



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



Université des Frères Mentouri Constantine
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

جامعة الاخوة منتوري قسنطينة
كلية علوم الطبيعة و الحياة

Département : DE BIOLOGIE ET D'ÉCOLOGIE VÉGÉTALE : قسم

Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : *GESTION DURABLE DES ECOSYSTEMES ET PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT.*

Intitulé :

Contribution à l'étude de la biodiversité des lombriciens dans les hauts plateaux sétifiens (Nord Est Algérien)

Présenté et soutenu par : HAMADOUCHE Rima

Le : 23/06/2015

Jury d'évaluation :

Présidente du jury : Rached-Kanoni M. (MCA- UFM Constantine).

Rapporteur : Bazri k.E. (MCB- UFM Constantine).

Examineurs : Hadeif A.E. (MAA- UFM Constantine).

*Année universitaire
2014 – 2015*

Nom : HAMADOUCHE et Prénom : RIMA

Mémoire pour l'obtention du diplôme de : MASTER

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Biologie et d'écologie végétale

Option : Gestion durable des écosystèmes et protection de l'environnement

Thème : Contribution à l'étude de la biodiversité des lombriciens dans les hauts plateaux sétifiens (Nord Est Algérien).

Résumé :

Dans le but de connaître la biodiversité des lombriciens et de compléter les travaux réalisés à ce sujet, nous nous sommes intéressés à un échantillonnage effectué dans cinq stations faisant partie des hauts plateaux sétifiens : Sétif, El Eulma, Bir Al Arch, Tadjenanet et Chélghoum laïd,

Nous avons déterminé quelques paramètres édaphiques : pH, conductivité électrique (C.E), matière organique (M.O), humidité du sol (H) et le calcaire total (CaCO_3).

Le substrat de toutes les stations est basique à très alcalin. Cependant, la conductivité électrique est faible sauf dans les sols d'El Eulma.

Les résultats de l'étude taxonomique du peuplement lombricien de notre région, à relevé que les espèces échantillonnées appartient à la famille des lumricidae. Deux genres lombriciens (*Octodrilus*, *Aporrectodea*) correspondant à 3 espèces : *Oct. Complanatus* ; *Ap. rosea*, *Ap. trapozoides*.

La densité et la biomasse des vers de terre enregistrées dans notre terrain d'étude sont comme suit : Sétif ($11,139 \pm 1,01 \text{g/m}^2$ et $6,665 \pm 2,21 \text{ind/m}^2$), El Eulma ($5,158 \pm 0,50 \text{g/m}^2$; $4 \pm 2,30 \text{ind/m}^2$), Bir Al Arch ($7,64 \pm 1,28 \text{g/m}^2$; $6,999 \pm 1,21 \text{ind/m}^2$), Tadjenanet ($8,901 \pm 0,88 \text{g/m}^2$; $5,665 \pm 1,34 \text{ind/m}^2$) and Chelghoum laïd ($8,792 \pm 1,61 \text{g/m}^2$; $5,666 \pm 0,19 \text{ind/m}^2$).

Mots clés : Hauts plateaux sétifiens, Pédaufaune, Biodiversité ; Vers de terre, Biologie des sols.

Jury d'évaluation :

Présidente du jury : Rached-Kanoni M. (MCA- UFM Constantine).

Rapporteur : Bazri k.E. (MCB- UFM Constantine).

Examineurs : HadeF A.E. (MAA- UFM Constantine).

Année universitaire : 2014/2015

Remerciements

Avant tout, je remercie Dieu le tout puissant qui m'a donné la force et la patience afin de réaliser ce modeste travail, au terme duquel, il m'est un agréable devoir de formuler mes vifs remerciements à tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à ma formation tant morale qu'intellectuelle.

Mes vifs remerciements s'adressent tout d'abord à mon encadreur, Dr. Bazri Kamel Eddine, enseignant chercheur au département de biologie et écologie végétale à la faculté SNV de l'université des frères Mentouri, qui a fait preuve d'une grande volonté en assurant l'encadrement de ce travail en dépit de son temps fort chargé et de ses multiples occupations.

Mes vifs remerciements vont également à notre **professeur Ouahrani G.** qui nous a toujours ouvert les portes pour la recherche.

Ainsi que Mme **Rached-Kanouni M.** MCB au département de biologie et écologie végétale à la faculté SNV de l'université des frères Mentouri qui m'a fait l'honneur d'accepter de présider le jury.

Et **Mr Hadeff A. MAA** au département de biologie et écologie végétale à la faculté SNV de l'université des frères Mentouri .d'avoir accepté d'examiner mon travail.

Mes plus vifs remerciements vont plus particulièrement :

A mes parents qui sans leurs aide surtout morale, ce travail ne serait pas arrivé à bout ;

A mes amis, pour l'aide qu'ils m'ont apporté : Ibrahim ; Aicha; ...

Merci à tous

Dédicaces

*A' l'aide de Dieu tout puissant, qui m'a tracé le chemin de ma vie,
j'ai pu réaliser ce travail que je dédie :*

♥ *A' la mémoire de Mon grand-père* ♥

♥ *A' mes chers parents* ♥

♥ *A' mes frères ET mes sœurs* ♥

♥ *A' ma grande famille, du grand au petit* ♥

*A' tous mes amis surtout : Hadjer, Bob, Ibrahim, Mouad,
Aicha, Safa.*

*A' tous mes amis d'enfance et du long parcours et
universitaire*

A' tous mes enseignants de l'école primaire jusqu'à l'université

♥ *A' vous...* ♥

Hamadouche rima,

Sommaire

Introduction

Problématique.....	1
Objectif.....	1

Chapitre I : Synthèse bibliographique

I.1.Historique.....	2
I.2.Taxonomie des vers de terre.....	2
I.2.1.Description Morphologie et anatomique.....	2
a. Prostomium.....	2
b. Pigydium.....	3
c. Soma.....	3
d. Les soies.....	3
e. Caractères sexuels externes.....	3
f. Anatomie	5
I.2.2.Classification	5
I.2.3.Les catégories écologique.....	6
I.3.Biologie et dynamique des populations des lombriciens.....	9
I.3.1.Physiologie.....	9
A. Respiration.....	9
B. La locomation.....	9
I.3.2.Le cycle de vie.....	9
I.3.2.1.Les facteurs du milieu influençant le cycle de vie.....	11
a. La température et l'humidité	12

b. La matière organique.....	12
c. Le PH et le type de sol.....	13
d. Le calcaire total.....	13
e. La structure du sol	13
I.4.Fonctions et services éco-systémiques.....	13
- La création de galeries.....	14
- La création de middens (turriculés).....	14
- Interaction avec d'autres organismes.....	14

Chapitre II : Matériel et Méthodes

II.1.Situation géographique.....	16
II.2.Le contexte pédoclimatique des Hauts Plateaux Sétifiens	16
II.3.Activités Agricoles.....	17
II.4.Le relief.....	18
II.5.Hydrologie.....	19
II.6.Les principales zones humides dans les hauts plateaux sétifiens.....	19
- Sebkhha de Bazer-sakhra.....	19
- Sebkhha de Melloul.....	20
- Sebkhhet El-Hameit.....	20
- Choutt El –Frai.....	20
- Chott Beida Bordj.....	20
II.7. Végétation.....	21
II.8. Géologie.....	21
A. Terrains peu ou pas tectonisés.....	21
B. Terrains tectonisés.....	21
II.9.Choix des stations d'échantillonnage.....	21
II.9.1. Les caractéristiques des stations d'échantillonnage	23

II.9.2. Plan d'échantillonnage	24
II.9.3. Méthode d'échantillonnage	25
II.10. Méthodes et paramètres édaphiques analysés	26
A. pH.....	26
B. La conductivité électrique(CE).....	27
C. Dosage de la matière organique(M.O).....	27
D. Le calcaire total (CaCO ₃ %).....	28
E. Humidité (H%)	29
II.11. Les paramètres biologiques.....	29
- La densité des lombriciens.....	29
- La biomasse des lombriciens.....	29
- La Taxonomie.....	29
II.12. Analyses statistiques des résultats.....	30

Chapitre III : Résultats et discussion

I. Compartiment abiotique	31
A. Le pH.....	31
B. Le calcaire total CaCO ₃ (%)	31
C. La conductivité électrique CE (µs).....	32
D. La Matière Organique (M.O %)......	33
E. L'humidité (H%)	34
II. Compartiment biologique	34
1. La démécologie	34
1.1. Les classes d'âge des lombriciens	34
1.2. Densité et Biomasse des lombricides.....	35
1.3. Espèces lombriciennes collectées.....	36
1.4. Espèces dominantes	37

1.5. La relation entre les paramètres édaphiques et lombriciens.....39

Conclusion.....42

Référence bibliographie.....44

ILLUSTRATION

LISTE DES ABRÉVIATIONS

Ad : Adulte.

Ap : Aporrectodea.

Bm GI : Biomasse globale des vers de terre.

Caco₃(%) : Taux du calcaire total dans le sol.

CE : Conductivité électrique.

DsGI : Densité globale.

JV : Juvenilles.

H(%) : Humidité.

Ind : Individu.

M.O (%) : Matière organique.

Oct : Octodrilus.

S₁ : Station de Sétif.

S₂ : Station d'El Eulma.

S₃ : Station de Bir el arch.

S₄ : Station de Tadjenanet.

S₅ : Station de Chélghoume Laïd.

Sb : Sub Adulte.

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Une vue ventrale d'un vers de terre (EL-ADDAN, 1990), les régions du corps et les caractères externes (BOUCHE, 1972)	2
Figure 2 : Les différents types de prostomium (BOUCHE, 1972)	3
Figure 3 : Anatomie interne de la région antérieure	4
Figure 4 : Coupe transversale d'un métamère de lombric.....	5
Figure 5 : Les zones où vivent les trois grands groupes de vers de terre.....	7
Figure 6 : Cycle de vie d'un individu <i>lumbricus terrestris</i>	11
Figure 7 : <i>Aporrectodea rosea</i> en diapause.....	12
Figure 8 : La situation géographique de la zone d'étude par rapport à la carte d'Algérie....	16
Figure 9 : Répartition des niveaux de précipitation dans la région d'étude (DSA de Sétif, 2011).....	17
Figure 10 : Les superficies céréalieres dans la région d'étude.....	18
Figure 11 : Carte des reliefs de la wilaya de Sétif	19
Figure 12 : Localisation des stations d'échantillonnage (Image de Google Earth, le 11-04-2014).....	22
Figure 13 : Le plan d'échantillonnage (R1, R2, R3= relevés).....	25
Figure 14 : Méthodologie adaptée.....	26
Figure 15 : Les critères pris en considération pour la détermination taxonomique.....	30
Figure 16 : Les valeurs des moyennes du Ph dans les cinq stations d'échantillonnage.....	31
Figure 17 : Les valeurs moyennes de CaCO ₃ (%) dans les cinq stations d'échantillonnage.....	32
Figure 18 : Les valeurs moyennes de la conductivité électrique CE (µs) dans les cinq stations d'échantillonnage.....	33

Figure 19 : Les valeurs moyennes de la matière organique (M.O%) dans les cinq stations d'échantillonnage.....	33
Figure 20 : Les valeurs moyennes de l'humidité dans les cinq stations d'échantillonnage.....	34
Figure 21 : La structure des classes d'âges des lombriciens.....	35
Figure 22 : Les moyennes de la biomasse et la densité des vers de terre dans les cinq stations.....	36
Figure 23 : Les catégories écologiques dans les stations d'échantillonnage.....	38
Figure 24 : ACP des variables édaphiques et lombriciennes selon le plan 1x2.....	40
Figure 25 : L'interaction entre les variables édaphiques et lombriciennes selon le plan 1x2.....	41

LISTE DES TABLEAUX

Tableaux 1 : Classification des vers de terre.....	6
Tableaux 2 : Principales caractéristiques des trois catégories écologiques de vers de terre décrite par BOUCHER (1972 ,1977).....	8
Tableaux 3 : La description des stations d'échantillonnage.....	24
Tableaux 4 : Echelle d'interprétation du pH (BAIZE, 1988).....	27
Tableaux 5 : Classification des sols selon l'échelle de DURAND J.H(1983).....	27
Tableaux 6 : Qualification des sols en fonction de teneur en M.O.....	28
Tableaux 7 : Classification des sols selon leurs taux de caco ₃ selon GEPPE.....	28
Tableaux 8 : Analyse de la variance, paramètres édaphiques.....	31
Tableaux 9 : Analyse de la variance, paramètres biologiques.....	35
Tableaux 10 : Les groupes éco-morphologiques des espèces lombriciennes prélevées.....	36
Tableaux 11 : Systématiques du vers de terre.....	37
Tableaux 12 : Corrélations entre les différentes variables étudiées	39

LISTE DES PHOTOS

Photo 1 : Station de Sétif (S1) ; 24.03.2015	23
Photo 2: Station d'El Eulma (S2); 25.03.2015.....	23
Photo 3: Station de Bir El Arch (S3); 19.03.2015.....	23
Photo 4 : Station de Chélghoum Laïd (S5) ; 30.03.2015.....	23
Photo 5 : Station de Tadjenamet (S4) ; 27.03.2015.....	23
Photo 6 : des vers de terre conservés dans l'éthanol à96%	25
Photo 7 : Conductimètre.....	27
Photo 8 : Etuve.....	29
Photo 9 : Stéréoscope utilisé pour l'identification des vers de terre.....	30
Photo 10: <i>Octodrilus Complanatus</i> (Dugés, 1828).....	37
Photo 11: <i>Aporrectodea roea</i> (Savigny, 1826).....	37
Photo 12 : <i>Aporrectodea traposides</i> (Dugés, 1828).....	37

RESUMES

Résumé :

Dans le but de connaître la biodiversité des lombriciens et de compléter les travaux réalisés à ce sujet, nous nous sommes intéressés à un échantillonnage effectué dans cinq stations faisant partie des hauts plateaux sétifiens : Sétif, El Eulma, Bir Al Arch, Tadjenanet et Chélghoum laïd,

Nous avons déterminé quelques paramètres édaphiques : pH, conductivité électrique (C.E), matière organique (M.O), humidité du sol (H) et le calcaire total (CaCO_3).

Le substrat de toutes les stations est basique à très alcalin. Cependant, la conductivité électrique est faible sauf dans les sols d'El Eulma.

Les résultats de l'étude taxonomique du peuplement lombricien de notre région, à relevé que les espèces échantillonnées appartient à la famille des lumricidae. Deux genres lombriciens (*Octodrilus*, *Aporrectodea*) correspondant à 3 espèces : *Oct. Complanatus* ; *Ap. rosea*, *Ap. trapezoides*.

La densité et la biomasse des vers de terre enregistrées dans notre terrain d'étude sont comme suit : Sétif ($11,139 \pm 1,01 \text{g/m}^2$ et $6,665 \pm 2,21 \text{ind/m}^2$), El Eulma ($5,158 \pm 0,50 \text{g/m}^2$; $4 \pm 2,30 \text{ind/m}^2$), Bir Al Arch ($7,64 \pm 1,28 \text{g/m}^2$; $6,999 \pm 1,21 \text{ind/m}^2$), Tadjenanet ($8,901 \pm 0,88 \text{g/m}^2$; $5,665 \pm 1,34 \text{ind/m}^2$) et Chelghoum laïd ($8,792 \pm 1,61 \text{g/m}^2$; $5,666 \pm 0,19 \text{ind/m}^2$).

Mots clés : Hauts plateaux sétifiens, Pédaufaune, Biodiversité ; Vers de terre, Biologie des sols.

Abstract:

In order to know the biodiversity of earthworms and complement the work done on it, we looked at a sampling in five stations as part of the high plateaus Sétif: Sétif, El Eulma, Bir Al Arch, Tadjenamet and Chélghoum laid.

We determined some edaphic parameters: pH, electrical conductivity (C.E), organic matter (M.O), soil moisture (H) and total limestone (CaCO_3).

The substrate of all stations is basic to highly alkaline. However, the electrical conductivity is low except in El Eulma soils.

The results of the taxonomic study of our region of the earthworm population to noted that the sampled species belongs to the family of lumricidae.

Two earthworms genres (Octodrilus, Aporrectodea) corresponding to 3 species: *Oct. complanatus*; *Ap. Rosea*, *Ap. Trapezoide*.

The density and biomass of earthworms recorded in our field of study are as follows: Sétif ($11,139 \pm 1,01 \text{g/m}^2$; $6,665 \pm 2,21 \text{ind/m}^2$), El Eulma ($5,158 \pm 0,50 \text{g/m}^2$; $4 \pm 2,30 \text{ind/m}^2$), Bir Al Arch ($7,64 \pm 1,28 \text{g/m}^2$; $6,999 \pm 1,21 \text{ind/m}^2$), Tadjenamet ($8,901 \pm 0,88 \text{g/m}^2$; $5,665 \pm 1,34 \text{ind/m}^2$), and Chelghoum laid ($8,792 \pm 1,61 \text{g/m}^2$; $5,666 \pm 0,19 \text{ind/m}^2$).

Keywords: The high plateaus Setif, the fauna of the ground, biodiversity, earthworms, soil biology.

المخلص

الهدف من دراستنا هو تعيين التنوع البيولوجي لدودة الأرض في منطقة الهضاب العليا وعلاقتها بعوامل التربة (الحموضة, الملوحة, المادة العضوية, الرطوبة)

وفي دراستنا هذه اخترنا عشوائيا خمسة محطات تشمل كل من : سطيف, العلمة, بيئر العرش , تاجنانت 'شلغوم العيد

في دراستنا لهذه المنطقة لاحظنا إنها تتميز بدرجة حموضة قاعدية في جميع المحطات معدا منطقة العلمة فهي قلوية جدا , وناقليه كهربائية منخفضة إلا في تربة العلمة فهي عالية .

في هذه الدراسة تم إحصاء جنسين وثلاثة أنواع من الديدان على الترتيب

Oct. Complanatus ; Ap. rosea, Ap. trapozoide و (Octodrilus, Aporrectodea)

فيما يخص قيم الكثافة و الكتلة الحيوية فهي حسب التالي : سطيف (6,665 دودة/م² و 11,139 غ/م²), العلمة (4 دودة /م² و 5,153 غ/م²), بيئر العرش (6,99 دودة /م² و 7,64 غ/م²), تاجنانت (5,565 دودة /م² و 8,90 غ/م²) و شلغوم العيد (5,666 دودة/م² و 8,792 غ/م²) .

الكلمات المفتاحية : الهضاب العليا لسطيف , إحياء التربة , ديدان الأرض , التنوع البيولوجي , بيولوجيا التربة .

INTRODUCTION

Problématique :

Nos sols ne portent pas uniquement nos cultures. Ils sont vivants car ils abritent une faune importante, souvent invisible au premier coup d'œil et par fois malmenée. On y trouve des micro-organismes, des bactéries mais aussi des vers de terre. Ces derniers, appelés aussi des lombriciens sont parmi les plus célèbres habitants du sol, ils représentent la première biomasse animale terrestre. Ils jouent un rôle clé dans la régulation des propriétés physico-chimique des sols ainsi que la réduction des risques de pollution.

Malgré l'importance de cette faune et les travaux réalisés sur ces organismes, ils sont très peu étudiés en Algérie (Bazri *et al.*, 2013).

Objectifs :

L'objectif du présent travail est de participer à l'identification des espèces lombriciennes présentes en Algérie mais spécialement dans les sols des Hauts Plateaux Sétifiens.

Ainsi cinq (5) stations : Sétif, El Eulma, Bir El Arch, Tadjenanet et Chelghoum laïd, sont choisies aléatoirement pour L'étude de la biodiversité lombriciennes.

Pour mener notre sujet à terme nous l'avons structuré en trois grands chapitres : Synthèse bibliographique, matériel et méthode et enfin résultats et discussion.

CHAPITRE I :

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

I.1. Historique

L'action des lombriciens sur le sol est connue depuis longtemps. Ces organismes vivants sont cités en 1758 la 10^{ème} édition du system nature de LINNE. WHITE (1777), considère pour la première fois les vers de terre comme des acteurs de la croissance végétale : (la terre sans vers devient rapidement froide, dure sans fermentation et par conséquent stérile). Puis une étude sur le Rôle des vers de terre dans la formation de terre végétale et publiée en 1881 par DARWIN (ABDUL R ; 1994 ; BAZRI K., 2014).

I.2. Taxonomie des vers de terre

I.2.1. Description Morphologique et anatomique

Le corps d'un ver de terre est composé de trois régions successives, le prostomium, le soma et le pygidium (Fig.1).

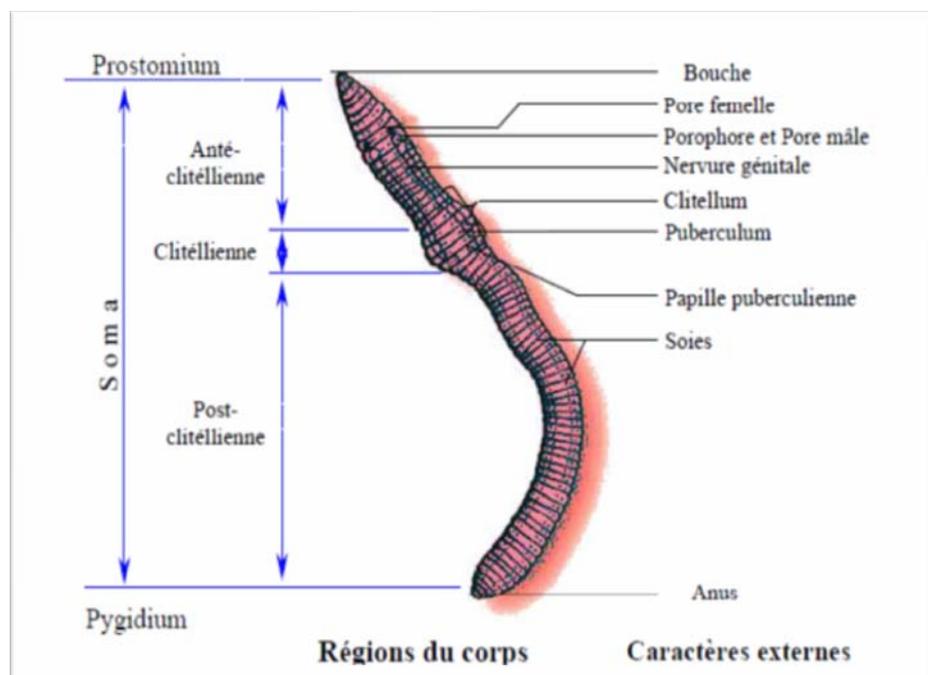


Figure 1 : Une vue ventrale d'un ver de terre (EL-ADDAN, 1990) ; les régions du corps, et les caractères externes (BOUCHE, 1972 in ZERIRI I, 2014).

a) **Prostomium** : Du grec pro désigne devant et stoma veut dire bouche. C'est une structure de forme triangulaire, c'est un petit organe situé au-dessus de la bouche et fusionné avec le premier segment ou péristomium (du grec peri ; autour). Comme son nom l'indique, ce premier segment entoure la bouche. Le prostomium peut encore être subdivisé transversalement par un sillon et parcouru de rides longitudinales. Chez les vers de terre, il existe plusieurs formes de prostomium (Fig. 2).

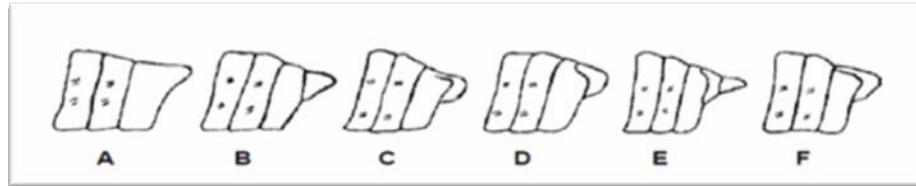


Figure 2 : les différents types de prostomium (BOUCHE, 1972).

Protomiums : zygalobique (A), prolobique (B), épilobique ouvert (C), Epilobique fermé (D), subdivisé (E) et tanylobique (F).

b) Pigydium : Le pigydium (du grec pygé, fesse) est le dernier segment de l'animal, dépourvue de cavité cœlomique et qui entoure l'anus.

c) Soma : Le soma constitue la quasi-totalité du corps. Il est 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, le soma peut être subdivisé extérieurement, et par rapport au clitellum, en trois zones : *Anteclitellienne, clitellienne, Postclitellienne* (Fig. 1).

d) Les soies : Les soies constituent l'un des caractères principaux utilisés pour l'identification des vers de terre. Elles sont nature double, protéique, chitineuse et sont rigides. Les soies sont groupées en faisceaux dans chaque segment, excepté le prostomium, le peristomium 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) et perichaetienne (avoir plus de 8 soies par segment se répartissent autour de la circonférence du corps).

e) Caractères sexuels externes : Au moment de la maturation sexuelle, les organes génitaux se développent et des caractères sexuels secondaires se différencient. Ces caractères, tant internes qu'externes, fourniront un grand nombre d'indications qui sont très précieuses pour le systématicien. AVEL (1929) a décrit la chronologie du développement sexuel. Il y a d'abord développement des organes liés au processus d'accouplement (chaetophores, atriums males, nervures génitales, puberculurris) puis de celui lié à la ponte (clitellum). Ils ont une grande utilité dans la détermination des taxons lombriciens (BOUCHE, 1972 et BACHELIER, 1978) il s'agit en particulier de :

- L'emplacement des orifices males, dont les lèvres sont épaisses et blanchâtres au moment de la reproduction. Par contre, les orifices femelles sont difficilement déterminés.
- L'emplacement du clitellum ou selle, qui est un signe de la maturité sexuelle, son importance taxonomique est reconnue dès 1821 par SAVIGNY.

f) Anatomie : Les vers de terre sont des animaux qui se distinguent par une anatomie allongée et circulaire. Ce sont des annélides ou vers annelés, dont le corps est constitué par une série de nombreux anneaux successifs appelés les métamères (de 60 à 200), les quels ont tous une anatomie à peu près semblable et se répétant régulièrement (Fig. 3)

La région antérieure est plus effilée et porte la bouche, alors que la région postérieure, parfois plus renflée et légèrement aplatie, porte l'anus. Seule la partie correspondante à la tête, où sont situés les organes génitaux, se distingue des autres segments du corps par des organes supplémentaires.

Le renflement dorsal, ou clitellum, sécrète un cocon qui reçoit les œufs et les spermatozoïdes en période de reproduction. Les réceptacles séminaux et les orifices génitaux mâles et femelle sont situés entre le clitellum et l'extrémité antérieure. Les pores dorsaux et les soies sont présents sur chacun des métamères.

L'anatomie interne de la partie antérieure du vers de terre (Fig. 3), où sont localisés les différents organes des systèmes reproducteurs, digestif, sanguin et nerveux. Le reste du corps est constitué de métamères identiques entre eux qui ont une fonction principalement digestive par le prolongement de l'intestin jusqu'à l'anus.

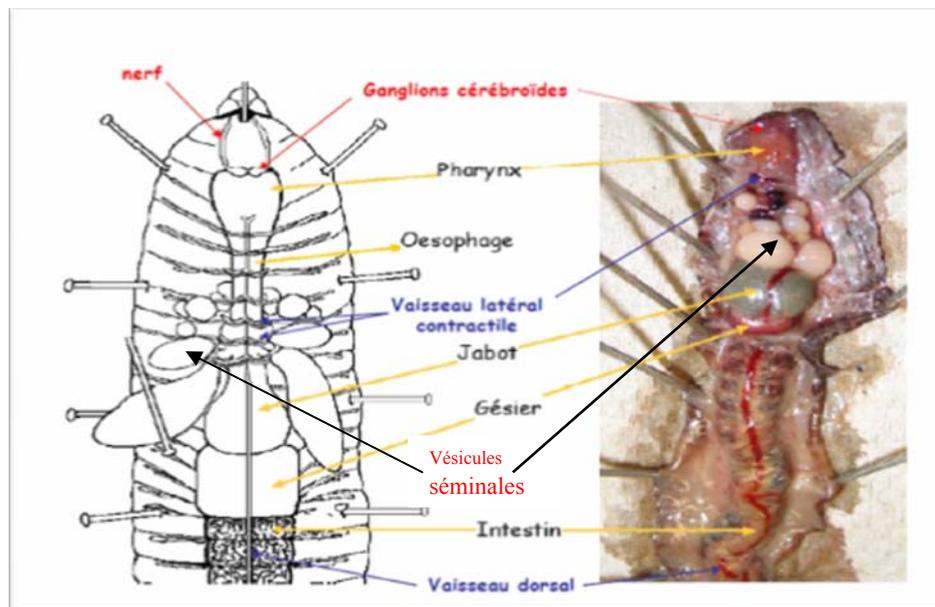


Figure 3 : Anatomie interne de la région antérieure (<http://imageshack.us/photo/my-images/36/dissection.jpg/>)

Une coupe transversale d'un métamère de lombric (Fig. 4) montre la cavité cœlomique, la chaîne nerveuse ventrale, l'orifice périurien permettant la communication contrôlée du liquide cœlomique entre cavités cœlomiques des métamères adjacents, les dissépinements cloisonnant chaque métamère entre eux (BOUCHE, 1984). La paroi externe outre l'épiderme a une couche musculaire

circulaire sous-jacente et une autre couche longitudinale plus interne. Les soies sont présentes par paires sur chacun des métamères. La chaîne nerveuse relie le « le cerveau ». Permet au système. L'intestin a une surface très étendue grâce au typhlosolis. Ces organes assurent des échanges efficaces avec un milieu gazeux souvent confiné et une alimentation diluée dans un substrat largement minéral qu'est le sol.

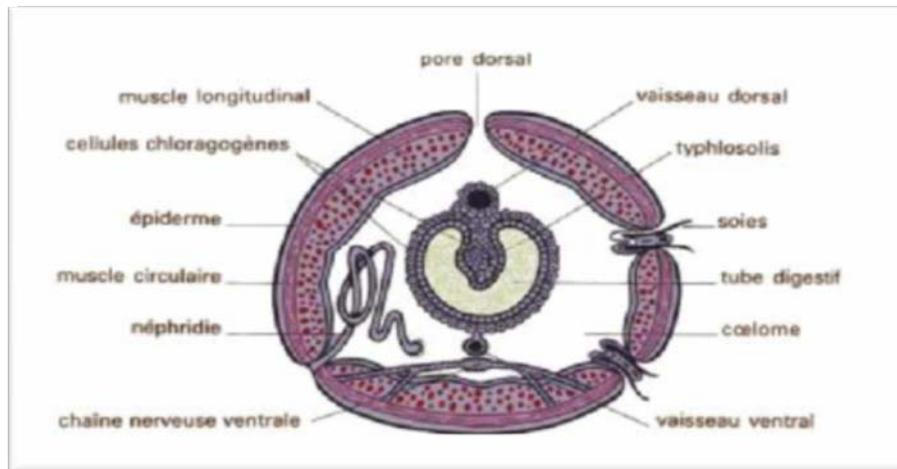


Figure 4 : Coupe transversale d'un métamère de lombric (www.salinella.bio.uottawa.ca(2009)).

I.2.2. Classification :

Les vers de terre sont des invertébrés (animaux ne possédant pas de colonne vertébrale), ils appartiennent au sous ordre des lombrics (*Lumbricina*), sous division de la sous-classe des Oligochètes (*Oligochaeta*) appartenant à l'embranchement des annélides (*Annelidae*). Les vers de terre représentent plus de la moitié des 6000 espèces décrites chez les oligochètes et regroupent un ensemble de vers terrestres, arboricoles et aquatiques. Très répandus, ils se retrouvent dans la plupart des régions du monde, sauf dans les lieux enneigés ou recouvertes de glace (RUBEN, 2012 IN HAMMOU K, 2014).

La classification phylogénétique des lombriciens peut être résumée comme suit :

Tableau 1 : classification des vers de terre.

Classification	phylogénie
Règne : Anilalia	Position
Embranchement : Annelia	Pilatériens
Classe : Clitellata	Protostomiens
Sous Class : Oligochaeta	Laphotrochzoaire
Ordre : Haplotaxida	Laphotrochzoaire
Sous Ordre : Lumbricina	Annélides
	Oligochètes

I.2.3. Les catégories écologiques :

Les catégories écologiques des vers de terre sont fonctions de leur comportement, morphologique et d'habitat. Ces catégories sont divisées par divers auteurs, notamment LEE (1959, 1985,1987) et BOUCHE (1972,1977). Lee a proposé des catégories facilement interprétables et largement applicables à plusieurs familles lombriciennes, il s'agit des :

- a) Espèces de litière : elles vivent sur la surface du sol dans les couches litières.
- b) Espèces topsoil : elles s'enfouissent dans l'horizon « A » du sol, mais se nourrissent à la surface ou' elles produisent des turriculés.
- c) Espèces du sous-sol : elles se localisent entièrement dans les horizons « B » ou « C » du sol et tirent leur alimentation des zones inférieures de la racine.

Ces catégories sont équivalentes d'une manière générale à la classification adoptée par Bouché 1977 (Fig. 5).

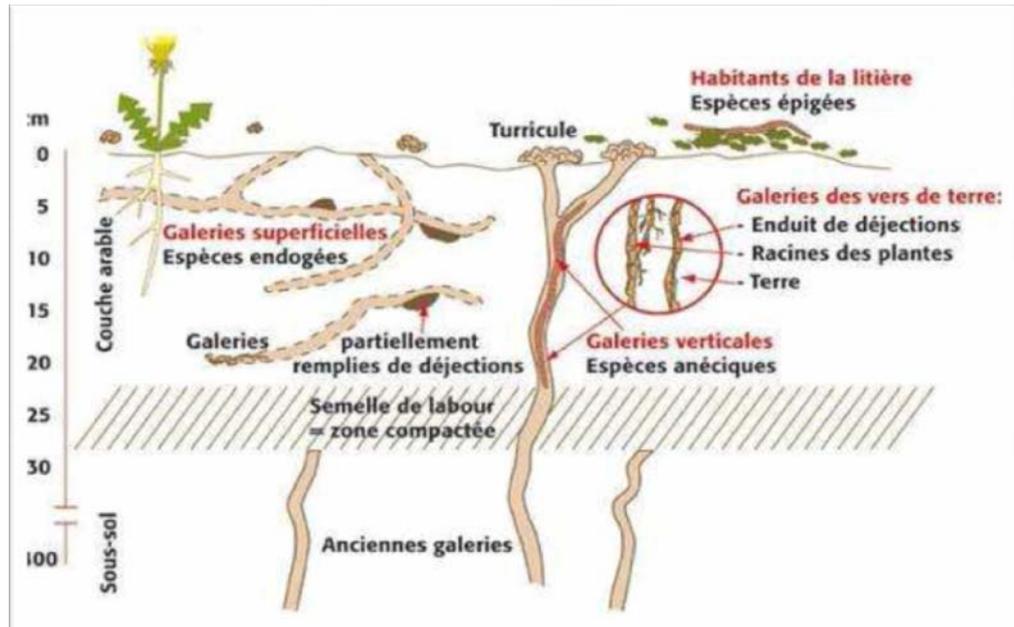


Figure 5 : Les zones où vivent les trois grands groupes de vers de terre (<http://www.bioactualites.ch/>).

- Les épigés : vivent à la surface du sol et dans les amas organiques (fumiers, compost, feuilles mortes ...) et ne creusent peu ou pas de galerie. Ils participent activement au fractionnement de la matière organique et ingèrent peu de matière minérale.

- Les anéciques : vivent dans l'ensemble du profil du sol, creusent des galeries d'orientations Sub-verticales à verticales et ouvertes en surface. ils se nourrissent de matière organique qu'ils viennent chercher à la surface la nuit et enfouissent dans leur galerie.

- Les endogés : vivent dans le sol et ne remontent que rarement à la surface, ils creusent des galeries temporaires et se nourrissent de matières organiques plus ou moins dégradées. Ils créent une structure grumeleuse qui joue un rôle dans la rétention et l'infiltration de l'eau dans le sol (in BAZRI K, 2014, OUAHRANI, 1999).

Tableau 2 : principales caractéristiques des trois catégories écologiques de vers de terre décrites par BOUCHER (1972, 1977).

	Espèce épigée	Espèce anécique	Espèce endogée
Alimentation	Litière décomposée à la surface du sol, peu ou pas d'ingestion de sol.	M.O décomposée à la surface du sol, dont une part est emmenée dans les galeries ; un peu d'ingestion de sol.	Sol minéral avec préférence pour matériau riche en M.O.
Pigmentation	Sombre, souvent ventrale et dorsale.	Moyennement sombre, souvent uniquement dorsale.	Peu ou pas pigmenté
Taille adultes	Petites à moyenne (10-30 cm)	Grande (10-110 cm)	Moyenne (1-20 cm)
Galeries	Pas ; quelques galeries dans 1ere cm de sol par espèces intermédiaires	Grandes galeries verticales et permanentes dans horizon minéral.	Galeries continues, extensives, subhorizontales, souvent dans les 15 premiers cm de sol.
Mobilité	Mouvements rapides en réponse à perturbation.	Retrait rapide dans galerie mais plus lents que les épigés	Généralement lents.
Longévité	Relativement courte.	Relativement longue.	Intermédiaire.
Temps de génération	court	long	Court.
Survie à sécheresse	Sous forme de cocons.	Quiexence.	Diapause.
Prédation	Très importante, surtout par oiseaux, mammifères et arthropodes prédateur	Importante, surtout quand ils sont en surface, un peu protégés dans leur galerie.	Faible ; un peu par oiseaux qui creusant le sol et arthropodes prédateurs.

I.3. Biologie et dynamique des populations des lombriciens

I.3.1. Physiologie

A. Respiration

Les vers de terre n'ont ni poumons ni branchies pour respirer. La prise d'oxygène se fait par toute la surface du corps grâce à peu qui assimile directement l'oxygène dissous l'eau. C'est pour cette raison que les vers de terre doivent toujours maintenir leur peau humide. Ils se protègent du rayonnement solaire en se dissimulant dans la végétation et dans le sol et vont émerger à la surface seulement à la nuit venue comme le lombric. Si un ver est sorti de terre et exposé à la lumière solaire, il essaiera de se protéger du dessèchement qui entraîne la mort par des sécrétions d'un mucus protecteur.

B. La locomotion

Les deux couches musculaires qui enrobent le ver permettent une locomotion efficace. La musculature circulaire externe est responsable des contractions segmentation et la musculature longitudinale, plus interne, permet l'allongement des segments. Les soies permettent l'accrochage à la paroi des terriers et le pore dorsal l'éventuelle évacuation rapide du liquide cœlomique. Cet ensemble constitue un outil pneumatique remarquable, permettant la reptation par mouvement péristaltique. Le travail musculaire est réglé segment par segment grâce à un chapelet de cavités étanches susceptibles de communiquer entre elles par des sphincters

I.3.2. Le cycle de vie

Tous les vers de terre sont hermaphrodites. Un échange de spermatozoïdes lie lors d'un accouplement, qui se produit généralement à la du sol ou dans le solum, lorsque les conditions sont favorables. Quelques jours plus tard, le clitellum (partie renflée formant une bague sur le corps d'un ver de terre adulte) glisse le long de la partie antérieure du ver et le cocon, encore appelé œuf ou zygote, contenant des gamètes mâles et femelle, est émis dans le sol sous forme d'une capsule fermée aux deux extrémités (CELINE ,2008)

Les cocons sont résistants aux conditions défavorables comme la sécheresse ou une modification de la température (EDWARDS ET BAHLEN, 1996). Parmélie et crossley (1988) et Edwards et al. (1995) suggèrent qu'ils peuvent être, pour certaines espèces comme *L. rubellus*, les seules formes de vie existantes pendant les mauvaises périodes. Le dessèchement de sol provoque la déshydratation du cocon, ce qui peut retarder le développement embryonnaire (EVANS ET GUILD, 1948 ; GERARD, 1967).

Certaines espèces sont obligatoirement biparentales, comme *L. terrestris* alors que d'autres peuvent se reproduire sans accouplement, par auto-fertilisation ou parthénogénèse (SINS et GERARD, 1999). La parthénogénèse est une reproduction monoparentale à partir d'un seul gamète alors que l'auto-

fertilisation nécessite l'intervention des deux gamètes, males et femelles, apportés par le même individu. Les vers adultes produisent plusieurs cocons par an, en fonction de leur âge (SVENDSEN *ET AL.*, 2005) et des conditions dans les quelles ils se trouvent (LEE, 1985). Une synthèse de plusieurs études par SATCHELL(1967) montre qu'*Aporrectodea caliginosa*, *Aporrectodea longa* et *Octalasion cyaneum*, qui sont des espèces anéciques ou endogées, produisent entre 3 et 13 cocons par an alors que les épigés *L.rubeltus*, *Lumbricus castaneus* et *Dendrobaena rubidus* sont capables d'en produire entre 42 et 106 cocons par an. Un ou plusieurs vers immatures, appelés juvéniles (un ver est considéré juvénile lorsqu'il n'a pas acquis de caractères sexuels secondaires), éclosent quelques temps plus tard.

Le ver juvénile va progressivement acquérir des caractères sexuels secondaires externes liés à l'accouplement comme le puberculum tuberculeux ou les pores sexuels ; il sera alors au stade sub-adulte.

Un clitellum, organe lié au processus de ponte, va ensuite se former et permettre au ver de devenir sexuellement mature pour pouvoir se reproduire à son tour ; le ver est alors adulte. Le temps de maturation varie beaucoup entre espèces et dépend des conditions de milieu (température, humidité, nourriture).

Les vers de terre ont une durée de vie dépendante de l'espèce, de leur biotope et des conditions dans lesquelles ils vivent .en effet, un ver appartenant à l'espèce *L.terrestris* peut vivre plusieurs années en conditions de laboratoire (LAKHONI et SATCHELL, 1970) alors qu'en conditions naturelles et particulièrement en système cultivé, il est exposé à des risques qui diminuent son espérance de vie à quelque mois (SATCHELL, 1967). Suivant le groupe fonctionnel, les stratégies d'allocation de l'énergie varient entre les types « r » et « k » (SATCHELL, 1980). La stratégie de type « r » concerne les espèces à durée de vie courte donc plus spécifiquement les épigés, qui allouent tout d'abord leur énergie à la reproduction et à la croissance. A l'inverse les stratégies « k », principalement les endogés et les anéciques, privilégient la survie à la reproduction et à la croissance car ils ont une durée de vie plus long. (BAZRI, 2015).

La durée des quatre étapes fondamentales du cycle de vie des lombriciens (cocon, juvénile, sub-adulte et adulte), ainsi que la fécondité et la survie de vers dépendent fortement de l'espèce considérée mais aussi des conditions du milieu (CELINE, 2008).

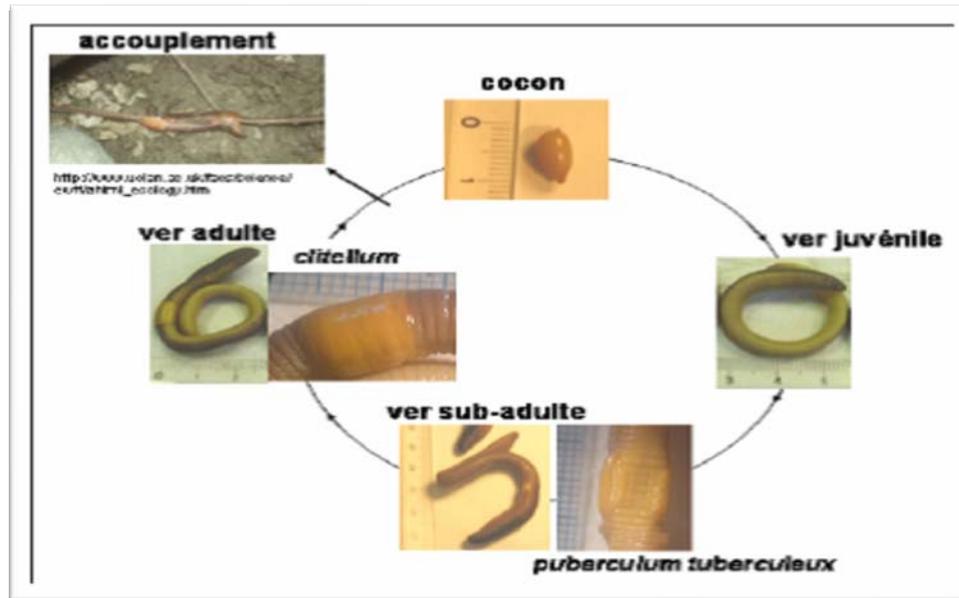


Figure 6 : Cycle de vie d'un individu *Lumbricus terrestris* (CELINE, 2008).

I.3.2.1. Les facteurs du milieu influençant le cycle de vie

Le cycle de vie des vers de terre est influencé par le biotope dans lesquels ils évoluent. Ainsi, le taux de survie, la croissance et le taux de reproduction mesurés dans des conditions favorables de laboratoire, dépassent les valeurs atteintes en milieu naturel, ou les conditions climatiques et d'approvisionnement en nourriture sont variables et parfois loin d'être optimaux (LOFS-HOLMIN, 1982 ; WALEN et PARMELEE, 1999). La température et la teneur en eau du sol sont les variables environnementales clés qui influencent la croissance, la survie, la fécondité et l'activité de *L. terrestris* (SOTCHELL, 1967 ; HARTENSEIN et AMICO, 1983 ; SIMS et GERARD, 1999). Enfin, la qualité et la quantité de la matière organique du sol (CURRUY, 1998) ainsi que le type de sol et le PH sont des facteurs du milieu qui gouvernent fortement la présence des communautés lombriciennes dans les différents biotopes. En outre ; EDWAARDS et BOHLEN (1996) expliquent que les sols pauvres en matière organique ne supportent généralement pas de grandes densités de vers de terre (CELINE, 2008). En réponse à des conditions extérieures (température, humidité ou réaction à une substance ou à une agression), les vers de terre peuvent cesser leur activité et entrer en léthargie pendant un certain temps. Il existe différents types d'inactivité (BOUCHE, 1972 ; DIAZ COSIN *et al.*, 2006).

La diapause est déclenchée par la dessiccation du milieu ou un agent traumatisant, comme l'ablation d'une partie du corps par exemple (SAUSSEY, 1966). Le ver ne s'alimente plus, vide son intestin et s'installe dans une logette sphérique individuelle en profondeur où il s'enroule en excréant du mucus afin de s'affranchir des conditions extérieures. La sortie de diapause peut être contrôlée par des neurosécrétions du ver ; on parle alors de diapause obligatoire. Elle peut également être contrôlée par les conditions du milieu ; il s'agit de diapause facultative (SAUSSEY, 1966). Cette forme de léthargie ne modifie que très faiblement la teneur en eau du ver mais peut provoquer une perte de poids de l'animal.

L'hibernation, provoquée par une température du sol basse, prend fin dès que le sol se réchauffe de quelques degrés (BAZRI, 2015).

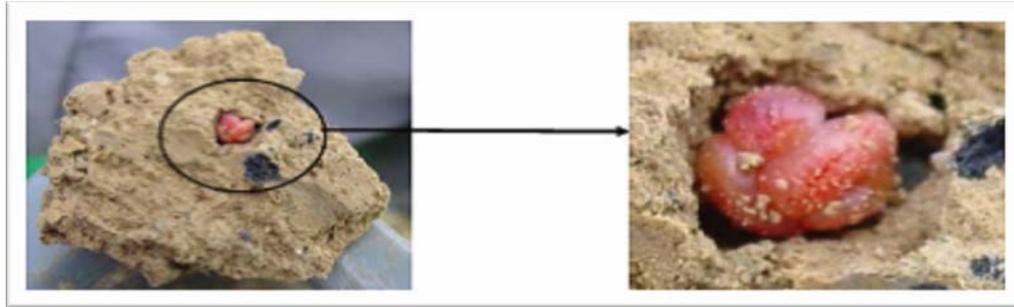


Figure 7 : *Aporrectodea rosea* en diapause (GRIGNON, JUIN 2006)

a. La température et l'humidité :

Les vers de terre sont composés à 80-90% d'eau lorsqu'ils sont pleinement hydratés (LEE, 1985) et, même s'ils peuvent supporter des pertes en eau, ils restent très sensibles aux faibles humidités. De même, étant poïkilothermes, ils ne régulent pas leur température corporelle et sont par conséquent très sensibles aux variations de température. Les conditions optimales de température se situent en général entre 10 et 20°C pour les espèces de régions tempérées et entre 20 et 30°C pour les zones tropicales. Peu d'espèces survivant à des températures inférieures à 0°C ou supérieures à 28°C (LEE, 1985 ; CURRY, 1998).

Lorsque les conditions de température et d'humidité du sol deviennent défavorables (sécheresse, baisse ou hausse trop importante de la température), la survie, la fécondité et la croissance des lombriciens sont affectées (LEE, 1985). Différentes stratégies de survie sont utilisées par les vers de terre. Tout d'abord, certains ne survivent aux mauvaises périodes que sous forme de cocons. C'est le cas de l'espèce *L. rubellus* (PERMELEE et CROSSLEY, 1988 ; EDWARDS et al. 1995) et, plus généralement, des espèces épigées car elles sont les plus exposées aux aléas climatiques. Certaines espèces, principalement les anéciques, peuvent migrer vers les horizons profonds du sol où les conditions de température et / ou d'humidité leur sont moins défavorables. C'est le cas de *L. terrestris*, dès qu'il a acquis une musculature suffisante peut descendre jusqu'à plusieurs mètres de profondeur (EDWARDS et BOHLEN, 1996). Ainsi, les plus gros juvéniles, les sub-adultes et les adultes migrent, ils pour s'affranchir partiellement des conditions extérieures alors que les petits juvéniles entrent en léthargie.

b. La matière organique :

Les populations lombriciennes se nourrissent de matière organique plus ou moins décomposée à la surface ou dans le sol. Dans les parcelles agricoles, la quantité, la qualité et la localisation des matières organiques sont des facteurs importants pour les vers de terre. LOFS-

HOLMIN(1983) a rapporté que la qualité et la quantité des résidus de culture retournés dans le sol sont essentielles pour le développement et la croissance des vers de terre.

L'effet négatif d'une diminution de la ressource trophique est souvent rapportée dans la bibliographie (EDWARDS 2004 ; LEE, 1985 ; PERES *et al.*, 1998 ; MELE et CARTER,1999). Les études ont montré que les vers de terre ont des préférences alimentaires. GUILD (1955) a trouvé que la plupart des vers de terre préféraient le fumier ou les herbes grasses et feuilles des arbres. Les aiguilles de pin étaient moins appréciées (BAZRI, 2015).

c. Le pH et le type de sol

Les vers sont généralement absents des sols très acides $\text{pH} \leq 3,5$ et sont peu nombreux dans les sols à $\text{pH} \leq 4,5$ (CURRY, 1998). Il existe un pH optimal pour chaque espèce (EDWARDS et BOHLEN, 1996). La majorité des espèces de régions tempérées se trouvent dans des sols à pH compris entre 5,0 et 7,4 (SATCHELL, 1967). Les travaux de BHATTI (1962) et BACHELIER (1978) définissent des valeurs limites de pH et SATCHELL (1955) propose une classification des lombricidés selon les valeurs de pH.

D'autres facteurs du milieu peuvent influencer la distribution et l'abondance des populations de vers comme le type de sol (EDWARDS et BOHLEN, 1996), la profondeur (VAN RHEE et NATHANS, 1973 ; PHILIPSON *et al.*, 1976 ; BACHELIER, 1978) et la texture du sol (GUILD,1948 ; CURRY,1998). NORDSTOM et RUNDGREN (1974) trouvent une corrélation positive significative entre l'abondance des vers de terre et le taux d'argile des sols.

d. Le calcaire total

Pour leurs besoins physiologiques. De nombreux vers de terre préfèrent des milieux relativement riches en calcium. Ces besoins seraient justifiés par le fonctionnement des glandes de Morren, qui sécrètent des carbonates de calcium sous forme de petites concrétions de calcaires, expulsées dans le tube digestif (BACHELIER, 1978 in BAZRI, 2015).

e. La structure du sol

La distribution des vers de terre s'appuie en partie sur la texture du sol, tandis que leurs activités modifient leur environnement, 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 de la structure. (MCCOLL *et al.*,1982 ; AIUNA, 1984 ; SHAW et PAWLUK, 1986 ; STEWORT *et al.*1988 ; SPRINGETT *et al.*,1992 ;ZHANG et SCHRADER,1993 ;CLEMENTS *et al.*,1991)

I.4. Fonctions et services éco- systémiques

- La création de galeries

la création de galeries peut être une réponse des vers de terre à différentes contraintes telles que la teneur en nourriture et en eau, la température ou le degré d'oxygénation (JEGOU *et al.*, 2000). Les galeries des vers de terre augmentent la macroporosité du sol et, par conséquent, contribuent à son aération (LAVELLE, 1997) et à l'infiltration de l'eau. Elles facilitent aussi la pénétration des racines ainsi que les mouvements des invertébrés (JEGOU *et al.*, 2002). Une meilleure infiltration de l'eau peut minimiser le ruissellement, l'érosion et le transport d'éléments dissous dans l'eau de surface, ce qui réduit les risques de pollution des sols. Mais, à l'inverse, les galeries de vers de terre peuvent accélérer le transfert en profondeur, des produits phytosanitaires vers les nappes phréatiques. Par ailleurs, en creusant leur galeries, les vers de terre mélangent les horizons du sol et enfouissent les résidus des cultures. Ce phénomène de bioturbation joue un rôle important dans la fragmentation et la minéralisation de la matière organique du sol. CLUZEAU *et al.*, (1987) ont montré que la diminution des activités lombriciennes dans le sol pouvait entraîner une forte perturbation du recyclage de la matière organique.

Un autre aspect de l'action positive des vers sur la composante physique du sol est celui de leur effet sur la stabilité structurale : en produisant des turriculés, dont la stabilité structurale est plus élevée que celle des agrégats environnants, ils accroissent la résistance à la battance et à l'érosion.

- La création de middens (turriculés)

Certaines espèces de vers de terre anéciques comme *Lumbricus terrestris* forment des amas au niveau de l'orifice de leur galerie, à la surface du sol. Ces structures, appelées middens (HAMILTON et SILLMAN, 1989) sont constituées de débris organiques plus ou moins enfouis à l'entrée des galeries et mélangés avec des turriculés déposés à la surface. Les conditions de température et d'humidité régnant au sein de ces petits monticules entraînent un développement des activités microbiennes qui utilisent le substrat des composés facilement assimilables contenus dans les déjections des lombriciens et les fragments organiques (CLUZEAU *et al.*,). Ces fragments organiques, partiellement dégradés, sont ensuite consommés par le ver occupant la galerie et progressivement enfouis au sein du profil.

- Interaction avec d'autres organismes

Les vers de terre participent à la libération de substances (vitamines, protéines) qui stimulent la croissance des plantes (EDWARDS et BOHLEN, 1996). L'origine de ces substances ; produites indirectement par les micro-organismes associés au tube digestif des vers de terre ou à leurs structures (turriculés, galeries), n'est pas, encore complètement connue et il semble que cet effet soit spécifique aux espèces de plantes et de vers de terre étudiées (CLUZEAU *et al.*, 2005).

Les vers de terre peuvent également, en levant les dormances de certaines graines, permettre leur germination et contribuer à la dissémination des espèces végétales concernées. Par ailleurs, ils participent à la dispersion de propagules de mycorhizes et contribuent ainsi au bon fonctionnement de la rhizosphère.

HUTCHINSON et KAMEL (1956) ont montré que *L. terrestris* participait à la dispersion des spores de champignons du sol.

De plus, une étude récente a montré qu'ils pouvaient affecter les population de nématodes phytoparasites (BLOUIN *et al.*, 2005). Les auteurs font l'hypothèse que la présence de vers de terre *Millsonia anamalastimule* expose l'expression de trois gènes de réponse au stress qui induisent une tolérance de la plante aux nématodes. D'autres auteurs avancent l'idée d'un effet direct des vers sur les nématodes eux-mêmes, dont la viabilité serait affectée par le transit dans le tube digestif. On trouve également dans la littérature la description d'un effet indirect sur les nématodes passant par des modifications de la structure du sol, du régime hydrique et du recyclage des nutriments au sein de l'agro-système, phénomènes qui défavoriserait les populations (CLUZEAU *et al.*, 2005).

Enfin, les vers de terre servent de ressource alimentaire à bon nombre d'organismes carnivores et insectivores, de la taupe à la chouette en passant par les hérissons, les mouettes, les renards et certains coléoptères prédateurs (SIMS et GERARD,1999) , leur présence (ou leur absence) effecte ainsi la biodiversité à de nombreux niveaux trophiques , allant des micro-organismes mammifères.

CHAPITRE II:

MATERIEL ET METHODES

II.1. Situation géographique.

Notre terrain d'étude appartient aux Hauts Plateaux Sétifiens dans le nord est algérien. Ces derniers se présentent comme une surface légèrement ondulée s'étendant entre les monts du Hodna au sud et les montagnes de petites kabyles au nord (Fig. 8)

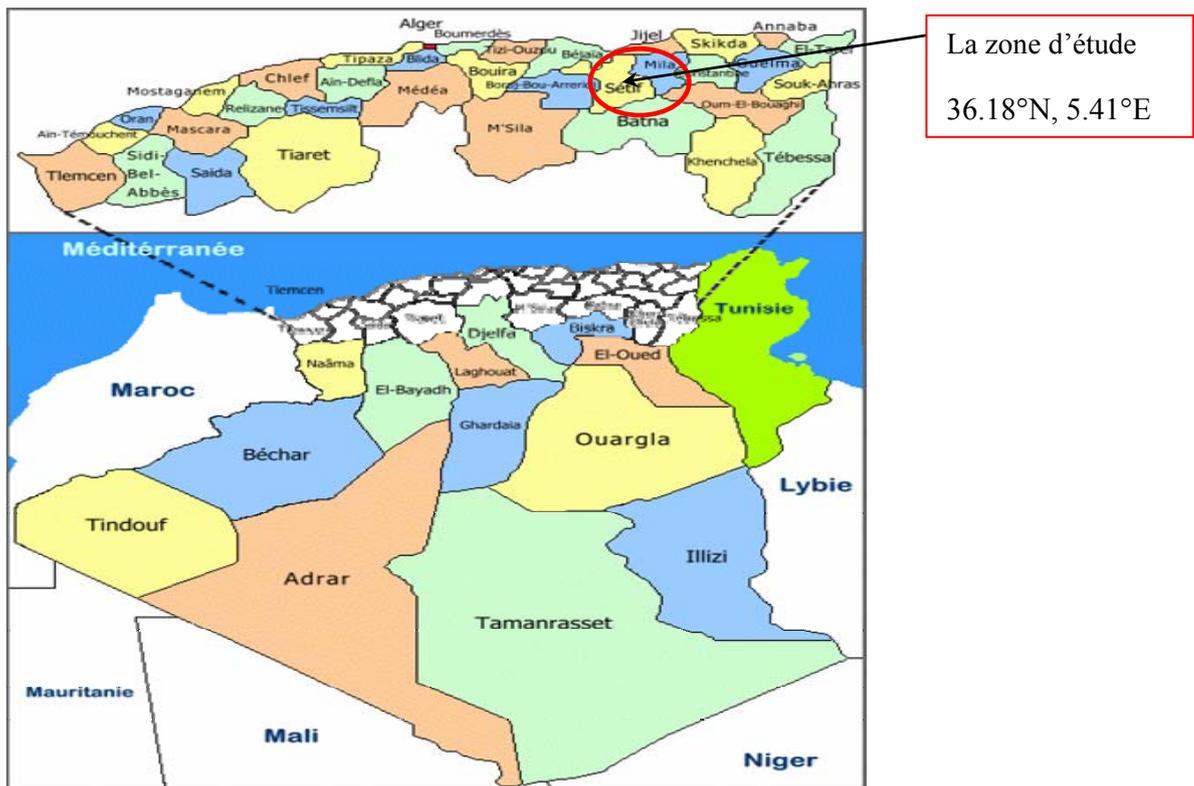


Figure 8 : la situation géographique de la zone d'étude par rapport à la carte d'Algérie (<http://commons.wikimedia.org>).

II.2. Le contexte pédoclimatique des Hauts Plateaux Sétifiens.

En zone méditerranéenne, plus les précipitations sont faibles, plus elles sont variables (le Houerou, 1986 cité par FAO, 1990). Elles tombent entre novembre et mars, période durant laquelle les sols cultivés sont nus. Sur des parcelles peu couvertes, pendant les orages d'automne, le ruissellement journalier maximal dépassant 19 à 32% et jusqu'à 70 à 85% des averses importantes en hiver sur des sols détremés (ARABI et ROASE, 1989). Dans ces conditions climatiques, la teneur en matière organique est relativement faible dans les sols méditerranéens qui sont donc très sensible au processus d'érosion hydrique (NAHAL, 1975 ; RYAN, 1982 ; FAO, 1983).

D'après la carte de la DSA de Sétif en 2011, notre terrain d'étude est alimenté par des tranches pluviométriques qui varient de 200 mm/an de son côté sud à 600 mm/an de son versant nord (Fig. 9). La température moyenne oscille entre 36 C° (Aout) et 0,5C° (janvier).

La répartition des sols dans les Hauts Plateaux Sétifiens, fait apparaitre en gros trois domaines. Dans la partie nord, plus réduite en surface et ondulé, dominant des sols peu eu pas carbonatés noirs, argileux doués des propriétés ver tiques. La zone sud plate, dominée par des sols calcaires avec des horizons calcaires durs plus ou moins démantelés, proche de la surface. L'horizon de surface profond représente la couche la plus travaillée et exploitée en agriculture. Tous ces sols sont caractérisés par une structure de surface fragile et faible taux de matière organique dans la couche travaillée (BOUDIAR ,2012).

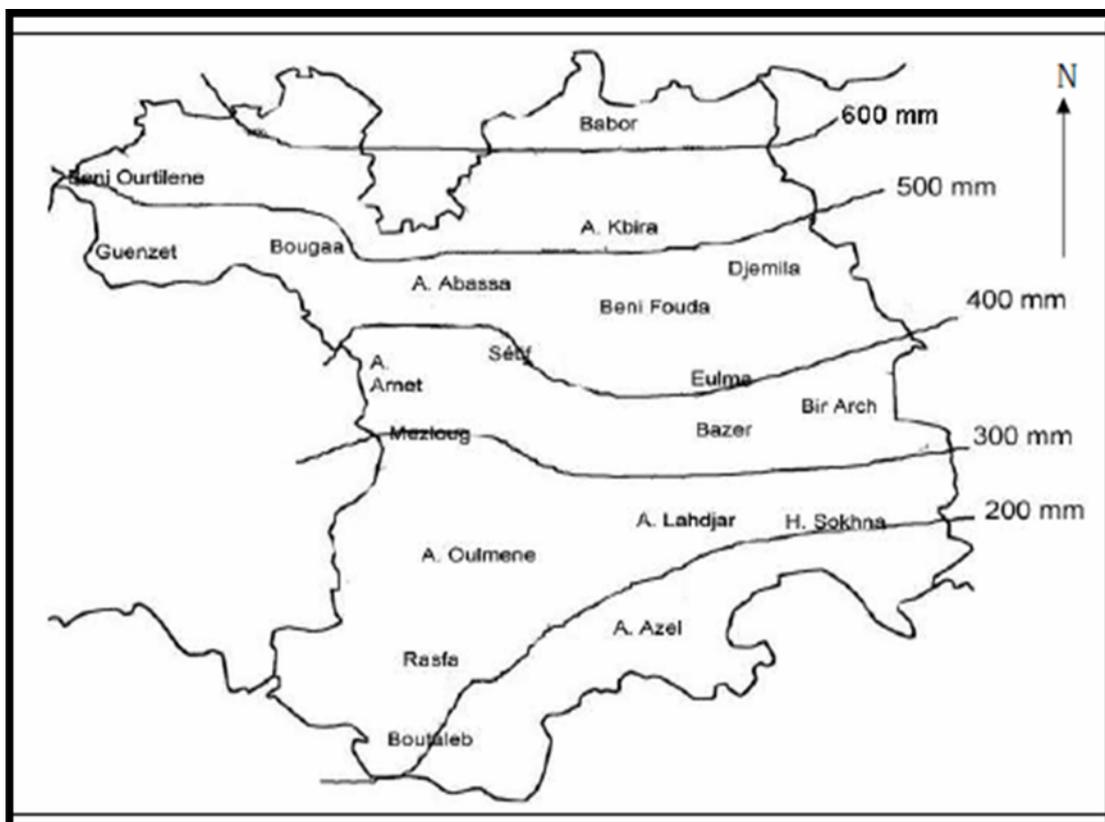


Figure 9 : Répartition des niveaux de précipitations dans la région d'étude (source : DSA de Sétif, 2011).

II.3. Activités agricoles

Dans la région des hauts plateaux Sétifiens (H.P.S) l'agriculture s'articule principalement autour de la production céréalière et de l'élevage, tout en combinant d'autres spéculations agricoles. La diversité des systèmes de production est la résultante de la conjugaison des conditions physiques, climatiques et des facteurs structurels des unités agricoles qui induisent des formes d'organisation et des logiques de production diverses (BENNIUO *et al*, in KARKOUR L ,2012).

Cette agriculture repose essentiellement sur la céréaliculture localisée particulièrement dans les hautes plaines mais aussi les cultures maraichères et fourragères. Par contre, l'olivier et le figuier constituent la richesse de la zone montagneuse (Fig. 10).

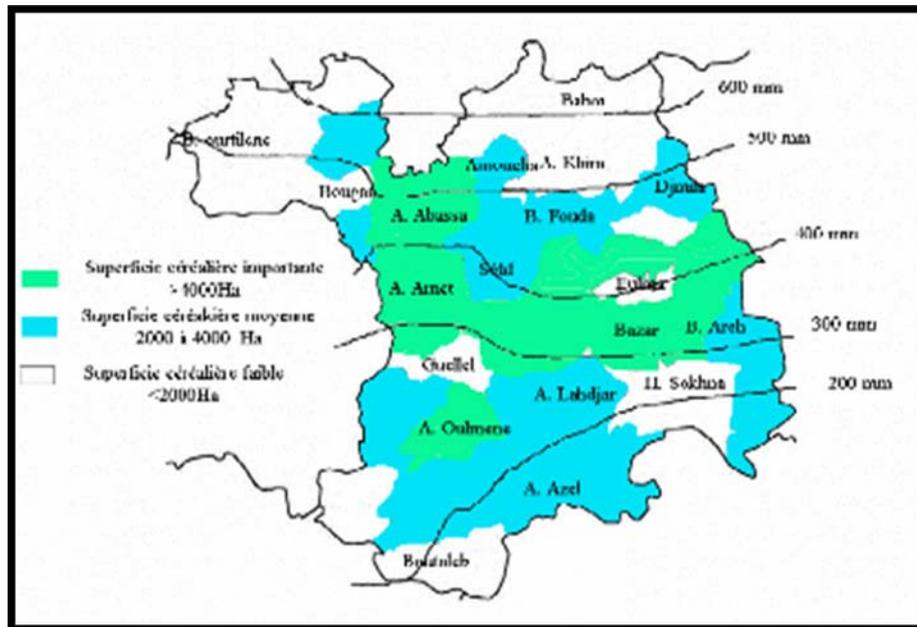


Figure 10 : Les superficies cérésières dans la région d'étude (BOUDIAR ,2012).

II.4. Le relief

Les Hauts Plateaux Sétifiens sont caractérisés par un découpage naturel décomposé de trois grandes zones (Fig. 11) :

a) une zone montagneuse au nord, représentée par la chaîne des Babors qui s'étend sur une centaine de kilomètres couvrant pratiquement le nord. « babors 2004 m (commune de Babor) ; sidi mimoune 1646m (Beni aziz) ; tilioune 1698m (Ait tizi).

b) une zone des Hautes Plaines qui occupe la région centrale de la wilaya de Sétif dont l'altitude varie entre 800 et 1300 m. au niveau de cette zone émerge des mamelons et quelques bourrelets montagneux. Cette zone est limitée :

- Au sud : Djebel boutaleb Aferhane 1886 mètre (Boutaleb).
- Au centre : Djebel youcef Aferhane 1442 mètre (Guedjal, Bir Hadada).
- Au nord : Djebel Megress 1737 mètre (Ain Abessa).
- A l'Est : Djebel Braou 1263 mètre (Bazer sekhra).

c) Une lisière au sud refermant des cuvettes où se dispersent les chotts :

- Chott el beida près de hammam sokhna (el eulma)
- Chott el frein près d'Ain lahdjar.
- Chott el melloul près de Guellal (Ain Oulemene).

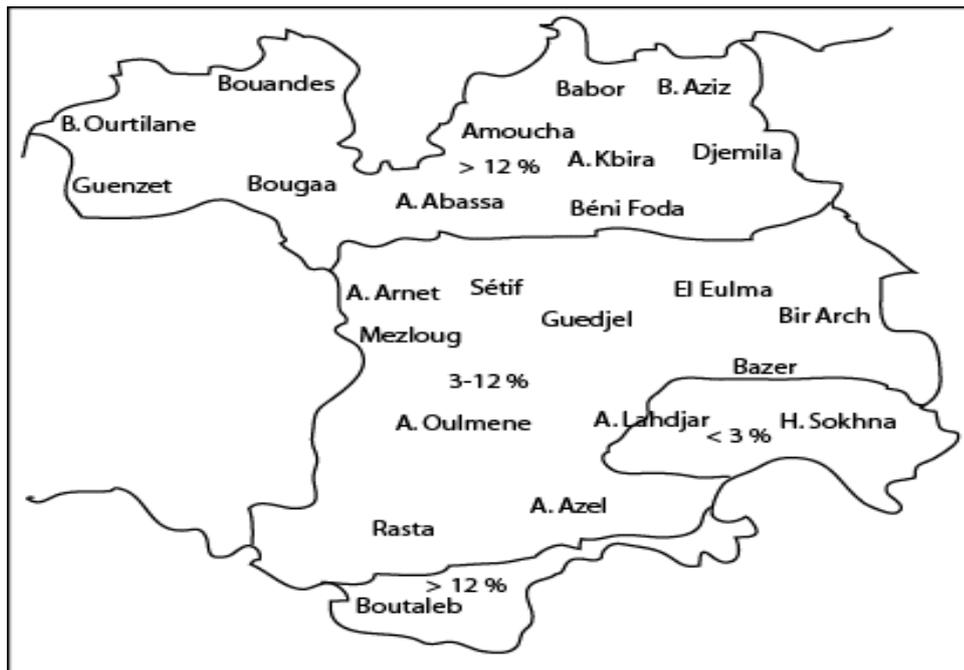


Figure 11 : Carte des reliefs de la wilaya de Sétif (KAABECHE T, 2010).

Pente > 12 % : zone montagneuse. Pente entre 3 et 12 % : zone des hautes plaines. Pente < 3 % : zone de dépression Sud.

II.5. Hydrologie

- Les oueds se caractérisent par un écoulement irrégulier expliqué par les conditions climatiques notamment les précipitations. Les principaux oueds sont oued boussalem et oued el kébir.

- Les chotts et les sebkhas appartiennent à un régime hydrographique endoréique. Elles seraient alors par des apports sporadiques d'eau des crues plus ou moins abondantes, chargés souvent en sels, par suites de leur passage dans les terrains salifères.

Le chott s'inonde en période pluvieuse et s'assèche totalement en été, son bassin versant reçoit un débit moyen annuel de 16 millions de m³ dont une partie s'infiltre pour alimenter la nappe phréatique (BECHTEL, 2005). Il ne s'inonde entièrement que rarement, son niveau d'eau peut alors attendre 1,5 m de profondeur.

II.6. Les principales zones humides dans les Hauts Plateaux Sétifiens

La région compte une vingtaine de zones humides naturelles et artificielles de structure et de superficies différentes. Les principaux plans d'eau naturels sont :

- **Sebkha de Bazer-Sakhra** : est située dans le secteur méridional des Hautes Plaines Sétifiennes qui font partie des hautes plaines telliennes. Le site d'origine naturelle, de latitude 35°63' N et une longitude de 5°41' E est une dépression naturelle endoréique salée, permanente et formée d'une superficie de 4.379 ha et dont l'attitude est la plus élevée de la région de Sétif.

Elle est localisée à 9Km au sud de la ville d'El-Eulma et à 3Km au sud du village d'El-Mellah. La sebkha est entourée par une ceinture de végétation constituée principalement de plantes halophytes dont les principales sont *Suaeda fruticosa*, *Atriplex halimus*, *Salsola fruticosa*. Il est important de signaler que les cultures céréalières (blé dur, blé tendre et orge) dominant de loin les champs entourant le plan d'eau de sebkha (BAAZIZ L, 2012).

- **Sebkha de Melloul** : Ce site occupe une superficie de 700 ha se trouve sur le territoire de la commune de guellal, à 23Km de la ville de Sétif. La sebkha est limitée à l'ouest par Douar el-Mellah, au nord par Mechtet Ouled chebal et Douar sidi saad, au sud par Douar El-Frikhet et à l'est par mechtet melloul et mechetet Medja. Ce plan d'eau est caractérisé par des sols alcalins dégradés et se trouve naturellement sur une nappe phréatique superficielle, actuellement surexploité par pompage d'eau. Ces sols sont utilisés principalement pour l'agriculture et l'élevage d'ovins et de bovins. La sebkha est alimentée principalement par Oued Guellal. Ainsi, de nombreuses espèces d'oiseaux d'eau la fréquentent régulièrement, nous pouvons citer le Tadorne de Belon *Tadorna tadorna*, le Tadorne Casarca *Tadorna ferruginea* et le canard Souchet *Anas clypeata* (BAAZIZ *et al.*, in BAAZIZ L, 2012).

- **Sebkhet El-Hameit** : C'est un plan d'eau d'une superficie de 2,509 ha compris entre la latitude 35°55' N et la longitude 5°33' E, constitué d'une sebkha ou lac salé naturel endoréique, temporaire qui s'inonde en temps de crues et s'assèche en saison estivale et d'une prairie humide sur son pourtour. Le niveau d'eau très variable selon les saisons et les années, n'excède pas 1m de profondeur. Le site se compose de deux habitats, la partie centrale d'une superficie de 1400 ha est formée par le plan d'eau libre appelée sebkha, entièrement dépourvue de toute végétation, et une zone périphérique, appelée chott constituée d'une prairie humide à base d'halophytes d'une superficie de 200 ha. La végétation est composée de 11 espèces annuelles et de 25 vivaces (BAAZIZ L, 2012).

- **Chott El-Frai** : Cette zone humide est plus longue que large. Elle occupe une superficie totale de 1500 ha. Elle est située sur le territoire des communes de Tella et de Beida Bordj. Elle est limitée à l'Ouest par le mont d'Ouled kassem et kharbet El-frain, à l'Est par Mechtet cheikh essaid, Djebel Tella, Mechtet El-Bir, Beida Bordj et Djebel Sedra, au Nord par mechtet el-Marharder et Bou-Djedid. Au sud par les monts de ouled zid et Djebel kalaouan. Son eau salée et très polluée. Elle est formée d'une végétation composée de *Typha angustifolia* et de *Juncus maritimus* qui constitue un refuge pour une trentaine d'espèces d'oiseaux d'eau migrateurs (BAAZIZ L, 2012).

- **Chott Beida Bordj et son annexe de la Sebkhet Soukhna** : Ses sites se trouvent à 4 Km de Hammam Soukhna. Elles occupent successivement 3000 ha et 150 ha. elles sont délimitées au nord par Bled el-Monchar et Hammam soukhna, au sud par Mechtet Fredas, Mechetet Lachraf, Douar Msil et Mechtet Romada, à l'Est par Douar Ouled Zaim et Oum laadjoul et les frontières de la wilaya de Batna et à l'ouest par Douar Tella, bled el-Gourgour, Mechtet Ouled Agoun et la route d'El-Eulma. Le site s'inonde en période pluvieuse et s'assèche totalement en été. Le site est fréquenté par 21 espèces d'oiseaux dont une quinzaine est aquatique, parmi elles figurent le tadorne de Belon *Tadorna tadorna*, les

Tadornes casarca *Tadorna ferrugenia*, le flamant rose *phoenicapterus roseus* (BOUMEZBEUR, 2004, BAAZIZ *et al.*, 2011 in BAAZIZ L, 2012).

II.7. Végétation

La barrière climatique des reliefs septentrionaux et l'altitude accentuent les contrastes et diversifient la végétation. On distingue sur les monts les forêts d'Alep de cèdre, le sapin de Numidie, le cyprès et le chêne vert et le chêne-liège. Par ailleurs, la zone montagnaise demeure une région de l'arboriculture notamment l'olivier et le figuier.

Les hautes plaines sont le domaine de la céréaliculture et des cultures maraîchères. Par contre pour la zone semi aride, et compte tenu de la qualité saline de ses sols, la flore est généralement pauvre.

II.8. Géologie

Les cartes géologiques (BATIER *et al.*, 1959 ; VILA, 1977) les ensembles suivants :

A. Terrains peu ou pas tectonisés appartenant au quaternaire et du Mio-pliocène.

Les terrains quaternaires sont très hétérogènes contenant du sable, des limons, des cailloutis et surtout des argiles. Ici, nous distinguons la présence des reliefs, les chotts et sebkhas, ou □ sont associées les formes classiques de l'endoréisme.

- Mio-pliocène : Les sites mio-pliocène correspondent à des dépôts fluvio-lacustres offrant habituellement une coloration rougeâtre assez prononcée ; la basse du mio-pliocène formée de calcaires lacustres, au dessus desquels reposent des marnes grises, des cailloutis qui contiennent de grosses lentilles conglomératiques et des niveaux de sels ou de gypse (BOUDOUKHA, 1988). Au nord-est du chott el Bieda, apparaît des calcaires lacustres et des conglomérats dont l'ensemble a une teinte rose et des affleurements de ce type de formation sont localisés autour de Djebel Gorza (GOUMIDI et KAOUACHE, 1995).

B. Terrains tectonisés

Ces terrains sont représentés par l'ensemble allochtone sud sétifien, qui est formé par une série de massifs calcaires relevant de l'éocène calcaire qui affleure à Oum laadjoul , Djebel Tafourar du dogger calcaire qui affleure a Djebel Tafourar et enfin du trias ou □ il s'agit de dépôts lagunaires, riches en gypse, en halite et en argiles vari colores, qu'on rencontre à Djebel Garza (BOUDOUKHA, 1988) .

Le trias gypso-salifères joue un rôle important dans la qualité chimique des eaux en contaminant certains aquifères voisins (ALIAT, 2007).

II.9. Choix des stations d'échantillonnage

Dans l'objectif de déterminer la biodiversité des vers de terre dans la région des hauts plateaux sétifiens, nous avons choisi aléatoirement 5 stations : Sétif (S1), El Eulma (S2), Bir El Arch (S3), Tadjenanet (S4) et Chelghoum Laïd (S5).



Figure12 : Localisation des stations d'échantillonnage (image de Google Earth, le 11-04-2015).



Photo 1 : Station de Sétif (S1)

Date : 24/03/2015



photo 2 : Station d'El Eulma (S2)

Date : 25/03/2015



Photo 3: Station de Bir El Arch (S3)

Date: 19/03/2015



Photo 4 : Station de Chélghoum Laïd (S5)

Date : 30/03/2015



photo 5: Station de Tadjenanet (S4)

Date : 27/03/2015

II.9.1. Les caractéristiques des stations d'échantillonnage :

Les principales caractéristiques des stations d'échantillonnage sont résumées dans le Tableau 3.

Tableau 3 : la description des stations d'échantillonnage.

Stations	Sétif	El Eulma	Bir El Arch	Tadjenanet	Chelghoum
Code	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅
Altitude (m)	980	950	1100	855	743
Latitude N	36°11' 1 ,87"	36°4' 4 ,70"	36°7'36 ,56"	36°6' 36"	36°10'00"
Longitude E	5°24'5 ,88"	5°44'7,35"	5°50'33,67"	5°58'40,97"	6°10'00"
Etage Bioclimatique	Semi aride	Semi aride	Semi aride	Semi aride	Semi aride
La pente	Faible (1-9%)	Faible (1-9%)	Faible (1-9%)	Faible (1-9%)	Moyenne (9-25%)
Le sol	-Humide -Non exposé à l'inondation -texture argileuse.	-Humide -texture argileuse.	-Humide -texture argileuse	-Humide -non exposé à l'inondation -texture argileuse.	-Humide -non exposée à l'inondation -texture argileuse.
M.O	présente	présente	présente	présente	présente
Effervescence à l'HCl	forte	forte	forte	forte	Forte
Végétation	Champ de culture de pomme de terre.	Herbacée, sebkha.	Herbacé et quelque arbustes.	Herbacée ; Quelque arbuste, oued.	Champ de culture de blé.

II.9.2. Plan d'échantillonnage

3 relevés (répétitions) éloignés de 100 m l'un de l'autre sont pris dans chacune des 5 stations sur une superficie de 1 m² et 15 cm de profondeur (la couche arable). Ce qui nous donne un total de 15 échantillons (3×5 = 15).

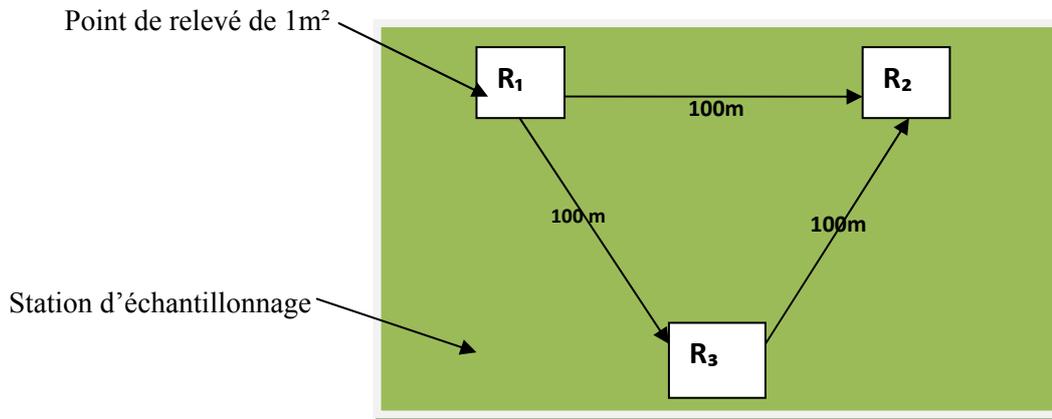


Figure 13 : Le plan d'échantillonnage (R₁, R₂, R₃ = relevés).

II.9.3. Méthode d'échantillonnage

Le prélèvement des sols s'est effectué pendant les mois de février, mars et avril à l'aide d'une pelle.

Les lombriciens sont triés sur place selon leurs stades de maturités (Juvéniles, sub-adultes et adultes). Ils sont ensuite lavés à l'eau puis tués en les plongeant quelques minutes dans l'éthanol à 95% et égouttés sur papier filtre. En fin les vers de terre sont conservés dans des flacons numérotés et remplis d'éthanol à 96%, pour la détermination taxonomique.

Une quantité de 500 g de sol pour chaque échantillon est séchée à l'air libre pendant une semaine, en suite tamisée à 2 mm et conservée pour réaliser quelques analyses physicochimiques.



Photo 6 : Des vers de terre conservés dans l'éthanol à 96%.

Délimitation Du 1m² → Echantillonnage → Démo écologie et identification

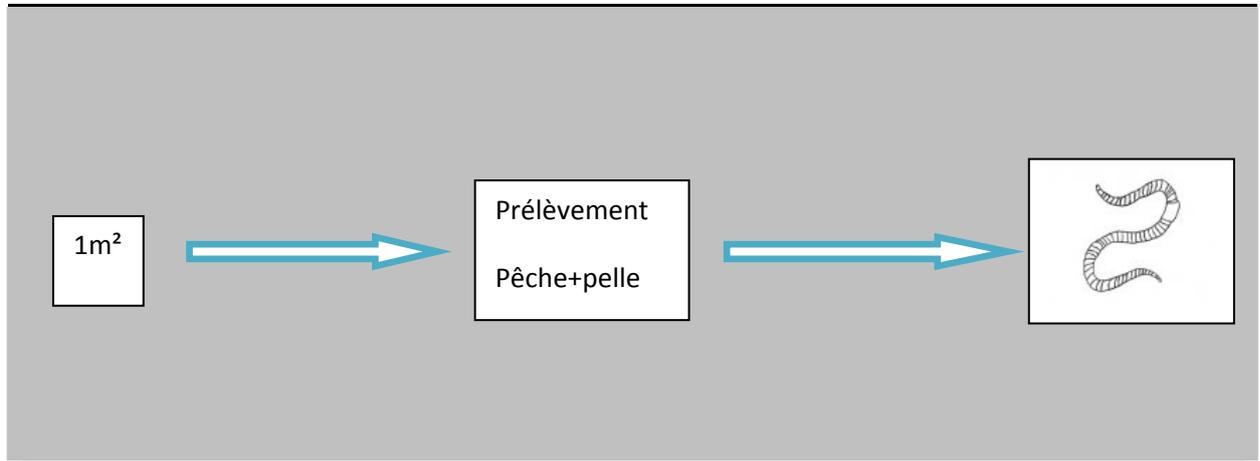


Figure 14 : Etapes de la méthodologie adoptée

II.10. Méthodes et paramètres édaphiques analysés

Pour chacune des 5 stations, nous avons effectué quelques analyses édaphiques : PH, la conductivité électrique (CE), le calcaire total (CaCO_3 %), la matière organique (M.O %) et humidité (H%). Les analyses sont effectuées au laboratoire d'écologie à la faculté SNV de l'université de Constantine.

A. Le PH

C'est la mesure par voie électro métrique de l'activité des ions H^+ présentes dans la solution du sol. La détermination du pH est effectuée à l'aide d'un pH mètre à électrodes sur une suspension de sol et de l'eau distillée avec un rapport de 2/5, après agitation de deux heures et repos de 24h (AUBERT, 1978). Il est nécessaire avant de faire des mesures du pH, d'étalonner le pH-mètre avec des solutions étalons de pH connu (pH 4 et pH 10).

La lecture s'effectue après l'introduction d'électrode dans la suspension du sol une fois l'aiguille du pH mètre est stable.

Les valeurs d'interprétation du pH sont résumées dans le tableau4 (BAIZE, 1989).

Tableau4 : Echelle d'interprétation du pH (BAIZE 1988).

pH	≤3,5	3,5 –5	5- 6,5	6,5 -7,5	7,5-8,7	≥8,7
Le sol	Hyper acide	Très acide	Acide	Neutre	basique	Très basique

B. La conductivité électrique (CE)

La conductivité électrique d’une solution du sol est un indice des teneurs en sels solubles dans ce substrat. Elle exprime approximativement la concentration des solutés présents dans l’échantillon c’est-à-dire son degré de salinité.

La mesure de la CE est réalisée à l’aide d’un conductimètre (AUBERT, 1978), par lequel on plonge la cellule de mesure dans la solution du sol (par l’extrait aqueux 1/5) et on lit la valeur après 1 heure d’agitation et un temps de repos jusqu’à ce qu’il y ait sédimentation de la terre.



Photo 7: conductimètre.

Tableau 5 : Classification des sols selon l’échelle de DURAND J .H (1983).

Classe	CE en µs/cm	Qualité des sols
Classe 1	0 à 500	Non salée
Classe 2	500 à 1000	Légèrement salée
Classe 3	1000 à 2000	Salée
Classe 4	2000 à 4000	Très salée
Classe 5	Plus de 4000	Extrêmement salée

C. Dosage de la Matière Organique (M.O)

C’est une détermination pondérale basée sur la calcination de la matière organique en condition sèche. Les échantillons sont placés à 375 C° pendant 24h dans une étuve. A cette température, la matière

organique est détruite (la perte en eau structurale des argiles et les carbonates à même de fausser la mesure) est minime (NF ISO 14235) (Ball, 1964 in AGBE YAWO DZIWONU, 2011).

$$PAF = \frac{P (air) - P s}{P (air)} \times 100\%$$

Où P (air) = poids frais de l'échantillon.

P (sec) = le poids de l'échantillon calciné.

Tableau 6 : qualification des sols en fonction de leurs teneur en MO (ATIKA MOUADDINE ; 2010 in AGBE YAWO DZIWONU, 2011).

Qualification	Teneur en MO
Très tourbeux	10% -50%
Tourbeux	5%-10%
Peu tourbeux	1%-5%

D. Le calcaire total (CaCO₃%)

Le calcaire total regroupe les carbonates insolubles des sols, ceux du calcium et du magnésium. Sous l'action d'un acide fort (l'acide chlorhydrique), les carbonates se décomposent, il en résulte un dégagement de gaz carbonique. Il est mesuré à l'aide de calcimètre de Bornard.



Le caractère plus ou moins calcaire du sol est qualifié comme suit tableau7 :

Tableau 7 : classification des sols selon leurs taux de CaCO₃ selon GEPPE in BAIZE (1988).

Taux de CaCO ₃ total	classification du sol
CaCO ₃ < 1%	Sol non calcaire.
1% < CaCO ₃ ≤ 5%	Sol faiblement calcaire.
5% < CaCO ₃ ≤ 25%	Sol modérément calcaire.
25% < CaCO ₃ ≤ 50%	Sol fortement calcaire.
50% < CaCO ₃ ≤ 80%	Sol très fortement calcaire.
CaCO ₃ > 80%	Sol excessivement calcaire

E. L'humidité (H %)

Les échantillons sont séchés à l'étuve à 105°C pendant 24h jusqu'à ce que la masse soit constante. La différence de masse avant et après le séchage exprime la teneur en eau de l'échantillon initial.

$$H\% = [(Pf - Ps)/Pf \times 100]$$

Où :

Pf : poids frais de la motte du sol.

Ps : poids sec de la motte du sol.



Photo 8 : Etuve.

II.11. Les paramètres biologiques

Dans cette étape nous nous sommes intéressés à la détermination de la densité, la biomasse et l'identification des vers de terre.

- **La densité des lombriciens** : C'est le rapport entre le nombre des vers de terre prélevé dans un site donné par rapport à sa surface. Elle est exprimée par le nombre d'individus /m² (ind/m²).
- **La biomasse des lombriciens** : Elle représente le poids des vers de terre (pesés au laboratoire à l'aide d'une balance de précision) par rapport à la superficie du point de prélèvement. Pour notre cas, elle est exprimée en g/m².
- **La taxonomie** : La détermination des espèces est réalisée au laboratoire sous la direction de notre encadreur (**Dr. Bazri K.E.D**) à l'aide d'un stéréoscope, en se basent sur la clé de détermination taxonomique (BOUCHE, 1972). Nous avons pris en compte les caractères morphologiques externes : la taille, la couleur, la forme du prostomium, la répartition des soies et le positionnement et la forme clitellum (bague), puberculum, et les pores mâles.

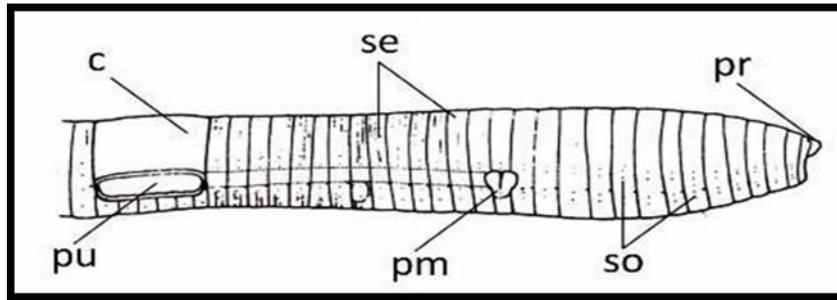


Figure15 : Les critères pris en considération pour la détermination taxonomique : clitellum (c), pore mâle (pm), prostomium (Pr), puberculum (pu), Segments (se), soies(So).



Photo 9 : Stéréoscope utilisé pour l'identification des vers de terre.

II.12. Analyses statiques des résultats

La matrice des données (variables lombriciennes et édaphiques) est traitée à l'aide du logiciel Statistica version 6, pour effectuer des tests d'Analyse de la Variance ANOVA sur chacune des variables mesurées et une ACP entre les variables édaphiques et biologiques. La représentation graphique est effectuée par Excel.

CHAPITRE III :

RESULTATS ET DISCUSSION

I. Compartiment abiotique

Dans cette partie, nous avons procédé à déterminer quelques paramètres édaphiques des sols de nos points d'échantillonnage : pH, le calcaire total (CaCO₃), la conductivité électrique (CE), la matière organique (M.O), l'humidité (H). Les résultats sont résumés dans les Annexes 1 et 2.

Tableau 8 : Analyse de la variance, paramètres édaphiques.

Effets significatifs marqués à $p < .05000$

	SC Effet	dl Effet	MC Effet	SC Erreur	dl Erreur	MC Erreur	F	p
pH	3734	4	934	19200	10	1920	0.486221	0.746025
M.O	4090	4	1023	19735	10	1974	0.518113	0.724682
H	3224	4	806	15417	10	1542	0.522805	0.721563
CaCO ₃	1923	4	481	8926	10	893	0.538688	0.711048
CE	2041	4	510	9578	10	958	0.532848	0.714906

A. Le pH

D'après la figure 15, les valeurs moyennes de pH varient de $8,50 \pm 0,04$ (S3) à $8,8 \pm 0,43$ (S2). Selon (BAIZE, 1988), le pH est basique dans les stations S1, S3, S4, S5 et très alcalin dans la station 2. Ces milieux sont donc, favorables à l'activité de vers de terre (AL-ADDAN, 1992). D'après le test ANOVA à un facteur (Tab. 8) Les différences entre les 5 stations ne sont pas significatives ($p > 0.05$; $F = 0.16$ et $p = 0.95$).

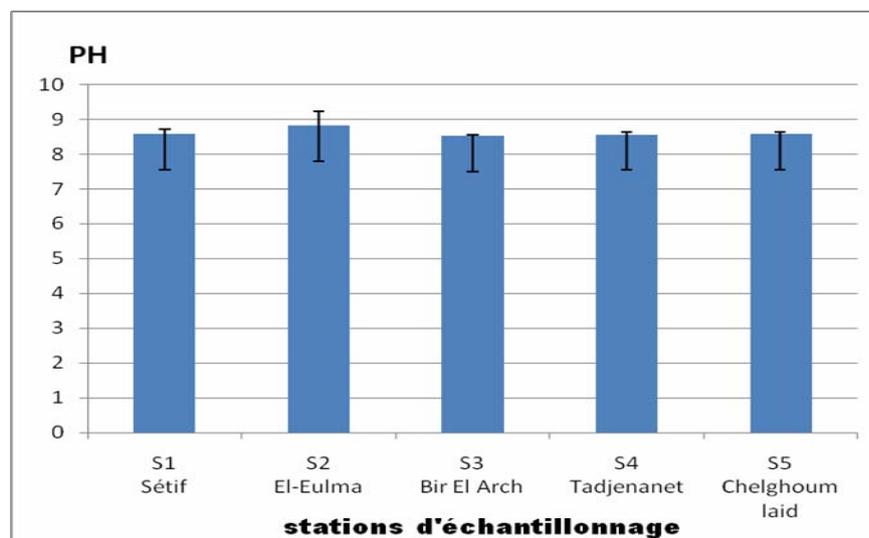


Figure 16 : Les valeurs des moyennes du pH dans les cinq stations d'échantillonnage.

B. Le calcaire total CaCO₃ (%)

D'après la figure 16, les moyennes de calcaire total sont de l'ordre de $40,38 \pm 1,85\%$ (S2), $39,15 \pm 0,46\%$ (S3), $38,30 \pm 0,83\%$ (S5), $36,08 \pm 1,68\%$ (S1), $32,86 \pm 9,59\%$ (S4). Selon GEPPE le CaCO_3 est fortement calcaire dans toutes les stations. D'après le test ANOVA à un facteur (Tab. 8), les différences entre les 5 stations ne sont pas significatives ($p > 0,05$; $F = 0,53$ et $p = 0,71$).

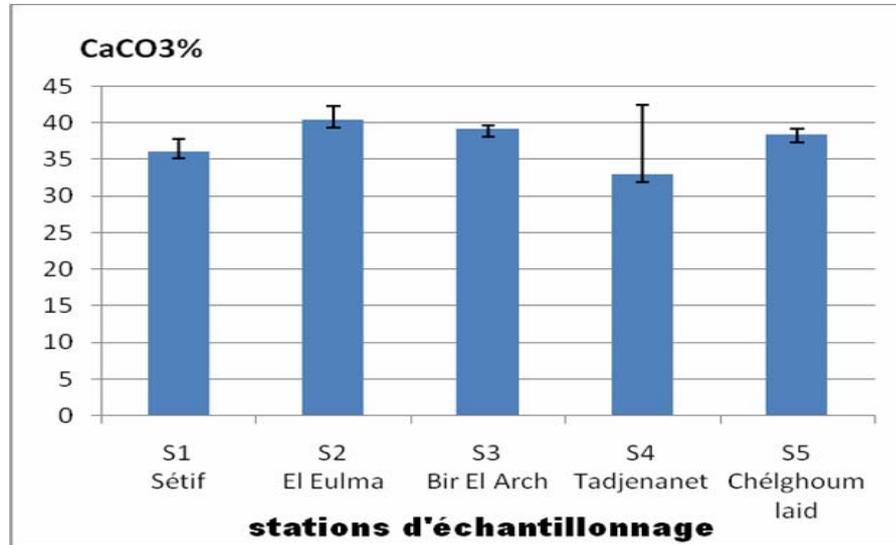


Figure 17 : Les valeurs moyennes de CaCO_3 (%) dans les cinq stations d'échantillonnage.

C. La conductivité électrique CE (μS)

Dans les cinq stations, les moyennes de la conductivité électrique sont de l'ordre de $32,73 \pm 5,22 \mu\text{S/cm}$ (S3), $33,16 \pm 5,02 \mu\text{S/cm}$ (S4), $37,13 \pm 4,98 \mu\text{S/cm}$ (S1), $37,9 \pm 6,47 \mu\text{S/cm}$ (S5) et $57,6 \pm 16,59 \mu\text{S/cm}$ (S2) (Fig. 18). Ce qui explique un substrat non salé selon DURAND J.H (1983), néanmoins les valeurs sont plus élevées à la station S2 vu sa proximité de sebkhat ouled Bazar. Mais le test ANOVA à un facteur (Tab. 8), ne montre pas des différences significatives entre les 5 stations ($p > 0,05$; $F = 0,53$ et $p = 0,71$).

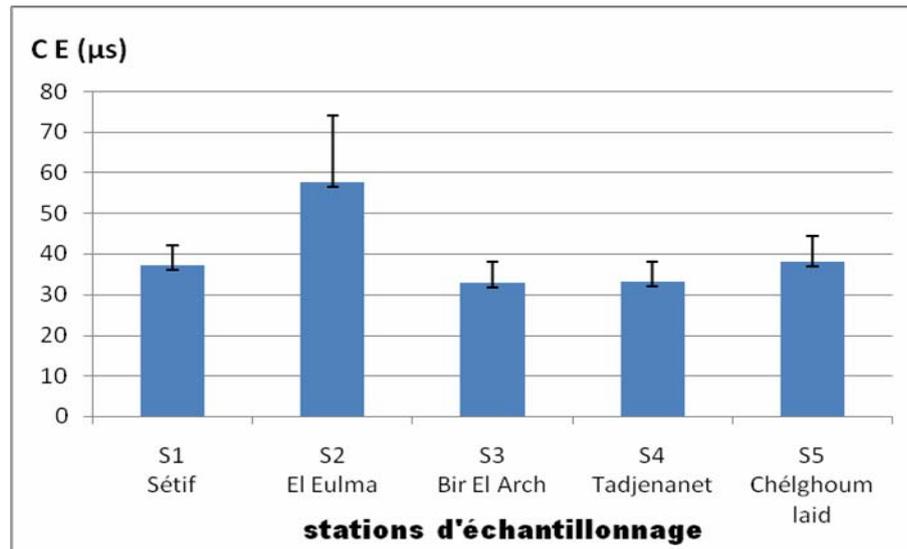


Figure 18: Les valeurs moyennes de la conductivité électrique CE (μS) dans les cinq stations d'échantillonnage.

D. La Matière Organique (M.O%)

Les teneurs moyennes de la M.O sont élevées dans les quatre premières stations, S1 ($9,89 \pm 0,96\%$), S2 ($6,47 \pm 0,41\%$), S3 ($5,85 \pm 0,41\%$) et S4 ($9,4 \pm 0,63\%$) cependant la moyenne est très élevée dans la station 5 ($11,37 \pm 0,57\%$), (Fig. 19). D'après le test ANOVA à un facteur (Tab. 8), les différences entre les 5 stations ne sont pas significatives ($p > 0,05$; $F = 0,51$ et $p = 0,72$).

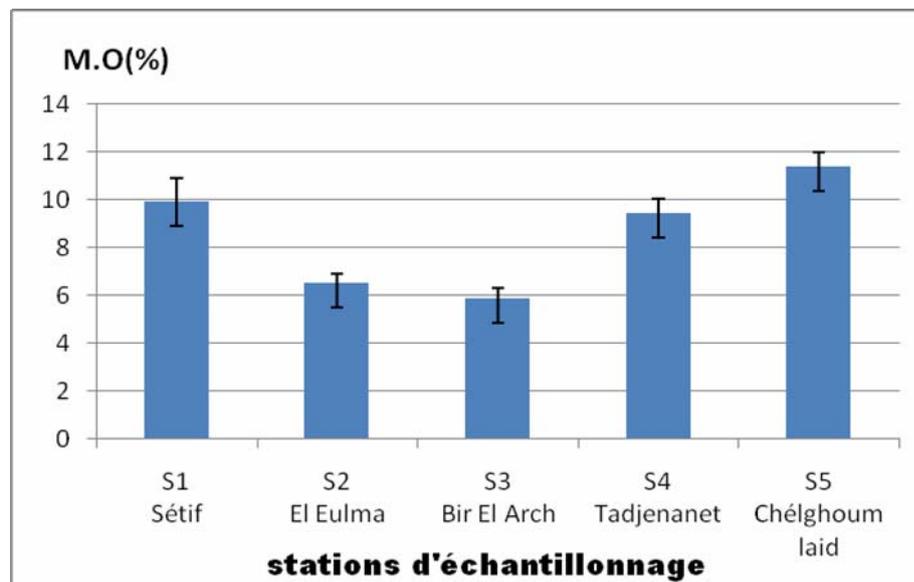


Figure19 : Les valeurs moyennes de la matière organique (M.O %) dans les cinq stations d'échantillonnage.

E. L'humidité (H%)

Les valeurs moyennes de l'humidité sont de l'ordre de $(19,52 \pm 1,05)$, $(16,13 \pm 1,50)$, $(13,55 \pm 1,87)$, $(18,10 \pm 1,84)$ et $(18 \pm 0,99)$; respectivement pour les stations S1, S2, S3, S4 et S5 (fig. 20). Ces résultats s'expliquent par conditions pédoclimatiques et la période d'échantillonnage effectuée pendant les mois pluvieux (février et mars). D'après le test ANOVA à un facteur (Tab. 8), les différences entre les 5 stations ne sont pas significatives ($p > 0,05$; $F = 0,52$ et $p = 0,72$).

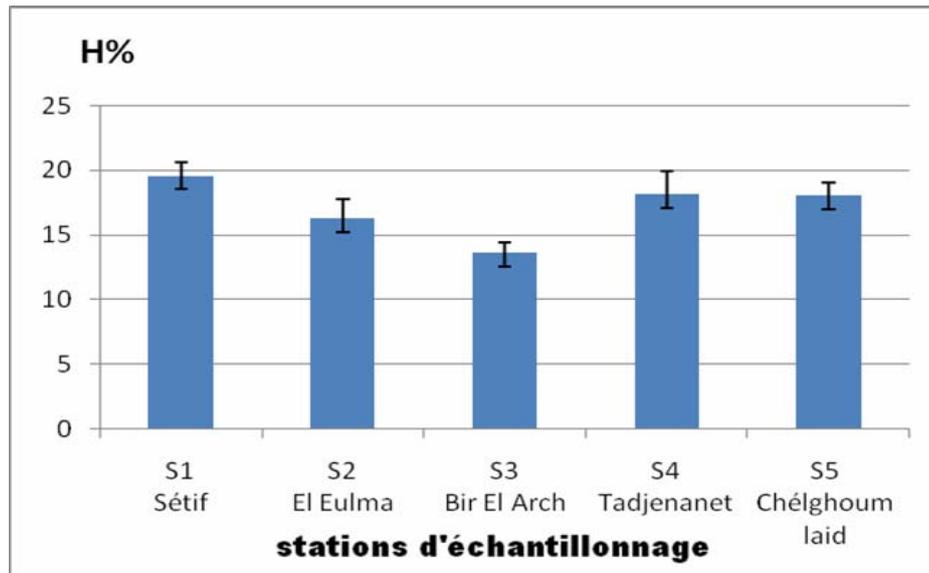


Figure 20 : Les valeurs moyennes de l'humidité dans les cinq stations d'échantillonnage.

II. Compartiment biologique

Dans cette partie, nous avons procédé à l'identification des espèces de vers de terre que nous avons récoltées durant notre échantillonnage, pour cela nous avons entrepris une étude taxonomique.

1. La démécologie

1.1. Les classes d'âge des lombriciens

La densité des vers de terre varie de 12 individus/m² dans la station Sétif à 20 individus/m² dans la station d'El-Eulma. Les vers juvéniles oscillent de 6 individus/m² (stations S2 et S4) et 10 individus/m² (station S3). Les différences entre les cinq stations ne sont pas significatives ($P \geq 0,05$; $F=0,16$ et $P=0,95$). Cependant, les sub-adultes varient de 4 individus/m² (stations S2 et S4) à 8 individus/m² (S3). Le test d'ANOVA à un facteur n'est pas significatif ($P \geq 0,05$; $F=0,25$ et $P=0,90$), (Tab. 9). Pour les vers adultes, leur nombre change de 2 individus/m² (station S2) à individus/m² (station S1), (fig.21 et annexe 3). Le test ANOVA à un facteur n'est pas significatif ($P \geq 0,05$; $F=0,32$ et $P=0,85$).

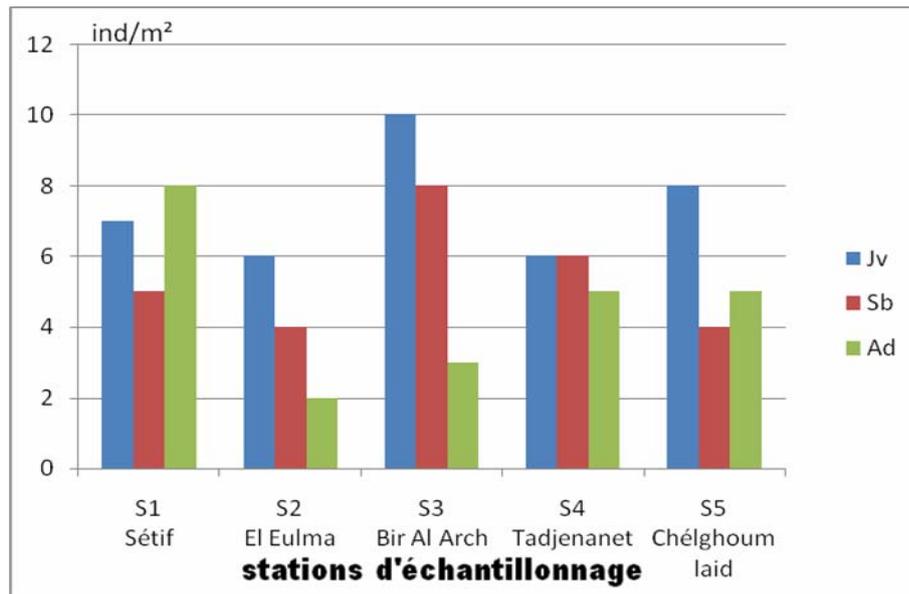


Figure 21: la structure des classes d'âges des lombriciens.

Jv = juvéniles, Sb = sub Adulte, Ad= Adulte.

Tableau 9 : Analyse de la variance, paramètres biologiques.

Effets significatifs marqués à p < .05000

	SC Effet	dl Effet	MC Effet	SC Erreur	dl Erreur	MC Erreur	F	p
Jv	4	4	1	56	10	6	0.166667	0.950508
Sb	4	4	1	37	10	4	0.254545	0.900350
Ad	7	4	2	55	10	5	0.323171	0.856179
Ds	8089681	4	2022420	17310188	10	1731019	1.168341	0.381122
Bm	24616872	4	6154218	60398367	10	6039837	1.018938	0.443013

1.2. Densité et Biomasse des lombriciens

Les moyennes de la densité varient de $6,665 \pm 2,21$ à la station Sétif $6,999 \pm 0,88$ la station Tajnanet. L'analyse de la variance à un facteur ne montre pas des différences significatives ($F=1,16$, $P=0,44$) (Tab. 9). Cependant les valeurs moyennes de la biomasse oscillent de $11,139 \pm 1,01$ (station S1) et $8,901 \pm 0,88$ (station S4), (fig. 22). Ici, le test ANOVA n'est pas significatif ($F=1,01$, $P= 0,44$) (Tab. 9).

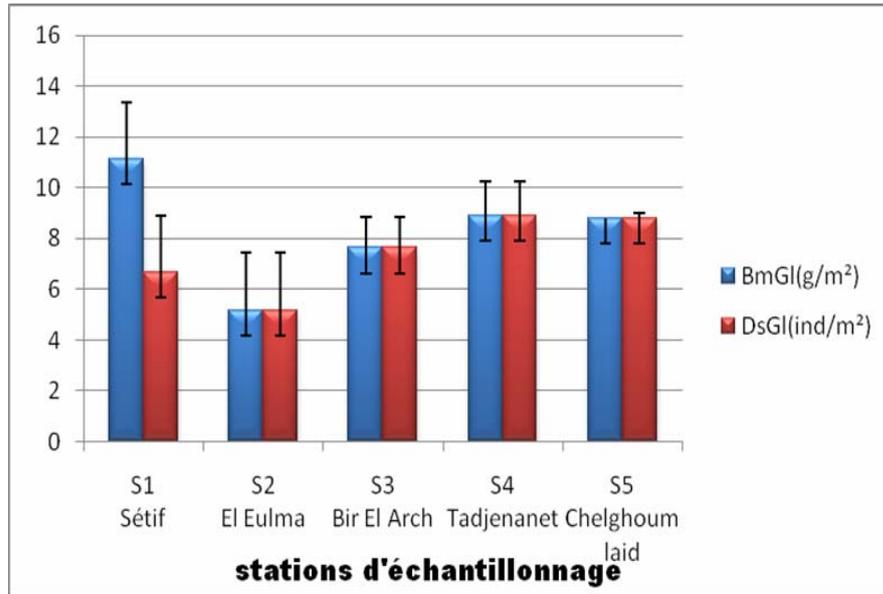


Figure 22: les moyennes de la biomasse et la densité des vers de terre dans les cinq stations.

1.3. Espèces lombriciennes collectées

Trois espèces appartenant à la famille des Lumbricidae, sont collectées dans l'ensemble des points d'échantillonnage (Tableau 10 et Annexe 4)

Tableau10 : Les groupes éco-morphologiques des espèces lombriciennes prélevées.

Espèces lombriciennes	Catégorie écologique	Stations d'échantillonnage
<i>Ap. trapezoïdes</i>	Endogée, principalement géophage	Tadjenanet, Chélghoum laid, El Eulma, Sétif.
<i>Ap. rosea</i>	Endogée	El Eulma, Bir Al Arch.
<i>Oct. Complanatus</i>	Anécique, labour de sol	Chélghoum laid, Bir Al Arch.

Tableau11: Systématique du ver de terre.

<p>Régne : Animalia</p> <p>Embranchement : Annelidae</p> <p>Classe : Oligochaeta</p> <p>Ordre : Haplotaxida</p> <p>Famille : Lumbricidae</p> <p>Genre : Octodrilus</p> <p>Espèces : <i>Octodrilus complanatus</i></p>	 <p>Photo10 : <i>Octodrilus complanatus</i> (Dugés, 1828).</p>
<p>Régne : Animalia</p> <p>Embranchement : Annelidae</p> <p>Classe : Oligochaeta</p> <p>Ordre : Opisthopora</p> <p>Famille : Lumbricidae</p> <p>Genre : Aporrectodea</p> <p>Espèces : <i>Aporrectodea rosea</i> / <i>Allolobophora rosea</i>.</p>	 <p>Photo11 : <i>Aporrectodea rosea</i> (Savigny, 1826).</p>
<p>Régne : Animalia</p> <p>Embranchement : Annelidae</p> <p>Classe : Clitellata</p> <p>Ordre : Opisthopora</p> <p>Famille : Lumbricidae</p> <p>Genre : Aporrectodea</p> <p>Espèces : <i>Aporrectodea trapezoïde</i></p>	 <p>Photo12 : <i>Aporrectodea trapezoïde</i> (Dugés, 1828)</p>

1.4. Espèce dominante

La fréquence de ces espèces par rapport au 21 relevés est la suivante :

Ap. trapezoïdes est observée dans 17 points d'échantillonnage, soit dans les 5 stations d'étude ;

Ap. rosea est collectée dans deux relevés situés dans les deux stations El-eulma et Bir-el-arch ;

Oct. Complanatus est échantillonnée dans les deux stations Chelghoum-laïd et Bir-el-arch.

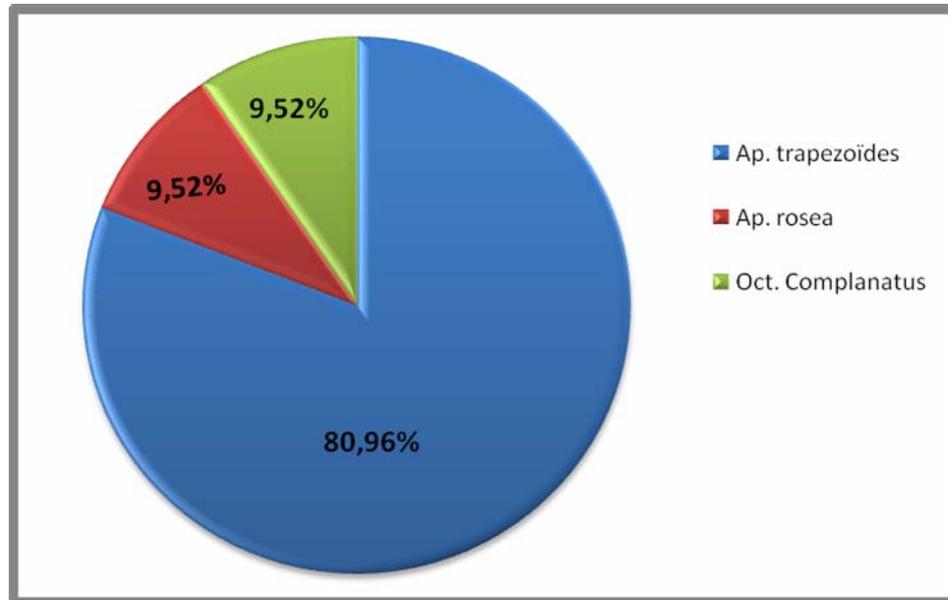


Figure23 : les catégories écologiques dans les stations d'échantillonnage.

L'espèce *Ap. trapezoïdes* est la plus fréquente avec un pourcentage de 80,96% (fig. 23), elle domine les deux autres espèces dans notre terrain d'étude. Ces résultats sont réciproques aux travaux de Bazri (2013). C'est une espèce qui prouve une expansion extraordinaire, elle fréquente tous les sols et tous les étages bioclimatiques en Algérie (Bazri, 2014).

Cette espèce est rencontrée dans 2 stations, caractérisés par un pH variant de $8,8 \pm 0,43$ à $8,50 \pm 0,04$, une conductivité électrique qui change de $57,6 \pm 6,59$ à $32,73 \pm 22 \mu\text{s}$, le taux de la M.O est varié de $6,47 \pm 0,41$ à $5,85 \pm 0,41$, l'humidité de substrat est de $16,13 \pm 1,50$ à $13,55 \pm 1,87$ et le calcaire est de $40,38 \pm 85$ à $39,15 \pm 0,46$.

Cependant, l'espèce *Ap. rosea* est observée avec une fréquence de 9,52% (fig. 23). Elle est collectée dans les 2 stations El Eulma et cette espèce est plus fréquente dans l'étage bioclimatique aride et semi aride dans les points où il ya suffisamment d'eau, ces résultats sont confirmé par les travaux de Bazri (2013). C'est une espèce est collectée dans 4 stations, caractérisés par un pH variant de $8,55 \pm 0,16$ à $8,56 \pm 0,06$, une conductivité électrique qui change $32,73 \pm 5,22$ à $37,9 \pm 6,47 \mu\text{s}$, le taux de la M.O est varié de $5,85 \pm 0,41$ à $11,37 \pm 0,57$, l'humidité est de $13,55 \pm 1,87$ à $19,52 \pm 1,05$ et le calcaire est de $32,86 \pm 9,59$ à $39,15 \pm 0,46$.

Toutefois, l'espèce *Oct.complanatus* côtoie les lieux humides des étages bioclimatique semi aride avec un pourcentage de 9,52%. Ces résultats sont réciproques aux travaux de Bazri (2013). cette espèce est échantillonnée dans 2stations, caractérisés par un pH variant de $8,50\pm 0,04$ à $5,56\pm 0,06$, une conductivité électrique qui change de $32,73\pm 5,22$ à $37,16\pm 5,02\mu s$, le taux de la M.O est varié de $5,85\pm 0,41$ à $11,37\pm 0,57$, l'humidité est de $13,55\pm 1,87$ à $18\pm 0,99$ et le taux de calcaire est de $38,86\pm 9,59$ à $39\pm 0,46$.

1.5. La relation entre les paramètres édaphiques et lombriciens

La figure 24 montre que le plan (1x2) fournit 89,45% de l'information. Ce qui est très bien acceptable. Les corrélations révèlent que les subadultes ($r = 0,81$) et les juvéniles ($r = 0,76$) participent à l'élaboration du côté positif de l'axe factoriel F 1. Cependant, les variables pH ($r = - 0,99$), H ($r = - 0,99$), CE ($r = - 0,99$), M.O ($r = - 0,99$) et $CaCO_3$ ($r = - 0,99$) contribuent à la formation de son côté négatif. Toutefois, les variables densité ($r = - 0,88$), adultes ($r = - 0,86$) et la biomasse ($r = - 0,80$) représentent le côté négatif de l'axe factoriel F2 (tableau12).

Tableau12: Corrélations entre les différentes variables étudiées

Variabes	Fact. 1	Fact. 2
Jv	0,765140	-0,373311
Sb	0,811568	-0,426508
Ad	0,010364	-0,866475
Ds	-0,323368	-0,881313
Bm	-0,421737	-0,807750
pH	-0,992372	-0,002398
M.O	-0,993533	-0,004582
H	-0,991574	-0,003284
$CaCO_3$	-0,990714	-0,001283
CE	-0,990300	-0,003686

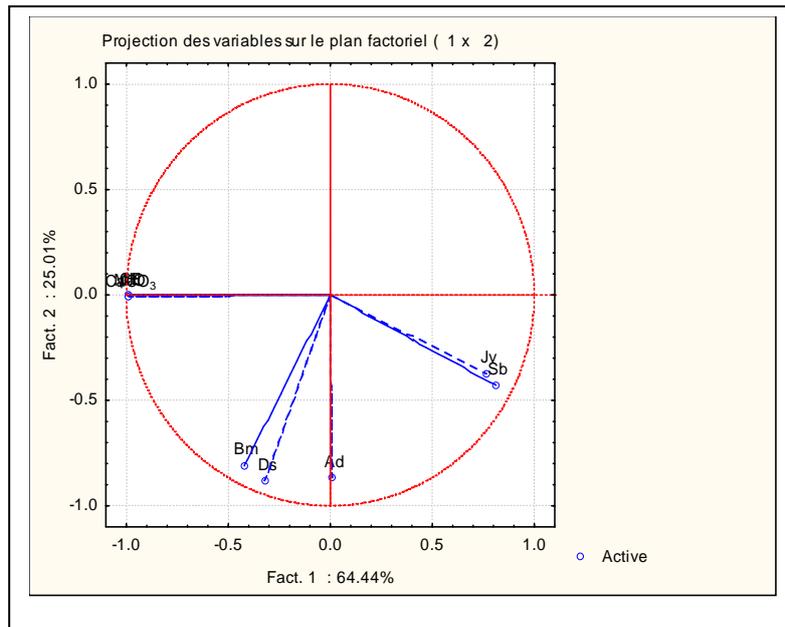


Figure24: ACP des variables édaphiques et lombriciennes selon le plan 1x2.

D'après la figure 25 la projection des échantillons sur le plan (1x2), montre que les stations S4.1, S3.1 et S2.1 (quadrant 1) sont riches en vers juvéniles et subadultes. La station S1.3, s'individualise dans le quadrant 3 avec une densité et biomasse élevées des lombriciens, ainsi que les individus adultes. Le reste des stations (S1.1, S1.2, S4.2, S2.3, S2.2, S5.3, S5.2) sont bien corrélés d'une part entre elles et d'autre part aux variables pH, H, M.O, CE et CaCO_3 .

Les résultats obtenus de notre travail sont identiques travaux réalisés dans l'est algérien par Bazri (2014).

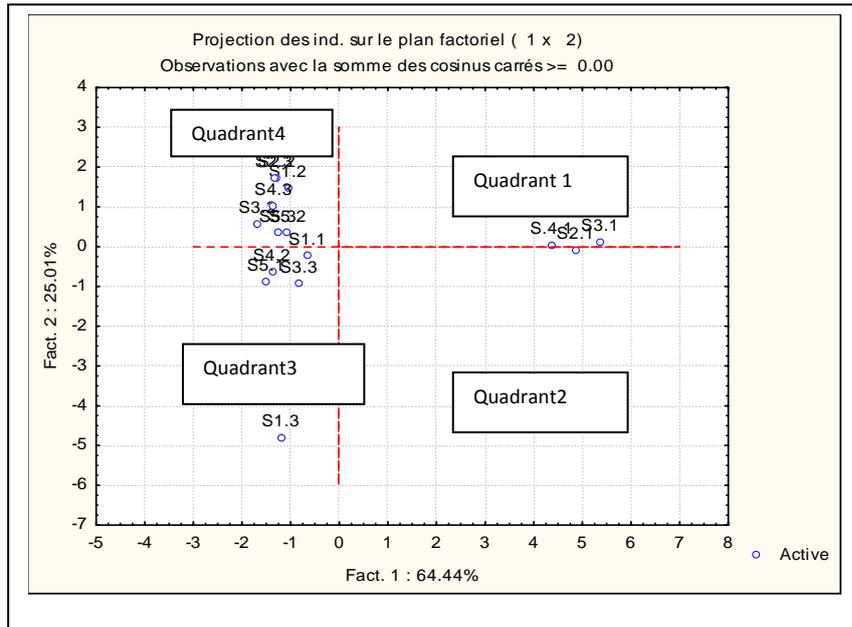


Figure 25: L'interaction entre les variables édaphiques et lombriciennes selon le plan 1x2.

CONCLUSION

Conclusion

L'objectif de notre travail vise à décrire la biodiversité et la démo écologie de vers de terre dans les hauts plateaux sétifiens. L'échantillonnage s'est réalisé au niveau de cinq stations (Sétif, El Eulma, Bir Al Arch, Tadjenan et Chélghoum laid) ou nous avons effectué 3 relevés dans chacune. Des paramètres chimiques et biologiques du milieu ont été mesurés : le pH, la conductivité électriques (CE), le calcaire total (CaCO_3), la matière organique (M.O), humidité (H%), la densité (Ds) et la biomasse lombricienne (Bm).

Le terrain d'échantillonnage fait partie des hauts plateaux sétifiens dans le Nord Est algérien, entre les latitudes Nord 36.18° et les longitudes 5.41°E . Il est caractérisé par un étage bioclimatique semi aride, les précipitations varie de 200 mm/an dans sa partie sud à 600 mm/an de son côté nord. La moyenne de température est autour de 36°C .

Les substrats sont caractérisés par un pH basique dans les quatre stations et très alcalin dans le site d'El Eulma. . Les cinq stations sont riches en calcaire. La salinité est faible dans toutes les stations mais élevée à El Eulma. La teneur en matière organique est élevée dans toutes les stations mais très élevée à Chélghoum laid

Les 3 espèces qui colonisent la zone étudiée sont : *Aporrectodea rosea*, *Aporrectodea trapzoïdes* et *Octodrilus complanatus*.

Les moyennes de la biomasse et la densité des vers de terre dan nos stations d'échantillonnage sont comme suit :

Sétif ($11,139 \text{ g/m}^2$; $6,665 \text{ ind/m}^2$), El Eulma ($5,153\text{g/m}^2$; 4 ind/m^2), Bir Al Arche ($7,64\text{g/m}^2$; $6,999 \text{ ind/m}^2$), Tadjenanet ($8,901\text{g/m}^2$; $5,665 \text{ ind/m}^2$) et Chélghoum laid ($8,792 \text{ g/m}^2, 5,999 \text{ ind/m}^2$).

Pour la relation entre les paramètres étudiés (édaphiques et biologiques), l'analyse de variance ne montre pas des différences significatives entre les 3 espèces *Ap.trapzoïdes*, *Ap.rosea* et *Oct. complanatus*.

Donc Les vers de terre sont des organismes dont le rôle est primordial dans l'environnement en général. Plusieurs espèces de vers de terre sont devenues des organismes modèles pour la recherche en écologie, physiologie ou encore la biologie reproductrice.

Nous recommandons le développement de la recherche sur ces espèces qui semblent fréquentes dans le territoire algérien afin de les exploiter largement dans le fonctionnement de ses écosystèmes ainsi que la biostimulation des sols.

RÉFÉRENCE BIBLIOGRAPHIQUES

-A-

- AGBE yawoDziwonu., 2011. Caractéristique physico-chimique et géotechnique des marines du miocène du couloir Fès-Taza Mémoire de master en science et technique : Hydrologie du surface et qualité des eaux, Université Sidi Mohammed Ben Abdellah. 54P.
- Aubert., 1978-Méthodes d'Analyses des sols. Centre. Nationale de Documentation pédologique. Marseille, 191PP.

-B-

- Baaziz N., 2012.statut et écologie de l'avifaune aquatique de la sebkha de Bazer-Sakhra (el-eulma, sétif) : phénologie et distribution spatio-temporelle. Thèse de doctorat en science de la mer, université Badji Mokhtar Annaba.
- Baized., 1988:guide des analyses courantes en pédologie. ed INRRA paris, 172P.
- BoucheM.B., 1972.lombriciens de France. écologie et systématique. Ed. INRA., paris, 671PP.
- Bouche M.B., 1972-lombriciens de France. Ecologie et systématiques. INRA, paris. P391.
- Bouché M.B., 1977. Stratégies lombriciennes. In: lohm., persson,T.,(Eds.), soil organism as components of ecosystems. proc. 6 th
- Boudiar R., 2012. Etude comparative des effets de travail du sol conventionnel et les semis direct sur l'évolution du sol en région semi-aride Mémoire de magister en sciences Agronomique : protection végétale et Agriculture de conservation, Université Ferhat Abbas Sétif1.79P
- Bazri K., Ouahrani G., Gheribi-Aoulmi Z., Diaz consin D.J. (2013). La diversité des lombriciens dans l'Est Algerien de puis la cote jusqu'au désert ecologia mediterranea-vol.39(2)-2012.
- Bazri K., 2014. Etude de la biodiversité des lombriciens et leurs relations avec les propriétés du sol dans différents étages bioclimatiques, dans l'Est Algérien. Thèse de Doctorat en sciences, Université Mentouri Constantine.

-C-

- Céline P., 2008. Modélisation de la dynamique d'une population de vers de terre lombricus terrestris au champ. Thèse de Doctorat de l'institut des sciences et industries du vivant et de l'environnement (Agro Paris Tech).

-D-

- Duchauffoer., 1977-pédologie et classification. Ed. Masson, paris, 477P.
- Dugès, A., 1828. Recherches sur la circulation, la respiration et la reproduction des Annélides abranches. *Ann. Sci. Nat*, 15, 285-337.

-H-

- Hammou K., 2014.contribution à l'étude de la biodiversité des lombriciens dans la région d'el Hodna (Algérie). Mémoire de master en science : protection et conservation des écosystèmes, facultés des sciences de la nature et de la vie-département de biologie et écologie végétale, université constantine1.46P.

-I-

- Int. coll. soil zool.Ecol.Bull. Stockholm, 122-132PP.

-k-

- Kaabeche T., 2010.Contribution à l'étude des risques naturels (sismiques de terrain) dans la wilaya de sétif. Mémoir de l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en géologie, Université Ferhat Abbas Sétif1.83P.

-L-

- Lee, K.E., 1985.Earthworms: their ecology and relationship with soils and land use. New York, 141.

-M-

- Merdas S., 2001.contribution à l'étude de la pollution métallique des sols (Zn,Cd,Pd)par les vers de terre , mémoire en vue de l'obtention du diplôme : ingénieur d'état en écologie et environnement, option : pathologie des écosystèmes (pollution). Université mentouri Constantine (72).

-R-

- Ramade F., 2003.éléments d'écologie, écologie fondamentale. Ed.Dunad, paris, 690P.
- Ramade F., 2008.Dictionnaire en cyclopédique des sciences de la nature et de la biodiversité. Dunad, paris.737P.

-S-

- Savigny, J.C., 1826. Analyse des travaux de l'Académie Royale des Sciences pendant l'année 1821. Partie physique. *Mem. Acad. Roy. Sci. Inst. Fr.*, 5, 176-184.

-Z-

- Zeriri I., 2014. Toxicité potentielle d'un insecticide sur un invertébré de la famille des coelamates. Thèse de doctorat en biologie Animale, Université Badji Mokhtar Annaba.

Les sites :

- <http://imageshack.us/photo/my-images/36/dissection.jpg/>.
- <http://www.bioactualites.ch/>.
- <http://commons.wikimedia.org>.
- www.salinella.bio.uottawa.ca(2009).

ANNEXES

Annexe 1 : Les valeurs de quelques paramètres édaphiques et Biologiques des stations étudiées.

Stations	symbole	Paramètres Biologiques					Paramètres édaphiques				
		Jv	Sb	Ad	DS (ind /m ²)	Biom (g /m ²)	pH	M.O(%)	H (%)	CaCo ₃ (%)	CE (µs)
Sétif S1	S1 .1	3	2	0	1,666	2,935	8 ,54	10 ,98	12,92	36,61	33,4
	S1.2	1	0	0	0,333	0	8,73	9,58	14,56	34,19	35,2
	S1.3	3	3	8	4,666	8,204	8,40	9,12	13,19	37,44	42,8
El Eulma S2	S2.1	6	4	2	4	5,153	8,63	6,40	16,71	38,66	43,5
	S2.2	0	0	0	0	0	8,48	6,92	14,54	40,14	75,4
	S2.3	0	0	0	0	0	9,29	6,10	17,44	42,35	53,7
Bir Al Arch S3	S3.1	6	6	0	4	2,625	8,53	5,37	19,81	39,48	31,5
	S3.2	0	0	1	0,333	3,718	8,46	6,14	18,36	38,82	38,6
	S3.3	4	2	2	2,666	1,297	8,53	6,04	16,14	36,44	28,6
Tadjenanet S4	S4.1	4	3	3	3,333	4,594	8,54	9,79	19,65	41,02	37,7
	S4.2	1	2	2	1,666	3,534	8,49	8,67	20,51	35,29	34,2
	S4.3	1	1	0	0,666	0,773	8,63	9,74	18,41	38,36	27,8
Chélghoum laid S5	S5.1	3	1	1	1,666	5,582	8,53	11,99	19,15	37,94	45,3
	S5.2	4	1	1	2	2,408	8,52	11,26	17,47	37,72	35,1
	S5.3	1	2	3	2	0,802	8,64	10,86	17,38	39,26	33,3

Annexe 2 : Les valeurs moyennes de quelques paramètres édaphiques des stations étudiées.

Les stations	pH	CaCO ₃ %	CE (μS)	H%	M.O%
S1 Sétif	8,55 ±0,16	36,08 ±1,68	37,13±4,98	19,52±1,05	9,89±0,96
S2 El-Eulma	8,8±0,43	40,38±1,85	57,6±16,59	16,13±1,50	6,47±0,41
S3 Bir El Arch	8,50± 0,04	39,15±0,46	32,73±5,22	13,55±1,87	5,85±0,41
S4 Tadjenanet	8,53±0,07	32,86±9,59	33,16±5,02	18,10±1,84	9,4±0,63
S5 Chélghoum laid	8,56 ±0,06	38,30 ±0,83	37,9±6,47	18±0,99	11,37±0,57

Annexe 3 : Les vers de terre selon leurs stades de maturités et leurs moyennes de densité et biomasse dans les cinq stations étudiées.

Les stations	Jv	Sb	Ad	BmGl (g/m ²)	DsGl (ind/m ²)
S1	7	5	8	11,139 ±1,01	6,665±2,21
S2	6	4	2	5,153±0,50	4±2,30
S3	10	8	3	7,64±1,28	6,999±1,21
S4	6	6	5	8,901±0,88	5,665±1,34
S5	8	4	5	8,792±1,61	5,666±0,19

Annexe 4 : Liste des espèces lombriciennes collectées dans les hauts plateaux sétifiens.

stations	Relevés	Adulte	Taille (cm)	couleur	prostomium	puberculum	clitellum	PÔre mâle	Point dorsaux	soies	Espèces
Sétif	R3	Ad1	6	marron	épilobique fermé(D)	30, 31, 32,33	] 26-34[	14/15	7	Gérminé(G)	<i>Ap.trapozoïdes</i>
	R3	Ad2	7	marron	Epilobique ouvert(C)	31, 32, 33,34	] 26-35[	14/15	7	Gérminé (G)	<i>Ap.trapozoïdes</i>
	R3	Ad3	6,5	marron	Subdivisé(E)	29, 30, 31, 32,33	] 25-34[	14/15	7	Gérminé (G)	<i>Ap.trapozoïdes</i>
	R3	Ad4	6	marron	Epilobique ouvert(c)	28, 29, 30, 31,32	] 25-33[	14/15	7	Gérminé (G)	<i>Ap.trapozoïdes</i>
	R3	Ad5	5,5	marron	Epilobique Ouvert (C)	20, 21, 22,23	] 26-34[	15	7	Gérminé (G)	<i>Ap.trapozoïdes</i>
	R3	Ad6	7,5	marron	Epilobique ouvert (C)	31, 32, 33,34	] 26-34[	15	7	Gérminé (G)	<i>Ap.trapozoïdes</i>

Annexes

	R3	Ad7	6,7	marron	Epilobique ouvert(C)	31, 32, 33,34	] 23-34[	15	7	Gérminé (G)	<i>Ap. trapozoïdes</i>
	R3	Ad8	5	marron	Epilobique fermé(D)	27, 28, 29,30	] 25-32[	14/15	7	Gérminé (G)	<i>Ap. trapozoïdes</i>
El Eulma	R1	Ad1	8,5	rose	Epilobique ouvert (C)	30, 31,32	]29-32[	14/15	7	Gérminé(G)	<i>Ap. trapozoïdes</i>
		Ad2	3,5	rose	Probolique(B)	24, 25, 26,27	] 23-33[	15	7	Gérminé (G)	<i>Ap. rosea</i>
Bir Al Arch	R2	Ad1	10	marron	Epilobique ouvert(C)	31, 32, 33,34	] 24-33[	13/14	7	Ecartée (H)	<i>Oct. complanatus</i>
	R3	Ad1	4,5	rose	Prolobique(B)	28, 29,30	] 23-32[	13/14	7	gémignée	<i>Ap. rosea</i>
Tadjenanet	R1	Ad1	5	marron	Epilobique (C)	31, 32, 33,34	] 26-35[	14/15	7	Gérminé(G)	<i>Ap. trapozoïdes</i>
		Ad2	6,5	marron	Prolobique (B)	28,29,30,31	]25-36[	13	7	Gérminé (G)	<i>Ap. trapozoïdes</i>

Annexes

	R2	Ad1	11,5	marron	Épilobique ouvert (C)	29,30,31,32	]25-34[	14/15	7	Gérminé (G)	<i>Ap.trapozoïdes</i>
Chélghoum laid	R1	Ad1	12,5	marron	Épilobique ouvert(C)	32,33,34,35,36, 36	]27-37[	14/15	7	écartée	<i>Oct. complanatus</i>
	R2	Ad1	7	marron	Épilobique ouvert (D)	30,31,32	]26-33[	14/15	7	Gérminé (G)	<i>Ap.trapozoïdes</i>
	R3	Ad1	8,5	marron	Épilobique ouvert (C)	30,31,32,33	]25-33[	14/15	7	Gérminé (G)	<i>Ap.trapozoïdes</i>
		Ad2	8	marron	Épilobiqu ouvert (C)	27,28,30,31	]25-34[	14/15	7	Gérminé (G)	<i>Ap.trapozoïdes</i>
		Ad3	7	marron	Épilobique ouvert (c)	28, 29, 30,31	] 25-34[	14/15	7	Gérminé (G)	<i>Ap. trapozoïdes</i>