

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

Université Saad Dahlab Blida 01

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département de Biotechnologies et Agro-Ecologie



Mémoire de fin d'étude

En vue de l'obtention du diplôme de Master Académique

Option : Agro-Environnement et Bioindicateur

Thème

Quantification des lombrics des sols cultivés

Présenté par :

Mlle BOUTIRDJINE Chirine

Soutenu le : 15 Juillet 2021

Présidente	Dr. OUANIGHI H.	MAA	Univ. Blida 1
Examinatrice :	Dr. DJENNAS.K	MCB	Univ. Blida 1
Promotrice :	Dr. LEMTI S.	MCB	Univ. Blida 1

Année Universitaire : 2020/2021

Remerciement

Avant toute chose, je remercie tout particulièrement Madame LEMITI S. Maître de conférences classe B au département de Biotechnologies, Faculté des sciences de la nature et de la vie à l'université de Saad Dahleb (Blida 1), pour son encadrement, ses précieux conseils, ainsi que ses encouragements qui m'ont permis de réaliser ce travail, pour sa gentillesse, sa modestie et pour l'intérêt bienveillant manifesté pour mon travail, il s'agit pour moi d'un immense honneur de travailler avec elle.

Je remercie bien vivement Madame OUANIGHI H., Maître Assistant classe A au département de Biotechnologies, Faculté des sciences de la nature et de la vie à l'université de Saad Dahleb (Blida 1), pour l'honneur qu'elle me fait en présidant le jury de mémoire de Master académique, pour sa bienveillance et pour ses encouragements.

Mes remerciements vont également à Madame DJIENNAS K., Maitres de conférences classe B au département de Biotechnologies, Faculté des sciences de la nature et de la vie à l'université de Saad Dahleb (Blida 1), pour avoir accepté d'examiner mon travail, pour sa sympathie et sa gentillesse.

La responsable de la station expérimentale et son équipe du département de Biotechnologies de l'université de Saad Dahleb (Blida 1)

La responsable du laboratoire de Taxonomie animale du Bloc C (Vétérinaire) Mme ZIRIRI F.Z. et ses collègues pour leurs aides et conseils dans mon expérimentation.

La responsable du laboratoire de phytopharmacie du département de Biotechnologies, Faculté des sciences de la nature et de la vie à l'université de Saad Dahleb (Blida 1), pour son soutien.

Je tiens à remercier également Ammi Youcef de la serre expérimentale du département de Biotechnologies, Faculté des sciences de la nature et de la vie à l'université de Saad Dahleb (Blida 1),

Et mon très agréable remerciement et ma profonde gratitude à mon collègue AROUDJ M. pour son aide et son soutien et sa disponibilité. Et à toutes les personnes qui m'ont témoigné de près ou de loin pour leur aide, soutien et encouragement tout au long de la réalisation de ce travail.

DEDICACE



Dédicaces

Je dédie ce travail à mes chers parents pour leur aide et encouragement tout au long de la réalisation de ce mémoire

A ma très chère grande mère Fatma zohra et ma tante
KAINOU Rabia

Mon frère : *Salim*

Mes sœurs ; *Aya, Bouchra, Asaa et Malak*

Pour leur soutien

A toute la famille **BOUTIRDJINE** et la famille **KAINOU**

A mes amies : *Lamia et Nouara*

Et à toute la promotion de post graduation 2020/2021 de la
spécialité Agroenvironnement et Bio-indicateur

Pour leur précieuse aide

Avec toute mon affection et ma reconnaissance

CHIRINE

Résumé

RÉSUMÉ

Quantification des lombrics des sols cultivés

Les lombrics sont des bio-indicateurs de la qualité des sols vue leurs importances dans la décomposition et le recyclage de la matière organique, ils sont appelés des ingénieurs de sol. L'objectif de notre travail est d'étudier la quantification des lombrics d'un sol cultivé au niveau de la station expérimentale du département de Biotechnologie de l'université de Blida 1.

L'inventaire des populations des lombrics collectées dans la station d'étude, nous a permis de trouver un nombre de 14 espèces, présentant des valeurs de poids fluctuant entre 0,22 g et 0,66 g avec un poids moyen de l'ordre de 0,40 g par individu. La moyenne des longueurs est de l'ordre de 6,64 cm par espèces avec des fluctuations entre 4,30 cm et 9,70 cm par espèces. Quant à la coloration observée, la couleur marron domine les autres couleurs avec 57,14 %. Les analyses statistiques montrent une corrélation entre les poids et les longueurs mesurés des individus inventoriés, cela illustrent la présence de deux catégories de lombrics : la première avec des poids et des longueurs faibles et la seconde caractérisée par des poids et des longueurs plus importants. Ces paramètres morphologiques qui caractérisent les catégories déterminées peuvent aider dans l'identification des espèces de lombrics en ajoutant le paramètre de la couleur des spécimens recensés.

Mots-clés : Lombrics, Sol cultivé, Paramètres morphologiques, station expérimentale de l'université de Blida 1.

ABSTRACT

Quantification of earthworms in cultivated soils

The Earthworms are bio-indicators of soil quality given their importance in the decomposition and recycling of organic matter, they are called soil engineers. The main of our work is to study the quantification of earthworms from cultivated soil at the experimental station of the Department of Biotechnology of the University of Blida 1.

The inventory of earthworm populations collected in the study station, allowed us to find a number of 14 species, have weight values fluctuate between 0.22 g and 0.66 g with an average weight of about 0.40 g per species. The average length is of the order of 6.64 cm per species with fluctuations between 4.30 cm and 9.70 cm per species. As for the coloring observed, the color brown dominates the other colors with 57.14%. As for the coloring observed, the color brown dominates the other colors with 57.14%. Statistical analyses show a correlation between the weights and measured lengths of the individuals inventoried, this illustrates the presence of two categories of earthworms: the first with low weights and lengths and the second characterized by larger weights and lengths. These morphological parameters that characterize the determined categories can help in the identification of earthworm species by adding the parameter of the color of the specimens identified.

Keywords: Earthworms, Cultivated soil, Morphological parameters, experimental station of the University of Blida 1.

ملخص

تحديد كمية ديدان الأرض في التربة المزروعة

تعتبر ديدان الأرض مؤشرات بيولوجية لجودة التربة بسبب أهميتها في تحلل وإعادة تدوير المواد العضوية ، ويطلق عليها مهندسي التربة. الهدف من عملنا هو دراسة القياس الكمي لديدان الأرض في التربة المزروعة في المحطة التجريبية لقسم التكنولوجيا الحيوية في جامعة البلدية 1

جرد و إحصاء مجموعات دودة الأرض التي تم جمعها في محطة الدراسة، سمح لنا للعثور على عدد من 14 نوعا ، وقيم الوزن تتقلب بين 0.22 غرام و 0.66 غرام مع متوسط وزن حوالي 0.40 غرام للنوع الواحد. متوسط الطول هو 6.64 سم للفرد الواحد مع تقلبات بين 4.30 سم و 9.70 سم للنوع الواحد. أما بالنسبة للتلوين لوحظ، أنه اللون البني هو الذي يهيمن على الألوان الأخرى بنسبة قدرت ب 57.14%. بينت لنا التحليلات الإحصائية وجود علاقة بين الأوزان والأطوال المقاسة للأصناف الذين قد تم إحصائهم، مما يدل على وجود فئتين من ديدان الأرض: الأولى ذات الأوزان والأطوال المنخفضة والثانية تتميز بأوزان وأطوال أكبر. نشير الى أن لهذه المعايير المورفولوجية التي تميز الفئات المحددة أن تساعد في تحديد أنواع دودة الأرض وذلك بإضافة معلومات تخص تحديد العينات المراد تحديد نوعيتها وصنفها.

الكلمات المفتاحية: ديدان الأرض، التربة المزروعة، المعايير المورفولوجية، المحطة التجريبية

لجامعة البلدية 1

Table des matières

Liste des figures

Liste des tableaux

Table des matières

REMERCIEMENT

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES FIGURES

INTRODUCTION 01

CHAPITRE 1 : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

1. Généralités sur les lombrics..... 04

1.1 Classification et biologie des lombrics 04

1.1.1 Systématique..... 04

1.1.2 Cycle de vie..... 05

1.1.3 longévité des lombrics..... 06

1.2 Répartition écologique des lombrics..... 06

1.2.1 les épigées..... 07

1.2.2 Les endogées..... 07

1.2.3 Les anéciques..... 07

1.3 Facteurs abiotiques 07

1.3.1 La température et l'humidité du sol..... 07

1.3.2 Type de sol et Ph..... 08

1.4 Importances écologiques des lombrics..... 08

1.5 Les menace sur les lombrics dans les sols cultivés..... 09

CHAPITRE 2 : MATERIEL ET METHODES

2.1. objectif..... 11

2.2. Présentation du site d'étude..... 11

2.2.1. Situation géographique de la station d'étude.....	11
2.2.2. Facteurs écologiques.....	12
2.2.2.1. Facteurs édaphiques.....	12
2.2.2.2. facteurs climatiques.....	13
a. Température.....	13
b. Précipitation.....	14
2.2.3. Synthèse climatique.....	14
a. Diagramme Ombrothermique de Gaussen.....	14
b. Climagramme d'Emberger.....	15
2.3. Matériel utilisées pour l'expérimentation	17
2.3.1. Méthodologie de travail	19
2.4 Analyses statistiques.....	20
CHAPITRE 3 : RESULTATS	
3.1. Caractéristiques morphologiques des vers de terre.....	22
3.2. Relation entre le poids et la longueur des vers de terre inventoriés.....	25
CHAPITRE 4 : DISCUSSION	
4. Discussion sur la quantification des lombrics.....	28
CONCLUSION ET PERSPECTIVES.....	32
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	35

Liste des figures

Figure	Page
Fig 1 : Cycle de vie d'un ver de terre (Hipp, 2005).	05
Fig 2 : Répartition écologique des vers de terre (Source : www.bioactualites.ch)	06
Fig 3 : la station expérimentale de l'Université de Blida 1	11
Fig 4 : Localisation de la station expérimentale de l'université Blida 1 (Google Earth ,2020)	12
Fig 5 : Le diagramme ombrothermique Bagnouls et Gausсен pour la région Blida (2020/2021)	15
Fig 6 : Climagramme pluviothermique d'Emberger de la région de Blida (2020/2021).	16
Fig. 7 : Matériel utilisé pour la quantification des lombrics	17
Fig 8 : étapes de la méthodologie de travail (original, 2021)	19
Fig 9 : variation des poids des vers des terres collectées au niveau de la station expérimental.	23
Fig10 : Variation de la longueur pour les vers de terre collectés au niveau de la station expérimentale	24
Fig. 11 : Variation morphologique des vers de terre collectés au niveau de la station expérimentale.	25
Fig 12 : Relation entre le poids el la longueur des vers de terre inventoriés	25
Fig. 13 : Comparaison entre le poids et la longueur des vers de terre inventoriés	26
Fig. 14 : Projection des résultats du poids et de la longueur des vers de terre inventoriés sur les deux axes de l'ACP	27

Liste des tableaux

Tableau 1: Températures moyenne mensuelle, maximale et minimale enregistrées dans la station expérimentale de l'Université Blida 1 durant la période d'étude (2020- 2021) Infoclimat.com.	13
Tableau 2: Valeurs pluviométriques mensuelles enregistrées dans la station expérimentale de l'Université Blida 1 durant la période d'étude (2020- 2021).	14
tableau 3 : Les caractéristiques de vers de terre collectés au niveau de la station d'étude	22

Introduction

INTRODUCTION

Le sol constitue un milieu particulièrement favorable à la vie ; permettant le développement d'une grande diversité d'organismes (Diehl, 1975). Lavelle et Spain (2001) soulignent l'existence de quatre catégories de la faune du sol. Ils s'agit de la microflore, la microfaune, la mésofaune et la macrofaune.

L'un des compartiments les plus importants, indicateur par excellence de la richesse biologique des écosystèmes, il a de nombreuses fonctions naturelles, en interaction directe avec les autres compartiments de l'écosphère, de la faune et de la flore qui y habite et prospère. Il est à la fois un support pour les êtres vivants, un réservoir de matières organiques et minérales, un régulateur des échanges et des flux dans l'écosystème, un lieu de transformation de la matière organique, et un système épurateur de substances toxiques (Gobat *et al.*, 2003). En plus des racines des plantes et de la microflore, le sol abrite de nombreux représentants de la faune. Appelée pédofaune, cette communauté rassemble les organismes présents de manière permanente ou temporaire dans le sol, à sa surface, ou dans les annexes (bois mort, sous les pierres,...). Elle est représentée par de nombreux taxons comprenant eux même des centaines voire des milliers d'espèces (Bachelier, 1978)

Les vers de terre font partie des dernières catégories ; ils sont des composants clés des écosystèmes de sols tempérés, où ils constituent la plus grande biomasse et contribuent au processus clé de décomposition (Aira *et al.*, 2007 ; 2016). Ces mêmes auteurs mentionnent que la décomposition biochimique de la matière organique est principalement réalisée par des micro-organismes, les vers de terre sont des facteurs essentiels du processus de décomposition.

Les vers de terres ont vu, son importance grandir grâce aux différents rôles qu'ils jouent dans l'économie, l'environnement, l'agronomie et la zootechnie. En effet, les multiples usages des vers de terres font de lui un atout important pour la gestion des déchets organique, la fertilisation des terres agricoles et l'alimentation animale (Coulibaly *et al.*, 2014 ; Temgoua *et al.*, 2014).

Plusieurs auteurs se sont intéressés aux interactions vers de terre et sol, car ils sont des modèles d'étude intéressants. Parmi ceux qui ont travaillé sur les

lombrics dans le monde, on peut citer les travaux de Boché (1972), Brown *et al* (1999) , Wenz(2008)et marie Vauthier (2012) en France. Parallèlement en Algérie, nous citons les travaux de Bouchachia *et al.* , 2014 ; 2016 à Blida, Guessmia (2019) à Biskra et Medjri *et al.*,(2019) à Bouira.

L'objectif de notre travail est l'étude de la quantification des lombrics des sols cultivés dans la station expérimentale de l'Université de Blida 1.

Le présent travail s'articule ainsi autour de quatre parties. Un premier chapitre synthétisant la bibliographie spécialisée sur les lombrics. Le second chapitre est consacré au site d'étude, aux aspects méthodologiques et au matériel utilisé pour réaliser les essais expérimentaux nécessaires et atteindre les objectifs escomptés. Les résultats obtenus ont été analysés dans un troisième chapitre, détaillant qualitativement et quantitativement les différents paramètres obtenus. Cette contribution scientifique est clôturée par une discussion, des résultats obtenus, en essayant au mieux des analogies et comparaisons avec la littérature scientifique existante, la plus rapprochée possible. Enfin, nous clôturons ce travail par une conclusion et perspectives.

CHAPITRE 1

SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

1- Généralités sur les lombrics

Les lombrics sont appelés les vers de terre. Ils représentent une composante majeure de la macrofaune du sol dans la plupart des écosystèmes terrestres. En 1994, plus de 3600 espèces de vers de terre, réparties en 15 familles, avaient été recensées dans le monde, auxquelles s'ajoutent plus de 60 nouvelles espèces chaque année. Ils jouent un rôle important dans leur environnement grâce à différents mécanismes physico-chimiques et biologiques, permettant d'améliorer la fertilité et de préserver la structure du sol (Lavelle et *al.*, 1997). Ainsi, en affectant les propriétés physiques et chimiques du sol, ils modifient le biotope des communautés microbiennes (Lavelle et Gilot, 1994 ; Lavelle et *al.*, 1997 in Huynh, 2009).

1.1 Classification et biologie des lombrics

1.1.1 Systématique

Selon Römboke et *al.*, (2005) les lombrics sont des Eumétazoaires, Bilatériens, Protostomiens, Lophotrochozoaires, Eutrochozoaires, Spiraliens. Ils présentent la systématique suivante :

Règne : Animalia

Embranchement : Annelida

Classe : Clitellata

Sous classe : Oligochaeta

Ordre : Haplotaxida

Sous ordre : Lumbricina

Super-famille : Lumbricoidea

Famille: Lumbricidae

Appartenant à l'embranchement des annélides, et la sous classe des oligochètes, Michaelsen en 1900, divise cette catégorie en onze familles contenant environ 152 genres et 1200 espèces. Jusqu'à aujourd'hui, les différentes divisions ont été remaniées mais le nombre d'espèce de la sous classe des lombrics est estimé à 10 000 dans le monde (Anonyme, 2015).

1.1.2 Cycle de vie

Les vers de terre sont des organismes hermaphrodites (Jamieson, 2004). Dès que les conditions seront défavorables un échange de spermatozoïdes a lieu lors d'un Accouplement, qui se produit généralement à la surface du sol. Quelques jours après le Clitellum (partie renflée formant une bague sur le corps d'un ver de terre adulte) glisse le long de la partie antérieure du ver et le cocon, encore appelé œuf ou zygote, contenant des gamètes mâles et femelles, est émis dans le sol sous forme d'une capsule fermée aux deux extrémités (Edwards et Bohlen, 1996). Ce même auteur note qu'en période défavorable comme la sécheresse ou une modification de la température, les cocons sont résistants. Ces formes résistantes sont beaucoup plus affectées par le dessèchement du sol, qui de leur part provoque la déshydratation du cocon et par conséquent retarder le développement embryonnaire (Evans et Guild, 1948 ; Gerard, 1967 in Pelosi, 2008) (Fig.1).

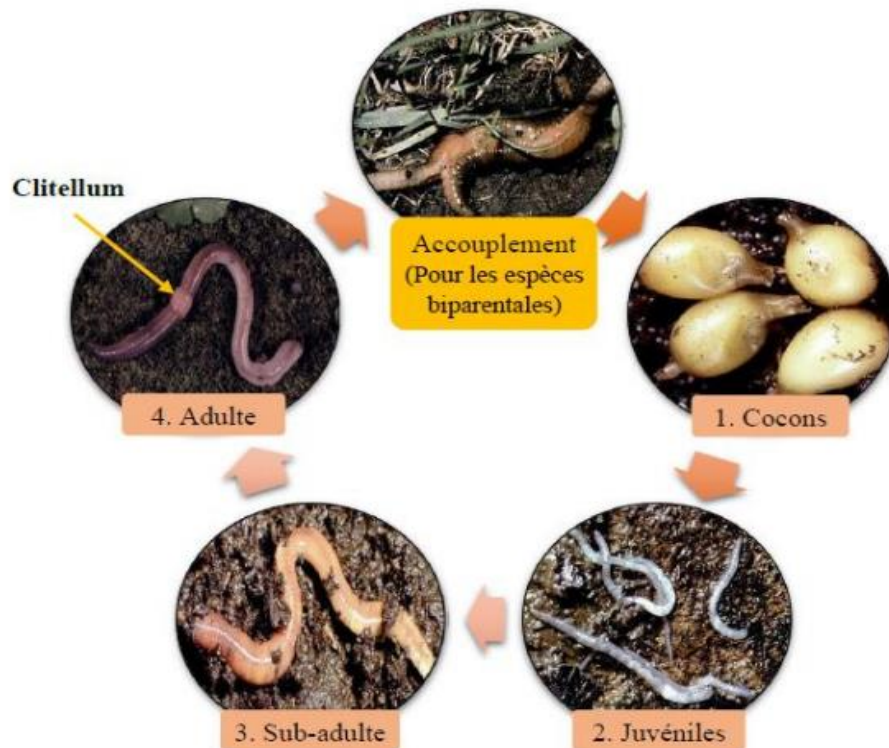


Fig. 1 : Cycle de vie d'un ver de terre (Hipp, 2005).

1.1.3 Longévité des lombrics

Les vers de terre ont une durée de vie dépendante de l'espèce, de leur biotope et des conditions dans lesquelles ils vivent. Les stratégies d'allocation de l'énergie varient entre les types « r » et « k ». La stratégie de type « r » concerne les espèces à durée de vie courte (plusieurs mois) donc plus spécifiquement les épigés, qui allouent tout d'abord leur énergie à la reproduction et à la croissance. A l'inverse, la stratégie « k », principalement les endogés et les anéciques, privilégient la survie à la reproduction et à la croissance car ils ont une durée de vie plus longue (jusqu'à 10 ans) (Bazri, 2015).

1.2 Répartition écologique des lombrics

Les principaux critères suivis pour classer les lombrics sont les suivants : l'habitat, le fonctionnement et l'intérêt de ces organismes dans son milieu (Edwards et Bohlen, 1996 ; Myser, 2007 ; Sherameti et Varma, 2015 et Kiyasudeen et *al.*, 2016). Bouché (1977) mentionnent que les vers de terre ont été classés sur la base de leurs stratégies d'alimentation et de fouissage, en trois catégories écologiques.

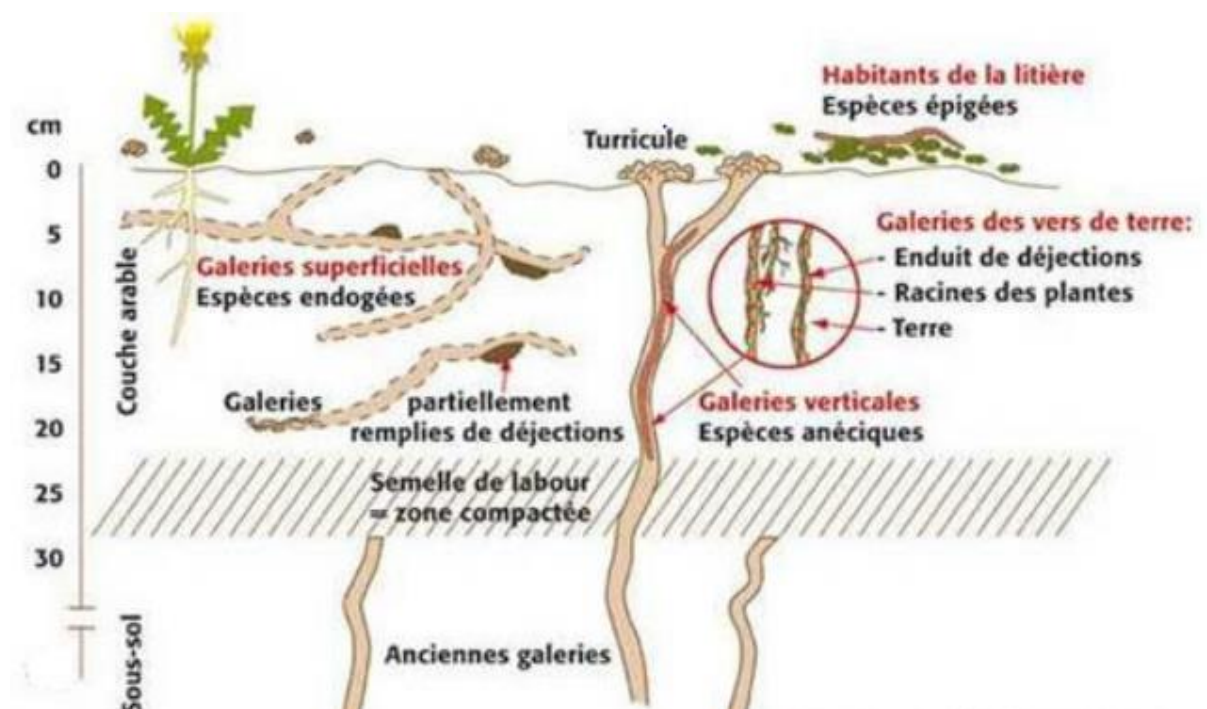


Fig.2 : Répartition écologique des vers de terre (Source: www.bioactualites.ch)

1.2.1 Les épigées

Les vers épigés vivent en surface, dans la litière. Ils ne sont donc visibles que dans les sols avec une couche de matière organique déposée en surface. Ce sont des petits vers (2 à 8 cm), très vifs et de couleur rouge sombre ou vineux.

1.2.2 Les endogées

Menard (2005) note que les espèces de cette catégorie vivent essentiellement dans les trente premiers centimètres du sol. Les vers endogés sont de taille moyenne (5 à 15 cm) et se déplacent horizontalement par des galeries très ramifiées. Ils n'ont pas de pigmentation cutanée ce qui rend leurs organes internes visibles par transparence (rosâtre, jaunâtre à grisâtre...).

1.2.3 Les anéciques

Les vers anéciques sont les plus grands vers de terre (15 à 20 cm en France). Ils se déplacent en creusant des « terriers » verticaux permanentes verticales à subverticales et ouvertes en surface, qui permet à l'eau de s'infiltrer. Ils sont généralement de couleur rouge sombre à brun. La face ventrale est généralement plus claire et la tête plus foncée que la queue. (Fig.2)

1.3 Facteurs abiotique

Les communautés de vers de terre peuvent être décrites en termes de nombre, de biomasse, de composition et de diversité d'espèces. Ces composants des communautés de vers de terre sont régulés par une combinaison de facteurs abiotiques (Singh et *al.*, 2016).

1.3.1 La température et l'humidité du sol

D'après Edwards (2004) la température est un facteur de première importance car elle influence la rapidité de développement des vers de terre ainsi leur activités. La température optimale pour les espèces tempérées comprise entre 10 et 20 °C et entre 20 et 30 °C pour les espèces tropicales et subtropicales et quelques espèces peuvent tolérer des températures inférieures à 0 °C.

Evans et Guild (1948) déclarent que la production de cocons par les lombrics devient quatre fois plus importante quand la température s'élève de 6" à 16°C.

Les lombrics sont des organismes qui constituent 80 à 85 % d'eau, Ils recherchent l'humidité et craignent la sécheresse. Leur nombre augmentent avec l'augmentation de la teneur en humidité du sol (Bachelier, 1978 ; Edwards, 2004).

1.3.2 Type de sol et pH

Ces organismes sont plus abondants dans les sols limoneux, argilo-limoneux et argilo-sableux que dans les sables, les graviers et les argiles (Guild, 1948). Ils sont généralement absents dans des sols très acides (pH < 3.5) et sont peu nombreux dans les sols à pH < 4.5 (Curry, 1998). Chaque espèce a son optimum en pH (Edwards et Bohlen, 1996).

1.4 Importances écologiques des lombrics

Les organismes du sol jouent un rôle crucial dans l'écosystème et constituent le principal moteur responsable de la dégradation de la matière organique, du cycle des éléments nutritifs et de la stabilité structurelle du sol (Garcia, 2004).

Les vers de terresurnommés « les ingénieurs du sol », jouent un rôle important dans leur environnement grâce à différents mécanismes physico-chimiques et biologiques, permettant d'améliorer la fertilité et de préserver la structure du sol, infiltration et rétention de l'eau de pluie, fertilité chimique, agrégation et structuration, stockage du carbone par l'enfouissement de la matière organique, etc.

Lavelle et *al.*, (1997), Tondoh et *al.*, (2006) et Frund et *al.*, (2010) déclarent que les vers de terre peuvent indiquer la qualité du sol par l'abondance et la composition spécifique, sur un site particulier, le comportement de chaque vers de terre en contact avec un substrat du sol (préférence / évitement / activité), l'accumulation des produits chimiques du sol dans leur corps, et les bio-marqueurs biochimiques / cytologiques du stress chez le ver de terre. Ils fournissent les fonctions clés du sol qui favorisent de nombreux services écosystémiques positifs. Ces services sont importants pour la durabilité des agroécosystèmes,

mais peut être dégradé par des pratiques culturales de l'homme (Sánchez-Bayo et *al.*, 2011).

1.5 Les menaces sur les lombrics dans les sols cultivés

Les pesticides ont longtemps été utilisés en agriculture pour lutter contre les parasites et les maladies des plantes. Cependant, de nombreux produits phytopharmaceutiques sont également toxiques pour les espèces bénéfiques et peuvent avoir des effets négatifs sur les fonctions du sol (Garcia, 2004).

Pelosi et *al.* (2014) signalent que les vers de terre sont affectés par les pesticides dans tous les niveaux d'organisation. Par exemple, ils perturbent les activités enzymatiques, augmentent la mortalité individuelle, diminuent la fécondité et la croissance, changent les comportements individuels tels que l'alimentation et diminuent la biomasse et la densité globale de la communauté lombrics. L'usage de glyphosate a un faible effet à court terme sur les vers de terre, mais important sur les champignons mycorhiziens et sur l'interaction entre champignons et lombrics (Zaller et *al.* 2014).

Les pratiques agricoles dans les expériences de terrain à long terme influencent les vers de terre directement ou indirectement. Souvent, une certaine pratique produit plus d'un effet, dont le labour est le travail et le retournement du sol. Il diminue à la fois l'abondance et la diversité de vers de terre. Le labour, d'une part, détruit directement les populations de vers de terre (destruction mécanique), et d'autre part joue sur leur habitat (destruction des galeries) et leurs ressources trophiques (enfouissement de la matière organique dans le sol) l'autre affectant l'environnement physicochimique du sol (application de pesticides). Ces effets sont généralement difficiles à dissocier pour identifier la raison exacte du déclin ou de l'augmentation d'une population (Lofsholmin, 1983).

Parmi les menaces sur les vers de terre aussi les prédateurs et les parasites des vers ;selon Bachelier (1978), les vers de terre sont très appréciés par des taupes et des musaraignes qui contribuent grandement à la diminution de leurs populations et même les Chilopodes et les Staphylins participent dans leur régression. Les grenouilles, certaines limaces (*Testacella*) et surtout les oiseaux qui s'attaquent essentiellement aux vers de terre de surface.

CHAPITRE 2

MATERIEL ET METHODES

2.1. Objectif

Le but de notre travail est d'étudier la quantification des lombrics d'un sol cultivé au niveau de la station expérimentale du département de Biotechnologie de l'université de Blida 1

2.2. Présentation du site d'étude

Les prélèvements des vers de terre ont été effectués durant la période de printemps au niveau des terrains des cultures céréales de la station expérimentale du département de biotechnologie de l'Université de Blida 1 (Fig. 3).



Fig. 3 : La station expérimentale de l'Université de Blida 1

2.2.1. Situation géographique de la station d'étude

La station expérimentale de l'université de Blida 1, est située au centre de la plaine de la Mitidja, au Nord de l'Atlas Blidéen (Fig. 4). Elle est limitée au Nord par la commune de Béni Mered, à l'Est par la commune de Somaà, à l'Ouest par la commune d'OuledYaiche et au Sud par la commune de Sidi Aissa. Les coordonnées géographiques du site expérimental, sont de 36° 31 6 Net 2°54 19 E avec une altitude de 151 m (Google Earth, 2020).

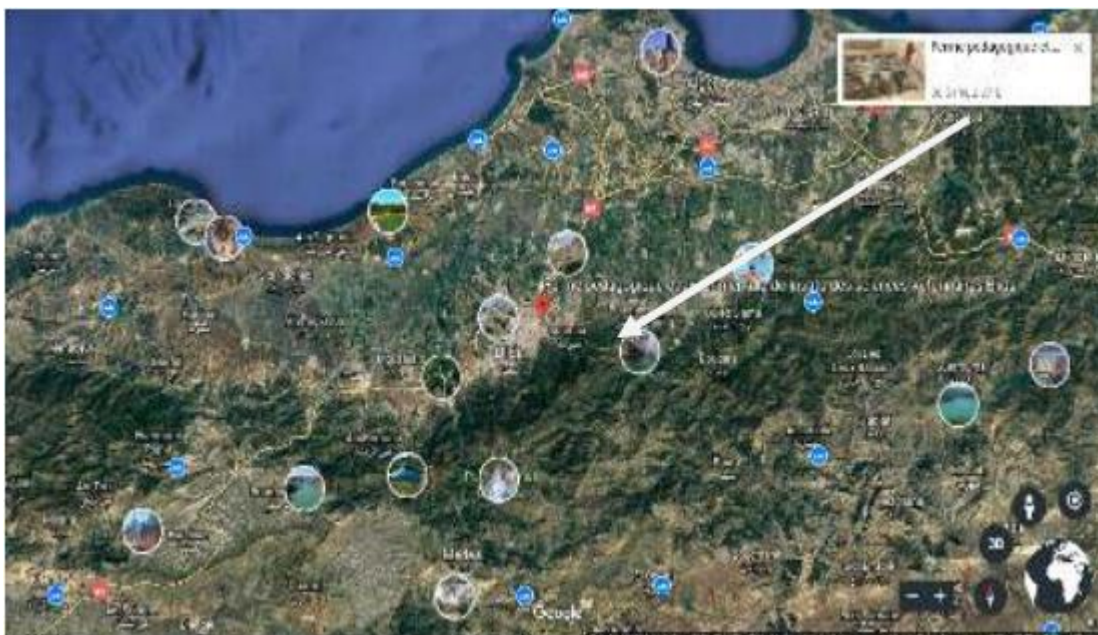


Fig. 4 : Localisation de la station expérimentale de l'université Blida 1
(Google Earth ,2020)

2.2.2. Facteurs écologiques

Tout organisme est soumis dans le milieu où il vit aux actions simultanées d'agent climatique, édaphique, chimique ou biotique (Dajoz, 1985). Les facteurs édapho-climatiques sont présentées dans les deux parties suivantes :

2.2.2.1. Facteurs édaphiques

Les facteurs édaphiques comprennent toutes les propriétés physiques et chimiques du sol qui ont une action écologique sur les êtres vivants (Dreux, 1980). D'après les travaux réalisés par Ait Ouarabe (2000) et Amrouche (2000), In Bouyacoub(2018) ; sur les paramètres physico-chimiques des différentes parcelles de la station expérimentale, ils ressortent que la texture est équilibrée à limoneuse dans presque tous horizons. Le taux d'argile varie d'un horizon à un autre de 10,27 à 24,4% ; alors que le taux de sable, varie entre 20,77 et 44,53% ce qui donne un sol poreux et perméable. La structure, est polyédrique moyennement développée et dépourvue de calcaire. D'un autre côté, La teneur en matière organique est moyenne ; elle est relativement élevée en surface et faible

en profondeur. Quant aux teneurs les plus élevée se trouvent dans les surfaces qui contiennent plus de végétations.

2.2.2.2 Facteurs climatiques

Le climat est l'ensemble des phénomènes qui caractérisent l'atmosphère, ses fluctuations provoquent d'une année à l'autre des variations qui augmentent ou diminuent les rendements des cultures. Néanmoins, son action s'exerce sur toutes les phases du développement de ces dernières. La température représente un facteur limitant de toute première importance, car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition de la totalité des espèces et des communautés d'êtres vivants dans la biosphère (Dajoz, 1985)

Dajoz (1971) note aussi que la classification écologique des climats est effectuée en basant essentiellement sur l'utilisation des facteurs les plus importants, qui sont les températures et les précipitations. Cependant, les caractères d'un climat résultent de la combinaison de composantes telles que la température, les précipitations, le vent et l'humidité relative (Ramade, 1984).

a. Température

Ramade (2009) déclare que la température est considérée comme un facteur écologique important. De ce fait, elle agit directement sur la bio-écologie des plusieurs espèces que ce soit animal ou végétale. Les différentes des températures enregistrées des années 2002-2006 sont présentées dans le tableau 1.

Tableau 1: Températures moyennes mensuelles minimales et maximales de la station expérimentale de l'Université Blida 1 (2002- 2006)

Mois	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
M	18,5	20	22,9	25,7	27,9	33,5	34,6	35,6	32,3	28,9	22,9	18,5
m	1,3	2,4	6,3	7	11,9	16,6	18,8	16,3	15,4	13,9	7,5	6
M+m/2	9,9	11,2	14,6	16,4	19,9	25,1	26,7	26	23,9	21,4	15,2	12,3

m : La moyenne minimal de mois le plus froid en °C.

Info.climat.com

M : La moyenne maximal de mois le plus chaud en °C.

(M + m) / 2 : La moyenne mensuelle des températures en °C.

Les moyennes mensuelles de température (Tableau 1) entre 2002-2006 varient de 9,9 °C à 12,3 °C pendant la période hivernale, tandis que celles de la période estivale varient entre 23,9 °C et 26,7 °C. nous mentionnons que le mois le plus chaud et celui de aout soit 35,6 °C alors que janvier est le mois le plus froide avec 1,3 °C.

b. Précipitation

Comme d'autres facteurs climatiques, la pluviométrie influence en premier lieu la flore et également le comportement alimentaire et reproducteurs et la biologie des espèces animales (Mutin, 1977). Les valeurs des précipitations recueillies dans la station d'étude sont collectées dans le tableau 2.

Tableau 2: Précipitations mensuelles de la station expérimentale de l'Université Blida 1 (2002- 2006)

Mois	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Annuelle
P (mm)	99	92,9	53,3	49,9	57,8	3,5	1,5	11,1	9,4	36,3	92,3	128,9	636,5

P (mm) : Précipitations mensuelles.

Le tableau 2, ci-dessus, illustre une irrégularité des précipitations tout au long de l'année qui peut influencer la flore et la faune sur place. Ceci est bien indiqué par des précipitations avoisinant les 128,9 mm pour le mois de Décembre comme maximum, alors que le minimum des précipitations est enregistré en été, au cours du mois de juillet, avec seulement 1.5 mm.

2.2.3. Synthèse climatique

a. Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gausсен

Selon Bagnouls et Gausсен (1953), le mois sec est défini par la somme des précipitations moyennes exprimée en (mm), est inférieure au double de la température de ce mois ($P/2T$), exprimé par le Diagramme ombrothermique sur lequel sont juxtaposées les précipitations et les températures. Le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен révèle la présence de deux périodes contrastées. Une période froide correspondant à la saison pluvieuse et une

période sèche correspondant à la saison chaude. La période froide est assez longue, débute à la mi-octobre et se prolonge jusqu'à fin mai, alors que la période sèche s'étale de fin mai jusqu'à la mi-octobre entre 2002-2006 (Fig. 5)

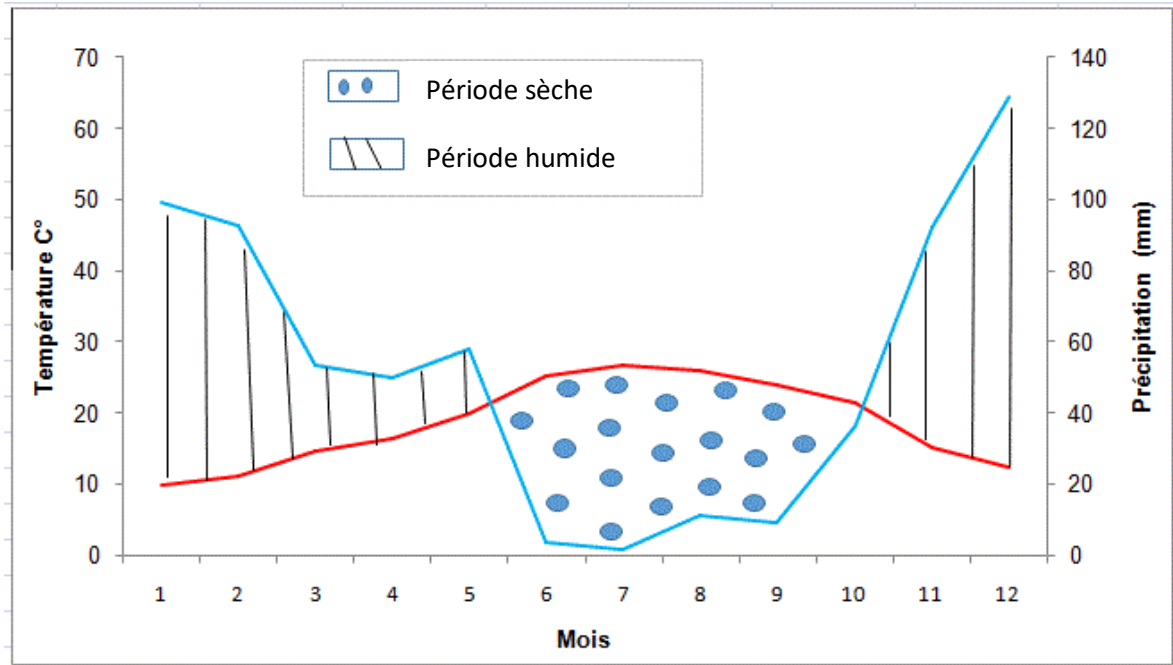


Fig. 5: Le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen pour la région Blida (2002-2006)

b. Climagramme d'Emberger

Le quotient pluviométrique d'Emberger permet de classer une région donnée dans l'un des étages bioclimatique qui lui correspond en se basant sur les températures et les précipitations de cette dernière (Dajoz, 1971). Selon Emberger (1971), ce quotient confirme la sécheresse d'un territoire et d'une manière générale exprime la résultante utile du climat pour la végétation. Il s'exprime selon la formule de Stewart suivante :

$$Q2 = 3.43 \times \frac{P}{(M - m)}$$

Q2 : quotient pluviométrique d'Emberger.

m : La moyenne minimal de mois le plus froid en °C.

M : La moyenne maximal de mois le plus chaud en °C.

P (mm) : Précipitations annuelles.

La température moyenne minimale du mois le plus froid (9.9 °C), placée en abscisses et la valeur du coefficient pluviométrique Q2 placée en ordonnées, donnent la localisation de la station météorologique choisie dans le Climagramme d'Emberger. La valeur de Q2 calculée à partir d'une synthèse des années (2002-2006) est de 129,72, ce qui permet de classer notre zone d'étude dans l'étage bioclimatique subhumide à hiver chaud. (Fig. 6)

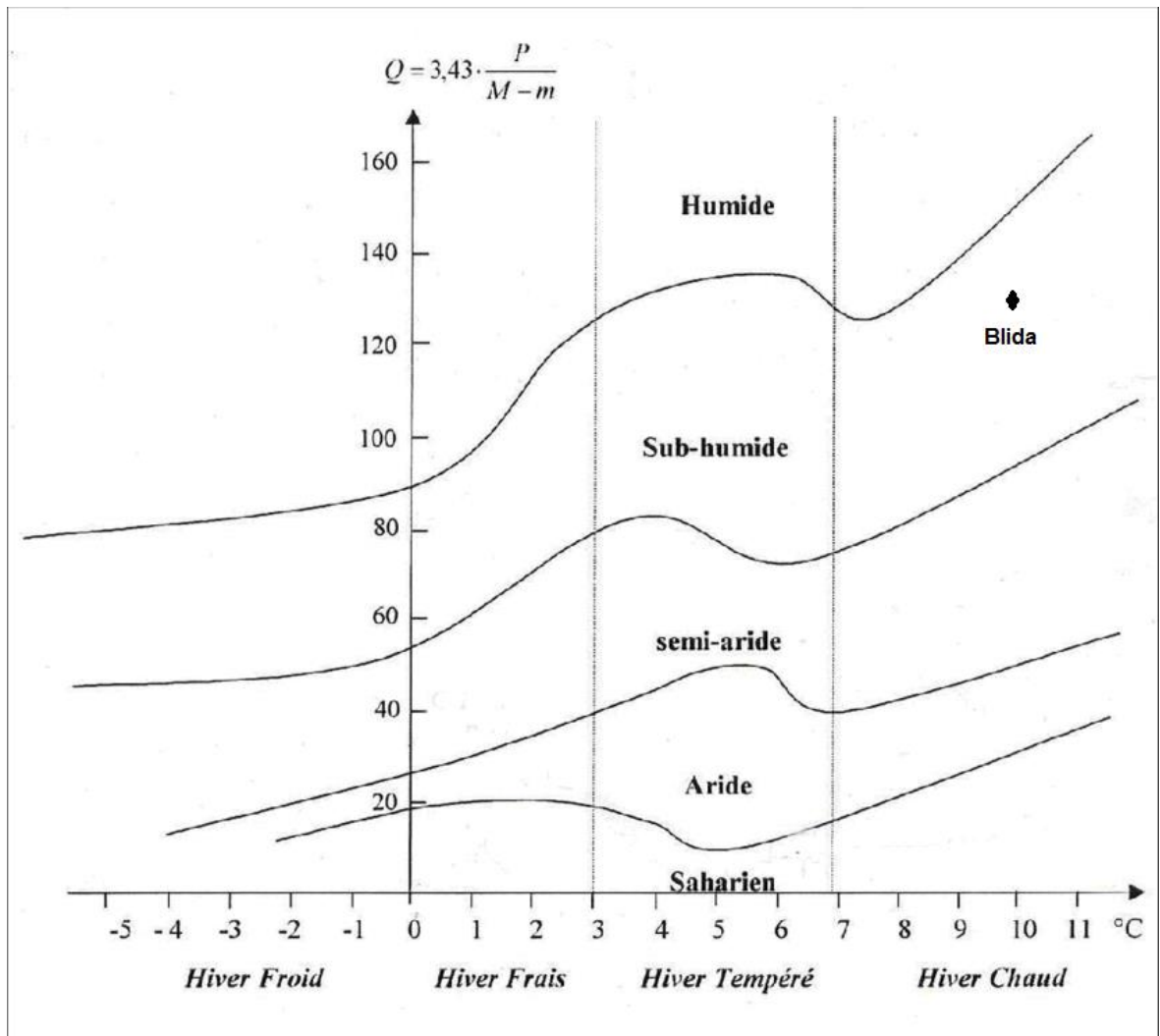


Fig. 6: Climagramme pluviométrique d'Emberger de la région de Blida (2002-2006)

2.3. Matériel utilisées pour l'expérimentation

Le matériel utilisé sur le terrain et au laboratoire est le suivant : (Fig. 7)

04 piquets	Ficelle
Mètre ruban	Bassine
Gants jetables	Arrosoir de 10 L
Rampe d'arrosage	Règle
Moutard forte commerciale	Balance de précision
Pince plate	Feuilles de terrain
Appareil photo	Pelle (Pioche)
Poudre de Talc	Boite de pétrie



Fig. 7 : Matériel utilisé pour la quantification des lombrics

2.3.1. Méthodologie de travail

Pour le prélèvement des lombrics trouvés dans le sol cultivé par les poacées, un protocole bien organisé est utilisé. En suivant les différentes étapes suivantes :

1. Positionner en ligne deux zones d'échantillonnage de 1 m² espacées deux à deux de 6 mètres sur une surface homogène et représentative de la parcelle (hors passage de roue et sur une surface plane si possible),
2. Désherber la végétation et enlever juste avant de faire le prélèvement (sur la surface et environ 10 cm autour pour une meilleure visibilité).
3. Préparer la solution sur place : pour chaque arrosage, diluer 2 petits pots (300g) de moutarde forte commerciale dans un arrosoir de 10 L d'eau.
4. Pour chacune des deux zones d'1m² étudiées, appliquer à 15 minutes d'intervalle 2 épandages de moutarde diluée (ne pas hésiter à arroser plus large que le m²), de façon homogène sur toute la surface grâce à une rampe d'arrosage. Entre les deux épandages et environ un quart d'heure à la suite du deuxième, récolter seulement dans la zone délimitée les vers de terre qui remontent à la surface (précaution : bien attendre qu'ils soient complètement sortis de leurs galeries, si le ver est coupé en 2, prendre les morceaux). Les placer dans une bassine remplie d'eau (le rinçage évite la mort des individus). Si les individus continuent à sortir au bout d'un quart d'heure, retarder le deuxième arrosage et ramasser les vers en priorité.
5. Laver les vers, les étaler sur une surface de couleur claire (bâche par exemple). Compter les individus par groupe et transporter les au laboratoire pour les mesures du poids et la longueur et enfin reporter les résultats sur la feuille de terrain. (Fig. 8)

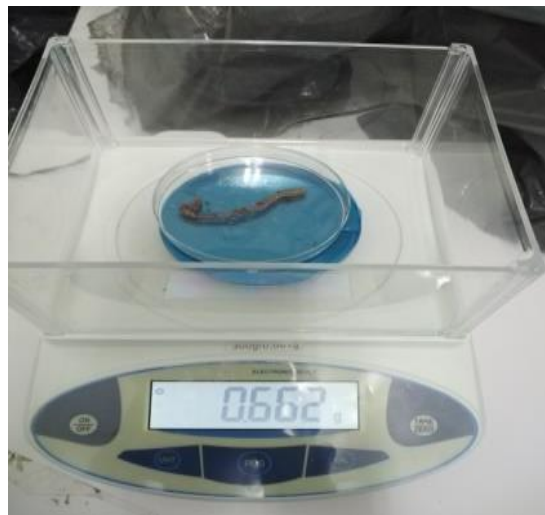


Fig. 8 : Etapes de la méthodologie de travail (Original, 2021)

2.4 Analyses statistiques

Les données obtenues sont analysés à travers les logiciels « **Past** » et « **EXCEL** ». Cette méthode permet de comparer les moyennes (de chaque paramètre), les résultats obtenus font l'objet des analyses statistiques pour évaluer la signification entre les poids et les longueurs des vers de terre qui vont être comparés par le test One WayAnova.

CHAPITRE 3

RESULTATS ET INTERPRETATION

Notre étude a fait l'objet d'une quantification des vers de terre d'un sol cultivé au niveau de la station expérimentale du département de Biotechnologie de l'université Saad Dahleb de Blida 1

3.1. Caractéristiques morphologiques des vers de terre

Les résultats de la quantification des vers de terre portant sur le poids, la longueur et la couleur des spécimens collectés durant la période du 05/04/2021 au 10/06/2021 sont présentés dans le tableau 3.

Tab. 3 : Les caractéristiques de vers de terre collectés au niveau de la station d'étude

Espèce	Poids (g)	Long (cm)	Couleur
Lomb 1	0,66	7,20	Marron
Lomb 2	0,31	5,90	Marron foncé
Lomb 3	0,54	9,70	Marron
Lomb 4	0,44	7,80	Rouge
Lomb 5	0,31	5,20	Rose
Lomb 6	0,62	6,60	Grise
Lomb 7	0,41	4,90	Marron
Lomb 8	0,30	6,50	Rose
Lomb 9	0,31	9,10	Marron
Lomb 10	0,39	9,20	Marron
Lomb 11	0,22	4,30	Marron
Lomb 12	0,32	5,60	Rouge
Lomb 13	0,41	5,20	Marron
Lomb 14	0,35	5,80	Marron
Moyenne	0,40 ± 0,13	6,64 ± 1,72	

Un nombre de 14 lombrics a été inventorié pour le présent travail (tab 3), où les valeurs de poids fluctuent entre 0,22 et 0,66 g avec un poids moyen de l'ordre

de 0,40 g par individu. Pour ce qui est du paramètre « longueur d'un individu », elle est en moyenne de 6,64 cm avec des fluctuations entre 4,30 cm et 9,70 cm par individu. Quant à la coloration observée, la couleur marron domine les autres couleurs avec un pourcentage de dominance de la couleur marron de 57,14 %.

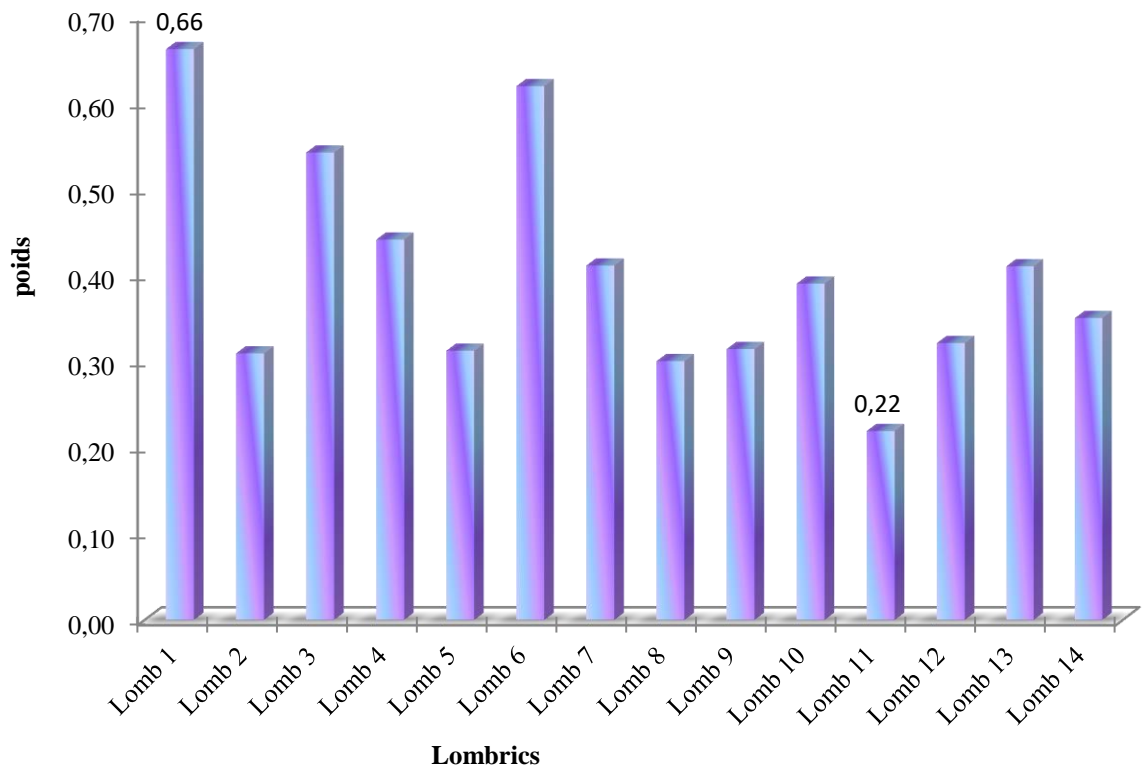


Fig.9 : Variation des poids des vers de terre collectés au niveau de la station expérimentale

La variation de poids des vers de terre collectés au niveau de notre station d'étude montre qu'il y a une fluctuation de poids des vers de terre avec un maximum de 0.66 g par individu et un minimum de 0.22 g par individu, ce qui peut influencer sur le regroupement de ces vers de terre en catégories pour leur classement. (Fig. 9)

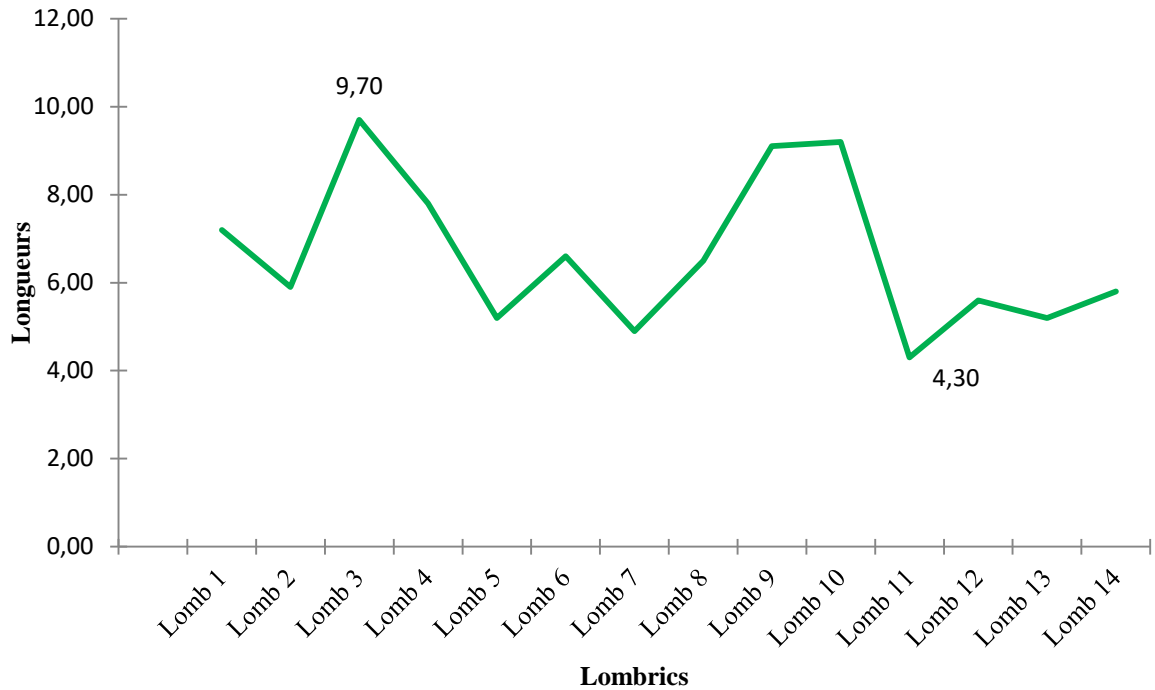


Fig. 10 : Variation de la longueur pour les vers de terre collectés au niveau de la station expérimentale

Les longueurs des vers de terre inventoriés au niveau de notre site d'étude montrent une variation de longueurs avec un maximum de 9,70 cm par individu et un minimum de 4,30 cm par individu. Ces variations sont couramment utilisées pour déterminer, quelques fois, des problèmes de définition des limites entre les catégories. (Fig. 10)

2. Relation entre le poids et la longueur des vers de terre inventoriés

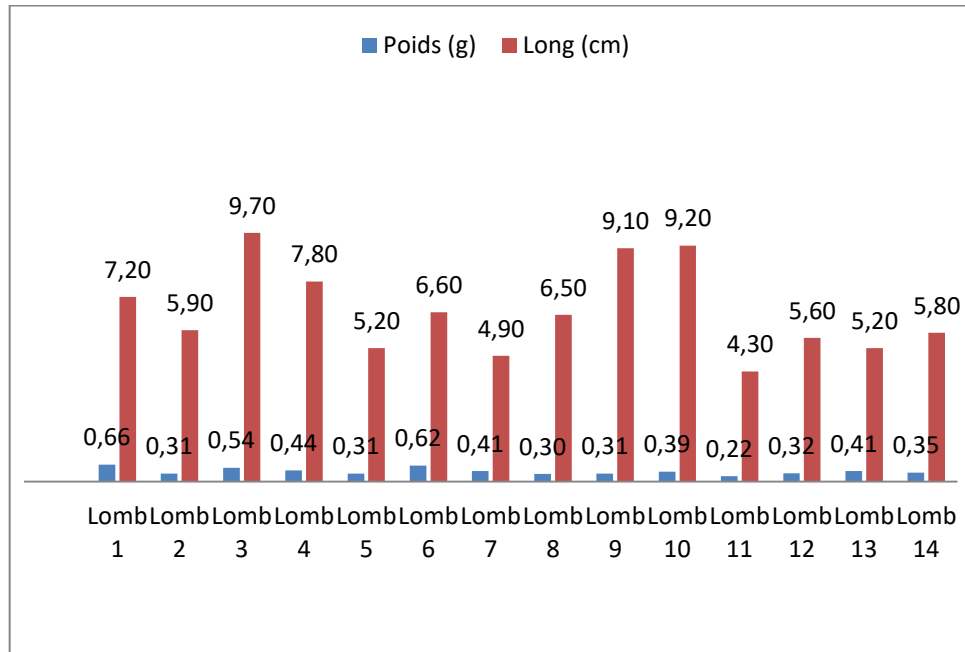


Fig. 11 : Variation morphologique des vers de terre collectés au niveau de la station expérimentale.

Les résultats indiqués dans la figure n° 11 montrent une relation de corrélation entre les poids et les longueurs des vers de terre inventoriés dans notre travail ; ce qui explique qu'à chaque fois que le poids augmente, la longueur est plus importante à l'exception des vers de terre 9 et 10 (Lomb 9, Lomb 10).

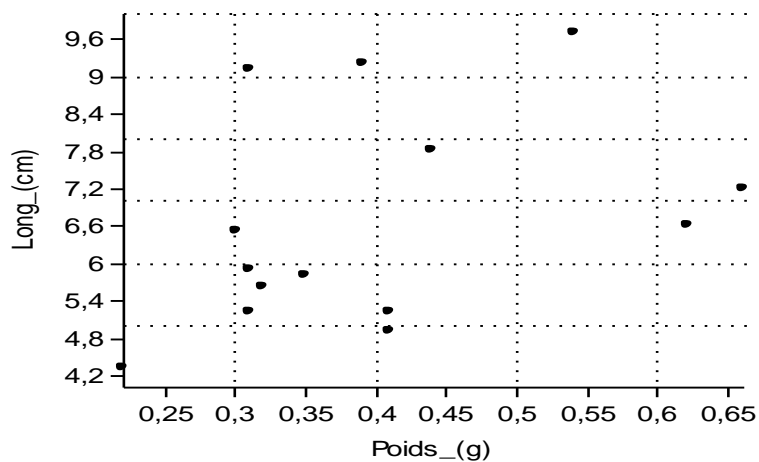


Fig. 12 : Relation entre le poids et la longueur des vers de terre inventoriés

La figure n° 12 montre la relation qui existe entre le poids et la longueur des vers de terre inventoriés dans notre étude et qui illustre la présence de deux catégories de vers de terre : le premier avec des poids et des longueurs faibles et le second par des poids et des longueurs plus importants. La confirmation de ces deux catégories est justifiée par le test statistique One-way Anova. EN matière de variance ($p=0,0001462$), on remarque qu'il n'existe pas une différence significative ($p<0.05$) dans la corrélation entre le poids et la longueur des vers de terre inventoriés. (Fig. 13)

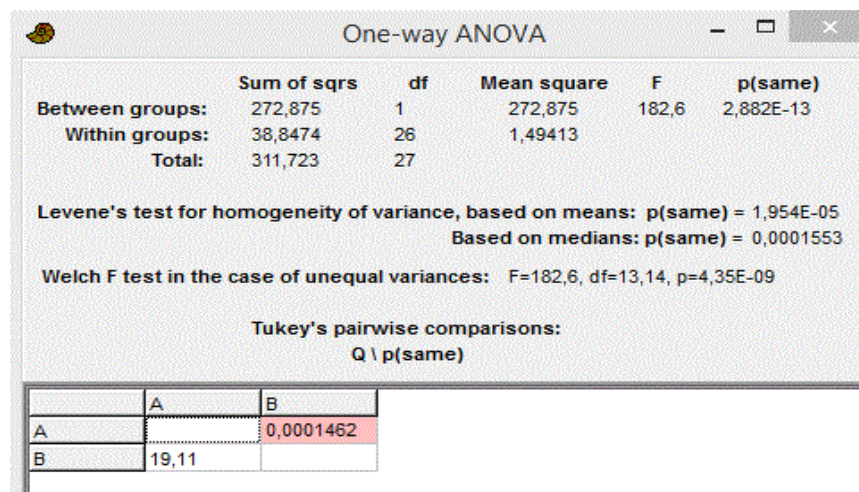


Fig. 13 : Comparaison entre le poids et la longueur des vers de terre inventoriés

L'analyse en composantes principales (A.C.P.), effectuée avec le logiciel PAST, à partir des valeurs des variables du poids et de la longueur des vers de terre inventoriés montre une interdépendance entre les paramètres étudiés d'où en remarque au sens de l'axe la présence d'une catégorie de vers de terre qui regroupe les Lomb. 1, Lomb. 3, Lomb. 4, Lomb. 6, Lomb. 9 et Lomb. 10 ; et la présence d'une seconde catégorie de vers de terre qui regroupe les autres lombrics (Lomb.2, Lomb.5, Lomb. 7, Lomb.8, Lomb. 11, Lomb.12, Lomb. 13 et Lomb. 14). Ces paramètres qui caractérisent les catégories déterminées dans notre étude peuvent aider dans l'identification des espèces de vers de terre en ajoutant le paramètre de la couleur des spécimens recensés. (Fig. 14)

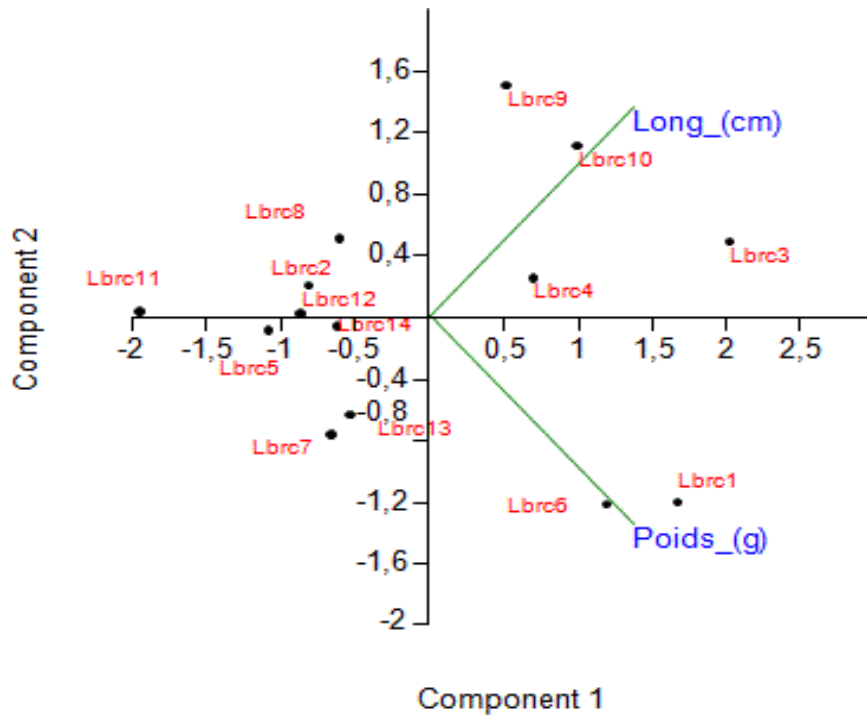


Fig. 14 : Projection des résultats du poids et de la longueur des vers de terre inventoriés sur les deux axes de l'ACP

CHAPITRE 4

DISCUSSION

Le sol définit tout un écosystème complexe qui abrite une multitude d'organismes vivants indispensables à son bon fonctionnement. Au milieu de cet ensemble, il est difficile d'extraire et d'isoler un individu en particulier mais il est cependant admis par de nombreux agronomes et scientifiques que les lombriciens, qui peuvent représenter plus de 2 tonnes par ha, sont des acteurs importants par leur rôle à la fois physique, chimique et biologique.

Longtemps oubliés, les lombrics représentent néanmoins, parmi la faune du sol, le groupe le plus important par leur biomasse et, dans une prairie, leur poids est souvent important. Cet acteur existe depuis l'ère primaire et le terme "vers de terre" regroupe plus de 2 500 espèces de la classe des *Annélides oligochètes* (organismes possédant des soies généralement peu nombreuses et implantées directement dans les téguments) dans le monde. Beaucoup d'espèces ne font que quelques centimètres de long mais certains vers peuvent atteindre un mètre dans le sud de la France ou encore dans les Vosges (*megascolodes*), voire trois mètres en Australie ou en Colombie. On en trouve un peu partout en Europe, alors qu'ils avaient disparu de certaines régions comme l'Amérique du Nord lors des périodes de glaciation. Ce sont les colons qui, en emmenant de la terre avec des plantes et leurs outils, ont permis leur réensemencement (Cluzeau et al., 2004).

A partir de la quantification des vers de terre de notre étude effectuée au niveau de la station expérimentale de l'Université de Blida 1, nous tentons de donner un aperçu général sur la quantification des individus récoltés, au nombre de 14 lombrics. Les analyses statistiques montrent une corrélation entre les poids et les longueurs mesurés des individus inventoriés et illustrent la présence de deux catégories de vers de terre : la première avec des poids et des longueurs faibles et la seconde caractérisée par des poids et des longueurs plus importants. Ces paramètres qui caractérisent les catégories déterminées peuvent aider dans l'identification des espèces de vers de terre en ajoutant le paramètre de la couleur des spécimens recensés.

Les travaux relatifs à la biodiversité des lombrics en Algérie restent encore insuffisants. Cet espace biogéographique, très diversifié sur le plan climat, le sol et la végétation depuis le littoral au désert, pourrait révéler une grande diversité lombricienne avec certainement des espèces très adaptées à la sécheresse. Les études relatives à ce sujet sont difficiles à cause du manque de taxonomistes qualifiés rendant difficile l'identification et la classification de ces organismes (Rougerie et *al.*, 2009) d'une part et d'autre part l'étude des vers de terre n'est pas évidente à réaliser en raison de plusieurs contraintes liées à la nature des sols et à la complexité de ces organismes (Decaëns, 2010).

Les recherches sur les lombrics en Algérie ont intéressés plusieurs scientifiques qui ont recensés la présence de 41 espèces dont 31 espèces signalées par Omodeo et *al.* (2003), 18 espèces dans l'Est algérien (Bazri et *al.*, 2013), 11 espèces dans le secteur de la Mitidja (Baha, 1997), 11 espèces dans le secteur Constantinois (Ouahrni, 2003), 5 espèces dans la vallée de la Soummam (Kherbouche et *al.*, 2012), 4 espèces sont trouvées dans la région de Annaba (Zeriri et *al.*, 2013) et 3 espèces dans la région de Biskra (Boukria, 2012).

L'ensemble des espèces signalées dans l'étude qui a été effectuée au niveau de la région de Biskra représente un taux de 12.5 % du total des espèces retrouvées en Algérie (Boukria, 2012). La plupart des espèces collectées dans les stations échantillonnées appartiennent à la catégorie écologique des endogées. Bazri et *al.* (2013) ont noté aussi l'abondance de cette catégorie dans l'Est de l'Algérie. Selon Fragoso et *al.* (1997), les endogés sont plus résistants aux changements dus aux activités agricoles.

A travers l'échantillonnage sur les vers de terre dans la région de Bouira, ils sont signalés pour la première fois en Algérie l'espèce *Eiseniaandrei* avec une fréquence importante de l'ordre de 14,60. Ce qui a enrichi la liste des espèces recensées, qui passe de 41 à 42 espèces. (Medjri et *al.*, 2019).

Les activités anthropiques affectant le sol influencent à la fois l'abondance et la diversité des communautés de vers de terre (Schmidt et *al.*, 2003). Les faibles densités lombriciennes marquées dans les parcelles exploitées par les activités agricoles, s'expliquent par l'intensité des pratiques utilisées (travail du sol, usages

de pesticides) qui provoquent une perturbation physique de l'habitat et une mortalité importante des vers de terre. (Mamadou et *al.*, 2014 ; Noupé et *al.*, 2014)

En donnant l'exemple du labour qui détruit les habitats des vers de terre, particulièrement les labours profonds, pouvant affecter les anéciques et les exposer à la prédation (Holland, 2004). En revanche, les populations de vers de terre ont tendance à augmenter lorsque le travail du sol est réduit (Edward et Lotfy, 1982).

L'agriculture biologique tend vers des pratiques modérées qui n'affectent pas les populations lombriciennes, et celles-ci peuvent proliférer en ces milieux cultivés. En effet, Omodeo et *al.* 2003 rapportent qu'au niveau des surfaces cultivées en Algérie non travaillées avec les méthodes modernes le nombre d'individus récoltés est en moyenne supérieur de 31,1%.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Les lombrics jouent un rôle essentiel dans le maintien de la biodiversité dans le sol. Ils créent de la porosité, permettant à l'eau et à l'air de mieux circuler, participent à l'humidification et à la minéralisation de la matière organique des sols et augmentent leur stabilité structurale. Malgré l'attention croissante qu'on leur porte, de nombreuses questions restent en suspens à leur sujet.

Le but de notre travail est d'étudier la quantification des lombrics d'un sol cultivé au niveau de la station expérimentale du département de Biotechnologie de l'université de Blida 1. La méthodologie utilisée est la récolte des lombrics avec l'arrosage d'un mélange d'eau et de moutarde. Les résultats montrent que les individus récoltés, au nombre de 14 lombrics, présentent des valeurs de poids qui fluctuent entre 0,22 g et 0,66 g avec un poids moyen de l'ordre de 0,40 g par individu, et des longueurs d'une moyenne de l'ordre de 6,64 cm par individu avec des fluctuations entre 4,30 cm et 9,70 cm par individu. Quant à la coloration observée, la couleur marron domine les autres couleurs avec un pourcentage de dominance de 57,14 %.

Les analyses statistiques montrent une corrélation entre les poids et les longueurs mesurés des individus inventoriés et illustrent la présence de deux catégories de lombrics : la première avec des poids et des longueurs faibles et la seconde caractérisée par des poids et des longueurs plus importants. Ces paramètres qui caractérisent les catégories déterminées peuvent aider dans l'identification des espèces de lombrics en ajoutant le paramètre de la couleur des

spécimens recensés. Il y a lieu de noter que les conditions expérimentales ont été défavorables pour nos travaux et surtout les sorties sur le terrain. Beaucoup de difficultés rencontrées en cette période de pandémie du Covid-19. La collecte sur terrain des spécimens n'a pu débuter qu'au mois d'avril 2021 d'une part et les conditions météorologiques sont défavorables, n'ont pas facilité le travail envisagé.

Dans le futur proche, il serait opportun de poursuivre les études sur les lombrics dans les conditions expérimentales qui ont prévalu dans le présent travail, en essayant d'étendre les recherches sur les lombrics sur des périodes plus appropriées, notamment en hiver et au printemps. Il est souhaitable d'approfondir les recherches et de collaborer avec des spécialistes qualifiés et expérimentés pour assurer une identification exactes des échantillons de lombrics collectées, d'introduire d'autres paramètres d'études et d'analyser les paramètres retenus sur des périodes plus longues pour une compréhension plus fine de ces ingénieurs de sol en vue d'assurer leur protection et développement. Exploiter d'autres techniques et méthodes pour confirmer les résultats obtenus et poursuivre ce travail.

Il est aussi important de démontrer et mieux cerner la contribution des lombrics en tant que bio-indicateurs de la qualité des sols, leurs rôles bioécologiques et leurs usages dans l'enrichissement du sol en matière organique.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. **Anonyme, 2015**: https://opera-connaissances.chambres-agriculture.fr/doc_num.php?explnum_id=148916
2. **Aira M. Monroy F. Domínguez J., 2007**. *Eisenia fetida* (Oligochaeta: Lumbricidae) modifies the structure and physiological capabilities of microbial communities improving carbon mineralization during vermicomposting of pig manure. *Microbial Ecology*, 54(4), 662-671.
3. **Aira M. Olcina J. Pérez-Losada M. Domínguez J., 2016**. Characterization of the bacterial communities of casts from *Eisenia andrei* fed with different substrates. *Applied soil ecology*, 98, 103-111.
4. **Ait Ouarabe 2000 – In : Bouyacoub O., 2018** : Perspectives de redéploiement de la ferme expérimentale de l'université de Blida. Mém. Master. Sci. Biolo., Univ. Saad Dahlab, Blida 1, 51 p.
5. **Amrouche 2000 - In : Bouyacoub O., 2018** : Perspectives de redéploiement de la ferme expérimentale de l'université de Blida. Mém. Master. Sci. Biolo., Univ. Saad Dahlab, Blida 1, 51 p.
6. **Bachelier G., 1978** : La faune des sols son écologie et son action. Initiation-Documentations techniques N°38. O. R. S. T. O. M. PARIS. 400 pp
7. **Bagnouls F. et Gaussen H. 1953** : Saison sèche et indice xérothermique .Bull soc .hist.nat ., Toulouse :193-239.
8. **Baha M., 1997**. The earthworm fauna of Mitidja, Algeria. *Trop. Zool.*10 : 247-254.
9. **Bazri K. Ouahrani G. Gheribi-Oulmi Z. Prigo D. Cosin D .J .D., 2013** : Soil factors and earthworms in Eastern Algeria. *Sci. Technol.* 37: 22-31.
10. **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 en aménagement des milieux naturels, université constantine1, Algérie, 169 p.
11. **Bouchachia S. et Aissani N., 2016** : Contribution à l'étude de l'impact des pesticides sur la reproduction des vers de terre. Mém. Master. Sci. Biolo., Univ. Saad Dahlab, Blida 1, 53 p.
12. **Bouché M .B., 1972** : Lombriciens de France. Écologie et systématique. Institut national de la recherche scientifique, 671 p

- 13. Bouché M.B., 1977** : Stratégies lombriciennes .In : Lohm,U. et presson, T. (eds),Soil organisme as components of ecosystems.Biology Bulltine. (Stockolm), pp .122_132.
- 14. Boukria, 2012 - In Medjri Y. et Chabira H., 2019** : Les lombricidés, Bio indicateurs de la qualité des sols agricole de la région de Bouira. Polluée par les pesticides. Mém. Master. Sci. Biolo., Univ. Akli Mohaned Oulhadj, Bouira, 89 p.
- 15. Brown G., Pashanasi B., Gilot-Villenave C., Patron J.C., Senapati B.K., Giri S., Barois I., Levelle P., Blanchart E., Blakemore R.J., Spain A.V et Boyer J., 1999** : Effet of Earthworms on plant groxth in the tropics. *In* : Lavelle P., Brussard L., et Hendrix P.F., (eds), Earthworm managment in tropical agroecosystems. CAB. International, Oxon, 87-147.
- 16. Cluzeau D. Pérès G. Thomas F., 2004** : L'importance de la biodiversité du sol: le cas du ver de terre. n°27, p. 14-23.
- 17. Cluzeau D., Peres G. et Thomas F., 2004** : L'importance de la biodiversité du sol : le cas du ver de terre ; *revue TCS (Techniques Culturelles implifiées) n° 27, Mars / Avril / Mai 2004*, Université de Rennes 1 - OSUR - UMR CNRS 6553 ÉcoBio - Station Biologique de Paimpont *pp.14-22*
- 18. Coulibaly S.S. ,2014** :Influence of the population size of the earthworm *Eudrilus eugeniae* on the heavy metal content reduction during vermicomposting of animal wastes.*Appl.sci.Rep.*, 7(2),96-103.
- 19. Curry J. P., 1998** : Factors affecting earthworm abundance in soils. In: Edwards, C. A. (eds), *Earthworm Ecology*. Boca Raton, St. Lucie Press. 389 p.
- 20. Dajoz R.,1971** : Précis d'écologie . Ed. Dunod, Paris, 434 p.
- 21. Dajoz R.,1985** :Précis d'écologie.Ed.Dunod,paris,505 p.
- 22. Decaëns T., 2010** : Macro ecological patterns in soil communities. *Global Ecol. Biogeogr.* 19(3): 287-302.
- 23. Diehl R., 1975** : Agriculture générale. 2e édition. J.-B. Baillière, 19, rue Hautefeuille, Paris 6e.129
- 24. Edwards C. A .,2004.** *Earthworm Ecology*. 456 p.
- 25. Edwards C. A. et Bohlen, P. J., 1996.** *Biology and Ecoloy of Earthworms* 3rd ed. Chapman and Hall, London, 426 pp
- 26. Edwards C.A., Lofty J.R., 1972** : *Biology of earthworms*. Chapman and Hall, LTD London. 283p.

- 27. Evans A. C. et Guild, W. J. M. L., 1947.** Some notes on reproduction in British earthworms. *Annals and Magazine of Nature History* 654-659.
- 28. Evans A. C. et Guild W. J., 1948.** Studies on the relationships between earthworms and soil fertility. IV - On the life cycles of some British Lumbricidae. V - Field populations. *Ann. Appl. Biol.*, 35, 4, 471-484 et 485-493.
- 29. Fragoso C. Brown G. G. Patron J C. Blanchart E. Lavelle p. Pashanasi B. Senapati B. Kumar T., 1997 :** Agricultural intensification, soil biodiversity and agroecosystem function in the tropics: role of earthworms. *Applied Soil Ecology* 6:17-35.
- 30. Frund H., Butt K.R., Capowiez Y., Eisenhauer N., Emmerling C., Ernst G., Potthoff M., Schadler M., and Schrader S. 2010 :** Using earthworms as model organisms in the laboratory: recommendations for experimental implementations. *Pedobiologia*, 53: 119–125.
- 31. Garcia M. V. B ., 2004 :** Effects of Pesticides on Soil Fauna: Development of ecotoxicological test methods for tropical regions. Cuvillier Verlag Göttingen. 286 p.
- 32. Guesmia N., 2019 :** Contribution à l'étude de la microflore bactérienne et fongique issus de vers de terre isolée de la région de Biskra (Ain Benoui). Mém. Master. Sci. Biolo., Univ. Mohamed Khider, Biskra, 64 p.
- 33. Guild W. J. M., 1948 :** Studies on the relationship between earthworms and soil fertility. *App. Biol.* 35:181-192.
- 34. Hipp A ., 2005 :** The Life Cycle of an Earthworm. The Rosen Publishing Group. 24 p.
- 35. Holland, J. M. 2004 :** The environmental consequences of adopting conservation tillage in Europe: reviewing the evidence. *Agriculture, ecosystems & environment*, 103(1), 1-25.
- 36. Huynh T. M. D., 2009.** Impacts des métaux lourds sur l'interaction plante/ ver de terre/ microflore tellurique. Thèse de Doctorat de l'Université Paris-Est en Ecologie microbienne. 169pp
- 37. Jamieson B. G. M., 2004.** Native Earthworms of Australia II. University of Queensland. Australia, 100 p.
- 38. Kiyasudeen S K , Ibrahim M H , Quaik S , Ahmed Ismail S., 2016 :** Prospects of Organic Waste Management and the Significance of Earthworms. 259 p
- 39. Kherbouche D., Bernhard-Reversat F., Moali A. et Lavelle P., 2012 :** The effect of crops and farming practices on earthworm communities in Soummam valley, Algeria . *European Journal of Soil Biology*. (48): 17-23.

- 40. Lavelle P., 1997** : Faunal activities and soil processes : adaptive strategies that determine ecosystem function .Advences in ecological research,27 :93_132.
- 41. Lavelle, P. 1981** : Stratégies de reproduction chez les vers de terre.
- 42. Lavelle P. Spain A. V., 2001.** Soil Ecology Kluwer Scientific Publications.
- 43. Lofs-Holmin A., 1983.** Influence of agricultural practices on earthworms (Lumbricidae) , Acta Agriculturae Scandinavica. 33(3) : 225-234.
- 44. Mamadou Traore, Awa Barro, Ali Garame, Nacro Hassan Bismarck. 2014** : Etude de la dynamique de la macrofaune du sol sous culture de deux variétés de patate douce (Ipomea batatas) avec utilisation des différents modes de désherbage. Int. J. Biol. Chem. Sci., 9(5): 2334-2345.
- 45. Medjri Y. et Chabira H., 2019** : Les lombricidés, Bio indicateurs de la qualité des sols agricole de la région de Bouira. Polluée par les pesticides. Mém. Master. Sci. Biolo., Univ. Akli Mohaned Oulhadj, Bouira, 89 p.
- 46. Menard. O., 2005** : Les ouvriers du sol et les pratique agricoles de conservation. Colloque en environnement : « Des outils d'intervention à notre échelle »
- 47. Mutin L., 1977** : La Mitidja, décolonisation et espace géographique. Ed. Office.Publ.Univ., Alger, 607 p.
- 48. Myster R. W., 2007** : Post-Agricultural succession in the neotropics.308 p.
- 49. Noupé Diakaria, Mangomaké Koné, Tchoa Koné, Tanoh Kouakou,Yatty Kouadio. 2014** : Influence des conditions pédoclimatiques sur les composantes du rendement de Jatropha curcas (L) dans les zones Nord de savane et Sud forestière de la Côte d'Ivoire. Int. J. Biol. Chem. Sci., 9(5): 1120-1129
- 50. Omodeo P. Rota E. Baha M., 2003** : The megadrile fauna (Annelida : Oligochaeta) of Maghreb: a biogeographical and ecological characterization. Pedobiologia. 47: 458 – 465.
- 51. Ouahrani G .,2003** : Lombritechniques appliquées aux évaluations et aux solutions environnementales. Thèse de Doc. Etat. Université Mentouri. In Bazri K, Ouahrani G, Gheribi Z, Díaz Cosín D G (2013). La diversité des lombriciens dans l'Est algérien depuis la côte jusqu'au desert. Ecologia mediterranea 39 (2) : 230 p.
- 52. Pelosi C. Barot S. Capowiez Y. Hedde M. Vandenbulcke F., 2014.** pesticides and earthworms. Agron. Sustain. Dev. 34:199–228.

- 53. Pelosi. C., 2008.** Modélisation de la dynamique d'une population de vers de terre lumbricus terrestris au champ. Contribution a l'étude de l'impact de systèmes de culture sur les communautés lombriciennes Thèse Doctorat à l'université Agro pariTech. 141pp
- 54. Ramade F., 1984 :** Eléments d'écologie fondamentale .Ed. Mc. Graw Hill, paris, 397p.
- 55. Ramade F., 2009** Elément d'écologie, Ecologie fondamentale .Ed. Dunod, paris, 689 p.
- 56. Ramade. F., 2009.** Élément d'écologie : Ecologie fondamentale .4ème Edition. Dunod.689 p.
- 57. Römbke J, Jänsch S, Didden W., 2005.** The use of earthworms in ecological soil classification and assessment concepts. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 62, 249- 265.
- 58. Sherameti I, Varma A., 2015 :** Heavy Metal contamination of Soils. 497 p.
- 59. Schmidt M, Varma A, Drgon T, Bowers B, Cabib E., 2003 :** Septins, under Clap Regulation, and the Chitin Ring Are Required for Neck Integrity in Budding Yeast. *Molecular Biology of the Cell* . (14)2128–2141.
- 60. Sánchez-Bayo F, van den Brink J P, Mann M R., 2011.** Ecological impacts of toxic chemicals. Bentham e-Books. 250 p.
- 61. Singh S, Singh J, Vig A P., 2016 :** Effect of abiotic factors on the distribution of earthworms in different land use patterns. *The Journal of Basic & Applied Zoology*.74:41-50
- 62. Tondoh E J, Monin M I, Tiho S , Csuzdi C., 2006 :** Can earthworms be used as bioindicators of land-use perturbation in semi-deciduous forest? *Biol Fertil Soils*. 43:585- 592.
- 63. TEMGOUA E., NGNIKAM E. DAMENI H. & KOUEDOU KAMENI G S ., 2014.** Valorisation des ordures ménagères par compostage dans la ville de Dschang, Cameroun. *Tropicultura*, 32(1), 28-36.
- 64. Vauthier M., 2012 :** Evaluation des effets des modes d'exploitation et de la fertilisation sur les quatre catégories de lombrics au sein d'un système polyculture-élevage. Ed. Institut de l'Élevage, 9 allée Pierre de Fermat, 63170 Aubière.
- 65. Wenz M., 2008.** L'extraordinaire pouvoir des vers de terre. BIOFIL
- 66. Zaller J.G., Heigl F., Ruess L. et Grabmaier A., 2014 :** Glyphosate herbicide affectes belowground interaction between earthworms and symbiotic mycorrhizal fungi in a model ecosystems. *Scientific Reports*,4, 5634.

67. Zeriri I. Tadjine A. Belhaouchet N. Berrebbah H. Djebbar M, Baha M., 2013 :
Contribution to the identification of Oligochaeta: Lumbricidae in the region of
Annaba in eastern Algeria. *European Journal of Experimental Biology*. 3(6): 229-232