des individus (Margalef, 1958).

L'équitabilité pour la litière est de 2.81, ce qui indique que les individus sont répartis de manière assez équilibrée entre les différentes espèces. Une haute équitabilité signifie que presque toutes les espèces ont des abondances similaires, sans qu'une seule espèce ne domine (Pielou, 1969).

L'équitabilité pour l'horizon est de 0.47, indiquant une distribution très inégale des individus parmi les espèces présentes. Une faible équitabilité signifie que quelques espèces sont beaucoup plus abondantes que les autres, ce qui peut refléter des conditions environnementales ou des interactions biotiques spécifiques (Whittaker, 1972).

La litière, en tant que couche supérieure du sol est riche en matière organique en décomposition, offrant un habitat favorable pour de nombreuses espèces de la faune du sol.

La litière contient une grande quantité de matière organique en décomposition, fournissant des ressources alimentaires abondantes pour une variété d'organismes décomposeurs (Bardgett, 2005). La litière offre des microclimats stables et protégés qui peuvent abriter une gamme d'espèces, contribuant à une haute diversité et équitabilité (Wardle *et al.*, 2004).

L'horizon, étant plus profond dans le profil du sol, présente des conditions différentes tel que les ressources alimentaires dans l'horizon qui sont généralement moins abondantes et plus difficilement accessibles que dans la litière, ce qui peut limiter la diversité (Lavelle *et al.*, 2006). Les conditions physiques de l'horizon sont souvent plus homogènes, avec moins de micro habitats variés comparé à la litière, ce qui peut également réduire la diversité et l'équilibre des populations (Decaëns, 2010).

Les indices de diversité de Shannon-Weaver (H') et d'équitabilité (E) révèlent des variations saisonnières marquées dans la diversité de la faune du sol au cours de notre étude au lac Mellah. Durant la saison de printemps, la diversité atteint son maximum avec un indice H' de 1,89 bits, bien que l'équitabilité soit relativement faible à 0,66, suggérant une certaine prédominance d'espèces spécifiques. En contraste, la saison d'hiver présente la plus faible diversité avec un H' de 1,42 bits, mais une équitabilité plus élevée de 0,88, indiquant une distribution plus uniforme des individus parmi les espèces présentes. Pour la saison d'automne, les valeurs moyennes sont enregistrées avec un H' de 1,83 bits et une équitabilité de 0,83.

Les variations observées peuvent être influencées par des facteurs tels que les changements climatiques saisonniers, les cycles de reproduction des espèces, et les interactions trophiques dans l'écosystème. Les études sur la biodiversité des sols montrent souvent une augmentation de la diversité au printemps en raison des conditions environnementales favorables à l'activité biologique, comme la décomposition accrue de la matière organique et l'activité des organismes décomposeurs (Eisenhauer *et al.*, 2017).

Les résultats présentés ici sont cohérents avec les recherches antérieures qui montrent que la diversité des espèces peut fluctuer significativement selon les saisons dans les écosystèmes terrestres, avec des implications importantes pour la stabilité et la résilience de ces écosystèmes face aux perturbations environnementales (Bardgett et van der Putten, 2014).

CONCLUSION

Conclusion

Au cours de cette étude, nous avons inventorié la pédofaune présente au sein du lac Mellah au niveau du parc national de El kala.

Nous sommes concentrés sur l'abondance et la richesse de la faune du sol à l'échelle spatiale du lac Mellah. La démarche adoptée consiste en une extraction de la pédofaune effectués à la méthode de Berlese et à l'aide du tri manuel.

Les résultats obtenus ont permis de recenser 06 classes présentent 11ordres avec 16 familles d'un effectif de 384 individus sont distribués entre l'horizon 264et la litière 120 individus, d'après nous résultats les arthropodes sont la plus abondante avec 09 ordre a été recensé dans 11 ordre.

D'après l'indice de diversité Shannon en résulte que la litière et un milieu plus diversifie que l'horizon.

Les résultats qui enregistre d'après l'indice de l'équitabilité, au niveau de litière le milieu et équilibré pendant les trois saisons (automne, hiver et le printemps) par contre chez l'horizon on a enregistré un équilibré pendant les deux saisons (l'automne et l'hiver), et moine équilibré pendant le printemps. Cela en peut dire que l'équilibre dans l'horizon seulement effectué par les variations de la température

En effet, l'état de la faune est fortement lié à l'état de leur environnement, La distribution du pédofaune observé contrôlé par paramètres physico-chimiques telles que la salinité et la température et édaphiques (nature du substrat), sans oublier d'autres facteurs externes comme les changements climatiques.

Enfin, ce travail mérite d'être suivi on continuera l'échantillonnage et élargir les surfaces dans UN intervalle de temps beaucoup plus large, avec l'établissement d'autres techniques d'étudeIl serait également intéressant d'adopter des techniques d'identification appliquée sur les populations des pédofaune pour une détermination précise des espèces.

La diversité de la faune du sol autour du lac Mellah varie significativement en fonction des échelles spatiales et saisonnières. Les micro-habitats et la proximité du lac influencent la composition et l'abondance des communautés fauniques. Les variations saisonnières, quant à elles, déterminent les mouvements verticaux et l'activité des organismes du sol. Une compréhension approfondie de ces dynamiques est essentielle pour la conservation de la

biodiversité et la gestion durable des écosystèmes terrestres dans la région du lac Mellah.

**RÉFÉRENCES
BIBLIOGRAPHIQUES**

Références Bibliographiques

A

Aragno M., Gobat j.M.Matthey w, 2003. Le sol vivant, base pédologie /biologie des sols. 2ed, imprimé en france, 568 p.

B

Bebrit .A.2015. Variation saisonnière de l'abondance de la méso faune sous une culture de Pomme de Terre : Cas des sols de Boukhalfa. mémoire de master. UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI de TIZI-OUZOU. 2015

Bencheikh.D et Moumene.A 2021. Etude comparative de la litière forestière dans la région de Mahouna (Guelma) et dans la forêt du Lac Tonga (El-Kala) : Cas du chêne zeen et de chêne liège. Université de 08 Mai 1945 – Guelma .65 pages

Boumezbeur A. (2006). Tentative d'assèchement du lac Tonga, formation des gestionnaires des zones humides. Document administrative, Direction générale des forêts

Bencheikh.D et Moumene.A. 2021 : Etude comparative de la litière forestière dans la région de Mahouna (Guelma) et dans la forêt du Lac Tonga (El-Kala) : Cas du chêne zeen et de chêne liège. 65p

Brahmia.Z, 2002. Rôle fonctionnel du lac Oubeira et du lac Mellah (parc national d'El-Kala) pour les oiseaux marins. 101p.

Bouzeriba, 2001. LA RÉSILIENCE : Émergence et Conceptualisation du Phénomène. 31p

Baba-Ahme, M. 2022. Mobility Aware Strategy for Geographical Routing Schemes in Underwater Acoustic Networks.

Blondel.J, 1979 : *Biogéographie et écologie*. Paris, Masson, *Collection d'Ecologie*, vol. 15.

C

Calvet R. 2013. Le sol .constitution, propriétés physiques, physico chimiques et chimiques ; organismes vivants : rôles, biodisponibilité de l'eau, des nutriments et des substances toxiques ; qualité des sols, relation avec la qualité de l'air et des eaux .Ed. France agricole.

D

Djedid.M et Raghdadi.A ;2022. Rôle et activités des microorganismes dans le sol. mémoire de licence Université Chadli Bendjedid. El Tarf. 65 pages

D.Zouini, 2007 Inventaire et Qualité des Eaux des Sources du

Duchaufour ph ,2004. Introduction à la science du sol-6ème Ed de l'abrégé de pédologie dunod, p 42, 63, 69, 109.

Dajoz.R .1985 : *Précis d'Ecologie*. 54-6. p52

G

Ghodbane L. 2007 : *Impact des activités de la population riveraine sur les suberaies du PNEK (cas des subéraies de Bougous)*. Mém. Ing. Centre universitaire d'El Tarf. 68p

Gobat, J.-M., Aragno, M. & Matthey, W. — *Le sol vivant. Bases de pédologie. Biologie des sols*. 2e édition, revue et augmentée. Presses polytechniques et universitaires romandes, Lausanne. 2003. 568 pages. ISBN 2-88074-501-2 (broché)

Ghenabzia .S.2014 : Les cercles de lecture comme moyen de développement de la compétence communicative en FLE Cas des élèves de 2ème année du lycée Bouchoucha, El-Oued.91p

J

JABIOL.B et AIZE.D.1995 : Guide pour la description des sols 388 p.

Ethier, M & Hubart, J-M (2005) – La « troglobitude » : adaptations à la vie souterraine. Notes fauniques de Gembloux, 57 : 29-48. 1570 p

L

Legendre, L. and Legendre, P. (1984) *Ecologie numerique*, Tome 1, traitement multiple des donnees ecologiques. 2nd Edition, Masson, Paris.

M

Manneville, O., Vergne, V. Et Villepoux, O. 1999. *Le monde des tourbières et des marais*. Delachaux et Niestlé. 320p

O

Ouchtati.N, 1993. Etude biosystématique des coléoptères carabiques du Parc National d'El Kala et de la région de Tébessa.147p

P

ParcNationald'ElKala(N.Estalgérien). Mémoire de magistère. Université de Badji Mokhtar -Annaba (134 pages

Pesson P, 1980.actualités d'écologie forestière : sol, flore, faune. Ed. Paris, Gauthier Villars, 1980, 517p

R

Robert. M, 1996. *Le sol interface dans l'environnement ressource pour le développement*. Ed. Masson.

RAVEN, P. H., R. F. EVERT & S. E. EICHHORN (2007b). *Biologie végétale*. De Boeck, Bruxelles. Traduction de la 7 e édition américaine par J. Bouharmont, révision C. Evrard

ROUAG. R et BENYACOUB.S, 2006. *Inventaire et écologie des reptiles du Parc national d'El Kala (Algérie)* .16p

Rouag.R, 1999. Approche fonctionnelle de l'écologie de deux espèces de Reptiles Lacertidés insectivores (*Psammodromus algirus* et *Acanthodactylus erythrurus*) et d'un

reptile chélonien phytophage (*Testudo graeca graeca*), dans un maquis dunaire du parc national d'El-Kala (Wilaya d'El-Tarf) .227p

S

Samai.S. 2017 : Etude Cinétique et Thermochimique des Réactions impliquant des Radicaux OH, Cl, NO₃, O₃ et HO₂ avec une série d'Amides Volatiles par Modélisation Moléculaire. centre université Batna.221p

T

Touyre .P.2015. Le sol, un monde vivant : Formation, faune, flore. Ed, Delachaux et Niestlé, p 83, 85, 96, 105.

ANNEXE

Annexe

ANNEXE



FAMILLE DES CARABES



FAMILLE DE JULIDÆ

***PRODUCTIONS
SCIENTIFIQUE***

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITÉ CHADLI BENDJEDID- EL-TARF
FACULTÉ DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE



ATTESTATION DE PARTICIPATION

Le Comité Scientifique de la Journée d'Etude sur les Zones Humides
(JEZH, 24 - webinaire) qui s'est déroulé le **21 Février 2024**

Certifie que : **Mme. BOUGRADJA Rihab**

Co-auteurs : BOUZAREB Manel, CHETTIBI Ahlam et RIZI Hadia

A présenté une **communication affichée** dont l'intitulé: **RICHESSSE ET ABONDANCE DE LA FAUNE DU SOL DU LAC MELLAH (PNEK).**

Le Doyen de la Faculté

جامعة الشاذلي بن جديد
عميد كلية علوم الطبيعة والحيوية
الأستاذ الدكتور: هشام بن ناصر

Université Chadli Ben Djedid et Tarf
Faculté Des Sciences De la Nature Et De la Vie

La Présidente
Présidente JEZH
Dr : RIZI HADIA

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITÉ CHADLI BENDJEDID- EL-TARF
FACULTÉ DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE



ATTESTATION DE PARTICIPATION

Le Comité Scientifique de la Journée d'Étude sur les Zones Humides
(JEZH, 24 - webinaire) qui s'est déroulé le **21 Février 2024**

Certifie que : **Mme. BOUZAREB Manel**

Co-auteurs : BOUGRADJA Rihab, CHETTIBI Ahlem et RIZI Hadia

A présenté une **communication affichée** dont l'intitulé: **DIVERSITE DE LA FAUNE
DU SOL AU NORD -EST ALGERIEN : CAS DU LAC MELLAH.**

Le Doyen de la Faculté

جامعة الشاذلي بن جديد - الطارف
تعليمية عليا علوم الطبيعة والحياة

الاستاذ المساعد الدكتور
الفاضل بن جليل



Université Chadli Bendjedid et Tarf
Faculté Des Sciences De la Nature et De la

Présidente
Dr : RIZI HADIA

Vic
Présidente
Dr : RIZI HADIA

