



Mémoire de Fin d'Études

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

Spécialité : « TOXICOLOGIE INDUSTRIELLE ET ENVIRONNEMENTALE »

THÈME

**Contribution à l'étude de la faune du sol au Nord -
est Algérien : cas de Chaffia et lac Tonga.**

Soutenu le : 07/07/2021

Présenté Par : Benrouba Roumaissa

Zouiche Bouthaina

Devant le jury composé de :

Dr Haou .S	MCA	Présidente	UCBET
Dr Saidi .H	MCB	Examinatrice	UCBET
Dr Rizi.H	MCB	Promotrice	UCBET

Année universitaire 2020 - 2021

Remerciement

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

Nous adressant nos vifs remerciements à notre encadreur **Dr Rizi . H** qui a bien voulu dirigé ce travail, pour tous ces conseils ses encouragement et la correction du manuscrit Qu'elle trouve ici l'expression de notre profonde reconnaissance

Nous remerciement vont aussi aux membres de jury pour l'honneur qu'ils nous font en acceptant d'évaluer notre travail :

Dr Haou.S en acceptant de présider le jury de soutenance.

Dr Saidi .S en examinant notre travail.

Un grand merci à notre cousine Hadjira qui nous a apporté son aide en statistique pour l'élaboration de ce travail.

Nous remerciant également nos parents à qui on doit tant, pour leur précieux soutien, leur encouragement et leur présence tout au long de nos études qu'ils trouvent dans ce travail, tout notre respect et notre amour.

Merci à tout personnes qui nous à aider afin d'achever ce travail

Boutheina et Roumaissa

Dédicace

Aux personnes les plus chers à ma vie (je ne trouve pas les mots pour exprimer tout leur amour, leur soutien moral et matériel).

A Mes très chères parents, mon père Abdallah et ma mère Djahida pour leur amour et leur sacrifices tout le long de mon parcours d'étude.

A mon chère et unique frère : Zakaria

A mon mari Othman pour sa gentillesse et sa générosité ; merci infiniment pour ta compréhension, ton aide (précieuse surtout sur le terrain) et ta tendresse.

A mes chères sœurs : Assia , Noria, Hakima, Rahil. Amani

A toute les grandes familles (zouiche) et (Bakli)

A mon ange : Akrem, et mon prince : Mohamed lamine

Je dédie particulièrement ce travail à ma deuxième mère (Fouzia)

A mes Chère amies :

Nanou, Bouchra, , Chaima, Nadjla, Wissem , Khouloud. Khaoula ,Oumaima

A mon binôme Roumaïssa pour sa sympathie et sa tendresse.

A tous ceux qui sont proche à mon cœur et tous les gens que j'aime et qui m'aiment

Bouthaina



Dédicace

Je dédie ce modeste travail

A la mémoire de mon cher et adorable père Labidi, qui doit être fier de moi de la haut.

A ma mère Rebeh, pour sa présence, son amour et ses prières

A mon mari Adel pour ses encouragements sans faille pour que je puisse accéder à des haut degrés scientifique et aussi pour sa présence. Merci infiniment

(Surtout pour son aide sur terrain)

A mes chère sœurs : Razika, Amina, Manel, Basma et Nour.

qui ont toujours été la pour moi, et qui représente un magnifique modèle de labeur et de persévérance

A toute la famille (Benrouba), (kherabi) et (Soltani)

A ma deuxième mère warda et mon deuxième père Mohamed

A mon petit prince Aymen et sans oublier les princesses : Bouchra, Roufaida, Roufane Jouri

A mes amies proches : warda, Bouchra, Mounia ; Hadjira Marwa

A mon binôme Bouthaina pour sa gentillesse et sa générosité.

Roumaïssa

RESUME

L'articulation principale de cette contribution est la comparaison de la diversité faunistique du sol d'une forêt de chaffia et du lac Tonga durant 4 mois d'échantillonnage.

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

La comparaison entre les deux sites étudiés montre qu'il y a une différence significative entre les peuplements concernant la densité de la faune, elle est (737individus). La densité la plus faible se trouve au niveau du lac Tonga , elle est (432 individus).

Mots clés: Sol, forêt de chaffia , lac Tonga , la faune du sol, diversité, richesse,

ABSTRACT

The main articulation of this contribution is the comparison of the faunistic diversity of the soil of Chaffia forest and Lake Tonga in the period of the 4 months.

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

Comparison of the two sites of the study proved that there is a significant difference in the density of animals where we have (737species) and the least density found at the level of lake bird estimated at (432species).

Keywords: Soil, forest of chaffia, lake Tonga, animals, diversity, richness, Density.

المخلص

المفهوم الرئيسي لهذه المساهمة هو المقارنة بين التنوع القطري للتربة في غابة الشافية وبحيرة طونقة لمدة 4 أشهر من اخذ العينات

النتائج المتحصل عليها من خلال تحليل تركيبية وتنوع حيوانات التربة و النتائج حسب جهد أخذ العينات في رحلات شهرية (فيفري, مارس, افريل, ماي) و 5 عينات من أقي التربة (العمالة و الأفق) أظهرت وجود مجموعات حيوانية تتمثل غالبا بالحشرات , الحلقيات , العنكبوتات و القشريات . وبصفة عامة وجود اختلاف في التركيبة بين النقالة و الأفق للتربة

المقارنة بين موقعين للدراسة أثبتت أن هناك اختلاف هام بخص الكثافة الحيوانية حيث لدينا (737 فردا) و الكثافة الأقل نجدها على مستوى بحيرة طونقة تقدر (432) نوعا

الكلمات الدالة : التربة , غابة الشافية , بحيرة طونقة , حيوانات التربة , التنوع , وفرة , كثافة

Liste de Figures

N°	Titre de figure	N° de page
01	exemple du différent horizon du sol	04
02	Un protozoaire	08
03	Un nématode	09
04	situation géographique de la wilaya D'El Tarf	21
05	Vue satellitaire de lac Tonga dans la région d'El-Kala	24
06	La sation géographique de la commune d'Chaffia	26
07	Photographie satellitaire de la commune d'El-chaffia	26
08	Schéma montrant le fonctionnement de l'appareil de Berlese-Tullgren	31
09	Organigramme du traitement par l'AFC	39
10	Distribution des effectifs et des pourcentages des différents groupes de la pédofaune au niveau de Chaffia	40
11	Distribution des effectifs et des pourcentages des différents groupes de la pédofaune au niveau de lac Tonga	41
12	Distribution des effectifs de la litière dans les deux sites d'étude	42
13	Distribution des effectifs d'horizon des deux sites d'étude	43
14	Variation du nombre d'ordres, des effectifs, dans la litière et l'horizon des deux sites d'étude	45
15	Diversité et équitabilité de la litière et l'horizon dans les deux sites d'étude	46
16	Variation temporelle de l'effectif de la Pédofaune de deux sites d'étude	47
17	Les stations d'étude qui ont été distribué selon un plan factoriel (axe3-2)	48
18	Distribution des espèces selon un plan factoriel mettant en évidence la diversité spécifique et fonctionnelle	49

Liste des photos

N°	Titre de photo	N° de page
01	Vue général du lac Tonga	23
02	Vue de la forêt d'chaffia	26
03	Choix d'une station Homogène	28
04	Emplacement du carré métallique	28
05	Prélèvement de la litière	28
06	Prélèvement de l'horizon	28
07	Appareil de Berlèse utilisé au niveau du laboratoire	31
08	Boîtes de Pétris	32
09	Les pinces	32
10	Loupe binoculaire	32
11	L'identification de la faune du sol de la litière	33
12	Les étiquettes	33
13	tubes en plastique	33

Liste des Tableaux

N°	Titre de Tableau	N° de page
01	Caractéristique principales des trois types d’humus	06
02	Classification de la pédofaune en fonction de la taille	17
03	Comparaison entre la litière et les horizons dans les deux sites d’étude	43
04	Fréquences absolues et relatives dans la litière et l’horizon	44

*Sommaire***Remerciement****Dédicaces****Résumé****abstract****الملخص****Liste des figures****Liste des photos****Liste des tableaux**

Introduction	01
Chapiter I : Généralités	
I. Présentation des sols	03
I.1.Définition du sol	03
I.2.Origine et constituants du sol	03
I.3.les différents horizons du sol.....	04
I.4. Les fonctions du sol.....	07
II. Présentation de la faune du sol	08
II.1.La diversité de la faune du sol.....	08
II.1.1. La microfaune	08
II.1.1.1. Les Protozoaires	08
II.1.1.2. Les Nématodes.....	09
II.1.2.La méso faune (ou encore meiofaune).....	09
II.1.2.1. Les Acariens.....	09

II.1.2.2. Les Collemboles.....	10
II.1.2.3. Les Enchytréides.....	10
II.1.2.4. Les Symphiles.....	10
II.1.2.5. Les Pseudo-scorpions.....	10
II.1.2.6. Les Paupodes.....	10
II.1.2.7. Les protoures.....	11
II.1.2.8. Les Diploures.....	11
II.1.2.9. Les Thysanoures.....	11
II.1.2.10. Les Opilions.....	11
II.1.3.La macrofaune	11
II.1.3.1. Les Vers de terre.....	12
II.1.3.2 .Les Myriapodes.....	12
II.1.3.3. Les Araignées.....	12
II.1.3.4. Les Insectes ptérygotes.....	12
II.1.3.4.1. Les Hyménoptères (Fourmis).....	12
II.1.3.4.2. Les Coléoptères.....	13
II.1.3.4.2. Les Coléoptères.....	13
II.1.3.4.3. Les Diptère	13
II.1.3.5. Les groupes secondaires	13
II.1.3.5.1. Les Turbellariés.....	13
II.1.3.5.2. Les Némertes.....	13
II.1.3.5.3. Les Rotifères.....	13
II.1.3.5.4. Les Gastrotriches.....	14

II.1.3.5.5. Les Péripatés.....	14
II.1.3.5.6. Les Tardigrades.....	14
II.1.3.5.7. Les Gastéropodes (Mollusques).....	14
II.1.3.5.8. Les Crustacés.....	15
II.1.4. La mégafaune	16
II.1.4.1. Les Vertébrés.....	16
II.2. Les Types écologiques de la faune des Macro -invertébrés de la litière	17
II.2.1. Les épigés	17
II.2.2. Les anéciques (vers de terre)	18
II.2.3. Les endogés	18
II.3. Importance écologique de la faune du sol.....	18
II.4. Action de la faune sur le sol.....	18
II.4.1. Action sur les propriétés physiques du sol	18
II.4.2. Action sur les propriétés chimiques du sol	20
II.4.3. Action sur les propriétés biologiques du sol	20
Chapitre II : MATERIELS ET METHODES	
I- Présentation de la région d'étude.....	21
I.1. Localisation géographique de la région d'El Tarf.....	21
I.2. Climatologie.....	22
I.2.1. Pluviométrie.....	22
I.2.2. Températures	22
I.2.3. Humidité.....	22

I.2.4. Les vents	22
II. PRESENTATION DES SITES D'ETUDES	23
II.1. Le lac Tonga.....	24
II.1.1. Hydrologie.....	24
II.1.2. Climatologie.....	24
II.1.3. Biodiversité.....	24
II. 2. La forêt de la commune de Cheffia.....	25
II.2.1. Hydrologie.....	27
II.2.2. Climatologie	27
III. Méthodes de travail.....	27
III.1. Matériels et méthodes utilisés sur terrain	27
III.2. Matériels et méthodes utilisés dans le laboratoire	29
III.2.3. Conservation du matériel biologique	33
III.2.4. Identification et comptage des animaux.....	33
III.2.5. Exploitation des résultats.....	34
III.2-5.1. Exploitation des résultats par des indices écologiques de composition	34
III.2-5.2. L'analyse statistique par l'analyse factorielle des correspondances (AFC)	37
Chapitre III : Résultats et Interprétations	
I. Composition du peuplement	40
I.1. Composition du peuplement de Chaffia.....	40
I.2. Composition du peuplement dans Lac Tonga	41
I.3. Composition du peuplement dans chaque horizon et la litière dans les deux sites d'étude.....	42

II . Structure du peuplement dans chaque horizon au niveau des deux sites d'étude.....	44
II.1. Abondance relative des groupes taxonomiques identifiés dans les deux sites d'étude.....	44
II.2. Diversité.....	45
II.2.1.Variation du nombre d'Ordre, et des effectifs dans la litière et l'horizon dans les deux sites d'étude	45
II.2.2. Diversité H' et équitabilité E dans la litière et l'horizon des deux sites d'étude.....	45
II.3.Evolution temporelle de la richesse spécifique de la litière et l'horizon dans les deux sites d'étude	46
III. Résultats de l'analyse factorielle des correspondances (AFC) ..	47
III .1.Résultats AFC mixte de les deux sites étudiée	47
Chapitre IV : Discussion	50
Conclusion	53
Référence	
Annexe	

Introduction

INTRODUCTION

Le sol est la couche la plus externe de la croûte terrestre résultant de l'interaction entre la lithosphère, l'atmosphère, l'hydrosphère et la biosphère. (**Soltner, 2005 in Lembrouk, 2012**). Il résulte de la transformation de la couche superficielle de la roche-mère, dégradée et enrichie en apports organiques par les processus vivants de pédogenèse .

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

Le bassin méditerranéen a été décrit comme l'une des régions les plus riches et les plus complexes sur les plans géologique, biologique et culturel (**Blondel *et al.*, 2010**). Par sa diversité biologique et son degré d'endémicité élevés, il constitue d'un des 34 (points chauds) de la planète (**Myers *et al.*, 2000**).

Toutefois, nulle part ailleurs, les milieux naturels n'ont été aussi modifiés qu'en région méditerranéenne

La région Méditerranéenne est victime de son climat, c'est en effet par ce climat, caractérisé par un été sec et chaud, que l'on explique la fréquence et l'intensité des incendies et par voie de conséquence la pauvreté du sol en matière organique et son érosion.

L'Algérie comprend 254 zones humides d'importance internationale, Le nord-est Algérien est considéré comme un point chaud, menacé, de biodiversité végétale et la zone de l'Edough-Guerbès-Senhadja-Fetzara comme particulièrement riche et sauvage (**Vela et Benhouhou, 2009**). Cet éco-complexe sert de site de nidification et de quartier d'hivernage pour une grande variété d'oiseaux d'eau (**Samraoui et samraoui, 2008**).

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

Ce territoire est caractérisé par l'existence de cinq grands types d'habitats de haute valeur écologique dont l'habitat forestier, ce dernier est représenté par la forêt de Chaffia et le lac Tonga.

L'objectif de notre travail est comme suit : dénombrement de la faune du sol dans deux milieux différents ; identification des principaux groupes de la faune du sol entre les deux sites ; comparaison entre les deux sites en termes de richesse faunistique du sol ; Connaître la typologie des regroupements de la faune du sol.

Notre mémoire est structuré en quatre chapitres interdépendants : On commencera par une introduction suivie par :

-Le premier Chapitre : Présentation générale du sol et leur fonction ainsi qu'une présentation de la faune du sol et ces principales caractéristiques

-Le deuxième Chapitre: description des deux régions d'étude ainsi que la méthodologie de travail.

- Le troisième Chapitre : résultats et interprétation des principaux résultats obtenus.

- Le quatrième Chapitre : discussion des résultats obtenus en les comparant avec ceux de la bibliographie. Et pour finir, on terminera par une conclusion.

Chapitre I : Généralités

GENERALITES

I. Présentation des sols

Le sol est la couche la plus externe de la croûte terrestre résultant de l'interaction entre la lithosphère, l'atmosphère, l'hydrosphère et la biosphère. (Soltner, 2005 in Lembrouk, 2012). Il résulte de la transformation de la couche superficielle de la roche-mère, dégradée et enrichie en apports organiques par les processus vivants de pédogenèse. Hors des milieux marins et aquatiques d'eau douce, il est ainsi à la fois le support et le produit du vivant. La partie du sol spécialement riche en matière organique se nomme l'humus.

I.1.Définition du sol

Le sol est un élément naturel, constitué de minéraux et de matières organiques. Ces derniers sont issus du recyclage de la matière solide pendant un processus long et complexe, qui est la modification de la croûte terrestre (WINEGARDER, 1995). C'est un milieu biologique différencié en horizon d'épaisseur variable où se développe une activité intense des plantes, des animaux et des bactéries qui par leurs actions, agissent sur le sol pour un bon équilibre (DEPRINCE, 2003).

I.2.Origine et constituants du sol

Le sol est constitué de matière organiques (débris d'organismes végétaux par exemple), constituants minéraux (sable, argile...), des gaz qui circulent dans les interstices du sol, des solutions du sol (formée d'eau et d'ions) et des structures (agrégats, horizons,...) qui lui sont spécifiques. Il provient de la décomposition et de l'altération des roches par l'action de l'eau, de l'air et des êtres vivants (Soltner, 2005 in Lembrouk, 2012).

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, la porosité, l'activité biologique et des teneurs en certains éléments nutritifs (Gobat *et al.*, 2003). Les sols portant du chêne-liège étant dépourvus de calcaire et généralement acides.

I.3. Les différents horizons du sol

Une couche superficielle organique semi-mobile :

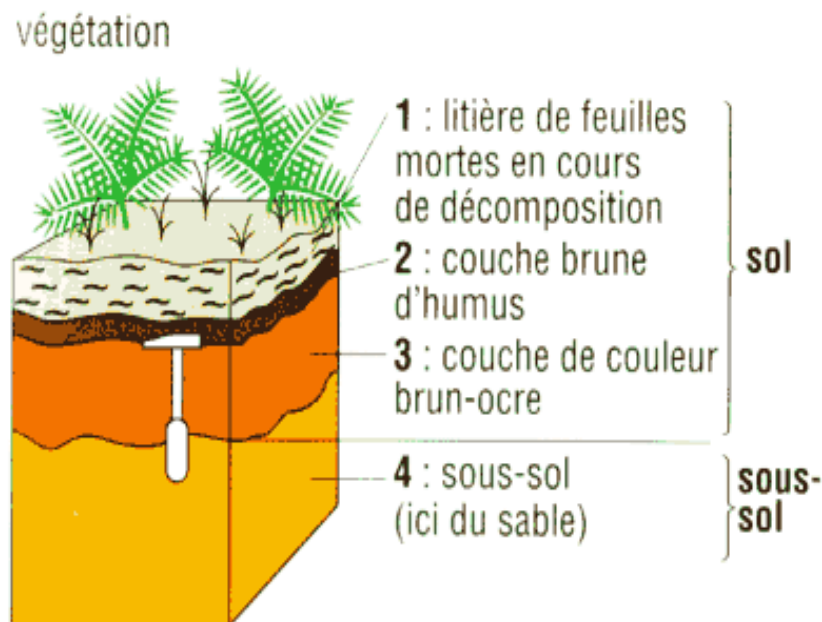


Figure n°1: Exemple des différents horizons du sol (Deprince , 2003)

- La litière est composée de débris végétaux, très riche en matière organique, peu dense, permet une libre circulation des gaz, une luminosité directe ou semi-obscur et des conditions d'hygrométrie et de température très variables en fonction des conditions atmosphériques. La teneur en gaz carbonique y est égale à celle de l'atmosphère. Cet horizon superficiel est un milieu riche en matière organique donc en aliments, mais la faune qu'elle héberge est tout de même soumise aux intempéries mais son abondance et sa diversité restent modérée. Notons que la litière est spécifique du sol forestier, dans une prairie permanente, les retombées végétales sur le sol sont trop faibles pour constituer une couche conséquente. La matière organique provient alors principalement des racines et des animaux épigés (déjections et cadavres) (Kadi, 2002).

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

- C'est l'horizon humifère (en fait horizon de fermentation et horizon humifère), mélange de composés organiques dégradés et de matière minérale. La porosité y est plus faible, les gaz circulent plus difficilement, la luminosité est nulle, la teneur en gaz carbonique augmente. La température varie peu. L'hygrométrie est plus forte, il y a moins de risques de dessiccation.

Riche en matière organique, cet horizon présente également une forte diversité biologique et une biomasse animale élevée. C'est ce que DARWIN nommait la terre végétal. C'est dans les horizons de fermentation et horizon humifère que l'on rencontre la plus grande richesse en individus et en espèces, les conditions y sont favorables : nourriture abondante, ambiance tamponnée (**Kadi, 2002**).

On peut classer les humus en trois catégories (Tab n°01)

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

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

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

-C'est le sol profond, plus la porosité est faible, l'hygrométrie proche de la saturation, la teneur en gaz carbonique élevée. Le tamponnement est efficace : la température ne varie pratiquement pas. La circulation des fluides, entièrement dépendante de la porosité, est minime. C'est un milieu qui ajoute à son originalité sa pauvreté en ressources nutritives. Les espèces et les individus y sont très peu nombreux (Kadi, 2002).

I.4. Les fonctions du sol

La capacité du sol à fournir des services pour l'être humain et l'environnement est exprimée par la notion de fonctions du sol. En accord avec les définitions internationales usuelles, une distinction est faite entre les fonctions suivantes :

- Fonction d'habitat : capacité du sol à servir de base vitale pour les organismes et à contribuer à la conservation de la diversité des écosystèmes ainsi que des espèces et de leur diversité génétique.
- Fonction régulatrice : capacité du sol à réguler les cycles de substances et d'énergie, à assumer une fonction de filtre, de tampon ou de réservoir, et à transformer des substances.
- Fonction de production : capacité du sol à produire de la biomasse sous forme de denrées alimentaires et fourragères, de bois et de fibres.
- Fonction de support : capacité du sol à servir de fondement à des constructions.
- Source de matière première : capacité du sol à stocker des matières premières, de l'eau et de l'énergie géothermique.
- Fonction d'archivage : capacité du sol à conserver des informations sur l'histoire naturelle et culturelle.

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

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

II. PRESENTATION DE LA FAUNE DU SOL

II.1. La diversité de la faune du sol

Selon la taille des individus, la faune édaphique est divisée en microfaune, mésofaune, macrofaune et mégafaune (Bachelier, 1963 ; Gobat & al., 1998 in Kadi 2002).

II.1.1. La microfaune

Comprend les individus qui sont généralement plus petits que 0,2mm (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 (BACHELIER, 1963).

II.1.1.1. Les Protozoaires

Sont des organismes unicellulaires vivant en colonies. Ils appartiennent au règne des protistes dont le noyau est entouré d'une membrane (CLARHOLM, 1985), (BENCKISER 1997) et (GOBAT *et al.*, 2003). Il existe trois grands groupes de protozoaire : les ciliés, les flagellés et les rhizopodes (COINEAU, 1974).

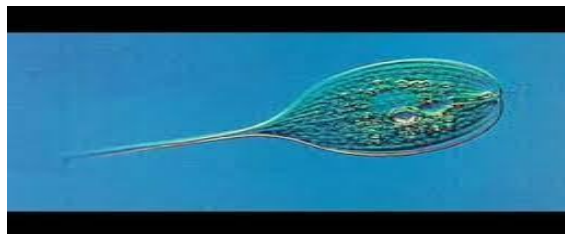


Figure n° 02 : Un protozoaire (Deprince, 2003)

II.1.1.2. Les Nématodes

Sont des vers parasites ou libres, non métamérisés, au corps ordinaire très allongé. Ils sont présent dans les sols riches en matières organiques et assez humide (**BACHELIER, 1963**).



Figure n° 03 : Un nématode (**Deprince,2003**)

II.1.2.La méso faune (ou encore meiofaune)

Dont les représentants ont une taille de 0,2 à 4mm. Les deux grands groupes de Microarthropodes qui 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 (**BACHELIER, 1963**)

II.1.2.1. Les Acariens

Les acariens du sol sont des consommateurs très actifs de débris végétaux, dont certains sont des phytosaprophages et d'autre sont prédateurs et consomment des Nématodes, des Collemboles et des larves d'insectes (**DAVET, 1996**) et (**COINEAU, 1974**)

II.1.2.2. Les Collemboles

Sont répartis dans le sol et présentent des adaptations morphologiques à la profondeur. Ils se nourrissent des champignons et de la matière organique en décomposition. Ils jouent un rôle important dans la dégradation des litières par action mécanique en morcelant les aliments et par action chimique lors du passage de ces derniers dans l'intestin (**PIHAN, 1986**).

II.1.2.3. Les Enchytréides

C'est dans les Annélides oligochètes que se classent les Enchytraeidae de la classe des Oligocheta, ordre des Haplotaxida du sous-ordre des Enchytreina. Se sont des vers de petite taille de 2,5 à 35 mm. Ils sont

habituellement de couleur blanche et beaucoup plus rarement transparents, de couleur rouge ou de couleur foncée. (**Bachelier, 1978**)

II.1.2.4. Les Symphiles

Les Symphiles sont des myriapodes allongés et dépigmentés qui mesurent entre 2 à 9 mm. Ces animaux recherchent les endroits humides ; on les trouve dans les épaisses nappes de mousses et dans l'horizon humifère (**Bachelier, 1978**).

II.1.2.5. Les Pseudo-scorpions

Les petits Pseudo-scorpions de l'ordre Pseudo-scorpion se sont des arachnides minuscules qui mesurent généralement de 1 à 5 mm et dépassent rarement 8mm. Ils sont clairement différents des scorpions, ils ne se terminent pas avec queue miniature cinglante et leurs glandes à venin sont situées dans leurs pinces. Celles-ci leurs permettent d'attraper les autres microarthropodes et Nématodes. Ils se déplacent rapidement et changent de direction rapidement, on les trouve sous les feuilles mortes ou l'écorce des arbres (**Bachelier, 1978**)

II.1.2.6. Les Pauropodes

Des minuscules myriapodes, ils mesurent de 0.5 mm à 1 mm et ne dépassent pas 2 mm. On les trouve dans les feuilles pourrissantes et dans l'horizon humifère, ils se nourrissent de débris végétaux et animaux. (**Bachelier, 1978**).

II.1.2.7. Les protoures

Ce sont des organismes du sol, minuscules ne dépassant pas les 2 mm, de forme allongée et de couleur ambrée. On les trouve dans les feuilles mortes en décomposition et dans l'horizon humifère. **(Bachelier, 1978).**

II.1.2.8. Les Diploures

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

II.1.2.9. Les Thysanoures

Ce sont des aptérygotes ectotrophes dépassant rarement 2cm. Ces animaux habitent les éboulis, certaines litières, les falaises littorales, les maisons, les termitières et les fourmilières **(Bachelier, 1978).**

II.1.2.10. Les Opilions

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

II.1.3.La macrofaune

Ils sont des animaux qui mesurent entre 4 mm et 8 cm. Les lombrics (les vers de terre), qui font partie de cette catégorie, sont quasiment les seuls à vivre en profondeur. Tandis que la plupart des autres organismes de cette catégorie vivent dans la couche supérieure du sol, notamment la litière (composée de débris végétaux, et donc présente surtout en forêt). Ils forment les larves d'insectes, les cloportes et les myriapodes (mille-pattes, scolopendres...), les limaces, les escargots, les araignées et opilions, et de divers insectes (fourmis, courtilière, diptère, coléoptère...) **(BACHELIER, 1963).**

II.1.3.1. Les Vers de terre

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

II.1.3.2 .Les Myriapodes

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

II.1.3.3. Les Araignées

Les Araignées du sol sont des arachnides qui se trouvent principalement dans la litière et le sol superficiel. Elles abondent aussi bien dans les milieux naturels que dans les milieux cultivés. Elles sont, à quelques exceptions près, solitaires, prédatrices et terrestres. L'abondance et la diversité d'Araignées d'un milieu est indicatrice de la qualité biologique de ce milieu (**Wise, 1993 in kadi, 2002**). Il s'agit d'une indication indirecte qui est en rapport avec la quantité de proies qu'elles peuvent trouver dans ce milieu.

II.1.3.4. Les Insectes ptérygotes

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

II.1.3.4.1. Les Hyménoptères (Fourmis)

Les Fourmis sont des Hyménoptères holométaboles à antennes coudées et différenciées, à thorax simple et possédant typiquement un pétiole formé par les premiers segments abdominaux. On en a décrit plus de 240 genres et plus de 280 000 espèces (**Cherix , 1986 in Kadi, 2002**). La classification actuelle des Fourmis, assez complexe, fait appel à de nombreux caractères morphologiques et anatomiques : formes des antennes, du pétiole, nervation alaire des sexués,

structure du gésier et des glandes anales etc. Selon ces critères, la Myrmécologie moderne répartit les Fourmis en huit familles (**Ramade, 1972 in kadi, 2002**). Les Fourmis jouent un rôle important sur la pédogenèse et les propriétés édaphiques, en contribuant à la décomposition des matières organiques, à la concentration et au stockage des nutriments, à la redistribution et à l'organisation des constituants organiques et minéraux du sol (**Holec et Frouz, 2006 in Kadi,2002**).

II.1.3.4.2. Les Coléoptères

Les coléoptères est le plus grand l'ordre du règne animal. Ils jouent le rôle de décomposeurs de matières organiques (**PIHAN, 1986**).

II.1.3.4.3. Les Diptères

Cet ordre d'insecte est caractérisé par la présence d'une seule paire d'ailes. Ils jouent le rôle de nettoyeurs. Ils maintiennent l'équilibre écologique et surtout ils exercent un rôle important dans la transformation de la MO et dans l'élimination des déchets indésirables (**FERYSSINEL, 2007**).

II.1.3.5. Les groupes secondaires

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

II.1.3.5.1. Les Turbellariés

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

II.1.3.5.2. Les Némertes

Ce sont des vers très allongés qui présentent à la fois des caractères de 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.1.3.5.3. Les Rotifères

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

II.1.3.5.4. Les Gastrotriches

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

II.1.3.5.5. Les Péripates

On ne les trouve que sous les écorces et dans les litières des forêts chaudes et humides de certaines régions du globe (Congo, Afrique du Sud, Australie, Amérique Tropicale, Inde, Antilles) (**Coineau, 1974 in Kadi, 2002**).

II.1.3.5.6. Les Tardigrades

Comme les Rotifères, sont des animaux reviviscents, vivants surtout dans les mousses, on en trouve néanmoins dans certains sols en surface, mais ce sont toujours des espèces muscicoles. (**Coineau, 1974 in Kadi, 2002**).

II.1.3.5.7. Les Gastéropodes (Mollusques)

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

II.1.3.5.8. Les Crustacés

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

Les Copépodes sont des crustacés inférieurs et microscopiques appartenant à la sous-classe des Entomostracés.

-Les Amphipodes, les Isopodes et les Décapodes sont des crustacés supérieurs appartenant à la sous-classe des Malacostracés.

Les Copépodes sont très peu représentés dans les sols en dehors de certains petits *Canthocampus*, que l'on trouve parfois dans des feuilles mortes très humides, où ils se nourrissent de petits animaux **(Bachelier, 1978)**.

Les Amphipodes sont bien connus avec les crevettes d'eau douce ou gammares. Dans les sols, on n'en trouve en général qu'en bordure des ruisseaux ou dans les prairies et les forêts très humides. Ils se nourrissent de débris végétaux. Le genre *Orchestia* apparaît bien adapté à la vie dans les sols **(Bachelier, 1978)**.

Les Amphipodes sont normalement assez rares, mais il en a été observé d'abondantes populations dans certains sols.

-Les Isopodes terrestres (Isopodes Oniscoïdes ou Cloportes) composent le groupe des Crustacés qui a été capable de s'adapter à la vie dans le sol. Leur cuticule perméable les rend sensibles à la dessiccation. Ils vivent donc dans les lieux humides où ils se nourrissent de matière végétale en décomposition et, comme les diplopedes, jouent un rôle dans la fragmentation et la dispersion de la litière **(Kadi, 2002)**.

II.1.4. La mégafaune

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

II.1.4.1.Les Vertébrés

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

- Des Reptiles, comme les Amphisbaenidae, sont des lézards sans pattes des pays chauds, certains serpents, tels les Typhlopidae et les Uropeltidae serpents fouisseurs confinés aux Indes et à Ceylan.
- Des Insectivores, comme les musaraignes et surtout les taupes. Les musaraignes sont abondantes dans les subéraies d'El Kala
- Des Rongeurs, tels les rats et les souris (**Kadi, 2002**).

Tableau n°02 : Classifiacation de la pédofaune en fonction de la taille

Classe	Taille	Exemple
Microfaune	.infer à0,2	Protozoaire /nématode /rotifère /tardigrades
Mésafaune	0 ,2 à 4	Envhytréides Microarthropodes : -insectes aptérygotes (protoures, diploures, collemboles) acariens,myriapodes(pauropodes,symphiles
Macrofaune	4 à 100	Lombricidés, mollusques -macro arthropodes : -insectes ptérygotes, myriapodes (diplopedes,chilopodes) -crustacés isopodes
Mégafaune	Super à 100	Vertébrés (rongeur et insectivores terricoles)

II.2.Les Types écologiques de la faune des Macro -invertébrés de la litière

Les invertébrés peuvent aussi être regroupés en trois groupes écologiques en fonction de la source de nourriture qu'ils utilisent (**Bouché, 1977 ; Lavelle, 1983 in kadi 2002**)

II.2.1. Les épigés

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

II.2.2. Les anéciques (vers de terre)

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

II.2.3. Les endogés

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

II.3.Importance écologique de la faune du sol

La faune du sol joue un rôle déterminant dans divers processus de l'évolution des sols. Ainsi, selon **(Dejean et al, 1986 in Chaouch et Nacer, 2017)**, le rôle le plus important joué par les invertébrés du sol est leur contribution aux processus de dégradation et de minéralisation des macro-particules organiques de la litière, et de ce fait au recyclage rapide des minéraux contenus dans la litière ; Ils jouent un rôle mécanique dans le cycle des nutriments en fragmentant et en ingérant les matériaux de la litière, facilitant ainsi leur biodégradation. Cette biodégradation facilite l'action des microorganismes qui décomposent et minéralisent les détritiques **(Lavelle et al, 1994 in Chaouch et Nacer, 2017)**.

La réduction de la faune du sol pourrait réduire la quantité et la qualité des réserves de carbone dans le sol et finalement, conduisent à la dégradation de ses propriétés physico-chimiques **(Casdar Agroforesterie, 2007 in Chaouch et Nacer, 2017)**. Les organismes du sol fournissent ainsi des services éco systémiques.

II.4.Action de la faune sur le sol

II.4.1.Action sur les propriétés physiques du sol

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

également la création d'habitat et de réseaux de migration pour toute une partie de la pédofaune. L'activité de la faune est largement dépendante de l'organisation créée par les organismes ingénieurs.

- Le macro brassage : Il permet la circulation d'important volume de terre entre les horizons du sol. Il permet la remontée en surface des horizons riches en matières minérales et l'enfouissement des horizons organiques superficiels, les litières et le fumier. Dans nos régions tempérées les organismes concernés sont les vers de terre, les fourmis, les scarabées et certains mammifères (taupes, campagnols,...) (**Kadi, 2002**).

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

-La formation de galeries : Ces structures jouent un rôle important pour l'aération du sol et son régime hydrique. Elles sont le fait des vers de terre et enchytréides, auxquels on ajoute les nids et déblais de fourmi. Chacun agit à son échelle et crée des galeries de diamètres variés. Elles offrent des voies de pénétration préférentielle pour les racines, les éléments fins lessivés, les excréments, ou encore les invertébrés épigés. Ces derniers n'ayant pas la capacité d'agir sur le sol, profitent de ces aménagements pour fuir des conditions défavorables. (**Kadi, 2002**).

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

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

Ainsi, les fragmenteurs influence fortement l'évolution de la matière organique dans le sol et permet l'intervention successive et organisée de chaque maillon. Ils conditionnent en grande partie l'importance des peuplements bactériens, fongiques et micro fauniques (**Kadi, 2002**).

- La formation d'agrégats : Les vers de terre et les macro arthropodes qui ingèrent des particules de terre avec leur nourriture contribuent à la formation d'agrégats, en mélange anti matières organiques et matières minérales dans leur tube digestif. Les sécrétions intestinales et les colloïdes bactériens du tube digestif jouent le rôle de ciment sur ces agrégats. Pour leur stabilisation, le chevelu racinaire a une action mécanique et enrobant, mais également une action par les sécrétions de la microflore de la rhizosphère. Le réseau d'hyphes de champignons et de fibres végétales (issues des feuilles consommées) peut également consolider la structure des sols (**Kadi, 2002**).

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

II.4.2.Action sur les propriétés chimiques du sol

La faune influence les caractéristiques chimiques des sols par des voies très variées. L'effet le plus net est la modification de la nourriture durant son passage à travers la chaîne alimentaire (**Gobat et al., 2003**). Les excréta produits par la faune modifient également de manière directe la composition chimique du sol.

La faune constitue en elle-même une réserve importante d'éléments qui redevient mobilisable à sa mort. En comparaison à la micro et mésofaune, les cadavres de la macrofaune fournissent des apports beaucoup plus élevés. Il en est de même pour les vertébrés formant la mégafaune.

Plusieurs effets indirects sur la composition chimique du sol peuvent également être observés. Les protozoaires sont capables de minéraliser l'azote, le phosphore et le soufre à partir de leur nourriture (bactéries). Les ingénieurs par la remontée de matériaux profonds peuvent également augmenter le potentiel chimique des sols.

II.4.3.Action sur les propriétés biologiques du sol

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

I.1.Localisation géographique de la région d'El Tarf

La région d'El Tarf a la particularité d'abriter le complexe de zones humides le plus important du Maghreb. Très intéressant par ses dimensions et par la diversité des conditions de profondeur et de salinité, ce complexe favorise une richesse biologique particulièrement importante (**Fig. 04**). Les principales zones humides de la région sont : les lacs, Mellah (860 hectares), Obéïra (2200 hectares), Tonga (2600 hectares). A cela, il faut ajouter le marais de la Mekhada, l'un des plus grands sites humides d'Afrique du Nord (10 000 hectares), le lac des Oiseaux (40 hectares)

Localisé à l'extrême nord-est du Pays, la wilaya d'El Tarf est, limitée au nord par la mer Méditerranée, à l'est par la frontière Algéro-Tunisienne, à l'ouest par les plaines d'Annaba et au sud par les monts de Medjerda.



Figure n°04 : situation géographique de la wilaya D'El Tarf (Google maps , 2019)

I.2. Climatologie

I.2.1. Pluviométrie

La partie nord-est de l'Algérie reçoit une pluviosité annuelle moyenne entre 500 à 1000 mm est variable d'une année à l'autre. Donc la partie orientale est la région la plus arrosée de l'Algérie, avec des maximas pluviométriques sur les massifs montagneux les plus élevés et les plus proches de la mer. **(Benyacoub, 1993)**

I.2.2. Températures

Généralement liées au Sirocco, les températures moyennes minimales et maximales mensuelles sont situées au mois de juillet avec des valeurs de 20,1° et 26,3°C et au mois d'août avec 21,8° et 27,9°C, ce dernier étant toujours le mois le plus chaud. Le mois de janvier est le mois le plus froid ou on enregistre une moyenne minimale mensuelle de 6,2°C et une moyenne maximale mensuelle de 13,3°C (Station météorologique El Kala) **(Benyacoub, 1993)**

I.2.3. Humidité

Située dans une région de marécages, la région d'El Tarf est très humide. Mesurée en pourcentage, l'humidité de l'air varie entre 72% et 78% pour la période de 1913-1936 avec un maximum relevé durant l'hiver et au début de l'été. Elle oscille entre 68% et 75% pour la période 1950-1988 avec un maximum à la fin de l'été et au début de l'hiver **(Benyacoub, 1993)**

I.2.4. Les vents

Ils jouent un rôle important et sont souvent liés aux pluies d'équinoxes, qui apportent les précipitations les plus importantes venues de l'Atlantique. Les vents du nord-est sont assez fréquents, ils sont néanmoins faibles et leur action sur le milieu est peu importante. Quant aux vents du nord-ouest, ils soufflent avec régularité importante en hiver et plus modérée en été. Notons la manifestation d'un vent chaud du sud : le sirocco. Ce dernier est un phénomène à caractère local qui peut souffler avec intensité et qui varie d'une zone à une autre. Le maximum de fréquence est généralement au mois d'août où ses effets sont des plus désastreux sur la végétation.

En effet, le sirocco combiné à un état de déficit hydrique assèche l'atmosphère et favorise les températures élevées qui provoquent de violents incendies de forêts tel est le cas des incendies de l'été 1983 et 1993 **(Benyacoub, 1993)**

II. PRESENTATION DES SITES D'ETUDES

Notre présente étude à été réalisé au niveau de deux sites différents à savoir le lac Tonga et la forêt de Chaffia.

II.1.Le lac Tonga

Il est situé au nord-est de l'Algérie (latitude 36° 53' N et longitude 08° 31' E) ; classée réserve intégrale au sein du Parc National d'El Kala et site Ramsar d'importance internationale depuis 1982. C'est l'un des sites le plus important en Afrique du nord et aussi comme habitat à la sauvagine (**BOUMEZBEUR, 1993 ; SAMRAOUI et DE BELAIR, 1998**) ainsi que réserve mondiale de la biosphère depuis 1990.

C'est un lac de type palustre d'eau douce en communication avec la mer Méditerranée par un canal artificiel, le canal Messida. Il se caractérise par une importante couverture végétale en mosaïque composée d'hélophytes (scirpes, phragmites et typhas) (**BAKARIA et BOUMEZBEUR, 2002**) (Fig.2).



Photos 01 : Vue général du lac Tonga (Benrouba & Zouiche 2021).



Figure n°05 : Vue satellitaire de lac Tonga dans la région d'El-Kala (Google Earth, 2018)

II.1.1. Hydrologie

Le lac Tonga est alimenté d'une part par de nombreux affluents (petits ravins) secs en été tout au long des rives ouest et sud et d'autre part à l'est et au nord-est par des oueds et de deux sous bassins versants, celui d'oued EL Hout au sud et d'oued El Eurg au Nord. L'exutoire du Tonga étant l'oued Messida (JOLEAUD, 1936).

II.1.2. Climatologie

Il se place dans l'étage subhumide chaud, avec une température extrême variant entre 11,65°C et 25,03°C, une pluviométrie annuelle moyenne située entre 390,30 mm et 1114,50 mm et une évaporation qui varie entre 22,47 mm à 152,8 mm.

II.1.3. Biodiversité

➤ La flore

Le lac est recouvert à 90% par une végétation émergente dont : des scirpes *Cyperus lacustris*, les phragmites *Typha angustifolia*, de nénuphar blanc *Nymphaea alba*, et d'iris *Iris pseudoacorus*. Il existe 14 groupements dont dix associations, 82 espèces végétales recensées qui appartiennent à 31 familles botaniques, dont 32 espèces (39 % de l'ensemble) sont classés d'assez rares à rarissimes. Parmi les espèces rares nous citons *Marsilea diffusa*, *Nymphaea alba* et *Utricularia exoleta* (KADID, 1989).

➤ La faune

Le lac Tonga est considéré comme un important site d'hivernage, c'est aussi le lieu de nidification, pour des dizaines de milliers d'oiseaux d'eau dont certains sont très rares ou en recul dans leur aire de répartition comme : l'Érismature à tête blanche *Oxyura leucocephala*, le Fuligule nyroca *Aythya nyroca*, la talève sultane *Porphyrio porphyrio*, ect, il contient également une héronnière composée de plusieurs espèces d'hérons dont le hérons cendrée *Ardea cinerea* et le crabier chevelu *Ardeola ralloides* (**D.G.F, 2002**).

En recense également 22 espèces d'odonates qui appartiennent à quatre familles taxonomiques : Lestidae, Coenagrionidae, Aeshnidae et Libellulidae (**SAOUECHE, 1993**).

Plusieurs espèces de reptiles et d'amphibiens vivent dans le bassin du Tonga :

cistude d'europe *Emys orbicularis*, emyde lépreuse *Mauremys leprosa*, la grenouille verte *Rana saharica*, le discoglosse peint *Discoglossus pictus*, le crapaud de Mauritanie *Buto mauritanicus*, le triton de Poirét *Pleurodels poreti* , le psammodorme algiré *Psammodromus algirus*, le sep ocellé *Chalcides ocellatus* , le lézard ocellé *Lacerta pater*, la couleuvre vipérine *Natrix maura* et la tortue terrestre *Testudo graeca* (**ROUAG, 1999**)

II. 2. La forêt de la commune de Chaffia

La commune de Chaffia est située dans la partie centrale de la wilaya d'El Tarf à l'extrême Nord-est de l'Algérie. Le territoire administratif de la commune s'étend sur une superficie d'environ 193 km², elle est cerné par huit communes limitrophes, est délimité, à l'est par la commune de Zitouna , au sud-est par la commune de Ain-Karma , au sud par la commune de Bouhadjar , à l'ouest par la commune de Asfour au sud-ouest par la commune de Hammam beni Salah , au nord par la commune de Lac-des-Oiseaux, au nord-est par la commune de Bouteldja , et au nord-ouest par la commune de Ben M'hidi .(fig n°06)

La région de Chaffia est au centre d'une région forestière au relief montagneux qui se poursuit au-delà de la frontière tunisienne. Située sur les bords de l'oued el-Kébir, qui devient en aval l'oued-Bounamoussa, la localité a donné son nom à l'ouvrage hydraulique, un barrage de retenue, construit sur ce cours d'eau

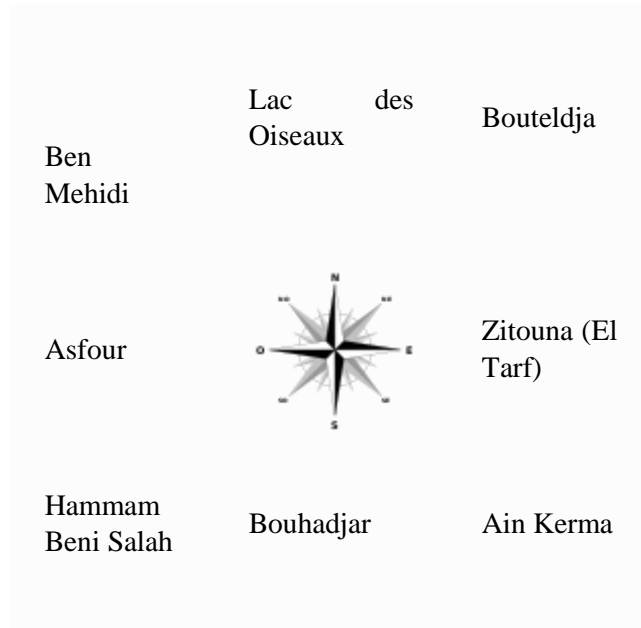


Figure n° 06 : La situation géographique de la commune d’Cheffia

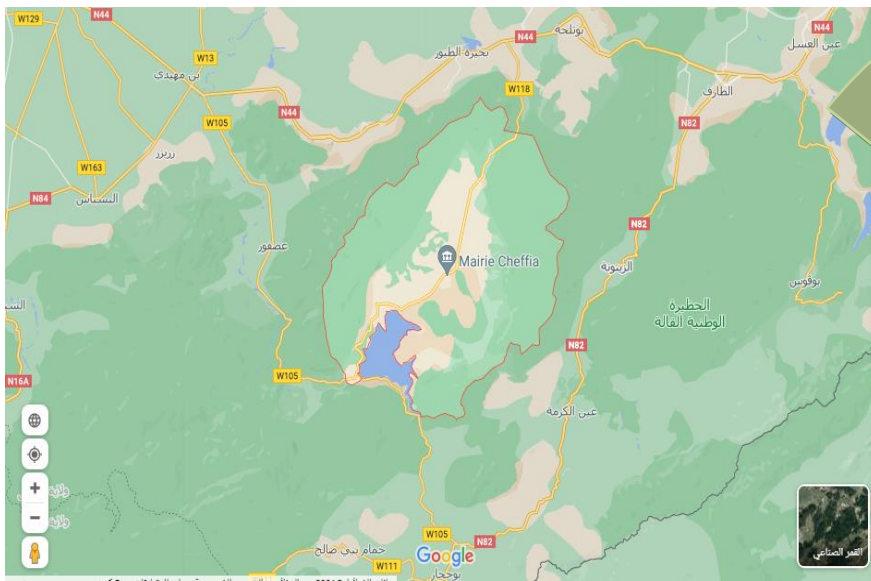
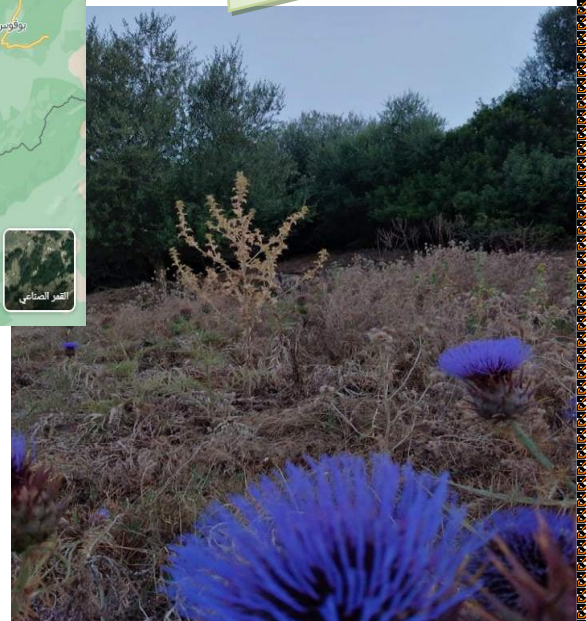


Figure n° 07: Photographie satellitaire de la commune d’ El-cheffia(Google Earth, 2021)



Photos 02 : Vue de la forêt de Chaffia

(©Benrouba& Zouiche, 2021)

II.2.1. Hydrologie

Le Bassin de Chaffia, creusé dans des roches tendres, présente deux parties avec au centre une ligne de hauteur qui joue le rôle de ligne de partage des eaux. La partie méridionale, occupée par le Lac du Barrage de la Chaffia (570 ha), est drainée par l' Oued Bounamoussa. La partie septentrionale, drainée par Oued Chaffia, présente une topographie de glacis. L'ensemble est dominé, sur toutes ses bordures, par des escarpements gréseux. Le bassin est drainé par Oued Chaffia qui rejoint Oued Boulathane par des gorges vers le Nord.

II.2.2. Climatologie

Au niveau de la région de Chaffia, on distingue une saison sèche s'étalant du début du mois de mai à septembre et une saison humide allant de la fin de septembre à mai .

III. METHODES DE TRAVAIL

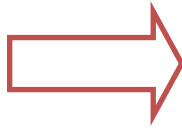
L'étude de la faune du sol nécessite deux étapes successives : les relevés de terrain et l'analyse des échantillons au laboratoire. Notre échantillonnage qualitatif et quantitatif a été effectuée du mois de Février jusqu'au mois d'Avril avec cinq prélèvement pour chaque sortie.

III.1. Matériels et méthodes utilisés sur terrain

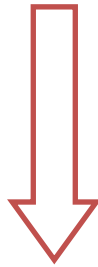
Des échantillons ont été effectués au hasard, à l'aide d'un carrée métallique de 20cm X 20cm X 15cm. Le cadre est enfoncé verticalement dans la litière jusqu'à l'horizon après la litière et l'horizon sont prélevés en même temps mais tous ces derniers ont été placée séparément dans des sachets en plastiques,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



Photos 02 : Choix d'une station Homogène
(©Benrouba & Zouiche, 2021)



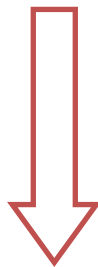
Photos 03: Emplacement du carré métallique
(©Benrouba & Zouiche 2021)



Photos 0 4 : Prélèvement de la litière



(©Benrouba & Zouiche, 2021)



Photos 05: Prélèvement de l'horizon (©Benrouba & Zouiche, 2021)

III.2. Matériels et méthodes utilisés dans le laboratoire

Les échantillons prélevés sur terrain vont subir une extraction de la faune et une identification des espèces.

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

❖ L'appareil de Berlèse

L'appareil de Berlèse, applique une méthode sélective par laquelle les microarthropodes (les acariens, les collemboles, les autres larves de petits insectes ptérygotes) sont récoltés sans l'intervention d'un opérateur (AMRI, 2006). Ce dispositif a pour but d'extraire la macro, la méso et la micro faune d'échantillon du sol. L'échantillon de terre est placé dans la cuvette dont le fond est constitué d'un tamis. Une source de chaleur et de lumière (ampoule électrique), cette dernière est maintenue au-dessus de l'échantillon. La lumière et la dessiccation chassent les animaux qui traversent le tamis, ils descendent dans l'entonnoir et finissent par tomber dans un flacon collecteur contenant un liquide conservateur

Avant l'emplacement de l'appareil de Berlèse, toute la macrofaune visible à l'œil nu est prélevée et mise dans des flacons contenant de l'alcool conservateur de 70° (LEMBROUK, 2012).

❖ 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 le 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 « récupérer » dans le récipient de ce qui se trouvait dans votre échantillon.
- L'extraction est poursuivie pendant une semaine, pratiquement plus aucun animal n'est extrait au-delà de 10 jours (**Molfetas., 1981 in Benboualia., 1987 in Nacer ,2017**).
- 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

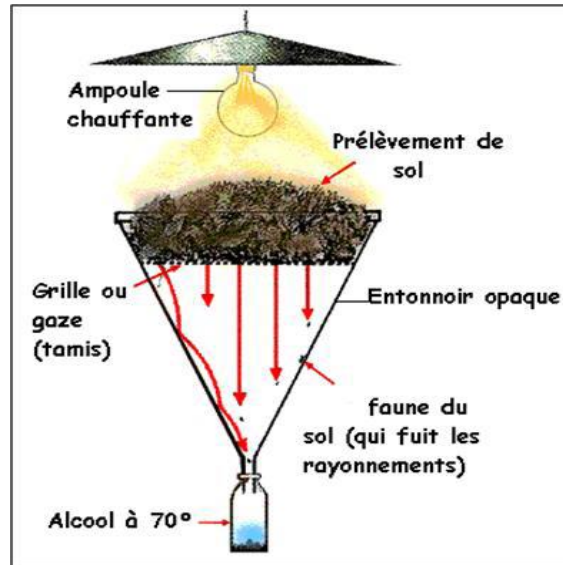


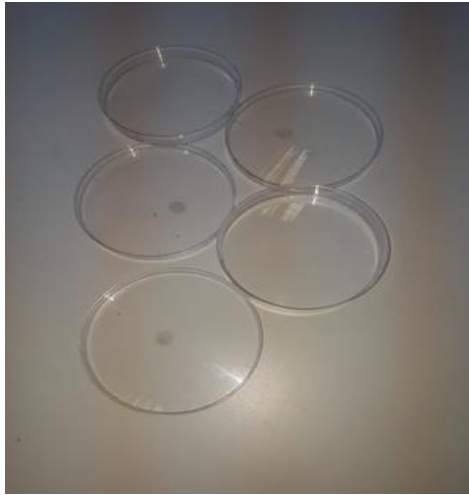
Figure n° 08: Schéma montrant le fonctionnement de l'appareil de Berlese-Tullgren (Nacer ,2019)



Photos 06 : Appareil de Berlese utilisé au niveau du laboratoire

(©Benrouba & Zouiche 2021)

III.2.2. Matériel utilisé au laboratoire



Photos 07: Boîtes de Pétris

(©Benrouba & Zouiche 2021)



Photos 08: Les pinces

(©Benrouba & Zouiche 2021)



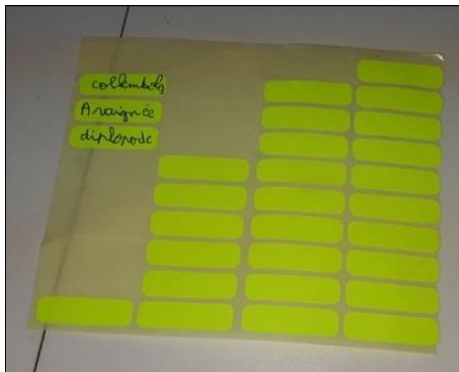
Photos 9: Loupe binoculaire (©Benrouba & Zouiche 2021)



Photo 10 : L'identification de la faune du sol de la litière (©Benrouba & Zouiche 2021)

III.2.3. 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. (Nacer, 2017) .



Photos 11 : Les étiquettes
(© Benrouba & Zouiche 2021)



Photos 12 : tubes en plastique
(© Benrouba & Zouiche 2021)

III.2.4. 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, ils sont identifiés. 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, 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. (Nacer, 2017).

III.2.5. Exploitation des résultats

Pour exprimer les résultats de la présente étude, nous avons utilisé des indices écologiques notamment des indices écologiques de composition et de structure.

III.2-5.1. Exploitation des résultats par des indices écologiques de composition

Les indices de composition sont appliqués pour les espèces recensées.

❖ Qualité de l'échantillonnage

La qualité de l'échantillonnage est représentée par le rapport a / N , a étant le nombre des espèces vues une seule fois en un seul exemplaire et N est le nombre des relevés (BLONDEL, 1979).

Lorsque N est suffisamment grand, ce quotient tend généralement vers zéro. Dans ce cas, plus a / N est petit plus la qualité de l'échantillonnage est grande et que l'inventaire qualitatif est réalisé avec une précision suffisante (RAMADE, 1984).

❖ Richesse totale (S)

La richesse totale est le nombre d'espèces du peuplement, elle est représentée par la lettre S (BLONDEL, 1979). Selon (MULLER, 1985), la richesse totale représente l'un des paramètres fondamentaux qui mesure le peuplement et le nombre d'espèces de ce peuplement.

❖ Richesse moyenne (S_m)

La richesse moyenne d'un peuplement est le nombre moyen des espèces contactées à chaque relevé (BLONDEL, 1979). Elle permet de calculer l'homogénéité du peuplement

(RAMADE, 1984). Elle est calculée par la formule suivante :

$$S_m = \sum S_i / N$$

S_i : est la somme des richesses totales notées durant chacun des relevés.

N : étant le nombre de relevés.

❖ Fréquence centésimale

D'après DAJOZ (1971), la fréquence centésimale est le pourcentage des individus d'une espèce (n_i) par rapport au total des individus (N) toutes espèces confondues. Elle s'exprime par la formule suivante :

$$AR(\%) = (n_i / N) * 100$$

AR: est l'abondance relative des espèces d'un peuplement.

n_i : est le nombre des individus de l'espèce i prise en considération.

N : est le nombre total des individus toutes espèces confondues.

❖ Constance ou fréquence d'occurrence

Selon DAJOZ (1971, 1982), la constance représente le rapport exprimé sous la forme de pourcentage du nombre de relevés P_i contenant l'espèce i prise en considération au nombre total de relevés P :

$$C\% = p_i / p * 100$$

$C\%$ est la constante ou fréquence d'occurrence.

P_i est le nombre de relevés contenant l'espèce i .

P est le nombre total de relevés utilisés.

En fonction de la valeur C , nous qualifions les espèces ou les ordres de la manière suivante :

- Une espèce i est dite omniprésente si $C = 100\%$
- .-Elle est constante si $75\% < C < 100\%$.
- On dit qu'une espèce est régulière si $50\% < C < 75\%$.
- Elle est accessoire si $25\% < C < 50\%$.
- Par contre elle est accidentelle si $5\% < C < 25\%$
- Enfin elle est rare si $C < 5\%$.

❖ Exploitation des résultats par les indices écologiques de structure

Pour l'exploitation des résultats, nous avons utilisé l'indice de diversité de Shannon Waever (H') ainsi que la diversité maximale (H'_{\max}) et l'indice d'Equirépartition (E).

❖ Indice de diversité de Shannoun-waever

Selon **BLONDEL *et al.*, (1973)**, l'indice de diversité de Shannon-Waever est considéré comme le meilleur moyen de traduire la diversité. Cet indice est calculé par la formule suivante (**RAMADE, 1984**) :

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

H' : est l'indice de diversité exprimé en unité de bits.

q_i : représente la probabilité de rencontrer l'espèce i .

Il est calculé par la formule suivante $q_i = n_i / N$

n_i : est le nombre d'individus de l'espèce i .

N : est le nombre total des individus toutes espèces confondues

La diversité maximale est représentée par H'_{\max} . Elle correspond à la valeur la plus élevée possible du peuplement. Elle est calculée par la formule suivante :

S : La richesse totale.

❖ Indice d'équirépartition ou d'équitabilité

Selon **WESSIE et BELEMSOBGO (1997)**, l'indice d'équirépartition correspond au rapport de la diversité observée (H') à la diversité maximale (H'_{\max}).

Il est calculé par la formule suivante :

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

Où :

E : est l'équitabilité

H' : est la diversité observée

H'_{\max} : est la diversité maximale

III.2-5.2. L'analyse statistique par l'analyse factorielle des correspondances (AFC)

❖ 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), (Lebold, 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 peuplement 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 **Lebold (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) . 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 (**Lebold ,1995**) et (**Thioulouse et al .,1996**) .

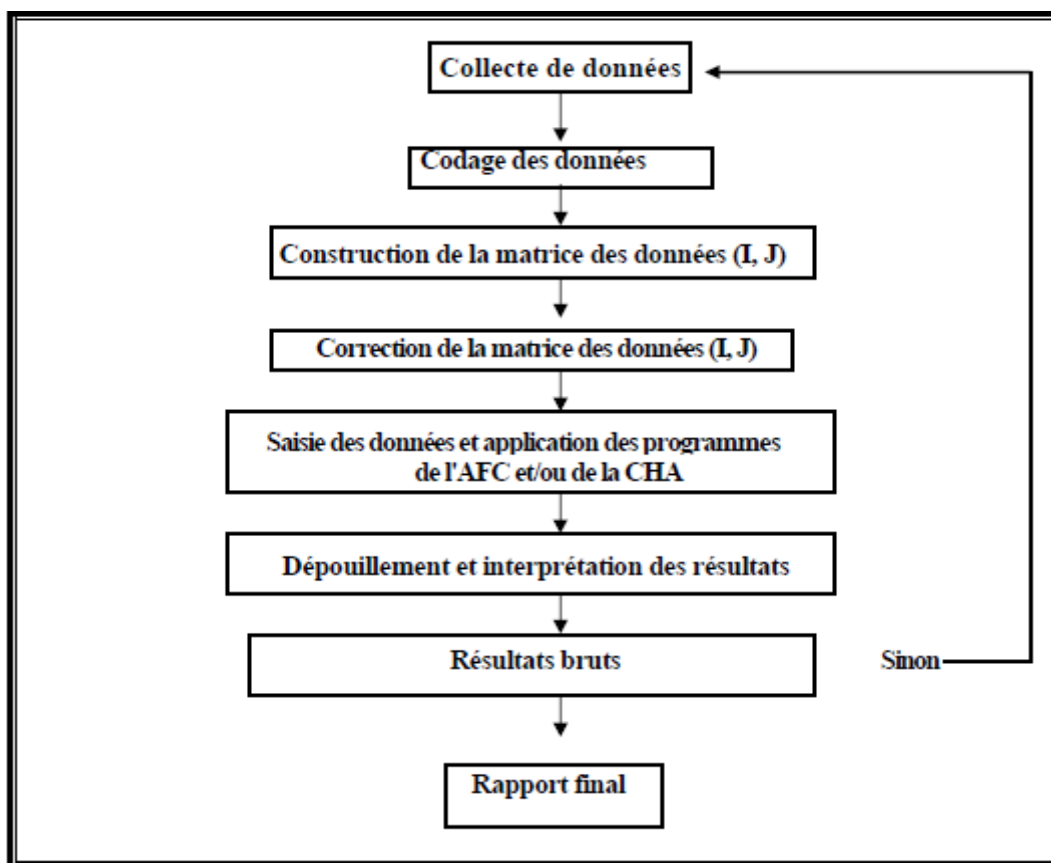


Figure 09: Organigramme du traitement par l'AFC (Frontier,1983)

Chapitre III :
Résultats et Interprétations

RESULTATS ET INTERPRETATIONS

I. Composition du peuplement

I.1. Composition du peuplement de Chaffia

Le peuplement de la pédofaune au niveau des différents horizons du sol de Chaffia renferme plusieurs groupes zoologiques représentés par 24 Ordres. Les Ordres les plus fréquents selon leur abondance sont comme suit. (Fig.10)

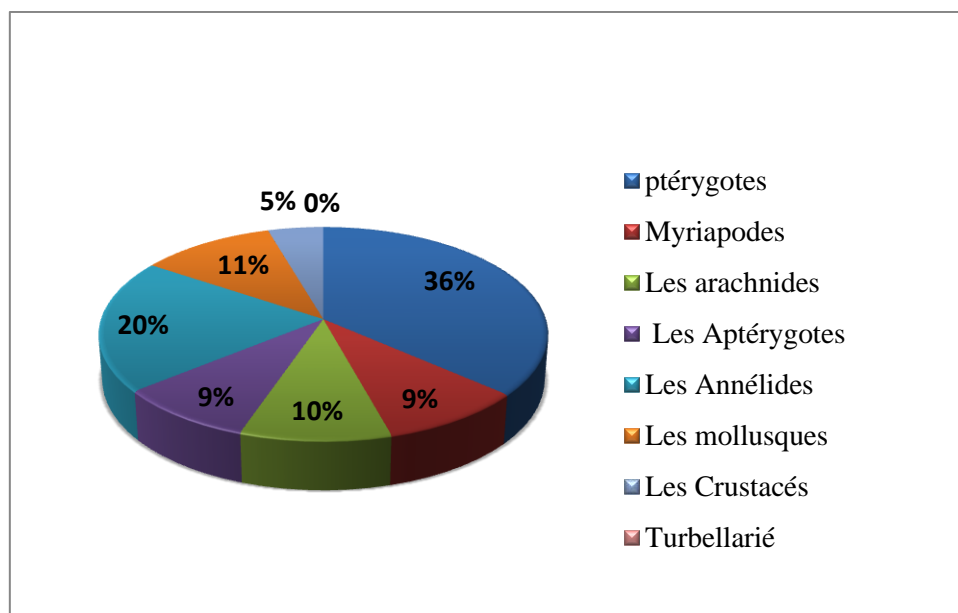


Figure n°10: Distribution des effectifs et des pourcentages des différents groupes de la pédofaune au niveau de Chaffia

Les ptérygotes sont dominant avec un effectif très élevé de 36%, suivie par les Annélides (20%) puis les mollusques (11%). les arachnides sont représenter avec (10%) tandis que les Aptérygotes et les Myriapodes (9%). Enfin les crustacés avec un faible pourcentage de 5% par contre les Turbellarié sont nulle.

I.2 .Composition du peuplement dans Lac Tonga

Le peuplement de la pédofaune au niveau des différents horizons du sol du lac Tonga (Fig.11) renferme plusieurs groupes zoologiques représentés par 24 Ordres. Les Ordres les plus fréquents selon leur abondance sont représentés dans la Figure ci-dessous.

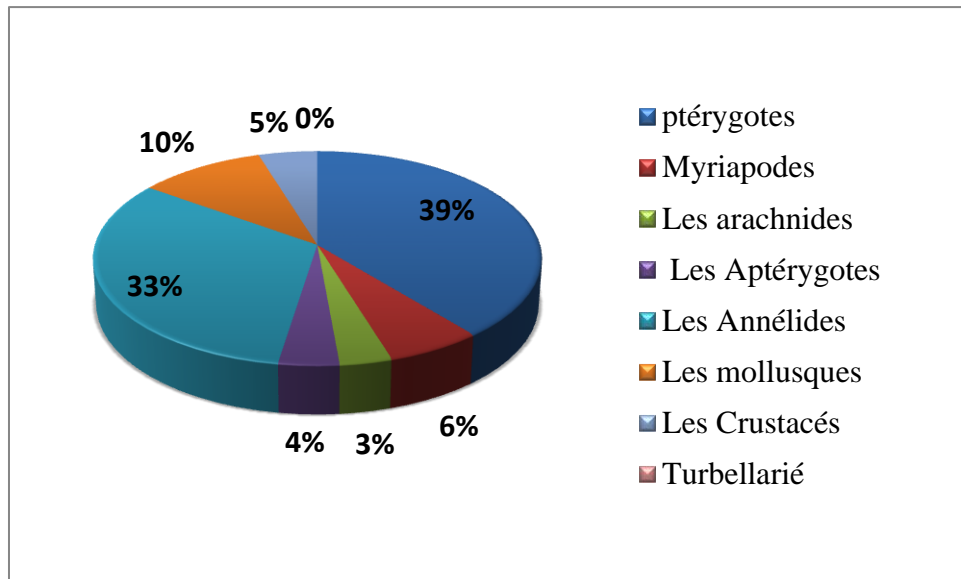


Figure n° 11: Distribution des effectifs et des pourcentages des différents groupes de la pédofaune au niveau de lac Tonga

Les groupe les plus fréquents selon leur abondance sont les ptérygotes (39%) puis les Annélides (33%) suivie par les mollusques (10%) et les Myriapodes (6%). Par contre les crustacés avec 5% et les Aptérygotes 4%. Les Arachnides avec un faible pourcentage de 3% et les Turbellarié sont nulle.

I .3. Composition du peuplement dans chaque horizon et la litière dans les deux sites d'étude

Dans la litière des deux sites les Ptérygotes, les Mollusques, les Myriapodes et les Arachnides sont les groupes zoologiques les plus abondants. Les ptérygotes avec un effectif de 330 individus à Chaffia et 230 individus au Lac Tonga Les mollusques sont représentés par 100 individus à Chaffia et 50 individus au Lac Tonga. Les autres Ordres sont présents avec un faible nombre. (Fig.12).

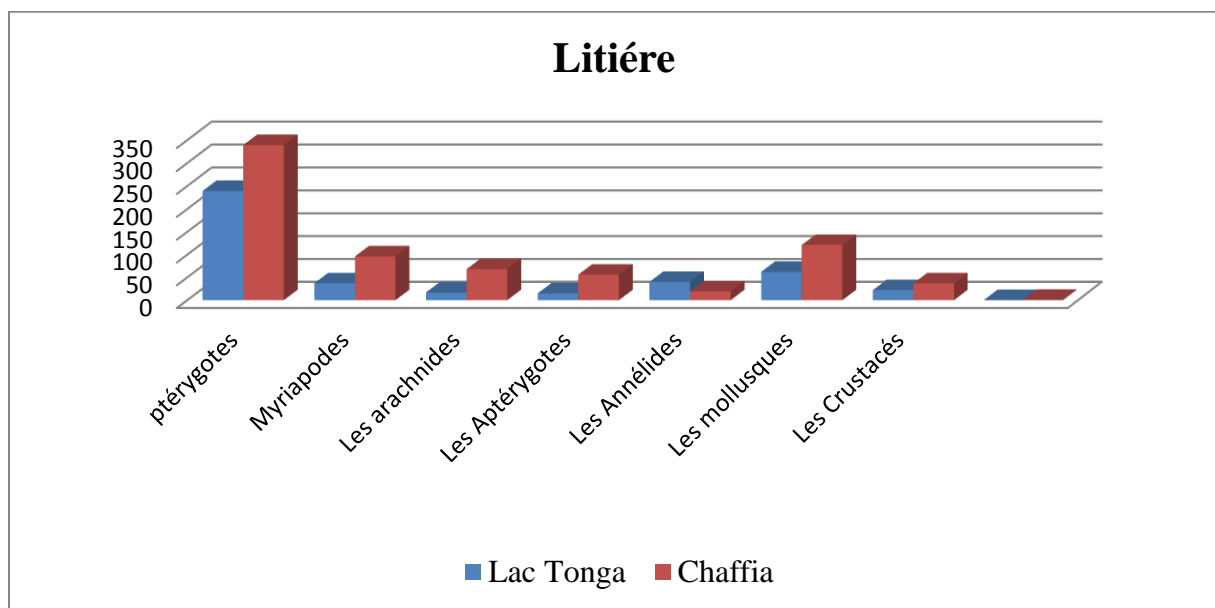


Figure n°12: Distribution des effectifs de la litière dans les deux sites d'étude

Dans les horizons, les Annélides, les Ptérygotes, et les Aptérygotes sont les groupes zoologiques les plus abondants dans les deux sites. Les Annélides se trouvent avec 270 individus au Tonga et 165 individus à Chaffia. Les Ptérygotes avec un effectif de 110 à Chaffia et 95 au Lac Tonga. On rencontre les autres Ordres par de faible effectif. (Fig. 13).

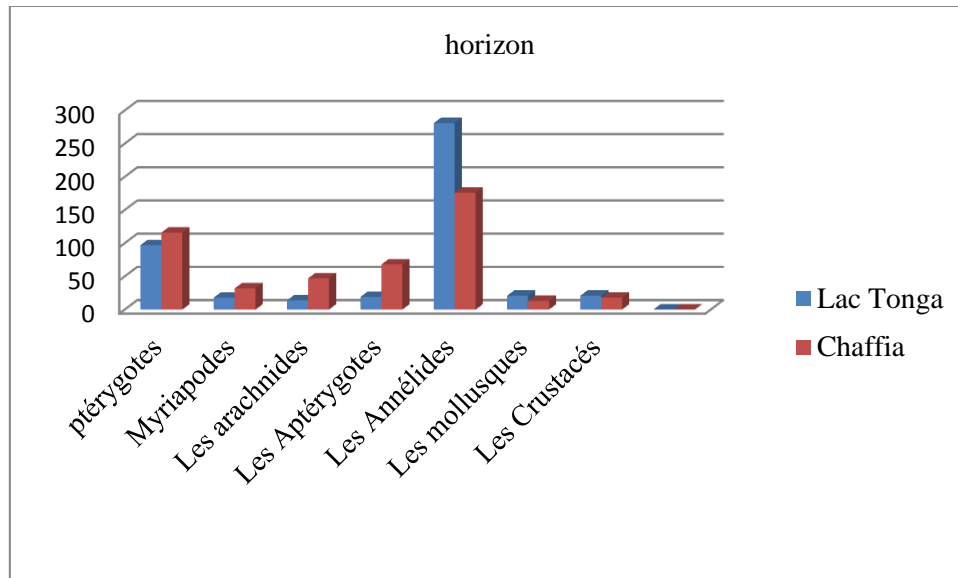


Figure n°13:Distribution des effectifs d'horizon des deux sites d'étude

Il existe une différence dans la composition du peuplement au niveau des horizons. L'horizon est le plus riche en nombre d'effectif au niveau du cheffia et la Litière dans les deux sites d'étude enregistrent un pourcentage d'effectif à peu près égaux (470 et 472)(Tab. 03).

Tableau n° 03: Comparaison entre la litière et les horizons dans les deux sites d'étude

Horizons	Litière		Horizon	
	Chaffia	Lac Tonga	Chaffia	Lac Tonga
Effectif	470	472	737	432

II . 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.

II.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. 05**).

Tableau n° 04: Fréquences absolues et relatives dans la litière et l'horizon

Ordres	$P_i = n_i/N$			
	Litière		Horizon	
	Lac Tonga	Chaffia	Lac Tonga	Chaffia
Coléoptère	0,046	0,080	0,019	0,021
Diptère	0,000	0,030	0,013	0,038
Termite	0,361	0,198	0,117	0,043
larve de coléptères	0,058	0,016	0,045	0,066
Hyméoptère	0,088	0,114	0,013	0,079
Symphiles	0,037	0,022	0,021	0,049
scolopendra	0,005	0,015	0,000	0,011
Diplodes	0,012	0,034	0,000	0,000
Chilopodes	0,032	0,038	0,017	0,009
Paupodes	0,000	0,000	0,000	0,000
Araignées	0,014	0,043	0,017	0,051
Acarien	0,021	0,042	0,013	0,047
Pseudo-scorpion	0,005	0,004	0,000	0,002
Thysanoure	0,000	0,004	0,000	0,000
Collembole	0,030	0,042	0,038	0,132
Diploure	0,000	0,000	0,002	0,013
Protoure	0,005	0,007	0,000	0,000
Thysanoure	0,000	0,004	0,000	0,000
Ver de terre	0,051	0,065	0,333	0,272
Enchyroide	0,042	0,026	0,263	0,102
Gastropodes	0,102	0,123	0,023	0,009
Limace	0,042	0,041	0,021	0,019
Cloporte	0,051	0,050	0,045	0,032
Copépode	0,000	0,000	0,000	0,006

Les Ptérygotes sont représentés par les Hyméoptère et les Termite qui possèdent les plus grands effectifs (161 ,121) dans la forêt de Chaffia et(227,51) dans le Lac Tonga.

II.2. Diversité

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

La figure montre que Chaffia est la plus riche en Ordres au niveau de la litière (22 Ordre) et en effectif (737individus) et dans l'horizon (19 Ordre) et en effectif (470 individus).

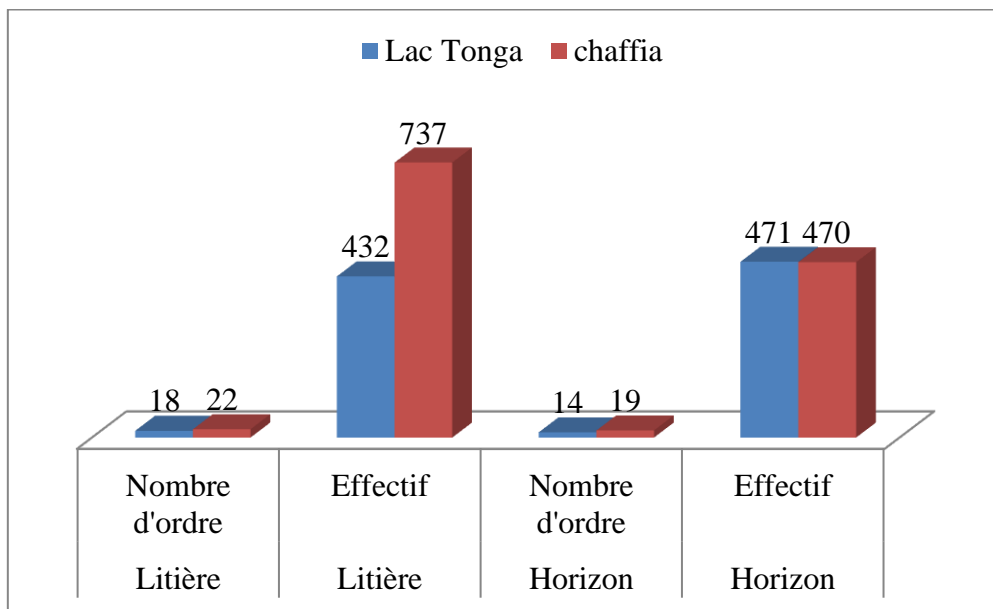


Figure n°14 : Variation du nombre d'ordres, des effectifs, dans la litière et l'horizon des deux sites d'étude

II.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 de l'abondance des espèces et le degré de complexité du peuplement. Tandis que l'analyse de l'équitabilité permet de mesurer le degré d'équilibre du peuplement du point de vue de la distribution d'abondance.

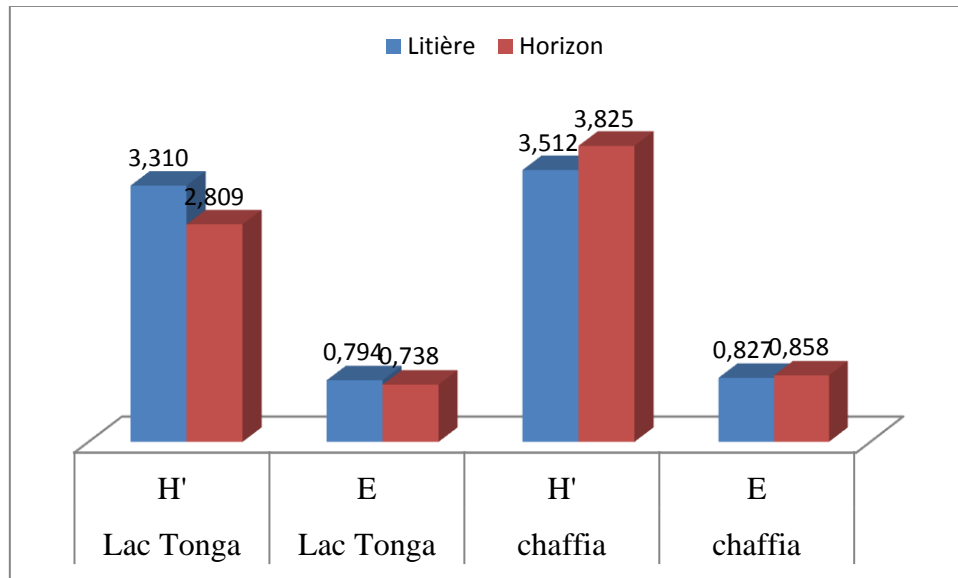


Figure n °15 : Diversité et équitabilité de la litière et l'horizon dans les deux sites d'étude

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

II.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 quatre mois, les résultats obtenus montrent qu'il existe une augmentation progressive de l'effectif au sein de Chaffia jusqu'au mois d'Avril ou il atteint sa valeur la plus élevée avec 375 individus. Puis une diminution brutale dans le mois suivant. (**Fig.16**).

Au lac Tonga, on note une diminution progressif dans les mois février ; mars ; avril par rapport à celui de Chaffia. Le mois de mai on note les mêmes effectifs dans les deux sites d'étude.

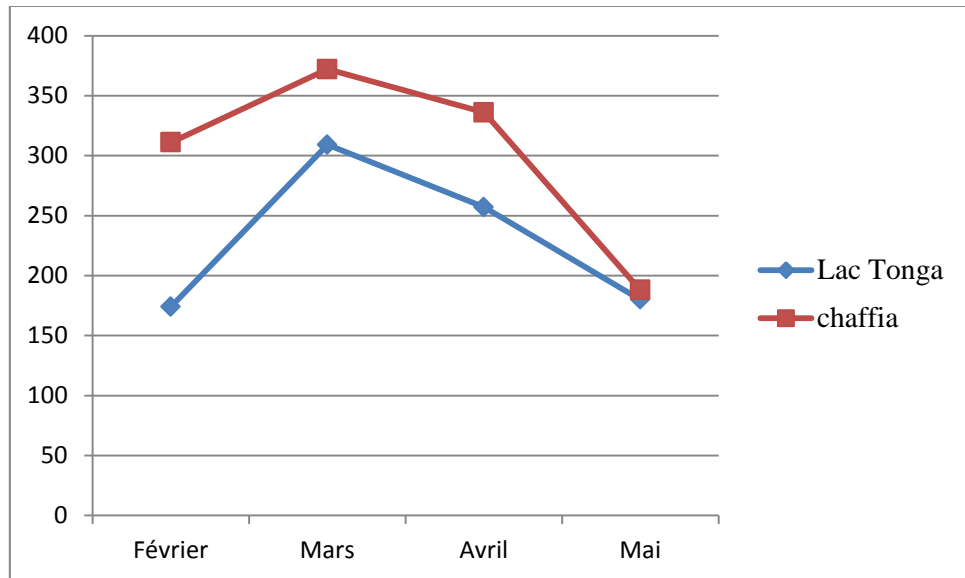


Figure n° 16: Variation temporelle de l'effectif de la Pédofaune de deux sites d'étude

III. Résultats de l'analyse factorielle des correspondances (AFC)

III .1.Résultats AFC mixte dans les deux sites étudiés

L'AFC (mois)

Premier graphe l'axe 1 représente une ordination de la distribution des points station par mois (février ; Mars ; Avril ; Mai) donc distribution par saison.

L'ensemble de relevés dont le degré de similitude est de les mois de Février ; Mai (nombre commun des espèces varie entre 10 et 12) et l'ensemble de relevés dont le degré de similitude spécifique est de les mois Mars ; Avril (nombre commun des espèces varie entre 16 et 20)

L'AFC explique (les taxons) :

Deuxième graphe l'axe 1 présente un gradient de richesse et diversité

L'AFC globale définit une typologie des mois. On distingue le G1 à diversité fonctionnelle importante caractérisé par un nombre d'espèces dont la moyenne d'abondance varie entre 25 et 7 comme les coléoptères ; larve de coléoptère ; Déplore, Enchytreide.

G2 à diversité fonctionnelle moyenne caractérisé par un nombre d'espèces dont la moyenne d'abondance varie entre 17 et 1 par exemple les Chilopodes ; Acarien ; Collembole.

G3 à diversité fonctionnelle faible caractérisé par un nombre d'espèces dont la moyenne d'abondance varie entre 19 et 1 les Thysanoure ; pseudo-scorpions ; symphiles. (**fig .18**)

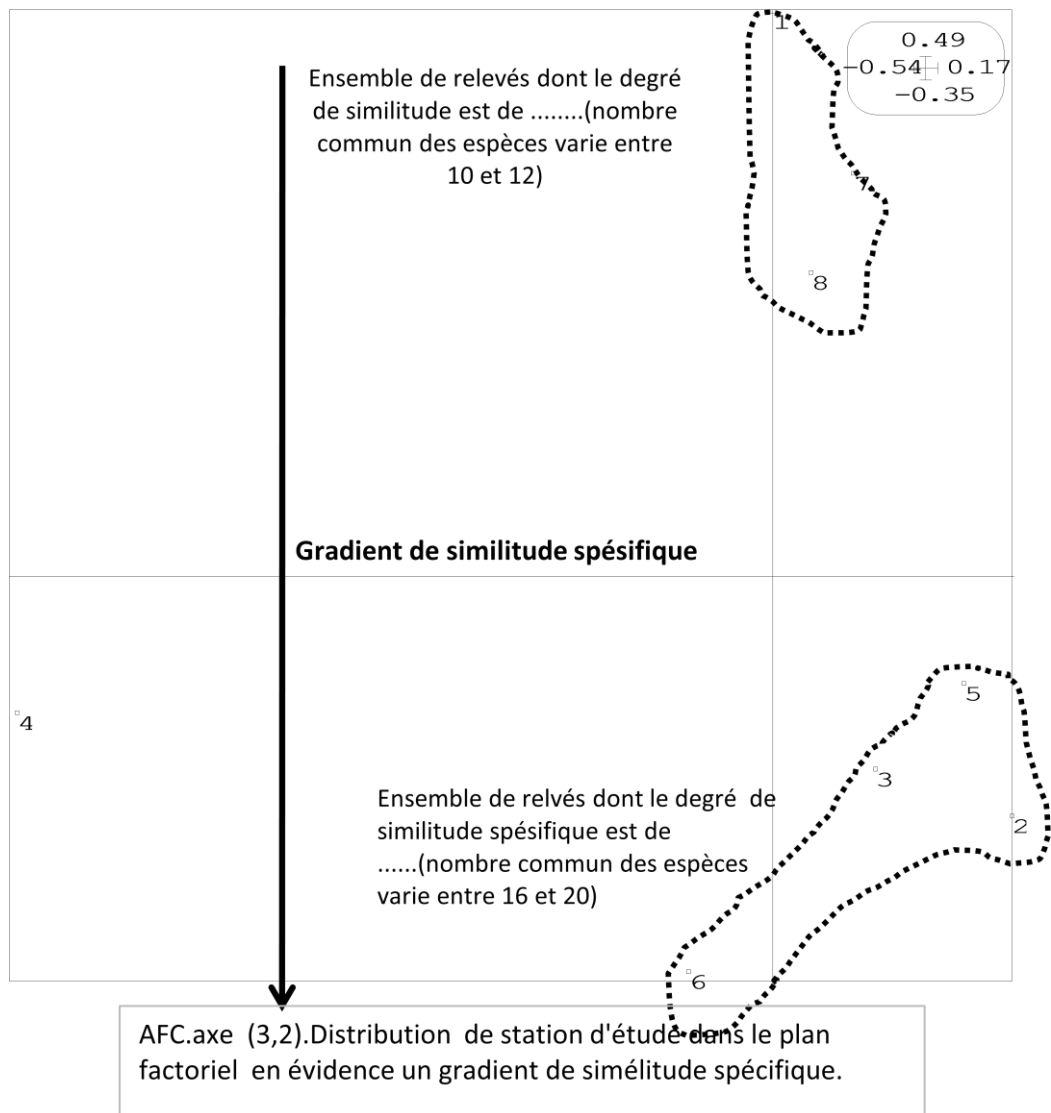
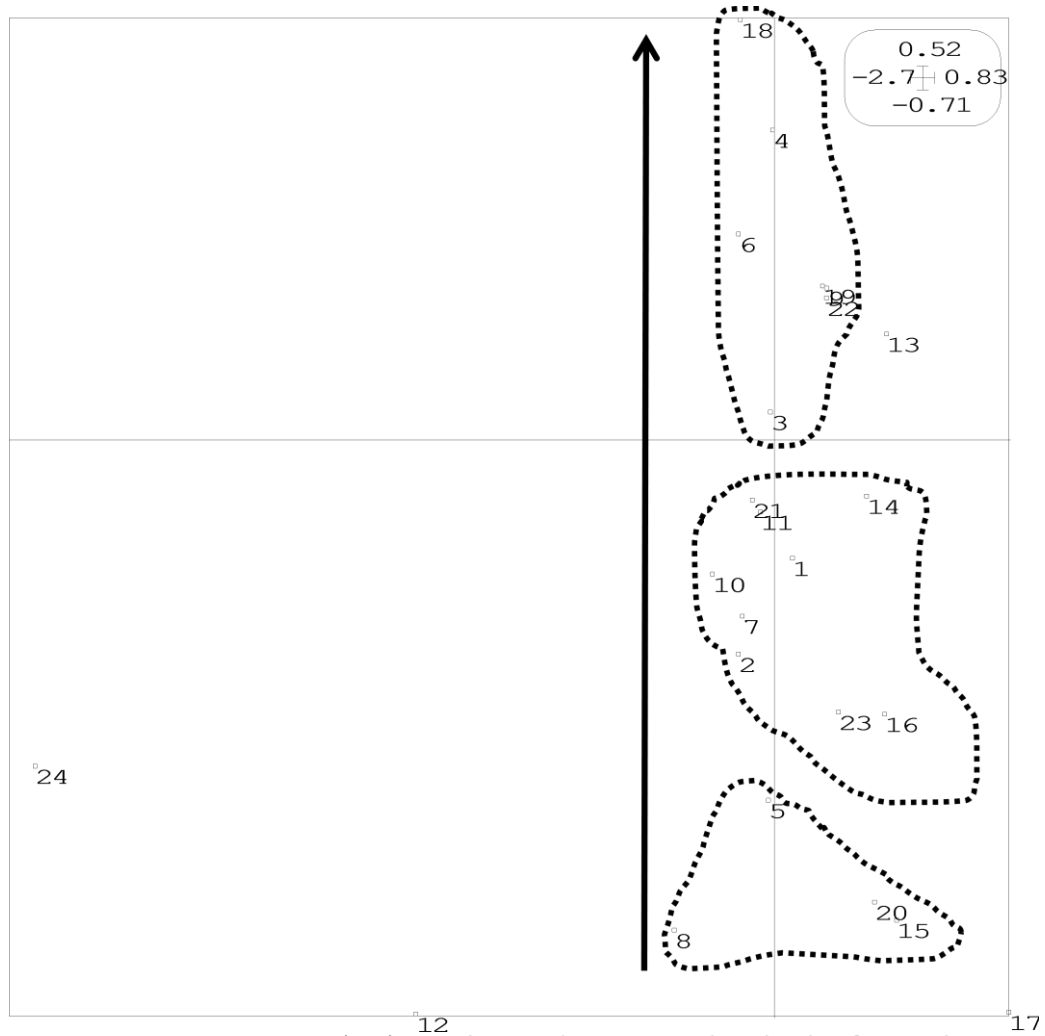


Figure n°17 : Les stations d'étude qui ont été distribuées selon un plan factoriel

(axe3-2)



AFC. axe(3;2). Distribution des especes dans le plan factoriel mettant en évidence 2 gradient . le 1er lie à la diversité spicifique dans l'habitat ,2eme lié à la diversité fonctionnelle

Figure n°18 : Distribution des espèces selon un plan factoriel mettant en évidence la diversité spécifique et fonctionnelle.

Chapitre IV : Discussion

DISCUSSION

Les sols ont une vocation principale de production agricole et sylvicole qui assurent le développement de la végétation naturelle et comme support de la biodiversité (**Ponge, 2010 in Gherib et Mechaka , 2012**). Ce sont des réacteurs biologiques qui contrôlent de nombreuses fonctions environnementales et joue un rôle essentiel dans le fonctionnement des écosystèmes terrestre. C'est une ressource importante qu'il convient de protéger compte tenu de l'accélération de sa dégradation liée, souvent aux activités humaines.

L'étude de la faune du sol dans la subéraie de chaffia, a permis d'identifier sept groupes d'organismes qui sont : les ptérygotes 36 %, les annélides 20%, les mollusques 11%, les Arachnides 10%, Aptérygote les Myriapodes 9% et les crustacés 5% . comme (**Gobat et al .,2003**) indique que ces animaux représentent une source de biodiversité non négligeable, jouant un rôle pionnier dans la transformation de l'humus en fragmentant la matière végétale morte et le transfert d'énergie du sol.

Le lac Tonga renferme les même groupe faunique avec des pourcentages plus au moins différent les ptérygotes 39% et les Annélides 33%.

Cette différence est conditionnés essentiellement par les caractéristique de la litière qui est au sens large constitué de l'ensemble des matières organique d'origine biologique à différents stades de décomposition et qui représente 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.

La litière du lac Tonga et de la subéraie de cheffia enregistrent un pourcentages a peu près identiques avec 470 et 472 , notons que les deux litière sont soumise à un effet de piétinement intense (pâturage fréquent). Cela explique une diversité et une abondance faible, comme il a était mentionné par (**Geoffroy et al ., 1981**).

Au sein de la litière, les Ptérygotes, les annélides, les Myriapodes et Les Mollusques, sont les groupes zoologiques les plus nombreux dans les deux sites. 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)**. Il existe une différence dans la composition du peuplement au niveau des horizons au sein des deux sites d'études, on remarque que dans le site de chaffia, l'horizon est plus riche en effectifs par rapport à celui du lac Tonga.

Le compartiment correspondant à l'horizon de chaffia est le plus riche en nombre d'individus aussi bien pour la subéraie que pour le lac Tonga. Ceci est conditionnée essentiellement par les caractéristiques de l'horizon (humidité favorable, porosité disponible et pH acide), qui coïncide avec ceux de **(Blandian et al., 1980 in Geoffroy et al., 1981)**; ces facteurs favorisent la reproduction et le développement de nombreuse population.

La présence des Ptérygotes, des Annélides; des vers de terre et des Enchytréide 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 derniers 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 à partir du mois de février elles se déplacent vers les couches les plus profondes à la recherche de l'humidité et de la nourriture ceci coïncide avec les travaux de **(Flogaitus, 1983 in Gherib et Mechaka, 2011)** au niveau de PNEK.

En effet, l'état de la faune est fortement lié à l'état de dégradation de la formation forestière. La densité de la faune du sol est plus importante dans les sites non dégradés que dans les sites dégradés.

La perturbation des sites limite le développement de cette faune, l'étude de la richesse spécifique dans les parcelles révèle que le nombre de taxon est plus important dans les parcelles non dégradées.

Les Différences en terme densité et richesse spécifique pourraient être expliquées par les changements quantitatifs de la couche de litière et /ou par les modifications de milieu.

Nos résultats, montre qu'il y a une similitude dans la valeur de H' et l'équitabilité entre les différents horizons du sol. Ces deux indices présentent par contre une certaine différence entre ces horizons dans le même site. Les valeurs les plus élevées ont été observées dans la litière avec 3,31 bit, cela signifie que les autres horizons présentent des conditions de milieu moins favorables pour l'installation de plusieurs espèces et illustrent une distribution d'abondance fortement hiérarchisée.

La diminution des effectifs et du nombre en fonction des mois est peut-être expliquée par le tassement du sol provoqué par une pluie accrue et prolongée pendant toute cette période, ce tassement peut avoir comme conséquence une réduction d'aération du sol dans les changements au sein des communautés animales (**Robin, Geoffroy, 1985**).

Le tassement du sol peut être aussi accentué par l'effet de la compétition entre les individus de la même espèce, ou encore par la prédation. Cette variation peut être également expliquée par d'autres facteurs :

- Liés aux conditions spécifiques à chaque horizon tels que : l'humidité, la température, l'aération ou de la teneur du sol en minéraux et en matières organiques.
- Liés à l'écologie de l'espèce (cycle et stade de développement, rôle joué au sein du peuplement du sol) (**Gherib et Mechaka, 2011**).

Conclusion

Conclusion

Au cours de ce travail qui a porté sur la détermination de la faune dans deux régions différentes à savoir Chaffia et lac Tonga durant la période d'étude qui s'est étalée du mois de février jusqu'au mois de mai à pour objectifs les dénombrements des différents taxons rencontrés dans les deux sites d'études, identification et caractérisation des principaux groupes de la faune du sol .

La séparation des couches : litière, horizons, nous a permis d'obtenir une présentation quantitative de la répartition des différents groupes de la pédafaune. 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 rapidement . (Chaouch et Nacer ,2017).

Le peuplement de la pédafaune au niveau des différents horizons du sol, renferme plusieurs groupes zoologiques représentés par 19 Ordres dans le site d'étude Chaffia et 14 Ordres au lac Tonga.

Après quatre mois d'étude nous avons remarqué que le peuplement de la faune du sol des deux sites est composé de sept groupes fauniques qui sont : Ptérygotes, Myriapodes, Arachnides, Aptérygotes, Annélides, Mollusques, et les Crustacés.

L'horizon au niveau de la forêt de Chaffia est plus riche en effectif par rapport au lac Tonga par rapport à la litière est pratiquement la même en nombre d'espèces que ce soit à Chaffia ou bien au lac Tonga.

Nos résultats sont traités par des analyses écologiques, la composition du peuplement entre les deux sites étudiés à savoir la diversité H' et l'équitabilité E , on remarque que la richesse spécifique montre qu'il y a une différence significative entre les valeurs H' et E de la litière et l'horizon dans les deux sites d'étude.

L'analyse de l'AFC représente le degré de similitude mensuelle de la diversité fonctionnelle durant une période de quatre mois et caractérisée par un nombre d'espèces dont la moyenne d'abondance varie.

Il est intéressant également de reproduire cette expérience dans d'autres sites pour pouvoir faire des comparaisons dans des étages bioclimatiques différents.

Références Bibliographiques

Références bibliographiques

A

AMRI C,(2006). Les collemboles de quelques habitats et biotopes de l'est algérien : Inventaire et dynamique saisonnière. Mémoire de magister. Université de Constantine.108 p.

B

BACHELIER,G (1978). La vie animale dans les sols.DOC.tech .no° O,R ,S,T,O,M ,paris.278P.

BAKARIA F, (2002) : Contribution a l'étude de la biologie de reproduction de la population de la Guifette moustac (*Chilodnias hybribridus*, pallas 1811) dans les zones humides de Nord-est Algérien : cas de lac Tonga. Thèse de magister, université Annaba, 61p

BENYAKOUB,S(1996). Diagnose écologique de l'avifaune du parc National d'el Kala . Composition .Statu Répartition . Etude individuelle .N° E 10.projet Banque Mondiale.67p.

BENYAKOUB ,S., et al (1998) : Plan directeur de gestion du Parc National d'El Kala et du complexe des zones humides (Wilaya d'El Tarf), Projet Banque mondiale 200p + 28 cartes

BENTOUILLI,Y.(2007).Inventaire et Qualité des eaux des Source du parc National d'El Kala (N.Est algérien) Mémoire de magistère en géologie . Université Badji Mokhtar –Annaba .113p

BENJAMIN, p.(2010).Contribution de la faune du sol au fonctionnement et à l'évolution des techno de sol . Thèse en science agronomiques. Institu National Polytechnique de Lorraine .288p.

BENBOULAYA S-F.(1987). : Essai de caractérisation de la faune du sol sous couvert defeuillus et résineux : forêt du Massif de l'Edough. Thèse du diplôme d'Etudes supérieurs en biologie animale. Université d'Annaba

BLONDEL J.(1979) .Biogéographie et écologie. Ed. Masson, Paris, 173 p

BOUMEZHOUR A, (1993) : Ecologie et biologie de la reproduction de l'Erismature à tête

blanche (*Oxyra leucocephala*) et du *Fuligule nyroca* sur le lac Tonga et le lac des oiseaux (Est Algérien), (Mesures de protection et de gestion du lac Tonga). Doctorat. Université des hautes études montpellier. 254p.

BRAHMIA ,Z(2002).Role fonctionnel du lac Obéira et du lac Mellah (parc national d'el-Kala) pour les oiseaux marins . Mémoire de Magister .Université Badji Mokhtar –Annaba 83

D

DAJOZ,R.(1998). Les Insectes et la Forêt. Technique et Documentation. Lavoisier. 594 pp.

DEPRINCE,A .(2003).La faune du sol .diversité, méthodes, fonction et perspectives .le courrier de l'environnement de l'INRA n°49,138p.

Dolédec S, Chessel D. & Gimaret-Carpentier C. (2000): Niche separation in community analysis : a new method. Ecology, 81 (10), pp 2914- 2927.

DERRADJI , F. (2004) : Identification quantitative et qualitative des ressources en eau de la région d'Annaba-El Tarf (Nord-Est de;Algérie), Thèse de Doctorat d'Etat, Université Badji. Mokhtar, Annaba, 200p

D.G.F, (2002) : Atlas des 26 zones humides Algérienne d'importance internationale direction générale des forêts.

F

Frontier S ;1983 . « Stratégies d'échantillonnage en écologie .Collection d'écologie ,17 Masson ,Paris :494pp .

G

GEOFROY J-J , Charistophe T , Moleatas et Blandin ;198 1,Etude d'un écosystème forestier mixte ,traite généraux du

Peuplement de Macro arthropodes «édaphique. Rev.Ecol.Biol.Sol18(1).58p

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

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

Grinnell J. (1917): The niche relationship of the California thrasher. *Auk*, 34, 427-233.

J

JOEL, A.(2014). La faune du sol comme indicateur de la qualité des soles urbain Etude des Communauté de verre de terre d'enchytréides et de nématodes et de leur relation avec des sols d'âges différent, Thèse en biologie ,Université Neuchâtel ,223 P.

JOEL ,A.(2016). La faune du sol : indicateur de la qualité, même en milieu Urbain, Exemple de la ville Neuchâtel ,suisse. Journée technique : sols urbain vivant -connaitre, aménager, restaurer. 10P.

JOLEAOD, L. (1936) : Etude géographique de la région de Bône et la Calle. Bull. Serv. Carte Géol. de l'Algérie. 2^{ème} série stratigraphique. Description générale. 185p.

K

KADI , S.(2014). Organisation de la faune édaphique dans deux habitats forestier de la région d'el Kala :la subéraie et maquis .Thèse de doctorat L.M.D option : écologie animal .Université Badji Mokhtar ,Annaba.104P .

KADI , Y(1989) : Contribution à l'étude de la végétation aquatique du Lac Tonga. Parc National d'El-kala. Thèse ingénieur agronome. INA. Alger 106p

L

LEMBROUK,L.(2012). Impact de la pollution industrielle générée par l'Electro-Industries d'Azaga et l'entreprise Nationale des Industries Electro-Ménagées d'Oued Aissi sur la faune du sol . Diplôme de magister . Université Mouloud Mammeri Tizi –Ouzou.P97.

Lebart L, Piron M & Morineau A. (1997) : Statistique exploratoire multidimensionnelle. 2^{ème} édition Dunod, Paris. 439

Legendre. L & 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

M

MBOUKOU-KIMBASTA I(1997).les macro invertébrés du sol dans différents systèmes d'agriculture au Congo : cas particulier de deux système traditionnels (écobuage et brulis) dans la vallée du Niari. Thèse doctorat de l'Université pierre et Marie Curie. Spécialité Écologie.

MULLER Y., 1985. L'avifaune forestière nicheuse des Vosges du Nord; sa place dans le contexte medio-européen. Thèse Doctorat es sci., Univ. Dijon, 318 p.

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.

MUKWANGA Y M., 2013. Analyse factorielle des correspondances de Benzecri. Laboratoire d'analyse-recherche en économie quantitative. Vol 8, n°11, pp 101-107.

N

NACER,H et CHAOUICH ,A(2012). Contribution à la connaissance de la diversité de la faune du sol d'une subéraie de plaine dans le Nord –est Algérien (subéraie de Brabtia).Université d'EL TAREF .35P

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).

R

RAMADE F., 1984. Eléments d'écologie : écologie fondamentale. Ed. Mc Graw-Hill, Paris, 397 p.

ROUAG, R. (1999) : Inventaire et écologie des Reptiles et Amphibien du Parc National d'El Kala. Thèse de magister, Université d'annaba .90p

S

SAMRAOUI et de BELAIR (1998) : Les zones humides de la Numidie orientale : bilan des connaissances et perspectives de gestion .synthèse (Numéro spéciale 4) :1-90.

T

TOUMI et al.(2016).caractérisation physico-chimique des eaux de l'écosystème lacustre : Cas du lac des oiseaux (Extrême NE-Algérien).J.Master .Enivriens .SCI.7(1)147P

Thioulouse J, Chesse DI, Doledec S & 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 .

TOUBAL B.O.,(1986) .Phytécologie, biogéographie et dynamique des principaux Groupements végétaux du massif de l’Edough (Algérie Nord orientale). Cartographie au 1/25000 USTM. Univ. Grenoble. Thèse. Doct. 3ème cycle. 111 p.

W

WEESIE D M et BELEMSOBGO U.(1997). Les Rapaces diurnes du ranch de gibier de Nazinga (Burkina Faso). Liste commentée, analyse du peuplement et cadre biogéographique. Alauda, 65 (3), pp 263-278.

Annexes



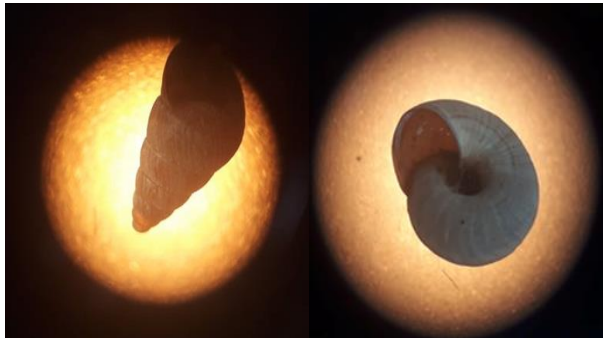
Larve de coléoptère



Coléoptères



Diptères



Gastropodes



Chilopode



Hyménoptère



Ver de terre



Les arachnides