



Mémoire de Fin d'Études

Présenté en vue de l'obtention d'un Diplôme de Master
« Toxicologie Industrielle et Environnementale »

THÈME

**Abondance de la faune du sol dans des ripisylves
au niveau du Park National d'El Kala (Wilaya d'El Tarf)**

Soutenu le : 19/06/2025

Présenté par : Denine Sirine
Zatout Manel

Devant le jury composé de :

Dr. Bergal Amira	MCA	Présidente	UCBET
Dr. Becir Farida	MCA	Examinatrice	UCBET
Dr. Bendjedid Hassina	MCB	Promotrice	UCBET

Année universitaire : 2024 - 2025

Remerciements

Avant tout propos, nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à **ALLAH, Dieu** Tout-Puissant, source de force, de patience et d'inspiration, qui nous a permis de mener à bien ce travail.

Nous tenons à remercier notre encadrante, **Mme Hassina Bendjedid**, pour sa disponibilité, ses précieux conseils, son soutien patient et son encadrement attentif tout au long de ce mémoire. Nous lui devons une grande gratitude et un grand respect.

Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à **l'équipe de direction du Parc National d'El kala** pour nous avoir accueillis et nous avoir fourni des informations pendant notre stage.

Nous remercions **le directeur Général du parc zoologique Brabtia** pour son accueil chaleureux,

Nous remercions chaleureusement **l'ensemble des enseignants et du personnel** du département de biologie pour la qualité de leur enseignement et leur encadrement tout au long de notre parcours universitaire.

Nous souhaitons également adresser nos remerciements à toutes les personnes qui, de près ou de loin, nous ont apporté leur aide et ont ainsi contribué à l'élaboration de ce mémoire.

Nos remerciements les plus sincères vont aussi à **nos collègues et amis**, pour leur précieuse entraide, leur soutien moral et leur présence chaleureuse durant toute cette aventure.

Enfin, toute notre reconnaissance va à **nos familles**, en particulier à **nos parents**, pour leur amour inconditionnel, leurs prières, et leur soutien indéfectible à chaque étape de notre vie.

Dédicace

À ceux dont les prières ont porté mes pas vers la réussite.

À mes chers parents

Merci pour votre amour qui m'entoure, votre patience qui m'enseigne, et votre présence constante qui me donne la force.

À mes frères et sœurs,

Pour leur tendresse, leurs encouragements et leur présence rassurante.

À mes enseignants,

Qui ont éveillé en moi la curiosité scientifique et m'ont guidée avec patience et bienveillance.

À mes amis,

Pour leur écoute, leur joie de vivre et leur précieuse amitié tout au long de ce parcours.

Et enfin, à tous ceux qui ont contribué, de près ou de loin, à la réalisation de ce travail.

Denine Sirine

Dédicace

Louanges, remerciements et gratitude à Dieu pour le commencement et la fin.

(Et que l'homme n'obtienne rien d'autre que ce pour quoi il s'efforce, et que ses efforts soient bientôt récompensés.)

Des années d'efforts, même si elles sont longues, seront écourtées et le temps prendra fin. □

Avec tout mon amour, je dédie les fruits de ma réussite et de mon diplôme.

À la lumière qui a illuminé mon chemin, la lampe dont la lumière ne s'éteint jamais, et à celui qui a consacré des années d'efforts pour que je puisse gravir les échelons du succès. À celui dont je porte fièrement le nom. Je lui ai toujours promis ce succès. Me voici, accomplissant ma promesse et la dédiant à toi : « Mon cher père. »

Et à celle qui m'a enseigné la morale avant les lettres : « Ma chère mère. »

Et à mes éminents professeurs :

À vous, toute ma gratitude et ma reconnaissance. Vous avez été les flambeaux de la connaissance qui ont illuminé mon chemin.

Je dédie mon diplôme à mon inspiration pour la réussite, mes frères.

Finalement, voici ce grand jour, le jour où j'ai passé des années d'études ardues à y rêver, jusqu'à ce que, par sa grâce et sa générosité, elles m'aient conduit à la joie de l'accomplissement. Loué soit Dieu, qui a donné bonté et espoir, et nous a comblés d'une joie et d'un bonheur qui me font oublier mes difficultés.

Zatout manel

Résumé

Cette modeste recherche est l'étude de la pédofaune de quatre ripisylves : la ripisylve du lac Oubeira, de Oued Laaroug (Brabtia), du lac Mellah et de Oued Messida dans la région d'El Kala (Wilaya d'El Tarf, Algérie). Afin, d'inventorier les invertébrés du sol, on a prélevé dix échantillons sur chaque site, pendant l'hiver et le printemps.

Dans cette étude, nous avons analysées la composition et la distribution verticale de la faune dans trois horizons successifs : litière, horizon F et horizon H, sous dix arbres matures. Les résultats obtenus ont permis d'identifier 16 taxons pendant les deux saisons.

Une comparaison de l'abondance des invertébrés en hiver et au printemps sur les quatre sites d'étude révèle une différence significative de densité animale. La densité la plus élevée a été observée au printemps, dans la ripisylve du lac Oubeira, suivie de celle de l'oued Bouarroq, tandis qu'elle diminue significativement en hiver. La densité la plus faible est observée dans la ripisylve du lac Mellah et de l'oued Messida en hiver, et augmente légèrement au printemps.

Mots-clés : pédofaune, ripisylves, densité, El Kala, wilaya El Tarf, Algérie

Abstract

This modest research study is a study of the soil fauna of four riparian forests: the riparian forest of Lake Oubeira, Oued Laaroug (Brabtia), Lake Mellah, and Oued Messida in the El Kala region (El Tarf Province, Algeria). In order to inventory the soil invertebrates, ten samples were taken from each site during the winter and spring."

In this study, we analyzed the composition and vertical distribution of the fauna in three successive horizons: litter, F horizon, and H horizon, under ten mature trees. The results obtained allowed the identification of 16 taxa during both seasons.

A comparison of invertebrate abundance in winter and spring at the four study sites reveals a significant difference in animal density. The highest density was observed in spring in the riparian forest of Lake Oubeira, followed by that of Wadi Bouarroq, while it decreased significantly in winter. The lowest density was observed in the riparian forest of Lake Mellah and Wadi Messida in winter, and increased slightly in spring.

Keywords: Soil fauna, riparian forests, density, El Kala, El Tarf-Algeria

ملخص

هذه الدراسة البحثية المتواضعة هي دراسة لحيوانات التربة في أربع غابات نهريّة: الغابة النهريّة لبحيرة أوبيرة، ووادي العروج (برباطية)، وبحيرة الملاح، ووادي المسيدة في منطقة القالة (ولاية الطارف، الجزائر). ولحصر اللاقاريات في التربة، جُمعت عينتان من كل موقع، واحدة في الربيع وأخرى في الشتاء. في هذه الدراسة، قمنا بتحليل تركيب وتوزيع الحيوانات عمودياً في ثلاثة آفاق متتالية: الفضلات، والأفق F، والأفق H، تحت عشر أشجار ناضجة. سمحت النتائج التي تم الحصول عليها بتحديد 16 نوعاً خلال كلا الموسمين.

تكشف مقارنة وفرة اللاقاريات في الشتاء والربيع في مواقع الدراسة الأربعة عن اختلاف كبير في كثافة الحيوانات. لوحظت أعلى كثافة في الربيع في الغابة النهريّة لبحيرة أوبيرة، تليها تلك الموجودة في وادي بوعروق، بينما انخفضت بشكل ملحوظ في الشتاء. لوحظت أدنى كثافة في الغابة النهريّة لبحيرة الملاح ووادي المسيدة في الشتاء، وزادت قليلاً في الربيع.

الكلمات المفتاحية: حيوانات التربة، الغابات الضفافية، الكثافة، القالة، ولاية الطارف، الجزائر

Liste des photos		
N°	Titre	Page
Photo 1	La ripisylves du lac Obeira (Denine et Zatout, 2025).	16
Photo 2	La ripisylves de l'Oued Bourroug dans la région de Barbatia (Denine et Zatout, 2025).	17
Photo 3	La ripisylves de l'Oued Bourroug dans la région de Barbatia (Denine et Zatout, 2025).	17
Photo 4	La ripisylves de lac Mellah (Denine et Zatout, 2025).	18
Photo 5	La ripisylves d'oued Messida (Denine et Zatout, 2025).	18
Photo 6	Le matériel utilisé sur le terrain (Denine et Zatout, 2025).	19
Photo 7	Matériels utilisés au laboratoire (Denine et Zatout, 2025).	20
Photo 8	Les prélèvements sur le terrain (Denine et Zatout, 2025).	22
Photo 9	prélèvement manuel de la faune à l'aide des pinces (Denine et Zatout, 2025)	23
Photo 10	Extracteurs de Berlèse-Tullgren (Denine et Zatout, 2025).	23
Photo 11	Conservation des échantillons (Denine et Zatout, 2025).	23

Liste des figures		
N°	Titre	Page
Figure 1	Classification des organismes du sol selon leur taille modifié d'après Swift et al. (1979) .	3
Figure 2	Schéma de la zonation d'une ripisylve (Anonyme, 2000)	7
Figure 3	Localisation géographique du Parc National d'El-Kala (Benyacoub et al., 1998)	9
Figure 4	Localisation des sites d'étude	16
Figure 5	Profil d'un sol Podzolique avec un humus de type hémimor sur une roche mère de schiste roux (Brinquin et al., 2006).	21
Figure 6	Présentation graphique de la Composition globale de la faune de ripisylve de lac Oubeira (hiver)	26
Figure 7	Répartition verticale de la faune dans la ripisylve de lac Oubeira (hiver)	27
Figure 8	Présentation graphique de la Composition globale de la faune de la ripisylve de Oued Laaroug (hiver)	28
Figure 9	Répartition verticale de la faune dans la ripisylve de Oued Laaroug (hiver)	29
Figure 10	Présentation graphique de la Composition globale de la faune de la ripisylve de lac Mellah (hiver)	30
Figure 11	Répartition verticale de la faune dans la ripisylve du lac mellah (hiver)	31
Figure 12	Présentation graphique de la Composition globale de la faune de la ripisylve de lac Oubeira (hiver)	32
Figure 13	Répartition verticale de la faune dans la ripisylve de Oued Messida (hiver)	33

Figure 14	Présentation graphique de la Composition globale de la faune de la ripisylve du lac Oubeira (printemps)	34
Figure 15	Répartition verticale de la faune dans la ripisylve du lac Oubeira (printemps)	36
Figure 16	Présentation graphique de la Composition globale de la faune de la ripisylve de Oued Laaroug (printemps)	37
Figure 17	Répartition verticale de la faune dans la ripisylve de Oued Laaroug (printemps)	38
Figure 18	Présentation graphique de la Composition globale de la faune de la ripisylve de lac mellah (printemps)	39
Figure 19	Répartition verticale de la faune dans la ripisylve de lac mellah (printemps)	40
Figure 20	Présentation graphique de la Composition globale de la faune de la ripisylve de Oued Messida (printemps)	41
Figure 21	Répartition verticale de la faune dans la ripisylve de Oued Messida (printemps)	42
Figure 22	Présentation graphique de la composition de la faune dans la ripisylve de lac Oubeira entre l'hiver et le printemps	44
Figure 23	Présentation graphique de la composition de la faune dans la ripisylve de Oued Laaroug entre l'hiver et le printemps	45
Figure 24	Présentation graphique de la composition de la faune dans la ripisylve de lac Mellah entre l'hiver et le printemps	46
Figure 25	Présentation graphique de la composition de la faune dans la ripisylve de Oued Messida entre l'hiver et le printemps	47
Figure 26	Caractéristiques structurelles moyennes de la faune du sol dans les quatre sites en hiver et printemps.).	48

Liste des tableaux		
N°	Titre	Page
Tab. 1	Principaux lacs dans le PNEK (Direction de parc nationale d'El Kala)	12
Tab. 2	Principaux oueds dans le PNEK (Direction de l'hydraulique de la wilaya d'El Tarf).	12
Tab. 3	Proportion des différentes essences forestières du PNEK ((B.N.E.F, 1984)	13
Tab. 4	Composition globale de la faune et densité moyenne (ind/m ²) de chaque taxon dans lac Oubeira, ± : écart-type (n=10).	25
Tab. 5	Densités moyennes (ind/m ²) des taxons dans chaque horizon de la ripisylve de lac Oubeira pendant l'hiver, ± : écart-type (n=10).	26
Tab. 6	Composition globale de la faune et densité moyenne (ind/m ²) de chaque taxon dans la ripisylve d'Oued Laaroug, ± : écart-type (n=10).	27
Tab. 7	Densités moyennes (ind/m ²) des taxons dans chaque horizon la ripisylve d'oued Laaroug pendant l'hiver, ± : écart-type (n=10).	28
Tab. 8	Composition globale de la faune et densité moyenne (ind/m ²) de chaque taxon dans lac Mellah, ± : écart-type (n=5).	29
Tab. 9	Densités moyennes (ind/m ²) des taxons dans chaque horizon de la ripisylve de lac Mellah pendant l'hiver, ± : écart-type (n=5).	30
Tab. 10	Composition globale de la faune et densité moyenne (ind/m ²) de chaque taxon dans Oued Messida, ± : écart-type (n=5).	31
Tab. 11	Densités moyennes (ind/m ²) des taxons dans chaque horizon de la ripisylve de Oued Messida dans l'hiver, ± : écart-type (n=5)	32
Tab. 12	Composition globale de la faune et densité moyenne (ind/m ²) de chaque taxon dans La forêt riveraine de lac Oubeira, ± : écart-type (n=10).	33
Tab. 13	Densités moyennes (ind/m ²) des taxons dans chaque horizon de ripisylve de lac Oubeira au printemps, ± : écart-type (n=10)	35
Tab. 14	Composition globale de la faune et densité moyenne (ind/m ²) de chaque taxon dans la ripisylve de Oued Laaroug, ± : écart-type (n=10).	36
Tab. 15	Densités moyennes (ind/m ²) des taxons dans chaque horizon de la forêt riveraine de Oued Laaroug au printemps, ± : écart-type (n=10)	37
Tab. 16	Composition globale de la faune et densité moyenne (ind/m ²) de chaque taxon dans lac Mellah, ± : écart-type (n=10)	38
Tab. 17	Densités moyennes (ind/m ²) des taxons dans chaque horizon de ripisylve de lac Mellah au printemps, ± : écart-type (n=10).	39
Tab. 18	Composition globale de la faune et densité moyenne (ind/m ²) de chaque taxon dans Oued Messida, ± : écart-type. (n=10)	40
Tab. 19	Densités moyennes (ind/m ²) des taxons dans chaque horizon de ripisylve de Oued Messida dans le printemps, ± : écart-type. (n=10).	41

Tab. 20	Analyse des différences des densités moyennes (ind/m ²) des taxons dans la ripisylve de lac Oubeira entre l'hiver et le printemps. Les lettres indiquent les différences significatives (a>b) pour $\alpha < 0,05$, \pm : écart-type.	43
Tab. 21	Analyse des différences des densités moyennes (ind/m ²) des taxons dans la ripisylve de Oued Laaroug entre l'hiver et le printemps. Les lettres indiquent les différences significatives (a>b) pour $\alpha < 0,05$, \pm : écart-type.	44
Tab. 22	Analyse des différences des densités moyennes (ind/m ²) des taxons dans la ripisylve de lac mellah entre l'hiver et le printemps. Les lettres indiquent les différences significatives (a>b) pour $\alpha < 0,05$, \pm : écart-type.	45
Tab 23	Analyse des différences des densités moyennes (ind/m ²) des taxons dans la ripisylve de Oued Messida entre l'hiver et le printemps. Les lettres indiquent les différences significatives (a>b) pour $\alpha < 0,05$, \pm : écart-type.	46
Tab. 24	Analyse des différences des densités moyennes (ind/m ²) des taxons dans la ripisylve de lac Oubeira entre l'hiver et le printemps dans chaque horizon. Les lettres indiquent les différences significatives (a>b) pour $\alpha < 0,05$, \pm : écart-type.	49
Tab. 25	Analyse des différences des densités moyennes (ind/m ²) des taxons dans la ripisylve de Oued Laaroug entre l'hiver et le printemps dans chaque horizon. Les lettres indiquent les différences significatives (a>b) pour $\alpha < 0,05$, \pm : écart-type.	50
Tab. 26	Analyse des différences des densités moyennes (ind/m ²) des taxons dans la ripisylve de lac Mellah entre l'hiver et le printemps dans chaque horizon. Les lettres indiquent les différences significatives (a>b) pour $\alpha < 0,05$, \pm : écart-type.	51
Tab 27	Analyse des différences des densités moyennes (ind/m ²) des taxons dans la ripisylve de Oued Messida entre l'hiver et le printemps dans chaque horizon. Les lettres indiquent les différences significatives (a>b) pour $\alpha < 0,05$, \pm : écart-type.	52

Sommaire

Remerciement	i
Dédicaces	ii
Résumés	iv
Liste des photos	vi
Liste des figures	vi
Liste des tableaux	viii
Introduction	1
Chapitre 01 : synthèse bibliographique	3
1.1.Généralité sur la faune du sol	3
1.1.1.La microfaune	4
1.1.2.La mésofaune	4
1.1.3.Le macrofaune	4
1.1.4.La mégafaune	4
1.1.5.Groupe secondaire	4
1.2.Les ripisylves :	6
1.2.1.Définition :	6
1.2.2.Structure de la ripisylve.....	6
1.2.3.Les ripisylves et la forêt riveraine :	7
1.2.3.1. Les ripisylves dans la région méditerranéenne	7
1.2.3.2. Les ripisylves dans l'Algérie.....	7
1.2.3.3. Ripisylves dans le Park national d'el Kala.....	8
Chapitre 02 : présentation de la zone et les sites d'études	9
2.1. Présentation de la zone d'étude	9
2.1.1.Situation géographique.....	10
2.1.2.Relief	10
2.1.3.Géologie du Parc	10
2.1.4.Pédologie	10
2.1.5.Caractéristiques climatiques.....	10
2.1.6.Hydrographique.....	11
2.1.7.Richesse floristique	12
2.1.8.Richesse faunistique	13
2.2.Présentation de les site d'étude	14
Chapitre 03 : Matériel et méthodes	19

3.1. Matériel et méthodes d'échantillonnage	19
3.1.1. Matériel d'échantillonnage	19
3.1.1.1. Matériels de terrain.....	19
3.1.1.2. Matériels de laboratoire	19
3.1.2. Méthodes d'échantillonnage	20
3.2. Analyse des données	24
3.2.1. Richesse taxonomique.....	24
3.2.2. Indice de diversité Shannon-Weaver (H')	24
3.2.3. L'indice d'équitabilité :	24
Chapitre 04 : Résultats	25
4.1. Etude de la faune	25
4.1.1. Analyse globale de la pédofaune pendant l'hiver	25
4.1.1.1. Au niveau de la ripisylve du lac Oubeira	25
4.1.1.2. Au niveau de la ripisylve de Oued Laaroug.....	27
4.1.1.3. Au niveau de la ripisylve de lac Mellah	29
4.1.1.4. Au niveau de la ripisylve de Oued Messida	31
4.1.2. Analyse globale de la faune pendant le printemps	33
4.1.2.1. Au niveau de la ripisylve de lac Oubeira	33
4.1.2.2. Au niveau de la ripisylve de Oued Laaroug.....	36
4.1.2.3. Au niveau de ripisylve de lac Mellah.....	39
4.1.2.4. Au niveau de la ripisylve de Oued Messida	41
4.2. Etude comparative entre les deux saisons (l'hiver et le printemps) dans les quatre sites	44
4.2.1. Composition de la faune.....	44
4.2.1.1. Au niveau de la ripisylve de lac Oubeira	44
4.2.1.2. Au niveau de la ripisylve de Oued Laaroug.....	45
4.2.1.3. Au niveau de ripisylve de lac Mellah.....	46
4.2.1.4. Au niveau de ripisylve de Oued Messida	47
4.3. Structure de la faune.....	49
4.4. Organisation de la faune.....	50
4.4.1. Au niveau de la ripisylve de lac Oubeira	50
4.4.2. Au niveau de la ripisylve de Oued Laaroug.....	51
4.4.3. Au niveau de la ripisylve de lac Mellah.....	52
4.4.4. Au niveau de la ripisylve de Oued Messida	53

Chapitre 05 : Discussion	53
Conclusion.....	55
Références Bibliographiques	56

Introduction

Introduction

Sous nos pieds, le sol : à l'échelle de la planète, une très mince couche de terre recouvrant les roches émergées. Supports des végétaux, qui sont à la base de tout réseau trophique, les sols sont une composante essentielle des écosystèmes terrestres (**De prince, 2003**).

Le sol sont des sources essentielles d'une grande diversité de services écosystémiques, définis comme les biens et les fonctions écosystémiques bénéfiques aux populations humaines. Ces services sont fournis par une large gamme d'organismes dont les effets sont encore relativement peu étudiés, en particulier pour les groupes taxonomiques de plus petite taille.

Les invertébrés du sol présentent une grande diversité. Selon des estimations récentes, les animaux du sol pourraient représenter jusqu'à 23 % de la diversité totale des organismes vivants décrits à ce jour. Leurs tailles varient sur trois ordres de grandeur. Les plus petits nématodes et protozoaires (protistes) de la microfaune, vivent dans la porosité aqueuse. Les microarthropodes, les Enchytréidés et les nombreux groupes de la mésofaune vivent dans la porosité aérée du sol. Les plus grands arthropodes, mollusques, annélides et crustacés, constituent la macrofaune qui vit dans la litière superficielle ou dans les nids et terriers qu'ils creusent dans le sol. À certains endroits, les vertébrés de la mégafaune peuvent devenir des éléments remarquables de la faune du sol. C'est le cas par exemple des petits rongeurs dans les déserts, des gaufres gris dans les écosystèmes de prairie, des taupes et des sangliers dans les prairies et forêts tempérées, ainsi que d'autres vertébrés du sol encore peu étudiés dans un grand nombre d'écosystèmes (**Lavelle *et al*, 2006**).

La faune du sol constitue en réalité la majeure partie de la biomasse animale totale, souvent bien au-delà de celle des vertébrés sauvages ou domestiques. Son impact sur le fonctionnement du sol, par le biais de la bioturbation et des transferts d'énergie au sein de réseaux trophiques complexes, est reconnu comme étant très important. Au cours des 20 dernières années, l'importance fonctionnelle de la faune du sol n'a cessé de croître, et des paradigmes et concepts spécifiques ont été développés. L'organisation fonctionnelle des communautés du sol, la nature hiérarchique et auto-organisée du système pédologique et les relations entre les compartiments aériens et souterrains des écosystèmes terrestres ont suscité un intérêt croissant dans la littérature récente. Récemment, la gestion des activités de la faune du sol dans les sols agricoles a été présentée comme un moyen de gérer et de conserver la qualité des sols et de soutenir la fourniture de biens et services écosystémiques (**Thibaud *et al*, 2008**).

Les ripisylves sont des milieux forestiers très particuliers et d'une grande diversité biologique qui tient à la conjonction de trois facteurs : la présence d'eau qui, surtout en milieu méditerranéen, est un facteur de productivité, la linéarité de cette structure boisée qui se trouve flanquée de deux "effets de lisière" favorables à l'existence de micro-habitats caractéristiques des écotones, l'un du côté de l'eau, l'autre du côté de l'intérieur, la structure interne de ce type d'habitat qui, du fait de la nature d'essences dominantes souvent composées de bois blanc et à croissance rapide, donc vulnérables aux perturbations comme les coups de vent, tempêtes et inondations, est généralement très

hétérogène avec la présence de stades successionnels variés à de très petites échelles d'espace (**Blondel, 2003**).

Le sol des ripisylves ou les forêts riveraines est très fertile et riche en matière organique en raison de l'accumulation de restes de plantes et d'organismes vivants. Ils sont généralement humides et riches en nutriments en raison de leur proximité avec des sources d'eau, ce qui en fait un environnement idéal pour les animaux du sol tels que les vers de terre, les arthropodes et de nombreux micro-organismes, qui jouent un rôle essentiel dans la décomposition de la matière organique et l'amélioration de la fertilité du sol. Grâce à cette diversité, les forêts riveraines contribuent efficacement à la durabilité de l'écosystème et aux cycles des matières vitales.

Dans la partie Nord-Est de l'Algérie, se situe le Parc National d'El-Kala, couvrant environ 26% de la surface de la wilaya d'El-Tarf. En raison de la diversité de ses écosystèmes, il bénéficie d'une protection en tant que site d'importance mondiale. Ce parc abrite une grande variété d'espèces endémiques, dont certaines sont malheureusement menacées d'extinction (**Lounis & Mecheher, 2023**).

Nous avons choisi le parc national d'El Kala car il est considéré comme l'une des zones les plus riches en biodiversité d'Algérie et d'Afrique du Nord, notamment en organismes terrestres et en écosystèmes humides. Il contient également de nombreuses forêts riveraines naturelles (ripisylves), ce qui en fait un endroit idéal pour étudier l'abondance des invertébrés dans les environnements semi-naturels.

Cette étude porte sur l'abondance et la répartition des invertébrés terrestres au sein des habitats ripisylves du Parc National d'El Kala, en analysant l'influence des facteurs environnementaux et saisonniers (hiver et printemps) sur la diversité de ces organismes.

L'objectif de cette étude est de répondre à la question suivante : les invertébrés du sol sont-ils affectés par des facteurs saisonniers ? Existe-t-il une relation entre la distribution verticale du sol et la densité des invertébrés ?

Ce mémoire comprend trois chapitres principaux qui sont structurés comme suit :

- Le premier chapitre concerne une synthèse bibliographique.
- Le deuxième chapitre décrit la région et les sites d'étude.
- Le troisième chapitre explique les méthodes et les matériaux utilisés dans la partie expérimentation.
- Le dernier chapitre présente les résultats et la discussion obtenus
- En fin on clôture avec une conclusion.

***Chapitre 01 : synthèse
bibliographique***

Chapitre 1 : synthèse bibliographique

1.1. Généralité sur la faune du sol

La faune du sol ou la pédofaune est l'ensemble des animaux qui réalisent tout ou une partie de leur cycle de vie dans le sol (Paye, 2010).

Elle est incroyablement diversifiée que ça soit en forme, couleur, taille ou bien fonction, des procaryotes microscopiques aux mammifères macroscopiques, dans ce cas le sol représente le plus grand réservoir de biodiversité de notre globe (Hattenschwiler *et al.*, 2018).

La faune du sol représente plus de 80 % de la biodiversité animale. Ses plus célèbres représentants, les vers de terre, sont la première biomasse animale terrestre.

Cette faune est classée selon leur comportement et leur capacité d'accéder à l'eau et aux nutriments (Deprince, 2003).

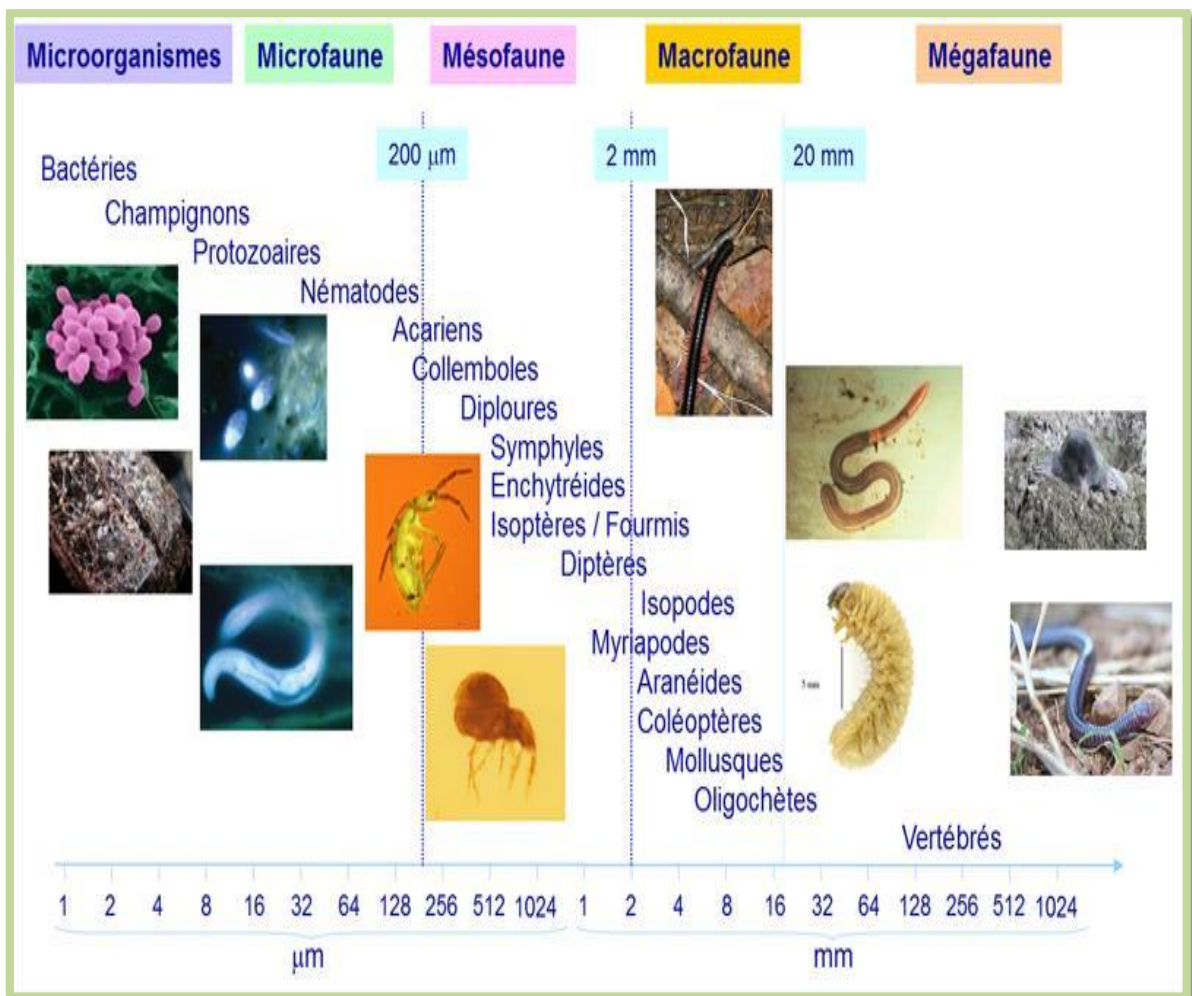


Figure 1 : Classification des organismes du sol selon leur taille modifié d'après Swift *et al.* (1979)

Selon la taille **Bachelier (1963)** a classé la faune du sol en (04) catégories :

1.1.1. La microfaune

Nombre de ces animaux peuvent, de par leur taille ou leur forme effilée, pénétrer dans les capillaires du sol. Les **Protozoaires** et les **Nématodes** constituent l'essentiel de la microfaune, avec comme groupes secondaires : les Rotifères, les Tardigrades et certains petits Turbellariés (**Bachelier, 1963**). Les Protozoaires dans le sol se comptent en centaines de millions par mètre carré (**De prince, 2003**).

La microfaune, dont les individus sont généralement plus petits que 0,2mm, est essentiellement constituée par des édaphons hydrobiontes ; c'est-à-dire des groupements à vie souterraine qui ne peuvent vivre que dans l'eau.

1.1.2. La mésofaune

La mésofaune (ou encore meiofaune), dans laquelle les individus mesurent entre 0,2 et 4mm. Certaines espèces de ce groupement recherchent l'humidité (espèces hygrophiles) alors que d'autres sont adaptées à la sécheresse (espèces xérophiles). Les deux grands groupes de Microarthropodes (collembes et acariens) constituent l'essentiel de cette mésofaune (**Bachelier, 1963**).

Les collembes, cousins des insectes, sont des microarthropodes hexapodes (**Thibaud et D'Haese, 2010**). Ils représentent les hexapodes les plus abondants sur terre (**Jeffery et al., 2010**).

1.1.3. Le macrofaune

Le macrofaune est composé des animaux entre 4 et 80mm, tels que les lombricidés ou vers de terre, les insectes supérieurs, les myriapodes, de nombreux ordres d'araignées à représentant intertropicaux ou subtropicaux, des mollusques, quelques crustacés (isopodes ou amphipodes) et quelques autres groupements fauniques d'importance généralement secondaire (**Bachelier, 1963**). Le macrofaune occupe principalement la litière (**De prince, 2003**).

1.1.4. La mégafaune

Ce groupe est représenté par des animaux de très grande taille qui mesurent plus de 80 mm de longueur (**Benslama-Zanache, 1998**). On trouve à la fois dans ce groupement des Crustacés, des Reptiles, des Batraciens, de nombreux Insectivores, des Rongeurs et quelques fidentés.

1.1.5. Groupe secondaire

Selon **Bachelier, 1978**, il a collecté de nombreux autres animaux trouvés dans le sol, Dont l'importance dans la formation et la dynamique des sols reste généralement limitée.

- **Les turbellaribs (géoplanaires)**

On peut trouver dans les sols humides, ou les films d'eau recouvrant les feuilles mortes. Certaines géoplanaires tropicales peuvent aussi atteindre le centimètre. La plupart des géoplanaires dépassent rarement le millimètre. Par leurs mouvements, elles évoquent en milieu liquide la chute d'une feuille d'arbre, alors que les rotifères bdelloïdes se déplacent comme des chenilles arpeuteuses et que les nématodes sont animés d'un mouvement de

fouet. L'action des géoplanaires dans les sols reste négligeable. Toutes sont carnivores et se nourrissent de Nématodes, de Rotifères, de petites Annélides ou de Diatomées.

- **Les némerthes**

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 espèces se rencontrent aussi dans le milieu marin, certains vivent dans les eaux douces, les sols humides des régions équatoriales (géonémertes), restent cependant rares. Les géonémertes sont carnivores et possèdent une longue mais quelques où elle trompe prolongeant la bouche. Les plus grands peuvent atteindre la taille d'un ver de terre.

- **Les rotifères**

Ce sont de petits animaux de 200 à 400 microns, les plus grands pouvant atteindre le millimètre. On les rapproche actuellement des Nématodes. Ils présentent un corps globuleux recouvert d'une cuticule, leur tête porte une double couronne ciliée et leur extrémité postérieure, ou pied, peut se fixer à la fois par des cirres et une sécrétion collante. On rencontre, dans les sols hydriques, des rotifères d'eau douce à segmentation parfois peu visible.

Mais les rotifères les plus courants dans les sols sont les rotifères bdelloïdes ; on les trouve dans les horizons de surface, et surtout dans les mousses et les litières.

- **Les gastrotriches**

Ce sont de petits animaux très proches des rotifères mais non segmentés. 115 portent, à l'avant, des touffes de cils vibratiles, sur le ventre, deux bandes longitudinales de cils courts qui les aident à progresser et, à l'extrémité postérieure, deux appendices divergents munis de glandes produisant une sécrétion adhésive. On ne rencontre les gastrotriches que dans les sols humides et ils y sont généralement rares.

- **Les onychophores ou pbrripates**

Les Onychophores vivent sous les écorces et dans les litières des forêts chaudes et humides d'Afrique du Sud, du Congo, d'Australie, de l'Inde, d'Amérique tropicale et des Antilles. Ce sont des animaux relativement rares, qui ont l'aspect et la taille de petites chenilles ridées. Les Onychophores sont principalement carnassiers : ils se nourrissent de petits arthropodes, notamment de termites. Ils mangent aussi des fibres de bois pourri, les excréments d'insectes xylophages, des petits mollusques, vers et chenilles.

Ce même auteur signale que, en captivité, s'ils sont affamés, les Onychophores peuvent se dévorer entre eux (cannibales).

- **Les tardigrades**

Ce sont de petits animaux, dont très peu d'espèces dépassent le millimètre. A côté des espèces marines et d'eau douce, il existe de nombreuses espèces subterrestres qui vivent de préférence dans les lichens, les hépatiques, les mousses, les gazons et les litières.

Comme les rotifères, ils sont adaptés à un milieu alternativement sec et humide, mais fuient les milieux réducteurs. Les tardigrades possèdent une cuticule perméable à l'eau.

- **Les mollusques**

Les escargots et les limaces représentent, dans les sols, l'embranchement des Mollusques, et plus précisément la classe des Gastéropodes et la sous-classe des Pulmonés. On divise les Gastéropodes pulmonés en Basommatophores et Stylommatophores.

La majorité des escargots et des limaces se nourrissent à la surface, n'étant actifs que si l'humidité du milieu est suffisante. Ils sont bien connus pour s'attaquer aux feuilles, aux herbes, aux champignons et aux plantes vivantes.

Certaines espèces sont carnivores, capables de poursuivre les vers à l'intérieur des sols.

- **Les Crustacés :**

Quatre 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 vertèbres**

Pour terminer cet inventaire de la faune du sol, il nous faut encore citer divers vertébrés qui demeurent dans les sols, y effectuent des remontées de matériaux et, par suite de leur régime alimentaire, peuvent influencer la pédofaune et même la végétation locale.

1.2. Les ripisylves :

1.2.1. Définition :

Une ripisylve est un boisement riverain d'un plan d'eau. En d'autres termes se sont des formations végétales arborées et arbustives, denses ou éparées qui se développent sur les bords des cours d'eau permanent ou temporaire. Les ripisylves sont des formations végétales de taille diverse ; Localisées sur les marges de l'hydrosystème, elles en constituent le compartiment terrestre et représentent ainsi des zones de transition, ou écotones, entre les milieux aquatique et terrestre.

Ces végétations sont exceptionnelles en région méditerranéenne, où les cours d'eau temporaires, bien connus sous le nom de oued ou de Wadi au sud de la Méditerranée, déterminent des structures de végétation très diversifiées de point de vue écologique et physiologique et sont extrêmement répandus au Maghreb et au Proche-Orient (**Quezel et Medail, 2003**).

1.2.2. Structure de la ripisylve

La structure d'une ripisylve équilibrée se compose de trois strates principales, organisées en fonction de leur distance par rapport au cours d'eau. La strate herbacée (A), située au plus près du plan d'eau, est constituée de plantes basses comme les herbes. Elle joue un rôle important dans la stabilisation des berges. Ensuite, la strate arbustive (B) comprend des arbustes de taille moyenne qui forment une zone de transition et participent à la filtration des eaux. Enfin, la strate arborescente (C) regroupe de grands arbres matures,

plus éloignés du cours d'eau, apportant ombrage, habitat pour la faune et maintien de la biodiversité. Ces trois strates forment un ensemble complémentaire, assurant le bon fonctionnement écologique de la ripisylve (**Anonyme, 2000**).

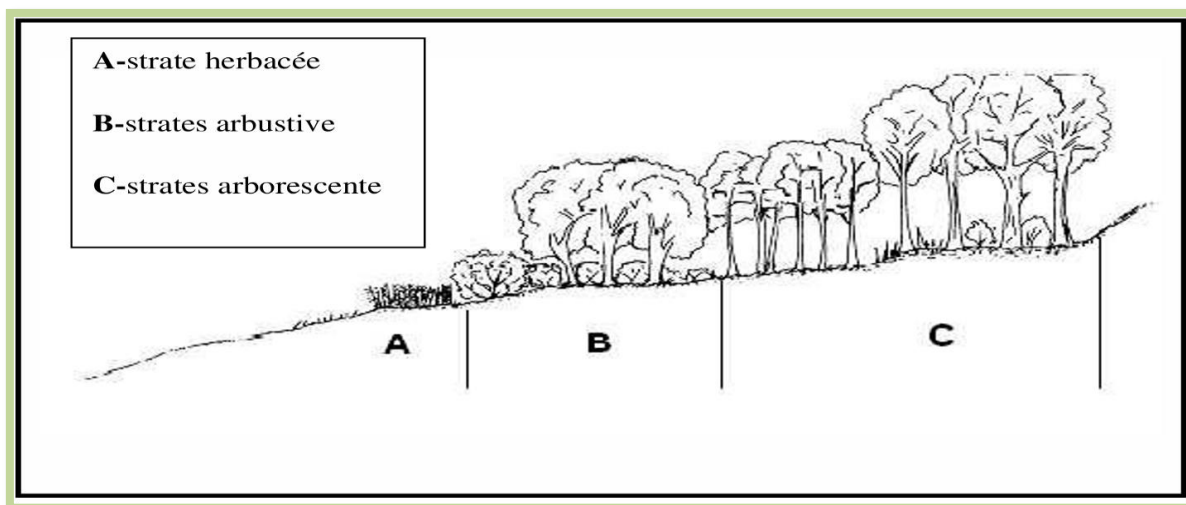


Figure 2 : Schéma de la zonation d'une ripisylve (**Anonyme, 2000**)

1.2.3. Les ripisylves et les forêts riveraines :

1.2.3.1. Les ripisylves dans la région méditerranéenne :

Les ripisylves sont des éléments remarquables des paysages méditerranéens. Forêts naturelles (sylves) des rives (ripa), elles concernent des linéaires importants le long des réseaux hydrographiques et s'étalent plus ou moins largement de part et d'autre des cours d'eau : tantôt en simples boisements de berges au voisinage des lits mineurs, tantôt en véritables forêts alluviales complexes et diversifiées. Leur existence dépend de la présence d'une nappe phréatique peu profonde et d'inondations périodiques

Les ripisylves méditerranéennes longent les cours d'eau qui se jettent directement ou indirectement dans la mer Méditerranée. Cependant, ces cours d'eau naissent pour la plupart dans les chaînes montagneuses qui ceignent le bassin. Certains prennent même leurs sources en dehors de l'aire méditerranéenne.

Le bassin méditerranéen est riche en zones humides présentant de grandes valeurs écologiques, sociales et économiques (**Décamps, 2002**).

1.2.3.2. Les ripisylves dans l'Algérie

L'Algérie de par sa situation géographique, possède des systèmes végétaux particuliers qui se développent sur les rives des fleuves et des cours d'eau. Ils constituent des paysages naturels d'importance mondiale et se caractérisent par une composition végétale diversifiée soumise à de fortes influences hydrodynamiques. Ces forêts contiennent une riche variété de plantes, dont les plus importantes sont le saule, le peuplier, l'orme, le laurier-rose, le tamaris et parfois l'olivier sauvage. Cette diversité reflète l'adaptation des plantes aux conditions d'inondations fréquentes et de sol humide (**Bensettiti, 1999**).

1.2.3.3. Ripisylves dans le Park national d'el Kala

Les ripisylves constituent un type de milieu caractéristique du PNEK. D'une composition botanique marquée par la présence des essences arborées à feuilles caduques, c'est le seul habitat caducifolié de plaine où l'on observe l'Aulne glutineux, le Frêne et le Peuplier. Leur exigence en humidité trahie les contours du réseau hydrographique permanent de la région. Cet habitat, caractérisé par la diversité des ressources qu'il recèle, offre à une faune variée et dense des conditions de milieu particulièrement favorables (**Brahmia Zahra, 2002**).

***Chapitre 02 : présentation de la
zone et les sites d'études***

Chapitre 2 : présentation de la région et les sites d'étude

2.1. Présentation de la région d'étude (Parc National d'El Kala)

Notre étude a été réalisée au sein du parc national d'El Kala, qui occupe une superficie de 76.000 ha. Le Parc National d'El Kala, est l'un des plus grands parcs nationaux du Nord d'Algérie.

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

Il est situé à l'extrême nord-est du Pays. Ce territoire est caractérisé par l'existence de cinq grands types d'habitats de haute valeur écologique. L'habitat forestier, les zones humides (les lacs Obéira, Tonga, Mellah, et des Oiseaux sont classés sites Ramsar), l'habitat rupicole, l'habitat dunaire et l'habitat littoral. Caractérisé par une importante mosaïque d'écosystèmes, le PNEK abrite une richesse faunistique et floristique diversifiée. Ses coordonnées géographiques sont 36°52 latitudes nord et 8°27 longitudes Est, au niveau de la ville d'El-Kala (**Brahmia, 2002**).

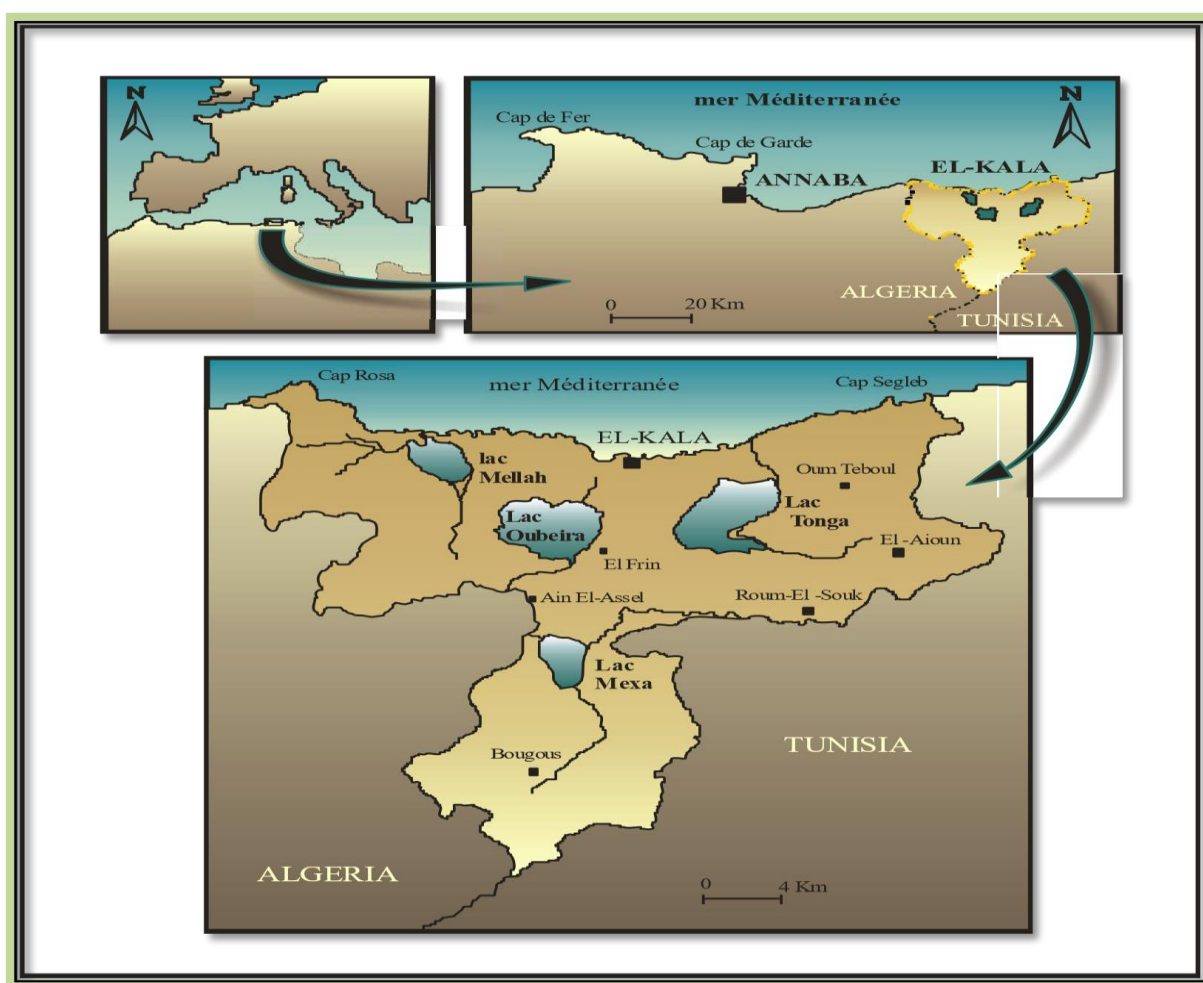


Figure 3 : Localisation géographique du Parc National d'El-Kala (Benyacoub et al., 1998)

2.1.1. Situation géographique

Le Parc National d'EL KALA est situé à l'extrême nord-est algérien, il est intégralement inclus dans la wilaya d'EL TARF. Correspondant presque au tiers de la superficie globale de son territoire. Il est limité :

- Au nord, par la mer Méditerranée.
- Au sud, par les contreforts des monts de la Medjerda.
- A l'Est, par la frontière Algéro-tunisienne.
- A l'ouest, par l'extrémité de la plaine alluviale d'Annaba.

Ses coordonnées géographiques sont : 36°52 Nord et 8°27 longitudes au niveau de la ville d'El Kala (**Bentouili, 2007**).

2.1.2. Relief

Le relief du Parc National d'El Kala se compose d'une juxtaposition de dépressions dont certaines sont occupées par des formations lacustres ou palustres et des hautes collines de forme variées. Ainsi, on distingue du littoral vers le sud, des formations collinaires basses (dunaires ou non) de 30 à 310 m de haut (Djebel Koursi) avec une moyenne de 100 m de haut, ces collines se prolongent sur 15 km vers le sud et s'interrompent au niveau de la vallée de l'oued Kébir, de grandes dépressions inter-collinaires hébergent dans cet ensemble les principaux lacs Tonga, Oubeira et Mellah. Au Sud le relief passe en moins de 40 km de 0 à 1200 m d'altitude (Djebel Ghorra) (**Bentouili, 2007**).

2.1.3. Géologie du Parc

La structure géologique de la région d'El Kala remonte au tertiaire, période des activités tectoniques, ère représentée par les argiles et les grès de Numidie ainsi que les dépôts de sables, conglomérats, et bancs d'argiles rouges ou grises du pontien. Cette activité tectonique a débuté au quaternaire, au cours duquel vents et eaux ont fortement érodé le relief et ont formé des amas dunaires à différents degrés de fossilisation. Les dépôts d'alluvions et de colluvions sur le pourtour et à l'intérieur des cuvettes et terrasses, ainsi que les limons argileux sableux et argileux des bas-fonds marécageux (ou lacustres), datent aussi du quaternaire (**Rouibah & Benachour, 2023**).

2.1.4. Pédologie

La pédogenèse est étroitement liée aux facteurs climatiques, à la nature du substrat et au couvert végétal. Les sols de la région d'El-Kala sont podzoliques insaturés. Le contexte écologique dans lequel évoluent les forêts est représenté par les argiles et les grès de Numidie datant du Tertiaire. De ce fait, la texture essentiellement sableuse domine les sols de la région et favorise largement l'installation du chêne liège (**Kadi, 2015**).

2.1.5. Caractéristiques climatiques

Le Parc National d'El-Kala est caractérisé par un important complexe humide et un réseau hydrographique dense constitué par des Oueds dont les plus importants sont : Oued El-Kebir, Oued El-Hout, Oued Bougous, Oued Ballouta, Oued Bouaroug ; et les lacs dont certains sont d'importance internationale tel que le lac Tonga (2700 ha), Oubeïra (2200

ha), El-Mellah (800 ha) etc. Quant aux sources, elles sont nombreuses et réparties à travers tout le Parc ; les sources de Bouglez, Bourdim et El-Bhaim comptent parmi les plus importantes. Le climat de cette zone est de type méditerranéen (**Tahraoui, 2012**). Il est caractérisé par :

2.1.5.1. La Température

La température est en général influencée par l'altitude, l'exposition, l'orientation du relief, l'éloignement de la mer, la réverbération au sol ainsi que par le couvert végétal. La région d'El-Kala se caractérise par des amplitudes thermiques élevées entre les extrêmes les plus froides « m » = 14,6 °C et les plus chaudes « M » = 22,6 °C, ce qui la situe dans le méditerranéen chaud. Les températures les plus basses sont enregistrées en altitude durant l'hiver au Djbel Ghorra, avec environ 5 à 6 mois de gelée blanche par an. Au niveau de la mer, les températures descendent très rarement à 0 °C. Les mois les plus froids sont Janvier et Février, alors que Juillet et Août sont les mois les plus chauds (28 °C et 39 °C). Durant cette période, les températures élevées sont généralement dues au sirocco (**de Blair, 1990**).

2.1.5.2. Les Précipitations

Le climat de la région est caractérisé par trois types de précipitations, d'une part un régime pluviométrique de type méditerranéen, avec une saison pluvieuse où le bilan hydrique est positif (Novembre à Avril). Elle est suivie par une saison sèche avec un bilan hydrique négatif (Mai à Octobre). D'autre part, la neige apparaît sur les sommets de plus de 700 m d'altitude (Janvier et février). Depuis 1913, les précipitations et les moyennes mensuelles diminuent régulièrement. Ce phénomène de sécheresse peut être généralisé à l'ensemble du pays.

2.1.5.3. L'humidité

La proximité de la mer et des étendues de zones humides favorise la nébulosité dans la région. La mer joue un rôle de condensateur des masses d'air tropical, tandis que les zones humides subissent une évaporation intense du fait de l'ensoleillement. Il en résulte une humidité atmosphérique élevée qui se transforme au début du printemps, en brumes qui recouvrent souvent les hauteurs de Djbel Ghorra ainsi que les vallées basses et les zones humides donc l'humidité relative de l'air est assez constante durant toute l'année et comprise entre 72% et 78 %.

2.1.5.4. Les Vents

Les vents de la région sont de régime Nord-Ouest durant la saison hivernale et une partie de la saison estivale. Ils accompagnent durant cette période, les dépressions atlantiques qui amènent les pluies d'automne, d'hiver et de printemps. A partir du mois de mai, les vents changent de régime. Ils s'orientent le plus souvent du sud-ouest au sud-est ; surtout durant l'été. Ils accompagnent alors des dépressions sahariennes et deviennent particulièrement chauds. Ces derniers ont des conséquences néfastes sur la végétation dans la mesure où ils provoquent un réchauffement de l'atmosphère et facilitent les départs d'incendies de forêts (**Benyacoub, 1993**).

2.1.6. Hydrographique

D'après **Akroum (2014)**, Le Parc National d'El Kala se caractérise par une grande diversité hydrographique. Il se compose de trois systèmes de l'organisation hydrographique :

2.1.6.1. Les Lacs

Le Parc National d'El Kala contient plusieurs lacs célèbres qui font partie d'un riche écosystème protégé. Les principaux lacs sont selon le tableau ci-dessous :

Tableau 1 : principaux lacs dans le PNEK (source : direction du parc nationale d'El Kala)

Les lac	Profondeur	Superficie (ha)
Lac Tonga	1-1.5m	2600
Lac Obeira	0-04m	2200
Lac Mellah	0-06m	860

2.1.6.2. Les Oueds

- La partie sud-est est drainée par trois Oueds : l'Oued Bougous, Ballouta et El-Kebir, ce dernier constitue le collecteur principal, il alimente les nappes dunaires.
- La partie orientale drainée par plusieurs oueds en général à faible débit, ils s'écoulent en majorité dans la plaine d'Oum Teboul.
- La partie ouest est également parcourue par de nombreux oueds (El-Aroug, Mellah, Reguibet, Boumerchen, Dai El-Graa...), qui se déversent pour la plupart dans les lacs Mellah et Oubeira (**Bentouli, 2007**).

Tableau 2 : Principaux oueds dans le PNEK (source : direction de l'hydraulique de la wilaya d'El Tarf).

Oueds	Longueurs (km)	Exutoire
Reguibet	08	Mellah
N'hal	3.5	Plage Cap Rosa
Mellah	07	Mellah
El Aroug	05	Mellah
Demat Rihane	1.5	Oubeira
Boumerchen	02	Oubeira
Dai el graa	05	Oubeira
El areng	10	Tonga
El hout	14	Tonga
Bougous	24	Mexna
Sbaa	04	Oued kebir
Bouredim	05	Bouredim
Messida	10	Oubeira-el kebir
El Kebir	35	Mafrag

2.1.7. Richesse floristique

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

du Pin maritime viennent en seconde position avec les reboisements d'Eucalyptus (Tab. 3) (Messikh, 2016).

Tableau 3 : proportion des différentes essences forestières du PNEK ((B.N.E.F, 1984)

Essence forestière	Surface hectare (ha)	Pourcentage %
Chêne liège	34,16	48,75
Chêne Zeen	4,32	6,21
Pin maritime	10,25	14,63
Maquis	10,74	15,33
Eucalyptus	10,23	14,60
Autres essences	385	0,55

2.1.8. Richesse faunistique

D'après **Brahmia (2002)**, le PNEK abrite une richesse faunistique remarquable. La richesse ornithologique constitue la principale caractéristique des sites humides et forestiers.

2.1.8.1. Avifaune

Parmi les 191 espèces dénombrées (réparties sur 20 milieux), 55 sont hivernantes et 136 nicheuses. On y dénombre en outre 21 rapaces et 69 espèces qui font l'objet d'une protection légale. En effet, outre les rapaces qui font l'objet d'une protection systématique, de nombreux oiseaux d'eau et passereaux bénéficient actuellement d'une protection par décret. De nombreuses espèces, considérées comme rares dans le bassin méditerranéen, sont quasiment confinées dans la région où elles forment des populations nicheuses relativement importantes.

2.1.8.2. Herpétofaune

Les reptiles sont représentés par 17 espèces recensées parmi lesquelles 6 sont peu abondantes et 2 rares. 7 espèces d'Amphibiens ont été également identifiées. Seules trois espèces bénéficient actuellement d'une protection légale. Il s'agit de *Testudo graeca*, *Emys orbicularis* et *Mauremys leprosa*, toutes trois des Chéloniens.

2.1.8.3. Ichtyofaune

L'ichtyofaune du PNEK est caractérisée par la présence de deux espèces endémiques chez les poissons d'eau douce et d'au moins cinq espèces marines, rares en Méditerranée.

2.1.8.4. Invertébrés

Pour ce qui concerne les invertébrés, le parc abrite environ 40 espèces d'Odonates, 68 espèces de Syrphidés, 60 espèces de Carabidés et au moins 31 espèces de Lépidoptères diurnes et 44 espèces de Lépidoptères nocturnes.

2.1.8.5. Mammifères

Le groupe des mammifères est représenté au moins par 37 espèces dont 9 Chiroptères et une espèce marine, le Phoque moine dont la présence reste incertaine. Si certaines espèces sont particulièrement abondantes : Sanglier, Chacal, Mangouste, Hérisson, Chat forestier..., d'autres, en revanche, sont représentées par de faibles effectifs, parfois à la limite de l'extinction locale, Cerf de Barbarie, Caracal, Hyène...).

2.2. Présentation des sites d'étude

Quatre sites au sein du parc national d'El Kala ont été sélectionnées pour l'échantillonnage des sols des ripisylves, sur la base d'un ensemble de critères scientifiques et environnementaux visant à couvrir la diversité des conditions hydrologiques et écologiques de la région :

Chaque site représente un écosystème distinct (lac salé, lac d'eau douce, vallée saisonnière, zone subhumide, des oueds), permettant de comparer les caractéristiques du sol, de la végétation et de la pédofaune dans des conditions environnementales contrastées.

Les sites sont répartis selon un axe d'humidité variable : des zones humides en permanence (par exemple, lac Obéira) aux zones relativement sèches (par exemple, Brabtia), ce qui permet d'étudier l'effet de l'humidité sur les propriétés du sol et des forêts riveraines (ripisylve).

Ces sites sont répartis géographiquement au sein de l'enceinte de manière à permettre une représentation exhaustive des différentes zones humides, ce qui enrichit l'analyse spatiale du milieu et du sol.

Des sites contenant des forêts riveraines claires ont été sélectionnés pour garantir que les échantillons de sol soient prélevés dans des zones véritablement représentatives de ces écosystèmes particuliers.

➤ Site 1 : La ripisylve du lac Oubeira

Cette forêt est située dans le parc national, sur le nord du lac Obéira, un lac d'eau douce entouré d'une forêt dense qui est inondée pendant l'hiver. La forêt riveraine de ce site est une forêt d'Eucalyptus parmi les plus riches de la région en termes de végétation et de biodiversité.

Le sol ici est argileux, doux, de couleur foncée et gorgé d'eau pendant la majeure partie de l'année. Il se caractérise par un pourcentage élevé d'humus et de matière organique, résultat de la décomposition lente des feuilles et des matières végétales, et l'humidité constante en fait un excellent habitat pour les organismes microscopiques et les vers. Ce type de sol favorise la croissance d'arbres riverains tels que le saule et l'aulne, ainsi qu'une végétation herbacée dense.

➤ Site 2 : La ripisylve du Oued Laaroug dans la zone de Brabtia

La zone de Brabtia est située sur le côté ouest du parc. C'est une zone relativement surélevée par rapport aux autres sites. Elle se caractérise par une diversité végétale moyenne qui combine une végétation méditerranéenne et des plantes de zones humides adjacentes à de petits cours d'eau ou à des sources.

La forêt riveraine de ce site est limitée en étendue mais riche en espèces végétales et arboricoles. Il s'agit d'une forêt de Chêne liège actuellement incendiée depuis 2022.

Le sol ici est un loam sableux, de texture légère et de fertilité moyenne. Elle est relativement sèche par rapport aux autres ripisylves, avec des poches humides près des sources d'eau. Cette diversité dans la structure du sol crée un environnement propice à une variété d'espèces végétales et constitue une bonne référence pour comparer les propriétés du sol dans les environnements humides et subhumides.

➤ **Site 3 : La ripisylve du lac Mellah**

La forêt riveraine du Lac Mellah est située dans la partie nord-ouest du parc national d'El Kala, près de la côte méditerranéenne, et est adjacente à un lac d'eau saumâtre, l'un des rares lacs d'Algérie reliés à la mer. Cette forêt se forme dans les zones où l'eau douce provenant de l'intérieur rencontre l'eau salée provenant du lac, créant un environnement relativement humide et salé. Le sol de cette forêt est unique : il est humide, partiellement salin, de couleur foncée et riche en matière organique décomposée résultant de la chute des feuilles de plantes aquatiques humides. La forêt est ici affectée par les changements de salinité et d'eau, qui contribuent à la création de conditions environnementales complexes qui affectent la répartition des organismes. Elle est caractérisée par le Chêne cocCIFère parsemée d'olivier et genévrier oxycèdre et d'autres herbes.

➤ **Site 4 : La ripisylve de Oued Messida**

L'oued Messida traverse la partie sud-est du parc et ne coule que pendant la saison des pluies, ce qui rend la forêt riveraine adjacente de nature saisonnière. Cette forêt est plus étroite et moins dense que les autres, mais elle est très importante écologiquement car elle représente une transition entre le milieu forestier sec et le milieu humide temporaire.

Le sol de cette forêt présente des caractéristiques de transition, étant un mélange d'argile et de sable, de couleur brune et bien drainé pendant les périodes sèches, mais se transformant en argile lourde pendant la saison des pluies. Elle contient une proportion d'humus plus faible que les forêts lacustres, ce qui affecte la diversité des plantes, qui se limite aux espèces résistantes aux changements d'humidité, comme les plantes de berge et les roseaux. C'est une juxtaposition d'arbres d'Eucalyptus sur les deux rives de l'Oued.

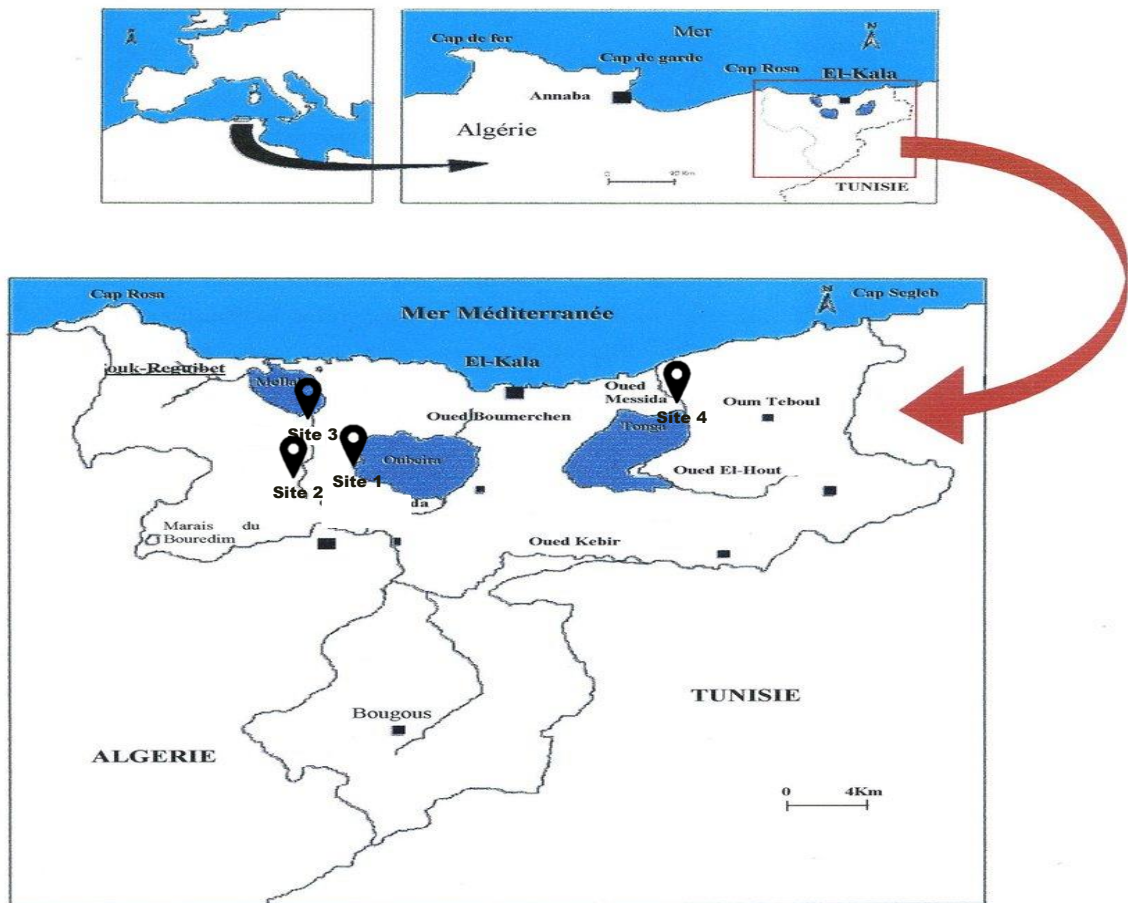


Figure 4 : localisation des sites d'étude (Benyakoub *et al.*, 1996)



Photo 1 : La ripisylves de lac Oubeira (Denine et Zatout, 2025)



Photo 2 : La ripisylves de Oued Laaroug dans la zone de Brabtia
(Denine et Zatout, 2025)



Photo 3 : la ripisylve de Oued Laaroug dans la zone de Brabtia
(Denine et Zatout, 2025)



Photo 4 : La ripisylve de lac Mellah (Denine et Zatout, 2025)



Photo : La ripisylves de Oued Messida (Denine et Zatout, 2025)

Chapitre 03 : Matériels et méthodes

Chapitre 3 : Matériels et méthodes

3.1. Matériel d'échantillonnage

3.1.1. Matériel de terrain

- Pelle
- Pioche
- Carnet
- Etiquette
- Sachet en plastique
- Quadrat
- Un mètre
- Crayon / Stylo



Photo 6 : matériel utilisé sur terrain (Denine et Zatout, 2025)

3.1.2. Matériel de laboratoire

- Boîtes de Pétri
- Trousse de dissection
- Pissette
- Alcool éthanol 90°
- Loupe binoculaire
- Extracteur de Berlez-Tullgren
- Béchers
- Entonnoirs
- Lampes



Photo 7 : matériel utilisé au laboratoire (Denine et Zatout, 2025)

3.2. Méthodes d'échantillonnage

Le dispositif choisi dans le cas de cette étude est de type aléatoire simple, puisque chaque membre de la population a une chance égale d'être inclus à l'intérieur de l'échantillon.

En raison de la biodiversité de la faune et de l'hétérogénéité des biotopes, il faut délimiter correctement l'aire du prélèvement, cette dernière n'exède généralement pas les 100 m² (Pesson, 1971 ; Gobat *et al.*, 2003).

- **Prélèvement des invertébrés**

L'étude a été menée dans quatre forêts riveraines du parc national d'El Kala : forêt riveraine du lac Obéira, forêt riveraine du lac Mellah, forêt riveraine d'Oued Laaroug dans la région de Brabtia, et forêt riveraine d'oued Messida.

Les échantillons ont été prélevés pendant l'hiver et le printemps. Les échantillons ont été réalisés à l'aide d'un quadra d'un volume de 20 × 20 × 20 cm³ (Canard, 1981).

Une vingtaine de relevés a été effectué dans chaque site dont nous avons récoltés **80** relevés pour l'ensemble de sites. Dans chaque relevé nous avons prélevés 3 horizons (Litière, Horizon F et Horizon H), portant à **240** l'ensemble du corps de données :

- La litière qui contient des débris organiques partiellement ou non décomposés et donc reconnaissables (feuilles, branches, excréments...).
- L'horizon (F) couche de fermentation dont les débris sont en cours d'altération mais ils restent reconnaissables.
- L'horizon (H) Couche d'humification dont les débris sont entièrement décomposés et forment l'humus.

Après avoir dégagé la litière du sol, on effectue un prélèvement des deux premiers horizons du sol. À l'aide d'un transplantoir on découpe le premier horizon (F), ensuite on découpe le deuxième horizon (H).

La litière a été récoltée par un ramassage des feuilles entières ou fragmentées et a été mise directement dans des sacs en plastique et emmenée au laboratoire.

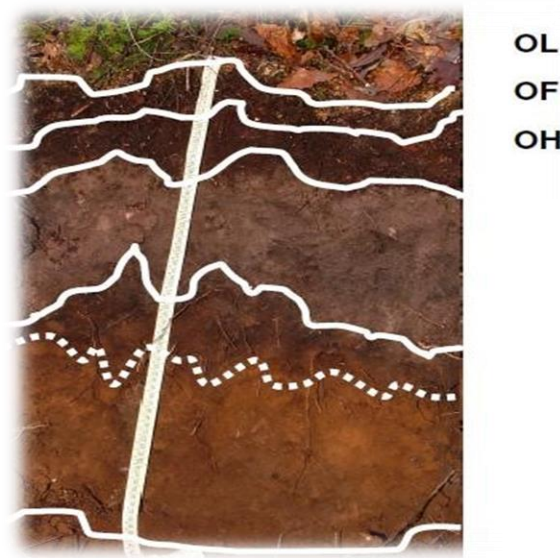


Figure 5 : profil d'un sol Podzolique avec un humus de type hémimor sur une roche mère de schiste roux (**Brinquin et al., 2006**).

Hl : litière.

Hf : horizon de fragmentation.

Hh : horizon humifié.



Photo 8 : le prélèvement du sol sur terrain (Denine et Zatout, 2025)

- **Extraction des invertébrés du sol**

Vu la variation de la taille des invertébrés du sol, nous avons suivi deux étapes. Dans un premier temps le prélèvement de la faune visible à l'œil nu et qui est facile à différencier est fait à l'aide d'une pince (photo 9). Puis nous avons opté pour l'extraction du reste des invertébrés contenus dans chaque échantillon du sol ramené au laboratoire la méthode de l'extracteur de Berlèse-Tullgren (photo 10).

Le principe de cette méthode consiste à remplir les entonnoirs sur lesquels sont placés des tulles de 2mm avec l'échantillon contenant la faune, une lampe de 75W à une distance de 20 cm au-dessus de chaque entonnoir. Une heure de temps chaque jour pendant une semaine est choisi comme temps d'extraction avec cette chaleur.

Cette source de chaleur fait fuir la faune au fond de l'entonnoir, sous lequel un erlenmeyer ou bécher sont placés, contenant un conservateur qui est éthanol (70 à 90°).

- **Tri et dénombrement**

Il s'agit de trier les résultats de chaque niveau et de chaque échantillon à l'aide d'une pince dans des tubes à essai, contenant de l'alcool à 70° comme milieu fixateur. Pour les arthropodes et les larves d'insectes, une loupe binoculaire est indispensable pour pouvoir les différencier, les autres animaux sont facilement reconnaissables à l'œil nu. A la fin et avec une pince, nous rassemblons chaque groupe dans une boîte de pétri, puis nous procédons au comptage.

Tous les invertébrés récupérés dans chaque échantillon de sol acheminé au laboratoire et traité avec la méthode de Berlèse-Tullgren, ont été placés dans une boîte de pétri puis mis sous une loupe binoculaire afin de les identifier, en suite toute les récoltes sont comptées et classées selon les ordres faunistiques.

- **Détermination des invertébrés**

Plusieurs ouvrages ont été utilisés parmi lesquels une clé de détermination, pour classer les invertébrés, en se basant sur les caractères morphologiques de chaque individu, le nombre de pattes, la couleur, les pièces buccales, la segmentation du corps.

- **Conservation des échantillons**

Avant l'emplacement de l'appareil de Berlese-Tullgren, tout le macrofaune visible à l'œil nu est prélevé et mise dans des flacons contenant de l'alcool .

Pour une bonne conservation des échantillons, nous utilisons généralement de l'alcool à 70° pour la majorité des microarthropodes.

Il faut étiqueter les flacons contenant les échantillons de faune récoltée afin de faciliter l'identification tout en indiquant la station, la date de l'échantillonnage et le numéro de l'échantillon (photo 11).



Photo 9 : prélèvement manuel de la faune à l'aide des pinces (Denine et Zatout, 2025)



Photo 10 : Extracteur de Berlese-Tullgren (Denine et Zatout, 2025)



Photo 11 : Conservation des échantillons (Denine et Zatout, 2025)

3.3. Analyse des données

3.3.1. Richesse taxonomique

La richesse taxonomique correspond au nombre de taxons recensés dans chaque prélèvement. L'identification de la faune du sol souvent nécessite un spécialiste ou une formation pour identifier les espèces ; dans ce genre d'études il n'est pas nécessaire d'identifier les taxons jusqu'à l'espèce. Car les groupes fonctionnels ont plus d'importance que les espèces elles-mêmes à l'intérieure d'un même groupe, lesquelles du reste, se ressemblent beaucoup.

3.3.2. Indice de diversité Shannon-Weaver (H')

L'indice de Shannon-Weaver est le plus couramment utilisé et est recommandé par différents chercheurs (**Gray *et al.*, 1992**). Il est donné par la formule suivante :

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \cdot \log_2(p_i)$$

Pi : abondance proportionnelle ou pourcentage d'importance de l'espèce : $p_i = n_i/N$

S : nombre d'espèces dans l'échantillon

Ni ; nombre total d'individus de toutes les espèces dans l'échantillon

n : nombre total d'individus de toutes les espèces dans l'échantillon

L'indice de Shannon permet d'exprimer la diversité en prenant en compte le nombre d'espèces et l'abondance des individus au sein de chacune de ces espèces, l'indice de Shannon est souvent accompagné par l'indice d'équitabilité de Pielou : $E = H'/H'_{\max} = \log_2(S)$ (S nombre total d'espèces).

3.3.3. L'indice d'équitabilité :

L'indice d'équitabilité permet de mesurer la répartition des individus au sein des espèces indépendamment de la richesse spécifique.

Ces deux indices restent dépendants de la taille des échantillons et dépendant du type d'habitat (**Grall & Coic, 2005**).

Chapitre 4 : Résultats

Chapitre 4 : Résultats

4.1. Etude de la faune

4.1.1. Analyse globale de la pédofaune pendant l'hiver

4.1.1.1. Au niveau de la ripisylve du lac Oubeira

- **Composition de la faune**

Dix prélèvements ont été effectués au l'hiver et nous ont permis de recenser 14 taxons et groupes d'organismes (tab. 4).

Tableau 4. Composition globale de la faune et densité moyenne (ind/m²) de chaque taxon dans lac Oubeira, ± : écart-type (n=10).

LAC OUBEIRA	
Taxons	ind/m ²
1-Enchytréides	222,5 ± 189,09
2-Vers de terre	55 ± 72,46
3-Cloportes	5 ± 15,81
4-Araignées	27,5 ± 36,23
5-Acariens	7,5 ± 23,72
6-Diplopodes	115 ± 110,68
7-Chilopodes	2,5 ± 7,91
8-Symphiles	15 ± 47,43
9-Collemboles	82,5 ± 71,73
10-Coléoptères	22,5 ± 32,17
11-Diptères	7.5 ± 16.87
12-Hyménoptères	47.5 ± 70,17
13-Isoptères	125 ± 395,28
14-Larves d'insectes	40 ± 41,16
Densité totale	775 ± 1130.71

Les plus importants groupes sont : les Enchytréides avec une densité moyenne de 222.5 ind/m² avec 28.71%, ensuite les Isoptères avec une densité moyenne de 125 ind/m² avec 18.8% et les Diplopodes avec une densité moyenne de 115 ind/m² avec 16.54%. Les Collemboles avec une densité moyenne de 82.5 ind/m² avec 9.4%.

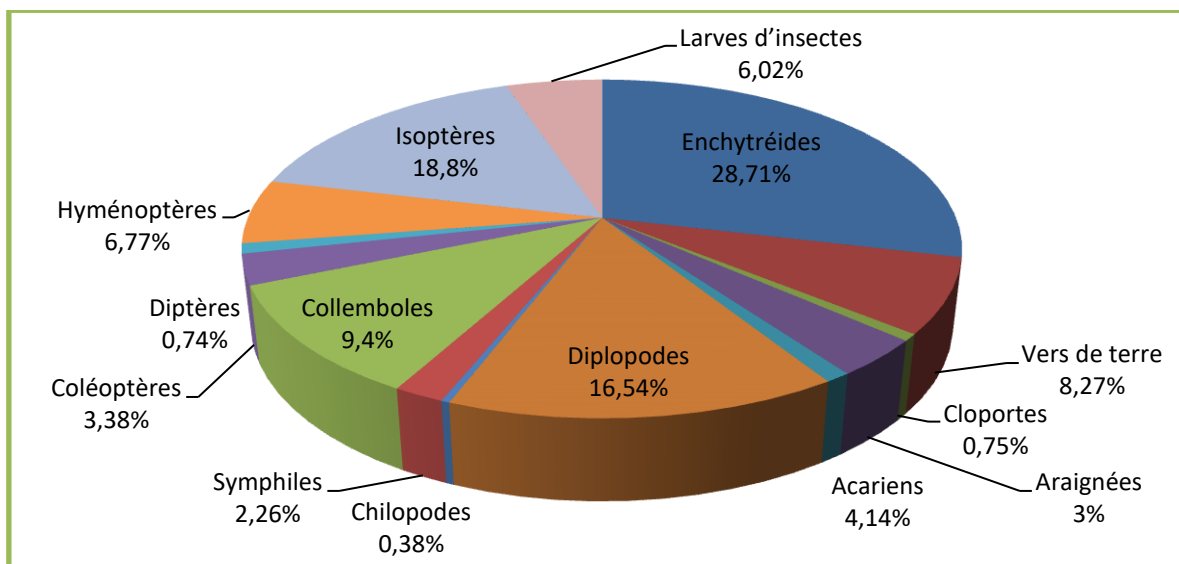


Figure 6. Présentation graphique de la Composition globale de la faune de la ripisylve de lac Oubeira (en hiver)

- **Distribution verticale de la faune**

La répartition verticale de la faune au niveau du lac Oubeira pendant la saison hivernale montre une nette dominance de la litière et l'horizon F en termes de densité et de diversité des taxons. Cette forte concentration dans la couche superficielle s'explique par la richesse en matière organique, une humidité favorable et une bonne aération, conditions idéales pour la majorité des invertébrés du sol (tab. 5).

Tableau 5. Densités moyennes (ind/m²) des taxons dans chaque horizon de la ripisylve de lac Oubeira pendant l'hiver, ± : écart-type (n=10).

Taxons	LAC OUBEIRA		
	Litière	Horizon F	Horizon H
1-Enchytréides	95 ± 127.91	125 ± 176.38	2.5 ± 7.91
2-Vers de terre	12.5 ± 24.3	40 ± 66.87	2.5 ± 7.91
3-Cloportes	5 ± 15.81	-----	-----
4-Araignées	27.5 ± 26.23	-----	-----
5-Acariens	-----	7.5 ± 23.72	-----
6-Diplopodes	52.5 ± 67.13	62.5 ± 65.88	-----
7-Chilopodes	2.5 ± 7.91	-----	-----
8-Symphiles	15 ± 47.43	-----	-----
9-Collemboles	52.5 ± 57.06	27.5 ± 29.93	2.5 ± 7.91
10-Coléoptères	17.5 ± 31.29	2.5 ± 7.91	2.5 ± 7.91
11-Diptères	5 ± 15.81	2.5 ± 7.91	-----
12-Hyménoptères	32.5 ± 40.91	15 ± 31.62	-----
13-Isoptères	125 ± 395.28	-----	-----
14-Larves d'insectes	5 ± 10.54	35 ± 42.82	-----
Densité totale	447.5 ± 867.61	317.5 ± 453.04	10 ± 31.64

Les Enchytréides et les vers de terre, les Collemboles et Coléoptère répartis dans les trois horizons, témoignent de leur mobilité verticale. À l'inverse, les groupes comme les Cloportes, Araignées, Chilopodes et Symphyles et l'Isoptères sont essentiellement localisés dans la litière, traduisant une préférence pour les milieux riches en débris végétaux.

Les Diploptides et Les Diptères et l'Hyménoptères et les Larves d'insectes ont montré une double présence dans la litière et à Horizon F, avec des proportions relativement élevées, reflétant une diversité nutritionnelle qui permet à ces organismes de s'adapter à plus d'un environnement.

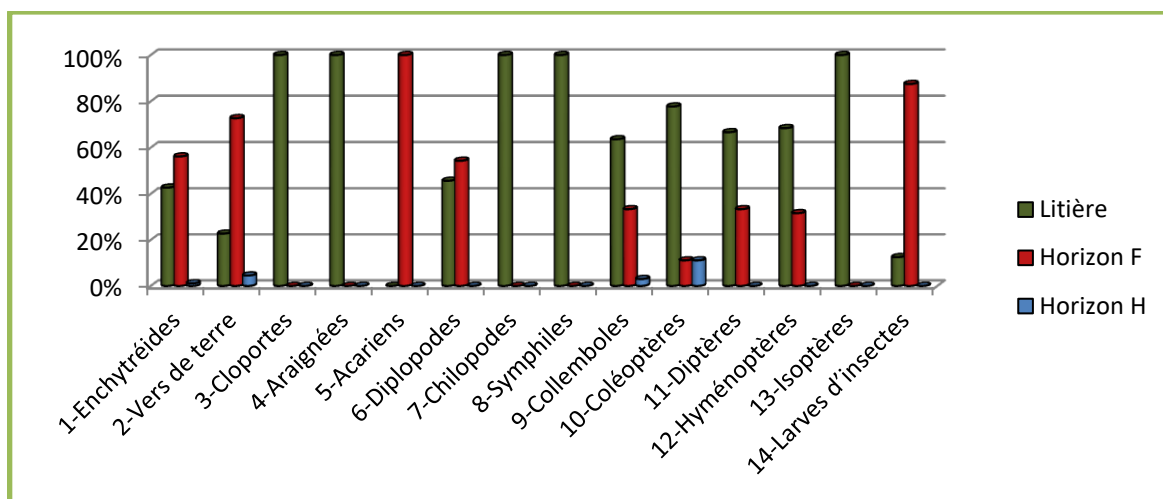


Figure 7 : répartition verticale de la faune dans la ripisylve de lac Oubeira (hiver)

4.1.1.2. Au niveau de la ripisylve de Oued Laaroug

- **Composition de la faune**

Au niveau de la ripisylve de Oued Laaroug dans la zone de Brabtia, dix prélèvements ont été effectués pendant l'hiver et nous ont permis de recenser 8 taxons et groupes d'organismes (tab. 6).

Tableau 6. Composition globale de la faune et densité moyenne (ind/m²) de chaque taxon dans la ripisylve de Oued Laaroug, ± : écart-type (n=10)

OUED LAAROUG	
Taxons	ind/m ²
1-Enchytréides	220 ± 222.61
2-Vers de terre	115 ± 145.87
3- Acariens	7.5 ± 23.72
4- Diploptides	12,5 ± 24.3
5- Collemboles	25 ± 47.14
6- Coléoptères	2.5 ± 7.91
7- Gastéropodes	40 ± 64.76
8- Larves d'insectes	97.5 ± 128.80

Densité totale	520 ± 665.11
-----------------------	---------------------

Les plus importants groupes sont : les Enchytréides avec une densité moyenne de 220 ind/m² (42.31%), les vers de terre avec une densité moyenne de 115 ind/m² (22.12%) et les larves d'insecte avec une densité moyenne de 97.5 ind/m² (18.75%).

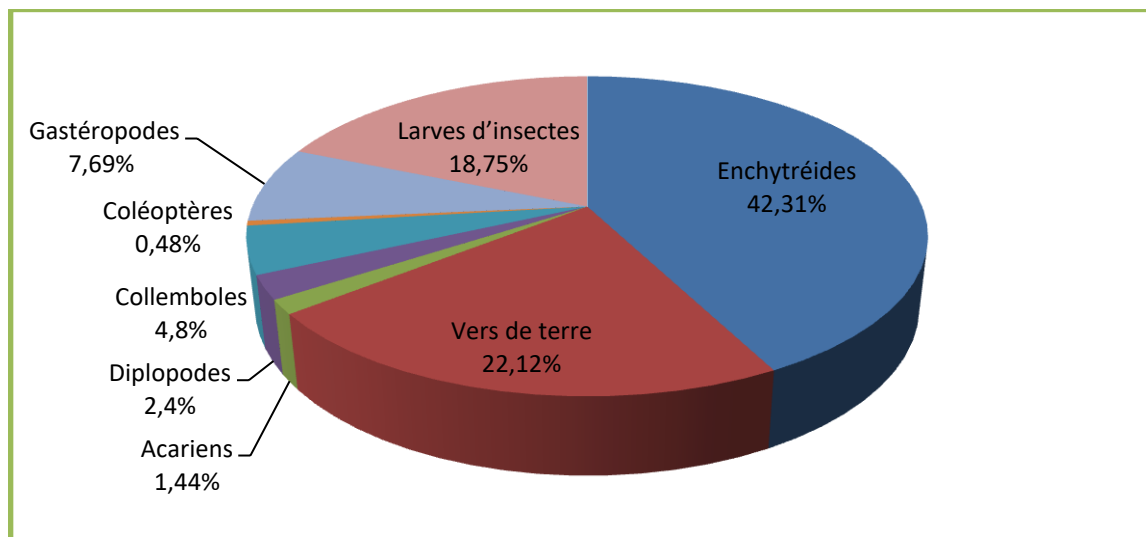


Figure 8 : Présentation graphique de la Composition globale de la faune de la ripisylve de Oued Laaroug (en hiver)

- **Distribution verticale de la faune**

La répartition verticale de la faune sur le site de Oued Laaroug pendant la saison hivernale montre que la couche intermédiaire (Horizon F) occupe la première place en termes de densité faunique totale, dépassant largement celle enregistrée dans la couche superficielle (Litière) et largement celle enregistrée dans la couche profonde (Horizon H). Cette répartition reflète l'adaptation des micro-organismes aux conditions physiques et chimiques des couches du sol.

Tableau 7. Densités moyennes (ind/m²) des taxons dans chaque horizon de la ripisylve de Oued Laaroug pendant l'hiver, ± : écart-type. (n=10).

Taxons	OUED LAAROUG		
	Litière	Horizon F	Horizon H
1-Enchytréides	67.5 ± 99.34	145 ± 160.21	7.5 ± 23.72
2-Vers de terre	2.5 ± 7.91	110 ± 139.04	2.5 ± 7.91
3- Acariens	7.5 ± 23.72	-----	-----
4- Diplopodes	-----	10 ± 24.15	2.5 ± 7.91
5- Collemboles	12.5 ± 17.68	12.5 ± 39.53	-----
6- Coléoptères	-----	2.5 ± 7.91	-----
7- Gastéropodes	7.5 ± 16.87	30 ± 64.33	2.5 ± 7.91
8- Larves d'insectes	20 ± 30.73	75 ± 102.06	2.5 ± 7.91
Densité totale	117.5 ± 196.25	385 ± 537.23	17.5 ± 55.36

En termes de répartition des taxons animaux, les Enchytrides ont enregistré la plus forte proportion dans la couche intermédiaire. Les vers de terre et Larves d'insectes et les Gastéropodes ont également montré une large répartition verticale, présents dans les trois couches. En revanche, d'autres groupes, tels que les Acariens et les Coléoptères, étaient limités à une seule couche. Les premiers n'étaient présents que dans la couche superficielle, tandis que les seconds n'étaient observés que dans la couche intermédiaire, ce qui indique une nette sélectivité écologique reflétant la préférence de ces taxons pour la matière organique fraîche ou une humidité modérée.

Les Collembolés, les Diplopodes ont montré une double présence à Litière et à Horizon F, avec des proportions relativement élevées, reflétant une diversité nutritionnelle qui permet à ces organismes de s'adapter à plus d'un environnement.

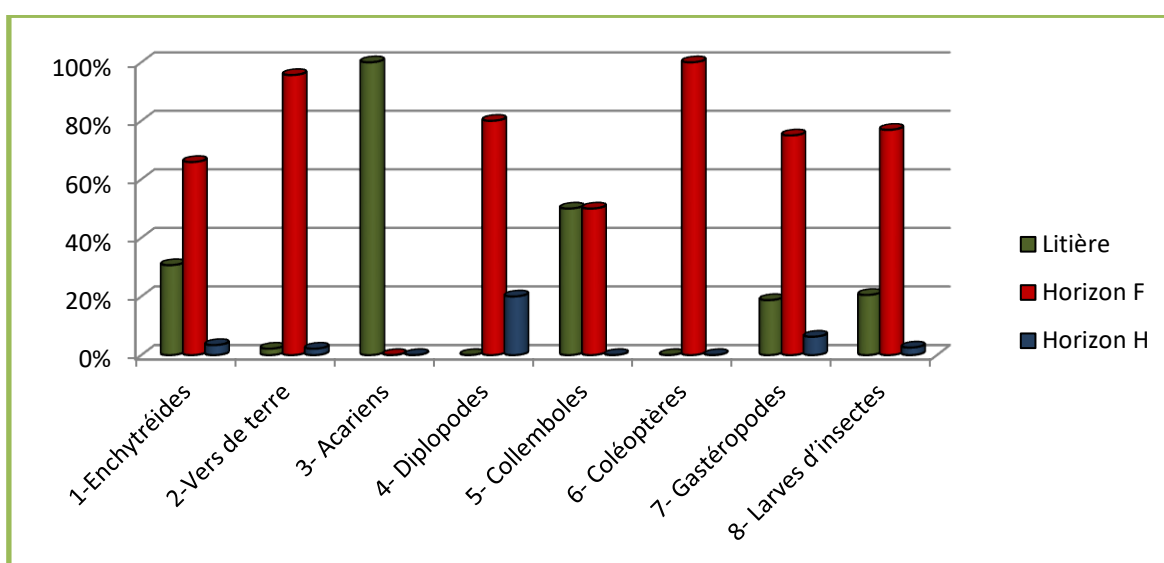


Figure 9. Répartition verticale de la faune dans la ripisylve de Oued Laaroug (hiver)

4.1.1.3. Au niveau de la ripisylve de lac Mellah

- **Composition de la faune**

Au niveau de la ripisylve de lac Mellah, nos prélèvements ont été effectués pendant l'hiver et nous ont permis de recenser 4 taxons et groupes d'organismes (tab 8).

Tableau 8. Composition globale de la faune et densité moyenne (ind/m²) de chaque taxon dans lac mellah, ± : écart-type. (n=5)

LAC MELLAH	
Taxons	ind/m ²
1-Enchytréides	10 ± 10.44
2- Collembolés	20 ± 20.92
3- Hyménoptères	15 ± 33.54
4-Larves d'insectes	5 ± 11.18
Densité totale	50 ± 76.08

Les plus importants groupes sont : les Collemboles avec une densité moyenne de 20 ind/m² (40%), les Hyménoptères avec une densité moyenne de 15 ind/m² (30%) et les Enchytréides avec une densité moyenne de 10 ind/m² (20%).

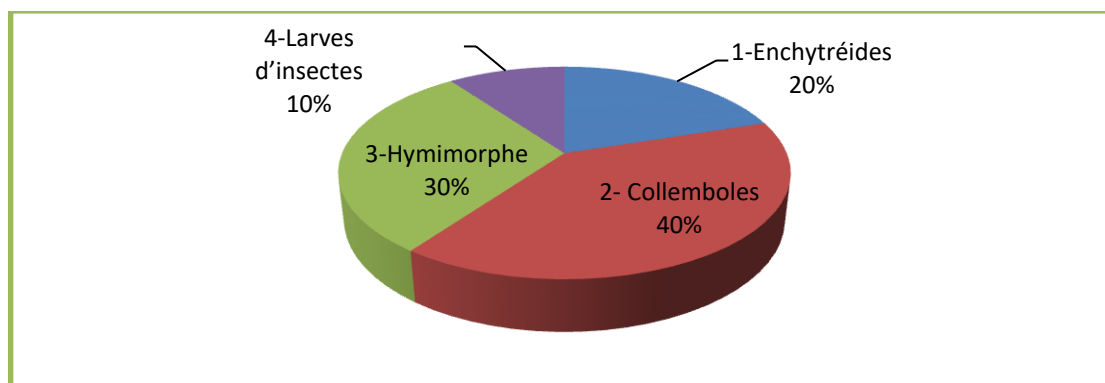


Figure 10. Présentation graphique de la Composition globale de la faune de la ripisylve de lac Mellah (en hiver)

- **Distribution verticale de la faune**

La répartition verticale de la faune du lac Mellah en hiver montre une variation marquée de la densité des invertébrés entre les trois couches du sol (la Litière - Horizon F - Horizon H), avec une absence totale de biodiversité dans l'horizon profond (Horizon H), reflétant les mauvaises conditions environnementales dans cette couche pour la survie de la faune terrestre.

Tableau 9. Densités moyennes (ind/m²) des taxons dans chaque horizon de la ripisylve de lac mellah pendant l'hiver, \pm : écart-type (n=5).

Taxons	LAC MELLAH		
	Litière	Horizon F	Horizon H
1-Enchytréides	5 \pm 11.18	5 \pm 11.18	-----
2-Collemboles	15 \pm 22.36	5 \pm 11.18	-----
3- Hyménoptères	15 \pm 33.54	-----	-----
4-Larves d'insectes	-----	5 \pm 11.18	-----
Densité totale	35 \pm 67.08	15 \pm 33.54	-----

La couche superficielle (Litière) semble présenter la densité globale la plus élevée. Les densités les plus élevées ont été enregistrées pour les Collemboles et les Hyménoptères, suivis des Enchytréides.

La couche intermédiaire (Horizon F) a enregistré une densité globale plus faible, dont des Enchytréides et des Collemboles, ainsi que des larves d'insectes à densité identique.

En revanche, une absence totale de la faune a été observée dans l'horizon profond (Horizon H), ce qui indique que les conditions environnementales de cette couche (faible aération, faible teneur en matière organique et forte pression) ne permettent pas aux invertébrés d'y vivre ou de s'y reproduire. Ces résultats concordent avec des résultats similaires rapportés dans des études antérieures sur l'effet de la profondeur sur la répartition de la faune, comme celles de **Decaëns *et al.*, 2006**.

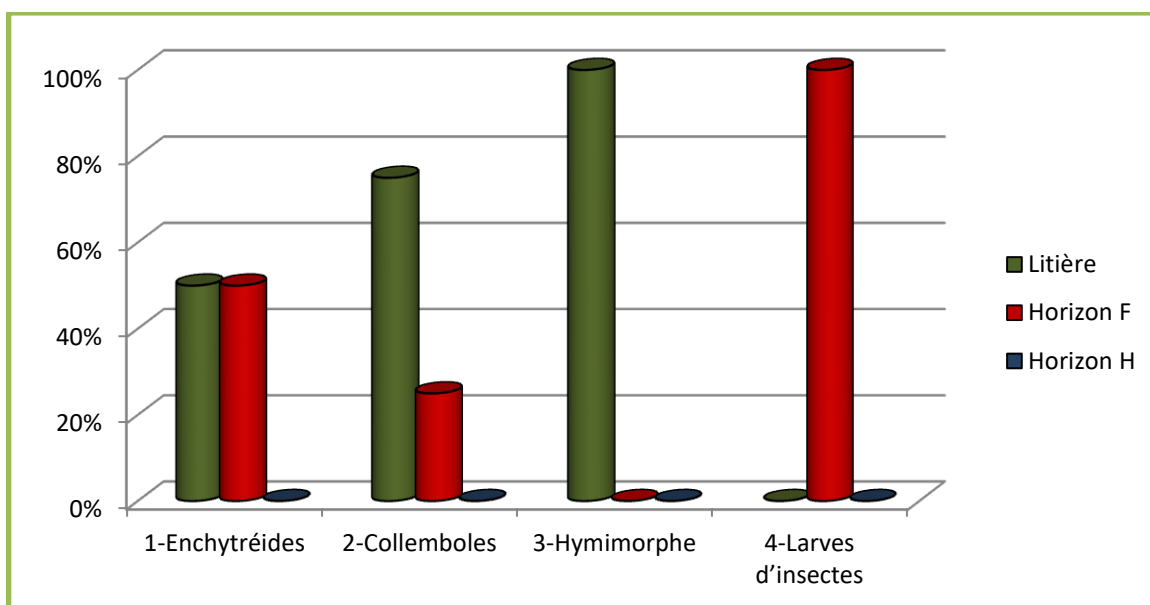


Figure 11 : Répartition verticale de la faune dans la ripisylve de lac Mellah (hiver)

4.1.1.4. Au niveau de la ripisylve de Oued Messida

- **Composition de la faune**

Au niveau de la ripisylve de Oued Messida, les prélèvements ont été effectués en hiver et nous ont permis de recenser 6 taxons et groupes d'organismes (tab 10).

Tableau 10. Composition globale de la faune et densité moyenne (ind/m²) de chaque taxon dans Oued Messida, ± : écart-type (n=10)

OUED MESSIDA	
Taxons	ind/m²
1-Enchytréides	10 ± 13.69
2-Vers de terre	35 ± 78.26
3-Diplopedes	10 ± 22.36
4-Collemboles	45 ± 73.74
5-Dictptere	10 ± 22.36
6-Gastéropodes	10 ± 22.36
Densité totale	120 ± 232.77

Les plus importants groupes sont : les collemboles avec une densité moyenne de 45 ind/m² (37.5%), les Vers de terre avec une densité moyenne de 35 ind/m² (29.17%).

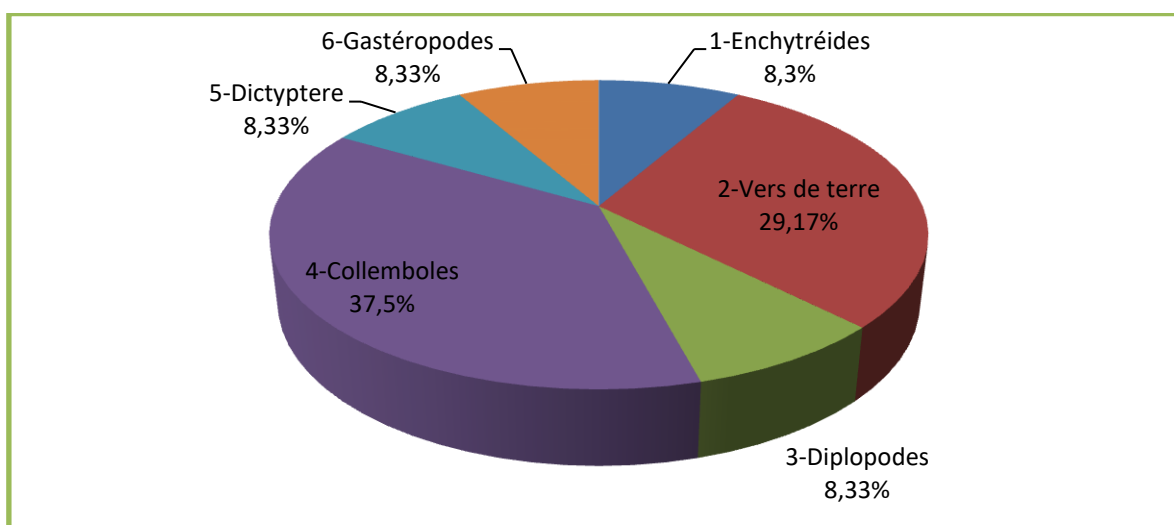


Figure 12. Présentation graphique de la Composition globale de la faune de la ripisylve de Oued Messida (en hiver)

- **Distribution verticale de la faune**

La répartition verticale de la faune de oued Messida pendant la saison hivernale présente un contraste marqué entre les trois couches du sol. La faune est présente à la fois dans la Litière et dans l'horizon F, tandis que la biodiversité est totalement absente dans l'horizon profond (Horizon H), ce qui reflète les conditions environnementales limitées de cette couche profonde.

Tableau 11. Densités moyennes (ind/m²) des taxons dans chaque horizon de la ripisylve de Oued Messida dans l'hiver, ± : écart-type (n=5).

Taxons	OUED MESSIDA		
	Litière	Horizon F	Horizon H
1-Enchytréides	5 ± 11.18	5 ± 11.18	-----
2-Vers de terre	-----	35 ± 78.26	-----
3-Diplopodes	-----	10 ± 22.36	-----
4-Collemboles	30 ± 41.08	15 ± 33.54	-----
5-Dictyptere	-----	10 ± 22.36	-----
6-Gastéropodes	-----	10 ± 22.36	-----
Densité totale	35 ± 52.26	85 ± 190.06	-----

Dans la couche superficielle (Litière), les Collemboles sont les organismes les plus abondants, suivis des Enchytréides.

Dans l'horizon F, la densité est plus élevée que dans la couche superficielle et comprend une distribution de taxons plus large. La densité la plus élevée a été enregistrée pour les vers de terre, suivis des Collemboles, puis des Diplopodes, des Diptères, des Gastéropodes et enfin des Enchytréides.

L'absence totale de faune dans l'horizon H reflète un environnement inadapté à l'aération, à la matière organique et à l'humidité.

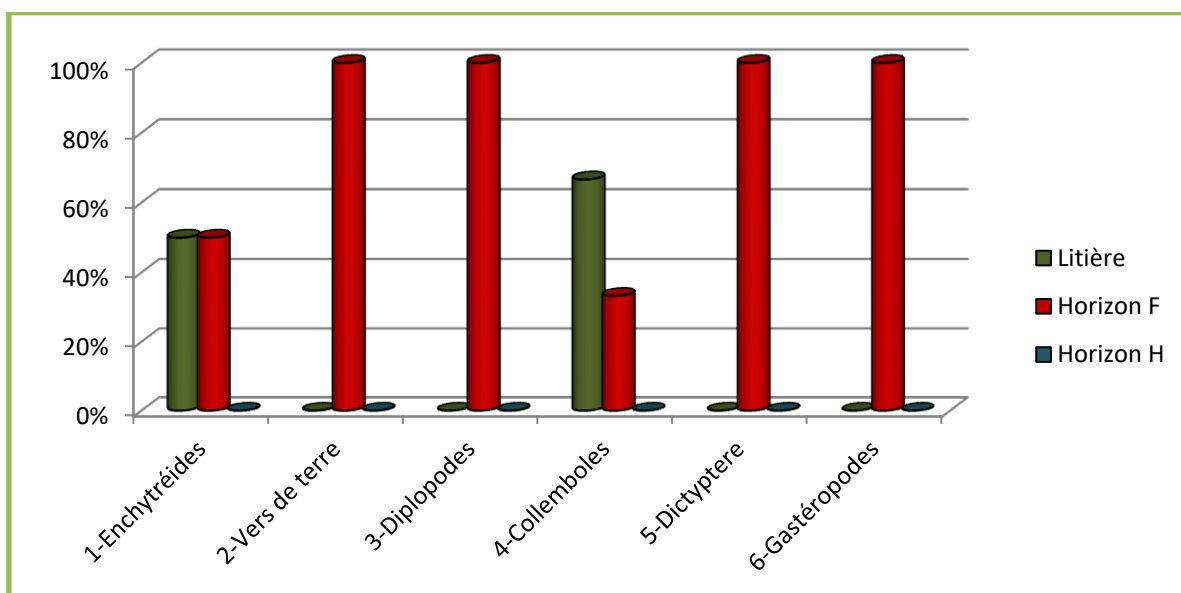


Figure 13. Répartition verticale de la faune dans la ripisylve de Oued Messida (hiver)

4.1.2. Analyse globale de la faune pendant le printemps

4.1.2.1. Au niveau de la ripisylve de lac Oubeira

- **Composition de la faune**

Au niveau de la ripisylve de lac Oubeira, nos prélèvements ont été effectués au printemps nous ont permis de recenser 16 taxons et groupes d'organismes (tab. 12).

Tableau 12. Composition globale de la faune et densité moyenne (ind/m²) de chaque taxon dans la ripisylve de lac Oubeira, ± : écart-type (n=10)

LAC OUBEIRA	
Taxons	ind/m ²
1-Enchytréides	397.5 ± 173.79
2-Vers de terre	62.5 ± 44.49
3-Cloportes	20 ± 22.97
4-Araignées	30 ± 45.34
5-Acariens	10 ± 21,08
6-Diplopodes	95 ± 72.46
7-Chilopodes	2.5 ± 7.91
8-Symphiles	25 ± 79.06
9-Collemboles	72,5 ± 41,58
10-Coléoptères	35 ± 31.62
11-Dictyptere	2.5 ± 7.90

12-Diptères	7.5 ± 16.87
13-Hyménoptères	277.5 ± 437.71
14-Isopètes	137.5 ± 392.86
15-Gastéropodes	2.5 ± 7.91
16-Larves d'insectes	67.5 ± 39.18
Densité totale	1245 ± 1460.73

Les plus importants groupes sont : les Enchytréides avec une densité moyenne de 397.5 ind/m² (31.93%), les Hyménoptères avec une densité moyenne de 277.5 ind/m² (22.29%) et les Isopètes avec une densité moyenne de 137.5 ind/m² (11.04%). Les Diplopodes avec une densité moyenne de 95 ind/m² (7.63%).

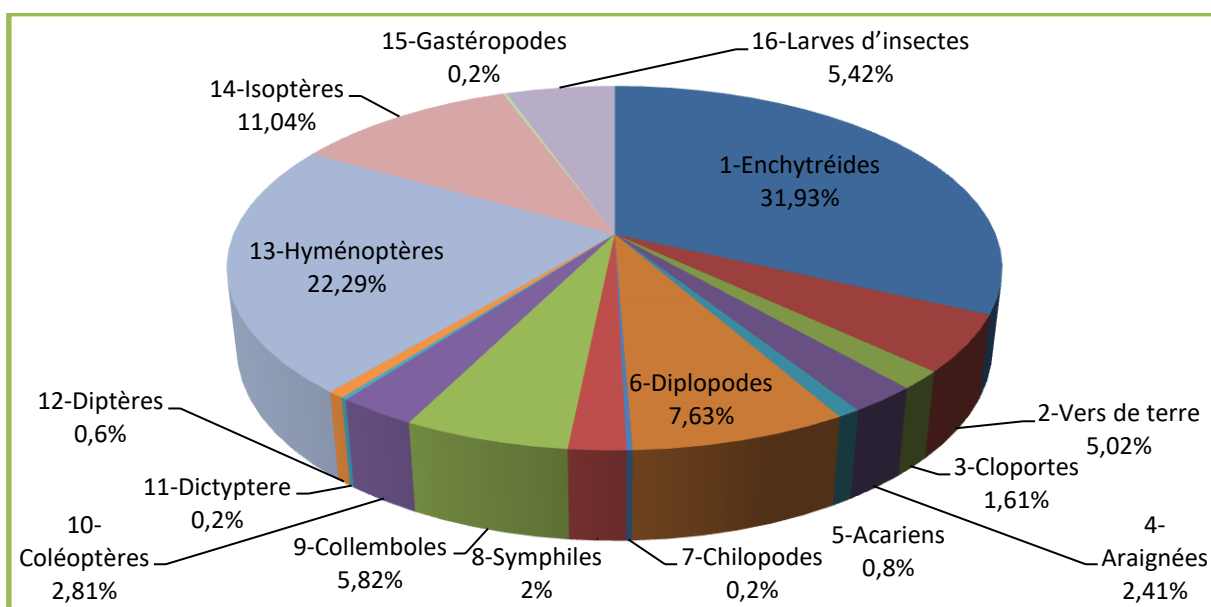


Figure 14. Présentation graphique de la Composition globale de la faune de la ripisylve de lac Oubeira (printemps)

- **Distribution verticale de la faune**

Tableau 13. Densités moyennes (ind/m²) des taxons dans chaque horizon de la ripisylve de lac Oubeira au printemps, ± : écart-type. (n=10).

Taxons	LAC OUBEIRA		
	Litière	Horizon F	Horizon H
1-Enchytréides	137.5 ± 51.71	222.5 ± 126.08	37.5 ± 58.03
2-Vers de terres	27.5 ± 24.86	20 ± 30.73	15 ± 31.62
3-Cloportes	5 ± 10.54	12.5 ± 24.3	2.5 ± 7.91
4-Araignées	30 ± 45.34	-----	-----
5-Acariens	-----	10 ± 21.08	-----

6-Diplopedes	52.5 ± 67.13	40 ± 45.95	2.5 ± 7.91
7-Chilopodes	2.5 ± 7.91	-----	-----
8-Symphiles	25 ± 79.06	-----	-----
9-Collemboles	60 ± 47.43	10 ± 17.48	2.5 ± 7.91
10-Coléoptères	17.5 ± 23.72	15 ± 31.62	2.5 ± 7.91
11-Diclypteres	2.5 ± 7.90	-----	-----
12-Diptères	7.5 ± 16.87	-----	-----
13-Hyménoptères	142.5 ± 228.23	125 ± 395.28	10 ± 31.62
14-Isoptères	137.5 ± 392.86	-----	-----
15-Gastéropodes	-----	2.5 ± 7.91	-----
16-Larves d'insectes	27.5 ± 24.86	20 ± 30.73	20 ± 30.73
Densité totale	675 ± 1028.42	477.5 ± 731.16	92.5 ± 183.64

La répartition verticale de la faune au niveau du lac Oubeira pendant le printemps montre une nette dominance de l'horizon F et la litière en termes de densité et de diversité des taxons. Cette forte concentration dans la couche superficielle s'explique par la richesse en matière organique, une humidité favorable et une bonne aération, conditions idéales pour la majorité des invertébrés du sol.

Les Enchytréides dominent dans les trois horizons, avec une densité maximale dans l'horizon F montrant ainsi leur capacité d'adaptation aux conditions plus profondes du sol.

Les vers de terre et les Cloportes, les Diplopedes, les Collemboles, Coléoptères, les Hyménoptères et les Larve d'insectes ont également montré une large répartition verticale, présents dans les trois couches.

En revanche, d'autres groupes, tels que les Araignées, les Acariens, les Chilopodes, les Diclyoptères, les Symphiles, les Diclyoptères, les Diptères, les Isoptères et les Gastéropodes, étaient limités à une seule couche.

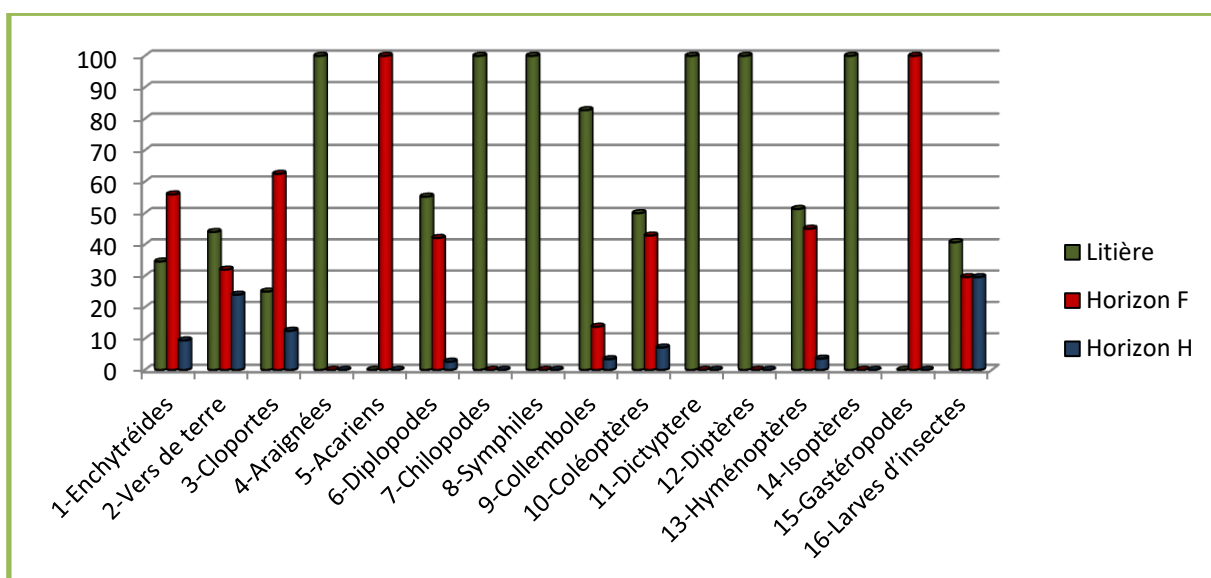


Figure 15. Répartition verticale de la faune dans la ripisylve de lac Oubeira (printemps)

4.1.2.2. Au niveau de la ripisylve de Oued Laaroug

- **Composition de la faune**

Au niveau de la ripisylve de Oued Laaroug, nos prélèvements ont été effectués au printemps, nous ont permis de recenser 8 taxons et groupes d'organismes (tab 14).

Tableau 14. Composition globale de la faune et densité moyenne (ind/m²) de chaque taxon dans la ripisylve de Oued Laaroug, ± : écart-type. (n=10)

OUED BOUROUG	
Taxons	ind/m ²
1-Enchytréides	367.5 ± 238.06
2-Vers de terre	125 ± 113.04
3- Acariens	10 ± 21.08
4- Diplopodes	10 ± 17.48
5- Collemboles	72.5 ± 50.62
6- Coléoptères	15 ± 12.91
7-Hyménoptères	295 ± 582.74
8- Gastéropodes	42.5 ± 54.07
9- Larves d'insectes	97.5 ± 96.07
Densité totale	1035 ± 1186.07

Les plus importants groupes sont : les Enchytréides avec une densité moyenne de 365.5 ind/m² (35.50%), les Hyménoptères avec une densité moyenne de 295 ind/m² (28.50%) et les vers de terre avec une densité moyenne de 125 ind/m² (12%). Les larves d'insecte avec une densité moyenne de 97.5 ind/m² (9.42%).

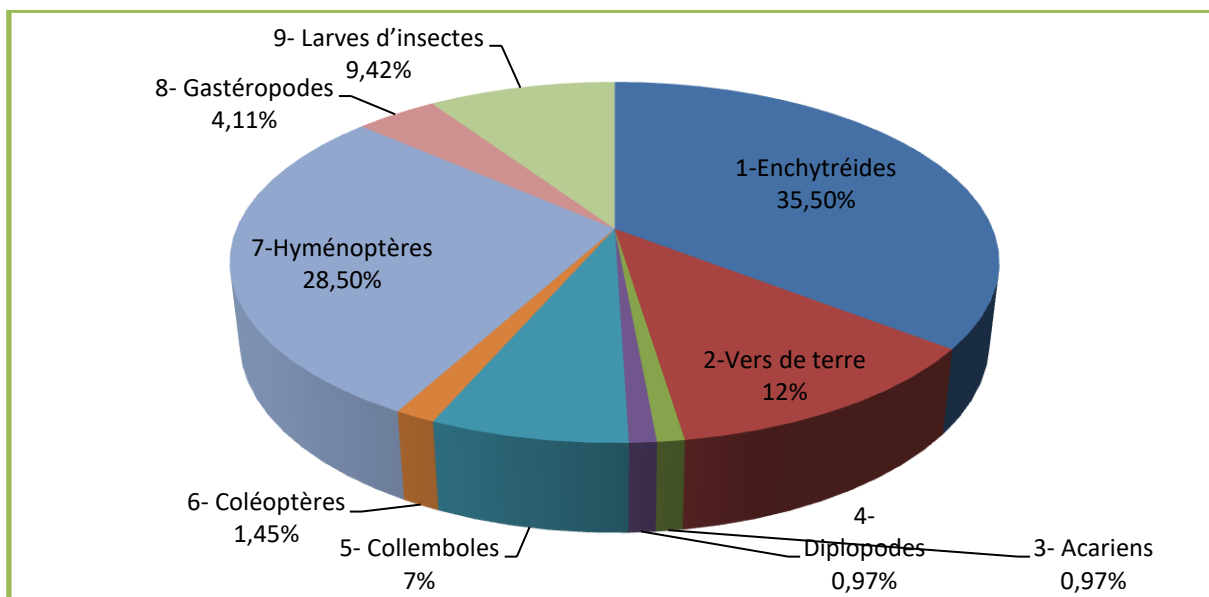


Figure 16. Présentation graphique de la Composition globale de la faune de la ripisylve de Oued Laaroug (printemps)

1.2.1.2. Distribution verticale de la faune

Tableau 15 : densités moyennes (ind/m²) des taxons dans chaque horizon de la ripisylve de Oued Laaroug au le printemps, \pm : écart-type (n=10).

Taxons	OUED LAAROUG		
	Litière	Horizon F	Horizon H
1-Enchytréides	207.5 \pm 167.1	117.5 \pm 113.68	42.5 \pm 71.73
2-Vers de terre	-----	120 \pm 112.92	5 \pm 15.81
3- Acariens	10 \pm 21.08	-----	-----
4- Diplopodes	-----	10 \pm 17.48	-----
5- Collemboles	32.5 \pm 39.18	40 \pm 55.53	-----
6- Coléoptères	10 \pm 12.91	5 \pm 10.54	-----
7-Hyménoptères	170 \pm 468.72	125 \pm 395.28	-----
8- Gastéropodes	22.5 \pm 36.23	20 \pm 43.78	-----
9- Larves d'insectes	5 \pm 15.81	87.5 \pm 89.17	5 \pm 15.81
Densité totale	457.5 \pm 761.03	525 \pm 838.38	52.5 \pm 103.35

La distribution verticale de la faune au niveau de la ripisylve de Oued Laaroug pendant le printemps révèle une nette dominance de l'horizon F, suivie de la litière, tandis que l'horizon H présente la plus faible densité. Cette répartition reflète des conditions plus favorables à la surface du sol, notamment une plus grande disponibilité en matière organique, une meilleure aération, et une humidité accrue, éléments propices au développement de la macrofaune du sol.

Les Enchytréides sont dominants dans l'ensemble des horizons, surtout dans la litière, mais aussi bien représentés dans les couches F et H, montrant une bonne capacité d'adaptation verticale. Les Larves d'insectes présentent également une large répartition, avec une préférence relative pour l'horizon F.

Les Vers de terres, les Collemboles, les Coléoptères, l'hyménoptères et les Gastéropodes ont montré une double présence à Litière et à Horizon F, avec des proportions relativement élevées, reflétant une diversité nutritionnelle qui permet à ces organismes de s'adapter à plus d'un environnement.

En revanche, d'autres groupes, tels que les Acariens et les Diplopodes, étaient limités à une seule couche.

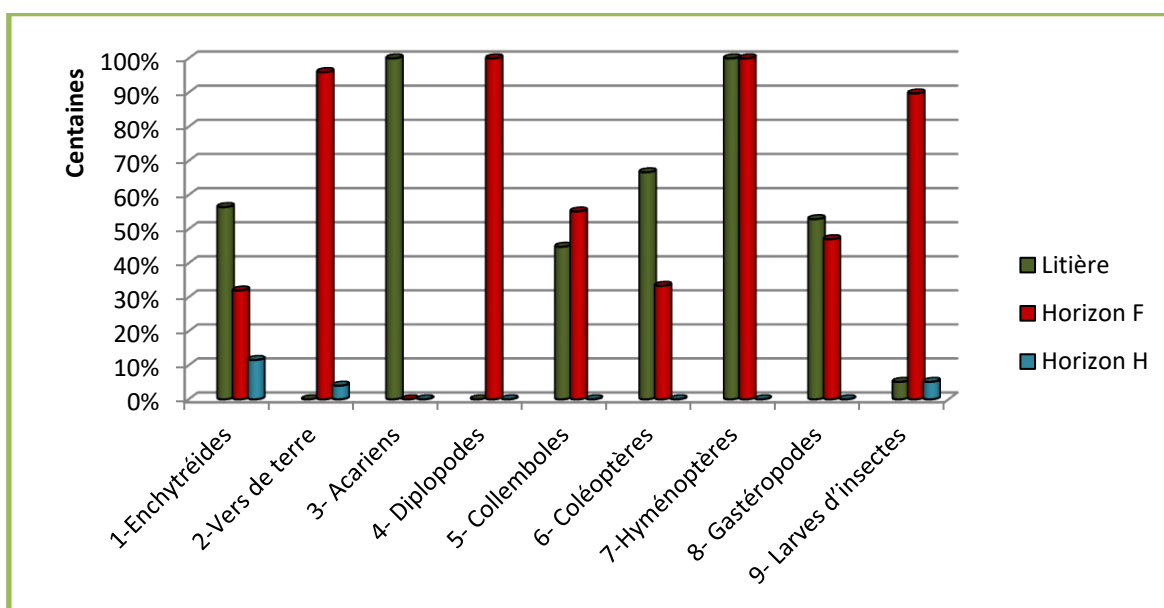


Figure 17. Répartition verticale de la faune dans la ripisylve de Oued Laaroug (printemps)

4.1.2.3. Au niveau de ripisylve de lac mellah

- **Composition de la faune**

Au niveau de la ripisylve de lac mellah, seulement dix prélèvements ont été effectués au printemps et nous ont permis de recenser 6 taxons et groupes d'organismes (tab 16).

Tableau 16. Composition globale de la faune et densité moyenne (ind/m²) de chaque taxon dans lac mellah, ± : écart-type (n=10)

LAC MELLAH	
Taxons	ind/m ²
1-Enchytréides	25 ± 28.87
2-Vers de terre	2.5 ± 7.91
3- Collemboles	35 ± 42.82
4-Hyménoptères	12.5 ± 31.73
5-Gastéropodes	7.5 ± 16.87

6-Larves d'insectes	15 ± 26.87
Densité totale	110 ± 164.16

Les plus importants groupes sont ; les Collemboles avec une densité moyenne de 35 ind/m² (31.81%), les Enchytréides avec une densité moyenne de 12.5 ind/m² (22.73%) et les Hyménoptères avec une densité moyenne de 25 ind/m² (22.72%). Les Larves d'insectes avec une densité moyenne de 15 ind/m² (13.63%).

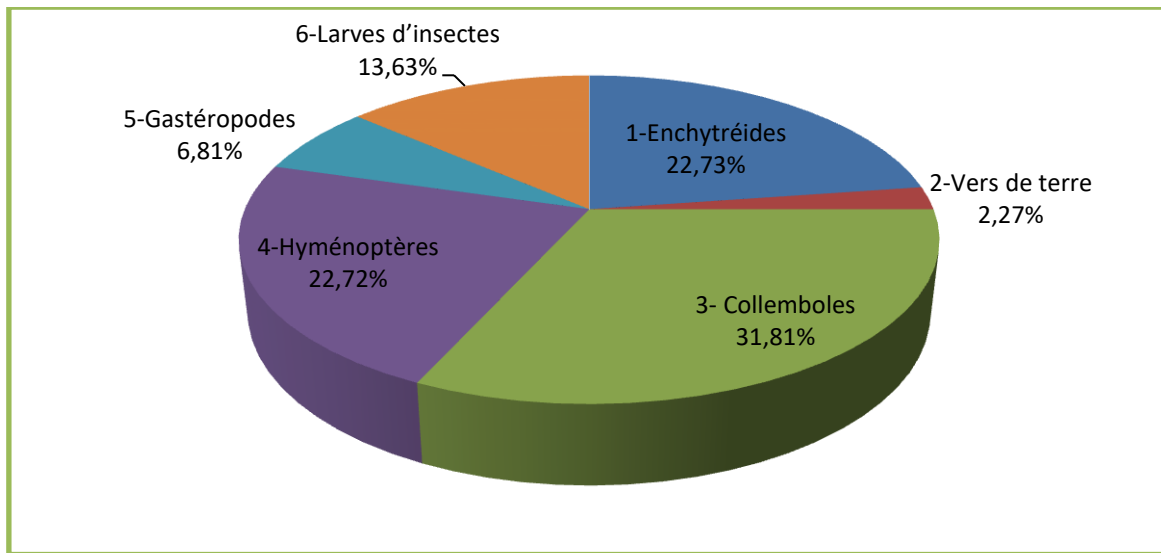


Figure 18. Présentation graphique de la Composition globale de la faune de la ripisylve de lac mellah (printemps)

- **Distribution verticale de la faune**

Tableau 17. Densités moyennes (ind/m²) des taxons dans chaque horizon de ripisylve de lac mellah au printemps, ± : écart-type. (n=10).

Taxons	LAC MELLAH		
	Litière	Horizon F	Horizon H
1-Enchytréides	15 ± 12.91	10 ± 21.08	-----
2-Vers de terre	-----	2.5 ± 7.91	-----
3- Collemboles	20 ± 32.91	15 ± 33.75	-----
4-Hyménoptères	25 ± 40.82	-----	-----
5-Gastéropodes	5 ± 15.81	2.5 ± 7.91	-----
6-Larves d'insectes	-----	15 ± 26.87	-----
Densité totale	65 ± 102.45	45 ± 97.52	-----

La distribution verticale de la faune au niveau du lac mellah pendant le printemps une forte concentration de la faune dans la litière, ensuite l'horizon F et une absence totale d'organismes recensés dans l'horizon H, indiquant des conditions très limitées en profondeur.

Les Hyménoptères dominent la litière, confirmant leur préférence pour les milieux riches en débris organiques. Les Collemboles et Larves d'insectes sont aussi relativement abondants dans la litière et présents dans l'horizon F, montrant une certaine tolérance verticale, bien que leur abondance décroisse en profondeur.

Les Enchytréides et vers de terre sont présents dans les deux premiers horizons, suggérant une certaine mobilité verticale, mais en faible densité, ce qui peut s'expliquer par une faible disponibilité en matière organique et une structure du sol probablement moins favorable.

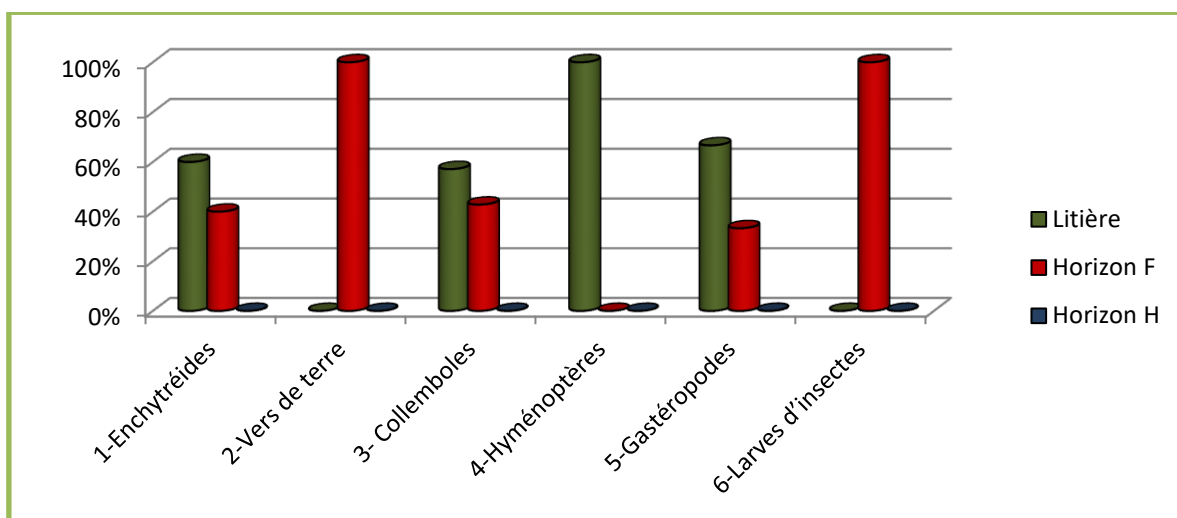


Figure 19. Répartition verticale de la faune dans la ripisylve de lac mellah (printemps)

4.1.2.4. Au niveau de la ripisylve de Oued Messida

- **Composition de la faune**

Au niveau de la ripisylve de Oued Messida, dix prélèvements ont été effectués au printemps et nous ont permis de recenser 8 taxons et groupes d'organismes (tab 18).

Tableau 18. Composition globale de la faune et densité moyenne (ind/m²) de chaque taxon dans Oued Messida, ± : écart-type. (n=10)

OUED MESSIDA	
Taxons	ind/m ²
1-Enchytréides	60 ± 84.04
2-Vers de terre	40 ± 89.44
3-Araignées	10 ± 13.69
4-Diploptes	15 ± 33.54
5-Collemboles	50 ± 35.36
6-Dictptere	15 ± 33.54
7-Hyménoptères	15 ± 22.36
8-Gastéropodes	20 ± 44.72
Densité totale	225 ± 356.69

Les plus importants groupes sont ; les Enchytréides avec une densité moyenne de 60 ind/m² (26.67%), les Collemboles avec une densité moyenne de 50 ind/m² (22.22%) et les Vers de terre avec une densité moyenne de 40 ind/m² (17.78%).

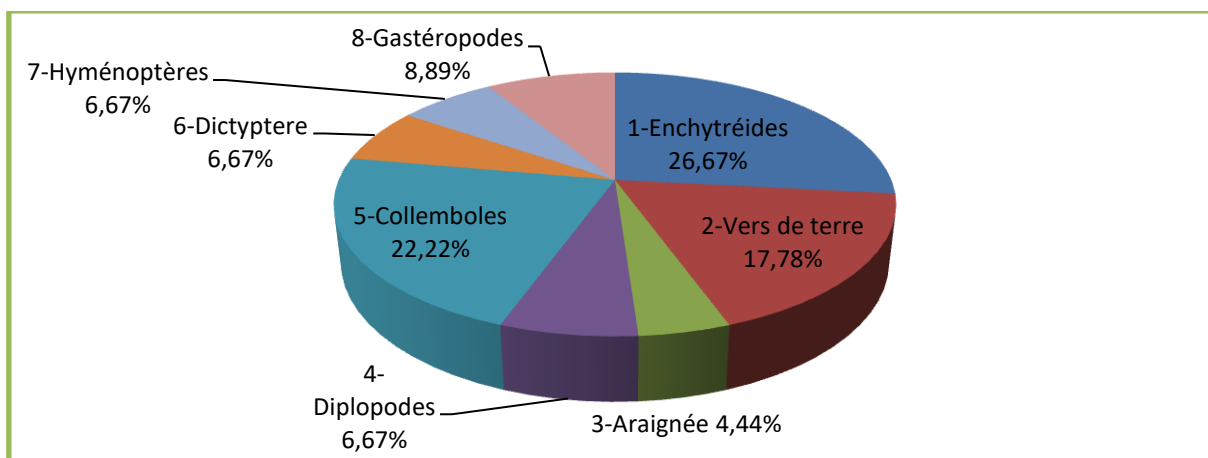


Figure 20. Présentation graphique de la Composition globale de la faune de la ripisylve de Oued Messida (printemps)

- **Distribution verticale de la faune**

Tableau 19. Densités moyennes (ind/m²) des taxons dans chaque horizon de la ripisylve de Oued Messida au printemps, ± : écart-type. (n=10).

Taxons	OUED MESSIDA		
	Litière	Horizon F	Horizon H
1-Enchytréides	20 ± 32.6	40 ± 51.84	-----
2-Vers de terre	-----	40 ± 89.44	-----
3-Araignées	10 ± 13.69	-----	-----
4-Diplopedes	-----	15 ± 33.54	-----
5-Collemboles	30 ± 27.39	15± 22.36	5 ± 11.18
6-Dictptere	-----	15 ± 33.54	-----
7-Hyménoptères	15 ± 22.36	-----	-----
8-Gastéropodes	-----	20 ± 44.72	-----
Densité totale	75 ± 96.04	145 ± 275.44	5 ± 11.18

La répartition verticale de la faune sur le site de Oued Messida au printemps révèle une concentration plus élevée dans l'horizon F ensuite la litière et une absence totale d'organismes recensés dans l'horizon H, indiquant des conditions très limitées en profondeur.

Les Hyménoptères, les araignées sont présentes uniquement dans la litière, confirmant leur préférence pour les environnements riches en débris organiques. Leur présence dans l'horizon F indique une certaine capacité de charge verticale.

La présence de Enchytréides et de collemboles dans les deux premiers horizons indique un mouvement vertical, qui peut s'expliquer par la faible disponibilité de matière organique et une structure probablement médiocre du sol.

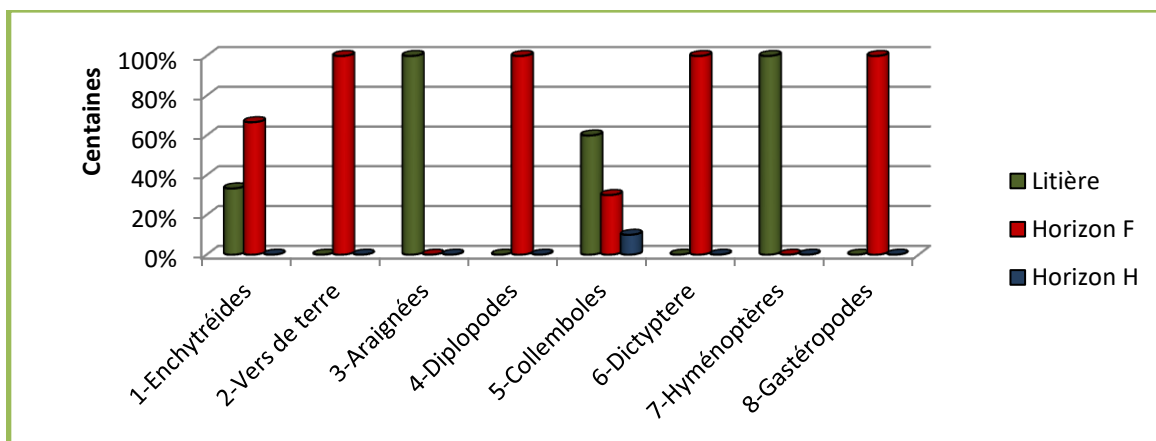


Figure 21. Répartition verticale de la faune dans la ripisylve de Oued Messida (printemps)

4.2. Etude comparative entre les deux saisons (l'hiver et le printemps) dans les quatre sites

4.2.1. Composition de la faune

4.2.1.1. Au niveau de la ripisylve de lac oubeira

Sur l'ensemble des deux saisons, 16 taxons (Tab. 20) ont été récoltés : 14 au niveau de la ripisylve de lac Oubeira en hiver et 16 au niveau du ripisylve de lac Oubeira au printemps.

En hiver, le site du lac Oubeira présente une bonne diversité de faune terrestre, caractérisée par de fortes densités d'Enchytréides et d'Isopètes. Une activité significative de larves de Coléoptères et d'Insectes a également été observée.

Au printemps, les densités augmentent significativement. Des augmentations significatives de la densité d'Enchytréides, et d'Hyménoptères ont été observées, avec l'apparition de nouveaux taxons tels que les Diptères et les Gastéropodes en densités significatives.

Tableau 20. Analyse des différences des densités moyennes (ind/m²) des taxons dans la ripisylve de lac obéira entre l'hiver et le printemps. Les lettres indiquent les différences significatives (a>b) pour $\alpha < 0,05$, \pm : écart-type.

Taxons	hiver	printemps
	ind/m ²	ind/m ²
1-Enchytréides	222,5 ± 189,09b	395 ± 172.72a
2-Vers de terre	55 ± 72,46	67.5 ± 40.91
3-Cloportes	5 ± 15,81b	20 ± 22.97a
4-Araignées	27,5 ± 36,23	30 ± 45.34
5-Acariens	7,5 ± 23,72	10 ± 21,08
6-Diplopodes	115 ± 110,68	92.5 ± 75.51

7-Chilopodes	2,5 ± 7,91	2.5 ± 7.91
8-Symphiles	15 ± 47,43b	25 ± 79.06a
9-Collemboles	82,5 ± 71,73	72,5 ± 41,58
10-Coléoptères	22,5 ± 32,17	35 ± 31.62
11-Dictptere	-----	2.5 ± 7.90
12-Diptères	7.5 ± 16.87	7.5 ± 16.87
13-Hyménoptères	47.5 ± 70,17b	277.5 ± 437.71a
14-Isopères	125 ± 395,28	137.5 ± 392.86
15-Gastéropodes	-----	2.5 ± 7.91
16-Larves d'insectes	40 ± 41,16	67.5 ± 39.18
Densité totale	775 ± 1130.71b	1245 ± 1460.73a

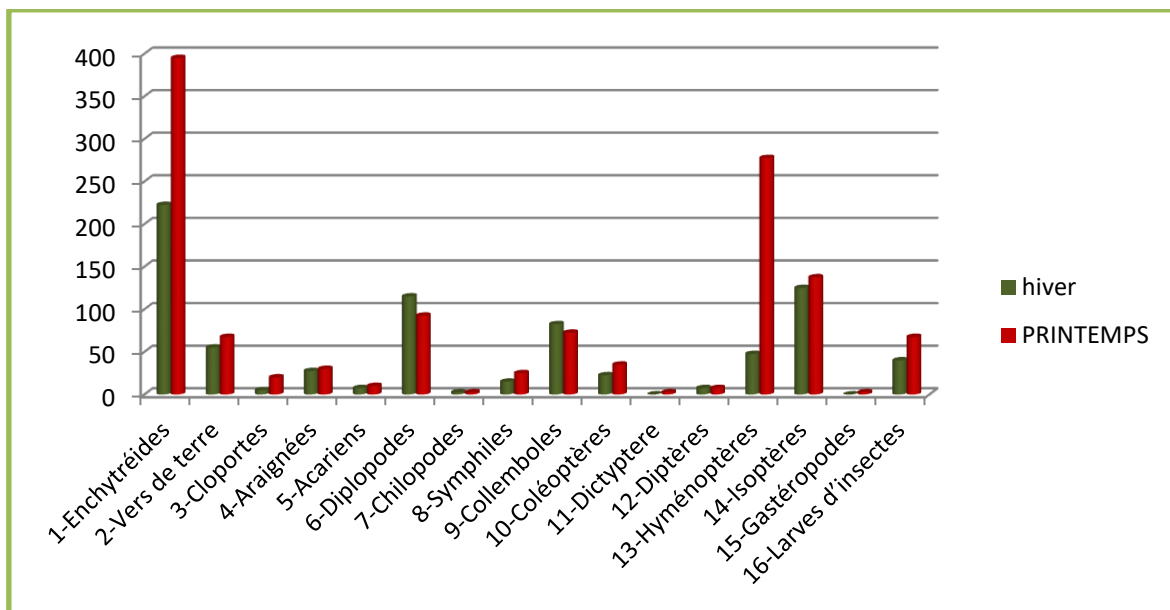


Figure 22. histogramme de la composition de la pédofaune dans la ripisylve de lac Oubeira entre l'hiver et le printemps

4.2.1.2. Au niveau de la ripisylve de Oued Laaroug

Au cours des deux saisons, 9 taxons au maximum ont été collectés (tab 21). Dont 8 taxons au niveau de la ripisylve de lac mellah on a récolté en hiver et 9 au niveau de la ripisylves de Oued Laaroug au printemps.

En hiver, le site du Oued Laaroug présente une bonne diversité de faune terrestre, caractérisée par de fortes densités d'Enchytrides et larves d'insectes, vers de terre.

Au printemps, les densités ont augmenté significativement. Des augmentations significatives des densités d'Enchytrides ont été observées. L'apparition de nouveaux taxons tels que les Hyménoptères en densités forte.

Tableau 21. Analyse des différences des densités moyennes (ind/m²) des taxons dans la ripisylve de oued Laaroug entre l'hiver et le printemps. Les lettres indiquent les différences significatives (a>b) pour $\alpha < 0,05$, \pm : écart-type.

Taxons	hiver ind/m ²	printemps ind/m ²
1-Enchytréides	220 ± 222.61b	367.5 ± 238.06a
2-Vers de terre	115 ± 145.87	125 ± 113.04
3- Acariens	7.5 ± 23.72	10 ± 21.08
4- Diplopedes	12,5 ± 24.3	10 ± 17.48
5- Collemboles	25 ± 47.14b	72.5 ± 50.62a
6- Coléoptères	2.5 ± 7.91b	15 ± 12.91a
7- Hyménoptères	-----	295 ± 582.74
8- Gastéropodes	40 ± 64.76	42.5 ± 54.07
9- Larves d'insectes	97.5 ± 128.80	97.5 ± 96.07
Densité totale	520 ± 665.11b	1035 ± 1186.07a

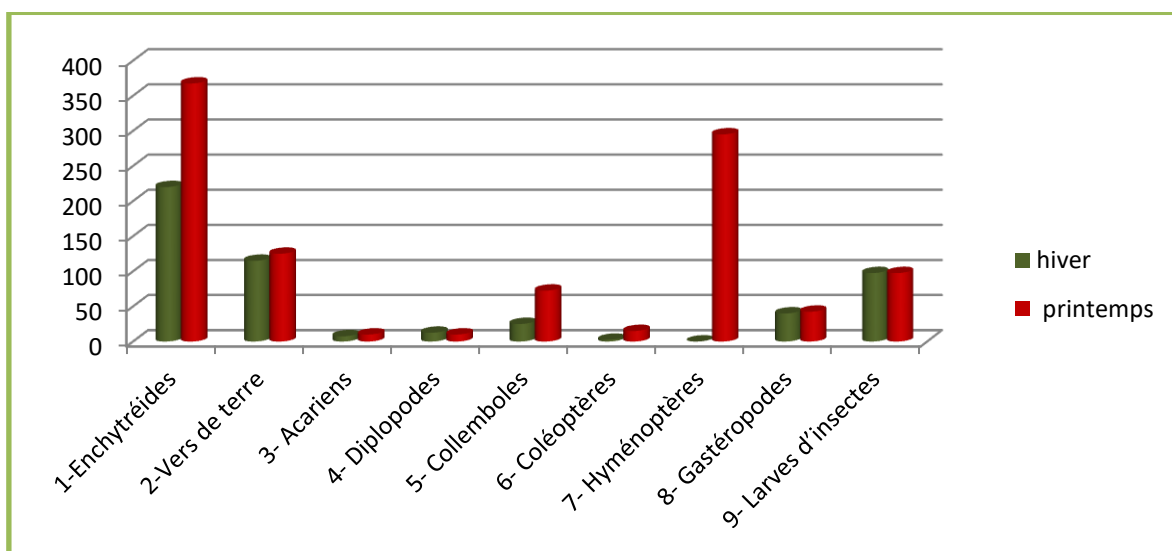


Figure 23. Présentation graphique de la composition de la faune dans la ripisylve de Oued Laaroug entre l'hiver et le printemps

4.2.1.3. Au niveau de ripisylve de lac mellah

Sur l'ensemble des deux saisons, 6 taxons (Tab. 22) ont été récoltés : 4 au niveau de ripisylve de lac mellah au l'hiver et 6 au niveau du ripisylves de lac Mellah au printemps .

En hiver, le site du lac mellah présente une faible diversité de faune terrestre, avec des Enchytréides, des Collemboles, des Hyménoptères et des Larves d'insectes observés à des densités légèrement inférieures.

Au printemps, les densités augmentent significativement. Des augmentations significatives de la densité d'Enchytréides, , les Collemboles, les Hyménoptères et les Larves d'insectes

et ont été observées, avec l'apparition de nouveaux taxons tels que les Vers de terre et les Gastéropodes en densités significatives.

Tableau 22. Analyse des différences des densités moyennes (ind/m²) des taxons dans la ripisylve de lac mellah entre l'hiver et le printemps. Les lettres indiquent les différences significatives (a>b) pour $\alpha < 0,05$, \pm : écart-type.

Taxons	Hiver	Printemps
	ind/m ²	ind/m ²
1-Enchytréides	10 ± 10.44b	25 ± 28.87a
2-Vers de terre	-----	2.5 ± 7.91
3- Collemboles	20 ± 20.92b	35 ± 42.82a
4- Hyménoptères	15 ± 33.54b	25 ± 40.82a
5-Gastéropodes	-----	7.5 ± 16.87
6-Larves d'insectes	5 ± 11.18b	15 ± 26.87a
Densité totale	50 ± 76.08b	110 ± 164.16a

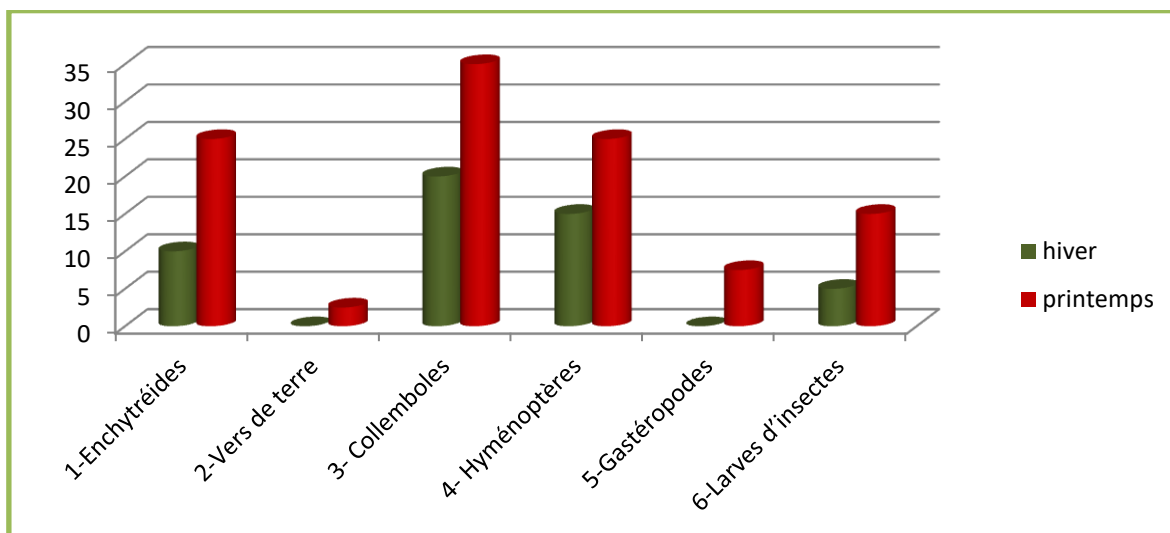


Figure 24. Présentation graphique de la composition de la faune dans la ripisylve de lac Mellah entre l'hiver et le printemps

4.2.1.4. Au niveau de ripisylve de Oued Messida

Sur l'ensemble des deux saisons, 8 taxons (Tab. 23) ont été récoltés : dont 6 taxons au niveau de ripisylve de lac mellah au l'hiver et 8 au niveau du ripisylve de Oued Messida au printemps.

En hiver, le site de Oued Messida présente une diversité moyenne de faune terrestre, avec d'Enchytréides, des Collemboles, des Hyménoptères et et des Vers de terre, des Diplopodes et des Dictyoptères, et des Gastéropodes sont observés à des densités légèrement inférieures.

Au printemps, les densités augmentent significativement. Des augmentations significatives de la densité d'Enchytréides, et les Gastéropodes ont été observées, avec l'apparition de nouveaux taxons tels que les Araignées et les Hyménoptères en densités significatives.

Tableau 23. Analyse des différences des densités moyennes (ind/m²) des taxons dans la ripisylve de Oued Messida entre l'hiver et le printemps. Les lettres indiquent les différences significatives (a>b) pour $\alpha < 0,05$, \pm : écart-type.

Taxons	Hiver ind/m ²	Printemps ind/m ²
1-Enchytréides	10 ± 13.69b	60 ± 84.04a
2-Vers de terre	35 ± 78.26	40 ± 89.44
3-Araignées	-----	10 ± 13.69
4-Diplopodes	10 ± 22.36	15 ± 33.54
5-Collemboles	45 ± 73.74	50 ± 35.36
6-Dictyptere	10 ± 22.36	15 ± 33.54
7-Hyménoptères	-----	15±22.36
8-Gastéropodes	10 ± 22.36b	20 ± 44.72a
Densité totale	120 ± 232.77b	225 ± 356.69a

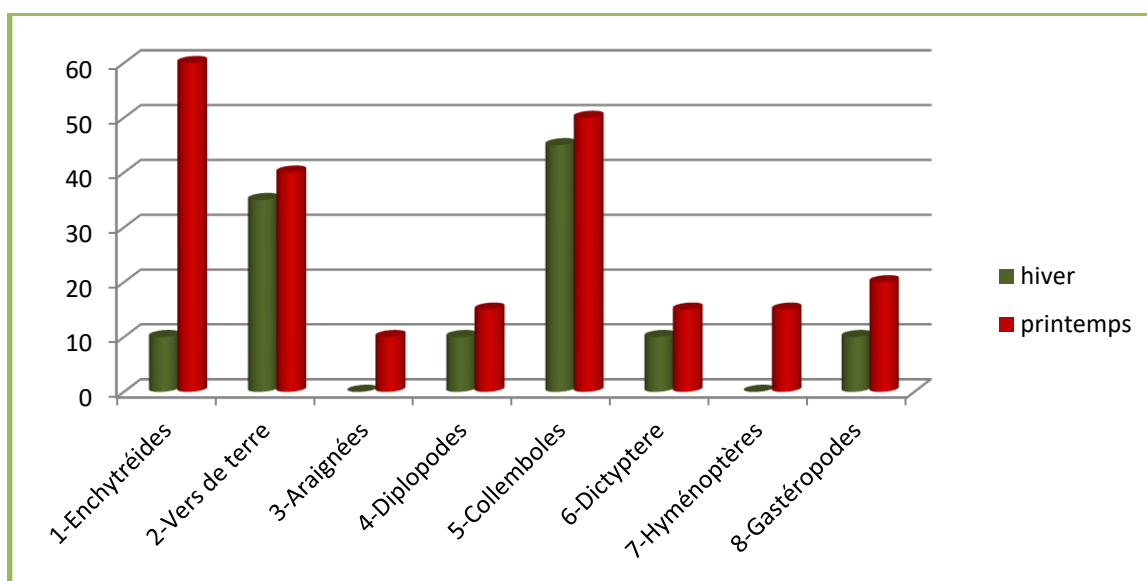


Figure 25. Présentation graphique de la composition de la faune dans la ripisylve de Oued Messida entre l'hiver et le printemps

4.3. Structure de la faune

L'étude réalisée montre qu'il y a une différence au niveau de la richesse spécifique moyenne entre les sites, surtout dans le lac Oubeira là où nous avons remarqué que ce site est nettement supérieur que les 3 sites. La nature de chaque site a donc une influence sur la richesse spécifique totale et moyenne de la faune. Nous remarquons que l'indice de diversité H' et l'équitabilité E ne diffère pas significativement entre les différents sites.

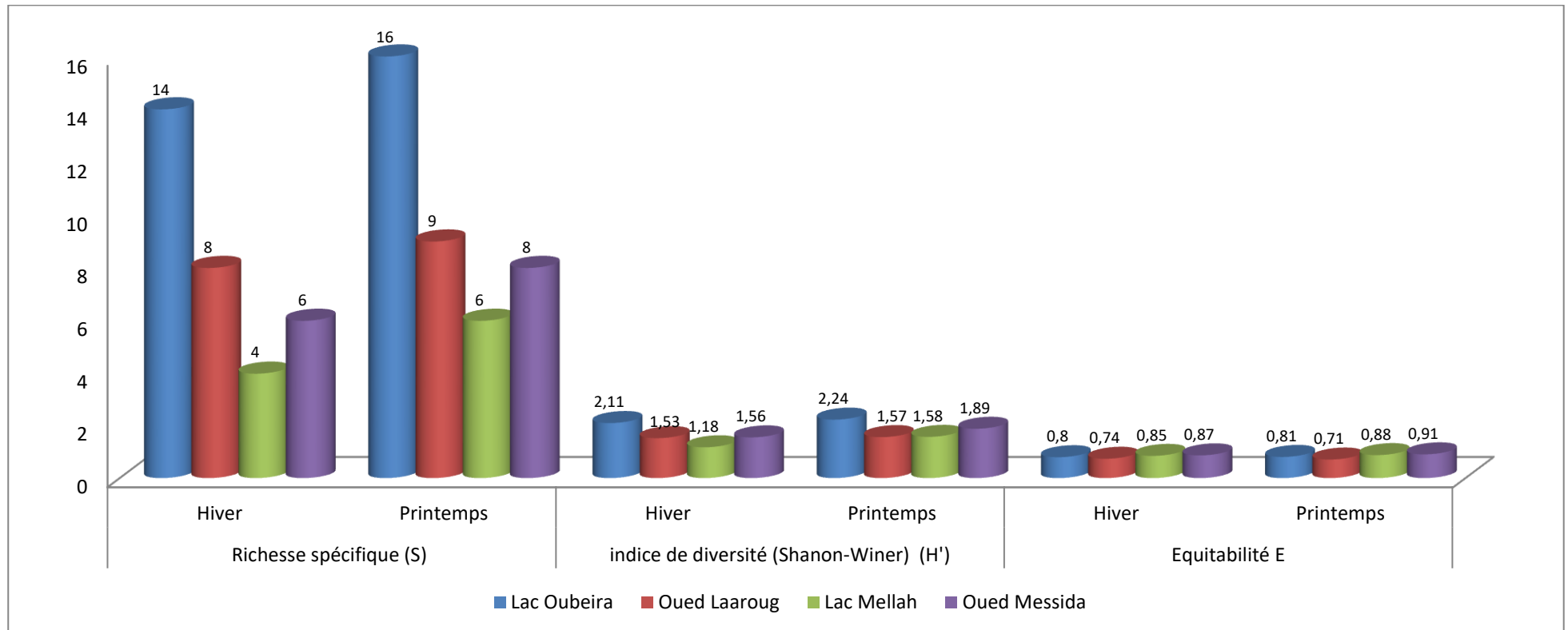


Figure 26. Caractéristiques structurales moyennes de la faune du sol dans les quatre sites en hiver et printemps.

4.4. Organisation de la faune entre les deux saisons

4.4.1. Au niveau de la ripisylve de lac oubeira

La comparaison de la faune du sol des deux saisons pour chaque horizon a montré que la litière printanière contenait significativement plus de groupes taxonomiques que la litière hivernale. Les espèces présentant des densités significativement plus élevées dans la litière printanière étaient les Enchytréides, les Isoptères et les Hyménoptères. Dans l'horizon (F, on observe de fortes densités d'Enchytréides et d'Hyménoptères au printemps, par rapport à l'hiver. Dans l'horizon (H), on observe un nombre significatif d'animaux terrestres au printemps par rapport à l'hiver.

Tableau 24. Analyse des différences des densités moyennes (ind/m²) des taxons dans la ripisylve de lac Oubeira entre l'hiver et le printemps dans chaque horizon. Les lettres indiquent les différences significatives (a>b), ± : écart-type.

Taxons	Hiver			Printemps		
	Litière	Horizon F	Horizon H	Litière	Horizon F	Horizon H
1-Enchytréides	95 ± 127.91b	125 ± 176.38b	2.5 ± 7.91b	137.5 ± 51.71a	222.5 ± 126.08a	37.5 ± 58.03a
2-Vers de terre	12.5 ± 24.3b	40 ± 66.87b	2.5 ± 7.91b	27.5 ± 24.86a	20 ± 30.73a	15 ± 31.62a
3-Cloportes	5 ± 15.81	-----	-----	5 ± 10.54	12.5 ± 24.3a	2.5 ± 7.91a
4-Araignées	27.5 ± 26.23	-----	-----	30 ± 45.34	-----	-----
5-Acariens	-----	7.5 ± 23.72	-----	-----	10 ± 21.08	-----
6-Diplopedes	52.5 ± 67.13	62.5 ± 65.88	-----	52.5 ± 67.13	40 ± 45.95	2.5 ± 7.91
7-Chilopodes	2.5 ± 7.91	-----	-----	2.5 ± 7.91	-----	-----
8-Symphiles	15 ± 47.43	-----	-----	25 ± 79.06	-----	-----
9-Collemboles	52.5 ± 57.06	27.5 ± 29.93b	2.5 ± 7.91	60 ± 47.43	10 ± 17.48a	2.5 ± 7.91
10-Coléoptères	17.5 ± 31.29	2.5 ± 7.91b	2.5 ± 7.91	17.5 ± 23.72	15 ± 31.62a	2.5 ± 7.91
11-Diclyptere	-----	-----	-----	2.5 ± 7.90	-----	-----
12-Diptères	5 ± 15.81	2.5 ± 7.91	-----	7.5 ± 16.87	-----	-----
13-Hyménoptères	32.5 ± 40.91b	15 ± 31.62b	-----	142.5 ± 228.23a	125 ± 395.28a	10 ± 31.62
14-Isoptères	125 ± 395.28	-----	-----	137.5 ± 392.86	-----	-----
15-Gastéropodes	-----	-----	-----	-----	2.5 ± 7.91	-----
16-Larves d'insectes	5 ± 10.54b	35 ± 42.82	-----	27.5 ± 24.86a	20 ± 30.73	20 ± 30.73
Densité totale	447.5 ± 867.61b	317.5 ± 453.04	10 ± 31.64b	675 ± 1028.42a	477.5 ± 731.16	92.5 ± 183.64a

4.4.2. Au niveau de la ripisylve de Oued Laaroug

La comparaison de la faune du sol aux deux saisons pour chaque horizon a montré que la litière printanière contenait significativement plus de groupes taxonomiques que la litière hivernale. Les taxons présentant des densités significativement plus élevées dans la litière printanière étaient les Enchytréides, les Collemboles et les Gastéropodes, Les hyménoptères.

Dans l'horizon (F), de fortes densités d'Enchytréides et d'hyménoptères, les Collemboles, les Larves d'insectes ont été observées au printemps, par rapport à l'hiver.

Dans l'horizon (H), un nombre élevé de taxons a été observé au printemps qu'en hiver.

Tableau 25. Analyse des différences des densités moyennes (ind/m²) des taxons dans la ripisylve de Oued Laaroug entre l'hiver et le printemps dans chaque horizon. Les lettres indiquent les différences significatives (a>b), ± : écart-type.

Taxons	iver			printemps		
	Litière	Horizon F	Horizon H	Litière	Horizon F	Horizon H
1-Enchytréides	67.5 ± 99.34b	145 ± 160.21	7.5 ± 23.72b	207.5 ± 167.1a	117.5 ± 113.68	42.5 ± 71.73a
2-Vers de terre	2.5 ± 7.91	110 ± 139.04	2.5 ± 7.91	-----	120 ± 112.92	5 ± 15.81
3- Acariens	7.5 ± 23.72	-----	-----	10 ± 21.08	-----	-----
4- Diplopodes	-----	10 ± 24.15	2.5 ± 7.91	-----	10 ± 17.48	-----
5- Collemboles	12.5 ± 17.68b	12.5 ± 39.53b	-----	32.5 ± 39.18a	40 ± 55.53a	-----
6- Coléoptères	-----	2.5 ± 7.91b	-----	10 ± 12.91	5 ± 10.54a	-----
7-Hyménoptères	-----	-----	-----	170±468.72	125±395.28	-----
8- Gastéropodes	7.5 ± 16.87b	30 ± 64.33	2.5 ± 7.91	22.5 ± 36.23a	20 ± 43.78	-----
9- Larves d'insectes	20 ± 30.73b	75 ± 102.06	2.5 ± 7.91	5 ± 15.81a	87.5 ± 89.17	5 ± 15.81a
Densité totale	117.5 ± 196.25b	385 ± 537.23b	17.5 ± 55.36b	457.5 ± 761.03a	525 ± 838.38a	52.5 ± 103.35a

4.4.3. Au niveau de la ripisylve de lac mellah

La comparaison de la faune du sol aux deux saisons pour chaque horizon a montré que la litière printanière contenait significativement plus de groupes taxonomiques que la litière hivernale. Les taxons présentant des densités les plus élevées dans la litière printanière étaient les Enchytréides, les Collemboles et les Hyménoptères.

Dans l'horizon (F), de fortes densités d'Enchytréides et les Collemboles ; les Larves d'insectes ont été observées au printemps, par rapport à l'hiver.

À l'horizon (H), aucune faune terrestre n'a été observée, quelle que soit la saison.

Tableau 26. Analyse des différences des densités moyennes (ind/m²) des taxons dans la ripisylve de lac Mellah entre l'hiver et le printemps dans chaque horizon. Les lettres indiquent les différences significatives (a>b), ± : écart-type.

Taxons	Hiver			Printemps		
	Litière	Horizon F	Horizon H	Litière	Horizon F	Horizon H
1-Enchytréides	5 ± 11.18b	5 b	-----	15 ± 12.91a	10 ± 21.08a	-----
2-Vers de terre	-----	-----	-----	-----	5 ± 10.54	-----
3- Collemboles	15 ± 22.36	5 ± 11.18	-----	20 ± 32.91	15 ± 33.75a	-----
4-Hyménoptères	15 ± 33.54b	-----	-----	25 ± 40.82a	-----	-----
5-Gastéropodes	-----	-----	-----	5 ± 15.81	2.5 ± 7.91	-----
6-Larves d'insectes	-----	5 ± 11.18	-----	-----	15 ± 26.87	-----
Densité totale	35 ± 67.08b	15 ± 33.54b	-----	65 ± 102.45a	47.5 ± 100.15a	-----

4.4.4. Au niveau de la ripisylve de Oued Messida

La comparaison de la faune du sol aux deux saisons pour chaque horizon a montré que la litière printanière contenait significativement plus de groupes taxonomiques que la litière hivernale. Les taxons présentant des densités significativement plus élevées dans la litière printanière étaient les Enchytréides et les Collemboles .

Dans l'horizon (F), de fortes densités d'Enchytrides et les Vers de terre ; les Gastéropodes ont été observées au printemps, par rapport à l'hiver.

À l'horizon (H), une espèce de faune du sol était présente au printemps et absente en hiver.

Tableau 27. Analyse des différences des densités moyennes (ind/m²) des taxons dans la ripisylve de Oued Messida entre l'hiver et le printemps dans chaque horizon. Les lettres indiquent les différences significatives (a>b), ± : écart-type.

Taxons	hiver			printemps		
	Litière	Horizon F	Horizon H	Litière	Horizon F	Horizon H
1-Enchytréides	5 ± 11.18b	5 ± 11.18b	-----	20 ± 32.6a	40 ± 51.84a	-----
2-Vers de terre	-----	35 ± 78.26	-----	-----	40 ± 89.44	-----
3-Araignées	-----	-----	-----	10 ± 13.69	-----	-----
4-Diplopedes	-----	10 ± 22.36	-----	-----	15 ± 33.54	-----
5-Collemboles	30 ± 41.08	15 ± 33.54	-----	30 ± 27.39	15 ± 22.36	5 ± 11.18
6-Dictptere	-----	10 ± 22.36	-----	-----	15 ± 33.54	-----
7-Hyménoptères	-----	-----	-----	15 ± 22.36	-----	-----
8-Gastéropodes	-----	10 ± 22.36b	-----	-----	20 ± 44.72a	-----
Densité totale	35 ± 52.26b	85 ± 190.06b	-----	75 ± 96.04a	145 ± 275.44a	5 ± 11.18

Chapitre 05. Discussion

Discussion :

Une étude de la faune du sol dans quatre sites différents (la ripisylve du lac Oubeira, la ripisylve de Oued Laaroug, la ripisylve du lac Mellah et la ripisylve de Oued Messida) a permis d'identifier 16 groupes d'organismes.

Nous avons observé une nette dominance de quatre groupes : Enchytréides et Collemboles, les Vers de terres et les Larve d'insectes dans toutes les parcelles étudiées, ce qui concorde avec les résultats des écosystèmes méditerranéens (**Legakis, 1994**).

La ripisylve du lac Oubeira est caractérisée à son apogée par la dominance des Enchytréides, des Isoptères, des Diplopodes et des Collemboles en hiver, et des Enchytréides, des Hyménoptères, des Isoptères, et des Diplopodes en printemps.

En revanche, la ripisylve de Oued Laaroug est caractérisée par la dominance des Enchytréides, Vers de terre et des larves d'insectes en hiver, et des Enchytréides, Hyménoptères, Vers de terre et des larves d'insectes en printemps.

La ripisylve du lac Mellah, quant à elle, est dominée par les Collemboles, Hyménoptères, et les Enchytréidés en hiver, et Collemboles, Enchytréidés, Hyménoptères, et les Larves d'insectes en printemps.

Enfin, la ripisylves de Oued Messida est caractérisée par la dominance des Collemboles, des Vers de terres en hiver, et des Enchytréides, Collemboles et des Vers de terres en printemps.

Le type d'humus, c'est-à-dire la disposition de la matière organique le long d'un profil de sol (**Brethes et al., 1995**), varie en fonction de la diversité de la faune du sol (**Ponge, 2012**). Par conséquent, l'identification du type d'humus nécessite d'évaluer la biodiversité fonctionnelle du sol et l'efficacité du recyclage de la matière organique, essentielle à la croissance des arbres (**Delecour, 1978**). Les résultats obtenus confirment ceux décrits dans la littérature. Beach (2001) a rapporté que la faune du sol est dominée respectivement par les acariens, les mouches printanières, les larves d'insectes, les polychètes, les annélides et les isopodes, dans les sols podzoliques (pH 4-5) à humus modéré et à rapport carbone/azote de 15-20.

De même, **Stengel et al. (1998)** ont observé que la faune du sol contrôle la morphologie de l'humus. Dans les environnements plus acides, les vers sont absents, mais sont remplacés par des nématodes et des insectes. La lente décomposition des matières fécales permet la formation de plusieurs couches distinctes, typiques des sols tempérés. La couche L est constituée de plusieurs couches annuelles de feuillage distinct. Sous cette couche, les boulettes fécales s'accumulent dans la couche de débris plus décomposés, appelée F. La matière colloïdale hydratée n'est pas incorporée au sol et forme la couche H, située au-dessus des minéraux du sol.

- **Variabilité saisonnière (hiver et printemps)**

En région méditerranéenne, **selon kadi (2014)**, la matière organique est responsable des variations spatiales de la structure des communautés à un moment donné, tandis que les variations saisonnières de température et de disponibilité en eau sont responsables des variations temporelles du nombre d'animaux. Il existe un certain mouvement vertical des animaux entre les excréments et le sol, lié aux conditions climatiques et atmosphériques locales.

Nos résultats montrent légère différence entre l'hiver et le printemps dont l'abondance des individus sur les quatre sites est inconsiderément supérieure en printemps qu'en hiver. Selon Legakis (1994), il n'existe pas de modèle commun de variation temporelle de la structure des communautés dans les écosystèmes méditerranéens, et ce pour plusieurs raisons.

Le printemps représente la période la plus favorable à l'activité de la faune terrestre, ce qui correspond à un schéma saisonnier classique dans les environnements plus secs, où les périodes chaudes et humides sont plus propices à la biodiversité.

Les variations saisonnières ont fourni les informations suivantes : les densités maximales enregistrées pour la faune terrestre sont attribuées à des précipitations et des températures favorables. Certaines espèces sont sensibles aux températures élevées (par exemple, les Enchytréides, les vers de terre, les Cloportes et les Collembolles), tandis que d'autres sont plus abondantes en hiver (par exemple, les Chilopodes et les Dictyoptères). Chaque espèce a une température préférée pour son activité, et les variations de cette température déterminent la migration verticale des animaux (**Bachelier, 1963**). Les résultats confirment globalement les théories avancées par les chercheurs précédents, car les effectifs d'Enchytréides augmentent en conditions humides et diminuent en périodes sèches, tandis que les isopodes et les vers de terre sont très sensibles à la dessiccation. La saisonnalité du climat méditerranéen peut se refléter non seulement dans la densité des microarthropodes, mais aussi dans la composition de leurs communautés.

- **La différence entre les couches du sol**

La répartition verticale de la faune édaphique dépend d'un ensemble de facteurs physico-chimiques et biologiques. Les couches superficielles du sol, notamment la litière et l'horizon organo-minéral (horizon F), sont riches en matière organique, bien aérées et soumises à des variations de température plus modérées, ce qui les rend particulièrement favorables à une forte biodiversité animale. On y trouve en abondance des organismes décomposeurs tels que les fourmis, les collembolles, les larves d'insectes et certains acariens (**Lavelle et al., 2006**).

À mesure que l'on descend vers les couches plus profondes (comme l'horizon H), les conditions deviennent plus contraignantes : la teneur en oxygène diminue, la matière organique se raréfie et la densité du sol augmente, limitant la présence animale (**Decaëns et al., 2004**). Par conséquent, on observe généralement une forte abondance d'invertébrés au

niveau de la litière et de la première couche du sol, tandis que leur nombre diminue significativement dans la deuxième couche, où ils deviennent presque absents. Cette stratification est intimement liée aux adaptations physiologiques et écologiques des espèces édaphiques.

Conclusion

Conclusion

Au cours de cette étude, nous avons étudié la faune du sol présente au sein des quatre sites (la ripisylve du lac Oubeira, la ripisylve de Oued Laaroug, la ripisylve du lac Mellah et la ripisylve de Oued Messida) de la station biologique d'El Kala dans deux saisons l'hiver et le printemps.

Nous nous sommes concentrés sur l'étude des différences de faune du sol en hiver et au printemps sur les quatre sites. Cette étude permet de relier les animaux à leur environnement.

La variation saisonnière influence fortement l'abondance des invertébrés du sol, en particulier entre l'hiver et le printemps. La distribution verticale de la faune est conditionnée par des conditions climatiques (température et humidité) et microclimatiques. En hiver, la baisse des températures entraîne une réduction de l'activité biologique, certaines espèces entrant en dormance ou migrant vers des couches plus profondes pour échapper au froid. Bien que l'humidité du sol augmente en raison des précipitations, favorisant temporairement l'activité de certains organismes comme les vers de terre, les conditions globales restent peu favorables à une forte abondance. En revanche, au printemps, la remontée des températures, l'augmentation de l'humidité et l'apport de matière organique fraîche liée à la décomposition des résidus végétaux stimulent l'activité et la reproduction de nombreux organismes édaphiques. Ainsi, une forte abondance d'invertébrés est généralement observée au printemps, en contraste avec la relative rareté observée en hiver.

Les résultats de ce travail ont contribué à la connaissance des différents représentants de la faune du sol et nous ont permis de recenser 16 taxons.

Dans tous les sites, les Enchytrides et les Collembolés et les larves d'insectes constituent les groupes dominants et d'autres sont rares comme les Acariens et les Symphiles.

Reference bibliographique

Références bibliographiques :

Akroum, El Hadi. (2014). Perspectives de développement écotouristique au Parc National d'El Kala (Mémoire de Magister non publié). Université Badji Mokhtar – Annaba, Faculté des sciences de la Terre, Département d'Aménagement. 127 pages.

Anonyme, 2000 -Guide de gestion de la végétation des bords de cour d'eau. Mars 2000. Agence de l'eau Rhin-Meuse. 54p.

Bachelier, G., 1963. La vie animale dans le sol. Edition O.R.S.T.O.M. 278 p.

Bachelier. G., 1978. La faune des sols Son écologie et son action. ORSTOM. 391 p.

Bensettiti F. et Lacoste A., 1999. Les ripisylves du nord de l'Algérie : essai de synthèse synsystématique à l'échelle de la Méditerranée occidentale. Ecol. Medit. 25, 1339.

Benslama-Zanache, 1998. Contribution à l'étude de la diversité des microorganismes (champignons saprophytes) des sols du complexe humide d'el kala. Cas des stations d'el khoubzirighia et du lac noir. Thèse magister. Université annaba.

Bentouili M. (2007). Inventaire et qualité des eaux des sources du parc national d'Elkala. Mémoire de magister, Université Badji Mokhtar Annaba, 134p.

Bentouli, Yassine. (2007). Inventaire et qualité des eaux des sources du Parc National d'El Kala (N. Est algérien) (Mémoire de Magister non publié). Université Badji Mokhtar – Annaba, Faculté des sciences de la Terre, Département de Géologie, Option Hydrogéologie. 118 pages.

Benyacoub S., 1993. Ecologie de l'Avifaune forestière nicheuse de la région d'El-Kala (Nord-Est algérien). Thèse. Doct. Univ. Bourgogne, 271 p.

Blondel J., (2003). "L'avifaune des ripisylves méditerranéennes." Rev. Forêt méditerranéenne. T. XXIV, n°3. PP : 249-256.

Brahmia Zahra., (2002). Rôle fonctionnel du lac Oubeira et du lac Mellah (parc national d'El-Kala) pour les oiseaux marins, magister, Université Badji Mokhtar Annaba, 81p.

Brêthes A., Brun J.J., Jabiol B., Ponge J.F. & Toutain F., 1995. Classification of forest humus forms : a French proposal. Annales des Sciences Forestières, 52, 535-546.

Brinquin A. S., Crosnier A., Desmoulins F., Gailhardis P. & Langlest R., 2006. Caractérisation des principaux types d'humus sur le site de Paimpont. Master EBE 1ère année Université Pierre et Marie Curie.

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

De Belair, Gérard, 1990, Structure, fonctionnement et perspectives de gestion de quatre éco-complexes lacustres et marécageux (El-Kala, est algérien). Thèse de doctorat. Université de Montpellier 2, France. 193p.

Décamps, H. & Décamps, O. 2002. Ripisylves Méditerranéennes. Medwet N° 12, A.J. Crivelli & J. Jalbert, Eds. Tour du Valat.

Deprince, A., 2003. La faune du sol, diversité, méthode d'étude, fonctions et perspectives – le courrier de l'environnement de l'INRA n 49, pp 123-138.

Djamai, M. S. (2020, 1 23). Variations Spatiales des Macro-invertébrés benthiques dans le lac Tonga (El-Kala – Wilaya El-Tarf). p. 21

Gobat J.M., Aragno M., & Matthey W., 2003. Le sol vivant : Bases de pédologie, Biologie des sols. Presses polytechniques et universitaires romandes (ED), 528 p.

Gray J. S. McIntyre A. D., STRIRN J. 1992. Manuel des méthodes de recherche sur l'environnement aquatique. Onzième partie. Evaluation biologique de la pollution marine, eu égard en particulier au benthos.FAO Document technique sur les pêches N°324.53.

Hattenschwiler S., Barantal S., Ganault P., Gillespie L., & Coq S. (2018). Quels enjeux sont associés à la biodiversité des sols ? Innovations Agronomiques, 69, 1-14.

Jeffery S., Gardi C., Jones A., Montanarella L., Marmo L., Miko L., RitzK., Pérès G., Römbke J et. Van der W., 2010. Atlas européen de la biodiversité des sols. Commission européenne, Bureau des publications de l'union européenne, Luxembourg, 130p.

Junk, W.J., Bayley, P.B., & Sparks, R.E. (1989). **The flood pulse concept in river–floodplain systems.** In D.P. Dodge (Ed.), Proceedings of the International Large River Symposium (LARS). Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences, 106, 110–127.

Kadi, Sara .(2015). Organisation de la faune édaphique dans deux habitats forestiers de la région d'El Kala : la subéraie et le maquis (Thèse de doctorat, Université Badji Mokhtar - Annaba, Faculté des Sciences, Département de Biologie). 124p

Lavelle P., Decaënsb T, Aubertb M, Barota S, Blouina M, Bureaub F, Margerieb P, Mora P., rossic J-P., 2006. Soil invertebrates and ecosystem services. European Journal of Soil Biology 42. 13p.

Legakis A., 1994. Community structure and species richness in the Mediterranean-type soil fauna. M. Arianoutsou and R.H. Groves, Plant-animal interactions in Mediterranean-type ecosystems. Chapter 4 Pages 37-45. Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands. Page 38.

Lounis, R. et Mecheher, A. N., 2023. Étude de l'évolution de la végétation lacustre par télédétection au niveau du lac Tonga, Parc National d'El Kala. Mémoire de Master, Université Frères Mentouri Constantine 1, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, 30 p.

Messikh, S. (2016). Étude bio-écologique des Hydracariens de la région d'El Kala (Thèse de doctorat, Université Badji Mokhtar - Annaba, Faculté des Sciences, Département de Biologie). 126p

Pesson P., 1971. La vie dans les sols Aspects nouveaux études expérimentales. Gauthier Villars (Ed), 471p.

Ponge J.F., 2012. L'Humus Index: un outil pour le diagnostic écologique des sols forestiers.

Delecour F., 1978. Facteurs édaphiques et productivité forestière. *Pédologie*, 28, 271-284.

Quézel P. & Medail F. 2003. Ecologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen. Lavoisier, Paris, 592

Rouibah, N. & Ben Achour, F. (2021). Les Plécoptères de l'amont de oued El Eurg, El Kala (Wilaya d'El Taref) : distribution, écologie et biogéographie (Mémoire de Master non publié). Université Mohamed Khider – Biskra, Département des sciences de la nature et de la vie, Filière Sciences biologiques, Spécialité Parasitologie. 47 pages.

Stengel P., Gelin S. & Coord., 1998. Sol interface fragile. Editions Quae, 1998 - 213 pages.

Swift M.J., Heal O.W. & Anderson J.M., 1979. The influence of resource quality on decomposition processes. In: Anderson, D.J., Greig-Smith, P. & Pitelka, F.A., eds., *Studies in Ecology vol. 5, Decomposition in Terrestrial Ecosystems*, University of California Press, Bekeley.

Tahraoui, C. (2014). Abondance saisonnière des Culicidae dans l'écosystème humide du parc national d'El-Kala. Identification et lutte (Mémoire de Magister, Université Badji Mokhtar - Annaba, Faculté des Sciences, Département de Biologie, Option Biologie et Écologie animale), pp. 1–80.

Thibaud J-M, D'ahaese A., 2010. Le petit collembole illustré. Bulletin de l'association entomologique d'Auvergne. Arvernsis, France, N 51-52, Paris, p56.

Ward J.V., Tockner K., Arscott D.B. et Claret C., 2002. Riverine landscape diversity. *Freshwater Biol.* 47, 517-539.