



N° Réf :.....

Centre Universitaire Abdelhafid Boussouf-Mila
Institut des Sciences et de la Technologie
Département des Sciences de la Nature et de la Vie

Mémoire préparé en vue de l'obtention du diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Protection des Ecosystèmes

Thème

**Biodiversité de la macrofaune d'un sol
urbain, agricole et forestier.**

Préparé par :

✚ Bentanache Fatima Zohra

✚ Khandoudi Narimane

Devant le jury:

Président : Mme Djeddi Hamssa

MCB C.U. Abelhafid Boussouf-Mila

Examinatrice : Mme Benmakhlouf Zoubida

MCB C.U. Abelhafid Boussouf-Mila

Promotrice : Melle Kherief Nacereddine Saliha

MCB C.U. Abelhafid Boussouf-Mila

Année Universitaire : 2020/2021

Remerciement

En préambule de ce mémoire, On remercie ALLAH tout puissant, de nous avoir guidé toutes les années d'étude et nous avoir donné la volonté, la patience et le courage pour terminer ce travail.

On souhaitait adresser nos remerciements les plus sincères aux personnes qui ont apporté leur aide et qui ont contribué à l'élaboration de ce mémoire ainsi qu'à la réussite de ce formidable cursus universitaire.

*On tient à remercier sincèrement Melle **Kkerief Nacereddine Saliha** qui, en étant directrice de ce mémoire s'est toujours montré à l'écoute et très disponible tout au long de la réalisation de ce mémoire.*

*Nos vifs remerciements s'adressent vont à Mme **Djeddi Hamssa**, Maitre de conférence au Centre Universitaire Abdelhafid Boussouf 'Mila' qui nous a fait l'honneur de présider ce jury, on remercie également le Docteur Mme **Benmakhlouf Zoubida**, Maitre de conférence au Centre Universitaire Abdelhafid Boussouf, d'avoir accepté d'examiner notre travail.*

Nos remerciements et notre reconnaissance à nos parents pour leur amour et leur soutien constant qu'ils nous ont témoigné tout au long de notre carrière.

Enfin on remercie nos amies pour leurs encouragements.

Merci à tous

Dédicace

Avec l'aide d'ALLAH, j'ai pu réaliser ce modeste travail que je le dédie : À MES CHERS PARENTS « RITIBA ET MOHAMMED SALEH », Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que vous avez consenti pour mon éducation et mon bien être. Je vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous me portez depuis mon enfance et j'espère que votre bénédiction m'accompagne toujours. Que ce modeste travail soit l'exaucement de vos vœux tant formulés, le fruit de vos innombrables sacrifices, Merci mes parents pour m'avoir éduqué et aidé à grandir dans le savoir durant toutes ces années d'études. Que Dieu Vous protège.

A mes cher frères AMMAR ET ABDERAHIM pour leur sacrifices, leur soutien moral qui m'ont permis de réussir mes études,

A mes chère tantes BENAÏSSA Atika et Didia pour m'avoir soutenu moralement que Dieu garde pour moi..

A ma très cher collègue de ce travail : NARIMENE .

A Mes amies proches , à Toute ma famille, et à Tous ceux qui me sont chère.

fatima zohra

Dédicace

Avec l'aide d'ALLAH, j'ai pu réaliser ce modeste travail que je dédie :

À MES CHERS PARENTS « Chahinez et Abdelmadjid », aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que vous avez consenti pour mon éducation et mon bien être. Je vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous me portez depuis mon enfance et j'espère que votre bénédiction m'accompagne toujours. Que ce modeste travail soit l'exaucement de vos vœux tant formulés, le fruit de vos innombrables sacrifices, Merci mes parents pour m'avoir éduqué et aidé à grandir dans le savoir durant toutes ces années d'études. Que Dieu Vous protège.

*A mon cher mari **Geurriche Imad** pour ses sacrifices, son soutien moral qui m'ont permis de réussir mes études, j'aimerais bien que tu trouve dans ce travail l'expression de mes sentiments de reconnaissance les plus sincères car grâce à ton aide et à ta patience avec moi que ce travail a pu voir le jour.*

*A mon fils **Geurriche Mohamed Sanad**.*

*A ma chère sœur **noussa** pour m'avoir soutenu moralement que Dieu garde pour moi. A ma très cher collègue de ce travail : **Fatima Zohra**.*

A Ma belle famille, à Mes amies, à toute ma famille.

A Tous ceux qui me sont chère.

Nariméne

الملخص

تشكل الحيوانات الكبيرة في التربة مورداً يؤدي وظائف أساسية ضمن النظم البيئية للحفاظ على جودة التربة. كما تلعب دوراً مهماً للغاية في إعادة هيكلة وعمل التربة والتي يمكن استخدامها كجزء من تقييم وتحديد جودة التربة. تهدف دراستنا إلى إجراء جرد للحيوانات الكبيرة في ثلاثة أنواع من التربة: التربة الزراعية والغابات والحضرية الواقعة في منطقة شلغوم العيد، وكذلك علاقتها بالمناخ وخصائص الأرصاد الجوية (هطول الأمطار ودرجة الحرارة) وخصائص التربة الفيزيائية والكيميائية. من ناحية أخرى، تم حساب مؤشرات التركيب والتكوين البيئي من أجل تقييم التنوع البيولوجي لمنطقة الدراسة. أظهرت النتائج أن درجة حموضة الماء في التربة المدروسة أكبر من 7: تربة زراعية قاعدية قليلاً، تربة الغابات قاعدية الى معتدلة والتربة الحضرية قاعدية جداً. تتراوح الموصلية الكهربائية بين 180 و 203 $\mu\text{S} / \text{سم}$ ، واعتماداً على درجة التمعدن ، فإن الأنواع الثلاثة من التربة غير مملحة. من حيث الثراء النوعي الإجمالي، سجلنا 271 فرداً في المنطقة الزراعية، 152 فرداً بالنسبة للمنطقة الحضرية وفي الموضع الأخير تأتي أرضية الغابة مع 100 فرد. يختلف عدد الأفراد من الأنواع المختلفة من تربة إلى أخرى. الأنواع الموجودة بأعداد كبيرة في المواقع المختلفة هي: النمل، ديدان الأرض، غمدات الأجنحة البالغة تظهر قيم الإنصاف قيماً منخفضة في جميع أنواع التربة الثلاث.

الكلمات المفتاحية: التنوع البيولوجي، الحيوانات الكبيرة، الجودة البيولوجية، التربة

Résumé

La macrofaune du sol constitue une ressource qui remplit au sein des écosystèmes, des fonctions essentielles pour le maintien de la qualité des sols. Elle joue un rôle très important sur la restructuration et le fonctionnement du sol qui peut être utilisé comme un élément d'évaluation et de l'identification de la qualité du sol. Notre étude a pour objectif de réaliser un inventaire de la macrofaune dans trois types de sol : agricole, forestier et urbain situés dans la région de Chelghoum Laid, ainsi que leur relation avec le climat, les caractéristiques météorologiques (précipitation, température) et les caractéristiques physico-chimiques du sol. D'autre part, des indices écologiques de structure et de composition sont calculés afin d'apprécier la biodiversité de la région d'étude. Les résultats montrent, le pH eau des sols étudiés, est supérieur à 7 : le sol agricole légèrement alcalin, le sol forestier moyennement alcalin et le sol urbain est fortement alcalin. La conductivité électrique varie entre 180 et 203 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et selon le degré de minéralisation, les trois types de sol sont non salés. Du point de vue, richesse spécifique totale, nous avons enregistré, 271 individus dans la zone agricole, la zone urbaine avec 152 individus et à la dernière position vient le sol forestier avec 100 individus. Le nombre d'individus des différentes espèces est variable d'un sol à l'autre. Les espèces retrouvées en grand nombre dans les différents sites sont : les Fourmis, les Vers de terre, les Coléoptères adultes et les Isopodes. Les valeurs de l'équitabilité montrent des valeurs faibles dans les trois types de sol.

Mots clés : Biodiversité, Macrofaune, qualité biologique, sol.

Abstract

The macro fauna of the soil constitutes a resource, which, within ecosystems, performs essential functions for maintaining soil quality. It plays a very important role in the restructuring and functioning of the soil, which can be used as part of the assessment and identification of soil quality. Our study aims to carry out an inventory of macrofauna in three types of soil: agricultural, forest and urban located in the region of Chelghoum Laid, as well as their relationship with climate, meteorological characteristics (precipitation, temperature) and characteristics physico-chemical soil. On the other hand, ecological structure and composition indices are calculated in order to assess the biodiversity of the study region. The results show that the water pH of the studied soil is greater than 7: slightly alkaline agricultural soil, moderate alkaline forest soil and urban soil strong alkaline. The electrical conductivity varies between 180 and 203 $\mu\text{S} / \text{cm}$ and depending on the degree of mineralization; the three types of soil are unsalted. From the point of view, total specific richness, there are 271 individuals in the agricultural area; the urban area with 152 individuals and in the last position comes the forest floor with 100 individuals. The number of individuals of different species varies from one soil to another. The species found in large numbers at the various sites are Ants, Earthworms, Adult Coleoptera and Isopods. Fairness values show low values in all three-soil types.

Keywords: Biodiversity, Macro fauna, biological quality, soil.

Liste des abréviations

AR : Abondance relative

AR : Araignée

CA : Coléoptère adulte

Ca²⁺ : Calcium

CE : Conductivité électrique

CO₂ : Dioxyde de carbone

DRM : Dermoptère

E : Equitabilité

E : Est

FRT : Fourmis

GRI : Grillon

GT : Escargot

h : heure

Ish : Indice de Shannon

ISO : Isopode

kg : Kilo gramme

km² : Kilomètre carré

M : maximal,

m : Minimal

m² : Mètre carré

mm : Millimètre

Mg²⁺ : Magnésium

MYD : Myriapode

N : Nord

ONM : Office National Météorologique

P : Précipitation

pH : Potentiel hydrogène.

S : Richesse spécifique totale

T : Température

VT : Verre de terre

µS/cm : Micro siemens par centimètre

% : Pourcentage

°C : Degré Celsius

Liste des figures

Figure 1 : Profil d'un sol (www.agriculture-de-conservation.com).....	1
Figure 2 : Principaux facteurs des sols urbains (Morel, 2013).....	4
Figure 3: Chaîne alimentaire de sol (https://www.livrescolaire.fr).....	5
Figure 4: La biodiversité du sol classés par taille	6
Figure 5: Clés de détermination des animaux du sol (Bachelier, 1978).	7
Figure 6 : Quelques représentants du macrofaune du sol (https://www.ecosociosystemes.fr/pedofaune)......	9
Figure 7 : Le ver de terre terrestre (<i>Lumbricus terrestris</i>) respire à travers sa peau et a besoin de conditions humides pour survivre sous et au-dessus du sol. (https://www.aquaportail.com/definition-14658-ver-de-terre.html)	9
Figure 8 : Situation géographique de la wilaya de Mila (Cetic, 2009)	24
Figure 9 : Localisation de la daïra de Chelghoum Laïd dans la wilaya de Mila modifiée.....	25
Figure 10 : Carte simplifiée des zones bioclimatiques de l'Est Algérien	26
Figure 11 : Répartition mensuelle des moyens de précipitations (mm) de la région d'étude	27
Figure 12 : Localisation géographique des sites de prélèvements	29
Figure 13 : Un pH mètre de type HANNA	30
Figure 14 : Un conductimètre.....	31
Figure 15 : La profondeur des cubes de terre	32
Figure 16 : Méthode de prélèvement des cubes de terre.	33
Figure 17 : La profondeur des cubes de terre	33
Figure 18 : Variation du potentiel d'hydrogène dans trois types du sol	37
Figure 19 : Valeurs de la conductivité électrique dans les trois types du sol.....	39
Figure 20 : Nombre des individus dans chaque écosystème	40
Figure 21 : Contribution des groupes de macrofaune à la richesse spécifique de chaque	42

Liste des tableaux

Tableau 1 : Classification simplifiée de la faune du sol en fonction de la taille. (http://www.mvad-reunion.org).....	7
Tableau 2 : Catégorie écologique de la faune du sol (Gobat et <i>al.</i> , 2010).....	17
Tableau 3 : Principaux groupe composants la macrofaune et leurs rôle au siens d'un écosystème sol (Lavelle, 2000).....	19
Tableau 4 : Régime saisonnier de la région d'étude pour la période allant de 2000 au 2012 (ONM, 2013).....	27
Tableau 5 : Corrections des températures mensuelles de la région d'étude (ONM, 2013).....	28
Tableau 6 : Echelle d'acidité des sols (Hamdi-Aissa et <i>al.</i> , 2010).....	38
Tableau 7 : Classe de la qualité des sols selon la conductivité électrique (Durand ,1983).....	39
Tableau 8 : Répartition des effectifs de la macrofaune suivant la période de collecte	40
Tableau 9 : Proportion des groupes taxonomiques récoltés.....	41
Tableau 10 : Répartition taxonomique de la macrofaune.....	43
Tableau 11 : La diversité (H') et l'équitabilité (E) de la macrofaune dans les trois types du sol	44

Liste des photos

Photo 1: Les vers de terre pour remplacer le labour.	14
Photo 2: Cloporte <i>Armadillidium vulgare</i>	15
Photo 3: Les termites du sol	16
Photo 4: Les fourmis exploitent brillamment la physique du sol pour creuser des tunnels qui durent des décennies.....	16
Photo 5 : Carabe violet	45
Photo 6: Larve de coléoptère.....	45
Photo 7: <i>Lumbricus terrestris</i>	45
Photo 8: <i>Lumbricus castaneus</i>	46
Photo 9: Mille pattes	46
Photo 10: Les cloportes	47
Photo 11: <i>Eobania vermiculata</i>	47
Photo 12: <i>Cantareus aspersus</i> (syn <i>Helix aspersa</i>).	47

Table de matière

Remerciement.....	/
الملخص.....	/
Résumé.....	/
Abstract.....	/
Liste des abréviations.....	/
Liste des figures.....	
Liste des tableaux.....	/
Liste des photos.....	/
Introduction.....	/

Chapitre I : Généralité sur le sol

I.1. Définition du sol	1
I.2. Pédologie	1
I.3. Texture du sol	2
I.4. Organisation morphologique du sol	2
I.5. Température du sol	2
I.6. Types du sol	2
I.6. 1. Sols forestiers	2
I.6.2. Sols urbains	3
I.6. 3. Sols agricoles	4
I.7. Chaîne alimentaire du sol	5
I .8. Biodiversité	5
I.8.1. Diversité de la faune du sol	6
1.8.1.1. Microfaune	8
1.8.1.2. Méso faune	8
1.8.1.3. Macrofaune	8
1.8.1.4. Mégafaune	9
I.8.2. Importance de la biodiversité du sol	10

I.8.2.1. Décontamination des eaux et des sols	10
I.8.2.2. Fertilité du sol	10
I.8.2.3. Protection des cultures	10
I.8.2.4. Régulation du cycle de l'eau et la lutte contre l'érosion des sols	10
I.8.3. Réduction des menaces sur la biodiversité des sols	10
I.8.3.1. Augmenter la teneur en matière organique	11
I.8.3.2. Réduire le travail du sol	11
I.8.3.3. Limiter les intrants agro-chimiques	11
I.8.3.4. Prévenir le tassement du sol	11
I.8.3.5. Minimiser le risque d'érosion	11

Chapitre II : La macrofaune du sol

II.1. Macrofaune du sol forestier	13
II.2. Macrofaune de sol urbain	13
II.3. Macrofaune de sol agricole	13
II.4. Exemple de faune du sol	14
II.4.1. Verre de terre	14
II.4.2. Cloportes	15
II.4.3. Termites	15
II.4.4. Fourmis	16
II.4.5. Nématodes	17
II.5. Facteurs influençant la biodiversité de la macrofaune du sol	17
II.6. Impact de la macrofaune sur la respiration du sol	19
II.6.1 Action sur les propriétés biologiques du sol	20
II.6.2. Macro brassage	20
II.6.3. Micro brassage	20
II.6.4. Formation de galeries	20
II.7. Rôles de la macrofaune du sol dans la décomposition de la matière organique et le recyclage des nutriments	21
II.7.1. Décomposition de la matière organique	21
II.7.2. Recyclage des nutriments	22

Chapitre III : Matériel et méthodes

III.1. Présentation de la région d'étude	24
III.1.1. Situation géographique	24
III.1.2. Climatologie	25
III.1.2.1. Les précipitations	26
III.1.2.2 Les températures	28
III.2. Choix et localisation des sites de prélèvements	29
III.3.1 Analyse physico-chimiques et biologiques	30
III.3.1.1 Paramètres physico-chimiques	30
III.3.1.1.1 Potentiel d'hydrogène (pH)	30
III.3.1.1.2 Conductivité électrique (CE)	30
III.3.1.2 Paramètres biologiques	31
III.3.1.2.1 Echantillonnage du sol, identification et comptage de la macrofaune ...	31
III.3.1.2.2 Conservation des échantillons	33
III.3.1.2.3 Détermination des indices écologiques	34
III.3.1.2.3.1 Richesse spécifique totale (S)	34
III.3.1.2.3.2 Fréquence centésimale (Abondance relative AR %)	34
III.3.1.2.3.3 Indice de diversité de Shannon-Weaver (H')	35
III.2.4 L'indice d'équitabilité (E) ou régularité	35

Chapitre IV : Résultat et discussions

IV. 1 Les analyses physicochimiques	37
IV.1.1 Le potentiel d'hydrogène (pH)	37
IV.1.2 La conductivité électrique (CE)	38
IV.2 Résultat de l'analyse biologique	40
IV.2.1 Richesse spécifique totale (S)	40
IV.2.2 Abondance relative (AR %)	41
IV.2.3 Composition et diversité	42
IV.2.4 Indice de diversité et d'équitabilité	44
Conclusion	/
Références bibliographiques	/

Introduction



Introduction

Selon Heywood (1995), le sol est l'un des réservoirs les plus importants de la biodiversité. En effet, cette diversité biologique correspond, dans plusieurs cas, à celle observée au-dessus de la surface du sol. Ainsi et d'après Andrene et Balandreaeu (1999), le sol est l'habitat le plus diversifié sur terre et contient un large assemblage d'espèces, ces dernières sont nommées la faune du sol.

La biodiversité est actuellement un enjeu majeur de la recherche en écologie, à la fois concernant son rôle dans les écosystèmes, son déterminisme et sa valorisation dans le domaine de la préservation de l'environnement (Solbrig et *al.*, 1994). La faune du sol et sa diversité sont largement reconnues pour leur participation aux processus physiques, chimiques et biologiques impliqués dans le fonctionnement et l'évolution des sols naturels (Lavelle et *al.*, 2006 ; Barrios, 2007).

Le rôle de la faune du sol est important dans la genèse et la dynamique des sols, en favorisant directement leur activité biologique globale, et indirectement leur structure. Sachant que le nombre de la faune du sol peut aussi avoir une action plus directe sur cette structure, soit, en amalgamant intimement des débris végétaux en décomposition à la partie minérale du sol, soit, comme les autres animaux, en facilitant au cours des chaînes alimentaires la pénétration en profondeur des matières organiques (Bachelier, 1978).

Selon Giller, (1996), la macrofaune du sol est la composante la plus importante de la faune des sols, elle joue un rôle essentiel dans leur fertilité. Elle remplit au sein des écosystèmes des fonctions essentielles pour le maintien de la qualité des sols.

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

L'objectif principal est d'apporter des éléments de connaissance sur la biodiversité de la macrofaune de trois types de sol différents afin d'établir, une meilleure connaissance sur la diversité biologique de chaque type de sol, en relation avec les changements de leurs propriétés physiques et chimiques ainsi que la variation du microclimat.

Chapitre I :
Généralité sur le sol

I.1. Définition du sol

Le sol est une composante fondamentale des écosystèmes et représente un patrimoine menacé et difficilement renouvelable (Chaussod, 1996 ; Cheverry et Gascuel ; 2009). Il constitue un système dynamique et complexe qui change au cours du temps, il se forme, évolue, atteint un équilibre mais peut aussi se dégrader (Duchaufour, 1997, *in* Barles *et al.*, 1999).

D'après Soltner (1987) et Beauchamp (2003), le sol est défini aussi par la formation naturelle de surface à structure meuble et d'épaisseur variable, résultant de la transformation de la roche –mère sous l'influence de divers processus, physiques, chimiques et biologiques (fig.1).



Figure 1: Profil d'un sol (www.agriculture-de-conservation.com)

I.2. Pédologie

La pédologie est la science qui étudie les sols, leur formation, leur constitution et leur évolution. Plus généralement, aujourd'hui, on parle de la science du sol, englobant ainsi toutes les disciplines : biologie, chimie, physique qui s'intéressent au sol (Duchaufour, 1997).

I.3. Texture du sol

Selon Camuzard, (2006), la texture du sol est définie par les proportions relatives (%) de particules argileuses, limoneuses et sableuses qui constituent la terre fine du sol. Elle peut être appréciée au toucher sur terrain ou déterminée par des mesures au laboratoire.

I.4. Organisation morphologique du sol

Le sol est un milieu structuré à différentes échelles de fonctionnement. Sur le terrain, on distingue plusieurs niveaux d'organisation. Le plus fin est l'agrégat (une association de particules minérales et organiques), de quelques mm à quelques dm. Ces agrégats s'associent pour former des mottes puis des couches plus ou moins parallèles à la surface, d'épaisseurs variables. Ces couches constituent les différents horizons d'un sol. Le niveau d'organisation supérieur est le profil pédologique et une superposition des différents horizons du sol (Camuzard, 2006).

I.5. Température du sol

D'après Baize et Girard (2009), le bilan de la radiation solaire, depuis l'atmosphère jusqu'au sol, montre qu'un tiers (33%) de l'énergie solaire pénètre dans le sol, alors que la plus grande partie (40%) de cette énergie est réfléchiée par la couche atmosphérique supérieure, avec 17% sont absorbés par l'atmosphère et 10% réfléchies par le sol et la végétation.

I.6. Types du sol

I.6. 1. Sols forestiers

Les sols forestiers naissent de l'altération chimique et physique de la roche mère et de la transformation des composés organiques par les organismes vivants du sol. Les feuilles, les aiguilles et les branches qui tombent des arbres et des plantes s'accumulent pour former au cours du temps d'immenses montagnes. Ces matériaux seront par la suite transformés en humus sous l'action d'organismes vivants dans ces sols. Une partie de cet humus est complètement décomposée et convertie sous forme minérale et des éléments nutritifs sont alors libérés, qui peuvent ensuite être réabsorbés par les racines des plantes. Sachant que la formation d'un centimètre de sol demande jusqu'à 100 ans. et que la vitesse de la pédogenèse dépend de différents facteurs intrinsèques ou ayant un impact sur celle-ci, tel que les organismes vivants, le climat prévalant ou la nature géologique de la roche mère notamment. Donc sans organismes vivants du sol, il n'y aurait pas de sol forestier intact, riche en nutriments (Walser et *al.*, 2018).

Contrairement à de nombreux sols agricoles, La matière organique qui tombe sur sol est décomposée et biodégradée différemment selon la station, puis mélangée à la matière minérale. Diverses formes d'humus telles que le mull, le modère ou le mor ou humus brut apparaissent. La décomposition de l'humus et la libération des éléments nutritifs sont des processus naturels. Le sol forestier n'est pas un écosystème fermé sur lui-même, mais un système ouvert et poreux composé de particules organiques et minérales, d'organismes vivants, de racines, d'air et d'eau. Il s'agit d'une succession de réactions de transformation et de décomposition de matériaux, donnant par conséquence naissance à un nouveau produit fini. Avec son réservoir d'éléments nutritifs et d'eau, le sol forestier n'est pas seulement un habitat pour les plantes et les animaux. Il exerce également une fonction de filtre et de tampon pour de nombreuses substances (Walser et *al.*, 2018).

I.6.2. Sols urbains

Les sols urbains sont des sols dits anthropisés, c'est-à-dire modifiés par des activités humaines : urbanisation, industrialisation et végétalisation (Girard et *al.*, 2005). Ces sols sont alors constitués de graviers, cailloux, pierres, blocs, mélangés à des éléments terreux et des réseaux (électriques, eaux), atteignant 6 à 10 m (Barles et *al.*, 1999). D'après Girard et *al.*, (2005), il faut citer deux types d'anthropisation certains sols sont recouverts de matériaux de construction ou de démolition (gravats, bitume) et d'autres de végétaux d'ornement (parcs) ou comestibles (jardins potagers). Cette anthropisation est plus forte au fur et à mesure qu'on se rapproche du centre des villes. Ainsi les sols présentent différents usages, occupations et caractéristiques selon leur localisation dans et en périphérie des villes. Ces sols ont été modifiés au cours des siècles au fur et à mesure des transformations historiques des villes (Fig.2).

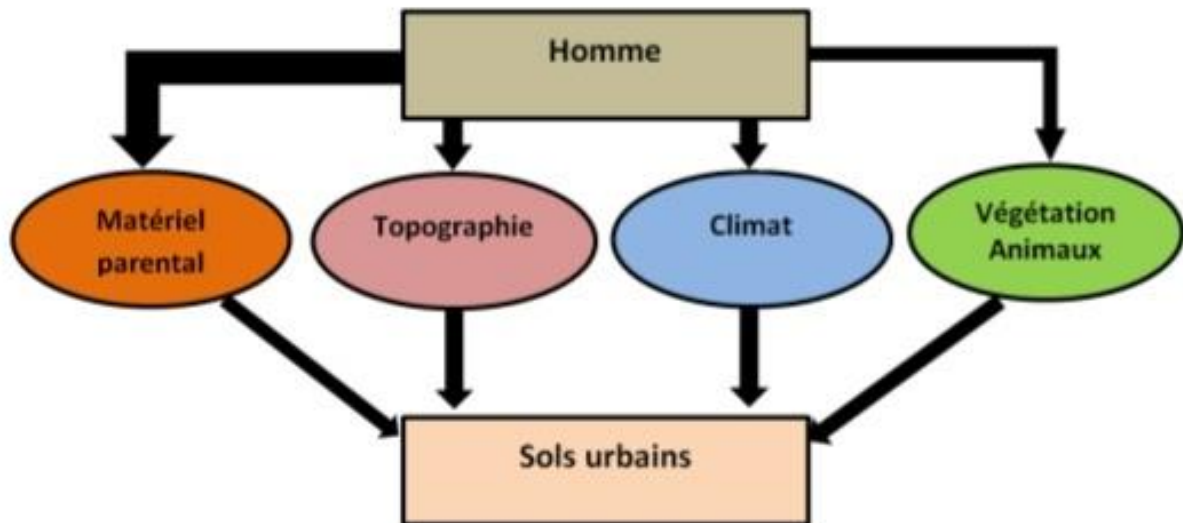


Figure 2 : Principaux facteurs des sols urbains (Barles et *al.*, 1999)

I.6. 3. Sols agricoles

Les sols agricoles sont des sols sains et essentiels pour assurer une croissance régulière de la végétation naturelle ou gérée qui fournit des denrées, des fibres, des combustibles et des produits médicinaux et qui assurent des services écosystémiques tels que la régulation du climat et la production d'oxygène. Un sol fertile favorise la croissance des plantes car il fournit aux plantes des nutriments, de l'eau, et leur sert de support (les plantes s'y enracinent). En retour, la végétation, le couvert forestier et les forêts empêchent la dégradation des sols et la désertification en stabilisant le sol, en assurant la rétention de l'eau et le cycle des éléments nutritifs et en atténuant l'érosion provoquée par l'eau et le vent. Mais la croissance économique mondiale et l'évolution démographique de la planète accroissent la demande de végétaux, d'aliments pour les hommes et animaux et de sous-produits végétaux tels que le bois. Les sols sont ainsi soumis à une énorme pression et les risques de dégradation augmentent par là même considérablement. Une gestion durable de la végétation dans les forêts, les pâturages et les prairies permet d'augmenter le bois, le fourrage et la nourriture, de façon à répondre aux besoins de la société tout en conservant et en entretenant le sol au profit des générations présentes et futures (Soltner, 1987).

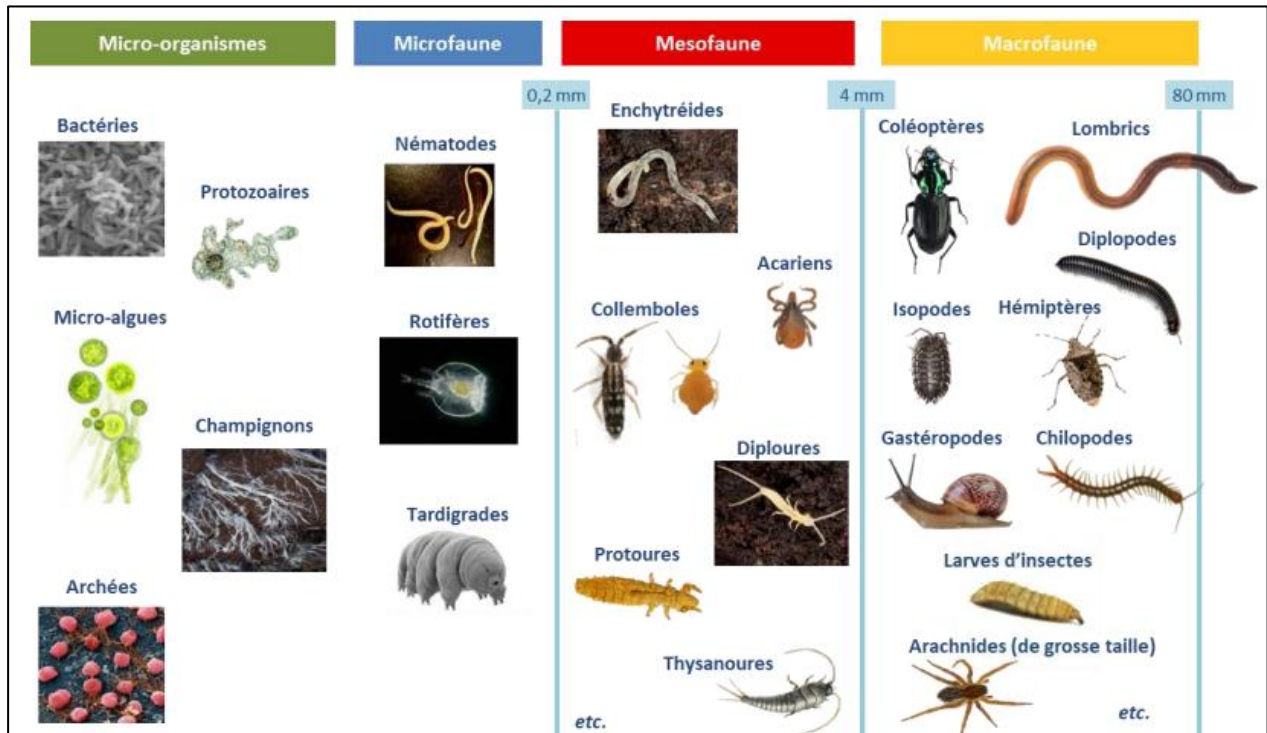


Figure 4: La biodiversité du sol classés par taille

(modifié par Gobat *et al.*, 2010 et cité par Quentin Vincent, 2018).

I.8.1. Diversité de la faune du sol

La faune du sol est répartie habituellement en fonction de la taille (diamètre) des organismes qui la composent en quatre groupes distincts : la micro-faune (0,2 mm), la méso-faune (entre 0,2 et 2 mm) et la macro-faune (entre 2 et 80 mm) et mégafaune (> 80 mm) (TabI) (Lavelle *et al.*, 2006 ; Bachelier, 1978). Ou en fonction de leur activité et leur effet au sein de l'écosystème naturel (Brussard, 1998).

La diversité de la faune du sol représente l'ensemble des animaux qui passe toute ou une partie de leur cycle biologique dans le sol (faune endogée) ou sur sa immédiate (faune épigée), ceci incluant la litière (Bachelier, 1978 ; Gobât *et al.*, 1999). Selon Brown *et al.* (2002), elle est représentée par de nombreux taxons renfermant plusieurs espèces. La faune des sols peut être utilisée à la fois comme outil de diagnostic de leur fertilité et comme ressource pour améliorer leur fonctionnement (Blanchart *et al.*, 2006 ; Lavelle *et al.*, 2006). De nombreuses espèces ou groupes taxonomiques d'invertébrés sont bénéfiques pour les sols. Les vers de terre, par exemple, en tant qu'«ingénieurs» du sol fournissent des services éco systémiques tels que la décomposition des matières organiques, le recyclage des nutriments et le maintien des propriétés physiques du sol favorables aux plantes (Ouédraogo, 2004).

Tableau 1 : Classification simplifiée de la faune du sol en fonction de la taille.
 (<http://www.mvad-reunion.org>)

Catégorie (taille)	Espèces	Abondance
Microfaune $L < 0,2 \text{ mm}$	Protozoaires (amibes, flagellés, ciliés) petits nématodes	10×10^9 à 100000×10^9 d'individus / m^2 de sol
Mésafaune $0,2 \text{ mm} \leq L < 4 \text{ mm}$	Nématodes Acariens Collemboles Microarthropodes	1 à 40 g / m^2 de sol
Macrofaune $4 \text{ mm} \leq L < 8 \text{ cm}$	Vers de terre (enchytrées et lombrics) Escargots et limaces Crustacés (cloportes,) Myriapodes (iules et scolopendres) Araignées insectes (fourmis, diptères, termites, coléoptères, ...)	100 à 1000 vers de terre / m^2 de sol 200 à 400 coléoptères / m^2 de sol 100 à 300 fourmis / m^2 de sol 500 diplopodes / m^2 de sol 40 Chilopodes / m^2 de sol
Mégafaune $L \geq 8 \text{ cm}$	Mammifères fousseurs (taupes, campagnols, ...) Reptiles, Amphibiens	Variable

Suivant cette dernière classification, on distingue quatre groupes :

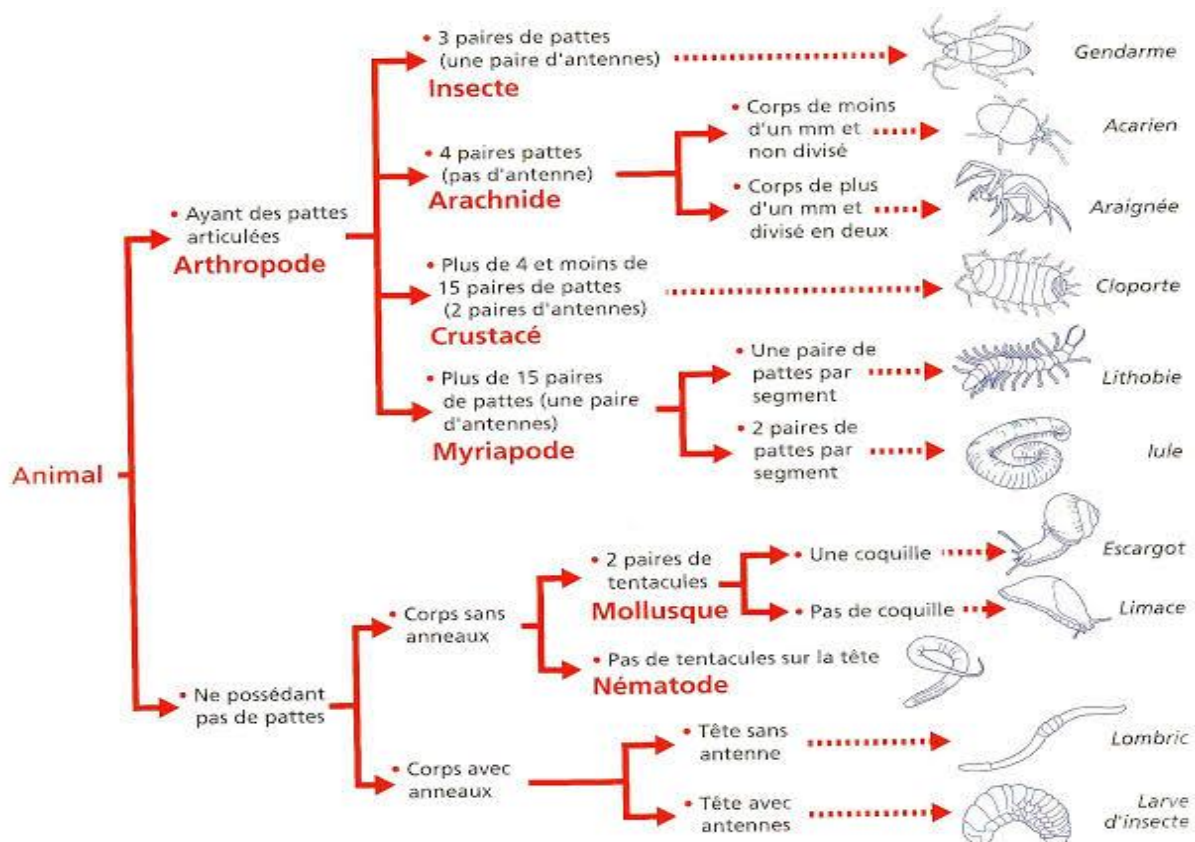


Figure 5 : Clés de détermination des animaux du sol (Bachelier, 1978).

1.8.1.1. Microfaune

La microfaune dont la taille est inférieure à 0,2 mm. Les principaux représentants de la microfaune sont les nématodes et les protozoaires. Leur régime alimentaire est constitué de champignons, de bactéries, de débris organiques et des algues. Ces organismes vivent dans l'eau interstitielle du sol ; ils présentent des résistances à la sécheresse (Bachelier, 1979).

1.8.1.2. Méso faune

La méso faune rassemble les invertébrés dont les dimensions sont compris entre 0,2 et 4 mm : il s'agit d'Acariens, de Collemboles, de Pseudo scorpions, de Protoures, de Déplores, de petits Myriapodes, l'ensemble est regroupé sous le terme « microarthropodes », de Nématodes de plus grande taille et d'Enchytréides (Bachelier, 1979). Son rôle principal consiste à déchiqeter la litière. Les Collemboles sont de petits insectes qui se nourrissent principalement de Champignons et de leurs spores. Ils contribuent à décomposer des débris organiques et ils améliorent la structure du sol (Gobat et *al.*, 2010).

1.8.1.3. Macrofaune

La macrofaune du sol est composée par des animaux visibles à l'œil nu d'une longueur de l'ordre de 4 à 80 mm. On y recense des lombrics, des larves d'insectes (en majorité des larves de Diptères et des Coléoptères), des Cloportes, des Myriapodes, des limaces et des escargots, des Araignées ainsi que des insectes divers (Figure 5) (Brown et *al.*, 2002). La macrofaune joue un rôle très important dans la restructuration et le fonctionnement du sol comme : la formation d'agrégat, la formation de galerie, la dégradation des matières organiques. Au sein des agro systèmes, l'impact de la macro faune sur la culture est marqué par l'action des ravageurs, qui causent des dégâts sur la culture, et celle des auxiliaires qui la protègent en limitant les dégâts des ravageurs et/ou en agissant sur le milieu (Lavelle, 1997).

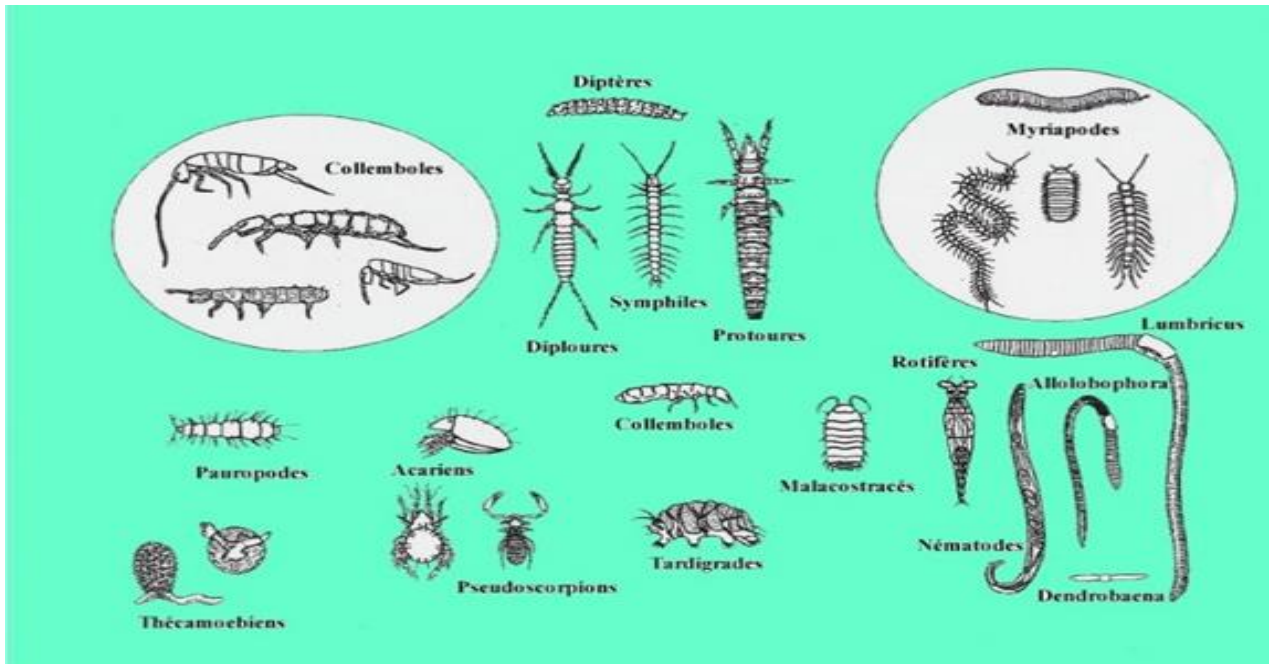


Figure 6 : Quelques représentants du macrofaune du sol

(<https://www.ecosociosystemes.fr/pedofaune.>)

1.8.1.4. Mégafaune

La mégafaune regroupe des individus mesurant plus de 80 mm. On trouve à la fois dans ce groupe des crustacés, des reptiles, des batraciens, de nombreux insectivores (taupes, Musaraignes) et des rongeurs (rats, campagnols) (Fig.7) (Brussaard, 1998).



Figure 7 : Le ver de terre terrestre (*Lumbricus terrestris*) respire à travers sa peau et a besoin de conditions humides pour survivre sous et au-dessus du sol.

(<https://www.aquaportail.com/definition-14658-ver-de-terre.html>)

I.8.2. Importance de la biodiversité du sol

I.8.2.1. Décontamination des eaux et des sols

Chaque organisme occupe une fonction bien spécifique dans la vie du sol. Donc le bon fonctionnement de cet écosystème est essentiel à la vie sur terre et à la bonne santé de nos cultures, car les mécanismes mis en jeu par les organismes interviennent sur différents aspects. Aussi certains micro-organismes du sol ont la capacité de purifier les eaux et les sols contaminés. Ils immobilisent et dégradent les polluants (pesticides, hydrocarbures...) à l'aide d'un mécanisme appelé « biodépollution », et les convertissent ensuite en molécules non-toxiques (<https://www.biofertilisants.fr>).

I.8.2.2. Fertilité du sol

La biodiversité des sols joue un rôle indirect sur la qualité et l'abondance des cultures car elle contribue au renouvellement de la structure du sol, décompose les matières organiques et facilite l'assimilation de nutriments minéraux disponibles pour les plantes. Le travail accompli par les organismes permet aussi au sol de capter et libérer du carbone, ce qui régule le flux de gaz à effet de serre et influe directement sur la productivité des cultures (<https://www.biofertilisants.fr>).

I.8.2.3. Protection des cultures

Une importante biodiversité des sols permet d'augmenter la probabilité d'héberger des espèces qui combattent naturellement les maladies pouvant toucher les cultures. Ainsi, plus l'écosystème n'est diversifié, meilleur sera l'équilibre entre les différentes espèces. Cette lutte naturelle permet donc de limiter l'utilisation massive de pesticides (<https://www.biofertilisants.fr>).

I.8.2.4. Régulation du cycle de l'eau et la lutte contre l'érosion des sols

Les vers de terre, les termites, et la glomaline, produite par les champignons mycorhiziens, interviennent dans la structuration du sol. Une terre ainsi stabilisée et poreuse permet une meilleure captation et distribution de l'eau, et une diminution de l'érosion. (<https://www.biofertilisants.fr>).

I.8.3. Réduction des menaces sur la biodiversité des sols

Pour minimiser les menaces sur la biodiversité du sol, la stratégie propose :

I.8.3.1. Augmenter la teneur en matière organique

Des apports réguliers de matière organique améliorent la structure du sol, augmentent la capacité de rétention de l'eau et des nutriments, protègent le sol contre l'érosion et le tassement et soutiennent le développement d'une communauté saine d'organismes du sol (Arwyn et *al.*, 2011).

I.8.3.2. Réduire le travail du sol

La diminution du labour réduit la perte de matière organique et permet la protection de la surface du sol par une couverture végétale. Le labour détruit la structure du sol et les habitats des organismes du sol, tout en augmentant les vitesses de décomposition, la perte de matière organique et la menace d'érosion (Arwyn et *al.*, 2011).

I.8.3.3. Limiter les intrants agro-chimiques

Les pesticides et les fertilisants chimiques ont des bénéfices mais peuvent endommager les organismes du sol. Même les nutriments provenant de sources organiques peuvent polluer s'ils sont mal appliqués, ou en trop grande quantité. Des approches non chimiques de gestion des nuisibles et des nutriments sont de plus en plus utilisées (Arwyn et *al.*, 2011).

I.8.3.4. Prévenir le tassement du sol

Le tassement du sol par des passages d'engins répétés, par le poids des machines, ou par le passage d'engins sur un sol mouillé diminue les quantités d'air, d'eau et l'espace disponible pour les racines et les organismes du sol. Comme la remédiation est difficile voire impossible, la prévention est essentielle (Arwyn et *al.*, 2011).

I.8.3.5. Minimiser le risque d'érosion

Un sol nu est sensible à l'érosion par le vent et l'eau, au dessèchement et à l'encroûtement. La végétation protège le sol, fournit des habitats pour les organismes du sol et peut améliorer la disponibilité en eau. Le sol peut être protégé en laissant les résidus de culture en surface ou en installant des plantes de couverture. En plus de la couverture du sol, les plantes de couverture fournissent de la matière organique additionnelle, un couvert continu et de la nourriture pour les organismes du sol (Arwyn et *al.*, 2011).

Chapitre II :

La macrofaune du sol

II.1. Macrofaune du sol forestier

Le sol forestier est l'habitat d'une multitude d'organismes qui présentent une grande diversité d'espèces. Il s'agit de champignons, de bactéries, d'insectes et de vers de terre. Ils utilisent comme nourriture la litière tombée au sol qu'ils broient, décomposent, digèrent et constituent ainsi entre eux un système d'entraide. De nombreux organismes vivants prédateurs comme les Acariens prédateurs et les Chilopodes habitent également le sol forestier. Les décomposeurs primaires mentionnés ci-dessus leur servent de nourriture. Ainsi se crée une chaîne alimentaire (Chaussod, 1996 ; Cheverry et Gascuel ; 2009).

II.2. Macrofaune de sol urbain

En écologie, la relation entre la diversité biologique et le fonctionnement des écosystèmes est un thème clé (Bengtsson, 1998 ; Wardle, 2002 ; Lange *et al.*, 2013 ; Griffiths & Phillipot, 2013). En théorie, dans les systèmes jeunes peu stables, les perturbations peuvent entraîner une perte de biodiversité et pouvant conduire à une perte de fonctionnalité du sol. En milieu urbain, la biodiversité des organismes du sol est très peu connue, contrairement à la biodiversité aérienne, au moins celle des vertébrés et des plantes ; comme, il annonce que, si l'hétérogénéité spatiotemporelle des sols urbains permet la création de nouveaux habitats pour de nombreuses espèces, elle peut être aussi à l'origine d'une baisse de la biodiversité liée à de multiples perturbations.

II.3. Macrofaune de sol agricole

Dans un agro écosystème, la biodiversité comprend la biodiversité « prévue », représentée par les produits de culture et/ou le bétail que les fermiers désirent produire, et aussi la biodiversité « imprévue » qui est constituée de toute la faune et la flore, existante et introduite dans le système. Cette faune et cette flore peuvent être considérées comme bénéfiques, comme les insectes pollinisateurs ou nuisibles comme les Pathogènes, les parasites ou les mauvaises herbes. Toute cette biodiversité « imprévue » peut devenir « prévue » dans le sens où elle est gérée de façon utile.. Parmi les animaux qui composent la faune du sol, la macrofaune édaphique composée des plus gros invertébrés (diamètre > 2mm), incluant des groupes comme les fourmis, les coléoptères, les araignées, les vers, les myriapodes, les termites, etc. La mésofaune, qui comprend les invertébrés plus petits (diamètre < 2mm), comme les acariens et les collembolés (Brussaard *et al.*, 2007).

II.4.Exemple de la faune du sol

II.4.1. Verre de terre

On connaît environ 3 000 espèces de vers de terre. Présents dans tous les sols, y compris en antarctique, ils jouent un rôle majeur dans la fertilité des sols. Les vers de terre ingèrent le sol, entre 10 et 30 fois leur poids quotidiennement. Ils redéposent la terre digérée dans le sol ou à la surface sous forme de turriculés, Cette terre digérée est structurée et concentrée en éléments nutritifs. Elle peut contenir jusqu'à 5 fois plus d'azote, 7 fois plus de phosphore, et 11 fois plus de potassium que la terre environnante. L'intense production des vers de terre, jusqu'à 20 kg de turricules par m² par an permet d'enrichir, de mélanger, d'aérer et de structurer le sol (Bouché, 1972).

Les vers de terre sont divisés en trois groupes selon leur morphologie et leur distribution dans le sol, à savoir : Les épigés, sont de petits vers colorés qui vivent en surface. Ils ne créent pas de galeries mais fragmentent activement la matière végétale Les anéciques sont de gros vers de terre à la tête colorée. Leurs galeries verticales peuvent atteindre plusieurs mètres de long et sont particulièrement attractives pour les racines. Ils laissent leurs déjections à la surface et mélangent au sol les fragments des végétaux qu'ils prélèvent. Et les vers endogés ne remontent jamais à la surface. Petits et peu colorés, ils ingèrent le sol déjà mélangé à la matière organique. Leurs vastes réseaux de galeries horizontales génèrent une structure grumeleuse très favorable à la fertilité (Photo 1) (Lavelle, 1978).



Photo 1: Les verres de terre pour remplacer le labour.

(<http://www.monjardinpermaculture.fr/pages/les-vers-de-terre>)

II.4.2. Cloportes

Les cloportes sont des crustacés terrestres présents dans un grand nombre de biotopes. Environ 3 600 espèces connues, elles nécessitent un degré d'humidité élevé. Les cloportes sont très présents en surface, dans les litières de feuilles par exemple, certaines espèces préfèrent les horizons profonds du sol. Ces animaux sont de grands décomposeurs, et également la proie de beaucoup d'animaux (Photo 2) (Parker, 1982).



Photo 2: Cloporte *Armadillidium vulgare* (<https://planet-vie.ens.fr/thematiques/>).

II.4.3. Termites

Les termites sont très abondants dans les régions tropicales et subtropicales. Leur intestin leur permet de digérer la ligno-cellulose, un composé du bois indigeste pour pratiquement tous les animaux. Dans ces régions, les termites jouent un rôle primordial dans le recyclage de la matière organique et dans la fabrication des sols qu'ils drainent, stabilisent et enrichissent grâce à des galeries souterraines. Dans les zones désertiques d'Afrique du Nord ou de l'Ouest, l'activité des termites aide à restaurer les sols dégradés par le surpâturage (Photo 3) (Harris, 1955).



Photo 3: Les termites du sol (<https://plantix.net/fr/library/plant-diseases/600232/termites>)

II.4.4. Fourmis

Les fourmis représentent entre 15 et 25 % de la biomasse animale terrestre. On connaît aujourd'hui plus de 12 500 espèces réparties sur tous les continents à l'exception de l'Antarctique, du Groenland, de l'Islande et d'une partie de la Polynésie et des îles d'Hawaï. Les fourmis peuvent être herbivores, prédateurs, charognards, mutualistes, parasites mais aussi éleveurs de plantes, de champignons et même d'insectes. L'importance de leur biomasse fait qu'elles influent sur la disponibilité des ressources nutritives et sont souvent définies à ce titre comme des ingénieurs écologiques (Photo 4) (Vannier, 1966).



Photo 4: Les fourmis exploitent brillamment la physique du sol pour creuser des tunnels qui durent des décennies (<https://trustmyscience.com/fourmis>)

II.4.5. Nématodes

Les nématodes se nourrissent de matières organiques. De nombreuses espèces sont des parasites des plantes. leur action parasitaire se manifeste par la présence de nécrosées sur, et dans, les racines des plantes qu'ils attaquent (Duponnois et *al.*, 1997). Ces organismes ubiquistes sont les principaux responsables des dégâts causés aux cultures (Luc et *al.*, 1990). Toute fois certaines espèces sont bénéfiques à la fertilité des sols. Les formes libres des nématodes se nourrissent de micro-organismes et de débris organiques (Brussaard, 1990).

Ferris et *al.*, (1997), indiquent que le taux de prédation d'un nématode est estimé à $2,5 \cdot 10^5$ cellules bactériennes par jour. En outre, cette activité est localisée de préférence dans la rhizosphère et participe à la couverture des besoins azotés des plantes dans des sols où l'activité de la microflore est réduite (Ingham et *al.*, 1985).

Tableau 2 : Catégorie écologique de la faune du sol (Gobat et *al.*, 2010).

Unité taxonomique	Catégorie écologique
Vers de terre	Endogés / Anéciques / Epigés
Termites	Endogés / Anéciques
Fourmis	Anéciques / Epigés
Coléoptères	Endogés / Epigés
Arachnides	Epigés
Myriapodes	Epigés
Autre	Variées

II.5. Facteurs influençant la biodiversité de la macrofaune du sol

La biodiversité de la macrofaune du sol dépend de nombreux facteurs biotiques et abiotiques, agissant à des échelles temporelles et spatiales très variables (Tab.2) (Ettema et Wardle 2002).

D'après Lavelle (1987), ces facteurs interagissent de manière hiérarchique, les facteurs agissant à grande échelle sont modulés localement par les facteurs agissant à petite échelle. Dans ce modèle, interviennent par ordre d'importance, le climat, les propriétés physico-chimiques du sol, les propriétés physico-chimiques des ressources (végétales ou animales), et enfin les interactions entre la macrofaune du sol et la microflore (Giller, 1984).

A plus petite échelle, la macrofaune du sol peut être influencée par les propriétés physico-chimiques du sol (Curry, 1987 ; Lavelle *et al.*, 1997 ; Radford *et al.*, 2001), par la productivité (Similä *et al.*, 2002). Le gradient en qualité de la matière organique du sol, depuis la surface vers la profondeur, qui serait à l'origine des stratégies de développement des vers de terre (vers de terre anécique, épigés et endogés) (Bouché, 1977). Cependant de nombreux facteurs influencent la macrofaune du sol à savoir : la température, l'altitude, le climat et la structure du paysage, sont des facteurs potentiels de modification de la biodiversité (Burel & Baudry.,1999 ; Burel *et al.*, 1992 ; Didham, 2001 ; Pena *et al.*, 2003).

A moyenne échelle, le type d'occupation du sol affecte aussi la biodiversité du macrofaune du sol (Lavelle et Spain 2001 ; Fragoso *et al.*, 1999). En milieu cultivé, les pratiques agricoles ont une influence très forte sur la macrofaune du sol (Brown *et al.*, 2003 ; Marasas *et al.*, 2001).

A une échelle encore plus fine, la présence de microhabitats comme les souches d'arbre ou les cailloux (Goldsbrough *et al.*, 2003), la structure de la végétation (Mrzljak et Wiegleb 2000), la profondeur de sol (Phillipson *et al.*, 1976), ou l'humidité (Edwards 1998), influencent la macrofaune du sol.

Tableau 3 : Principaux groupe composants la macrofaune et leurs rôle au siens d'un écosystème sol (Lavelle, 2000).

Qui sont-ils ?	Que mangent-t-ils ?	Que produisent- ils ?	Classification fonctionnelle
Lombrics	Des débris végétaux, qu'il ingère avec de la terre	Des agrégats agro-minéraux des galeries, de turriculés	Ingénieurs de l'écosystème
Larve de diptère coléoptères, de lépidoptères....	Les régimes varient selon les espèces on trouve des saprophages, coprophages, nécrophage, prédatrices, phytophage.	Les saprophages produisent des pelotes fécales, les phytophage beaucoup de dégâts dans les cultures	Transformateurs de litière, consommateurs primaire ou prédateurs, selon les espèces.
Coléoptère adulte	La plupart sont saprophage, certains espèce sont parasites des fourmilières.	Des pelotes fécales avec des fragments d'1 mm	Transformateurs de litière
Fourmis, termites	Les fourmis sont saprophages et /ou prédatrices selon les espèces, elles ingèrent aussi du miellat sucré, les termites sont xylophage	Des galeries, les termites produisent des boulettes fécales organo-minérales	Ingénieurs de l'écosystème
Mynapodes	Les diplopodes sont saprophages, les Chilopodes sont tous prédateurs-chasseurs	Les saprophages produisent des pelotes fécales avec des fragments d'1 mm	Transformateurs de litière ou macro prédateurs
Cloportes	Saprophages	produisent des pelotes fécales avec des fragments d'1 mm	Transformateurs de litière
Araignées	Prédatrices d'autres Arthropodes		Macro prédateurs
Limaces et Escargots	Ils se nourrissent de végétaux		Consommateurs primaires.

II.6. Impact de la macrofaune sur la respiration du sol

La macrofaune du sol régule : l'activité, l'abondance des microorganismes, la transformation et le recyclage de la matière organique et des nutriments ainsi que la stabilisation de la structure (Lavelle. 1997).

La macrofaune, par ses excréments et ses cadavres, détermine localement des pH basiques et accroît fortement l'activité biologique du milieu, ce qui peut, selon la microflore et l'évolution naturelle des équilibres pédologiques, aussi bien favoriser les processus d'humification que les processus de dés humification (Bachelier, 1972).

Le dégagement de CO₂ est plus intense dans les turriculés de vers de terre comparativement au sol (Zhang *et al.*, 2000). Cependant la macrofaune peut réduire la respiration du sol en réduisant la quantité de matière organique labile dans le sol (Déprimée, 2003).

II.6.1 Action sur les propriétés biologiques du sol

L'action physique de la faune intervient sur la porosité, ou la structure du sol. Par l'évolution des gaz et liquides dans le milieu qui est améliorée (Gobat *et al.*, 2003).

II.6.2. Macro brassage

La macro brassage permet la circulation d'important volume de terre entre les horizons du sol. Il permet la remontée en surface des horizons riches en matières minérales et l'enfouissement des horizons organiques superficiels, les litières et le fumier (Gobat *et al.*, 2003).

II.6.3. Micro brassage

Le microbrassage permet la remontée de matières minérales en petites quantités, en revanche l'incorporation de la matière organique au sol par l'intermédiaire des déjections n'est pas négligeable. Cette activité se limite aux horizons superficiels mais ses effets s'observent jusqu'à 60cm de profondeur par lessivage et accumulation des crottes (Gobat *et al.*, 2003).

II.6.4. Formation de galeries

Les formations de galeries jouent un rôle important pour l'aération du sol et son régime hydrique. Elles sont le fait des vers de terre et enchytréides, et des fourmis. Elles offrent des voies de pénétration préférentielle pour les racines, les éléments fins lessivés, les excréments, ou encore les invertébrés épigés. En revanche, la méso faune (acariens, collembolés...) ne paraît pas modifier directement la porosité du sol mais tend à agrandir et aménager les cavités naturelles (Gobat *et al.*, 2003).

II.7. Rôles de la macrofaune du sol dans la décomposition de la matière organique et le recyclage des nutriments

Le principal rôle des macro-organismes, est de réguler l'activité microbienne en leur fournissant des conditions d'environnement favorables : ils fragmentent les débris de plantes, les mélangent au sol et mettent ainsi les microorganismes au contact de nouveaux substrats nutritifs. Ils peuvent également leur fournir une source de matière organique directement assimilable (Jenkinson, 1971 ; Chartrolin, 1984 ; Lavelle et *al.*, 1993 ; Jenkinson et Ladd, 1981).

II.7.1. Décomposition de la matière organique

Dans les cycles biogéochimiques l'évolution et la dégradation des matières organiques est un processus majeur. Cette évolution est conditionnée par différents paramètres comme la nature biochimique des matières organiques, les conditions environnementales abiotiques (température, pH, humidité, aération ...) et les organismes vivants du sol. Ces derniers sont responsables des processus biochimiques de la décomposition. La macrofaune notamment les termites et les vers de terre joue un rôle prépondérant dans la fragmentation de la matière organique (Ouedraogo et *al.*, 2004).

La décomposition de la matière organique est lente en absence de la macrofaune. La matière organique ingérée par la macrofaune est fragmentée et digérée sous l'action des enzymes, avant d'être livrée aux microorganismes et complètement dégradée (Bachelier, 1978). Outre son action directe sur la matière organique, la macrofaune améliore les propriétés physico-chimiques des sols (aération, énergie, disponibilité en eau). Elle stimule ainsi indirectement l'activité de la microfaune et assure la présence d'une microflore cellulitique très active (Boyer, 1971).

Elle crée alors les conditions favorables à la dégradation de la matière organique et à l'humification. Au sein des excréments, chimiquement plus dégradés. Imbibés de substances énergétiques facilement accessibles et plus riches en enzymes. Cela facilite encore l'attaque secondaire par la microflore qui a subi les conséquences de réaction faunique qui se trouve modifiée (Bachelier, 1972).

La présence d'excréments d'invertébrés phytophages stimule fortement les processus de minéralisation des diverses substances organiques. Cependant les différences dans les propriétés chimiques des substrats organiques ont une influence sur la densité et la biomasse de la macrofaune du sol notamment les vers de terre (Ben Lerroy et *al.*, 2008).

II.7.2. Recyclage des nutriments

Sur les sols agricoles (ferme), on retrouve sous diverses formes l'azote, le phosphore, le calcium, le potassium et plusieurs autres éléments appelés « éléments nutritifs ». Prélévées du sol par les plantes, ces substances sont en partie transférées aux animaux sous forme d'aliments et/ou retournées au sol par les résidus des cultures.

Une bonne partie (65 à 95%) des éléments consommés sur la ferme par l'élevage retourne elle aussi au sol par l'entremise des fumiers. Mais une ferme fonctionne rarement en circuit fermé. Une fraction plus ou moins importante de nutriments est exportée de la ferme par la vente de produits, végétal ou animal ce qui tend à appauvrir « l'écosystème ferme ». Une autre est importée par l'achat d'intrants divers, engrais, moulées, litière, etc. ce qui tend à enrichir « l'écosystème ferme » (Jobin et Forand ; 1993).

Chapitre III :
Matériel et méthodes

III.1. Présentation de la région d'étude

III.1.1. Situation géographique

La wilaya de Mila est située dans le nord-est Algérien à 464 m d'altitude, à 400 km de la capitale Alger, et à 33 km de la mer Méditerranée", elle est limitrophe au Nord des wilayas de Jijel et Skikda, de l'est par la wilaya de Constantine de l'ouest par la wilaya de Sétif et enfin du Sud par les wilayas de Batna et Oum El Bouaghi. Elle s'étend sur une superficie de 3407,60km².



Figure 8 : Situation géographique de la wilaya de Mila (Cetic, 2009)

La ville de Chelghoum Laïd se trouve à 50 km au sud-ouest de Constantine. Située géographiquement à 36° 10' 00" Nord et à 6° 10' 00" Est. La région étudiée présente des reliefs importants avec une altitude comprise entre 743 m et 1 100 m, caractérisant la partie Sud et Sud Est du terrain. Il s'agit des massifs Chelghoum Laid. Elle s'étend sur une superficie de 258,18 km². La commune est traversée par l'oued Rhumel et de son affluent l'oued Dekri. Son territoire communal constitue une plaine un peu cassée à ses limitrophes par Djebel Grouz et le mont de Tikoua. Selon le recensement général de la population et de l'habitat de 2008, la population de la commune de Chelghoum Laïd est évaluée à 82 560 habitants.

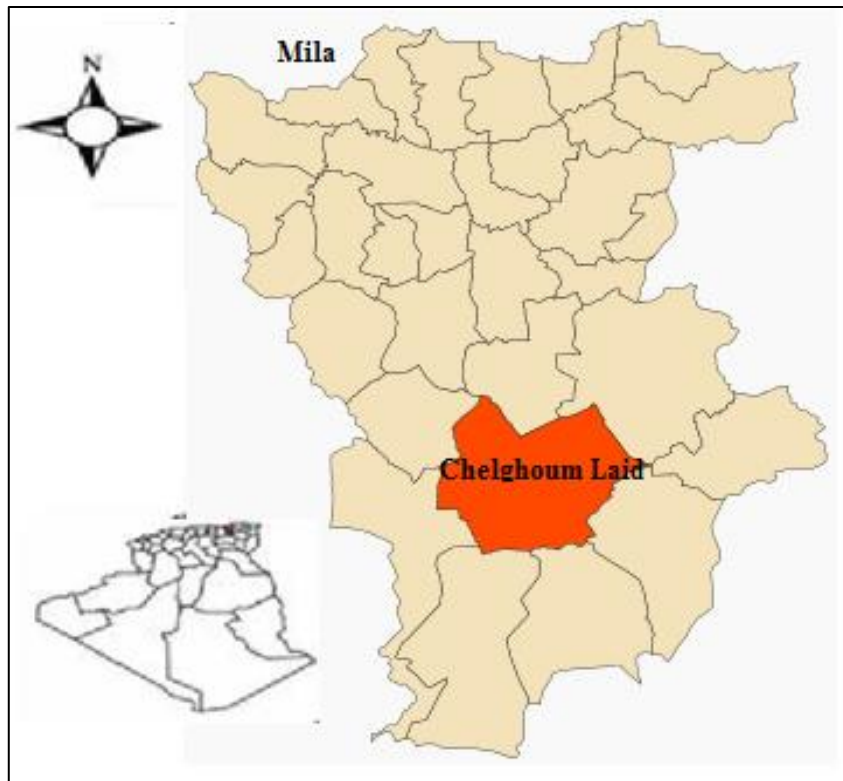


Figure 9 : Localisation de la daïra de Chelghoum Laïd dans la wilaya de Mila modifiée

(https://fr.wikipedia.org/wiki/Da%C3%AFra_de_Chelghoum_La%C3%AFd)

III.1.2. Climatologie

C'est l'ensemble des caractéristiques météorologiques d'une région donnée. La nature des climats joue un rôle essentiel pour ajuster les caractéristiques écologiques des écosystèmes continentaux. En réalité, il existe une interférence entre climats, composition des communautés - en particulier végétales- propres à un écosystème donné et nature des sols, d'où la trilogie typique climat- sol- végétation (Ramade, 2010). Le climat est l'ensemble des phénomènes météorologiques qui caractérisent l'état moyen de l'atmosphère en un point de la surface terrestre (Pedelaborde, 1991).

La zone d'étude est soumise à des influences méditerranéennes et sahariennes, avec un écart de température considérable en toute saison. Le climat de la région de Chelghoum Laïd (région d'étude) est de type continental, semi-aride avec un hiver pluvieux et froid et un été sec et chaud. Du point de vue bioclimatique, la figure 14 montre l'existence de deux domaines ; le domaine subhumide et le domaine semi-aride, ce dernier est le plus répandu (ONM, 2013). La région d'étude fait partie du climat semi-aride, marquée par les risques et les aléas.

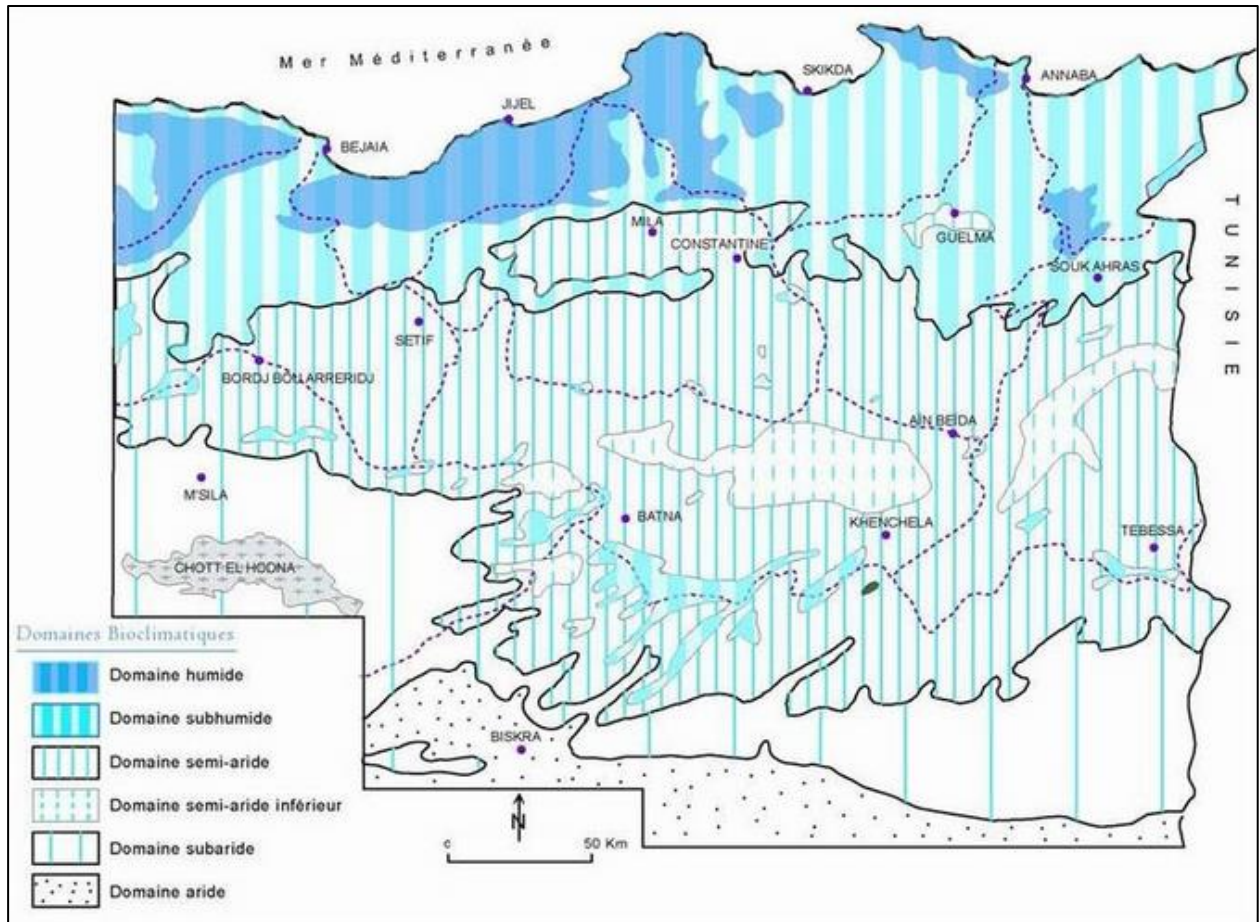


Figure 10 : Carte simplifiée des zones bioclimatiques de l’Est Algérien

(Côte, 1998 *In* Bazri, 2015)

III.1.2.1. Les précipitations

La pluie est un facteur climatique très important conditionnant l’écoulement saisonnier et par conséquent le régime des cours d’eau ainsi que celui des nappes. La pluviosité augmente avec l’altitude et diminue au fur et à mesure que l’on s’éloigne de la mer (Abdelhamid, 2016).

D’après l’analyse des données recueillies auprès du service météorologique d’Ain El Bey, la région d’étude reçoit environ 556.14 mm de pluie annuellement avec une moyenne mensuelle de 46.34 mm. Cependant, la distribution de cette tranche est irrégulière comme l’indique-le (tab.4). Le maximum des pluies est enregistré entre le mois de novembre et janvier. Les mois de juillet et août ne reçoivent que de faibles quantités.

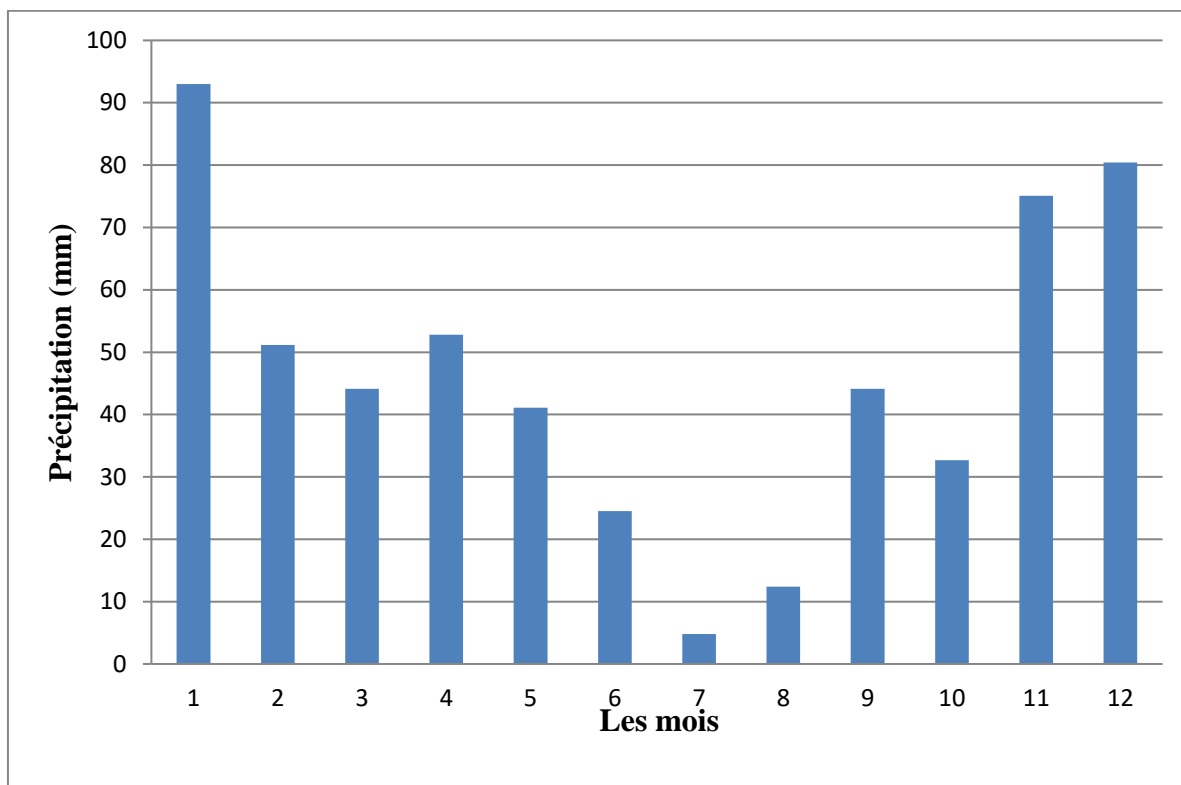


Figure 11 : Répartition mensuelle des moyens de précipitations (mm) de la région d'étude Pour la période allant du 2000 au 2012 (ONM, 2013).

Pour ce qui est du régime saisonnier de la région d'étude, on distingue des précipitations élevées pendant l'hiver avec 224.57mm soit 40.38% et les faibles valeurs sont enregistrées en été avec 41.75 mm soit 7.50% (tab.4).

Tableau 4 : Régime saisonnier de la région d'étude pour la période allant de 2000 au 2012 (ONM, 2013).

Mois	P (mm)	Saison	Précipitations saisonnières	
			mm	%
Septembre	44.12	Automne	151,84	27,30
Octobre	32.66			
Novembre	75.06			
Décembre	80.43	Hiver	224,57	40,38
Janvier	93.00			
Février	51.14	Printemps	137,98	24,81
Mars	44.10			
Avril	52.79			
Mai	41.09			
Juin	24.53	Été	41,75	7,50
Juillet	4.81			
Août	12.41			
Total	556.14	-	556,14	100

III.1.2.2 Les températures

La température est un élément très important du climat, elle joue un rôle déterminant dans l'estimation du déficit d'écoulement qui intervient dans l'estimation du bilan hydrologique. Elle est liée à la durée d'insolation, à l'altitude et aux conditions climatiques locales de la région d'étude (Abdelhamid, 2016).

Les températures moyennes mensuelles sont calculées par différentes méthodes.

Dans notre cas, nous avons utilisé la méthode de la sommation des extrêmes et le calcul de leur moyenne arithmétique « $M+m/2$ » (tab.5).

Dont : * M=Moyenne des maxima ;

* m= Moyenne des minima.

Tableau 5 : Corrections des températures mensuelles de la région d'étude (ONM, 2013).

T (°C) Mois	M	m	M+m/2
Janvier	12,29	2,89	7,59
Février	13,63	2,91	8,27
Mars	16,83	5,07	10,95
Avril	19,40	7,02	13,21
Mai	25,83	11,57	18,47
Juin	31,14	15,88	23,51
Juillet	34,50	18,49	26,49
Août	34,58	19,18	26,88
Septembre	28,57	16,09	22,33
Octobre	24,15	11,44	17,79
Novembre	16,76	7,26	12,01
Décembre	13,17	4,48	8,82
Totale	270,20	122,28	196,22
moyenne	22,51	10,19	16,35

Le tableau, montre que les températures mensuelles de notre zone d'étude atteignent leur minima au mois de janvier, avec une valeur de 2,89°C. Les maxima sont observés au mois de juillet, avec une valeur de 34.50°C. La moyenne annuelle des minima est de 10.19°C et celle des maxima est de 22.51°C. Pour la moyenne annuelle arithmétique « $M+m/2$ » est de 16.35 °C.

III.2.Choix et localisation des sites de prélèvements

Les sites d'échantillonnage ont été choisis de manière à nous permettre de répondre à l'objectif de notre étude. Après une opération de reconnaissance sur le terrain, trois stations situées sur la commune de Chelghoum Laid, wilaya de Mila ont été choisies. Elles sont localisées géographiquement selon leurs positions géographiques, comme indiqué en dessous :

- **Site 01** : situé au niveau de la forêt de Tokoya, cette forêt fait partie de la région de Mila, située géographiquement à $36^{\circ}08'17''\text{N } 6^{\circ}44'\text{E}$;
- **Site 02** : le point de prélèvement est pris dans une zone cultivée à proximité de oued Rhumel, situé géographiquement à $36^{\circ}15'27''\text{N } 6^{\circ}17'58''\text{E}$;
- **Site 03** : ce dernier point de prélèvement du sol est pris au niveau d'un jardin public, situé à Chelghoum Laid (Mila) à une position géographique de $36^{\circ}09'31''\text{N } 6^{\circ}09'36''\text{E}$.

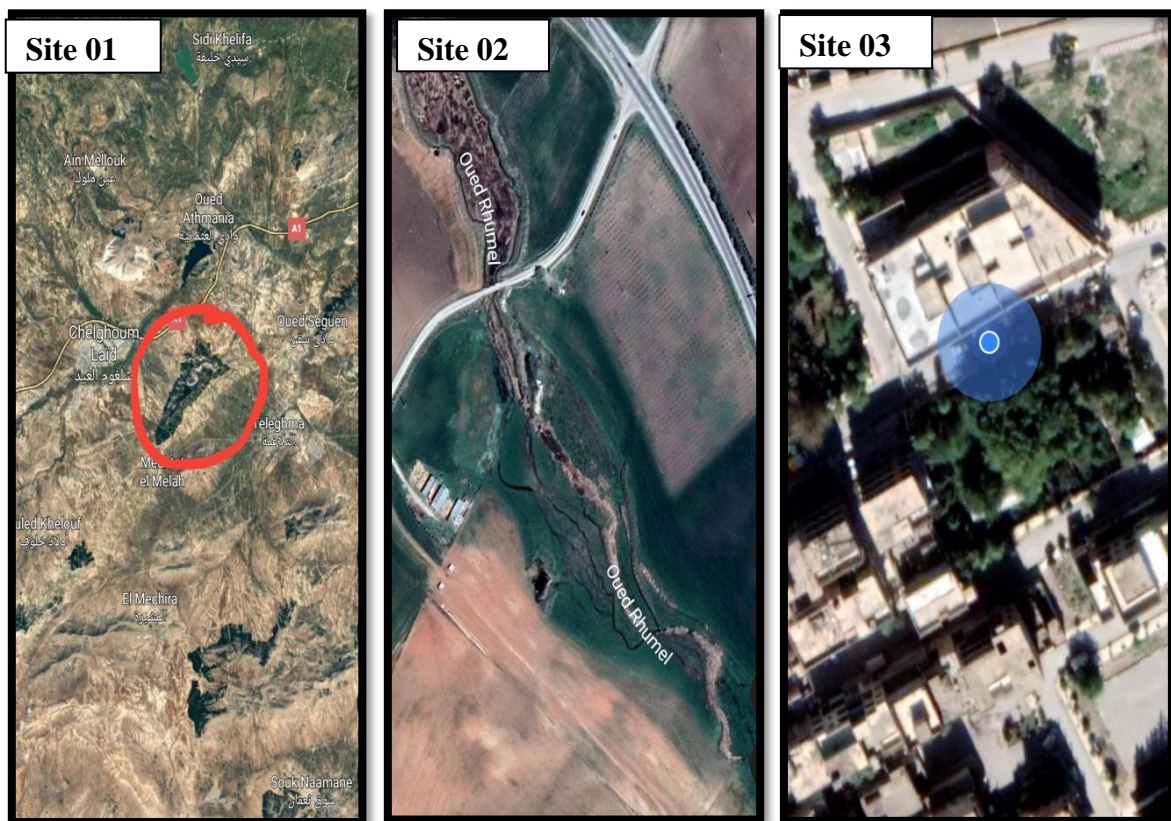


Figure 12 : Localisation géographique des sites de prélèvements

III.3.1 Analyse physico-chimiques et biologiques

III.3.1.1 Paramètres physico-chimiques

Afin de mieux interpréter nos résultats, il est essentiel de connaître les facteurs naturels environnementaux qui peuvent influencer la dynamique des espèces existantes. Un prélèvement de sol dans l'horizon 0-50 cm (Fig.13) pour l'analyse physico-chimique a été effectué à chaque point de collecte. L'ensemble de ces analyses sont effectuées au niveau du laboratoire pédagogique du Centre Universitaire Abdelhafid Boussouf. L'analyse physico-chimique a fait malheureusement l'objet seulement de deux éléments, qui sont : la détermination du potentiel d'hydrogène et la conductivité électrique du sol.

III.3.1.1.1 Potentiel d'hydrogène (pH)

Lors de cette étude, nous avons effectué un échantillonnage de trois prélèvements d'une façon aléatoire par cube de terre suivant l'horizon (0-50cm). Cet échantillonnage est réparti sur trois types de sol : agricole, forestier et urbain. Le sol a été séché à l'air libre, broyé et tamisé à 2mm. Le pH a été mesuré par la méthode électrométrique avec un rapport sol/eau de 0,5/5, selon le protocole de travail suivant : Au premier nous avons pesé 5g de sol déjà broyé et tamisé dans un bécher de 50 ml, après agitation du mélange avec un agitateur magnétique, nous avons laissé reposer une demi-heure du temps avant de passer à la lecture directe avec un pH mètre de type HANNA Instrument hi8314.

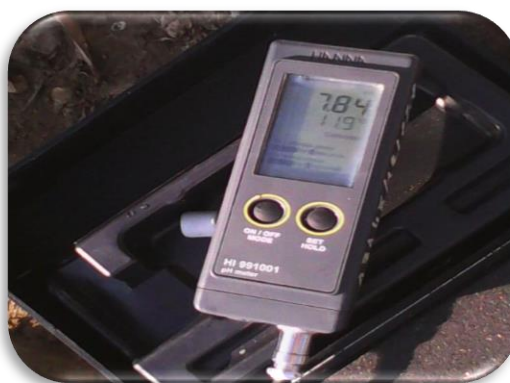


Figure 13 : Un pH mètre de type HANNA

III.3.1.1.2 Conductivité électrique (CE)

La conductivité électrique (C.E) d'une solution du sol est un indice des teneurs en sels solubles dans ce sol. Mesurée par une électrode reliée à un appareil électrométrique Multi 9310IDS, sur des extraits dont le rapport (terre/eau) est de 1/5 selon le protocole de travail suivant :

Au premier nous avons pesé 5g de sol déjà broyé et tamisé dans un bécher de 50 ml, après agitation du mélange avec un agitateur magnétique, nous avons laissé reposer une demi-heure du temps avant de passer à la lecture directe (Clement et Francoise ; 2003).



Figure 14 : Un conductimètre

III.3.1.2 Paramètres biologiques

III.3.1.2.1 Echantillonnage du sol, identification et comptage de la macrofaune

L'étude de la macrofaune du sol nécessite un minimum de 3 répétitions par type de sol, en identifiant une zone représentative du milieu. Selon l'hétérogénéité de la parcelle, une augmentation des répétitions est souhaitable. Les variations saisonnières et les fluctuations journalières (températures et luminosité) ont une influence sur la qualité de la capture des individus de certaines espèces. Il est important de réaliser les prélèvements lors de la période d'activité de la macrofaune : en préférence à la fin de la saison hivernale–début du printemps jusqu'automne. De ce fait, L'échantillonnage a été effectué au niveau de trois types de sol sur un profondeur de 50 cm (fig.14). Les échantillons du sol ont été recueillis durant deux mois (de mai à août 2021). Au total nous avons réalisé six prélèvements.

Pour que nos résultats de comptage soient les plus corrects possibles, nous avons tenu à bien respecter les bonnes procédures notamment de prélèvements, de conservation des échantillons avant le passage à l'identification et le comptage.



Figure 15 : La profondeur des cubes de terre

Pour la réalisation de ce travail, deux méthodes d'études ont été utilisées :

A-Méthodes de récolte, prospection, extraction à main

Les animaux coriaces de grande taille et peu mobiles se trouvant au niveau du sol peuvent se manipuler avec les doigts (surtout les insectes), les petits animaux et ceux ayant un corps nous peuvent être récoltés à l'aide d'une pince souple. Les échantillons seront mis dans des sachets en plastique hermétiquement fermés.

Ces échantillons seront ensuite transportés au laboratoire où ils seront mis dans des appareils appelés : Berlese Tullgren. Dans chaque entonnoir en plastique, on met les échantillons. Un flacon, contenant de l'eau et une faible quantité de détergent, ferme la base de l'entonnoir. Les échantillons sont progressivement desséchés au moyen d'une lampe placée au-dessus. Les animaux fuyant la sécheresse finissent par tomber dans le flacon de récolte.

B- La méthode inspirée de celle développée

Les prélèvements ont été effectués selon la méthode aléatoire par cube de terre (d'Anderson et Ingram ; 1993) (Fig.15). Il s'agit de prélever des cubes de terre dont les dimensions (Longueur x Largeur x Profondeur) dans cette étude sont 25cm x 25cm x30cm. Dans chaque parcelle, 3 échantillons disposés en ligne ont été récoltés à intervalles réguliers de 5 m, dont la direction et l'origine ont été choisies de manière aléatoire. La fouille de chaque prélèvement a été effectuée manuellement. Les individus collectés sont conservés dans un flacon contenant de l'alcool à 70° pour l'identification.

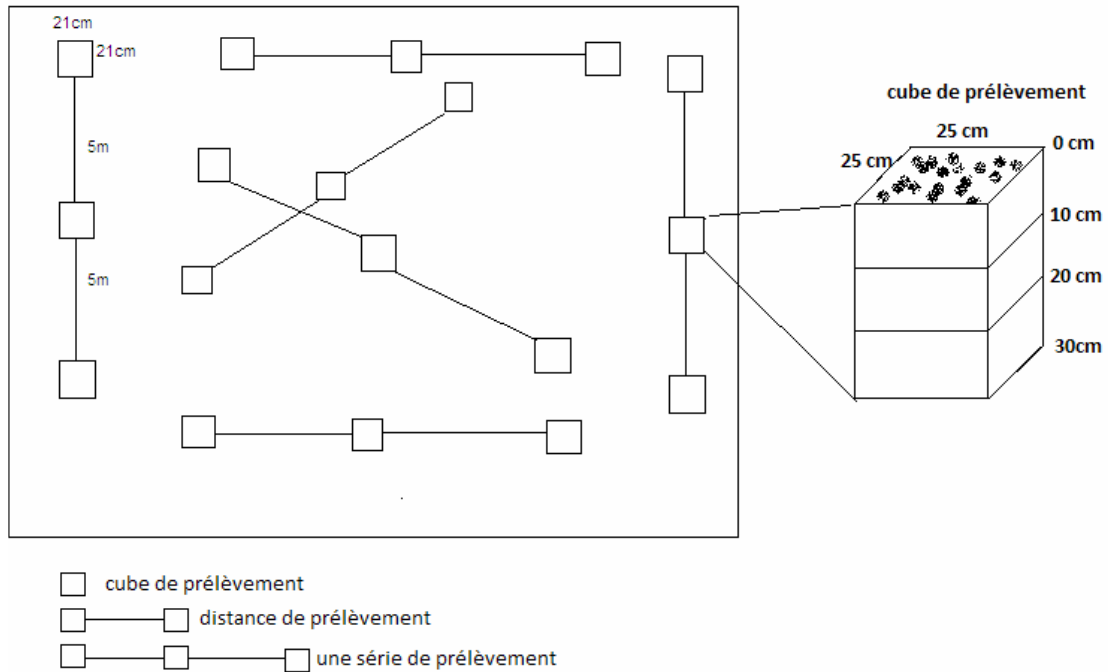


Figure 16 : Méthode de prélèvement des cubes de terre.



Figure 17 : La profondeur des cubes de terre

III.3.1.2.2 Conservation des échantillons

La plupart des organismes piégés se conservent correctement dans de l'alcool à 70%. Les organismes à corps mou (vers de terre, larve) doivent être conservé dans du formol à 4% pour conserver certaines caractéristiques tel que la couleur, utilisées pour la détermination.

Les analyses biologiques se font sur sol frais, il convient donc de conserver les prélèvements au frais (4°C) et de limiter la durée avant d'effectuer les mesures (48 à 72h maximum suivant le prélèvement).

L'étiquetage des échantillons de faune récoltés est obligatoire. On notera sur l'échantillon le site d'où il provient, la date et le numéro du piège qui renverra à un plan de la parcelle sur lequel chaque piège aura été répertorié.

La détermination à l'espèce des individus capturés permet d'obtenir le maximum d'information pour caractériser le milieu. Si ce niveau d'identification n'est pas atteint, il est utile, dans la mesure du possible, de conserver les échantillons.

III.3.1.2.3 Détermination des indices écologiques

III.3.1.2.3.1 Richesse spécifique totale (S)

La richesse spécifique totale est le nombre d'espèces contractées au moins une seule fois au terme de N relevés effectués. Elle permet de déterminer l'importance numérique des espèces présentes. Celles-ci, plus elles sont nombreuses et plus les relations existant entre elles et avec le milieu seront complexes (Magurran, 1988 *et* Bouazdia, 2019).

On appelle richesse spécifique (S) le nombre d'espèces (ou morphoespèces) présent dans un assemblage. La richesse spécifique n'est cependant qu'une première approche de la diversité, car elle ne tient pas compte des différences entre les effectifs des espèces

III.3.1.2.3.2 Fréquence centésimale (Abondance relative AR %)

Fréquence centésimale (Abondance relative AR %) : La fréquence centésimale (%) est le pourcentage des individus de l'espèce (n_i) par rapport au total des individus N toutes espèces comptées (Faurie *et al.*, 2003). Elle permet de préciser la place occupée par les effectifs de chaque espèce trouvée dans les biotopes. Elle s'exprime :

$$AR \% = n_i / N \times 100$$

n_i : Nombre d'individus d'une espèce i .

N : Nombre total des individus toutes espèces comptées.

III.3.1.2.3.3 Indice de diversité de Shannon-Weaver (H')

La diversité d'un peuplement exprime le degré de complexité de ce peuplement. Elle s'exprime par un indice qui intègre à la fois, la richesse du peuplement et les abondances spécifiques. Parmi les indices disponibles permettant d'exprimer la structure du peuplement, nous avons retenu celui de Shannon Weaver (1963).

L'indice de Shannon-Waever (H'), représente le facteur quantitatif de la faune. Cet indice tient en compte le nombre de groupes rencontrés et est déterminé par la formule qui suit :

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

Avec : pi est la proportion d'une espèce i par rapport au nombre total d'espèces dans le milieu d'étude.

$$\text{Où } Pi = Ni / N$$

S est le nombre total des taxons rencontrés sur le milieu d'étude.

H' est nul quand il n'y a qu'un taxon et sa valeur est maximale quand tous les taxons ont la même abondance.

Cet indice mesure le degré de complexité d'un peuplement. Une valeur élevée de cet indice correspond à un peuplement riche en espèces dont la distribution d'abondance est équilibrée. Par contre, une valeur faible de cet indice correspond à un peuplement caractérisé par un petit nombre d'espèces pour un grand nombre d'individus, soit à un peuplement dans lequel il y a une espèce dominante (Magurran, 1988 *In* Bouazdia, 2019)

III.2.4 L'indice d'équitabilité (E) ou régularité

L'équitabilité correspond au rapport de la diversité observée (H') à la diversité maximale ($H'_{\max} = \log_2 S$). Il est calculé par la formule suivante (Faurie et al., 2003). Elle permet d'estimer et de comparer la diversité.

Cet indice se calcule suivant l'équation : $E = H' / \log_2 S$: indice de Shannon,

S : nombre total des espèces recensées. C'est un facteur quantitatif aussi. Il est égal au rapport entre la diversité réelle calculée et la diversité théorique maximum.

$$E = H' / \log_2(S)$$

E tend vers 0 lorsqu'un taxon domine largement un peuplement et est égale à 1 lorsque tous les taxons ont la même abondance

Chapitre IV :

Résultat et discussions

IV. Résultat et discussions

IV. 1 Les analyses physicochimiques

La faune influence les caractéristiques chimiques des sols par des voies très variées. L'effet le plus net est la modification de la nourriture durant son passage à travers la chaîne alimentaire (Gobat *et al.*, 2010).

Les résultats des analyses physicochimiques des échantillons de sol prélevés de trois sites d'une zone de terre agricole, forestier, urbaine située dans les environs de Chelghoum laid et réalisés à la même date, laissent ressortir les résultats ci-dessous.

IV.1.1 Le potentiel d'hydrogène (pH)

Le potentiel d'hydrogène (pH), est un élément clé de la composition chimique du sol et détermine la disponibilité des éléments nutritifs pour les plantes et les microorganismes du sol (Doucet, 2006 ; Borah *et al.*, 2010). Le pH eau des sols étudiés, est supérieur à 7. D'après le (tab.6), le sol agricole est légèrement alcalin, le sol forestier moyennement alcalin et le sol urbain est fortement alcalin. D'après, (Hajar *et al.*, 2015), cette alcalinité des sols étudiés peut être rapportée soit à la nature de la roche mère qui est riche en calcaire ou bien à un enrichissement des sols de ces régions en cations (Ca^{2+} et Mg^{2+}), on parle dans ce cas de phénomène d'alcalinisation, ou bien en Na^+ et on parle dans ce cas d'une salinisation dans cette région d'étude qui est Chelghoum Laid.

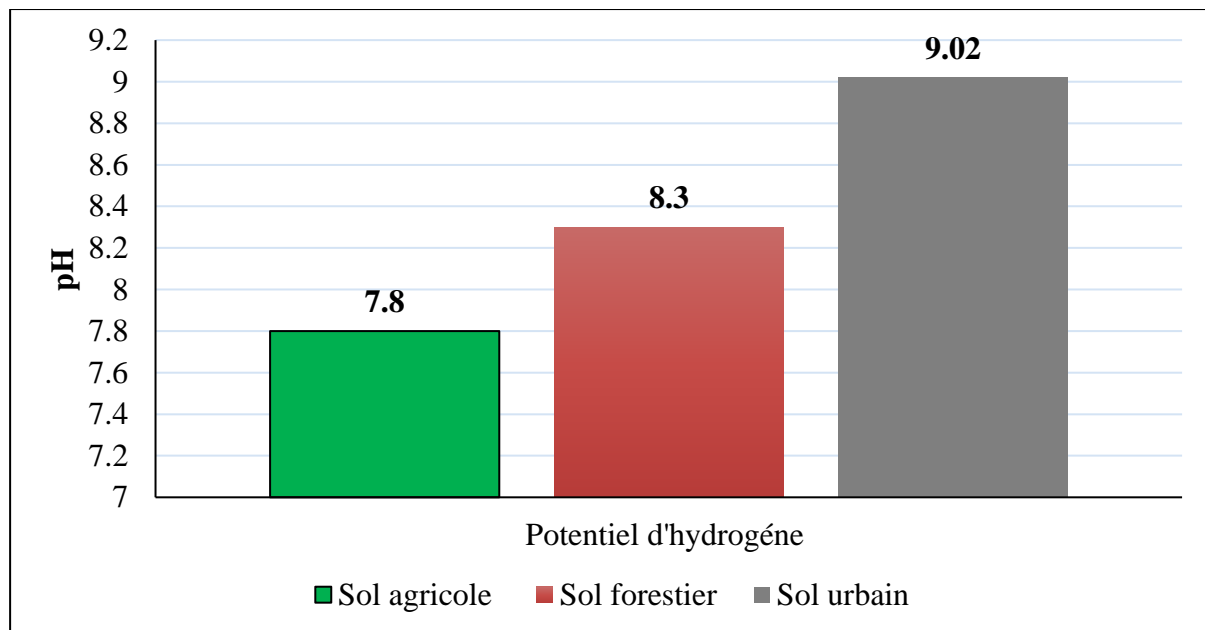


Figure 18 : Variation du potentiel d'hydrogène dans trois types du sol

Tableau 6 : Echelle d'acidité des sols (Hamdi-Aissa et al., 2010)

Extrait 1/5	
Valeur de pH	Classe d'interprétation
< 4.5	Extrêmement acide
4.5 - 5.0	Très fortement acide
5.1 - 5.5	Fortement acide
5.6 - 6.0	Moyennement acide
6.1 - 6.5	Légèrement acide
6.6 - 7.3	Neutre
7.4 - 7.8	Légèrement alcalin
7.9 - 8.4	Moyennement alcalin
8.5 - 9.0	Fortement alcalin
> 9.0	Très fortement alcalin

En outre, en conditions alcalines, cas des sols sur roches calcaires, l'acidification entraîne la dissolution de particules calcaires. Il y a donc une diminution de la réserve d'alcalinité totale, sans baisse de pH. Les principaux processus produisant de l'acidité dans les sols sont la production d'acides organiques et/ou d'acide nitrique par les microorganismes du sol. Les principaux processus produisant de l'alcalinité sont la dissolution des minéraux primaires et la réduction de différents composés (nitrates, bicarbonate...).

IV.1.2 La conductivité électrique (CE)

La conductivité électrique est un indice de teneur en sels solubles dans le sol, elle exprime approximativement la concentration des solutés ionisables présentes dans l'échantillon, c'est-à-dire son degré de salinité, cette propriété est basée sur le fait que la conductance d'une solution s'accroît au fur et à mesure que la concentration en cations et en anions porteurs de charge électrique augmentent (Clement et Françoise; 2003).

D'après Clement et Francoise, (2003), les sols salés constituent un milieu défavorable, pour les organismes. La conductivité électrique variée entre une minimale de l'ordre de 180.03 μ S/cm enregistrée dans le sol forestier et une maximale de 203 μ S/cm enregistrée au niveau du site agricole. Alors que celle du site urbain était de 192.0 μ S/cm. Donc, d'après le tableau de classification de sol, selon le degré de minéralisation, les trois types de sol sont non salés.

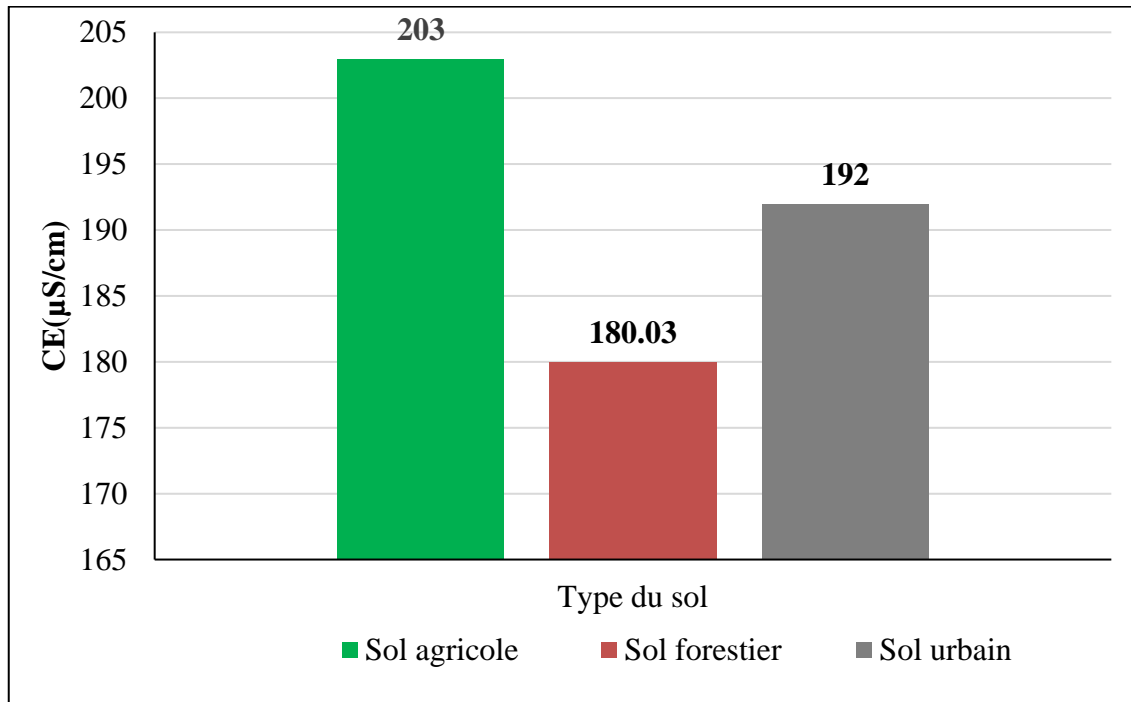


Figure 19 : Valeurs de la conductivité électrique dans les trois types du sol

Tableau 7 : Classe de la qualité des sols selon la conductivité électrique (Durand ,1983)

Classe	CE en μ S/cm	Qualité du sol
Classe I	0 à 500	Non salé
Classe II	500 à 1000	Légèrement salé
Classe III	1000 à 2000	Salé
Classe IV	2000 à 4000	Très salé
Classe V	Plus de 4000	Extrêmement salé

IV.2 Résultat de l'analyse biologique

Les indices écologiques étudiés sont les indices de composition et les indices de structure en l'occurrence : la richesse totale, l'abondance, la fréquence centésimale, la diversité et l'équitabilité

IV.2.1 Richesse spécifique totale (S)

Au total, 525 individus répartis en 9 groupes taxonomiques : vers de terre, coléoptères adultes, larves coléoptères, isopodes, dermoptères, araignées, myriapodes, grillons, escargot, fourmis ont été récoltés durant le mois de mai jusqu'à la fin du mois d'août 2021.

Selon le tableau 8 et la Figure 19 nous avons enregistré, le plus grand nombre 271 individu dans la zone agricole. Suivi par la zone urbaine avec 151 individu et à la dernière position vient le sol forestier avec 103 individu.

Tableau 8 : Répartition des effectifs de la macrofaune suivant la période de collecte

Date	Mai	Juin	Début de juillet	Fin juillet	Début d'août	Fin d'août	Total
Sol agricole	80	60	33	30	14	54	271
Sol urbain	40	28	09	13	28	33	151
Sol forestier	08	20	18	12	02	43	103

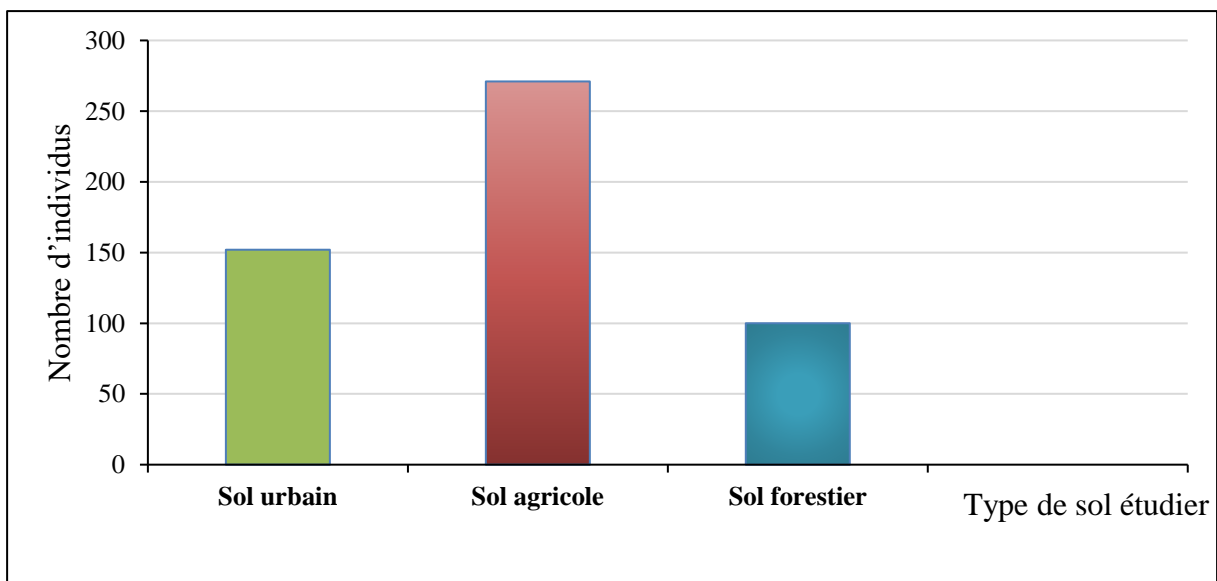


Figure 20 : Nombre des individus dans chaque écosystème

IV.2.2 Abondance relative (AR %)

Le nombre d'individus des différentes espèces est variable d'un sol à l'autre. Les espèces retrouvées en grand nombre dans les différents sites sont : les Fourmis, les Vers de terre, les Coléoptères adultes et les Isopodes. Pendant les deux mois de travail, nous avons pu recenser 525 individus réparties dans 9 groupes de macrofaune (tab.9).

Tableau 9 : Proportion des groupes taxonomiques récoltés.

Groupes	Effectif totale	Proportion (%)
Fourmis	129	24.66%
Ver de terre	114	21.79%
Coléoptères adultes	80	15.29%
Isopodes	91	17.39%
Carabes	38	7.26%
Araignées	25	4.78%
Myriapodes	29	5.54%
Escargot	12	2.29%
Grillon	07	1.33%

Dans la zone agricole, nous avons enregistré les 9 groupes de macrofaune. Le groupe de vers de terre prédomine la collecte avec 39% de l'effectif total, suivi par les Coléoptères et les Fourmies respectivement avec 17% et 13 %. Les Isopodes avec un pourcentage non négligeable 9%, suivi par les Araignées par le pourcentage de 7% et les Dermoptères avec 6%. Le pourcentage de 4% et 3% revient par ordre au Myriapode et Grillon. Et à la fin les Escargots occupent le dernier rang avec 2%.

Dans la zone urbaine, nous avons enregistré 7 groupes : les Isopodes prédominent la collecte avec 34% de l'effectif total, suivi par les Fourmies avec 27 % de participation. Les Coléoptère et Myriapode respectivement avec le pourcentage 14% et 11%. Les Dermoptère et les vers de terre par ordre avec 7% et 5%.Au dernier, les Araignées occupent le dernier rang avec 2%.

Dans la zone forestière, nous avons enregistré 5 groupes : les Fourmis prédominent la collecte avec 55% de l'effectif total, suivis par les Isopodes avec 17% de participation et les Coléoptères avec 15%. A la dernière position vient le Graillon avec 2%.

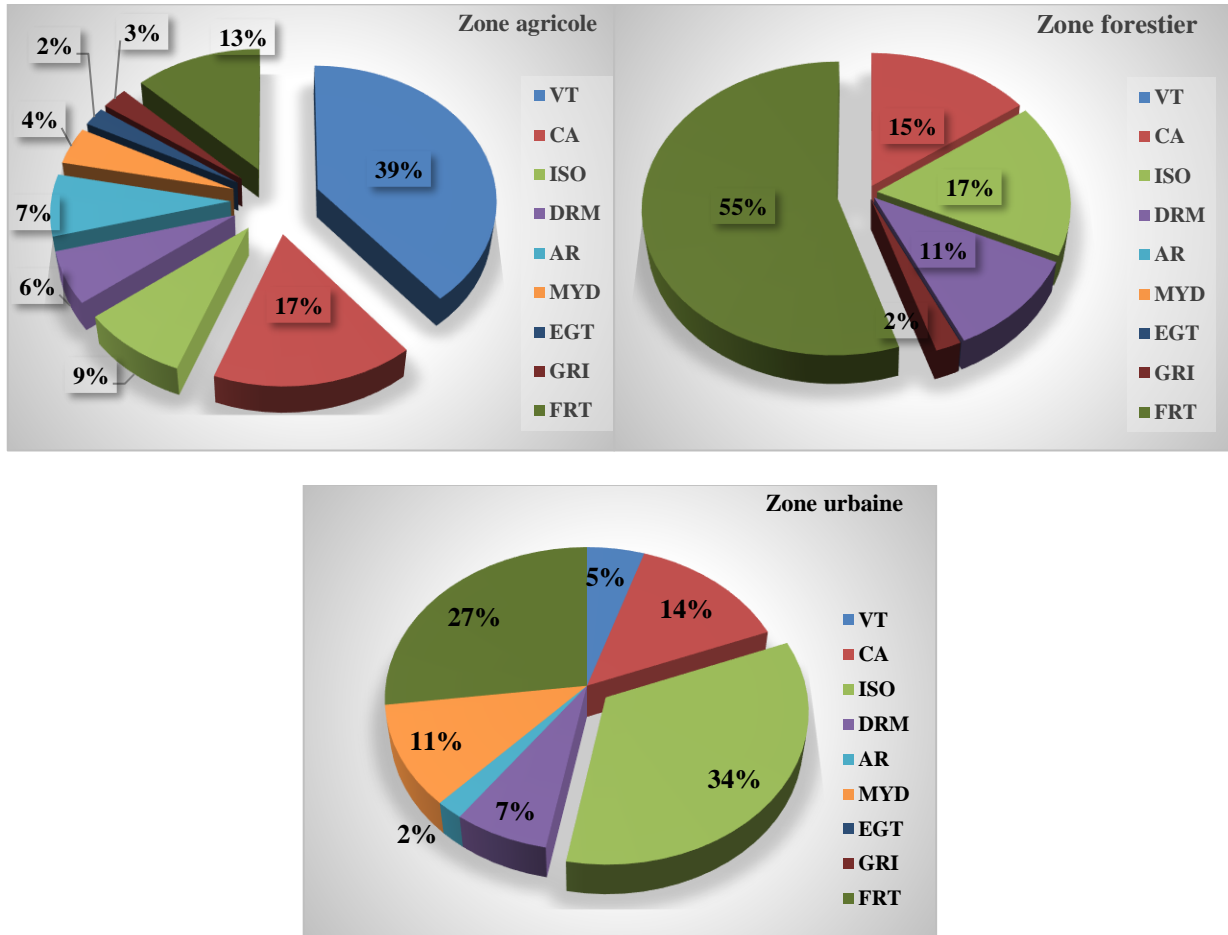


Figure 21 : Contribution des groupes de macrofaune à la richesse spécifique de chaque type de sol.

VT : Verre de terre **CA :** Coléoptère adulte **ISO :** Isopode **DRM :** Dermoptère
AR : Araignée **MYD :** Myriapode **GT :** Escargot **GRI :** Grillon **FRT :** Fourmis

IV.2.3 Composition et diversité

Dans toutes les parcelles, 3 phylums ou embranchements, 9 classes, 10 ordres, et 18 familles de macro-invertébrés sont trouvés (Tab.10).

Le phylum ou l'embranchement des Annélides représenté par la classe des Oligochètes et *Clitellata* est enregistré avec 21.79% des individus recensés.

L'embranchement des Arthropodes composé par les classes : des Insectes, Chilopodes, Diplopodes, Crustacées et Arachnides partagent le pourcentage de 55,28% des individus collectés.

L'embranchement des Arthropodes est dominé par la classe des Insectes qui représente 24.66% de l'ensemble de la macrofaune collectée, suivie respectivement par la classe des Crustacés (17,39% : cloportes), des Arachnides (6,86% : araignées), des Chilopodes (4,12% : géophiles et lithobies), et des Diplopodes (1,78% : iules) (Tab.10).

La classe des insectes est composée essentiellement par l'ordre des Coléoptères, ensuite les Dermaptères (7,13% : perce-oreilles), les Dictyoptères (3,29% : blattes), les Orthoptères (2,88% : grillons).

Tableau 10 : Répartition taxonomique de la macrofaune

<i>Phylum</i>	<i>Classe</i>	<i>Ordre</i>	<i>Famille</i>	<i>Nom commun</i>	<i>Nombre total d'individus</i>	<i>Proportion (%)</i>
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	divers Coleoptere	<i>larve coléoptères</i>	40	7.64%
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Dynastidae	<i>Heteronychus spp</i>	12	2.29%
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Melolonthidae	<i>Apicencyaspp</i>	15	2.86%
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Tenebrionidae	<i>Ténébrions</i>	13	2.84%
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Carabidae	<i>Carabes</i>	38	7.26%
Arthropoda	Insecta	Orthoptera	Gryllidae	<i>Grillons</i>	07	1.33%
Arthropoda	Chilopoda	Geophila	Geophilidae	<i>Géophiles</i>	05	0.93%
Arthropoda	Chilopoda	Lithobida	Lithobiidae	<i>Lithobies</i>	09	1.69%
Arthropoda	Diplopoda	Julida	Julidae	<i>Iules</i>	15	2.81%
Arthropoda	Crustacea	Isopoda	Porcellionidae	<i>Cloportes</i>	91	17.39%
Arthropoda	Arachnida	Araneae	diverses Araneae	<i>Araignées</i>	25	4.78%
Arthropoda	Insecta	Hymenoptera	Formicidae	<i>Lasiusniger</i>	129	24.66%
Annelida	Oligocheta	Haplotaxida	Lumbricidae	<i>vers de terre</i>	75	14.33%
Annelida	Clitellata	Haplotaxida	Lumbricidae	<i>Lumbricusterrestris</i>	14	2.67%
Annelida	Clitellata	Haplotaxida	Lumbricidae	<i>Lumbricus</i>	25	4.77%
Mollusca	Gastéropoda	Stylommatophora	Helicidae	<i>Helixaspera</i>	7	1.33%
Mollusca	Gastéropoda	Stylommatophora	Arionidae	<i>Arion</i>	3	0.57%
Mollusca	Gastéropoda	Stylommatophora	Subulinidae	<i>Rumina decollata</i>	2	0.38%

IV.2.4 Indice de diversité et d'équitabilité

Les résultats relatifs aux indices de diversité et d'équitabilité sont indiqués dans le tableau. La diversité (H') des peuplements de la macrofaune est faible dans les trois types de sol en générale avec une légère exception du sol agricole en le comparant avec les deux autres types. Le sol forestier est caractérisé par la plus faible valeur avec ($Ish : -0,045$). Par contre, le sol cultivé présente une valeur plus élevée avec ($Ish : -0,09$). Les valeurs de l'équitabilité montrent des valeurs faibles dans les trois types de sol ; donc selon, le seuil retenu par Daget (1979) comme indice d'unpeuplement équilibré, soit 0.80, n'a été atteint dans aucun sol. Cela est dû probablement à la saison d'échantillonnage qui n'était pas bonne pour la collecte de la macrofaune.

Comme, nous avons remarqué, que la densité de la macrofaune, évolue différemment suivant la date de collecte. Cette différence pourrait s'expliquer par la différence des caractéristiques du milieu. L'effectif le plus élevé est recensé pendant la première date d'échantillonnage.

Tableau 11 : La diversité (H') et l'équitabilité (E) de la macrofaune dans les trois types du sol

	Zone forestier	Zone urbaine	Zone cultivée
Richesse taxonomique	9	7	5
Indice de Shannon	0.04	0.08	0.09
Indice d'Equitabilité	0.0007	0.015	0.01



Photo 5 : Carabe violet

***Carabus coriaceus*: Carabe violet**

Le carabe coriacé, procruste coriacé ou chagriné, est le plus gros carabe de France. Cette espèce est plus grande et plus large que *Carabus violaceus*. Elle mesure entre 26 et 42 mm de long. Les élytres ont un aspect rugueux



Photo 6 : Larve de Coléoptère

La larve de Coléoptère

Peuvent être identifiées par leur tête sclérifiée, la présence de pièces buccales de type broyeur et l'absence de pseudopode. Leur thorax se distingue difficilement de leur abdomen. Comme chez les coléoptères adultes, les larves sont très variées en apparence.



Photo 7: *Lumbricus terrestris*

Lumbricus terrestris

Lumbricus terrestris, le lombric commun, ver de terre commun ou ver de rosée, est une espèce de vers de terre annélides de la famille des Lumbricidae. Il a comme préférence les terres humides. Réseaux de galeries verticales. Production d'agrégats et impacts sur la dynamique de la matière organique du sol



Lumbricus castaneus

Lumbricus castaneus varie de noisette à brun violet, ventre brun ou jaune, clitellum orange. Ils mesurent généralement 30 à 70 mm avec 80 à 100 segments.

Espèces épigées vie dans la litière, ressource trophique : litière fraîche, pas de réseau de galeries, impacts sur la fragmentation de la litière fraîche.

Photo 8 : *Lumbricus castaneus*



Mille pattes / Myriapodes

Prédateurs d'arthropodes ou vers de terre.

Jouent un rôle important dans la production du sol et en particulier de l'humus

Photo 9 : Mille pattes



Photo 10 : Les cloportes

Armadiliduum vulgare

Ce sont des petits arthropodes dont la taille va de quelques millimètres à un peu plus d'un centimètre. Le corps est aplati et de forme ovoïde. Il est constitué d'une tête avec une paire d'antennes généralement bien développées, de sept segments thoraciques, de six segments abdominaux et d'un telson terminal. Les cloportes possèdent 7 paires de pattes toutes semblables et insérées sur les segments du thorax



Photo 11 : *Eobania vermiculata*.

Eobania vermiculata

Sont des escargots blancs à des motifs très variables



Photo 12 : *Cantareus aspersus* (syn *Helix aspersa*).

Cantareus aspersus (syn *Helix aspersa*)

- Espèce ubiquiste
- S'adapte à des milieux variés
- Herbivores Ils consomment les feuilles, les fleurs, les graines ou les racines de végétaux supérieurs, actifs à partir d'un certain degré d'humidité

Conclusion

Conclusion

La macrofaune du sol sont des organismes dont le rôle est primordial, non seulement dans l'environnement en général, mais également dans l'agriculture. Plusieurs espèces sont devenues des organismes modèles pour la recherche en écologie, toxicologie, physiologie ou encore la biologie reproductrice. Dans, ce contexte, l'objectif scientifique de cette étude a été d'identifier les différentes espèces qui vivent au dépend de trois types de sol (agricole, urbain et forestier). Puis évaluer l'effet du changement du milieu sur la répartition de ces organismes.

Les résultats montrent, le pH eau des sols étudiés, est supérieur à 7 : le sol agricole légèrement alcalin, le sol forestier moyennement alcalin et le sol urbain est fortement alcalin. La conductivité électrique variée entre 180 et 203 μ S/cm et selon le degré de minéralisation, les trois types de sol sont non salés.

Du point de vue, richesse spécifique totale, nous avons enregistré, 271 individu dans la zone agricole, la zone urbaine avec 152 individu et à la dernière position vient le sol forestier avec 100 individu. Le nombre d'individus des différentes espèces est variable d'un sol à l'autre. Les espèces retrouvées en grand nombre dans les différents sites sont : les Fourmis, les Vers de terre, les Coléoptères adultes et les Isopodes. Les valeurs de l'équitabilité montrent des valeurs faibles dans les trois types de sol.

Cette étude pose désormais de nouvelles questions suggérant de nouveaux axes de recherche. Donc, Il serait judicieux d'élargir la zone d'étude afin d'avoir plus de données sur ces organismes qui sont encore mal connus dans notre pays. Ainsi que, déterminer l'impact de l'utilisation de différents produits chimiques qui agit forcément sur la reproduction, la survie et la croissance de ces derniers.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

A

- ❖ **Arwyn, J., Luca, M., Alberto O., Martha, B. D. (2011) :** La Stratégie Thématique de l'Union Européenne pour la Protection des Sols encourage une utilisation durable du sol septembre.
- ❖ **Abdelhamid, K.h. (2016) :** Caractérisation des paramètres hydrodynamiques de l'aquifère de Tadjnant –Chelghoum Laid et impact de la pollution des eaux de surface sur les eaux souterraines. Thèse de Doctorat en Sciences option Hydraulique. Université Batna 2. 162p.

B

- ❖ **Bachelier, G. (1979) :** La faune des sols, son écologie et son action. ORSTOM Paris, 391p.
- ❖ **Bachelier, G. (1978) :**La faune des sols. Son écologie et son action. Initiations Documentations techniques N° 38. O.R.S.T.O.M. Paris. 1^{ère} partie. 391 p.
- ❖ **Bachelier, G. (1972) :** Etude expérimentale de l'action des allimaux sur l'humification des matériaux végétaux. 1. Premières expériences et conclusions préliminaires. Coll. Travaux et Document O.R.S.T.O.M..no 14, Paris, France. 75 p.
- ❖ **Baize, D. et Girard, M.C. (2009) :** Référentiel pédologique 2008. Association française pour l'étude du sol, 435 p, Editions Quae, France.
- ❖ **Barles Breyse, D., Guillerme, A., Leyval, C. (1999):**Le Sol urbain. Collection VILLES, 131. 11. 137. 185. 16p.
- ❖ **Bazri, K. (2015) :**Etude de la biodiversité des lombriciens et leurs relations avec les propriétés du sol dans différents étages bioclimatiques, dans l'est algérien. Thèse de Doctorat, Université Frères Mentouri, Constantine 1.
- ❖ **Hamdi-Aissa , B , Djuki, B., Youcef , F., Daddi-Bouhoun M. , (2010) :** Recueil des travaux pratiques d' agro-pédologie

- ❖ **Ben Leroy, L. M., Schmidt O., Van den Bossche A., Reheul D.&Moens, M. (2008):**Earthworm population dynamics as influenced by the quality of exogenous organicmatter. *Pedohiologia* 52. 139 150.

- ❖ **Brussaard, L. (1998) :** Soil fauna, gui Ids, functional groups and ecosystem processes. *AppliedSoilEcology* 9,123 – 135.

- ❖ **Brussaard, L., Ruiter, P. C. & Brown, G. G. (2007) :** Soilbiodiversity for agricultural sustainability. *Agriculture, Ecosystems and Environment*121: 233-244.

- ❖ **Bouché, M.B. (1972) :** Lombriciens de France. *Ecologie et Systématique*. INRA (Annales de Zoologie - Ecologie Animale, numéro hors série 72/2), Paris, 671 pages.

- ❖ **Boyer, P. (1971) :** Les différents aspects de l'action des termites sur les sols tropicaux. In: *Pesson P. (Ed.), la vie dans les sols: aspects nouveaux. Etudesexpérimentales*. Gauthier Villars. Paris, pp. 279-334.

- ❖ **Burel, F., et Baudry, J. (1999) :** *Ecologie du paysage. Concepts, méthodes et applications*. Tec & Doc, Paris.

- ❖ **Burel, F., Baudry, J., Clergeau, P., Constant, M. et Eybert, C. (1992) :**Approche spatiale des phénomènes écologiques : échelles et hiérarchie. *Bulletin d'écologie* 23:93-101.

- ❖ **Bengtsson, J. (1998):** Which species? What kind of diversity? Which ecosystem function? Some problems in studies of relations between biodiversity and ecosystem function. *AppliedSoilEcology*10:191-199.

- ❖ **Bouché, M. B. (1977) :** Stratégies lombriciennes. Pages 122-132. *Soil Organism as Components of Ecosystems*. Ecological Bulletin, Stockholm.

- ❖ **Brussaard, L., Kools, J.P., Bouwman L.A.& de Ruiter P.C. (1990):** Population dynamics and nitrogen mineralization rates in soil as influenced by bacterial grazing nematodes and mites. In: Proc. Xth Int. Soil Zool. Coll. Bangalore.
- ❖ **(Brown et al., 2002).** Brown G. G., Pasini A., Benito N. P., D'Aquino A. M. & Corrcia M. E. F., ZOOZ.

C

- ❖ **Chaussod, R.(1996) :**La qualité biologique des sols : évaluation, implication. Edition I.N.R.A, pp 261-264.
- ❖ **Camuzard, J.P. (2006) :**Les sols marqueurs de la dynamique des systèmes géomorphologiques continentaux, Thèse de doctorat en Sciences et techniques
- ❖ **Curry, J. P. (1987):** The invertebrate fauna of grassland and its influence on productivity. III. Effects on soil fertility and plant growth. Grass and Forage Science 42:325-341.
- ❖ **Clement. M. et Francoise, P. (2003) :** Analyse chimique des sols, méthodes choisies. Ed. TEC, Paris.
- ❖ **Ceti,C., (2009) :** Centre des Techniques de l'Information et de la Communication.

D

- ❖ **Duponnois R., Cadet P., Senghor K. & Sougoufara B. (1997) :**Étude de la sensibilité de plusieurs acacias australiens au nématode à galles *Meloidogyne javanica* , Annales des Sciences forestières, n^o54:. 181-190.
- ❖ **Didham, R. K. (2001):**The Influence of Edge Effects and Forest Fragmentation on Leaf Litter Invertebrates in Central Amazonia. Pages 55-70 in R. O. Bierregaard, C. Gascon, T. E. Lovejoy, et C.G. Mesquita, editors. Lessons From Amazonia. The ecology and conservation of a fragmented forest. Yale University Press, New Haven & London.
- ❖ **Duchaufour, P., Bonneau, M. et Souchier, B.(1997) :** Pédologie : Constituants et propriétés du sol. Tome 2 - 2ème édition.

- ❖ **Doucet, R.(2006)** :Le climat et les sols agricoles. ed. Berger, Eastman, Québec, xv, 443.

E

- ❖ **Ettema, C. H., et Wardle, D. A. (2002)**: Spatial soil ecology. Trends in Ecology and Evolution 17:177-183.

- ❖ **Edwards, C. A. (1998)**:Earthworm Ecology. St. Lucie Press, LEWIS, Boca Raton, Boston, London, New York, Washington D.C.

F

- ❖ **Ferris & Lau S.S.(1997)**: Population energetics of bacterial-feeding nematodes :carbon and nitrogen budgets, Soil. Biol. Biochem., n029: 1183-1194.

- ❖ **Fragoso, C., Lavelle, P., Blanchart, E., Senapati, B., Jiménez, J. J., Decaëns, T. et Tondoh, J. (1999)**: Earthworm Communities of Tropical Agroecosystems: Origin, Structure and Influence of Management Practices. Pages 27-55 in P. Lavelle, L. Brussard, et P. Hendrix, editors. Earthworm Management in Tropical Agroecosystems. CAB International, Wallingford, UK.

- ❖ **Faurie, C., Ferra, C., Medori, P., Devaux, J. & Hemptienne, J.L. (2003)** : Écologie, Approche scientifique et pratique. 5ème édition, Ed. Tec & Doc. Paris. 407 pages.

G

- ❖ **Gobat, J .M., Aragno, M. et Matthey, W.(2010)** :Le sol vivant. 3ème édition. Revue et augmenté.150-165.

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

- ❖ **Girard, J.M., Walter, C., Remy, J.C., Berthelin, J.L. (2005)**:Sol et environnement, édition Campus DUNOD, Paris, 816 p.

- ❖ **Goldsbrough, C. L., Hochuli, D. F. et Shine R. (2003)**: Invertebrate biodiversity under hot rocks: habitat use by the fauna of sandstone outcrops in the Sydney region. Biological Conservation 109:85-93.

- ❖ **Giller, P. S. (1984):** Community structure and the Niche. Chapman & Hall, London.

H

- ❖ **Harris W. V. (1955):** Termites and the soil. Soil Zoology. Butt. Sci. Publ., Lond., p. 62-72.
- ❖ **Hajar M, Najib S, Kaoutar M, Fadwa R, Fatna Z, Fatimaezzahra M, et Chakib M, (2015):** Qualité physico-chimique des sols agricoles de la région de l'Oulja entre Sidi Abed et Oulad Ghanem (Sahel des Doukkala, Maroc. European Scientific Journal July 2015 edition vol.11, No.21 ISSN: 1857 – 7881 (Print) e - ISSN 1857- 743

I

- ❖ **Ingham, E.R. & Coleman, D.C. (1985) :** Interactions of bacteria, fungi and their nematode grazers : Effects on nutrient cycling and plant growth , Soil Biol. Monogr., n° 55: 119-140.

J

- ❖ **Jobin, P et Forand G. (1993) :** Le bilan nutritif, une approche écologique de la gestion des éléments nutritifs sur la ferme. Essais et observations à la ferme - Rapport technique, Centre de développement d'agrobiologie, Ste-Eliz.-de-Warwick.
- ❖ **Jenkinson, D.S. and Ladd, J.N.(1981):** Microbial biomass in soil : measurement and turnover, in Soil Biochemistry, (eds Ladd J.N. and Paul E.A.). Dekker, pp. 415-471.

L

- ❖ **Lavelle P., Brussaard L. & Hendrix P.(1999) :** Earthworm management in tropical agroecosystems. Wallingford, UK: CABI Publishing, 149-172.
- ❖ **Lavelle, P. (1978) :** Les vers de terre de la savane de Lamto (Côte d'Ivoire) : peuplements, populations et fonctions dans l'écosystème. Thèse de doctorat d'état, Université de Paris VI. Publication du laboratoire de Zoologie de l'ENS 12, 310pp.
- ❖ **Lavelle, P.(2000) :** La macrofaune du sol, une ressource en danger. Séminaire international sur la macrofaune du sol. Institut de Recherche pour le Développement Bondy, 19-23
- ❖ **Lavelle, P.(1997):** Faunal activity and soil processes: adaptive strategies that determine ecosystem function. Adv. Ecol. Res., p 93-132.

- ❖ **Lavelle, P., Decaens, T., Aubert, M., Barot, S., Blouin, M., Bureau, F., Margerie, P., Mora, P., Rossi, J.P. (2006)** : Soil invertebrates and ecosystem services. ICSZ - Soil Animals and Ecosystems Services, Proceedings of the XIVth International Colloquium on Soil Biology. European Journal of Soil Biology, 42:3-15.

- ❖ **Lavelle, P., et Spain A. V. (2001)** :SoilEcology. Kluwer Scientific Publications, Amsterdam.

- ❖ **Lavelle, P. (1987)** :Interactions, hiérarchies et régulations dans le sol : à la recherche d'une nouvelle approche conceptuelle. Revue d'Ecologie et de Biologie du Sol 24:219-229.

- ❖ **Lavelle, P., Bignell D., Lepage M., Wolters V., Roger P., Ineson P., Heal O. W. et Dhillion S. (1997)**: Soil function in a changing world: the role of invertebrate ecosystem engineers. European Journal of Soil Biology 33:159-193

M

- ❖ **Mrzljak, J., et Wiegand G. (2000)**:Spider colonization of former brown coal mining areas - time or structure dependent? Landscape and Urban planning 51:131-146.

- ❖ **Marasas, M. E., Sarandon, S. J. et Cicchino A. C. (2001)**: Changes in soil arthropod functional group in a wheat crop under conventional and no tillage systems in Argentina. Applied Soil Ecology 18:61-68.

- ❖ **McKinney, M.L. (2002)**: Urbanization, biodiversity and conservation. Bioscience, 52(10): 883–890.

- ❖ **Magurran, A.E. (1988)**: Ecological diversity and its measurements. London, Croom Helm. 149 pp.

O

- ❖ **Ouédraogo, K.(2004):** Soil quality improvement for crop In semi-arid West Africa. PI fi. Thesis. University and research centre. Wageningen, The Netherland. 193p.
- ❖ **Office National de la Météorologie :ONM. (2013) :**Station de contrôle de l'aéroportAIN EL BEY, Constantine.

P

- ❖ **Parker S.P. (1982):**Synopsis and Classification of Living Organisms. Volume 2. McGraw-Hill Book Company, New York.
- ❖ **Phillipson, J., Abel R., Steel J., et Woodell S. R. J. (1976):** Earthworms and the factors governing their distribution in an English beechwood. *Pedobiologia*16:258-285.
- ❖ **Pena, N. M., Butet A., Delettre Y., Morant P., et Burel F. (2003):** Landscape context and carabid beetles (Coleoptera: Carabidae) communities of hedgerows in western France. *Agriculture Ecosystems and Environment*94:59-72.
- ❖ **Pédelaborde, P. (1991) :**Introduction à l'étude scientifique duclimat , Paris : SEDES; DL.

R

- ❖ **Ramade, F.(2010) :** Eléments d'écologie : Ecologie appliquée.7ème édition DUNOD, Paris.754p.
- ❖ **Radford, B. J., Wilson-Rummenie, A. C., Simpson, G. B., Bell K. L., et Fergusson, M. A. (2001) :**Compactedsoil affects soilmacrofauna populations in a semi- aridenvironment in central Queensland. *SoilBiology and Biochemistry*33:1869-1872.

S

- ❖ **Similä, M. J., Kouki, M.,Mönkkönen, et Sippola, A.-L. (2002):** Beetle species richness along the forest productivity gradient in northern Finland. *Ecography*25:45-52.
- ❖ **Shannon, C. E. et Weaver, W. (1963) :** The Mathematical Theory of Communication. University of Illinois Press . p. 44, 53.

- ❖ **Soltner, D. (1987)** :Les bases de la production végétale. TOME 1 : Le sol, 15^{ème} Edition.465p.Beauchamp J., 2003. Article ; Propriétés des sols. Université de Picardie Julie.24p.

V

- ❖ **Vannier, G. (1966)** :Loge de mue d'un nouveau type construite par un diplo- pode africain. Rev. *Écol. Biol. Sol.*, III, no 2, p. 241-258.

W

- ❖ **Walser, M., Schneider Mathis, D., Köchli, R., Stierli, B., Maeder, M., Brunner, I.(2018)**: Le sol forestier vit – diversité et fonctions des organismes vivants du sol. Not. prat. 60. 12 p.

- ❖ **Wilson E.O., et Peter F.M. (1988)** : (ed.) Biodiversity National academypress, Washington.

Sites web

- ❖ <https://trustmyscience.com/fourmis-utilisent-physique-sol-pour-creuser-tunnels-un-metre-long-qui-durent-decennies/>
- ❖ <https://plantix.net/fr/library/plant-diseases/600232/termites>
- ❖ <https://planet-vie.ens.fr/thematiques/ecologie/rerelations-interspecifiques/wolbachia-la-bacterie-symbiotique-qui-change>
- ❖ <http://www.monjardinpermaculture.fr/pages/les-vers-de-terre>
- ❖ <https://www.ecosociosystemes.fr/pedofaune>
- ❖ <https://www.aquaportail.com/definition-14658-ver-de-terre.htmlr>
- ❖ <https://www.biofertilisants.fr>
- ❖ <https://www.lolivrescolaire.fr>
- ❖ <http://www.mvad-reunion.org>
- ❖ www.agriculture-de-conservation.com
- ❖ https://fr.wikipedia.org/wiki/Da%C3%AFra_de_Chelghoum_La%C3%AFd
- ❖ www.institut-numerique.org/432-analyse-et-interpretation-des-resultats-danalyse-des-sols-52eca9e777c31

Thème

Biodiversité de la macrofaune d'un sol urbain, agricole et forestier

Mémoire préparé en vue de l'obtention du diplôme de Master

Spécialité : Protection des Ecosystèmes

Préparé par :

- Bentanache Fatima Zohra
- Khandoudi Narimane

Devant le jury:

Président : Mme. Djeddi Hamssa

MCB C.U. Abelhafid Boussouf-Mila

Examinatrice : Mme Benmakhlouf Zoubida

MCB C.U. Abelhafid Boussouf-Mila

Promotrice : Melle Kherief Nacereddine Saliha

MCB C.U. Abelhafid Boussouf-Mila

Résumé

La macrofaune du sol constitue une ressource qui remplit au sein des écosystèmes, des fonctions essentielles pour le maintien de la qualité des sols. Elle joue un rôle très important sur la restructuration et le fonctionnement du sol qui peut être utilisé comme un élément de dévaluation et de l'identification de la qualité du sol. Notre étude a pour objectif de réaliser un inventaire de la macrofaune dans trois types de sol : agricole, forestier et urbain situés dans la région de Chelghoum Laid, ainsi que leur relation avec le climat, les caractéristiques météorologiques (précipitation, température) et les caractéristiques physico-chimiques du sol. D'autre part, des indices écologiques de structure et de composition sont calculés afin d'apprécier la biodiversité de la région d'étude. Les résultats montrent, le pH eau des sols étudiés, est supérieur à 7 : le sol agricole légèrement alcalin, le sol forestier moyennement alcalin et le sol urbain est fortement alcalin. La conductivité électrique variée entre 180 et 203 μ S/cm et selon le degré de minéralisation, les trois types de sol sont non salés. Du point de vue, richesse spécifique totale, nous avons enregistré, 271 individus dans la zone agricole, la zone urbaine avec 152 individus et à la dernière position vient le sol forestier avec 100 individus. Le nombre d'individus des différentes espèces est variable d'un sol à l'autre. Les espèces retrouvées en grand nombre dans les différents sites sont : les Fourmis, les Vers de terre, les Coléoptères adultes et les Isopodes. Les valeurs de l'équitabilité montrent des valeurs faibles dans les trois types de sol.

Mots clés : Biodiversité, Macrofaune, qualité biologique, sol.

Année Universitaire : 2020/2021