

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**  
**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique**  
**Université de Ghardaia**



**Faculté des Sciences de la Nature et de Vie et Sciences de la Terre**

**Département de Biologie**

**Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de**

**MASTER**

**Filière : Ecologie et environnement**

**Spécialité : Ecologie**

**Par : ZEGGAI Zineb**

**Thème**

**Étude Bioécologique des Oligochètes dans la région  
saharienne (El Menia)**

**Soutenu publiquement, le 17/06/2025,  
Devant le jury composé de :**

|                       |     |                |             |
|-----------------------|-----|----------------|-------------|
| M/BENSLAMA Abderraouf | MCB | Univ. Ghardaïa | Président   |
| M/BOUNAB Choayb       | MCA | Univ. Ghardaïa | Encadrant   |
| Mme/OUICI Houria      | MCA | Univ. Ghardaïa | Examinateur |

**Année universitaire : 2024/2025**

# Remerciements

*Parce que personne n'arrive jamais seul*

*Avant tout, nous remercions DIEU tout puissant, maître des cieux et de terre,  
qui nous a permis de mener à bien ce travail.*

*Je tiens à remercier sincèrement mon Encadrant le Docteur CHOAYB Bounab  
pour votre précieuse information que vous m'avez apportée et qu'ils m'ont  
accordé avec intérêt et compréhension tout au long cette année.*

*Je tiens à remercier également le Professeur CHIKHI Faredj et BENSALAMA  
Abd Erraouf, je suis tellement reconnaissant par votre suivi,*

*Votre énorme soutien et confiance dont j'ai bénéficié pour mener ces travaux de  
recherche.*

*J'adresse aussi mes sincères remerciements aux membres du jury :*

*Monsieur BENSALAMA Abd Erraouf Maître de conférence « B » à l'université  
de Ghardaia, Madame OVICI Houria Maître de conférence « A » à l'université  
de de Ghardaïa.*

*Qui ont accepté d'examiner, d'évaluer et enrichir mes travaux. Soyez assurés de  
ma plus profonde reconnaissance pour l'attention que vous avez portée à ce  
manuscrit et pour le temps que vous avez consacré à son évaluation.*

*Mes remerciements aussi à tous les membres du jury et le chef de laboratoires  
pédagogiques M. MOULAYE Ali.*

*J'exprime mes remerciements et ma reconnaissance à M<sup>me</sup> BAHJA SKHARA  
Mounia, Professeur en zoologie à l'Ecole Normale Supérieure ENS Kouba, pour  
son soutien moral et ces conseils.*

*Je saisis cette occasion pour exprimer mon profond respect et ma reconnaissance à  
l'ensemble des enseignants de Département de Biologie Ecologie et  
environnement, de la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, de  
l'Université Ghardaia, pour avoir participé à ma formation.*

# Dédicace

*Je dédie ce modeste travail*

*À mes chers parents qui m'ont toujours encouragé*

*À toutes mes frères Houcin, Rezki, Kadiro et Rimo*

*À ma nièce Lina, À toutes mes sœurs fadila et Dehiba*

*À toutes mes tantes et mes oncles*

*À toute la famille de **Bouhanech, Akaba et Fahdi***

*Enfin, je suis reconnaissante à tous les membres de ma famille, et à tous mes amis qui m'ont soutenue tout au long de mes études.*



## Résumé

### Étude Bioécologique des Oligochètes dans la région saharienne (El Menia).

La Biodiversité de la faune édaphique dans les écosystèmes oasiens, en particulièrement dans la région saharienne, reste relativement peu étudiée. La présente étude explore la bio-écologie des Oligochètes (vers de terre) à travers quatre stations agroécologiques distinctes située à Jenane El Guelta, près du Vieux ksar d'El Menia (Palmier, Grenadier, Poivron, Ruisseau), en analysant leurs variations saisonnières durant la période Automne-Hiver (2024-2025).

Huit espèces ont été identifiées, appartenant à trois familles et six genres différents. Une fluctuation saisonnière marquée a été observée, avec une densité plus élevée en Automne, en lien avec une température modérée et une humidité favorable. Chaque station présentait des caractéristiques physico-chimiques spécifiques (pH, conductivité, matière organique, calcaire total, granulométrie) influençant directement la structure et la composition des communautés lombriciennes :

- ✚ Station Palmier : sol à pH élevé, texture argilo-sableuse, densité relativement stable avec une légère baisse en Hiver.
- ✚ Station Grenadier : sol neutre, densité stable, dominée par *Eiseniella tetaedra*.
- ✚ Station Poivron : sol alcalin et calcaire, densité en baisse durant l'Hiver en raison de la diminution de matière organique.
- ✚ Station Ruisseau : sol sableux acide à forte conductivité, densité généralement faible avec une hausse notable en janvier.

Les propriétés physico-chimiques du sol influencent fortement la répartition des Oligochètes selon les stations et les saisons. L'Automne s'est révélée être la période d'activité maximale, tandis que l'Hiver a enregistré une baisse générale de l'abondance.

**Mots clés :** Oligochètes, bio-écologie, écosystèmes oasiens, facteurs physico-chimiques, variation saisonnières, Automne-Hiver, Jenane El Gulta, El Meniaa.

## Abstract

### Bioecological Study of Oligochaetes in the Saharan Region (El Menia).

The biodiversity of soil fauna in Saharan oasis ecosystems remains poorly documented. This study focuses on the bio-ecology of Oligochaetes (earthworms) across four agroecological stations in Jenane El Guelta near the old Ksar of El Menia : Palm Grove, Pomegranate, Pepper, and Stream. Sampling was conducted over two seasons Autumn and Winter (2024-2025) to assess seasonal variations.

A total of eight species belonging to three families and six genera were identified. Oligochaete density showed marked seasonal fluctuations, with higher abundance in Autumn due to moderate temperatures and favorable moisture levels. Each had distinct physic-chemical Characteristics that influenced species distribution:

- ✚ Palm Grove station: alkaline soil with clay-sandy texture, stable density with a slight decrease in Winter.
- ✚ Pomegranate station: neutral soil, stable density, dominated by *Eiseniella tetaedra*.
- ✚ Pepper station: alkaline and calcareous soil, decline in Winter linked to reduced organic matter.
- ✚ Stream station: acidic sandy soil with high conductivity, generally low density with a peak in January.

Soil properties such as pH, conductivity, organic matter, total limestone, and granulometry strongly influenced the structure of earthworm communities. Autumn was the most active period, while Winter showed an overall decline in abundance.

**Keywords:** Oligochaetes, soil biodiversity, Saharan ecosystems, physic-chemical factors, Jenane El Guelta, El Menia, seasonal variation, Autumn-Winter .

## ملخص

### الدراسة البيو إيكولوجية لديدان الأرض الحلقية قليلة الأشواك في منطقة الصحراء (المنيعة).

يبقى التنوع البيولوجي لحيوانات التربة في النظم البيئية للواحات، خاصة في المناطق الصحراوية موضوعا قليل الدراسة. تهدف هذه الدراسة إلى استكشاف البيو إيكولوجيا لديدان الأرض الحلقية قليلة الأشواك عبر أربع محطات زراعية بيئية مختلفة تقع في جنان القلعة في حي القصر القديم بالمنيعة (محطة النخيل، الرمان، الفلفل و الساقية) وذلك خلال تحليل التغيرات الموسمية خلال الفترة الممتدة من الخريف إلى الشتاء (2024 - 2025).

تم تحديد ثمانية أنواع تنتمي إلى ثلاث عائلات وستة أجناس مختلفة. لوحظ تباين موسمي واضح، حيث سجلت أكبر كثافة في فصل الخريف، وذلك بفضل درجات الحرارة المعتدلة والرطوبة المناسبة. أظهرت كل محطة خصائص فيزيائية و كيميائية مميزة ( درجة الحموضة، الموصلية الكهربائية، المادة العضوية ، الكلس الكلي، ملمس التربة) أثرت بشكل مباشر على بنية و توزيع مجتمعات الديدان :

محطة النخيل: تربة ذات pH مرتفع و قوام طيني رملي، كثافة مستقرة نسبيا مع انخفاض طفيف في فصل الشتاء.

محطة الرمان: تربة معتدلة الحموضة، كثافة ثابتة يهيمن عليها النوع *Eiseniella tetraedra*

محطة الفلفل: تربة قلوية و غنية بالكالسيوم، انخفاض في الكثافة خلال فصل الشتاء بسبب نقص المادة العضوية.

محطة الساقية: تربة رملية حمضية و ذات موصلية عالية، كثافة منخفضة عموما مع ارتفاع ملحوظ في شهر

جانفي.

تظهر النتائج أن الخصائص الفيزيائية و الكيميائية للتربة تؤثر بشكل كبير على توزيع الديدان الحلقية حسب المحطة و الفصل. و قد تبين أن فصل الخريف يمثل فترة النشاط القصوى، في حين عرف فصل الشتاء انخفاضا عاما في الوفرة.

**الكلمات المفتاحية:** الديدان قليلة الأشواك، البيو إيكولوجيا، النظم البيئية للواحات، الخصائص الفيزيائية و الكيميائية للتربة،

التغيرات الموسمية، خريف - شتاء، جنان القلعة، المنيعة.

# Table des matières

Remerciements

Dédicace

Résumé

Abstract

ملخص

## Introduction

### Chapitre I : Etude bibliographiques

|                                                               |   |
|---------------------------------------------------------------|---|
| 1. Biologie des oligochètes .....                             | 2 |
| 1.1. Rappel sur les Oligochètes .....                         | 2 |
| 1.2. Classification .....                                     | 4 |
| 1.3. Morphologie : .....                                      | 4 |
| 1.3.1. Les Soies : .....                                      | 5 |
| 1.3.2. Régions du corps : .....                               | 5 |
| 1.3.3. Le prostomium (Tête) : .....                           | 6 |
| 1.3.4. Le metastomium (soma) : .....                          | 6 |
| 1.3.5. Pigydium : .....                                       | 7 |
| 1.3.6. Pores dorsaux : .....                                  | 7 |
| 1.3.7. Pores males : .....                                    | 7 |
| 1.3.8. Pores femelles : .....                                 | 7 |
| 1.3.9. Spermatophores : .....                                 | 8 |
| 2. Écologies des lombrics : .....                             | 8 |
| 2.1. Nutrition : .....                                        | 8 |
| 2.2. Respiration : .....                                      | 8 |
| 2.3. La locomotion : .....                                    | 8 |
| 2.4. Impacts des facteurs abiotiques sur les lombrics : ..... | 9 |
| 2.4.1. Factures hydriques : .....                             | 9 |
| 2.4.2. Factures édaphiques : .....                            | 9 |

### Chapitre II : Matériel et Méthodes

|                                                            |    |
|------------------------------------------------------------|----|
| 1. Choix de la zone d'étude: .....                         | 12 |
| 2. Matériel de prélèvements (Echantillonnage) : .....      | 12 |
| 2.1. Sur le terrain : .....                                | 12 |
| 2.2. Au laboratoire : .....                                | 13 |
| 3-Méthodes : .....                                         | 13 |
| 3.1. Procédures et protocole d'échantillonnage : .....     | 13 |
| 3.2. Identification et Taxonomie des vers de terre : ..... | 14 |

|                                                            |    |
|------------------------------------------------------------|----|
| 3.3.1. Méthodologie :                                      | 14 |
| 3.3.2. Critères d'identification :                         | 16 |
| 3.4. Prélèvement du sol :                                  | 16 |
| 3.4.1. Température de milieu :                             | 16 |
| 3.4.2. La mesure du pH :                                   | 16 |
| 3.4.3. Mesure de la conductivité électrique (CE).....      | 17 |
| 3.4.4. Dosage du calcaire total (CaCO <sub>3</sub> ) ..... | 18 |
| 3.4.5. Dosage de la matière organique .....                | 19 |
| 3.4.6. Granulométrie :                                     | 22 |

### **Chapitre III : Résultats et discussion**

|                                                                                         |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Les paramètres lombriciens :                                                         | 25 |
| 1.1. La biodiversité des lombriciens dans la zone d'étude :                             | 25 |
| Echantillonnage et distribution des lombrics dans le sol :                              | 25 |
| Identification des espèces :                                                            | 25 |
| 2.1. Morphologie des vers de terre :                                                    | 26 |
| 1-Famille des Acanthodrilidae Michaelsen, 1900 :                                        | 26 |
| 2-Famille des Megascolecidae Michaelsen, 1900 :                                         | 27 |
| 3-Famille des Lumbricidae :                                                             | 28 |
| 3.1. Abondance dominance des espèces des Oligochètes récoltées dans la zone d'étude : . | 32 |
| 4.2. Etude écologique des lombriciens (Texture du sol) :                                | 39 |
| 4.2.1. Influence du Température :                                                       | 39 |
| 4.2.2. Influence du Potentiel d'hydrogène (pH) :                                        | 40 |
| 4.2.3. Influence du Conductivité électrique :                                           | 41 |
| 4.2.4. Influence du calcaire total (CaCO <sub>3</sub> ) :                               | 42 |
| 4.2.5. Influence de la Matière Organique (%) :                                          | 43 |
| 4.2.6. Analyse granulométrique (%) :                                                    | 44 |

### **Conclusion**

### **Références bibliographiques**

### **Annexes**



## LISTE DES FIGURES

| Figure                                                                                                                              | Page |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| <b>Figure 01</b> : Disposition des soies chez les vers de terre (Bachelier, 1963).                                                  | 5    |
| <b>Figure 02</b> : Vue ventrale d'un ver de terre (El-Addan, 1990), les régions du corps et les caractères externes (Bouché, 1972). | 6    |
| <b>Figure 03</b> : Schémas des divers types de tête des vers Oligochètes (d'après Tetrey, 1939).                                    | 6    |
| <b>Figure 04</b> : Localisation géographique et vue réelle de la station d'étude de jenane El Guelta.                               | 12   |
| <b>Figure 05</b> : Matériel utilisé le terrain (Zeggai Zineb).                                                                      | 13   |
| <b>Figure 06</b> : Matériel utilisé au laboratoire (Zeggai Zineb).                                                                  | 13   |
| <b>Figure 07</b> : Les stations d'échantillonnage (Zeggai Zineb).                                                                   | 13   |
| <b>Figure 08</b> : Méthode de prélèvement de vers de terre (Zeggai Zineb).                                                          | 14   |
| <b>Figure 09</b> : Rinçage et tri des vers de terre (Zeggai Zineb).                                                                 | 15   |
| <b>Figure 10</b> : Etapes d'identification des vers de terre (Zeggai Zineb).                                                        | 15   |
| <b>Figure 11</b> : Etapes de mesure du pH (Zeggai Zineb).                                                                           | 17   |
| <b>Figure 12</b> : Etapes de mesure du Conductivité (Zeggai Zineb).                                                                 | 18   |
| <b>Figure 13</b> : Protocole d'analyse de calcaire total dans le calcimètre de Bernard.                                             | 19   |
| <b>Figure 14</b> : Les préparations des échantillons pour la matière organique (Zeggai Zineb).                                      | 21   |
| <b>Figure 15</b> : Etape de mesure de la densité de liquide par le densimètre de Bouyoucos. (Zeggai Zineb).                         | 23   |
| <b>Figure 16</b> : Morphologie de <i>Microscolex phosphoreus</i> . (Zeggai Zineb)                                                   | 26   |
| <b>Figure 17</b> : Morphologie de <i>Microscolex dubuis</i> . (Zeggai Zineb)                                                        | 27   |
| <b>Figure 18</b> : Morphologie d' <i>Amyntas californica</i> . (Zeggai Zineb)                                                       | 28   |
| <b>Figure 19</b> : Morphologie d' <i>Eiseniella tetraedra</i> . (Saadi et al.,2018).                                                | 29   |
| <b>Figure 20</b> : Morphologie de <i>Nicodrilus caliginosus trapezoides</i> . (Zeggai Zineb)                                        | 29   |
| <b>Figure 21</b> : Morphologie de <i>Lumbricus terrestris</i> . (Zeggai Zineb)                                                      | 30   |
| <b>Figure 22</b> : Morphologie d' <i>Allolobophora rosea rosea</i> . (Saadi et al.,2018).                                           | 31   |
| <b>Figure 23</b> : Morphologie d' <i>Allolobophora borellii</i> . (Zeggai Zineb)                                                    | 31   |
| <b>Figure 24</b> : Nombre des Oligochètes dans les quatre stations d'étude.                                                         | 32   |
| <b>Figure 25</b> : Pourcentage des Oligochètes dans la zone d'étude (Palmier 1).                                                    | 33   |
| <b>Figure 26</b> : Pourcentage des Oligochètes dans la zone d'étude (Grenadier 1).                                                  | 33   |
| <b>Figure 27</b> : Pourcentage des Oligochètes dans la zone d'étude (Poivron 1).                                                    | 34   |
| <b>Figure 28</b> : Pourcentage des Oligochètes dans la zone d'étude (Ruisseau 1).                                                   | 34   |
| <b>Figure 29</b> : Pourcentage des Oligochètes dans la zone d'étude (Palmier 2).                                                    | 35   |
| <b>Figure 30</b> : Pourcentage des Oligochètes dans la zone d'étude (Grenadier 2).                                                  | 35   |
| <b>Figure 31</b> : Pourcentage des Oligochètes dans la zone d'étude (Poivron 2).                                                    | 36   |
| <b>Figure 32</b> : Pourcentage des Oligochètes dans la zone d'étude (Ruisseau 2).                                                   | 36   |

|                                                                                                                |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figure 33 :</b> Nombre des différentes espèces recensées dans la zone Palmier pendant la période d'étude.   | 37 |
| <b>Figure 34 :</b> Nombre des différentes espèces recensées dans la zone Grenadier pendant la période d'étude. | 37 |
| <b>Figure 35 :</b> Nombre espèces recensées dans la zone Poivron pendant la période d'étude.                   | 38 |
| <b>Figure 36 :</b> Nombre des différentes espèces recensées dans la zone Ruisseau pendant la période d'étude.  | 38 |
| <b>Figure 37 :</b> Variation de la température (°C) durant les deux périodes de prélèvement.                   | 40 |
| <b>Figure 38 :</b> Variation du pH durant les deux périodes de prélèvement.                                    | 40 |
| <b>Figure 39 :</b> Variation de la CE durant les deux périodes de prélèvement.                                 | 42 |
| <b>Figure 40 :</b> Variation de la teneur en CaCO <sub>3</sub> total durant les deux périodes de prélèvement.  | 43 |

## LISTE DES TABLEAUX

| <b>Tableau</b>                                                                                       | <b>Page</b> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>Tableau I :</b> Synthèse des caractéristiques de trois groupes écologiques.                       | 3           |
| <b>Tableau II.</b> Espèces capturées dans la zone étude.                                             | 25          |
| <b>Tableau III.</b> Dates de collecte des vers de terre dans les deux saisons d'étude.               | 32          |
| <b>Tableau IV :</b> Nombre d'individus des différentes espèces récoltées pendant la période d'étude. | 39          |
| <b>Tableau V :</b> La CE des sols étudiés durant les deux périodes de prélèvement.                   | 41          |
| <b>Tableau VI.</b> Le CaCO <sub>3</sub> total dans les sols étudiés.                                 | 42          |
| <b>Tableau VII :</b> La teneur en matière organique.                                                 | 43          |
| <b>Tableau VIII.</b> Analyse granulométrique des échantillons étudiés.                               | 44          |

# *Introduction*

En Algérie, les travaux relatifs à la biodiversité des lombriciens restent encore insuffisants. D'une part, l'identification et la classification de ces organismes demeurent difficiles par manque de taxonomistes qualifiés (Rougerie et *al.* 2009) Parmi les études effectuées en Algérie celle de Bazri (2015) qui décrit la biodiversité de la faune lombricienne dans l'Est algérien, le long d'un gradient depuis le littoral jusqu'au désert.

Les Oligochètes, notamment les vers de terre comme *Allolobophora borellii*, constituent des acteurs essentiels dans le fonctionnement des écosystèmes terrestres. Leur rôle dans l'aération du sol, la décomposition de la matière organique et le recyclage des nutriments de la qualité des sols. Pourtant, si ces organismes ont été largement étudiés sous les climats tempérés, leur écologie en milieu saharien demeure méconnue. Les conditions extrêmes de cette région, marquées par une aridité prononcée, des sols souvent salins et pauvres en matière organique, soulèvent des questions fondamentales sur leur capacité d'adaptation.

La présente recherche s'appuie sur des campagnes d'échantillonnages réalisées entre novembre et janvier dans les sites du Palmier, du Ruisseau, du Grenadier et du Poivron. Les données recueillies concernent à la fois les propriétés physico-chimiques des sols et les paramètres démographiques des Oligochètes (densité, biomasse, diversité). L'approche comparative adoptée vise à identifier les déterminants environnementaux de leur présence et abondance.

Au-delà de son intérêt fondamental pour l'écologie des sols désertiques, cette étude pourrait avoir des retombées appliquées en matière de gestion des écosystèmes sahariens. Elle apporte en effet des éléments nouveaux pour évaluer la capacité de ces milieux à maintenir une faune du sol fonctionnelle malgré des conditions environnementales contraignantes. Les résultats obtenus pourront également servir de référence pour des suivis à long terme dans le contexte des changements climatiques.

Ce travail est composé de trois chapitres :

- A la suite d'une introduction générale, la première partie est une revue bibliographique qui consiste en une synthèse des connaissances sur les vers de terre.
- Le deuxième chapitre se rapporte aux matériels et méthodes particulièrement le prélèvement des échantillons et les analyses nécessaires.
- Le troisième chapitre correspond aux résultats dégagés et à la discussion générée.

Le mémoire est enfin complété par une conclusion générale récapitulant les résultats obtenus et les perspectives.

*Chapitre I :*

*Etude*

*bibliographiques*

## 1. Biologie des oligochètes

### 1.1. Rappel sur les Oligochètes

Etude du biote du sol a connu une progression notable au cours des dernières décennies, motivée par une reconnaissance croissante de son importance écologique car plusieurs centaines d'années en arrière le philosophe grec Aristote respectait les vers de terre en tant qu'améliorateurs et garants de la fertilité du sol et les avait surnommés "Intestins de la terre". Charles Darwin (1809-1882) a étudié le vers de terre et donna à cette Famille ses lettres de noblesse en lui consacrant un livre paru en 1881 dans lequel il affirmait qu'il n'existe peut-être aucune autre créature dont le rôle a été aussi important dans l'histoire de la vie sur Terre (Bogdanov, 1996).

Les Annélides sont principalement représentés dans les écosystèmes terrestres par les vers de la classe des oligochètes qui représentent une composante majeure du macrofaune du sol puisque, dans la plupart des écosystèmes terrestres, ils dominent en biomasse.

Les Oligochètes sont des organismes communs dans le sol et jouent un rôle important au niveau de l'écosystème terrestre en tant que décomposeurs (Edwards et Bohlen, 1996). Ils jouent en effet un rôle essentiel dans la décomposition de la matière organique du sol mais également dans la structuration (agrégats) et dans l'aération du sol en creusant des galeries (Bartlett et al., 2010). De plus, Les verres jouent un rôle important dans la chaîne alimentaire car ils sont une source d'alimentation pour les niveaux trophiques supérieurs).

A partir de 1994, plus de 3 600 espèces de vers de terre avaient été recensées dans le monde, auxquelles s'ajoutaient plus de soixante nouvelles espèces chaque année (Pelosi, 2008). La première description d'une espèce de vers de terre en Algérie, a été faite par Gandolphe en 1861 dans la région d'Annaba. Par la suite, Beddard (1892) a signalé la présence de *Microscolex algeriensis*.

Depuis lors, les travaux ont été interrompus et n'ont été repris qu'en 1987 par Omodeo et Martinucci qui a identifié des vers de terre dans les régions Forestières du massif du Djurdjura, de l'Akfadou et du massif de l'Edough. En 1992, Baha a entrepris une étude quantitative et qualitative des vers de terre sur des sols cultivés. En 1997, Barra a identifié les oligochètes des régions d'El Harrach, du Hamma et Birtouta. En 2003, Omodeo, Rota et Baha s'intéressèrent à la biogéographie et aux caractères écologiques des oligochètes du Maghreb.

En France, Bouché (1972) a recensé environ 180 espèces de lombriciens. Cet auteur a Proposé de classer les vers de terre en trois catégories écologiques, basées sur des critères morphologiques (pigmentation, taille), comportementaux (alimentation, construction de galeries, mobilité) et écologiques (longévité, temps de génération, prédation, survie à la

sécheresse). D'après Bouché (1977), Edwards et Lofty (1977), et Lee (1985), Trois grands groupes écologiques de lombriciens sont distingués. (**Tableau I**). L'inventaire systématique et la répartition des vers de terre en Algérie sont encore mal connus (Baha et *al.*, 2001 ; Omodeo et *al.*, 2003 ; Kherbouche et *al.*, 2012 ; Zeriri et *al.*, 2013). Par contre, dans la plupart des pays du pourtour méditerranéen, ce travail fondamental a déjà été effectué.

**Tableau I** : Synthèse des caractéristiques de trois groupes écologiques.

| Groupes                  | Epigés                                                                                                                                                                                    | Endogés                                                                                                                                                                                | Anéciques                                                                                                                                                                                                                         |
|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                          | Espèces qui habitent dans la litière de surface                                                                                                                                           | Espèces qui creusent des galeries horizontales et superficielles                                                                                                                       | Espèce qui creuse des galeries verticales et profondes                                                                                                                                                                            |
| Représentants            |                                                                                                         |                                                                                                     |                                                                                                                                               |
| Habitat                  | Dans la litière de surface, surtout dans les prairies, la forêt et le compost. Se trouvent rarement dans les sols labourés puisqu'il ne peut pas s'y former de couche de litière durable. | Couche arable (5-40 cm), sols minéraux humiques. Surtout galeries horizontales et instables. Les jeunes vers se trouvent généralement assez haut dans la zone des racines des plantes. | Toutes les couches du sol jusqu'à 3-4 m de profondeur. Creusent des galeries verticales et stables ( $\varnothing$ 8-11 mm) de diamètre où ils séjournent normalement pendant toute leur vie. Importants dans les sols agricoles. |
| Grandeur                 | Petits, le plus souvent 2-6 cm de longueur                                                                                                                                                | Petits ou jusqu'à 18 cm de longueur                                                                                                                                                    | Le plus souvent grands, 15-45 cm de longueur                                                                                                                                                                                      |
| Alimentation             | Petits morceaux de plantes restés à la surface du sol                                                                                                                                     | Débris de plantes mélangés à la terre de la couche arable                                                                                                                              | Tirent des grands débris de plantes dans leurs galeries d'habitation                                                                                                                                                              |
| Multiplication           | Forte                                                                                                                                                                                     | Limitée                                                                                                                                                                                | Limitée                                                                                                                                                                                                                           |
| Durée de vie             | Courte : 1- 2 ans                                                                                                                                                                         | Moyenne : 3-5 ans                                                                                                                                                                      | Longue : 4- 8 ans                                                                                                                                                                                                                 |
| Sensibilité à la lumière | Faible                                                                                                                                                                                    | Forte                                                                                                                                                                                  | Modérée                                                                                                                                                                                                                           |
| Couleur                  | Globalement rouge-brunâtre                                                                                                                                                                | Pâle                                                                                                                                                                                   | Rouge-brun, tête plus foncée                                                                                                                                                                                                      |
| Exemples                 | Ver du compost, Ver rouge du marécage                                                                                                                                                     | Octolasion lacteum, Allolobophora caliginosa                                                                                                                                           | Lombric, Ver à tête noire                                                                                                                                                                                                         |

## **1.2. Classification**

Les lombrics sont des vers annelés, ou Annélides (Bachelier, 1978). Dans la plupart des écosystèmes terrestres, ce sont les lombrics qui dominent la macrofaune du sol. En Europe, il existe 400 et en Suisse 40 espèces de vers de terre (Pfiffner, 2013). Selon Vigot et Cluzeau (2014), l'identification des vers de terre montre qu'il y a plus de 3000 espèces dans le monde, dont une centaine en France. Les vers de terre représentent environ 70 % de la biomasse animale terrestre dans les zones tempérées. (Bouche 1970 in Bachelier, 1978) l'auteur les lombrics sont classés comme Plusieurs auteurs se sont intéressés à la classification des Oligochètes Plusieurs auteurs se sont intéressés à la classification des Oligochètes, mais la base la taxonomie moderne de ce groupe a eu lieu en 1900 par Michaelsen en le divisant à 11 familles, contenant environ 152 genres et 1200 espèces.

Les lombrics sont des vers annelés, ou Annélides (Bachelier, 1978) sont des organismes invertébrés (Peres, 2011). Toutes les espèces de vers de terre appartiennent à l'embranchement des Annélides, à la classe des Clitellata et à l'ordre des Haplotaxida (Razafindrakoto, 2012). Ces espèces se répartissent en différentes familles suivant des caractéristiques spécifiques (Razafindrakoto, 2013), La classification se présente comme suit :

**Règne** : Animal

**Embranchement** : Annélide

**Classe** : Clitellata

**Sous-classe** : Oligochaeta

**Ordre** : Haplotaxida

**Sous ordre** : Lumbricina

**Famille** : La détermination du nombre exact de familles de vers de terre dépend de la méthode taxonomique utilisée. Il est en effet difficile de se prononcer car il existe toujours des changements sur la classification d'une espèce selon les taxonomistes et la méthode utilisée. D'après SAMUEL in RAZAFINDRAKOTO (2013), il existe 20 familles :

Microchaetidae, Eudrilidae, Ocnerodrilidae, Megascolecidae, Octochaetidae, Moniligastridae, Tumakidae, Acanthodrilidae, Exxidae, Glossoscolecidae, Lumbricidae, Ailoscolecidae, Syngenodrilidae, Almididae, Biwadrilidae, Criodrilidae, Lutodrilidae, Hormogastridae, Kynotidae, Sparganophilidae et Komarekionidae.

## **1.3. Morphologie :**

D'après Lavelle et Spain (2001), les vers de terre appartiennent à la macrofaune du sol et se caractérisent par une morphologie allongée et cylindrique. Leurs corps sont constitués par



une série de nombreux anneaux successifs appelés « métamères » (entre 60 et 200), lesquels ont tous une anatomie à peu près semblable et se répétant régulièrement.

Le corps d'un vers de terre est formé d'anneaux successifs appelés « métamères », compris entre un lobe céphalique "prostomium" et un lobe terminal "pygidium" (Sims et Gerard, 1999).

La présence d'une zone renflée située au tiers antérieur du corps, appelée Clitellum qui indique la maturité sexuelle. Il permet la production des cocons (Sivasankari et al, 2013). Le clitellum porte une paire de lobes ou d'une bande (Les tubercules de la puberté) situés sur les côtés. La longueur du corps varie de 20 et 1100 mm, pour un diamètre compris entre 1 et 20 mm, avec un poids allant de quelques milligrammes à plus de 100 grammes (Bouché, 1966).

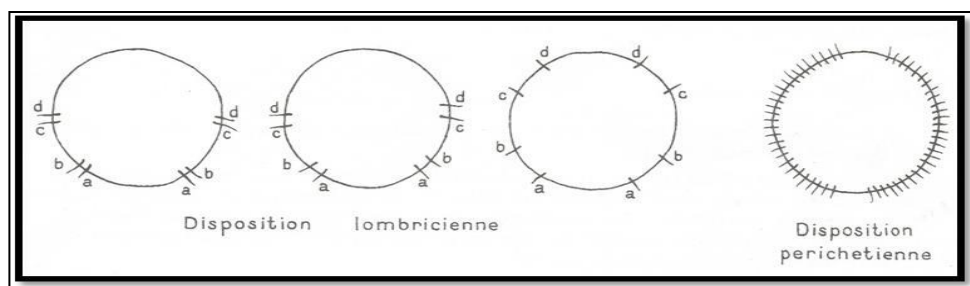
La couleur du corps varie le plus souvent du rose au brun, avec parfois des reflets irisés violets. Quelques espèces sont très colorées, orange ou turquoise, notamment chez certains *Trigaster* (Octochaetidae) d'Amérique centrale (James., 1991).

### 1.3.1. Les Soies :

Les soies constituent l'un des caractères principaux utilisés pour l'identification des vers de terre. De nature double, protéique, chitineuse et sont rigides. Les soies sont groupées en faisceaux dans chaque segment du corps, à l'exception du prostomium, le péristomium et quelques segments postérieurs. Chaque soie est implantée dans la paroi du corps dans un sac et chaque segment contient les plus souvent quatre faisceaux : deux latéraux-dorsaux et deux latéraux-ventraux.

Il existe deux types de disposition de soie :

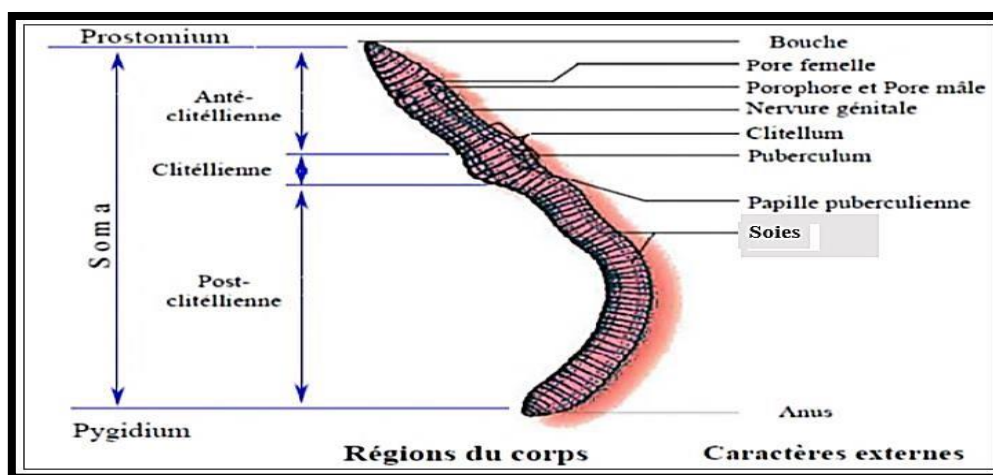
- Type lombricienne (Avoir 8 soies par segment souvent se répartissent en 4 paires).
- Type perichaetienne (Avoir plus de 8 soies par segment se répartissent autour de la circonférence du corps). (**Figure 01**)



**Figure 01 :** Disposition des soies chez les vers de terre (Bachelier, 1963).

### 1.3.2. Régions du corps :

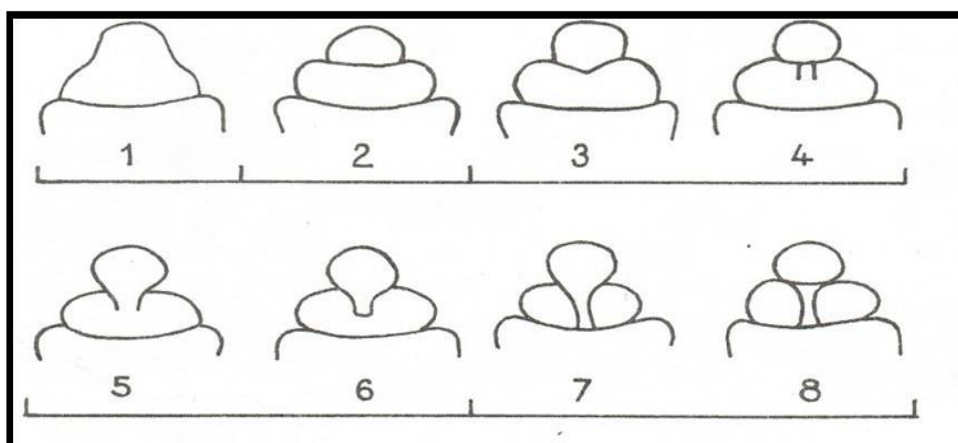
D'une manière générale, le corps d'un ver de terre est composé des de trois régions, le prostomium, le soma et le pygidium. (**Figure 02**).



**Figure 02 :** Vue ventrale d'un ver de terre (El-Addan, 1990), les régions du corps et les caractères externes (Bouché, 1972).

### 1.3.3. Le prostomium (Tête) :

Le prostomium est un petit organe de forme triangulaire, situé au-dessus de la bouche, fusionné avec le premier segment du corps appelé péristomium. Dérivé du grec (*pro* : devant et *stoma* : bouche) et (*peri* : autour), ce premier organe entoure la bouche. Le prostomium peut encore être subdivisé transversalement par un sillon et parcouru de rides longitudinales. La forme de prostomium est un des éléments qui permettent de déterminer l'espèce de ver de terre (Crow, 2012). Chaque disposition ayant reçu un nom (**Figure 03**).



**Figure 03 :** Schémas des divers types de tête des vers Oligochètes (d'après Tetrey, 1939).

1 - type zygolobe ; 2 - type prolobe ; 3 et 4 - type prolobe-épilobe (fermé en 3, ouvert en 4) ;

5 et 6 - type épilobes (ouvert en 5, fermé en 6) ; 7 - type tanylobe ; 8 - type prolobe – tanylobe.

### 1.3.4. Le metastomium (soma) :

Cette organisation constitue l'essentiel de la corp du ver de terre. Le soma entièrement métamérisé (ou segmenté), c'est-à-dire le corps est constitué par une série de nombreux anneaux

successifs appelés les métamères. Chez l'adulte, Il est peut-être subdivisé extérieurement, et par rapport au clitellum, en trois zones : Anteclitellienne, clitellienne, Posteclitellienne.

**a. La zone antérieure (anté-clitélienne) :** Elle présente une forte densité de cellules sensorielles et contient le cerveau. Sa morphologie est influencée par le développement musculaire, qui a un rôle mécanique important pour la pénétration des vers de terre dans le sol (Sims et Gerard, 1999).

**b. Le clitellum :** Il possède un caractère dérive, c'est une modification d'une série de segments antérieurs qui forment un anneau renflé qui sécrète un cordon muqueux qui permet de maintenir le partenaire lors de la reproduction, aussi pour former un cocon dans lequel les œufs vont se développer (Gauer, 2007).

**c. La zone post-clitélienne :** Elle se présente comme une succession de segments similaires. Sa fonction est essentiellement mécanique et digestive, elle permet aux vers de terre de s'accrocher à l'orifice du terrier lorsqu'ils explorent la surface du sol (Sims et Gerard, 1999).

#### **1.3.5. Pigydium :**

Le pygidium du grec (*pygê* : fesse) est le dernier segment de l'animal, dépourvue de cavité coelomique et qui entoure l'anus, l'orifice d'excrétion terminal du tube digestif.

#### **1.3.6. Pores dorsaux :**

Les pores dorsaux sont de petites ouvertures situées sur les sillons inter segmentaux ou la ligne dorsale et n'apparaissant uniquement que chez les oligochètes terricoles. Ces ouvertures communiquent avec la cavité centrale et le fluide coelomique. (Bachelier, 1978).

#### **1.3.7. Pores males :**

Ce sont les débouchés des canaux déférents. Ils sont au nombre de deux paires chez certaines familles et d'une seule paire dans les autres familles. Ils débouchent normalement entre les soies b et c, au milieu du quinzième segment chez la plupart des lombrics (Bouché, 1972).

#### **1.3.8. Pores femelles :**

Les pores femelles constituent le débouché des oviductes et sont situés directement dans le segment suivant le métamère ovarien. Il y a un pore femelle par ovaire. Les 2 pores femelles sont situés un peu au-dessus de la soie b du 14<sup>ème</sup> segment chez la plupart des vers de terre (Sekhara et Baha, 2008).

### **1.3.9. Spermatophores :**

Les débouchés des spermathèques s'observent normalement au fond des scissures : ce sont les spermatophores. Ils sont parfois placés sur une petite papille ou encore sont entourés d'une auréole pigmentée foncée. Très souvent visibles au niveau des soies cd des scissures (9/10 et 10/11). Leur localisation et leur nombre sont indices pour interprétants pour la phylogénie (Bouché, 1972).

## **2. Écologies des lombrics :**

### **2.1. Nutrition :**

Les vers de terre se nourrissent par les plantes mortes (Pfiffner et *al.*, 2007 ; Schmutz, 2013). Ils peuvent manger les feuilles et les résidus de culture, Les bactéries, les algues, les protozoaires et même les champignons mycélium (Herger, 2003 ; Pelosi, 2008), et même les nématodes et les rotifères (König, 2007).

Selon Bachelier (1978), les vers peuvent ingérer même le sol avec les résidus de culture. Cette ingestion de terre par les vers varie d'importance selon les espèces, mais aussi les sols, les saisons et la nature des matériaux végétaux.

D'après Dallerac (2005) ; Dominguez et *al.* (2009) ; Martin et *al.* (2011), le régime alimentaire des vers de terres est variable. Il est en fonction du groupe écologique. Les vers épigés se nourrissent de la litière bien fragmentée préalablement (résidus de feuilles et autres parties végétales mortes), Les endogés consomment la matière organique dispersée dans la partie minérale du sol. Les anéciques viennent se nourrir par les déchets végétaux en surface.

### **2.2. Respiration :**

Les vers de terre respirent par leur peau qui est très fine (une seule couche de cellules, l'épiderme) et humide ce qui permet à l'oxygène de pénétrer leur peau. Les gaz respiratoires sont échangés à travers les vaisseaux sanguins qui se trouvent sous leurs peaux (Herger, 2003). Et leur respiration croît avec la température (Bachelier, 1978).

### **2.3. La locomotion :**

Sur le sol le lombric se déplace par reptation. Son corps se contracte grâce aux muscles longitudinaux. Les soies permettent au lombric de prendre appui sur le sol ; elles méritent donc bien le nom de soies locomotrices. Le mucus sécrété par la peau facilite le glissement du ver. Dans le sol, il creuse des galeries dont le diamètre est égal à celui de son corps. L'extrémité antérieure se gonfle, devient dure, et peut ainsi pénétrer dans la terre humide. Le ver avale également de la terre. Aussi les vers de terre contribuent dans des proportions considérables à l'aération du sol (Villeneuve et Desire, 1965).

## **2.4. Impacts des facteurs abiotiques sur les lombrics :**

Les lombrics sont influencés par quelques facteurs hydriques et édaphiques du milieu qui influent directement sur leurs développements.

### **2.4.1. Factures hydriques :**

D'après Herger et Vetter (2003), si le sol s'engorge d'eau ou se dessèche périodiquement, les vers ne peuvent plus vivre. Bachelier (1978) montre que, les vers de terre absorbent continuellement par la peau l'eau qu'ils rejettent ensuite par les néphridies et l'intestin. La quantité d'eau rejetée par les néphridies atteint à elle seule 60 % du poids du corps par jour. Les vers de terre s'enfoncent dans le sol quand il se dessèche pour ne pas mourir, se roulent en boule puis ils se déshydratent partiellement, pouvant perdre jusqu'à la moitié de leur eau. Leur léthargie cesse avec le retour de l'eau et leur ré-imbibition. Dans des régions, la léthargie va jusqu'à la diapause avec création des cellules d'estivation, la para diapause est une forme de léthargie déterminée par la déshydratation du milieu et ne modifiant que très faiblement la teneur en eau de l'animal. La diapause dépend d'une régulation interne, vraisemblablement d'origine endocrine. Elle se caractérise par l'arrêt de l'activité génitale, avec réduction des organes sexuels glandulaires et vacuité du tube digestif.

### **2.4.2. Factures édaphiques :**

Les facteurs édaphiques sont présentés par des facteurs physiques, physicochimiques et chimiques.

#### **a. Température :**

D'après (Hygea, 2013). Les lombrics peuvent vivre à des degrés de température variable. Les températures situées entre 15 °C et 25 °C sont idéales pour rendre les vers efficaces dans leur travail. En dessous de 10 °C, le processus est ralenti ; en dessous de 5 °C l'activité des vers sont fortement compromise et des températures au-dessus de 30 °C causent la mort certaine des vers.

#### **b. pH du sol :**

Selon Bachelier (1978) et Herge (2003), les vers de terre ont une large gamme de pH. Il y a des espèces acidophiles, des espèces basophiles et des espèces ubiquistes ou indifférentes. D'une manière générale, les vers de terre sont peu sensibles au pH, pour autant qu'il ne tombe pas en dessous de pH 4,4. Cluzeau et *al.* (2011) montrent que les vers de terre préfèrent les milieux aux valeurs de pH non extrêmes (deux bornes : pH = 4,4 et 11).

#### **c. Calcium du sol :**

La sensibilité des vers de terre est variée selon l'espèce et le type de sel. Selon Bachelier (1978), il y a des espèces euryhalines mais les vers fousseurs se rencontrent rarement où la

salinité de la solution du sol excède 0,4 %. D'après CHAOUI (2010), L'ammonium est le principal facteur de salinité. Les vers de terre sont repoussés par une salinité supérieure à 5 mg/g. Par conséquent, si la matière première est pauvre en sel, le fumier des vers (lombricompost) le sera aussi.

#### **d. Texture du sol**

Herger et Vetter (2003) enregistre que, les vers de terre préfèrent les sols argileux qui sont brassés avec la matière organique et les excréments d'autres animaux du sol dans le tube digestif des vers de terre. Selon Bachelier (1978), les vers sont plus abondants dans les sols limoneux, argilo-limoneux et argilo-sableux que dans les sables, les graviers et les argiles.

#### **e. Structure du sol**

La distribution des vers de terre s'appuie en partie sur la texture du sol, tandis que leurs activités modifient leurs environnements, notamment la structure du sol. Des expériences ont montré que l'introduction des lombriciens dans les sols dégradés (isolément ou en combinaison avec les plantes), augmente la porosité et la stabilité et stabilité structurale (Clements *et al.*, 1991 in Bazri, 2015).

#### **f. La matière organique :**

La quantité, la qualité et la localisation des matières organiques sont des facteurs importants pour les vers et dépendent surtout, dans les parcelles agricoles, de l'espèce cultivée. Lofs-Holmin (1983) a rapporté que la qualité et la quantité de résidus de culture retournés dans le sol sont essentielles pour le développement et la croissance des vers de terre (Edwards et Lofty, 1977 ; Lee, 1985 ; Pérès *et al.*, 1998 ; Mele et Carter, 1999). Par ailleurs, de nombreuses études ont montré une corrélation positive entre la densité et/ou la biomasse de vers de terre et la teneur en matière organique du sol (El-Duweini et Ghabbour, 1965 ; Hendrix *et al.*, 1992). De plus, Boström et Lofs-Holmin (1986) ont démontré que la croissance d'*A. caliginosa* dépendait non seulement du type de nourriture disponible mais également de la taille des particules ingérées.

***Chapitre II :***  
***Matériel et Méthodes***

Cette partie comprend le choix de la station d'étude, les techniques d'échantillonnages employées sur terrain et laboratoire, ainsi que les méthodes d'exploitations des résultats obtenus par les indices écologiques de composition et de structure.

## 1. Choix de la zone d'étude:

Cette étude a été réalisée dans le jenane El Guelta (30° 34' 40" N, 2° 53' 40" E, Altitude : 391.96 mètres), dans le quartier El Madi (vieux ksar) de la ville d'El Menia. Ce jardin, appartenant à mon grand-père maternel, est composé principalement de palmiers, de grenadiers ...etc. On y cultive également du poivron et de l'oignon. Il est irrigué de manière traditionnelle à partir d'un puits appelé localement *sagya* (ruisseau) (**Figure 04**).



**Figure 04 :** Localisation géographique et vue réelle de la station d'étude de jenane El Guelta.(A) Vue satellite extraite de Google Earth (2024).

(B) Vue sur le terrain de palmeraie.

## 2. Matériel de prélèvements (Echantillonnage) :

### 2.1. Sur le terrain :

Pour collecter des échantillons sur le terrain, nous avons utilisé les outils suivants :

- Outil de mesure (mètre).
- Pioche et Palle.
- Petits récipients avec couvercles pour les vers de terre.
- Bloc-notes et Stylo. (**Figure 05**).





**Figure 05 :** Matériel utilisé le terrain (Zeggai Zineb).

## 2.2. Au laboratoire :

- Grand récipient et Etiquettes, Pince, Flacons, Mètre ruban, Balance de précision (KERN ALJ 220-4NM), Loupe binoculaire (Sinal), Bloc-notes et Crayon. **(Figure 06).**



**Figure 06 :** Matériel utilisé au laboratoire (Zeggai Zineb).

## 3-Méthodes:

### 3.1. Procédures et protocole d'échantillonnage :

Les lieux de prélèvement ont été spécifiquement choisis en fonction des conditions pédologiques favorables aux vers de terre (humidité du sol, température, etc.). Afin d'étudier les communautés lombriciennes, quatre prélèvements ont été effectués saisonnièrement au cours de la période s'étendant de Novembre 2024 à Janvier 2025. Ces prélèvements ont ciblé quatre zones distinctes à proximité des cultures de palmiers, de grenadiers, de poivrons, ainsi que du niveau de la sagya. **(Figure 07).**



**Figure 07 :** Les stations d'échantillonnage (Zeggai Zineb).

Nous avons utilisé une méthode physique pour extraire les vers de terre du sol (Bouché, 1972).

- A l'aide d'un outil de mesure, un rectangle est sélectionné sur la surface du sol avec les dimensions (longueur : 50 cm / largeur : 30 cm).
- Creuser un bloc avec une profondeur de 30 cm.
- Mettez le sol dans une bâche.
- Trier le sol manuellement pour capturer et placer les vers dans un petit récipient contenant du sol (récipient étiqueté : le lieu, la date, le mois et le numéro du prélèvement).

Ainsi une espèce abondante dans le milieu est choisie pour l'étude au laboratoire. (**Figure 08**).



**Figure 08 :** Méthode de prélèvement des vers de terre (Zeggai Zineb).

- (A) Désherbage du sol, (B) Creusement (30 cm), (C) Récolte en surface, (D) Tri du sol, (E) Mise en terrarium.

### 3.2. Identification et Taxonomie des vers de terre :

#### 3.3.1. Méthodologie :

Après avoir déchargé les échantillons sur une bâche, et rincé les vers de terre dans un récipient contenant de l'eau à l'aide d'une pince (**Figure 09**). Puis déplacer les vers sur du papier absorbant. Les individus sont ensuite fixés avec du formol à 4% avant d'être observés sous loupe binoculaire une identification basée sur des caractéristiques externes. (Bouché ,1972).

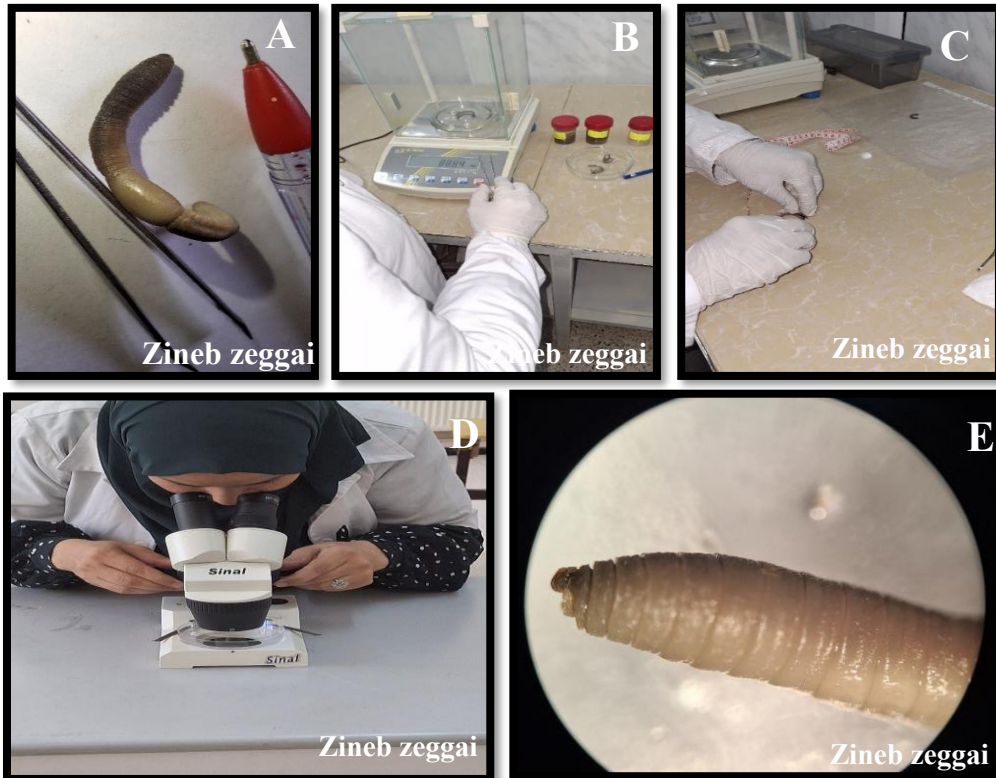




**Figure 09 :** Rinçage et tri des vers de terre (Zeggai Zineb).

(A) Ferez des vers de terre, (B) Rinçage des vers de terre, (C) Séchage sur papier absorbant, (D) Fixation au formol.

Les vers de terres sont d'abord étudiés morphologiquement, en notant leur poids, la longueur, le diamètre du corps (**Figure 10**), la couleur du tégument et le gardien de coloration. Baha (2008).



**Figure 10 :** Etapes d'identification des vers de terre observées à la loupe binoculaire (Zeggai Zineb).

(A) Préparation du spécimen, (B) Pesée du vers de terre, (C) Mesure de la longueur, (D) Observation à la loupe binoculaire, (E) Observation des variations de couleur.

### **3.3.2. Critères d'identification :**

L'identification des vers de terre effectuée selon la méthode établie par sur les clés de Sims et Gerard (1979) et Bouché (1972). Basée sur des critères morphologiques variables selon les espèces, dont plusieurs concernent les organes sexuels.

Le clitellum est un critère d'identification. En effet, sa forme (annulaire ou en selle), ainsi que sa couleur et sa position sur le corps spécifique à chaque espèce. Sur sa face ventrale, on peut observer plus au moins distinctement un puberculum de formes différentes selon les espèces. La position des pores mâles est également un bon critère d'identification, et dans une moindre mesure la position des tumescences génitale qui ne sont pas aussi facilement observables que les organes mâles.

D'autres caractéristiques morphologiques facilement relevables intègrent le protocole d'identification. La couleur et la forme du corps renseignent sur les catégories écologiques des vers observés. Le nombre de segments est aussi à prendre en compte, sur la totalité du corps ainsi que sur les différentes parties de l'animal, zone anticitellienne (têteclitellum), zone clitellienne (clitellum) et zone post-clitellienne (clitellum-anus).

La forme du prostomium (qui précède le péristomium, premier segment corporel) peut être épilopique, zyglobique ou tanylobique. Le pigydium qui se présente sous forme arrondie ou aplatie. Enfin, la disposition des soies est également notée, celles-ci peuvent suivre une distribution en paire rapprochées, éloignées ou séparées.

### **3.4. Prélèvement du sol :**

L'opération consiste à prélever 800g du sol sur le terrain, répartis en 08 fractions de 100 g, le laisser sécher puis le tamiser à l'aide d'un tamis à mailles de 2 mm de diamètre. Ils sont par la suite, conservés dans un endroit sec. La terre fine obtenue de chaque échantillon constitue la partie du sol sur laquelle sont basée la série d'analyses physico-chimiques, principalement le pH, la conductivité électrique, le calcaire total, le taux de matière organique et la granulométrie.

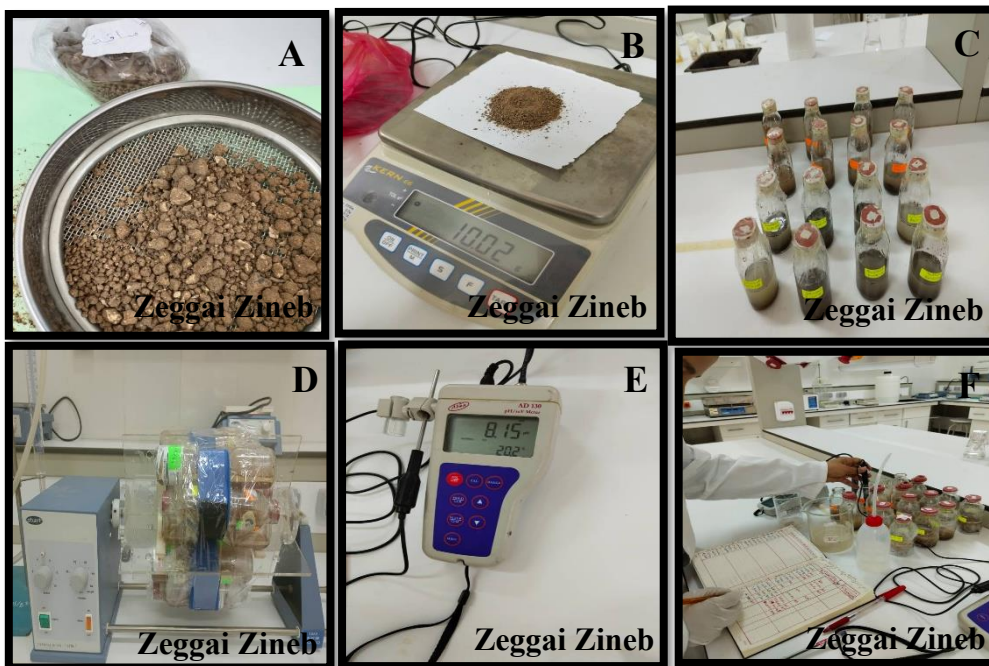
**3.4.1. Température de milieu :** Mesure de la température de milieu se fait par l'utilisation de thermomètre.

**3.4.2. La mesure du pH :** C'est la mesure par voie électro métrique de l'activité des ions  $H^+$  présents dans la solution du sol. La détermination du pH est effectuée à l'aide d'un pH mètre à électrodes.

**Matérielle utilisé :** on à utiliser pH mètre à électrodes, un Mélange de sol, une Balance digitale, un Agitateur rotatif et un bécher.

**Principe :**

- Peser 20 g de terre fine dans un bécher de 500 ml.
- Ajouter 50 ml de l'eau déminéralisée.
- Agiter pendant 2 h avec un agitateur magnétique
- Laisser reposer pendant 10 mn, jusqu'à ce qu'il y ait sédimentation de la terre.
- Transvaser dans des béchers de 250 ml.
- Agiter et plonger l'électrode dans le mélange sol-eau et prendre la lecture après stabilisation du pH-mètre. (Duchaufour, 1991). (**Figure 11**).



**Figure 11 :** Etapes de mesure du pH (Zeggai Zineb).

(A) Tamissage de terre, (B) Pessé de l'échantillon, (C) Ajout d'eau déminéralisée, (D) Agitation de la solution, (E) Mesure au pH-mètre, (F) Collecte des données.

**3.4.3. Mesure de la conductivité électrique (CE) :**

Pour la mesurer un conductimètre de type (JENWAY 3540) a été utilisé dans un l'extrait aqueux (terre/eau) (1/5) (Mathieu et *al.*, 2003).

**Matérielle utilisé :** un Conductimètre, un mélange de sol, une balance digitale, un flacon bouché, un agitateur rotatif et un bécher (250 ml).

**Principe :**

- Prend 50 g de sol sec tamisé 2mm
- Introduire dans un flacon bouché.
- Ajoute 100 ml d'eau déminéralisée au sol dans le flacon et Agiter durant 2 h à l'aide d'un agitateur rotatif.

- Laisse de reposer jusqu'à ce qu'il y ait sédimentation du sol.
- Transvaser le liquide surnageant dans un bécher de 250 ml.
- Faire les mesures conductivité à l'aide d'un Conductimètre. (Figure 12).



**Figure 12** : Etapes de mesure du Conductivité (Zeggai Zineb).

(A) Préparation de l'échantillon, (B) Mesure de la conductivité.

#### 3.4.4. Dosage du calcaire total (CaCO<sub>3</sub>) :

L'équivalent en carbonate de calcium a été déterminé par la méthode gazométrique (Calcimètre Bernard). Le carbonate de calcium présent dans le sol analysé est détruit par un acide fort (acide chlorhydrique) et le volume de dioxyde de carbone libéré par la réaction est mesuré avec une burette à gaz. (BAIZE, 1988), selon la réaction suivante :

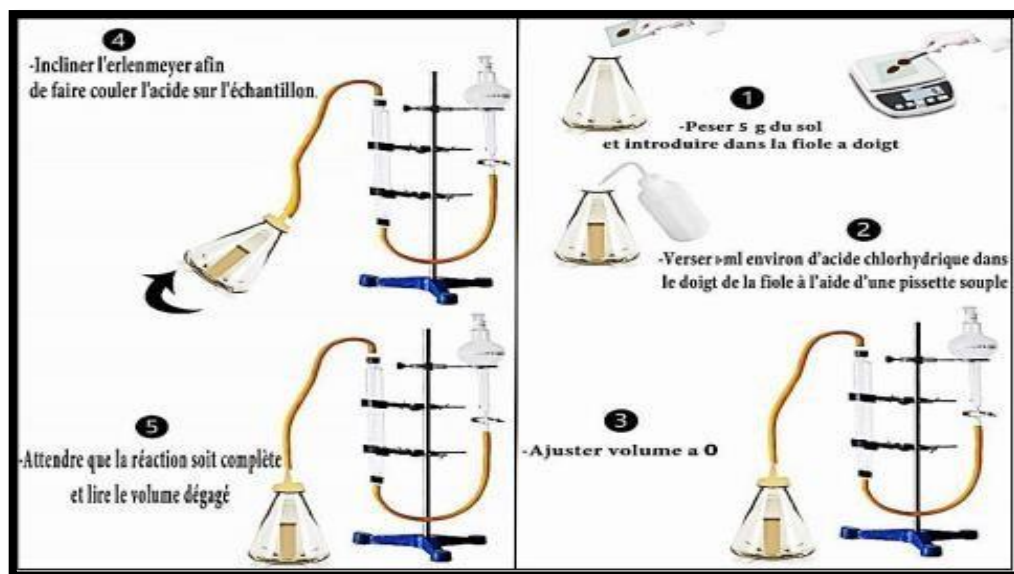


**Matérielle utilisé** : un Calcimètre de Bernard, une fiole à doigt, une Pissette, un Mélange du sol et un Balance digitale.

##### Principe :

- Peser 0.1 g de carbonate de calcium (CaCO<sub>3</sub>) et verser dans la fiole à doigt.
- Ajouter 5 ml d'eau déminéralisée et introduire l'acide chlorhydrique (HCL).
- Mettre à zéro le niveau du liquide et égaliser les pressions.
- Fermer le tube, inverser le doigt de la fiole pour démarrer la réaction.
- Attendre 1min, égaliser à nouveau les pressios.
- Lire le volume dégagé : V1.
- Recommence l'opération avec 0.2 g de carbonate de calcium.
- Lire le volume dégagé : V2 et vérifier que V2=2 V1.
- On répète la même procédure avec 300 mg de (CaCO<sub>3</sub>), lire le V3.
- Recommence l'opération avec une prise de 1 g de terre, rassembler avec à l'aide de quelques gouttes d'eau déminéralisée, introduire l'acide chlorhydrique dans le flacon à l'aide d'une pince.

- Lire le volume (V4) en ml dégagé par 0.3 g de (CaCO<sub>3</sub>). (**Figure 13**).



**Figure 13 :** Protocole d'analyse de calcaire total dans le calcimètre de Bernard. (**Protocol utilisée au laboratoire**).

**Calculs :** Afin d'éviter les corrections de température (T°) on peut étalonner l'appareil chaque jour avant chaque série de mesures avec 0.3 g de carbonate de calcium, selon la même procédure que celle appliquée pour les mesures proprement dites, soit V4 le volume de CO<sub>2</sub> obtenu, mais ce procédé est long.

Le pourcentage de calcaire est alors calculé d'après la relation suivante :

$$0.3/V4 = P_x/V3 * 100$$

$$X = 30 V3/V4 * P$$

X = % de carbonate de calcium

P : prise d'essai en g

V3 : volume de CO<sub>2</sub> en ml dégagé par le carbonate de calcium contenu dans la prise de terre (P).

V4 : volume de CO<sub>2</sub> en ml dégagé par 0,3 g de carbonate de calcium. Pour que le résultat soit correct, il est nécessaire que V3 et V4 soient du même ordre de grandeur.

### 3.4.5. Dosage de la matière organique :

Le carbone organique (%) est dosé par la méthode d'Anne (Nelson et Sommers, 1983), dont il est oxydé par du bichromate de potassium en excès, en milieu acide. L'excès de bichromate non réduit par le carbone organique et alors titré par une solution de sel de Mohr (qui réduit les bichromate) en présence de diphénylamine.

**Matérielle utilisé :** un Tétramètre, une fiole jaugée (1000 ml), une Burette, un Mélange du sol et un Balance digitale.

- **Réactif :**

- Eau déminéralisée.
- Acide sulfurique ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ).
- Bichromate de potassium p.a ( $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ).
- Sulfate d'ammonium-fer (II) hexahydraté ( $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) <sel de mohl>.
- Phénantroline 1-10 ( $\text{C}_{12}\text{H}_8\text{N}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ).

- **Préparations des solutions (La méthode de Walkley et Black modifiée) :**

- **Solution d'acide sulfurique ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) 0. 25mol.L<sup>-1</sup> :** Dans une fiole jaugée de 1000 ml contenant environ 700 ml d'eau déminéralisée, ajouter lentement 28 ml d'acide sulfurique. Ajuster au volume Homogénéiser.

- **Solution de Bichromate de potassium ( $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ), 0.1666 mol. L<sup>-1</sup> :** Dans une fiole jaugée de 1000 ml contenant environ 700 ml d'eau déminéralisée, dissoudre 49.00g de Bichromate de potassium. Ajuster au volume. Homogénéiser.

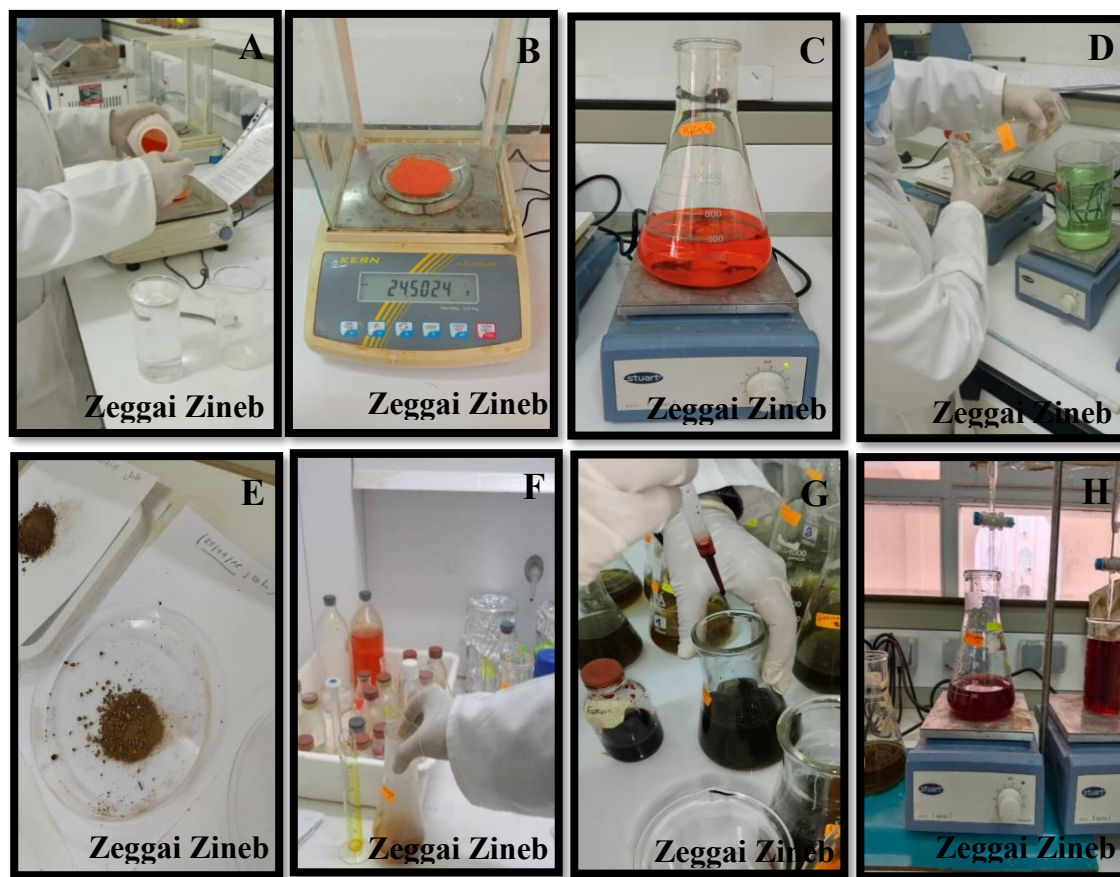
- **Solution de sulfate d'ammonium-fer (II) hexa hydraté ( $(\text{NH}_4)_2 \text{Fe} (\text{SO}_4)_2, 6\text{H}_2\text{O}$ ) \*sel de Mohr\*.0. 5mol.L<sup>-1</sup> :** Dans une fiole jaugée de 2000 ml contenant environ 1000 ml d'acide sulfurique ; dissoudre 392.160 g de sel Mohr. Ajuster au volume avec la solution d'acide sulfurique. Homogénéiser. Se conserve au maximum 2 semaines.

- **Féroïen (indicateur ré dox) :** Dans une fiole jaugée de 100 ml contenant environ 90 ml d'eau déminéralisée, dissoudre 0.974 g de sel de Mohr et 1.485 g de phénantroline 1-10. Ajuster au volume Homogénéiser.

**Mode opératoire :**

- En prend un poids 1g (p) de terre broyée et on met dans une fiole conique.
- En ajoute 10 ml de Bichromate de potassium et agiter la fiole va-et-vient doucement.
- En verser 20 ml de solution ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ). Dans la suspension et en l'agite pendant 1 ml.
- En le laisse de reposer 30 mn. On ajoute 6 gouttes de Féroïen.
- Ainsi l'oxydation peut se développer. Au bout de 30 mn ajouter 200 ml d'eau déminéralisée pour stopper la réaction. **(Figure 14).**





**Figure 14 :** Les préparations des échantillons pour la matière organique (Zeggai Zineb).

(A et B) Pessé du bichromate de potassium, (D) Préparation de la solution de bichromate, (E) Pessé de l'échantillon de terre, (F) Ajout d'acide sulfurique et agitation, (G) Ajout de Féroïne, (F) Titrage avec le sel de Mohr.

**Calcul :** Le taux de la matière organique est calculé par l'équation ci-dessous, après avoir estimé le carbone organique (C) à 58% de la MO (Mathieu et *al*, 2003).

Les paramètres sont calculés en fonction de relation suivante :

$$\text{MO (\%)} = \% \text{ C} \times 1.724$$

$$\text{C (\%)} = 0.39 \times (10 - \text{volume de sel de Mohr} \times (t=10/T)/P$$

**Avec :**

P : poids de la prise de terre en g

V : volumes versés de solution de sel de Mohr

t : la concentration de sel de Mohr (t=10/T)

T : ml versé de solution de sel de Mohr pour le témoin

T' : T'= 10 ml (quantité oxydation + excès) le volume de bichromate de potassium

### 3.4.6. Granulométrie :

La texture a été estimée par la méthode de Bouyoucos (Gee et Bauder 1986), qui consiste à déterminer la distribution granulométrique du sol en mesurant la proportion de particules de différentes tailles. Cette méthode se base sur une lecture d'hydromètre de 40 s pour une estimation de la fraction de limon et d'argile inférieure à 0,005 mm. Une autre lecture d'hydromètre après 2 heures pour estimer la fraction d'argile inférieure à 0,002 mm.

**Matérielle utilisé :** Cette étape se fait à l'aide du matériel suivant :

- Densimètre de Bouyoucos
- Eprouvette de Robinson
- Chronomètre
- Thermomètre
- Un bécher

**Mode opératoire :** Après la préparation du matériel nous avons :

- Peser 50 g de terre fine passée au tamis de 0.2mm.
- Placer le sol dans un bécher de 1000 ml et traiter avec du peroxyde d'hydrogène concentré pour éliminer la matière organique.
- Dissolution carbonates par d'acide chlorhydrique (Hcl).  
Ajouté Hexamétaphosphate de sodium (100 ml), Complétion à 1L et agitation.
- Après agitation, laisser reposer l'éprouvette et déclencher le chronomètre.

Le densimètre est soigneusement introduit dans la dispersion et 40 secondes :

Mesure du densimètre (d).

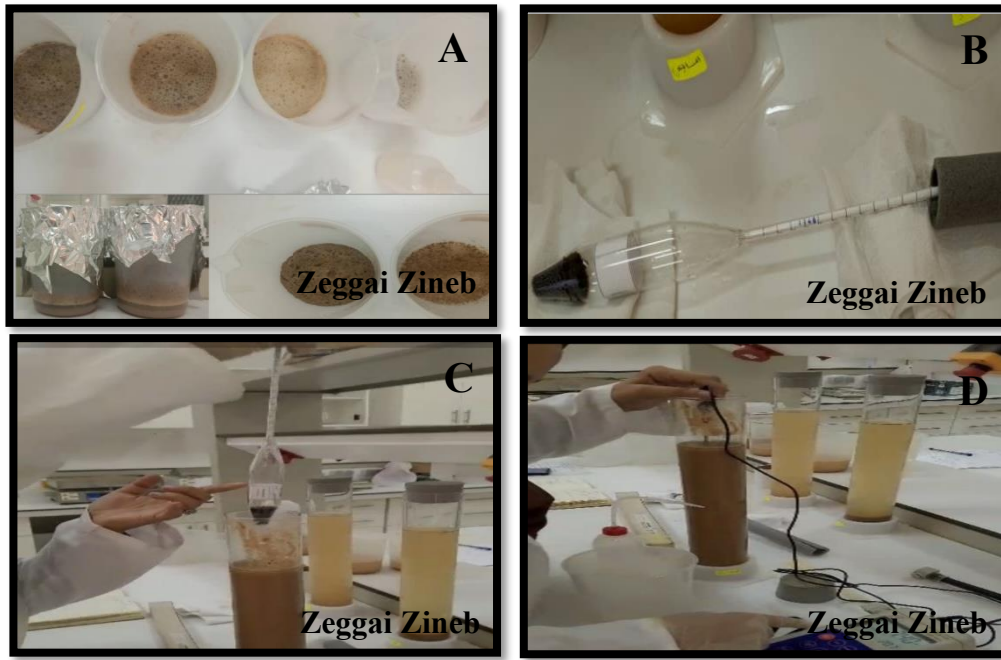
Température en de la dispersion (t).

Heure à laquelle le brassage a cessé.

- Retirer le densimètre, agiter à nouveau pendant une minute puis laisser reposer pendant deux heures.
- Replonger le densimètre et noter les nouvelles valeurs :

Mesure du densimètre (d').

Température en degrés centigrades de la dispersion (t'). **(Figure 15).**



**Figure 15 :** Etape de mesure de la densité de liquide par le densimètre de Bouyoucos. (Zeggai Zineb).

(A) Pesée de la terre fine et élimination matière organique, (B) Densimètre de Bouyoucos, (C) Lecture des mesures au densimètre, (D) La température a été mesurée à l'aide du pH-mètre.

### Calcul :

Une fois que les valeurs  $d$ ,  $d'$ ,  $t$  et  $t'$  sont connues, elles sont substituées dans les formules suivantes :

$$X = (d + [(t-20) * 0,36]) * (100 / P) = \% \text{ (limon + argile)}$$

$$Y = (d' + [(t'-20) * 0,36]) * (100 / P) = \% \text{ d'argile}$$

$X - Y$  = pourcentage de limon,

$100 - X$  = pourcentage de sable,

$P$  = poids du sol en grammes,

0,36 = facteur de correction en degré de différence de température. On suppose que la température de contraste du densimètre de Bouyoucos est de 20°C.

***Chapitre III :***  
***Résultats et discussion***

## 1. Les paramètres lombriciens :

### 1.1. La biodiversité des lombriciens dans la zone d'étude :

#### Echantillonnage et distribution des lombrics dans le sol :

L'étude biologique nous a permis de prospecter le Jenane El Guelta, situé dans la région du vieux ksar à El Menia, a populations des Oligochètes dans les premiers horizons du sol durant la saison automne et hiver. Le travail de terrain a été réalisé selon une méthodologie d'échantillonnage, accompagnée d'une analyse des caractéristiques physico-chimiques du sol pour appuyer l'interprétation écologique des résultats.

#### Identification des espèces :

Dans le cadre de notre étude les lombrics de Jenane El Guelta, nous avons effectué l'identification de différentes espèces des lombrics existant dans la région étude.

Nous avons utilisé dans notre étude les clés de déterminations de Bouche (1972 in Bachelier, 1978). Dans les stations étudiées nous avons déterminé Huit (08) espèces dont six (06) genres différents.

Les résultats obtenus montrent que les espèces observées appartenant aux groupes anécique et endogé (**Tableau II**). Les vers de terre endogés, creusent des galeries profondes horizontales alors que les anéciques creusent des galeries verticales et que leur principale fonction est d'entraîner en profondeur la litière de la couche superficielle du sol (Zirbes et *al.*, 2009).

**Tableau II.** Espèces recensées dans la zone étude.

| Famille                | Genre                 | Espèce                                              |
|------------------------|-----------------------|-----------------------------------------------------|
| <b>Acanthodrilidae</b> | Microscolex           | <i>Microscolex phosphoreus</i>                      |
|                        |                       | <i>Microscolex dubuis</i>                           |
| <b>Megascolicidae</b>  | Amyntas               | <i>Amyntas californica</i>                          |
| <b>Lumbricidae</b>     | Eiseniella            | <i>Eiseniella tetraedra</i>                         |
|                        | Lombricien Nicodrilus | <i>Nicodrilus caliginosus</i><br><i>trapezoides</i> |
|                        | Lumbricus             | <i>Lumbricus terrestris</i>                         |
|                        | Allolobophora         | <i>Allolobophora rosea rosea</i>                    |
|                        |                       | <i>Allolobophora borellii</i>                       |

## 2.1. Morphologie des vers de terre :

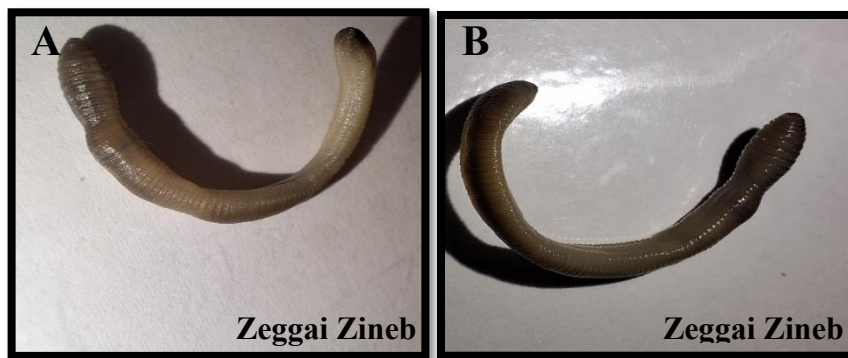
### 1-Famille des Acanthodrilidae Michaelsen, 1900 :

Les vers de terre de cette famille se caractérisent par la présence de deux paires de vésicules séminales et des soies de type lumbricien. Dans notre étude, cette famille est représentée par un seul genre **Microscolex** et deux espèces ***Microscolex phosphoreus*** et ***Microscolex dubuis***.

#### 1-1-Genre **Microscolex** :

##### 1-1-1-Espèce ***Microscolex phosphoreus*** :

- Longueur : 180mm, largeur : 0.5 mm, poids : 7mg (taille unique observée).
- Corps cylindrique, dépourvu de pigmentation cutanée, constitué de 85 segments.
- Clitellum : segments 13 à 17.
- Cœurs latéraux des segments 10 à 12.
- Glandes de Morren absentes, vésicules séminales dans les segments 11 et 12. (**Figure 16**).



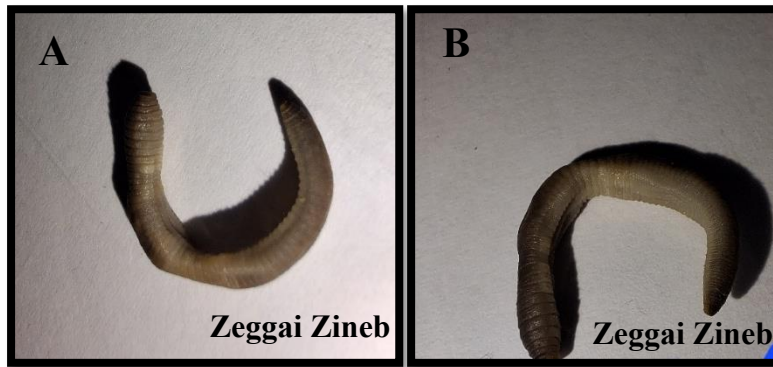
**Figure 16** : Morphologie de *Microscolex phosphoreus*. (Zeggai Zineb)

(A) Région clitellienne, (B) Face ventrale.

##### 1-1-2-Espèce ***Microscolex dubuis***:

- Longueur : 22 à 115 mm, largeur : 02 mm, nombre de segments : 80 à 125.
- Corps cylindrique.
- Clitellum de type épilobique, occupant le premier segment.
- Cœurs latéraux des segments 07 à 09.
- Glandes de Morren absentes, vésicules séminales dans les segments 11 et 12.

- Elle possède entre 89 à 152 segments. **(Figure 17).**



**Figure 17 :** Morphologie de *Microscolex dubuis*. (Zeggai Zineb)

(A) Région clitellienne , (B) Face ventrale.

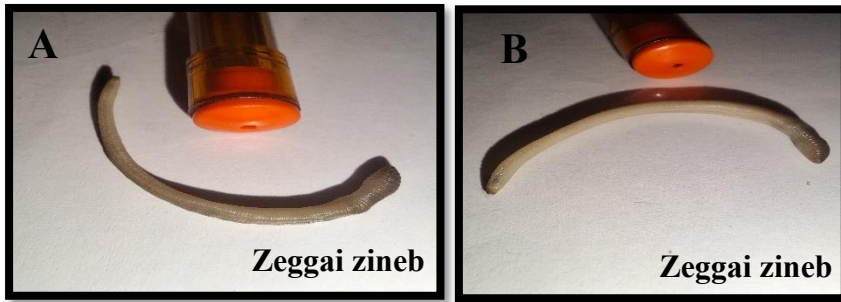
## **2-Famille des Megascolecidae Michaelsen, 1900 :**

Les vers de terre de cette famille se caractérisent par la présence de soies disposées selon un mode lumbricien ou périchétine. Les pores génitaux mâles sont situés sur le segment 18 et le clitellum débute au segment 14. Dans notre étude, cette famille est représentée par un seul genre **Amynthas** et une seule espèce *Amynthas californica*.

### **2-1-Genre Amynthas :**

#### **2-1-1-Espèce *Amynthas californica* :**

- Longueur : 79 à 108 mm, nombre de segments : 72 à 105.
- Corps cylindrique avec une pigmentation cutanée brune.
- Clitellum annulaire, dépourvu de soies, s'étendant des segments 14 à 16 segments.
- Prostomium très petite et type épilobique.
- Soies disposées selon un mode périchétine (20 à 40 soies par segment).
- Petits pores dorsaux visibles débutant au segment 12.
- Deux paires de pores mâles sur le segment 18, pore femelle sur le segment 14, pores des spermathèques sur les segments 07 et 08.
- Chaetophores et puberculum absents.
- Coeurs latéraux localisés entre les segments 10 et 13.
- Glandes de Morren absentes, vésicules séminales dans les segments 11 et 13, ovaires situés dans le segment 13. **(Figure 18).**



**Figure 18 :** Morphologie d'*Amynthes californica*. (Zeggai Zineb)

(A) Région clitellienne , (B) Face ventrale.

### **3-Famille des Lumbricidae :**

Les vers de terre de cette famille se caractérisent par prostomium de type tanylobique ou pro-épilobique et des soies disposées selon un mode gerimes. Les pores dorsaux sont présents et le pore génital mâle se situe sur le segment 15.

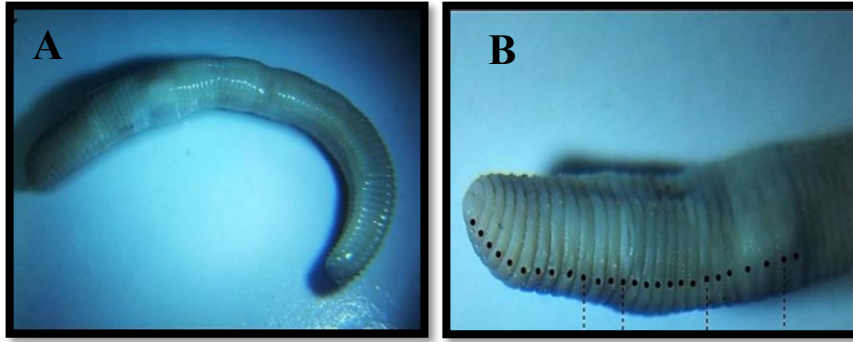
Au cours de notre étude, nous avons sélectionné au sein de cette famille 04 genres : *Eiseniella*, lombricien *Nicodrilus*, *Lumbricus*, *Allolobophora* et 05 espèces : *Eiseniella tetraedra* , *Nicodrilus caliginosus trapezoides*, *Lumbricus terrestris* *Alloolobophora rosea rosea* et *Allolobophora borellii*.

#### **3-1-Genre Eiseniella :**

##### **3-1-1-Espèce *Eiseniella tetraedra*:**

- Longueur : 60 à 100 mm, largeur : 04 mm, poids : 878.9 mg.
- Tubercules pubères entre 23 et 25 segments.
- Elle possède entre 80 à 135 segments.
- Clitellum compris entre 23 à 26 segments.
- Prostomium de type épilobique.
- Soies disposées selon un mode géminé. **(Figure 19).**





**Figure 19 :** Morphologie d' *Eiseniella tetraedra*. (Saadi et al.,2018).

(A) Région clitellienne , (B) Face ventrale.

### 3-2-Genre lombricien *Nicodrilus* :

**3-2-1-Espèce *Nicodrilus caliginosus trapezoides* :** Selon Baha (2008), l'espèce se caractérise les attributs suivants :

- Longueur : 36 à 168 mm, largeur : 02 mm, poids : 444.7 mg.
- Corps cylindrique avec une pigmentation brune clair.
- Elle possède entre 76 à 158 segments, Clitellum : segments (25) 26 à 30 (33). (Figure 36).
- Coeurs latéraux des segments 06 à 11.
- Glandes de Morren : segments 10 à 14.
- Prostomium : Epilobique  $\frac{1}{2}$  ouvert dans certains individus,  $\frac{1}{3}$  fermé.
- Soies : Etroitement géminées. (**Figure 20**).



**Figure 20 :** Morphologie de *Nicodrilus caliginosus trapezoides*. (Zeggai Zineb)

(A) Région clitellienne , (B) Face ventrale.

### 3-3-Genre lombricus :

**3-3-1-Espèce *Lumbricus terrestris* :** C'est une espèce anécique (Peres, 2003), selon Bouche (1972 in Pelosi, 2008) elle caractérisée par :

- Longueur : 68 à 90 mm, largeur : 04 mm, poids : 554.9 mg.
- Une pigmentation rouge-vineux, elle est grosse avec un aplatissement caudal,
- Clitellum débutant en arrière du 15<sup>ème</sup> segment.
- Coeurs latéraux des segments 06 à 11.
- Soies : disposées en 04 rangs de 02 (disposition lombricienne).
- Prostomium divisant complètement le premier segment (type tanylobe).
- Le pores dorsaux sont entre 08-09 segments. (**Figure 21**).



**Figure 21 :** Morphologie de *Lumbricus terrestris*. (Zeggai Zineb)

(A) Région clitellienne , (B) Face ventrale.

**3-4-Genre *Allolobophora* :** Selon Bouche (1972 in Bachelier, 1978), le genre *Allolobophora* ou *Aporrectodea* se caractérise par :

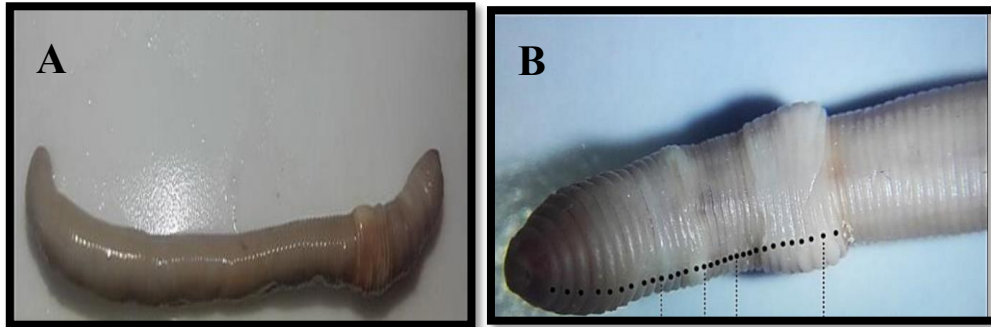
- Soies disposées en 04 rangs de 02,
- Clitellum débutant en arrière du 15eme segment,
- Pores des spermiductes antérieurs au clitellum,
- Prostomium divisant complètement le premier segment,
- Clitellum dépassant en arrière le 28<sup>ème</sup> segment,
- 03 ou 04 paires de vésicules séminales,
- Soies géminées : 04 paires de vésicules séminales en 09, 10, 11 et 12.

Nous avons trouvé deux espèces qui sont *Allolobophora rosea rosea*, *Allolobophora borellii*.

#### **3-4-1- Espèce *Allolobophora rosea rosea*:**

- Longueur : 50 à 64 mm, largeur : 03 mm, poids : 796,3 mg.

- 120 segments avec un aplatissement au niveau du clitellum (segment 24-34).
- Pores des spermathèques sur les segments 10 et 11.
- Coeurs cylindriques et aplati, de couleur rose, sans pigmentation cutanée.
- Cœur latéraux des segments 06 à 11.
- Golandes de Morren des segments 10 à 14 (diverticules latéraux au segment 10). (**Figure 22**)

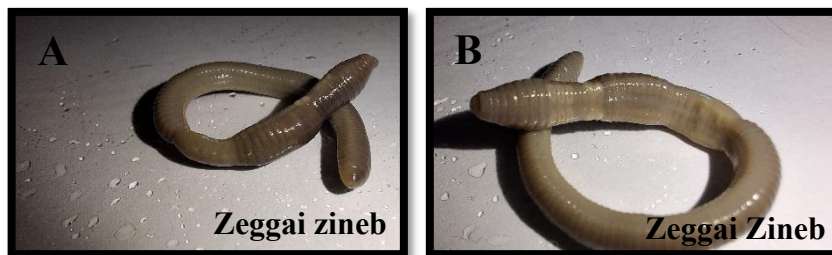


**Figure 22 :** Morphologie d'*Allolobophora rosea rosea*. (Saadi et al.,2018).

(A) Région clitellienne , (B) Face ventrale.

#### 3-4-2- Espèce *Allolobophora borellii*:

- Longueur : 75 à 120 mm, largeur : 05 mm, poids : 1227 mg.
- 165 sements, clitellum jusqu'aux segments 27-35.
- Pores des spermathèques, sans pigmentation cutanée.
- Cœur latéraux des segments 06 à 11.
- Golandes de Morren dans diverticules latéraux au segment 10). (**Figure 23**)



**Figure 23 :** Morphologie d'*Allolobophora borellii*. (Zeggai Zineb)

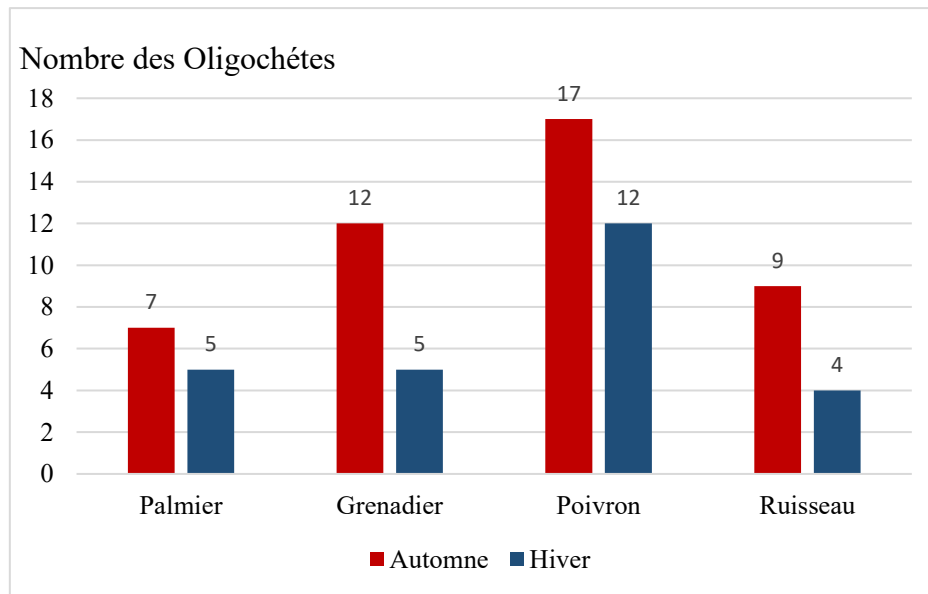
(A) Région clitellienne , (B) Face ventrale.

### 3.1. Abondance dominance des espèces des Oligochètes récoltées dans la zone d'étude :

Nous avons identifié huit espèces (**Tableau III**) Parmi 71 individus collectés dans les 04 stations d'échantillonnage de la zone d'étude. Les espèces sont liées à 08 prélèvements effectués durant la période s'étalant entre Novembre 2024 et Janvier 2025. (**Figure 24**).

**Tableau III.** Dates de collecte des vers de terre dans les deux saisons d'étude.

|           | Automne (15 /11 /2024) | Hiver (15/01/2025) |
|-----------|------------------------|--------------------|
| Individus | 45                     | 26                 |

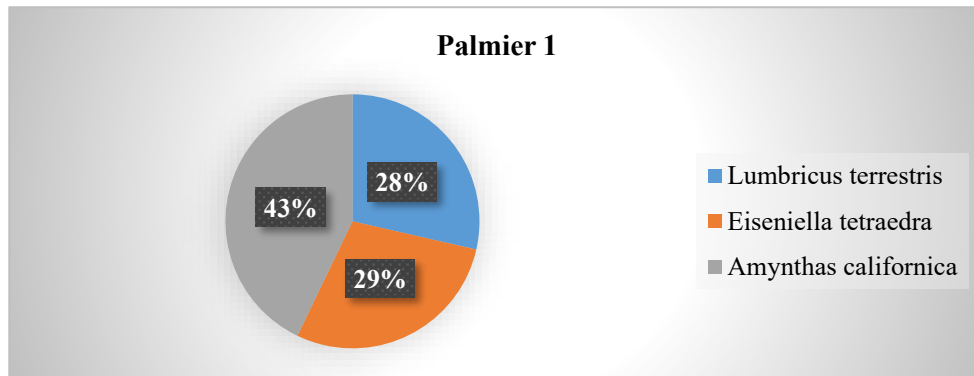


**Figure 24 :** Nombre des Oligochètes dans les quatre stations d'étude.

#### A-En Automne :

##### A-1-Abondance dominance des espèces de lombriciennes récoltées dans la station de Palmier :

Nous avons identifié trois espèces, l'espèce *Amyntas californica* est la plus dominante (43%), Puis en deuxième l'espèce la *Eiseniella tetraedra* est de (29%), et en dernière l'espèce *Lumbricus terrestris* avec un taux de 28%. (**Figure 25**).

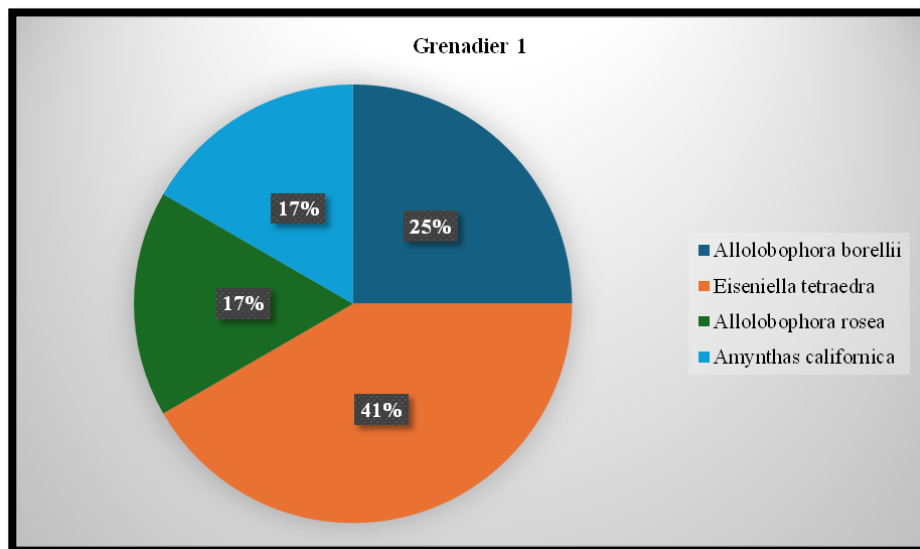


**Figure 25 :** Pourcentage des Oligochètes dans la zone d'étude (Palmier 1).

#### A-2- Abondance dominance des espèces de lombriciennes récoltées dans la station de Grenadier :

Nous avons identifié quatre espèces. L'espèce *Eiseniella tetraedra* est la plus dominante, (41 %), puis en deuxième rang l'*Allolobophora borellii* avec un taux de 25 %, l'espèce *Amynthes californica* et *Allolobophora rosea rosea* et restée au même pourcentage 17 %.

(Figure 26).



**Figure 26 :** Pourcentage des Oligochètes dans la zone d'étude (Grenadier 1).

#### A-3- Abondance dominance des espèces de lombriciennes récoltées dans le site de Poivron :

Dans la station de Poivron, nous avons recensés tous les espèces lombriciennes sauf l'espèce *Amynthes californica* (Tableau II). L'espèce *Microscolex dubuis* domine avec un

taux de 23 %, puis en deuxième rang la *Allolobophora borellii* et *Allolobophora rosea rosea* avec un pourcentage de 18 %, le pourcentage de l'espèce *Lumbricus terrestris* et *Microscolex phosphoreus* et *Nicodrillus caliginosus* est de 12 %, et en dernière place l'espèce *Eiseniella tetraedra* avec un taux de 6 %. (Figure 27).

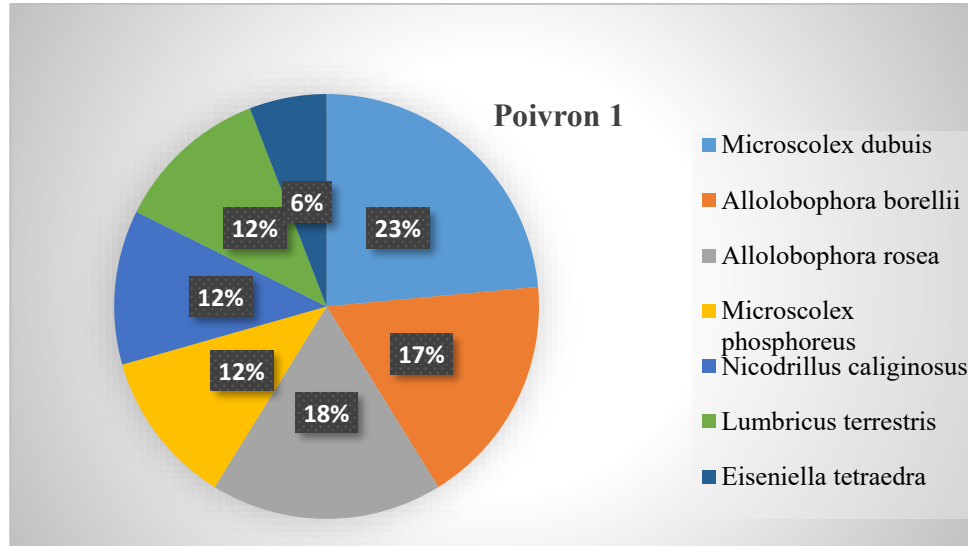


Figure 27 : Pourcentage des Oligochètes dans la zone d'étude (Poivron 1).

#### A-4- Abondance dominance des espèces de lombriciennes récoltées dans la station de Ruisseau :

Nous avons recensé deux espèces lombriciennes (Tableau II). Ici, l'espèce *Allolobophora borellii* domine avec un taux de 67 %, puis en deuxième rang *Microscolex dubuis* avec un pourcentage de 33 %. (Figure 28).

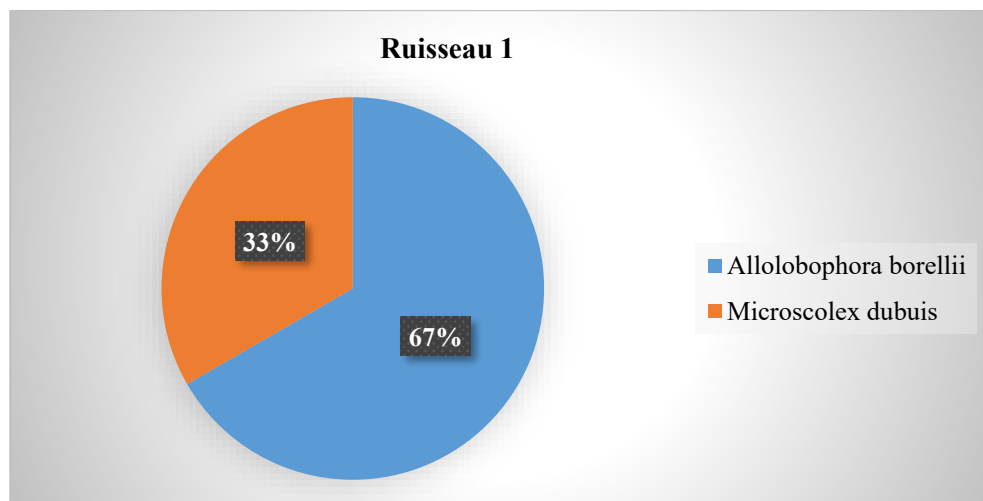
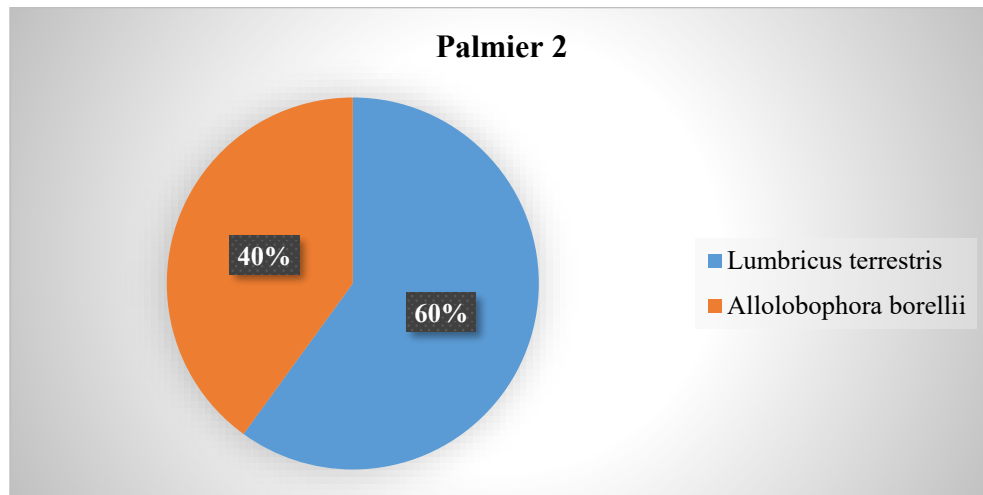


Figure 28 : Pourcentage des Oligochètes dans la zone d'étude (Ruisseau 1).

**B- En Hiver :**

**B-1- Abondance dominance des espèces de lombriciennes récoltées dans la station de Palmier :**

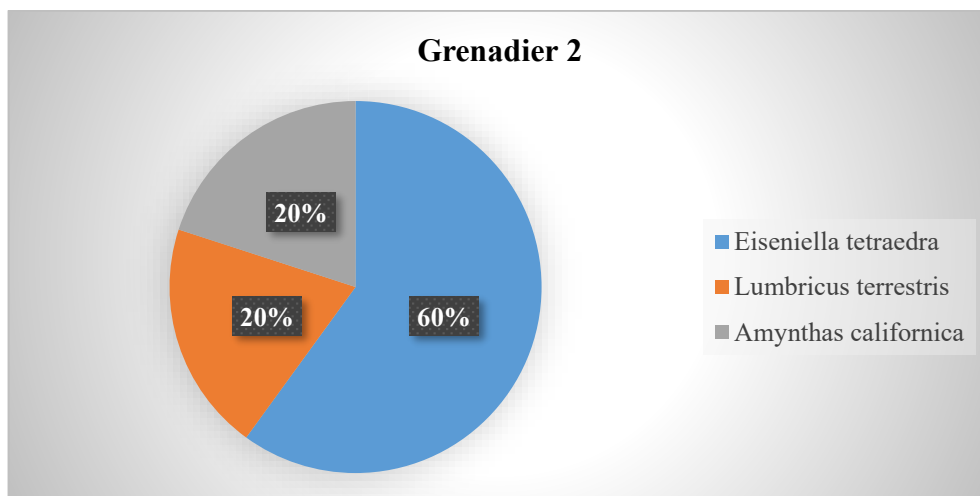
Nous avons identifié deux espèces, l'espèce *Lumbricus terrestris* est la plus dominante (60%), Puis en deuxième l'espèce l'*Allolobophora borellii* avec un taux de 40 %. **(Figure 29).**



**Figure 29 :** Pourcentage des Oligochètes dans la zone d'étude (Palmier 2).

**B-2- Abondance dominance des espèces de lombriciennes récoltées dans la station de Grenadier :**

Nous avons identifié trois espèces. L'espèce *Eiseniella tetraedra* est la plus dominante, (60 %), puis en deuxième l'espèce *Amyntas californica* et *Lumbricus terrestris* est restée au même pourcentage 20 %. **(Figure 30).**



**Figure 30 :** Pourcentage des Oligochètes dans la zone d'étude (Grenadier 2).

### B-3- Abondance dominance des espèces de lombriciennes récoltées dans la station de Poivron :

Nous avons identifié trois espèces. L'espèce *Allolobophora borellii* est la plus dominante, (50%), puis en deuxième rang *Microscolex dubuis* avec un taux de 30 %, l'espèce *Lumbricus terrestris* avec un taux de 17 %. (Figure 31).

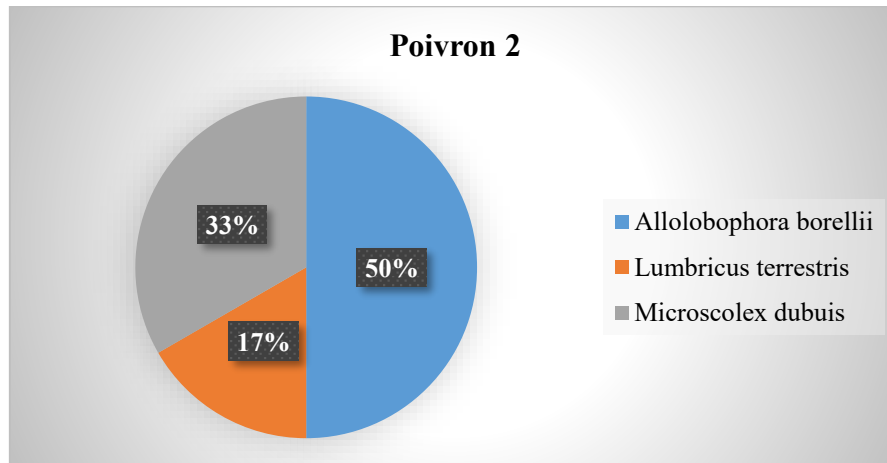


Figure 31 : Pourcentage des Oligochètes dans la zone d'étude (Poivron 2).

### B-4- Abondance dominance des espèces de lombriciennes récoltées dans la station de Ruisseau :

Nous avons recensé deux espèces lombriciennes (Tableau V). Ici, l'espèce *Allolobophora borellii* domine avec un taux de 75 %, puis en deuxième rang *Microscolex dubuis* avec un pourcentage de 25 %. (Figure 32).

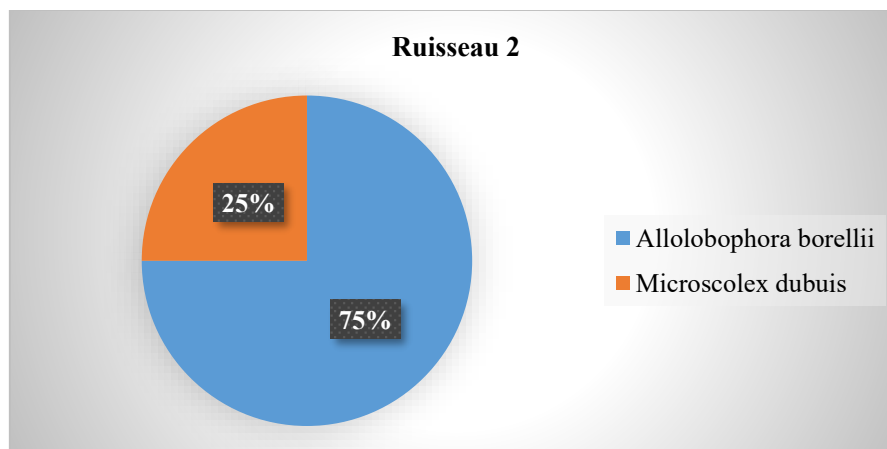
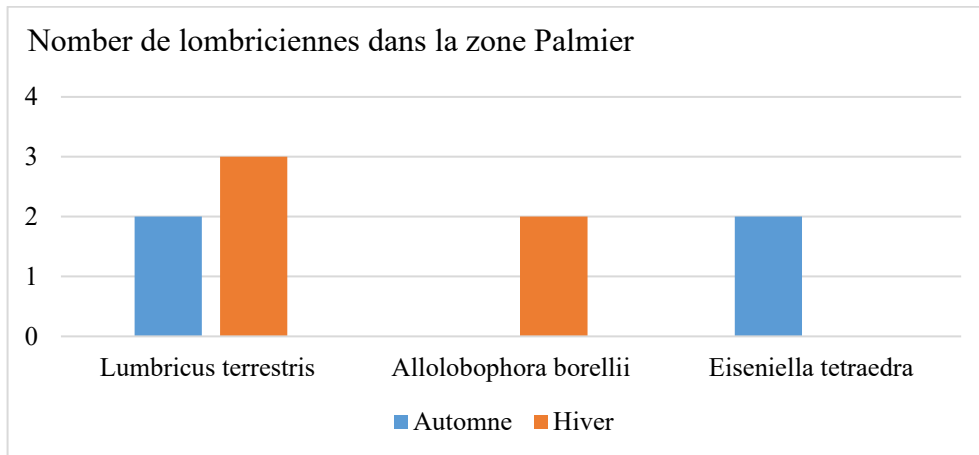


Figure 32 : Pourcentage des Oligochètes dans la zone d'étude (Ruisseau 2).



### C- Evolution saisonnière de l'abondance et de la dominance des espèces de lombriciennes :

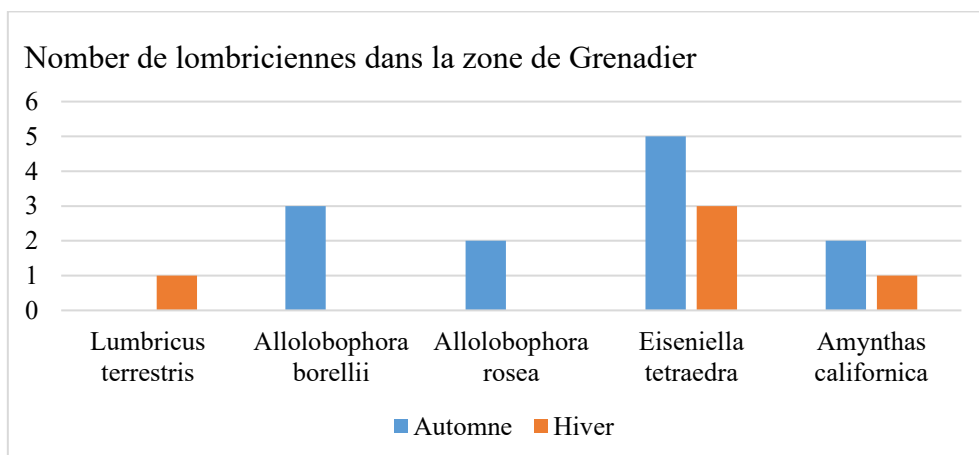
**C-1- Dans la station de Palmier :** Les deux saisons, Le nombre de différentes espèces représentées dans la **figure 33** révèlent une dominance de *Lumbricus terrestris* au niveau de station d'étude (Palmier). Par contre, l'espèce *Allolobophora borellii* apparaît exclusivement en Automne, tandis que les espèces *Eiseniella tetraedra* sont présentes en Hiver, avec une absence totale des autres espèces.



**Figure 33 :** Nombre des différentes espèces recensées dans la zone Palmier pendant la période d'étude.

### C-2- Dans la station de Grenadier :

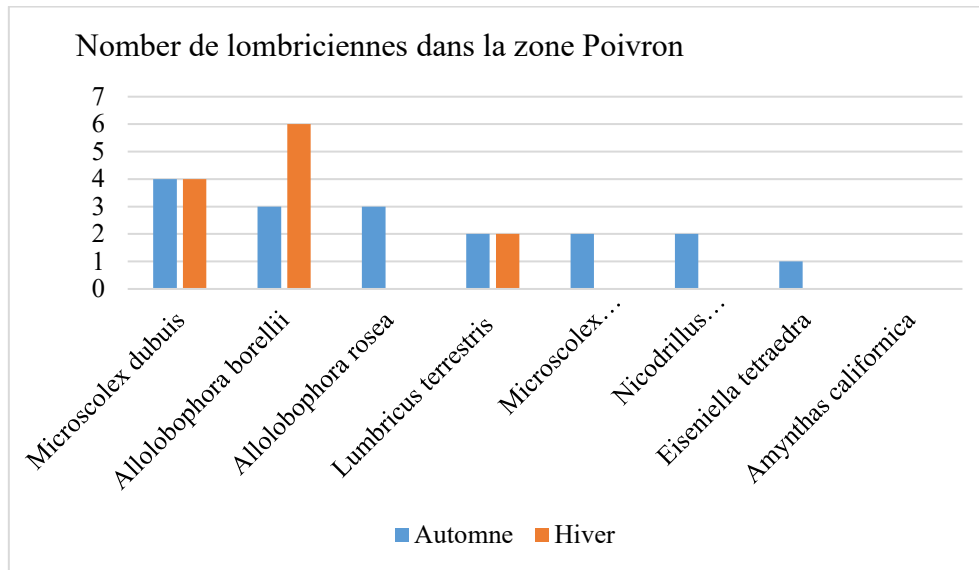
Nombre de vers de terre en fonction des deux saisons en observant la présence *Eiseniella tetraedra* puis *Amyntas californica*, ainsi que la dominance d'une espèce *Allolobophora borellii* et *Allolobophora rosea rosea*, durant la saison automnale et la dominance d'une espèce *Lumbricus terrestris* durant la saison hivernale et l'absence de certaines autres (*Nicodrillus caliginosus*, *Microscolex dupuis* et *Microscolex phosphoreus*). (**Figure 34**).



**Figure 34 :** Nombre des différentes espèces recensées dans la zone Grenadier pendant la période d'étude.

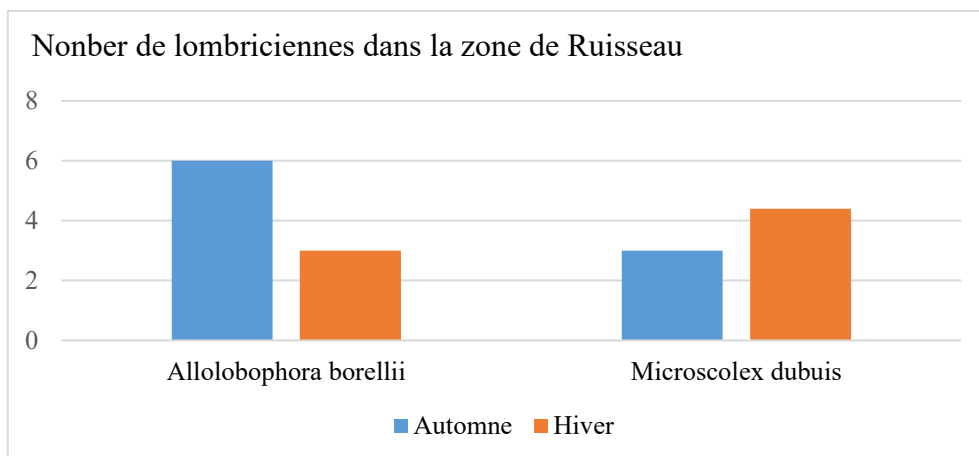
### C-3- Dans le site de Poivron :

Sur le 02 saisons d'échantillonnage de station d'étude, on observe seulement trois espèces, *Allolobophora borellii*, *Microscolex dupuis* et *Lumbricus terrestris*. De plus l'espèce dominante *Allolobophora rosea rosea*, *Microscolex phosphreus* et *Nicodrillus caliginosus* en suite *Eiseniella tetraedra*. Durant la saison automnale. L'absence d'une espèce *Amyntas californica* dans les deux saisons. (Figure 35).



**Figure 35 :** Nombre espèces recensées dans la zone Poivron pendant la période d'étude.

**C-4- Dans la station de Ruisseau :** Les deux saisons, Le nombre des différentes espèces représentées dans la figure 36 on observe seulement deux espèces, le nombre le plus grande de l'espèce *Allolobophora borellii* par rapporte à l'automne par contre l'espèce *Microscolex dupuis* le plus grand nombre en hiver, avec une absence totale des autres espèces.



**Figure 36 :** Nombre des différentes espèces recensées dans la zone Ruisseau pendant la période d'étude.

Le nombre d'individus des Oligochètes des différentes espèces a montré une variable entre les quatre stations d'échantillonnage de la région d'étude durant les saisons d'automne et d'hiver. Concernant la station d'étude de poivron, l'abondance des espèces recensées en automne représentait environ la moitié de celle observée en hiver. De plus, nous avons noté une présence importante de l'espèce *Allolobophora borellii*, ainsi que l'absence de certaines autres espèces durant la saison hivernale. (**Tableau IV**).

**Tableau IV** : Nombre d'individus des différentes espèces récoltées pendant la période d'étude.

| Espèce                           | Saison | Automne | Hiver |
|----------------------------------|--------|---------|-------|
| <i>Allolobophora borellii</i>    |        | 12      | 8     |
| <i>Eiseniella tetraedra</i>      |        | 8       | 3     |
| <i>Microscolex dupuis</i>        |        | 7       | 5     |
| <i>Allolobophora rosea rosea</i> |        | 5       | 0     |
| <i>Amyntas californica</i>       |        | 5       | 1     |
| <i>Lumbricus terrestris</i>      |        | 4       | 9     |
| <i>Microscolex phosphreus</i>    |        | 2       | 0     |
| <i>Nicodrillus caliginosus</i>   |        | 2       | 0     |

## 4.2. Etude écologique des lombriciens (Texture du sol) :

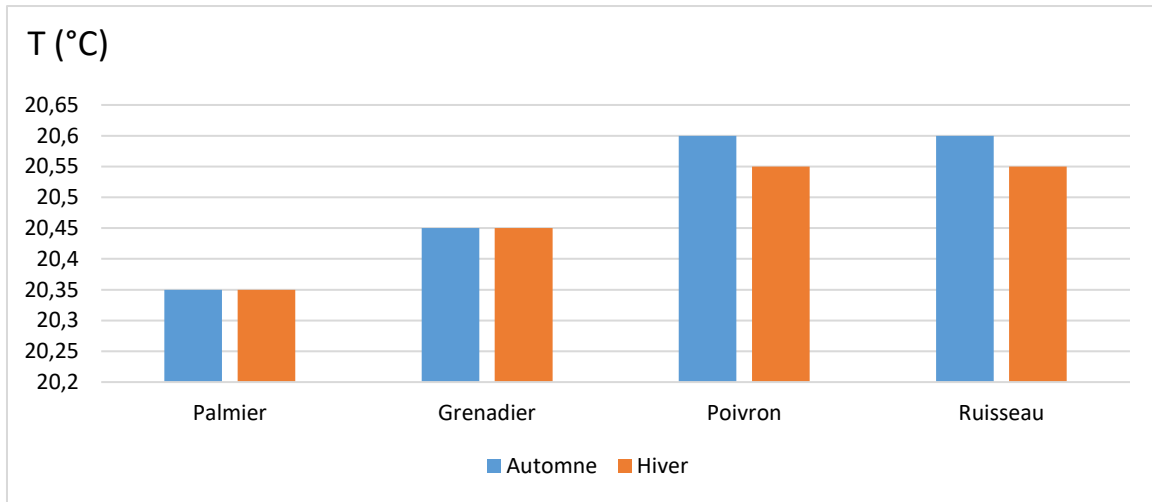
### 4.2.1. Influence du Température :

L'analyse de température du sol dans différents sur l'activité des Oligochètes dans la région d'étude durant les saisons Automne et Hiver révèle une faible variation (0.1 à 0.3) entre les stations et deux périodes de saisonnière, l'activité moyenne en automne (20.50) est légèrement supérieure à celle en hiver (20.47), ce qui pourrait indiquer que les Oligochètes sont plus actifs durant la période de transition avant l'hiver.

La plus grande différence entre les saisons a été observée sur la station Ruisseau et Poivron (20.60) tandis la station palmier présentait des valeurs identiques pour les deux saisons (20.35).

On observe la station Palmier le plus faible pour les deux saisons (20.35).

Légère augmentation de températures pour la station Poivron (Automne), potentiellement liée à l'ombrage, l'humidité ou la litière. (**Figure 37**).



**Figure 37 :** Variation de la température (°C) durant les deux périodes de prélèvement.

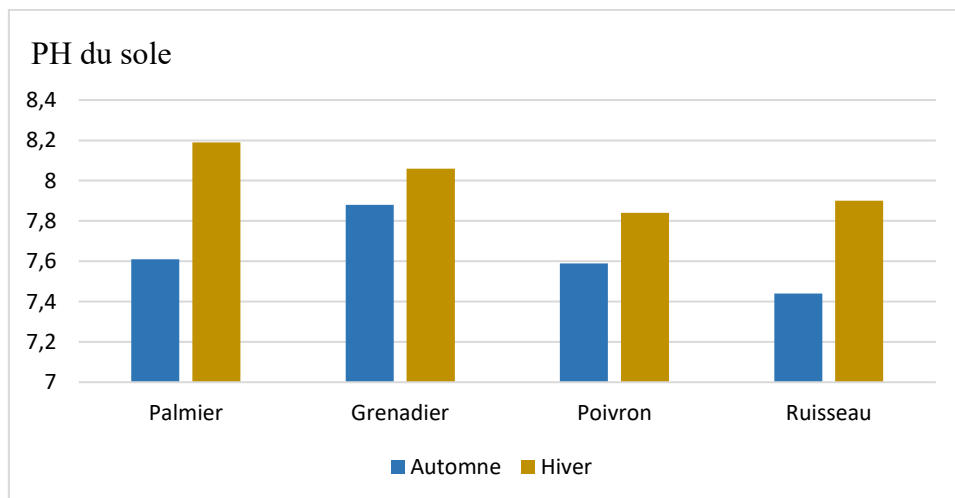
#### 4.2.2. Influence du Potentiel d'hydrogène (pH) :

Le pH moyen du sol entre 7.44 et 8.19, Cette valeur des pH sont globalement alcalines. Cette alcalinité est caractéristique des environnements arides et semi-aride de la région El Menia.

Tous les stations des échantillonnages dans région d'étudier ont montré une augmentation du pH pendant l'Hiver par rapport à l'Automne, avec la plus forte hausse observée dans la station du Palmier.

La valeur maximale de pH (8.19) et observée de niveau du Palmier, tandis que la valeur minimale de pH (7.84) est enregistrée sous le Poivron en Hiver.

En Automne, la valeur de pH la plus élevée était celle du Grenadier (7.88), tandis que la plus basse était celle du Ruissaeu avec 7.44. **(Figure 38).**



**Figure 38 :** Variation du pH durant les deux périodes de prélèvement.

#### **4.2.3. Influence du Conductivité électrique (CE) :**

La conductivité électrique définit la quantité totale en sels solubles correspondant à la salinité globale du sol. Elle dépend de la teneur et de la nature des sels solubles présents dans ce sol (Guessoum, 2001).

Ces résultats montrent que les valeurs de la conductivité électrique présentent une variabilité allant de faible à très élevée. (**Tableau V**).

**Tableau V** : La CE des sols étudiés durant les deux périodes de prélèvement.

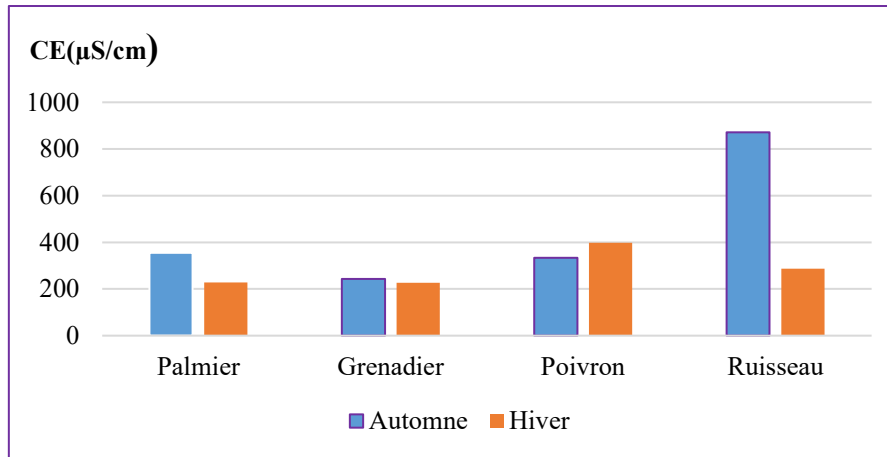
| <b>Echantillon</b>          | <b>Palmier</b> | <b>Grenadier</b> | <b>Poivron</b> | <b>Ruisseau</b> |
|-----------------------------|----------------|------------------|----------------|-----------------|
| <b>CE (μS/cm) (Automne)</b> | 355            | 243              | 333.5          | 871.5           |
| <b>CE (μS/cm) (Hiver)</b>   | 228.5          | 227              | 398            | 287             |

La Conductivité électrique (μS/cm) mesurée des quatre stations pendant les deux périodes saisonnier (Automne et Hiver) de la région d'étude qui varie entre la valeur minimale de 227 μS/cm au niveau de Grenadier à l'automne et une valeur maximale de 871.5 μS/cm au niveau de Ruisseau à l'hiver (il y a une grande variabilité entre les échantillons), avec une moyenne de 367.6 μS/cm.

La conductivité la plus faible est observée sous le Palmier en hiver (228.5 μS/cm) et le Grenadier (227 μS/cm en hiver et 243 μS/cm en automne). Ces valeurs indiquent une faible concentration en sels solubles dans ces sols.

La valeur de CE à Ruisseau la plus élevée (871.5 μS/cm) en Automne. Cette valeur très élevée suggère une forte accumulation de sels solubles à cette période. En Hiver La conductivité du Ruisseau diminue considérablement (287 μS/cm).

La valeur modérées (333.5-398 μS/cm), peuvent refléter une salinité modérée, comme dans le site Ruisseau en Hiver, le Palmier en Automne. (**Figure 39**).



**Figure 39 :** Variation de la CE durant les deux périodes de prélèvement.

#### 4.2.4. Influence du calcaire total ( $\text{CaCO}_3$ ) :

Le constituant essentiel de calcaire est le carbonate de calcium, cristallisé sous forme de calcite à symétrie rhomboédrique (Djili, 2000).

En comparant les valeurs obtenues à celles signalées par (Baize, 1988 in Djebli A 2013), nous constatons que le sol étudié est peu calcaire sur toutes les parcelles.

**Tableau VI.** Le  $\text{CaCO}_3$  total dans les sols étudiés.

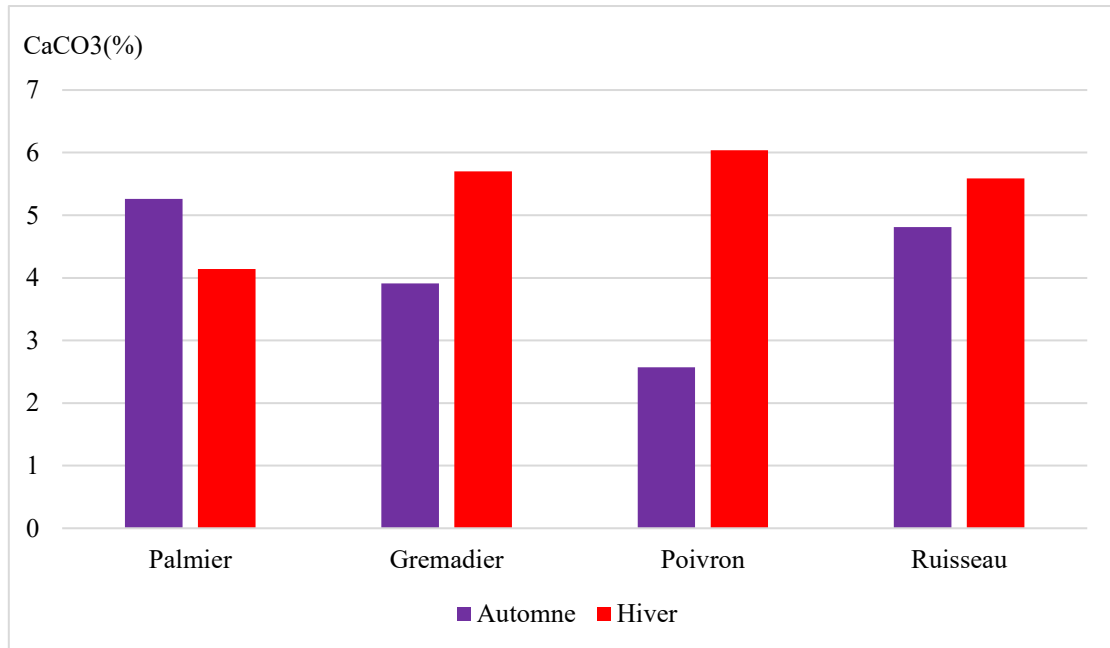
| Echantillon                   | Palmier | Grenadier | Poivron | Ruisseau |
|-------------------------------|---------|-----------|---------|----------|
| $\text{CaCO}_3(\%)$ (Automne) | 5.26    | 3.91      | 2.57    | 4.81     |
| $\text{CaCO}_3(\%)$ (Hiver)   | 4.14    | 5.70      | 6.04    | 5.59     |

Le pourcentage de calcaire total ( $\text{CaCO}_3$ ) révèle une hétérogénéité dans la composition calcaire du sol, varie entre 2.75 % et 6.04 % (**Tableau VI**), ce qui explique la basicité des sols étudiés observée à travers les valeurs de pH entre 7.44 et 8.19.

On observe la station du Poivron montre le pourcentage de calcaire le plus faible en Automne (2.57 %) mais une valeur plus élevée en Hiver (6.04 %). Inversement, le Palmier présente une valeur intermédiaires, avec 5.26 % Automne et 4.44 % en Hiver.

La station Ruisseau montre les pourcentages de calcaire le plus élevés, avec 5.59 % en Hiver et 4.81% en Automne.

La station de Grenadier présente également des pourcentages de calcaire relativement faibles, avec 3.91% en Automne et 5.70 % en Hiver. (**Figure 40**).



**Figure 40 :** Variation de la teneur en  $\text{CaCO}_3$  total durant les deux périodes de prélèvement.

#### 4.2.5. Influence de la Matière Organique (%) :

La matière organique exerce un rôle très important sur le sol, elle améliore ses propriétés physiques (stabilité structurale, capacité de rétention en eau...) et chimiques par la libération progressive des éléments nutritifs et l'augmentation de leur pouvoir absorbant en éléments minéraux apportés par les engrais (Callot et *al.*, 1982 in Djebli A., 2013).

Cette analyse présente une évaluation complète des données de matière organique (MO %) dans quatre stations différents pendant les saisons d'Automne et d'Hiver (**Tableau VII**). En Automne, la teneur la plus faible est observée sous le Grenadier (2.25 %) et le Poivron (2.35 %), tandis que les valeurs les plus élevées sont enregistrées sous le Palmier (4.40 %) et au niveau Ruisseau (4.08 %). En Hiver, on note une diminution générale de la matière organique, avec la valeur la plus basse au niveau le Ruisseau (2.31 %) et la plus élevée sous Palmier (3.32 %).

**Tableau VII :** La teneur en matière organique.

| Echantillon      | Palmier | Grenadier | Poivron | Ruisseau |
|------------------|---------|-----------|---------|----------|
| MO (%) (Automne) | 4.40    | 2.25      | 2.35    | 4.08     |
| MO (%) (Hiver)   | 3.32    | 3.29      | 3.16    | 2.31     |

En se référant aux normes (**Tableau VII**), les sols du Grenadier et Poivron en Automne, ainsi que celui du Ruisseau en Hiver, peuvent être qualifiés de relativement pauvres en matière organique. Le sol du Palmier, surtout en Automne, présente une teneur plus élevée, possiblement modérée selon certaines classifications.

#### 4.2.6. Analyse granulométrique (%) :

Les résultats des analyses granulométriques de quatre échantillons de sol provenant de différentes stations (Palmier, Grenadier, Poivron, Ruisseau). Sont résumés dans le **tableau VIII**.

L'analyse granulométrique a pour but de définir la texture du sol, le pourcentage de ses différents éléments constitutifs expliquent ses propriétés physiques et mécaniques liées à la teneur en eau et son mouvement, à son comportement vis à vis de l'air, des racines et des instruments de culture (Soltner, 2000 in Djebli A, 2013).

**Tableau VIII.** Analyse granulométrique des échantillons étudiés.

|                  | Granulométrie |           |           |
|------------------|---------------|-----------|-----------|
|                  | Argile (%)    | Limon (%) | Sable (%) |
| <b>Palmier</b>   | 30.79         | 16.28     | 59.92     |
| <b>Grenadier</b> | 33.44         | 3.71      | 68.84     |
| <b>Poivron</b>   | 31.51         | 27.49     | 40.99     |
| <b>Ruisseau</b>  | 20.51         | 25.56     | 44.92     |

Les résultats de l'analyse granulométrique (**Tableau VIII**) :

- Palmier : Ce sol est caractérisé par une fraction de sable dominante (59.92 %), suivie par l'argile (30.79 %) et une proportion relativement faible de limon (16.28 %).
- Grenadier : Cet échantillon présente la plus forte proportion de sable (68.84 %), une teneur en argile similaire à SOL 1 (33.44 %), mais une fraction de limon très faible (3.71 %).
- Poivron : Ce sol montre une distribution plus équilibrée entre les fractions, avec un pourcentage d'argile de 31.51 %, une proportion notable de limon (27.49 %) et une fraction de sable de 40.99 %. Il se distingue des autres échantillons par sa teneur en limon plus élevée.



- Ruisseau : Cet échantillon se caractérise par la plus faible teneur en argile (20.51 %) et la plus forte proportion de limon (25.56 %), avec une fraction de sable significative (44.92 %).

Dans notre travail, nous sommes basés sur la morphologie externe et la biométrie. En utilisant ces critères, nous avons pu reconnaître les espèces déjà décrites ainsi que la distribution des communautés d'Oligochètes dans quatre stations agroécologiques distincts de jenane El Guelta à El Menia, durant la période Automne-Hiver 2024-2025. L'approche méthodologique, fondée sur la morphologie externe et la biométrie des spécimens collectés, a révélé la présence de huit espèces (*Microscolex dubuis*, *Microscolex phosphreus*, *Amyntas californica*, *Eisenilla tetraedra*, *Nicodrilus caliginosus trapezoides*, *Lumbricus terrestris*, *Allolobophora resea rosea*, *Allolobophora borellii*) appartenant à trois familles (Acanthodrilidae, Megascolicidae, Lumbricidae) et six genres différents (*Amyntas*, *Microscolex*, *Eisenilla*, *Lumbricus*, *Nicodrilus*, *Allolobophora*).

L'utilisation des clés de détermination de Bouché (1972) a confirmé la diversité du peuplement lombricien dans cette région saharienne.

La dominance observée de la densité des Oligochètes en Automne par rapport à l'Hiver pourrait être liée à plusieurs facteurs environnementaux. En Automne, les températures sont encore relativement douces et l'humidité du sol est souvent suffisante après les pluies estivales ou le début des pluies automnales, créant des conditions très favorables à l'activité, à la reproduction et à la survie des Oligochètes.

1- Au niveau de la station du Palmier : le sol de cette station se distingue par un pH relativement élevé et une faible conductivité. La température montre une légère diminution entre l'Automne et l'Hiver, teneur en matière organique modérée avec une légère diminution en Hiver. La texture était caractérisée par une proportion significative d'argile et de sable.

Concernant les Oligochètes ont affiché une stabilité relative en densité et en biomasse entre Novembre et Décembre, avant d'enregistrer une légère diminution en Janvier. On observe la présence de *Lumbricus terrestris*, et d'autres espèces. La légère baisse de la matière organique en Hiver pourrait influencer cette diminution, tandis que le pH élevé pourrait favoriser certaines espèces au détriment d'autres.

2- La station du Grenadier : le sol de cette station affiche un pH neutre et une conductivité faible. La température a évolué à la baisse, teneur en matière organique modérée avec une légère augmentation en Hiver. La texture était caractérisée par une forte proportion de sable et l'argile.

Les Oligochètes ont maintenu une densité et une biomasses élevées et semblent relativement en stables tout au long de la période d'étude. La présence d'*Eiseniella tetraedra* et d'autres espèces suggère une matière organique et les caractéristiques de texture pourraient contribuer à cette stabilité de la population d'Oligochètes.

3- La station du Poivron : Cette station se caractérisait par un pH relativement élevé, une conductivité faible et une température légèrement plus élevée. La teneur en matière organique, déjà faible, diminue encore en Hiver. La texture est équilibrée entre sable, limon et argile avec le pourcentage de calcaire le plus élevé.

Les Oligochètes ont montré une densité et une biomasse élevées en novembre et décembre, suivies d'une diminution notable en janvier. La diminution de la matière organique en Hiver pourrait être une cause de cette baisse. Le pH alcalin et la forte teneur en calcaire pourraient influencer la disponibilité des nutriments et par conséquent, les populations d'Oligochètes.

4- Enfin, la station du Ruisseau : Cette station présente le pH le plus bas et une conductivité très élevée. La température suit une tendance à la baisse, teneur en matière organique très faible en Automne, augment de manière significative en Hiver. La texture du sol est principalement en sableuse, avec une faible proportion d'argile.

Les Oligochètes ont montré une densité et une biomasse généralement inférieure à celles des autres stations, particulièrement en début de période d'étude. Cependant, l'augmentation de la matière organique en Janvier coïncide avec une légère hausse de ces paramètres.

La conductivité très élevée pourrait être un pH acide et texture très sableuse pourraient également influencer la communauté d'Oligochètes présente. La présence d'*Allolobophora borellii* une espèce tolérante à ces conditions, est notable.

Les conditions climatiques dans les palmeraies peuvent être mises en cause. Les palmeraies sont considérées comme un microclimat où le sol étant périodiquement irrigué avec des températures basses dues à la couverture végétale. Nos résultats concordent ceux d'Omodeo et al (2003) qui estiment que la biodiversité est faible sur l'ensemble du territoire Maghrébin (Maroc, Algérie et Tunisie). En effet, ils n'ont signalé que 38 espèces dont 24 se trouvent en Algérie. Ainsi, dans le secteur algérois, Baha (1997) a recensé 11 espèces.

En conclusion, cette étude comparative met en évidence l'hétérogénéité de la distribution et de la dynamique des communautés d'oligochètes dans différents agroécosystèmes de la région d'El Menia. Les propriétés physico-chimiques du sol, telles que la conductivité, le pH et la teneur en matière organique, apparaissent comme des facteurs clés influençant la densité, la biomasse et la composition spécifique des peuplements lombriciens. Ces résultats soulignent la nécessité de considérer la spécificité de chaque site agroécologique pour comprendre la bio

écologie des Oligochètes en milieu saharien et pour envisager des pratiques de gestion des sols durables. Des recherches futures pourraient approfondir l'étude des interactions entre les espèces d'Oligochètes et les autres composantes de la faune du sol, ainsi que leur rôle fonctionnel dans le maintien de la fertilité des sols oasiens.

# Conclusion

En conclusion, cette étude comparative met en évidence l'hétérogénéité de la distribution et de la dynamique des communautés d'oligochètes dans différents agroécosystèmes de la région d'El Menia. Les propriétés physico-chimiques du sol, telles que la conductivité, le pH et la teneur en matière organique, apparaissent comme des facteurs clés influençant la densité, la biomasse et la composition spécifique des peuplements lombriciens.

Les quatre stations étudiées présentent des compositions granulométriques distinctes, reflétant potentiellement des environnements de dépôt et des processus pédogénétiques différents. Le site Ruisseau est le plus riche en sable, tandis que le site Grenadier est celui qui contient la plus grande proportion de particules fines (limon et argile). Les stations Palmier et Poivron présentent des compositions plus équilibrées entre le sable et les fractions fines.

Notre étude est réalisée dans la région de Meniaa au niveau de quatre sites (Palmier, Grenadier, Poivron et Ruisseau) où nous avons effectués deux prélèvements dans chacune, durant les saisons d'Automne et d'Hiver. Afin de décrire la faune lombricienne et d'avoir une idée plus ou moins précise sur la biodiversité et l'écologie des Oligochètes.

Sur le plan biodiversité, 08 espèces lombriciennes sont recensées dans cette étude. Elles sont représentées par trois familles Acanthodrilidae, Megascolicidae et Lumbricidae, et six Genre *Microscolex*, *Amyntas*, *Eiseniella*, lombricien *Nicodrilus*, *Lumbricus*, *Allolobophora* : *Microscolex phosphreus*, *Microscolex dubuis*, *Amyntas californica*, *Eiseniella tetraedra*, *Nicodrillus caliginosus trapezoides*, *Lumbricus terrestris*, *Allolobophora rosea rosea*, *Allolobophora borellii*.

Dans ce travail nous signalons pour la première fois la présence de l'espèce *Lumbricus terrestris* dans de toutes stations sauf la station Ruisseau. Dans la station Poivron, *Allolobophoea borellii* est la plus abondante avec nombre 17 individus dans l'Automne, et l'espèce *Lumbricus terrestris* (09) nombre.

Ces résultats soulignent la nécessité de considérer la spécificité de chaque station agroécologique pour comprendre la bio-écologie des Oligochètes en milieu saharien et pour envisager des pratiques de gestion des sols durables. Des recherches futures pourraient approfondir l'étude des interactions entre les espèces d'Oligochètes et les autres composantes de la faune du sol, ainsi que leur rôle fonctionnel dans le maintien de la fertilité des sols oasiens.

# **Références bibliographiques**

1. Bachier, G, 1963-la vie animale dans le sol O.R.S.T.O.M.PASIS, 273p.
2. Bachelier, G. (1978). La faune des sols, son écologie et son action, Initiations Documentations Techniques. *ORSTOM, Paris*, 391p.
3. Baha, M. (1997). The earthworm fauna of Mitidja, Alegria. *Trop. Zool.*10, 247-254p.
4. Baha, M., & Berra, S. (2001). *Proselodrilusdoumandjii* n. sp., a new lumbricid from Algeria. *Tropical Zoology*, 14(1), 87-93p.
5. Baha M. 2008. Etude bioécologique des oligochètes du Nord d'Algérie. Thèse de doctorat d'état, en sciences agronomiques. I.N.A El harrach (Alger). 208 p.
6. Baize, D., (1988). Guide des analyses courantes en pédologie (éd. Inra). Paris.
7. Bazki, K. (2015). Etude de la biodiversité des lombriciens et leurs relations avec les propriétés du sol dans différents étages bioclimatiques, dans l'Est Algérien. These doctorat, 188p.
8. Bouché, M. B. (1972). Lombriciens de France, écologie et systématique. I.N.R.A. Ann. Zool.-écol. anim. Numéro hors-série 72/2, Paris, 671p.
9. Boström U. et Lofs-Holmin A., 1986. Growth of earthworms (*Allolobophora caliginosa*) fed on shoots and roots of barley, meadow fescue, and Lucerne: studies in relation to particle size, protein, crude fiber and toxicity. *Pedologia*. 29,1-12p.
10. Carion F J, 2012 -Un peu de bio, vers la terre.5p.
11. C lizeau, D., Blanchart, E., Pérès, G., Ablain, F., Cuendet, G., Fayolle, L., & Lavelle, P. (2005). Faune du sol et Lombriciens dans les sols tempérés agricoles.
12. Chaoui H., 2010- Vermicompostage (ou lombricompostage) : Le traitement des déchets organiques par les vers de terre. N° 10-010, Ontario, 8p.
13. Daller M., 2005- Influence de la fertilisation basique calcique et magnésienne sur la population lombricienne. N°16, Ed : Chambre Syndicale, Paris, p 4.
14. Domínguez J., Aira M et Brandón M. G., 2009- El papel de las lombrices de tierra en la descomposición de la materia orgánica y el ciclo de nutrientes. Mayo 2009. AEET : 20-31. ([Http://www.researchgate.net](http://www.researchgate.net))
15. Djili K., 2000. Contribution à la connaissance des sols du Nord de l'Algérie. Thèse doctorat INA, Alger, 243 p.
16. Duchaufour Ph, 1997. Pédologie et classification. Ed. Masson, Paris. 477p.
17. Duchaufour P., 2001. Etude expérimentale de l'influence du calcaire sur la nutrition et la croissance d'un résineux acidiphile. 367p.
18. Edwards, C. A., & Bohlen, P. J. (1996). *Biology and ecology of earthworms* (Vol. 3). Springer Science & Business Media. London, 426 p.
19. Edwards, C. A., & Bohlen, P. J. (1996). *Biology and ecology of earthworms* (Vol. 3). Springer Science & Business Media. London, 426 p.
20. Edwards, C. A., & Lofty, J. R. (1977). Nitrogenous fertilizers and earthworm populations in agricultural soils. *Soil Biology and Biochemistry*, 14(5), 515-521p.
21. El-Duweini, A. K., & Ghabbour, S. I. (1965). Population density and biomass of earthworms in different types of Egyptian soils. *Journal of Applied Ecology*, 271-287p.
22. Guessoum A., 2001.L'effet de l'irrigation sur la salinité du sol dans la région de Saada - Biskra., Thèse ing, Agro, Univ Batna., 50 P.
23. Herger P., 2003 - Regenwürm. Zentrum für angewandte Ökologie Schattweid NaturMuseum Luzern, Wolhusen. 49 p.
24. James, S.W. (1991). Soil, nitrogen, phosphorus, and organic-matter processing by earthworms in tallgrass prairie. *Ecology*, 72, 2101-2109p.

25. Kemassi S., 2015- Etude de l'impact des vers de terre sur l'évolution de la matière organique en régions sahariennes : Cas de la cuvette d'Ouargla. Mémoire de Magister. univ. kasdi merbah ouargla. 131p.
26. Lee K.E., 1985. Earthworms - Their Ecology and Relationships with Soils and Land Use". Academic Press, Sydney. pp 41.
27. Lotfs- Holmin, A. (1983). Influence of agricultural practices on earthworms (Lumbricidae). Acta Agricult. Scand. 33, 225-234p.
28. Martin C., Naim P., Carion J F et Dholland F., 2011- Les lombriciens : outils de gestion des agro-systèmes. 14 et 15 décembre 2011, Acces et Nantes, Versailles – Lyon. 27 p.
29. Methods of soil analysis: Part 2 Chemical and microbiological properties, (9), pp: 539-579.
30. Nelson D.W., Sommers L., 1983. Total carbon, organic carbon, and organic matter.
31. Omodeo, P., Rota, E., & Baha, M. (2003). The megadrile fauna (Annelida: Oligochaeta) of Maghreb, biogeographical and ecological characterization. The 7th international symposium on earthworm ecology· Cardiff· Wales· 2002. *Pedobiologia*, 47(5-6), 458-465p.
32. O.N.M., 2020- *Données climatiques de la région d'El Meniaa (2012-2024)*.
33. Ozenda P., 1991. Flore de Sahara. 3ème édition mise à jour et augmentée. Paris, Editions du Cnrs. 662 pages.
34. Peres G., 2003- Identification et quantification in situ des interactions entre la diversité lombricienne et la macro-bioporosité dans le contexte polyculture breton. Influence sur le fonctionnement hydrique du sol, Th. Doc. Univ. Rennes 1. France. 254p.
35. Pérès G., Cluzeaud., Curmi P. et Hallaire V., (1998). Earthworm activity and soil structure changes due to organic enrichments in vineyard systems. *Biol. Fertil. Soils*. 27, 417-424p.
36. Pérès G., Cluzeau D., Hotte H et Delaveau N., (2011). Les vers de terre. UMR 6553. EcoBio. Fiche outil F2. Univ. Rennes 1, France, 4 p.
37. Pelosi. C, 2008- Modélisation de la dynamique d'une population de vers de terre lumbricus terrestres au champ contribution à l'étude de l'impact de systèmes de culture sur les communautés lombriciennes. N°decommande 1619, Th. Doc., Ecole doctoral. Abies. Paris. 141 p.
38. Pfiffner, L. J., Villodas, M., Kaiser, N., Rooney, M., & McBurnett, K. (2013). Educational outcomes of a collaborative school-home behavioral intervention for ADHD. *School Psychology Quarterly*, 28(1), 25p.
39. Razafindrakoto S. (2013). Etude des interactions plante- vers de terre (*Dichogaster saliens*) dans les cultures de riz et de l'eleusine. Mémoire de master, Université Athénée Saint Joseph Antsirabe, Madagascar, 87p.
40. Sekhara-Baha M., 2008 -Étude bioécologique des Oligochètes du nord de l'Algérie Thèse de doctorat institut national agronomique Alger, 161p.
41. Sims, R.W., & Gerard, B.M. (1999). *Earthworms, Notes for the identification of British species*. Linnean Society of London and the Estuarine and Coastal Sciences Association, 167p.
42. Soltner D., 2000. Les bases de la production végétale, T I : le sol et son amélioration., 22 Edition, Editions Sciences et techniques agricoles "Le Clos Lorelle"- 49130 Saint-Gemmes-Sur-Loire., 472 P.
43. Subedi, H.P., R.M. Saxena and J.W. Reynolds. (2018). New records of earthworm species *Amyntas morrisoni*, *Perioynx jorjokrensis* and *Perioynx himalayanus* (Oligochaeta: Megascolecidae) from Sikkim, India. *Megadrilogica*, 23(4), 69-77p.
44. Titrawi M., Omrani M et Rzige S., 2006- - [Etude bioécologique et taxonomique des vers de terre oligochètes dans la région d'El Kouba], école normale supérieure de Kouba, Algérie. 70p.

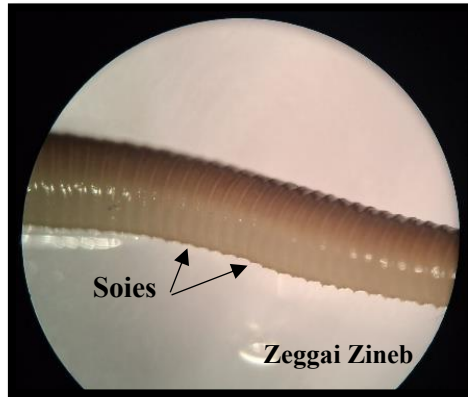


45. Tremblay n.,2014 - Exploitation et élevage des vers de terre pour le marché des appâts vivants. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, Québec, 12 p.
46. Vigot M et Cluzeau d, 2014- Les vers de terre. Chambre d'Agriculture de la Vienne. Vienne. 10p.
47. Villeneuve, F., & Désiré,C. (1965). *Zoología* (No. Sirsi), 450-642p.

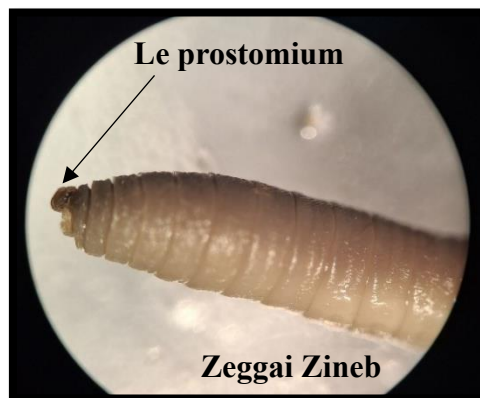
# Annexes

## Annexe. I

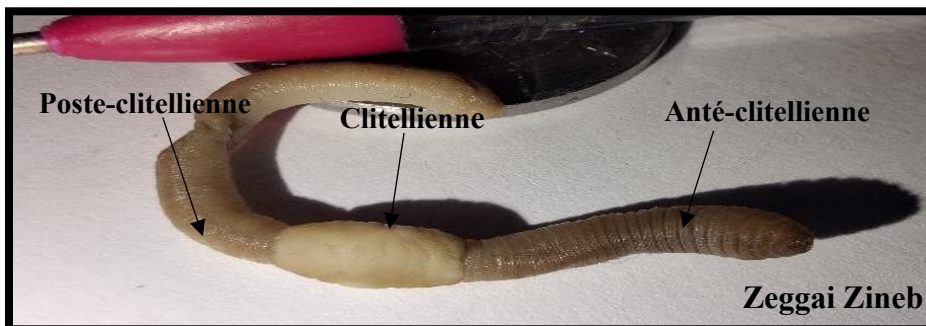
### Les photos des Oligochètes



**Figure 01 :** Soies d'un vers de terre *Nicodrillus caliginosus trapezoides* (Zeggai.Zineb, 2025).



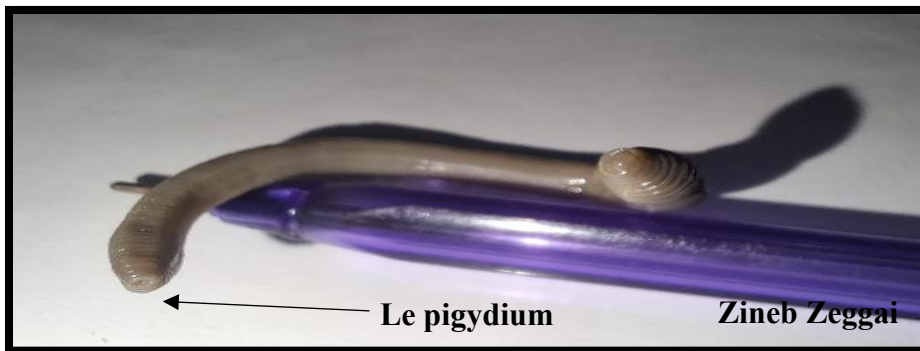
**Figure 02 :** Le prostomium d'un vers de terre *Nicodrillus caliginosus trapezoides* (Zeggai.Zineb, 2025).



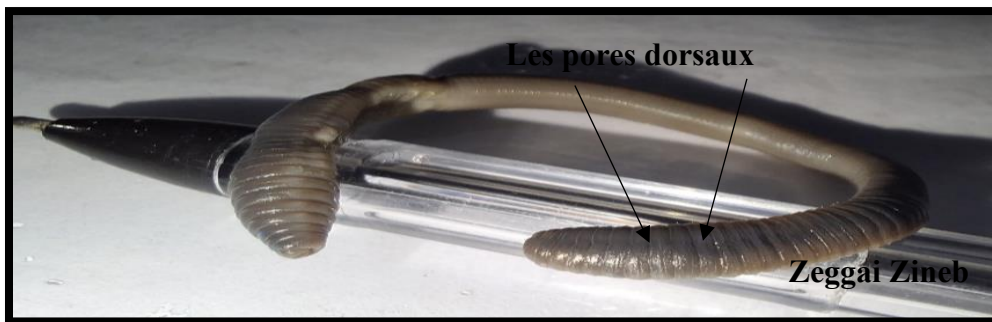
**Figure 03 :** Les régions du corps d'un vers de terre. (Zeggai.Zineb, 2025).



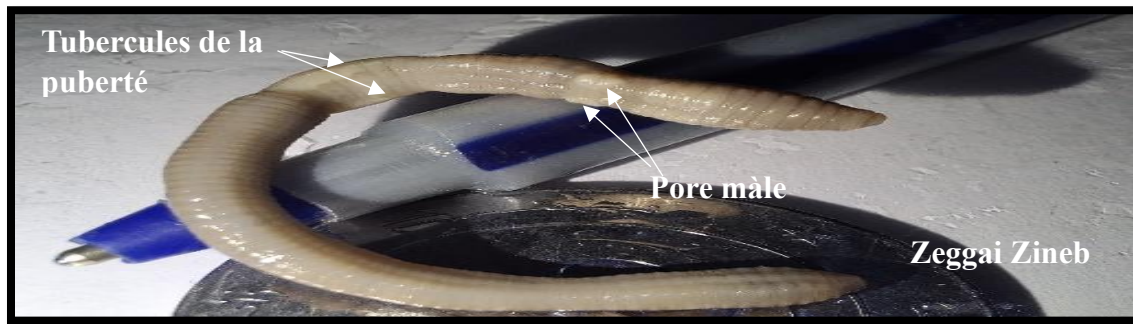
**Figure 04 :** Clitellum d'un vers de terre. (Zeggai.Zineb, 2025).



**Figure 05 :** Le pigydium d'un ver de terre *Allolobophora borellii*. (Zeggai.Zineb, 2025).



**Figure 06 :** Les pores dorsaux d'un ver de terre. (Zeggai.Zineb, 2025).



**Figure 07 :** Vue ventrale de la partie antérieure d'un ver de terre. (Zeggai.Zineb, 2025).



**Figure 08 :** Prostomium des Oligochètes. (Zeggai.Zineb, 2025).



**Figure 09 :** Clitellum des Oligochètes. (Zeggai.Zineb, 2025).

## Annexe. II

### Échelles utilisées à l'interprétation des résultats

**Tableau I :** Echelle de salinité en fonction de la conductivité électrique de l'extrait dilué 1/5 (Aubert, 1978).

| CE dS/m à 25°C      | Degrés de salinité     |
|---------------------|------------------------|
| $CE \leq 0,6$       | Sols non salés         |
| $0,6 < CE \leq 1,2$ | Sols peu salés         |
| $1,2 < CE \leq 2,4$ | Sols salés             |
| $2,4 < CE \leq 6$   | Sols très salés        |
| $CE > 6$            | Sols extrêmement salés |

**Tableau II :** Echelle de salinité en fonction de la conductivité électrique de l'extrait aqueux de pate saturée (Aubert, 1978).

| CE (millimhos/cm) | Degré de salinité    |
|-------------------|----------------------|
| $CE < 2$          | Sol non salé         |
| $2 < CE < 4$      | Sol peu salé         |
| $4 < CE < 8$      | Sol salé             |
| $8 < CE < 20$     | Sol très salé        |
| $CE > 20$         | Sol extrêmement salé |

**Tableau III :** Echelles d'interprétation de Calcaire Total (Baise, 2000).

| CaCO <sub>3</sub> (%) | Sol                     |
|-----------------------|-------------------------|
| $CaCO_3 < 1\%$        | Non calcaire            |
| $1 < CaCO_3 < 5\%$    | Peu calcaire            |
| $5 < CaCO_3 < 25\%$   | Modérément calcaire     |
| $25 < CaCO_3 < 50\%$  | Fortement calcaire      |
| $50 < CaCO_3 < 80\%$  | Très fortement calcaire |
| $CaCO_3 > 80\%$       | Excessivement calcaire  |

**Tableau IV :** Classement de la Matière organique Calcaire (I.T.A., 1975).

| M.O. (%)          | Sol         |
|-------------------|-------------|
| $\leq 1$          | Très pauvre |
| $1 < M.O. \leq 2$ | Pauvre      |
| $2 < M.O. \leq 4$ | Moyenne     |
| $> 4$             | Riche       |

**Tableau V :** SAR et degrés d'alcalinisation des sols (Servant, 1975).

| <b>SAR</b>         | <b>Degréd'alcalinisation</b> |
|--------------------|------------------------------|
| $SAR \leq 4$       | Pas d'alcalinisation         |
| $4 < SAR \leq 8$   | Faible alcalinisation        |
| $8 < SAR \leq 12$  | Alcalinisation moyenne       |
| $12 < SAR \leq 18$ | Alcalinisation forte         |
| $SAR > 18$         | Alcalinisation intense       |

**Tableau VI :** Echelles d'interprétation de  $pH_{e1:5}$  (Aubert, 1978).

| <b><math>pH_{e1:5}</math></b> | <b>Classe de réaction du sol</b> |
|-------------------------------|----------------------------------|
| $pH < 4,5$                    | extrêmement acide                |
| $4,5 < pH < 5$                | Très fortement acide             |
| $5,1 < pH < 5,5$              | Fortement acide                  |
| $5,5 < pH < 6$                | Moyennement acide                |
| $6 < pH < 6,5$                | Légèrement acide                 |
| $6,6 < pH < 7$                | Très légèrement acide            |
| $7,1 < pH < 7,5$              | Très légèrement alcalin          |
| $7,6 < pH < 8$                | Légèrement alcalin               |
| $8,1 < pH < 8,5$              | Moyennement alcalin              |
| $pH > 8,5$                    | Très fortement alcalin           |