

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE MOULOU D MAMMERI DE TIZI-OUZOU

FACULTE DES SCIENCES BIOLOGIQUES ET DES SCIENCES AGRONOMIQUES
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE ANIMALE ET VEGETALE



Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de MASTER

Filière : Sciences Biologiques

Option : Diversité et Ecologie des Peuplements Animaux

Présenté par : **AMZIANE Dhaouia & OUDACHÈNE Arezki**

Thème

CONTRIBUTION A L'INVENTAIRE DES VERS DE TERRE DANS DEUX STATIONS EN KABYLIE (TALA ATHMANE ET MÂATKAS) ET LA MISE EN EVIDENCE DE L'IMPACT DES PRATIQUES AGRICOLES ET DU TYPE DE SOL SUR LEUR DIVERSITE

Soutenu publiquement le 09 juin 2016

Devant le jury composé de :

❖ M. LOUNACI Abdelkader	Professeur - UMMTO	Président
❖ M ^{me} SADOUDI Djamila	Professeur - UMMTO	Examineur
❖ M ^{me} SEKHI Samira	Maître-assistant Classe A - UMMTO	Examineur

Encadré par : M^{me} LANDRI Ghenima Maître-assistant Classe A – UMMTO

Co-encadré par : M^{elle} ARKOUB Malika Ingénieur d'Etat - UMMTO

Promotion : 2016

Remerciements

Nous tenons à remercier **M^{me} LANDRI Gh.** qui a accepté d'encadrer ce travail et nous a transmis son intérêt pour les vers de terre.

Notre profonde gratitude s'adresse à **M^{elle} ARKOUB M.** qui nous a fait profiter de son expérience en matière d'expérimentation et nous a assistés durant les quatre mois de travail au laboratoire.

Nous remercions les membres du jury ; **M. LOUNACI A., M^{me} SADOUDI D et M^{me} SEKHI S.** d'avoir examiné notre travail.

Nous tenons également à remercier nos frères ; **Sofiane OUDACHENE** ainsi que **Nourdine et Yazid AMZIANE** qui nous ont accompagnés et aidés lors de nos sorties sur le terrain.

Nous remercions **M. SMAIL A.** qui nous a soutenus tout au long de la réalisation de ce travail.

Enfin, nous remercions nos familles et nos amis pour leur soutien, ainsi que toutes les personnes qui ont contribué à notre travail.

Dédicaces

- A mes parents ; **AHMED & HALIMA**
- A mes **frères** et **sœurs** et leurs **familles**
- A mon oncle **MEZIANE** et sa femme **OUIZA**
- A tous mes amis

- Amziane Dhaouia

- A mes parents ; **ABDERRAHMANE & ZOHRA**
- A mon frère **SOFIANE** et mes sœurs **LILYA** et **KATHIA**
- A la mémoire de mon grand-père : **CHEIKH MOHAMMED**

- Oudachène Arezki

TABLE DES MATIÈRES

Introduction	1
Chapitre I – Généralités sur les vers de terre	3
1. La faune du sol.....	3
2. Les vers de terre.....	4
2.1. Taxinomie et diversité.....	4
2.2. Morphologie.....	5
2.2.1. Segmentation.....	6
2.2.2. Soies.....	6
2.2.3. Caractéristiques sexuels externes.....	6
2.2.4. Taille.....	6
2.2.5. Coloration.....	6
2.3. Reproduction et cycle de vie.....	7
2.4. Alimentation.....	9
2.5. Ecologie des vers de terre.....	10
2.5.1. Fonctions écosystémiques.....	10
2.5.2. Influence des facteurs abiotiques sur les vers de terre	11
2.5.2.1. Température et humidité.....	11
2.5.2.2. Texture du sol.....	12
2.5.2.3. PH.....	12
2.5.2.4. Matière organique.....	13
2.5.2.5. Autres facteurs.....	13
2.6.. Effet des pratiques agricoles sur les vers de terre.....	13
Chapitre II – Caractérisation de la zone d'étude	15
1. Présentation des stations d'étude.....	15
1.1. Tala Athmane.....	15
1.1.1. Situation géographique.....	15
1.1.2. Végétation.....	16
1.1.3. Zone d'échantillonnage.....	16
1.2. Mâatkas.....	16
1.2.1. Situation géographique.....	16
1.2.2. Végétation.....	17
1.2.3. Zone d'échantillonnage.....	17

2. Caractérisation climatique des deux stations.....	17
2.1. Température.....	18
2.2. Précipitations.....	18
2.3. Synthèse climatique.....	19
Chapitre III - Matériel et méthodes	22
1. Echantillonnage (travail sur le terrain).....	22
1.1. Matériel utilisé.....	22
1.2. Méthodologie d'échantillonnage.....	23
1.2.1. Prélèvement des vers de terre.....	23
1.2.2. Prélèvement du sol.....	24
2. Travail au laboratoire.....	24
2.1. Identification des espèces	24
2.1.1. Matériel utilisé.....	24
2.1.2. Méthodologie.....	25
2.1.3. Critères d'identification.....	25
2.2 Analyse du sol.....	26
2.1.1. Matériel utilisé.....	26
2.1.2. Méthodologie d'analyse.....	26
3. Analyse de la diversité.....	29
3.1. Densité.....	29
3.2. Biomasse.....	29
3.3. Richesse spécifique.....	29
3.4. Abondance relative	29
3.5. Indice de Shannon-Weaver.....	29
3.6. Equitabilité.....	30
4. Analyse statistique.....	30
4.1. ACP.....	30
Chapitre IV - Résultats et discussion	31
1. Résultats	31
1.1. Caractéristiques physico-chimiques des sols.....	31
1.2. Inventaire des espèces de vers de terre dans les stations d'étude	32
1.2.1. Espèces décrites dans la station Tala Athmane.....	32
1.2.2. Espèces décrites dans la station Mâatkas.....	34
1.3. Analyse écologique	36
1.3.1. Densité.....	36
1.3.2. Biomasse.....	36
1.3.3. Richesse spécifique.....	37
1.3.4. Abondance relative des espèces.....	37
1.3.5. Indice de Shannon-Weaver.....	38

TABLE DES MATIÈRES

1.3.6. Equitabilité.....	39
1.4. Analyse statistique.....	39
1.4.1. ACP.....	39
2. Discussion.....	41
Conclusion et perspectives.....	43
Références bibliographiques.....	44
Annexes.....	49

INTRODUCTION

Le sol est un système complexe et dynamique responsable de nombreuses fonctions naturelles, en interaction directe avec les autres compartiments de l'écosphère. Cet écosystème est à la fois un support pour les êtres vivants et un réservoir de matières organiques et minérales (Gobat *et al.*, 2003). La couverture pédologique représente une diversité d'habitats par sa composition physique et chimique très variable (Girard *et al.*, 2005). Elle est indispensable à la vie qu'elle abrite et en retour, les organismes vivants participent activement à sa formation (pédogénèse) (Gobat *et al.*, 2003).

La faune du sol, dont les plus importants représentants, les vers de terre, constituent la première biomasse animale terrestre (Gobat *et al.*, 2003 ; Pfiffner, 2013 ; Vigot et Cluzeau, 2014). Ils exercent d'importantes régulations sur les propriétés physiques, la dynamique de la matière organique et la croissance des plantes et constituent, de ce fait, une ressource potentielle de grand intérêt pour la durabilité de l'agriculture (Lavelle *et al.*, 1998), la restauration des sols endommagés et le recyclage des déchets organiques (Blackmore, 2000 ; Lavelle et Spain, 2001). Ainsi, on constate actuellement un regain d'intérêt pour les vers de terre.

Darwin (1890), montre que les vers de terre sont distribués dans tout le monde sous la forme de quelques genres. L'identification des vers de terre montre qu'il y a plus de 3000 espèces dans le monde. Les lombriciens sont généralement bien connus en Europe humide et à un moindre degré dans les pays méditerranéens de l'Europe occidentale (Bouché, 2003). 400 espèces ont été répertoriées sur ce continent (Pfiffner, 2013).

Les recherches sur les vers de terre en Algérie sont très insuffisantes. Gandolphe (1861), fût le premier à décrire une espèce de vers de terre dans la région d'Annaba. Par la suite, Beddar (1892) a signalé la présence de *Microscolex algeriensis*. Les travaux sur les lombriciens en Algérie ont été interrompus pendant près d'un siècle et ont repris en 1987 par Omodeo et Martinucci. Les données qu'ils ont récoltées couvrent 83 localités dont des régions forestières du massif du Djurdjura, d'Akfadou et du massif de l'Edough. L'étude a inventorié 12 espèces dont trois nouvelles ; *Octodrilus maghribinus*, *Octodrilus kabylianus* et *Eisenia xylophila*.

Les travaux de Baha (1997) dans la région de Metidja ont révélé 11 espèces, dont une, *Proselodrilus doumandjii*, décrite comme une nouvelle espèce par Baha et Berra (2001). Omodeo *et al* (2003) notent l'existence de 33 espèces en Algérie, auxquelles il faut ajouter 5 autres espèces précédemment rapportées (Omodeo et Martinucci, 1987). Ouahrani et Gheribi (2008), ont également rajouté un nouveau taxon (*Hydrilus Ghaniae*) à la liste des vers de terre en Algérie. Bazri (2015) a recensé 18 espèces dans l'Est algérien.

Le peu de données existantes sur les vers de terre en Algérie et les menaces qui pèsent sur la diversité et l'abondance de cette faune (agriculture, pesticides, pollutions...etc.), ont motivé le choix de la thématique ayant pour objectifs principaux :

- la contribution à l'inventaire des espèces lombriciennes dans deux stations à Tizi Ouzou ;
- Caractérisation des sols affectés par les espèces inventoriées ;
- Etudier l'influence des pratiques agricoles sur la diversité et l'abondance de ces espèces.

Le mémoire comprend quatre chapitres. Le premier traite de généralités sur les vers de terre. Le second présente des caractéristiques de la région d'étude. Le troisième comporte matériel et méthodologie de travail. Le dernier chapitre expose nos résultats suivis d'une discussion. Nous terminons par une conclusion ponctuée de perspectives ouvrant la voie aux recherches à venir dans le domaine de l'étude des vers de terre.

CHAPITRE I – GÉNÉRALITÉS SUR LES VERS DE TERRE

1. La faune du sol

Le sol abrite un grand nombre d'organismes, on compte plus de 260 millions d'individus par m² sur sol de prairie (Gobat *et al.*, 2003). Il s'agit majoritairement d'invertébrés. Ils se localisent essentiellement où se situe le potentiel énergétique des apports végétaux, ce qui correspond aux 10 à 20 premiers centimètres du sol. Les animaux fouisseurs pouvant toutefois s'en éloigner quand les circonstances l'exigent (Bachelier, 1978).

La pédofaune est extrêmement diversifiée (Deprince, 2003). Elle est classiquement divisée en trois catégories en fonction de la taille des organismes en microfaune, mésofaune et macrofaune (Bachelier, 1978) :

- **La microfaune** est constituée d'espèces de diamètre inférieur à 0,2 mm, elles vivent généralement dans un film d'eau. Ce sont des espèces hydrophiles ; des protozoaires, quelques espèces de rotifères terrestres et des tardigrades résistants à la sécheresse (Bachelier, 1978) ;
- **La mésofaune** rassemble les invertébrés entre 0,2 et 4 mm, constituée d'espèces hygrophiles et d'espèces xérophiles. Il s'agit d'acariens, de collemboles, de pseudoscorpions, de protoures, de diploures, de petits myriapodes (ces groupes se rassemblant sous le terme " microarthropodes "), de nématodes de plus grande taille et d'enchytréides (Bachelier, 1978) ;
- **La macrofaune** est composée des animaux entre 4 et 80 mm. Ce sont des **lombriciens**, des larves d'insectes, des cloportes, des myriapodes chilopodes et diplopedes, des mollusques gastéropodes (limaces et escargots), des chélicérates (araignées et opilions) et de divers hexapodes (Bachelier, 1978). La macrofaune joue un rôle clé dans la régulation des propriétés physiques des sols et de la biodiversité des organismes plus petits (Lavelle et Spain, 2001).

Les lombriciens (Annélides, Oligochètes) représentent une composante majeure de la macrofaune du sol puisque, dans la plupart des écosystèmes terrestres, ils dominent en biomasse (Pelosi, 2008).

2. Les vers de terre

2.1. Taxinomie et diversité

La classification des vers de terre est détaillée dans le tableau 1.

Tableau 1. Classification des vers de terre

(Source : <http://fr.wikipedia.org/wiki/Lumbricina>)

Règne	Animalia
Phylum	Annelida
Classe	Clitellata
Sous-classe	Oligocheta
Ordre	Haplotaxida
Sous-ordre	Lumbricina

Le nombre de familles est sujet à débat, en effet, il existe toujours des changements selon les taxinomistes et la méthode utilisée. Selon James (2004), il existe 21 familles : Lumbricidae, Ailoscolecidae, Syngenodrilidae, Almidae, Biwadrilidae, Criodrilidae, Lutodrilidae, Hormogastridae, Kynotidae, Sparganophilidae, Komarekionidae, Microchaetidae, Eudrilidae, Ocnerodrilidae, Megascolecidae, Octochaetidae, Moniligastridae, Tumakidae, Acanthodrilidae, Exxidae et Glossoscolecidae.

En 1994, plus de 3 600 espèces de vers de terre avaient été recensées dans le monde, auxquelles s'ajoutaient plus de soixante nouvelles espèces chaque année (Pelosi, 2008).

Bouché (1972), a recensé environ 180 espèces de lombriciens en France. Cet auteur a proposé de classer les vers de terre en trois catégories écologiques ; les épigés, les anéciques et les endogés. Sa classification se base sur des critères morphologiques (pigmentation, taille), comportementaux (alimentation, construction de galeries, mobilité) et écologiques (longévité, temps de génération, prédation, survie à la sécheresse).

On distingue 3 grands groupes écologiques de vers de terre.

❖ **Les épigés** : sont des vers pigmentés de petite taille (10 à 30 mm en général) et vivent généralement dans la litière de surface et se nourrissent des matières organiques en décomposition. (Bouché, 1977 ; Lee, 1985) (figure 1).

❖ **Les anéciques** : sont de couleur brune, de taille moyenne à géante (10 à 110 cm), ce sont ceux qu'on appelle les "lombrics". Ils creusent des galeries verticales profondes à sub-verticales plus ou moins ramifiées s'ouvrant en surface. Ils ont un mode de vie mixte, et se nourrissent de débris organiques prélevés en surface et qu'ils laissent pourrir dans le sol avant de les ingérer avec du sol (Bouché, 1977) (figure 1).

❖ **Les endogés** : sont des vers dépigmentés, sans couleurs ou très pâles, de taille variable (1 à 20 cm), vivant généralement dans les premiers centimètres du sol où ils construisent des galeries d'orientation quelconque (Bouché, 1977) (figure 1).



Figure 1. Groupes écologiques chez les vers de terre (Bouché, 1972).

2.2. Morphologie

2.2.1. Segmentation

Le corps des vers de terre est cylindrique et formé d'une succession de segments extensibles et semblables compris entre un lobe céphalique (prostomium) et un lobe terminal appelé pygidium (Lavelle et Spain, 2001). Les segments sont munis de pores dorsaux par lesquels, les vers de terre peuvent éjecter un fluide cœlomique en réponse à une perturbation mécanique ou chimique (Bachelier, 1978).

2.2.2. Soies

Selon Bachelier (1978), les vers de terre possèdent des soies rigides, peu nombreuses et de forme peu variée, implantées directement dans les téguments, elles interviendraient dans le déplacement.

2.2.3. Caractères sexuels externes

Ils sont observés chez les individus adultes, sont particulièrement importants dans l'identification des espèces.

Le clitellum : sous forme d'un fer à cheval à annulaire chez quelques familles, il sécrète un cocon qui reçoit les œufs et les spermatozoïdes en période de reproduction

Les orifices mâles qui constituent un caractère sexuels secondaire bien visible comparé aux pores femelle dont l'emplacement ne peut être facilement déterminé. Les orifices de réceptacles séminaux, disposés par paire, dont le nombre varient selon les espèces (Bouché, 1972)

2.2.4. Taille

La taille des vers de terre peut varier du simple au double au sein d'une même espèce suivant les conditions de vie des individus (Bachelier, 1978), dont l'humidité du sol. Parmi lesquelles *Lumbricus terrestris* dont la taille est variée de 90 à 300 mm; *Eisenia rosea* qui est de 25 à 85 mm de taille et *Dendroba empygmea* qui ne dépasse pas 15 à 30 mm (Bachelier, 1978).

2.2.5. Coloration

Les vers de terre ont une large gamme de couleur. D'après Vigot et Cluzeau (2014) et Pérès et *al.* (2011), les épigés sont de couleur foncée. Les endogés sont très peu colorés à pigmentés gris, rose ou vert. Les anéciques dont les couleurs varient du rouge au brun, avec couramment un gradient de couleur de la tête vers la queue. Selon Bachelier (1978), les vers de surface apparaissent plus pigmentés que ceux qui vivent en profondeur Les vers des régions relativement sèches sont souvent de couleur plus sombre que les vers des régions humides.

L'ensemble des caractères morphologiques décrits sont illustrés dans la figure 2.

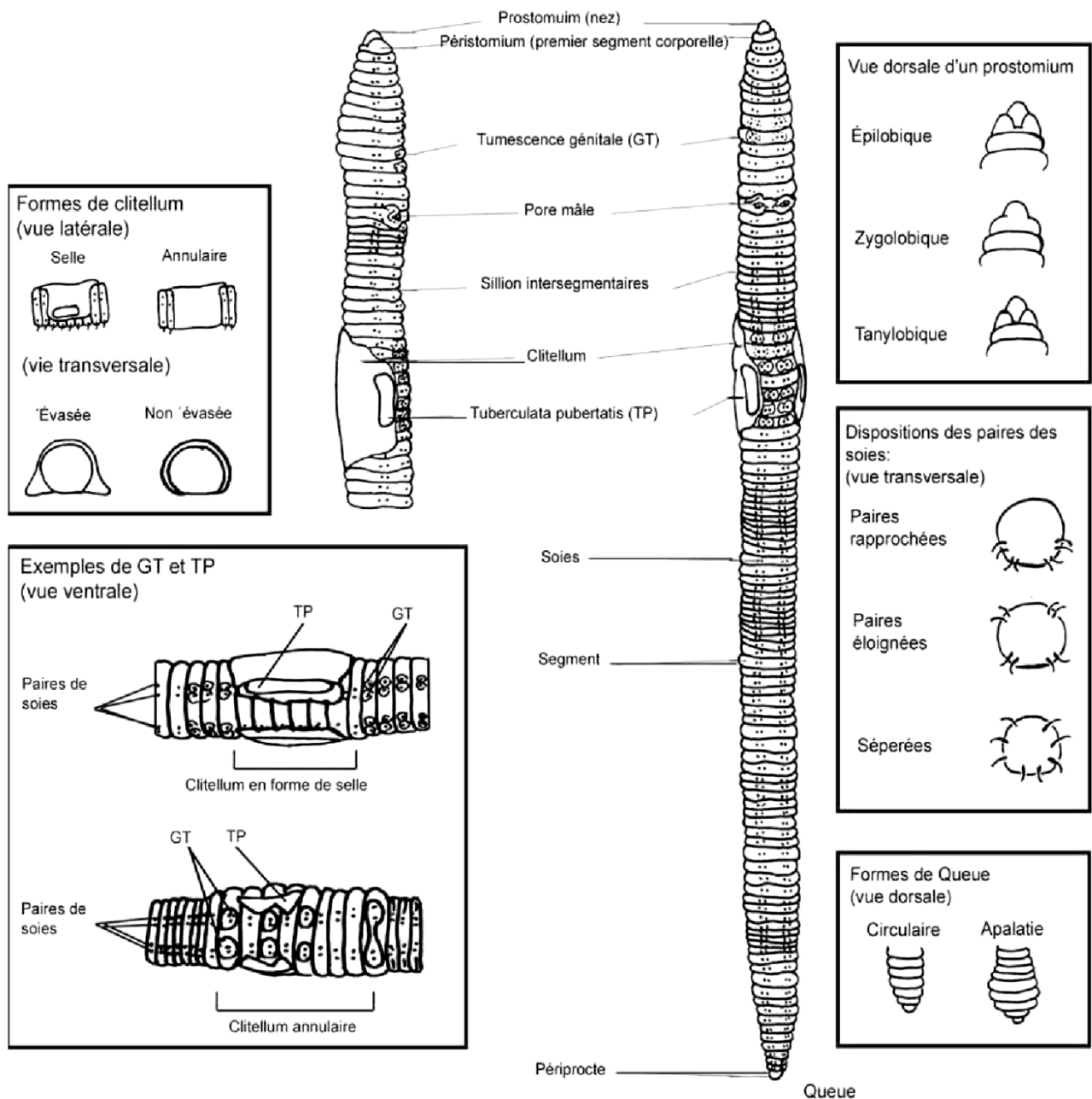


Figure 2. Schéma des caractères externes observables chez les vers de terre (Bouché, 1972).

2.3. Reproduction et cycle de vie

Les vers de terre sont hermaphrodites ; ils possèdent des organes et produisent des gamètes mâles et femelles. Le mode de reproduction diffère selon les espèces. Certaines sont obligatoirement biparentales, à l’instar de *Lumbricus terrestris* et nécessitent donc un

accouplement entre deux individus, alors que d'autres se reproduisent sans accouplement, par auto-fertilisation ou par parthénogénèse (Sims et Gérard, 1999).

Chez les espèces biparentale, l'accouplement se déroule la nuit en surface (figure 3), les deux individus suivent une configuration en tête-bêche et, selon les familles, on observe une transmission directe du sperme des pores mâles dans les réceptacles séminaux, ou transmission du sperme à distance par les gouttières génitales que bordent dorsalement les nervures génitales (Hipp, 2005). Quelques jours plus tard, le clitellum produit le cocon qui glisse le long de la partie antérieure du vers de terre et émis dans le sol sous forme d'une capsule fermée à deux extrémités.

Chez les espèces à reproduction monoparentale, La parthénogénèse s'effectue à partir d'un seul gamète alors que l'auto-fertilisation nécessite l'intervention des deux gamètes, mâles et femelles, apportés par le même individu (Sims et Gérard, 1999).

Les vers adultes produisent plusieurs cocons par ans selon leur âge (Svendsen *et al.*, 2005) et les conditions du milieu (Lee, 1985). Les cocons contiennent les substances nutritives indispensables au développement embryonnaire, chacun comporte plusieurs œufs, mais seuls quelques uns se développent proprement (Hipp, 2005). Les cocons sont résistants aux conditions défavorables comme la sécheresse (Edwards et Bohlen 1996). La durée d'incubation dépend des conditions climatiques (Holmstrup *et al.*, 1996) et des conditions de vie de l'adulte. (Pelosi, 2008).

Les vers émergent du cocon, de couleur blanchâtre, long de 1,3 cm en moyenne (variable selon les espèces). La couleur commence à s'assombrir quelques heures après l'éclosion pour prendre la couleur propre à l'espèce (Hipp, 2005). Les juvéniles deviennent plus long à mesure que leurs segments se développent. Ils acquièrent progressivement les caractères sexuels externes et deviennent sub-adultes. Ils atteignent leur maturité après la formation du clitellum et deviennent adultes capables de se reproduire (Pelosi, 2008).

La durée de maturation dépend de l'espèce considérée ainsi que des conditions du milieu. Lakhani et Satchell (1970) rapportent que *Lumbricus terrestris* devient mature au bout d'un an au champ, alors qu'il ne suffira que de quelques mois en condition de laboratoire.

La durée des quatre étapes fondamentales du cycle de vie des lombriciens ; cocon, juvénile, sub-adulte et adulte (figure 3), ainsi que la fécondité et la survie des vers dépendent fortement de l'espèce considérée mais aussi des conditions du milieu (Pelosi, 2008).

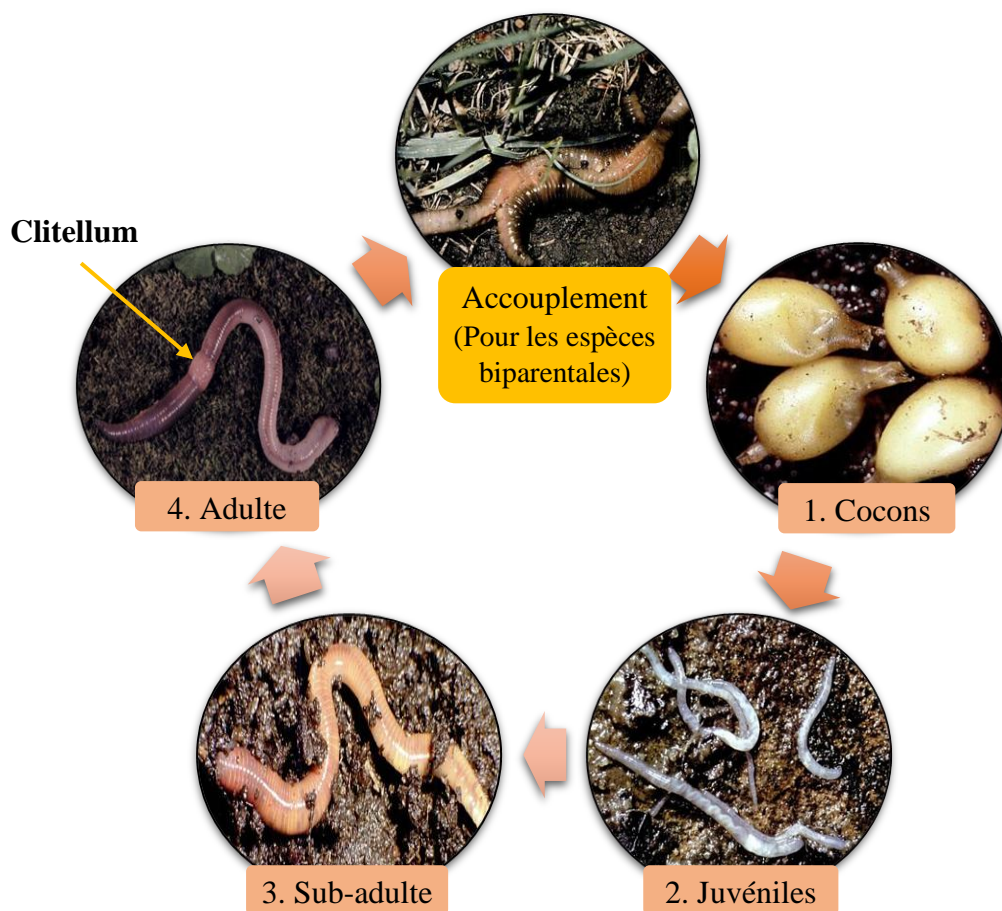


Figure 3. Cycle de vie des vers de terre (Hipp, 2005)

2.4. Alimentation

Le régime alimentaire des vers de terre est constitué principalement de matière organique à différents stades de décomposition (Lee, 1985). Certaines espèces consomment également la fraction minérale du sol et semblent préférer un mélange de nutriments organiques et minéraux à la matière organique pure (Doube *et al.*, 1997). Les feuilles récemment tombées de plusieurs espèces d'arbres tels que le chêne, le hêtre ou le mélèze ne sont pas appréciées par les vers de terre, mais deviennent acceptables après une courte période de dégradation microbienne (Curry et Schmidt, 2007).

La taille des particules ingérées influence fortement la croissance et la fécondité des vers de terre (Lowe et Butt, 2005). Le taux de matière organique ingéré varie considérablement selon plusieurs facteurs, tels que les conditions environnementales favorables à l'activité des vers, la qualité de la ressource alimentaire et sa palatabilité (Curry et Schmidt, 2007).

Selon leur alimentation, les vers de terre sont classés en détrivores et en géophages. Les détrivores se nourrissent à la surface du sol de litière végétale et de fumier de mammifères. Les géophages se nourrissent profondément dans le sol, de matière organique et de racines mortes, ingérées avec de grosses quantités de sol (Lee, 1985). Ces deux principaux groupes peuvent être subdivisés, la classification la plus couramment admise est celle de Bouché (1977) qui distingue, parmi les détrivores, les épigés qui restent en surface sur l'horizon du sol riche en matière organique, et les anéciques qui se nourrissent à la litière mais vivent dans l'horizon minéral du sol. Quant aux géophages, ils sont subdivisés en polyhumiques, mésohumiques et oligohumiques, en se basant sur leur mode de nourriture en relation avec la matière organique (Lavelle, 1981).

2.5. Ecologie des vers de terre

2.5.1. Fonctions écosystémiques

Les vers de terre modifient physiquement leur environnement et changent ainsi la disponibilité des ressources pour les autres organismes (Lavelle, 1997 ; Edwards 2004). En creusant les galeries, ils augmentent la macroporosité du sol et contribuent ainsi à son aération (Lavelle, 1997) et à l'infiltration de l'eau, ce qui minimise le ruissèlement des eaux de surface et réduit les risques de pollution des sols. Inversement, les galeries accélèrent l'infiltration des produits phytosanitaires vers les nappes phréatiques. Ce transfert rapide à travers les galeries d'anéciques ne laisse pas le temps aux microorganismes pour détoxifier un certain nombre de produits (Pelosi, 2008). Ces galeries permettent aussi le mouvement des invertébrés (Jégou *et al.*, 2002) et permettent aux microorganismes d'atteindre des ressources auparavant inaccessibles (Jana, 2009).

Les vers de terre contribuent également à l'incorporation, au transport et à la distribution de la matière organique dans le sol (Blouin *et al.*, 2005). Leurs activités

contribuent aux différents cycles des éléments du sol via une ingestion rapide des détritiques et leur transformation en minéraux (Bhadoria *et al.*, 2010), Ils agissent directement ou indirectement sur les systèmes racinaires, ainsi que sur le développement des micro-organismes. Edward et Bohlen (1996), observent que des échantillons contenant des vers de terre un certain temps avaient une population bactérienne 4 à 5 fois plus importante que ceux n'en ayant jamais renfermés.

Les turricules produits par les vers de terre exercent aussi une action positive sur les sols. D'une part, elle leur confère une stabilité structurale et deviennent ainsi plus résistants face à l'érosion (Pelosi, 2008). D'autre part, ayant une forte minéralisation, les turricules augmentent les teneurs en azote et phosphore minéraux disponibles pour les plantes (Chapuis-Lardy *et al.*, 1998 ; Barois *et al.*, 1999).

2.5.2. Influence des facteurs abiotiques sur les vers de terre

2.5.2.1. Température et humidité

La température et l'humidité du sol sont les facteurs clés qui agissent sur l'abondance et l'activité des vers de terre en milieu naturel (Sims et Gérard 1999).

Étant poïkilothermes, les vers de terre sont incapables de réguler leur température corporelle, ils sont donc très sensibles aux variations de température. Les conditions optimales de températures se situent entre 10 et 20°C pour les espèces des régions tempérées. Peu d'espèces survivent à des températures inférieures à 0°C ou supérieures à 28°C (Lee, 1985 ; Curry, 1998). Evans et Guild (1948) in Bachelier (1978) rapportent que la production de cocons par les lombrics devient quatre fois plus importante quand la température s'élève de 6° à 16°C.

L'eau forme 80 à 90% du poids du corps des vers de terre lorsqu'ils sont pleinement hydratés (Bachelier, 1978 ; Lee, 1985), et même s'ils peuvent supporter des pertes en eau, ils demeurent très vulnérables aux faibles humidités (Pelosi, 2008).

Lorsque les conditions de température et d'humidité du sol deviennent défavorables (sécheresse, baisse ou hausse importante de la température), la survie, la fécondité et la croissance des vers de terre sont affectées (Lee, 1985). En réponse à ces changements

défavorables, ceux-ci peuvent développer différentes stratégies de survie. Certaines espèces opèrent des déplacements horizontaux ou verticaux dans le sol, cette stratégie est constatée surtout chez les anéciques. C'est le cas de *Lumbricus terrestris* qui s'enfonce jusqu'à plusieurs mètres de profondeur dès qu'il a acquis une musculature suffisante (Edwards et Bohlen, 1996). D'autres espèces peuvent cesser leurs activités durant des périodes plus au moins longues. Bouché (1972) définit différents types d'inactivité, en fonction du degré de léthargie du vers et des facteurs qui déclenchent et qui mettent fin à cette période d'inactivité, on distingue la diapause et la quiescence.

Dans le cas de la diapause, 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 (Saussey, 1966). La quiescence est une léthargie temporaire directement provoquée par un facteur du milieu et dont la manifestation cesse dès que ce facteur disparaît. Il s'agit d'un phénomène général qui peut toucher à peu près toutes les espèces de lombriciens (Pelosi, 2008).

Enfin, il y a des espèces qui ne subsistent que sous forme de cocons pendant les épisodes de sécheresse prolongée, à l'instar de *Lumbricu rubellus* et des espèces épigées en général car, vivant en surface, elles sont plus exposées aux aléas climatiques (Edwards *et al.*, 1995).

2.5.2.2. Texture du sol

Herger (2003), rapporte que les vers de terre préfèrent les sols argileux riches en matières organiques. Bachelier (1978), note que les vers de terre sont plus abondants dans les sols limoneux, argilo-limoneux et argilo-sableux que dans les sables, les graviers et les argiles.

2.5.2.3. pH

La plupart des vers de terre préfèrent un pH neutre (autour de 7). Edwards et Bohlen (1996), notent qu'il existe un pH optimal pour chaque espèce. Les vers de terre ne peuvent survivre dans des sols très acides, à pH inférieur à 3,5 et sont très peu nombreux dans les sols à pH inférieur à 4,5 (Curry, 1998).

(Jeanson, 1961 in Bachelier, 1978), rapporte que certaines espèces peuvent tolérer des pH éloigné de leur valeur optimale. A l'instar d'*Allolobophora icterica* qui vit dans les sols à pH 7, et tolère un pH variant entre 4,2 et 8 en conditions de laboratoire. Cependant, il a constaté que l'activité globale de ce ver est 3 fois plus importante à pH 8 qu'à pH 4,2.

Bouché (1972), a de même montré dans une chaîne de sols vosgienne les liens existant entre la topographie, l'acidité du sol, la flore et la distribution des lombriciens.

2.5.2.4. Matière organique

La quantité, la qualité et la localisation des matières organiques sont des importants pour les vers de terre (Pelosi, 2008). De nombreux auteurs ont rapporté l'effet négatif de la diminution de matière organique sur les populations lombriciennes (Edwards et Lofty, 1977 ; Lee, 1985 ; Pérès *et al.*, 1998 ; Mele et Carter, 1999).

2.5.2.5. Autres facteurs

D'autres facteurs influencent également sur la répartition des vers de terre, dont la salinité du sol, son taux de calcaire, de calcium ainsi que son potentiel d'oxydoréduction (Bachelier, 1978 ; Chaoui, 2010).

2.6. Effets des pratiques agricoles

Les vers de terre ont différents modes de vie, et chaque espèce exploite différemment les niches du sol. Il est donc difficile de prédire leur réponse face aux pressions anthropiques affectant le sol (Chan, 2001). Leur réaction dépend d'interactions complexes avec d'autres aspects des pratiques agricoles et des caractéristiques des espèces (Hale *et al.*, 2005).

L'abondance et la biomasse des vers de terre diminuent quel que soit le type de labour effectué, inversement, leur nombre et leur diversité gagnent en richesses quand des terrains précédemment labourés ne le sont plus (Peigné *et al.*, 2009). Le labour détruit les habitats des vers de terre, particulièrement les labours profonds, pouvant affecter les anéciques et les exposer à la prédation (Holland, 2004). Selon Chan (2001), il faut prendre en considération plusieurs facteurs tels que le type de sol, l'alternation des cultures, la date et l'intensité des labourages, qui peuvent induire des résultats différents sur les populations des vers de terre.

La diminution des populations lombriciennes en terre cultivée peut aussi s'expliquer par une ressource en carbone moins abondante et moins diverse. En effet, en milieux agricole, les résidus de culture constituent la seule source de nourriture pour les vers de terre. Dans la plupart des cas, ces résidus sont enfouis dans le sol, et ne sont accessible qu'aux endogés, sachant que les anéciques et les épigés se nourrissent en surface (Pelosi, 2008).

Certaines pratiques agricoles tels que le chaulage, la fertilisation et l'irrigation ont un effet favorable à l'abondance des vers de terre (Edwards, 2004).

L'agriculture biologique tend vers des pratiques modérées qui n'affectent pas les populations lombriciennes, et celles-ci peuvent proliférer en ces milieux cultivés. En effet, Omodeon *et al* (2002), rapportent qu'au niveau des surfaces cultivées en Algérie – Non travaillées avec les méthodes modernes – le nombre d'individus récoltés est en moyenne supérieur de 31,1%.

Notons enfin que si les effets de l'agriculture sont bien avérés sur les épigés et les anécique, ils restent plus discutés au sujet des endogés (Boström, 1995 ; Berner *et al.*, 2008 ; Rosas-Medina *et al.*, 2010).

CHAPITRE II – CARACTÉRISATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

1. Présentation des stations d'étude

L'étude est effectuée au niveau de deux stations dans la wilaya de Tizi-Ouzou ; Tala Athmane et Mâatkas (figure 4).



Figure 4. Localisation des deux régions d'étude (Google Earth)

1.1. Station Tala Athmane

1.1.1. Situation géographique

Le village de Tala Athmane est rattaché à la commune de Tizi-Ouzou, il constitue la troisième plus grande agglomération derrière Boukhalfa et Redjaoua. Il est situé à 15 km à l'est du chef-lieu de la wilaya. Ses coordonnées géographiques sont $36^{\circ} 43' 35''$ Nord $4^{\circ} 10' 13''$ Est.

Tala Athmane est délimité au sud par un versant de l'Oued Sébaou qui le sépare de la région d'Oued Aissi, qui fait partie de la commune de Tizi Ouzou au nord et à l'ouest la daïra

de Ouaguenoun, des communes d'Ait Aissa Mimoun au nord et à l'ouest, et à l'est le village de Tamda. (Source : APC Tala Athmane).

Tala Athmane est traversée par le chemin de wilaya 47, au nord duquel la majorité des habitations sont installées, cette partie est densément peuplée. Au sud de la route s'étendent des exploitations agricoles qui produisent des fruits et légumes de saison.

1.1.2. Végétation

Le village de Tala Athmane est caractérisé par une végétation assez uniforme due aux très faibles différences d'altitudes dans ses différentes zones. Le paysage arboricole est dominé par les oliviers (*Olea europea*) et diverses variétés de figuier (*Ficus carica*). Les arbustes y sont peut-être communs et sont localisés près des cours d'eau sur des terrains non exploités.

1.1.3. Zone d'échantillonnage

L'échantillonnage a été mené au niveau d'un domaine agricole situé au centre du village de Tala Athmane, d'une superficie de 2 hectares. L'ensemble du champ est plat, il est exploité sans utilisation de pesticides ou de fertilisants.

1.2. Station Mâatkas

1.2.1. Situation géographique

La commune de Mâatkas est située dans la partie sud de la wilaya de Tizi-Ouzou. D'une superficie de 40 km², elle est limitée par la commune de Betrouna au nord, Beni Zmenzer à l'est, les communes de Mechtas et boghni au sud et Draa Ben Khedda à l'ouest. Elle est constituée d'un ensemble d'agglomérations situées presque toutes sur les crêtes. Parmi elles figurent Bouhemdoune, Melbane et Igaridene situés respectivement à 700 m, 650 m et 670 m d'altitude (source APC Mâatkas).

Le contexte historique de la région est celui de la plupart des reliefs méditerranéens où l'homme a entrepris divers aménagements qui ont dénaturé le paysage particulièrement ceux situés à proximité des agglomérations. Actuellement, suite à l'important exode rural des années soixante, seules les propriétés les plus proches des habitations demeurant encore

aménagées. On distingue schématiquement dans cette région une dominance de l'oliveraie. 20 huileries sont recensées à l'échelle de la commune, l'huile d'olive constitue le premier produit de l'oliveraie (source APC Mâatkas).

1.2.2. Végétation

La végétation dans cette région est le fruit d'une longue implantation de l'homme. Elle est caractérisée par une strate arborescente, représentée principalement par l'olivier (*Olea europea*) et les arbres fruitiers ; oranger, pommier, cerisier. On y trouve aussi quelques espèces sauvages incrustées qui constituent les maquis bas telles que le ciste (*Cistus triflorus*) et les genêts (*Genis tatricupidata*). Une strate herbacée ou domine la famille des composées, exemple du trèfle, cette dernière est fauchée en été pour servir de forage. On y trouve également le figuier de Barbarie (*Opencia ficus*), une espèce qui constitue les haies pour limiter les propriétés entre autres.

1.2.3. Zone d'échantillonnage

La station Mâatkas est échantillonnée sur deux terrains situés dans la région de Souk El Khemis. Ils sont sélectionnés sur le principe de représentativité de leurs domaines respectifs.

2. Choix des stations d'étude

Le choix de nos deux stations fût motivé par l'absence de données sur les lombriciens au niveau de ces sites. En effet, Tala Athmane et Mâatkas n'ont jamais fait l'objet d'une étude sur la faune du sol. Dès lors, toutes les données que nous avons recueillies sont inédites.

D'autre part les deux régions sont très différentes sur le plan géomorphologique, ce qui nous permet d'avoir des données plus riches sur la distribution des vers de terre.

3. Caractérisation climatique des deux stations

Le climat est considéré comme l'un des facteurs les plus importants qui ont une influence directe où indirecte sur les caractéristiques physiques, chimiques et biologiques du sol (Faurie *et al.*, 2003).

3.1. Température

Les températures mensuelles moyennes, minimales et maximales sont mentionnées dans le tableau 2.

La température annuelle moyenne du mois le plus froid dans la région de Tizi-Ouzou est janvier avec 10,48 °C, la minimale étant 6,59 °C. Le mois le plus chaud est juillet avec une température moyenne de 27,88 °C, la maximale étant 35,83 °C.

Tableau 2. Températures mensuelles moyennes, minimales et maximales exprimées en degrés Celsius (°C) de la région de Tizi-Ouzou (2005-2014).

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
T MOY	10.48	10.55	13.2	16.14	19.55	23.99	27.88	27.84	24.11	20.56	14.99	11.91
T MIN	6.59	6.72	8.73	11.34	14.2	17.77	21.3	21.47	18.8	14.27	11.97	7.74
T MAX	15.75	15.88	19.11	22.34	26.26	31.29	35.83	35.01	31.46	27.58	19.82	15.07

Source : ONM Tizi-Ouzou (2016)

3.2. Précipitations

Les précipitations permettent une meilleure appréciation de la pluviométrie en facilitant l'analyse et la comparaison des moyennes mensuelles et annuelles (tableau 3).

La région de Tizi-Ouzou reçoit en moyenne 863,79 mm de pluie par an. La pluviométrie est très élevée en fin d'automne /début de l'hiver. Les mois les plus pluvieux sont novembre et décembre avec 123,94 et 121,52 mm respectivement. En période estivale, les précipitations sont les plus faibles. Les minima sont notés durant les mois de juillet avec 2,81 mm et août avec 6,06 mm.

Tableau 3. Précipitations moyennes mensuelles en (mm) de la région de Tizi-Ouzou (2005-2014).

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	T
P (mm)	109.4	106.79	108.1	87.18	68.35	15.28	2.81	6.09	41.1	70.23	123.94	121.52	863.79

Source : ONM Tizi-Ouzou

3.3. Synthèse climatique

L'analyse des températures et des précipitations d'une station permet de définir son étage bioclimatique, à travers le quotient pluviométrique et le climagramme d'Emberger.

3.3.1. Diagramme ombrothermique

Il permet de distinguer les mois secs de l'année. L'échelle de la pluviométrie (P) en millimètres est égale au double de celle de la température moyenne mensuelle (T) exprimées en degrés Celcius (°C) (Dajoz, 1985) (Figure 5).

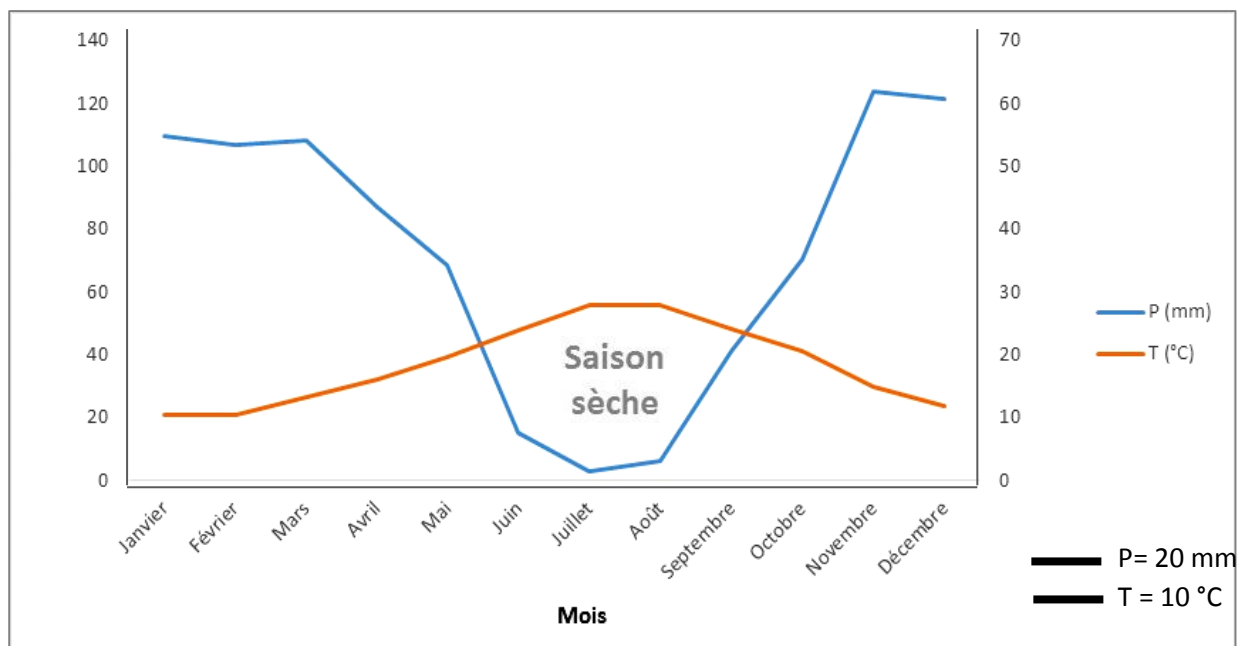


Figure 5. Diagramme ombrothermique de la région de Tizi-Ouzou (2005-2014).

La période sèche commence lorsque la courbe des précipitations descend en dessous de celle de la température et prend fin dans le cas contraire. D'après le diagramme ombrothermique de la région de Tizi-Ouzou (figure 5). La période sèche débute fin mai et se prolonge jusqu'à la mi-septembre pour la période 2005-2014.

3.3.2. Quotient pluviométrique d'Emberger

Ce quotient permet de classer le climat de la région d'étude, en faisant intervenir la sécheresse (représentée par le quotient pluviométrique) et la température du mois le plus froid (Djaoz, 1985).

Les valeurs du quotient combinées à celle de « m » sur le climagramme d'Emberger permettent de déterminer l'étage et les variantes climatiques.

Il est donné par la formule de STEAWRT:

$$Q_2 = \frac{3,43P}{M - m}$$

Avec :

P : Somme des précipitations annuelles en mm

M : Moyenne des températures maximales du mois le plus chaud en °C

m : Moyenne des températures minimales du mois le plus froid en °C

D'après Faurie *et al.*; (2003) cet indice n'est vraiment établi que pour la région méditerranéenne. En fonction de la valeur de ce coefficient on distingue les zones suivantes :

- humide pour $Q_2 > 100$;
- Tempérée pour $100 > Q_2 > 25$
- Semi-aride pour $50 > Q_2 > 25$
- Aride pour $25 > Q_2 > 10$
- Désertique pour $Q_2 < 10$

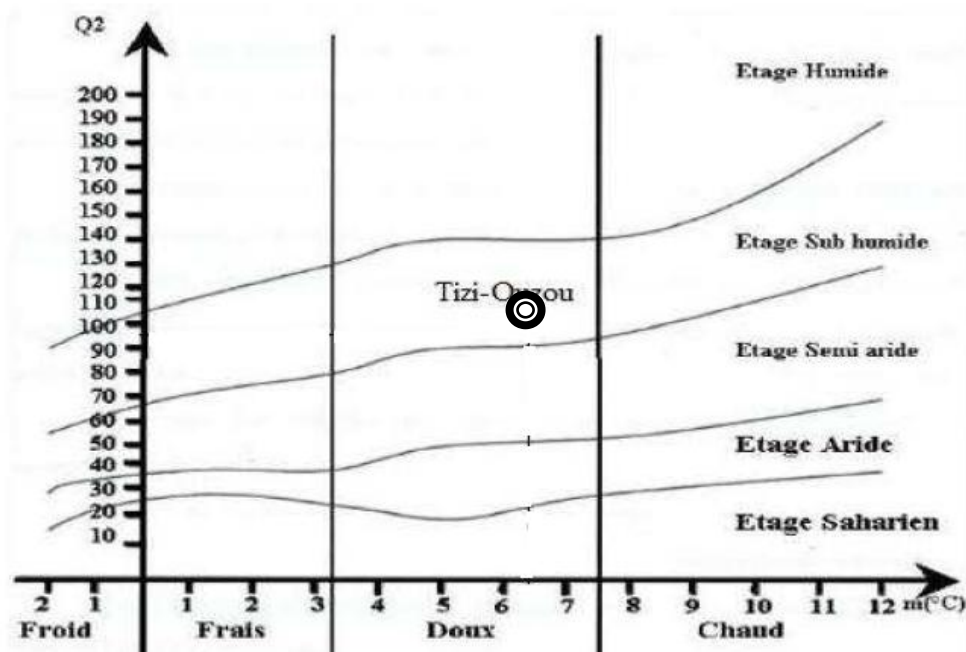


Figure 6. Projection de la région de Tizi-Ouzou dans le climagramme d'Emberger (2005 – 2014)

Le quotient calculé pour la région de Tizi-Ouzou est égal à 101,32 (figure 6), ce qui signifie que son climat est situé dans l'étage subhumide à hiver doux.

Le climat des deux stations d'études, Tala Athmane et Mâatkas, se rattache à celui de Tizi-Ouzou qui est de type méditerranéen, caractérisé par un été chaud et sec et un hiver doux et pluvieux.

CHAPITRE III – MATÉRIEL ET MÉTHODES

1. Echantillonnage

L'échantillonnage s'est déroulé tout au long de la période d'activité des vers de terre, au cours de 4 sorties sur le terrain de janvier à mars 2016, particulièrement durant les jours pluvieux.

Nous avons sélectionné trois parcelles réparties comme suit :

Station Tala Athmane, trois terrains adjacents ont été échantillonnés :

- Terrain 1 (T1) : Terrain non cultivé, délaissé depuis plus de 5 ans ;
- Terrain 2 (T2) : Champ de fève labouré 5 mois auparavant ;
- Terrain 3 (T3) : Planté d'arbres, principalement de figuiers.

Station Mâatkas, deux terrains ont été échantillonnés :

- Terrain 1 (M1) : Terrain non cultivé ;
- Terrain 2 (M2) : vignoble.

1.1. Matériel utilisé

Le prélèvement des vers de terre et du sol s'est effectué au niveau des 5 terrains des deux stations d'étude, en suivant la même méthodologie, qui nécessite l'utilisation du matériel suivant :

- Quadra, moulage en acier de forme cubique (30 x 30 x 30 cm) dentelé pour faciliter sa pénétration dans le sol ;
- Moutarde diluée dans l'eau (3 boîtes de 150 g de moutarde forte diluées dans 10 L d'eau) : La moutarde contient une molécule aromatique (l'isothiocyanate d'allyl ou AITC), ce principe actif a pour action de faire remonter à la surface les vers qui ressentent visiblement une sensation désagréable à son contact (Pelosi, 2008) ;
- Bêches ;
- Boîtes, étiquettes et crayons ;
- Gants de protection.

1.2. Méthodologie d'échantillonnage

Au niveau de chaque terrain, une parcelle représentative est choisie, d'une surface de 100 m² (figure 7). Située au milieu du terrain, éloignée des éléments fixes du paysage tels que les clôtures, les cours d'eau et les arbres (exception faite pour le troisième terrain de la station de Tala Athmane dont la caractéristique-même est la plantation d'arbres).

Les points de prélèvement sont uniformément distribués sur la parcelle, espacés de trois mètres horizontalement et verticalement (figure 7).

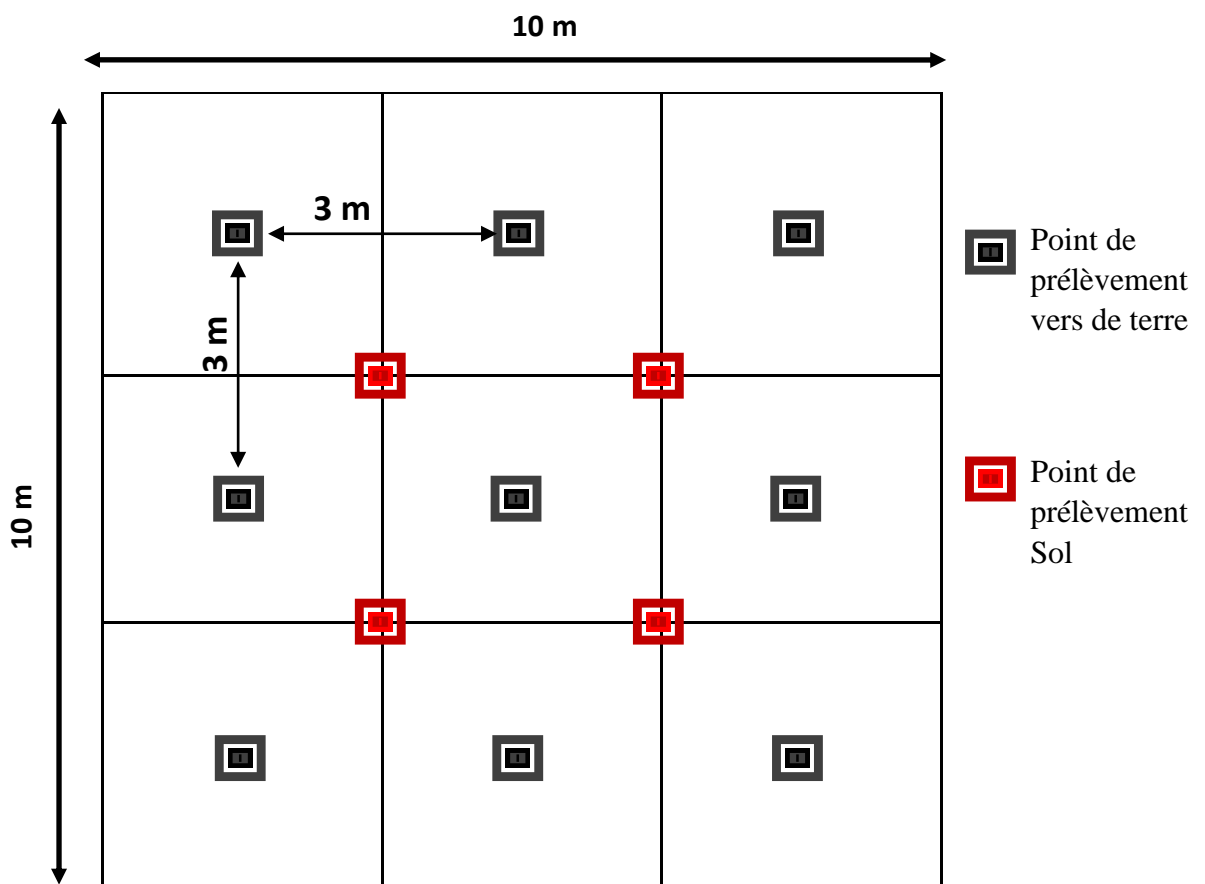


Figure 7. Plan d'échantillonnage du sol et des vers de terre
(Figure : Amziane et Oudachène, 2016)

1.2.1. Prélèvement des vers de terre

Le prélèvement des vers de terre suit les étapes suivantes (figure 8) :

- Désherber le sol sur chaque point de prélèvement ;

- Déverser 1L de moutarde diluée à 2 reprises espacées de 20 minutes ;
- Récolter les individus qui émergent du sol ;
- Placer le quadra sur un point de prélèvement, l'enfoncer dans le sol et le retourner à l'aide des poignées forgées sur sa face supérieure, cela a pour effet d'excaver une certaine quantité de sol ;
- Remonter le reste du sol à l'aide de bêches, jusqu'à obtention d'une cavité cubique d'une largeur, longueur et profondeur de 30 cm, correspondant aux dimensions du quadra ;
- Trier soigneusement le sol et collecter les vers de terre qu'il contient ;
- Mettre les individus d'un même point dans une boîte étiquetée, portant mention de la date ainsi que du numéro du point de prélèvement.



Figure 8. Prélèvement des vers de terre (Photos : Amziane et Oudachène, 2016)

1.2.2. Prélèvement du sol

Au centre de chaque parcelle (figure 7), 2 kg de sol ont été prélevés au niveau de 4 points non arrosés par l'irritant chimique, collecté dans 4 boîtes de 500 g.

2. Travail au laboratoire

Le travail au laboratoire est réparti en deux phases principales, à savoir ; l'identification des espèces et l'analyse physico-chimique du sol.

2.1. Identification des espèces

2.1.1. Matériel utilisé

Cette étape requière l'utilisation de boîtes de pétri contenant de l'éthanol à 70%, des pinces pour manipuler les individus ainsi que deux loupes binoculaires.

2.1.2. Méthodologie

Les vers sont rincés avec de l'eau douce, puis triés et séparés en groupes ayant les mêmes caractéristiques morphologiques relevables à l'œil nu (couleur du corps, du clitellum, forme du corps, de l'extrémité caudale...etc.).

Dans chaque groupe, les vers sont comptés, 10 individus adultes sont sélectionnés en vue de relever les critères d'identification. Leur poids est relevé avant d'être fixés avec l'éthanol, puis observés sous la loupe binoculaire à des grossissements adaptés aux différents critères d'identification (10x2 et 10x4).

2.1.3. Critères d'identification

L'identification est effectuée selon la méthode établie par Bouché (1972), basée sur des critères morphologiques variables selon les espèces, dont plusieurs concernent les organes sexuels, d'où l'intérêt de sélectionner des adultes (annexe IV).

Le clitellum est un critère primordial pour l'identification. En effet, sa forme (annulaire ou en selle), ainsi que sa couleur et sa position sur le corps du lombric sont propres à chaque espèce. Sur sa face ventrale, on peut observer plus au mois distinctement un puberculum de formes différentes selon les espèces. La position des pores mâles est également un bon critère d'identification, et dans une moindre mesure la position des tumescences génitale qui ne sont pas aussi facilement observables que les organes mâles (figure 2).

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

La forme du prostomium (qui précède le péristomium, premier segment corporel) peut être épilopique, zyglobique ou tanylobique (figure 2). Le pigydium qui se présente sous forme arrondie ou aplatie (figure 2). Enfin, la disposition des soies est également notée,

celles-ci peuvent suivre une distribution en paire rapprochées, éloignées ou séparées (figure 2).

2.2. Analyse du sol

Les analyses du sol nous permettent de connaître les constituants physico-chimiques du sol. L'opération consiste à prélever un échantillon du sol de chaque terrain des deux stations, ces sols sont transportés au laboratoire dans des boîtes en plastique, sur lesquelles nous avons indiqué le nom du terrain.

Nous avons comparé les caractéristiques des terrains des deux stations, en mesurant le taux d'humidité, le pH, le taux de matière organique ainsi que le calcaire total et en déterminant la granulométrie.

2.2.1. Matériel utilisé

Les analyses effectuées ont nécessité l'utilisation de divers matériels de laboratoire ainsi que de composés chimiques.

Matériel de laboratoire

Divers appareils : Balance de précision, agitateur thermique, plaque chauffante, bain de sable, étuve, pH-mètre, chauffe-ballon.

Béchers, ballons, fioles, pipette, tamis, barreaux, verres de montres, masse de fer.

Réactifs chimiques

Héxamétaphosphates de sodium, soude, diphénylamine, fluorure de sodium, bichromates de potassium, Acide sulfurique, sel de mohr, eau oxygénée, eau distillée.

2.2.2. Méthodologie d'analyse du sol

Un prétraitement est nécessaire avant d'entamer toute analyse. Il consiste à sécher le sol à l'air libre dans une chambre aérée pendant quelques jours, puis à l'aide d'une masse de fer, nous avons écrasé les mottes et les grosses particules.

Ce sol est par la suite tamisé à l'aide de 3 tamis de calibre décroissant jusqu'à l'obtention d'une terre fine de diamètre inférieur ou égal à 2 mm (fraction fine).

a. Humidité

Estimée avec la méthode de LAMBERT (Baize, 1989).

La quantité d'eau que renferme un sol à un moment donné est dite « humidité » de ce sol.

En utilisant la balance de précision, nous pesons 5 g de terre que l'on met dans un bêcher, ensuite nous plaçons ce dernier dans une étuve à 105 degrés pendant 24 heures.

L'humidité résiduelle sera la différence entre le poids du sol avant son entrée à l'étuve et son poids à la sortie de l'étuve.

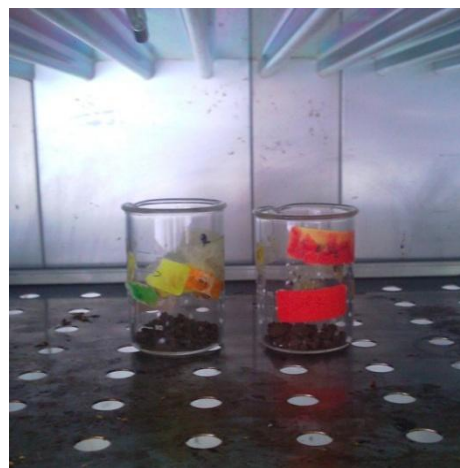


Figure 9. Sol qui sèche dans l'étuve
(Photo : Amziane et Oudachène, 2016)

L'humidité hygroscopique est donnée par la formule suivante :

$$H = (a \times 100) / b$$

a : masse d'eau évaporée

b : masse du sol après le passage à l'étuve

b. Potentiel d'hydrogène (pH)

Le pH est déterminé selon la norme AFNOR X 31-103 (AFNOR, 1994) par la mesure du pH d'une suspension de sol dans l'eau à 2/5 (rapport masse/volume) après 1 heure d'agitation puis décantation à l'aide d'un pH mètre (voir interprétation en annexe I).

C. Dosage du carbone organique du sol

C'est une mesure de la qualité des résidus en décomposition, exprimée en pourcentage (%). Le taux de carbone organique est déterminé par la méthode d'ANNE. Il est oxydé par du bichromate de potassium en excès, en milieu sulfurique. L'excès de bichromate non réduit par le carbone organique est titré par une solution de sel de Mohr (sulfates de fer et d'ammonium) en présence de diphenylamine (voir interprétation en annexe I)..

Dans le cas général, le taux de la matière organique est approximativement obtenu par la formule suivante :

On admet que le carbone représente 58% de la matière organique totale donc :

$$\% \text{ de la matière organique} = 100/58 \times \%C = 1,72 \cdot C\%$$

d. Dosage du calcaire total

On utilise la propriété de calcium à se décomposer sous l'action d'un acide (acide chlorhydrique, HCL, dans le cas présent) en H₂O et CO₂. Le volume de CO₂ dégagé est mesuré dans un tube étanche, par la variation de niveau d'une colonne d'eau.

La réaction est la suivante :



(voir interprétation en annexe I).

e. Analyse granulométrique

L'analyse granulométrique s'effectue sur une prise d'essai de terre fine. Elle a pour but de déterminer le pourcentage des différentes fractions de particules constituant les agrégats à savoir l'argile, les limons fins, les limons grossiers et le sable (voir protocole détaillé en annexe II).

Nous avons utilisé la méthode internationale de la pipette de ROBINSON (Baize, 1989).

Les particules minérales peuvent être classées de la façon suivante (Baize, 1989) :

La classification d'ATTERBERG adaptée par l'Association Internationale de la science du sol est la suivante :

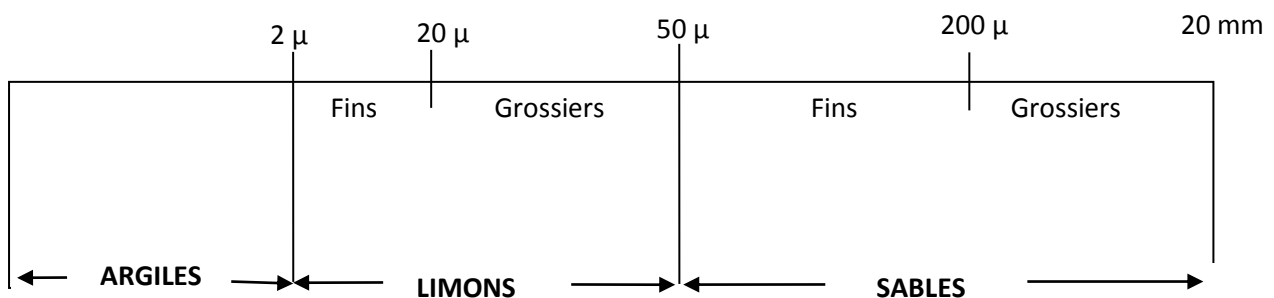


Figure 10. Classes granulométriques (Baize, 1989)

Le principe de cette méthode consiste premièrement à détruire la matière organique par une attaque à l'eau oxygénée (H₂O₂), puis disperser les particules par un dispersant énergétique qui est l'hexamétaphosphate de sodium et par agitation mécanique, et enfin effectuer des prélèvements en respectant le temps de sédimentation.



Figure 11. Destruction de la matière organique
(Photo : Amziane et Oudachène, 2016)



Figure 12. Sédimentation des particules de sol
(Photo : Amziane et Oudachène, 2016)

3. Analyses de la diversité

La diversité spécifique constituée de deux entités qui doivent être interprétées séparément : le nombre d'espèces et la régularité de leur distribution.

Ainsi, les indices de diversité utilisés sont ceux qui renseignent le mieux sur la structure du peuplement tels que :

3.1. Densité

Correspond au nombre d'individus par unité de surface. Elle est calculée par la formule suivante :

$$\text{Densité} = N_i / SE$$

N_i : nombre d'individus de l'espèce i

SE : surface échantillonnée en m^2

Au niveau de chaque sol, la surface échantillonnée est de $0,81 m^2$, une simple extrapolation nous donne la densité au mètre carré.

3.2. Biomasse

Quand les individus diffèrent beaucoup par leur taille, il est préférable de mesurer la diversité en utilisant la biomasse qui est traduite par le poids sec.

3.3. Richesse spécifique

La richesse spécifique (S) représente le nombre total des espèces que comporte un peuplement considéré dans un écosystème donné. C'est l'un des paramètres fondamentaux qui caractérise un peuplement (Ramade, 1984).

3.4. Abondance relative des espèces

Elle est estimée par le rapport du nombre d'individus de l'espèce considérée et le nombre total des individus. Elle est exprimée par la formule : $F(\%) = n_i/N * 100$

3.5. Indice de Shannon-Weaver (H')

Selon Dajoz (1985), H' permet d'évaluer la diversité faunistique d'un milieu donné et de comparer les faunes de différents milieux malgré la variation des nombres d'individus récoltés. Il exprime en bits par la formule suivante : $H' = - \sum_{i=1}^S (p_i \log p_i)$.

- i : espèce du milieu d'étude ;
- p_i : proportion d'une espèce i par rapport au nombre total d'espèces dans le milieu d'étude. Elle se calcule comme suit : $p_i = n_i/N$
- n_i : nombre d'individus de l'espèce i ;
- N : effectif total des individus de toutes les espèces;

Une communauté est d'autant plus diversifiée quand l'indice de Shannon-Weaver (H') sera plus grand.

3.6. Equitabilité

Cet indice est dérivé de celui de Shannon-Weaver, il a été mis au point pour rendre compte de l'abondance relative de chaque taxon.

Elle s'exprime par la formule : $E = H' / H'_{\max} = H' / \log S$

L'équitabilité varie entre 0 et 1. Elle tend vers 0 quand la quasi-totalité des effectifs correspond à une seule espèce, et tend vers 1 lorsque chacune des espèces est représentée par un nombre semblable d'individus.

4. Analyse statistique

Analyse en composante principale (ACP)

Proposée en 1989 par Robert, c'est une méthode essentiellement descriptive des données quantitatives qui permettent de représenter, sous forme de graphiques, le maximum d'information contenus dans un tableau de données tout en minimisant les pertes d'informations (Saporta, 1996).

L'utilisation de cette méthode permet de mettre en évidence des corrélations entre les espèces lombriciennes, les paramètres physico-chimiques ainsi que les pratiques agricoles dans les sols échantillonnés.

CHAPITRE IV – RÉSULTATS ET DISCUSSION

1. Résultats

1.1. Paramètres physico-chimiques des sols

Les paramètres physico-chimiques des sols échantillonnés sont résumés dans le tableau 4.

Tableau 4. Paramètres physico-chimiques des sols échantillonnés

Terrain Paramètres	Station Tala Athmane			Station Mâatkas	
	T1	T2	T3	M1	M2
Texture (% de sol fin)					
Argiles (< 2 µm)	18	18,33	21,33	0,8	23,11
Limons (2 – 50 µm)	73,72	68,66	64,77	67,58	67,24
Sables (50 – 2000 µm)	3,96	5,14	7,2	26	4,06
Humidité (%)	19,04	15,18	17,92	10,28	16,35
PH	7,75	7,7	7,11	7,48	7,65
Matière organique (%)	3,44	3,54	3,01	0	2,05
Calcaire total (%)	1.13	1.28	0.98	3.09	0.57

D'après le guide des analyses pédologiques (Texture, humidité, pH, taux de matière organique calcaire total) de Baize (1989), tous les sols de la station de Tala Athmane ont une texture limono-argileuse. Le M1 qui présente une texture limoneuse et le M2 argileuse.

Les trois sols échantillonnés à la station de Tala Athmane sont bien pourvus en matière organique, avec des taux qui varient de 3,01 à 3,54. Le pH est légèrement basique pour T1 (7,75) et neutre pour T2 et T3. Ces trois sols sont pauvres en calcaire avec des taux qui varient de 0,98 à 1,13 %.

Les 2 sols de la station de Mâatkas sont de texture différente. Le premier (M1) étant limoneux-sableux et le deuxième (M2) argileux-limoneux. De même, le sol 1 est très pauvre en matière organique, alors que le sol 2 en est bien pourvu. Enfin, ces 2 sols présentent un pH neutre et sont pauvres en calcaire.

Tous les sols sont caractérisés par une humidité relativement faible (< à 20%).

1.2. Inventaire des espèces de vers de terre dans les stations d'étude

Dans les deux stations, 815 individus ont été collectés. L'identification, basée sur les critères de reconnaissance et confirmée par le Professeur Baha de l'École Normale Supérieure de Kouba, a révélé 6 espèces réparties sur 4 genres dont les effectifs sur chaque terrain sont portés sur le tableau 5

Tableau 5. Nombre d'individus récoltés dans chaque terrain par espèce

	Tala Athmane				Mâatkas			
	T1	T2	T3	Total S1	M1	M2	Total S2	
<i>Allolobophora caliginosa</i>	147	117	61	325	62	39	101	426
<i>Allolobophora rosea</i>	-	-	-	-	86	-	86	86
<i>Allolobophora chlorotica</i>	-	-	-	-	41	80	121	121
<i>Lumbricus terrestris</i>	46	-	15	61	-	-	-	61
<i>Octodrilus complanatus</i>	21	11	21	53	-	-	-	53
<i>Lumbricina sp.</i>	68	-	-	68	-	-	-	68
	282	128	97	507	189	119	308	815

1.2.1. Espèces décrites dans la station Tala Athmane

Dans cette station, 507 individus ont été collectés sur les 3 terrains (Tableau 5). L'identification a révélé 3 espèces : *A. caliginosa*, *L. terrestris* et *O. complanatus* ainsi qu'une autre espèce, présentant des caractères morphologiques propres aux épigés (Bouché, 1972 ; Sims et Gérard, 1999) et que nous n'avons pas pu identifier, mais nous l'avons intégré dans les analyses de la diversité. Nous la désignerons par *Lumbricina sp.*

❖ *Allolobophora caliginosa* (SAVIGNY, 1826)

Elle est présente dans les trois terrains avec une densité qui varie de 67 à 166 ind/m². Selon Bouché (1972), c'est une espèce endogée. Ses caractéristiques morphologiques sont résumées dans la figure 13.

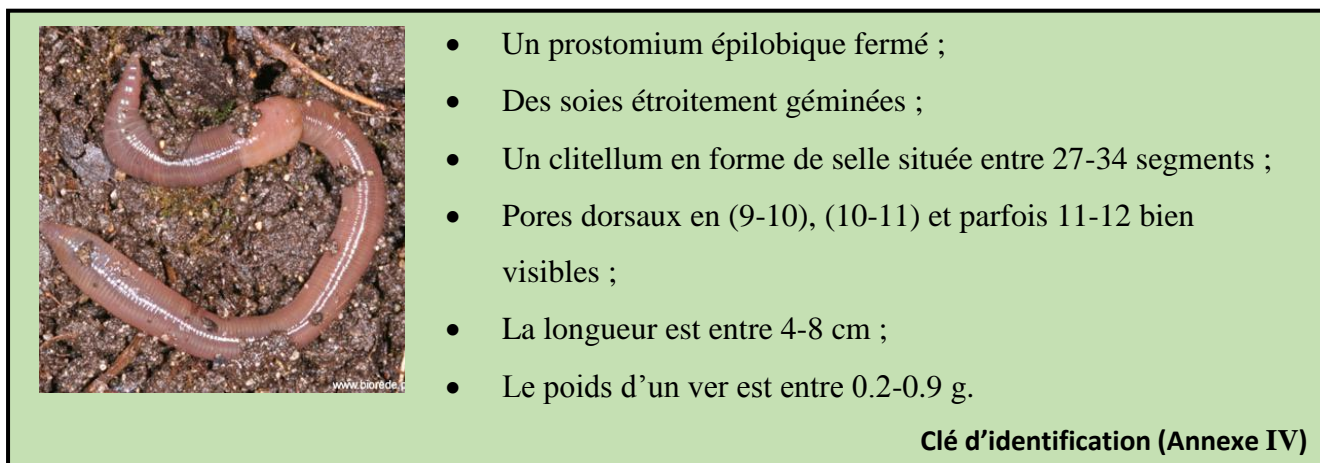


Figure 13. Critères d'identification de *A. caliginosa*

❖ *Lumbricus terrestris* (Linné, 1758)

Cette espèce est collectée dans les sols T1 et T3, avec des densités de 51 et 17 ind/m² respectivement. Elle est absente dans le sol cultivé (T2). C'est une espèce anécique (Pèrès, 2003). Ses critères d'identifications sont résumés dans la figure 14.

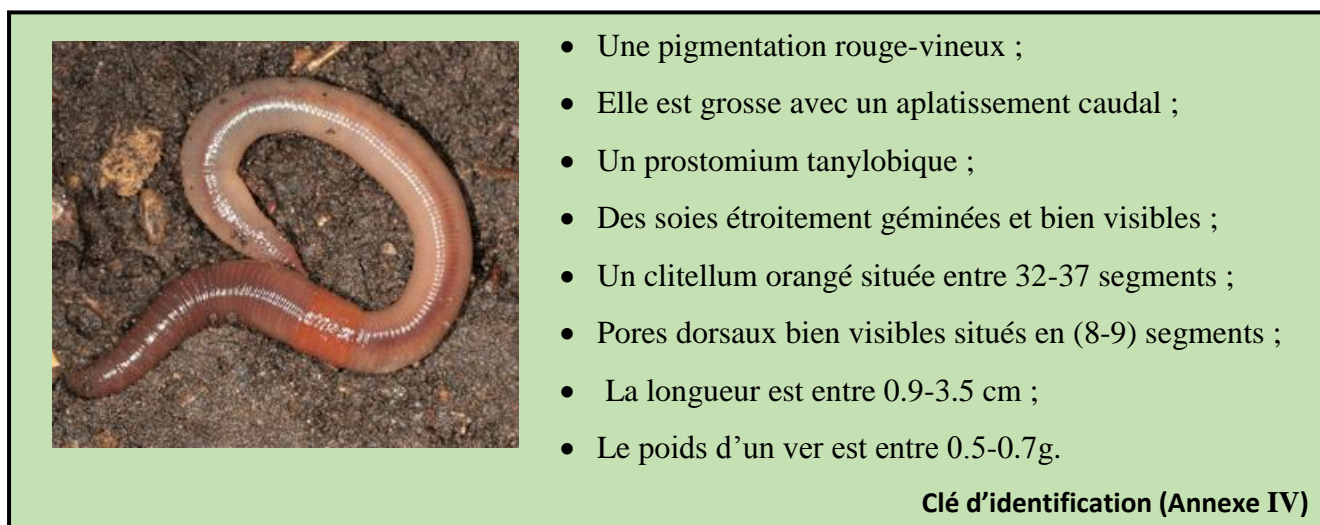



Figure 14. Critères d'identification de *L. terrestris* (Bouché, 1972).

❖ *Octodrilus complanatus* (Dugès, 1828)

Cette espèce est rencontrée dans les 3 sols, avec la même densité dans les sols T1 et T3 (23 ind/m²) et plus faible au terrain T2 (11 ind/m²). Ses critères d'identification sont mentionnés dans la figure 15.




- Une pigmentation rouge ;
- Elle est grosse avec un aplatissement caudal ;
- Un prostomium epilobique ;
- Des soies étroitement gémées et bien visibles ;
- Un clitellum située entre 27-28-29 segments ;
- Pores dorsaux bien visibles situés en (8-9) segments ;
- La longueur est entre 4-8 cm ;
- Le poids d'un ver est entre 0.5-0.7g

Fiche d'identification (Annexe III)

Figure 15. Critères d'identification de *O. complanatus*

❖ *Lumbricina sp.*

Cette espèce est présente dans un seul sol (T1) avec une densité de 75 ind/m². Sa pigmentation vert foncé, ainsi que la profondeur à laquelle elle a été prélevée indiquent que c'est un ver épigé (Bouché, 1972). L'espèce n'a pas pu être identifiée avec plus de précisions. Ses caractéristiques morphologiques sont résumées dans la figure 16.



- Couleur, verdâtre, foncé sur la partie supérieure
Gradient vers un vert jaunâtre sur l'extrémité ;
- Taille moyenne : 6,4 cm ;
- poids moyen : 0,7 g ;
- Diamètre moyen : 0,5 cm ;
- Nombre de segments : 238 ;
- Un prostomium zygolobique.

Figure 16. Critères d'identification de *Lumbricina sp.*

1.2.2. Espèces décrites dans la station Mâatkas.

Dans cette station, 308 individus ont été collectés sur les 2 sols (Tableau 5). L'identification a révélé 3 espèces dont 2 non observées à la station de Tala Athmane ; *Allolobophora rosea* et *Allolobophora chlorotica* et une précédemment inventoriée dans la première station ; *Allolobophora caliginosa*.

❖ *Allolobophora rosea* (Savigny, 1826)

Cette espèce est collectée dans le sol M1. Sa densité est de 95 ind/m². C'est une espèce endogée (Bouché 1972). Ses critères d'identifications sont portés sur la figure 17.

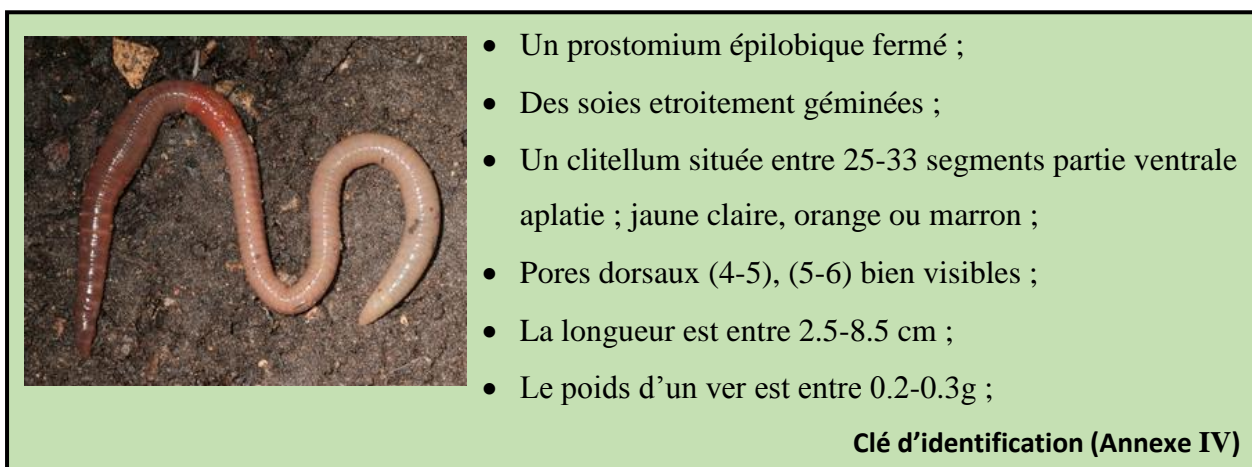


Figure 17. Critères d'identification de *Allolobophora rosea*

❖ *Allolobophora chlorotica* (Savigny, 1826)

Cette espèce est collectée dans les sols M1 et M2 avec des densités de 41 est de 88 ind/m² respectivement. C'est une espèce endogée (Bouché 1972). Ses critères d'identifications sont portés sur la figure 18.

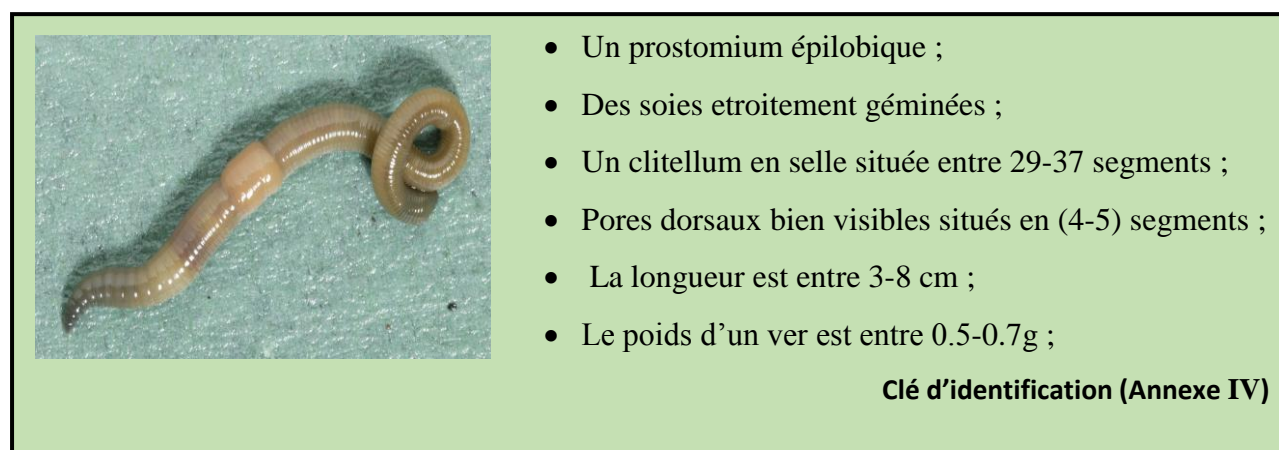


Figure 18. Critères d'identification de *Allolobophora chlorotica*

❖ *Allolobophora caliginosa* (SAVIGNY, 1826)

Elle est collectée dans les sols M1 et M2 avec des densités de 69 et 43 ind/m² respectivement. Elle est précédemment décrite dans la station de Tala Athmane (figure 13).

1.3. Analyses de diversité

1.3.1. Densité

Les valeurs de la densité des espèces lombriciennes dans chaque station sont illustrées dans la figure 19.

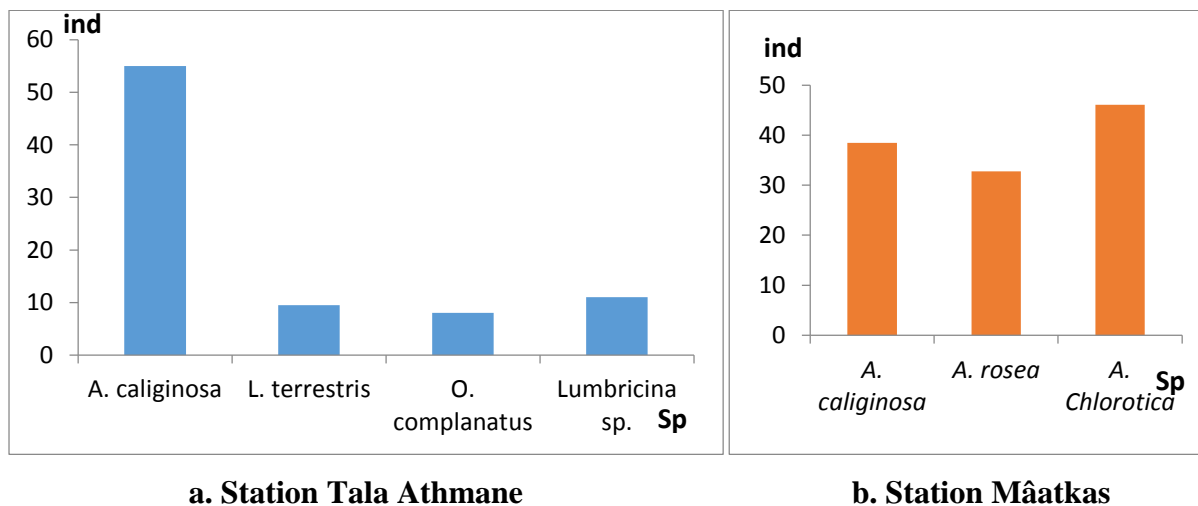


Figure 19. Densité des espèces de vers de terre dans chaque station

La figure 19 montre que dans la station de Tala Athmane, *Allolobophora caliginosa* a la densité la plus élevée, on compte plus de 55 ind/m². les autres espèces présentent des valeurs inférieures entre 8 et 11 ind/m². Dans la station de Mâatkas, les valeurs de la densité varient de 32 à 46 ind/m².

1.3.2. Biomasse

La biomasse est représentée par le poids sec pris après chaque prélèvement. Ses valeurs sont portées dans la figure 20.

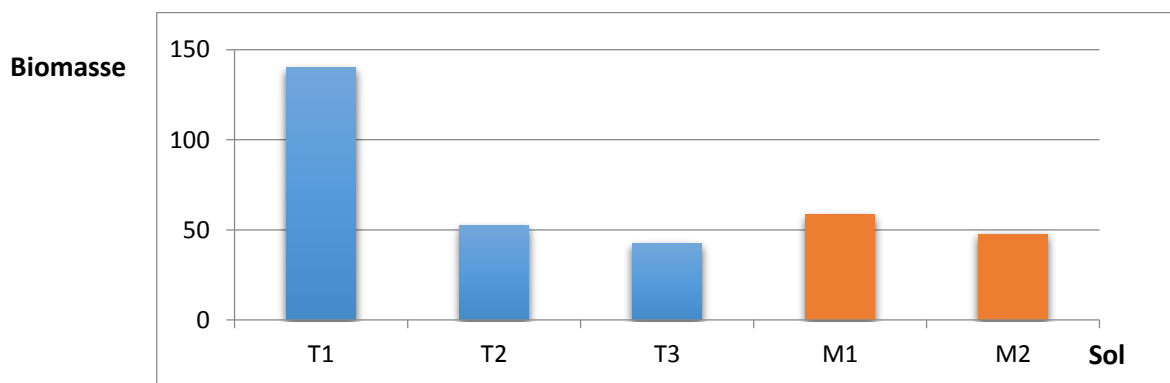


Figure 20. Biomasse des vers de terre dans chaque sol

Selon la figure 20, la biomasse des lombriciens est plus élevée dans la station de Tala Athmane (234.6 g) que dans la station de Mâatkas (106g).

Le sol T1 est plus riche en biomasse (139,9 g) et le sol M2 est le plus faible (47,6). Parmi les espèces, c'est *Allolobophora caliginosa* qui domine en biomasse avec une valeur de 170,4g (130g à Tala Athmane et 40.4 à Mâatkas). *Allolobophora rosea* a la biomasse la plus faible avec une valeur de 17,2 g.

1.3.3. Richesse spécifique

La figure 21 représente la richesse spécifique des 2 stations.

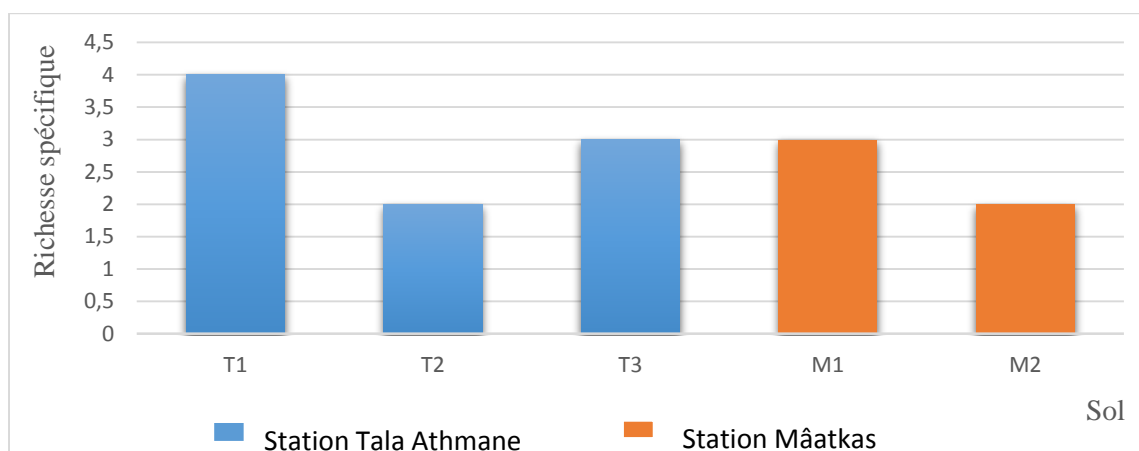


Figure 21. Richesse spécifique

Suivant la figure 21, il ressort que la richesse spécifique est plus importante dans le premier sol de Tala Athmane. Les deux sols cultivés des deux stations ont la richesse spécifique la plus faible.

1.3.4. Abondance relative des espèces

Les valeurs calculées des abondances relatives des vers de terre dans les 2 stations sont illustrées dans la figure 22.

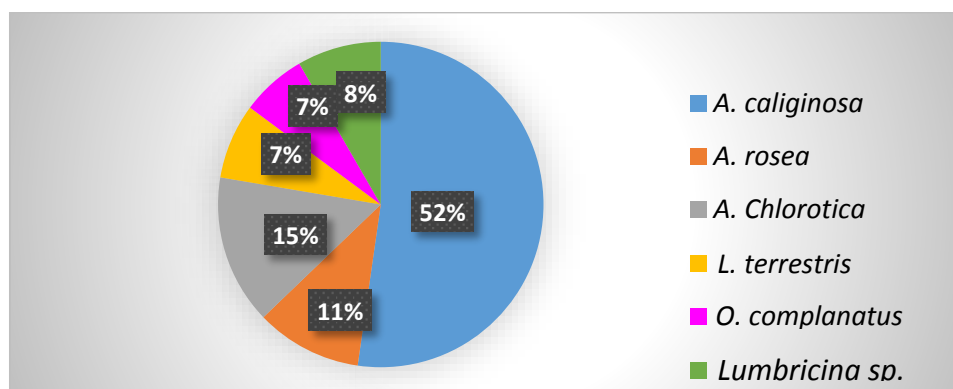


Figure 22. Abondances relatives des lombriciens dans les 2 stations

La figure 22 révèle une dominance de l'espèce *Allolobophora caliginosa* avec 52%, suivie de *Allolobophora chlorotica* avec 15% et *Allolobophora rosea* avec 11%. Ces 3 espèces sont endogées, ce groupe écologique domine donc avec 78%. Les autres espèces ont des valeurs d'abondances variant entre 7 et 8%.

Les abondances relatives des espèces dans chaque station sont illustrées dans la figure 23.

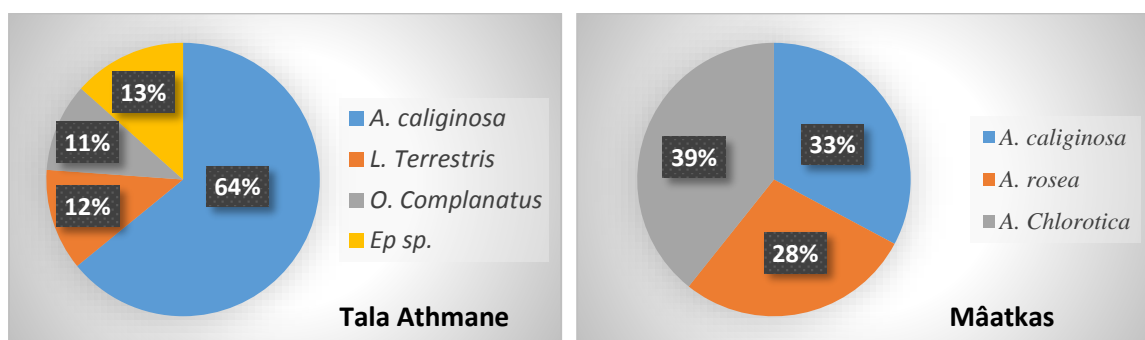


Figure 23. Abondances relatives des lombriciens dans chaque station

La figure 23 révèle dans la station de Tala Athmane, une large dominance de l'espèce *A. caliginosa* (64,10%). Les autres espèces sont équitablement réparties (entre 10,45 et 12,3 %).

Dans la station de Mâatkas, la distribution des espèces lombriciennes est équilibrée (entre 28 et 39 %).

1.3.5. Indice de Shannon-Weaver

D'après l'indice de Shannon et Weaver (figure 24), la diversité est plus importante dans le sol T1, suivi du sol 1 M1. Le sol T2 et le M2 sont les plus faibles en biodiversité.

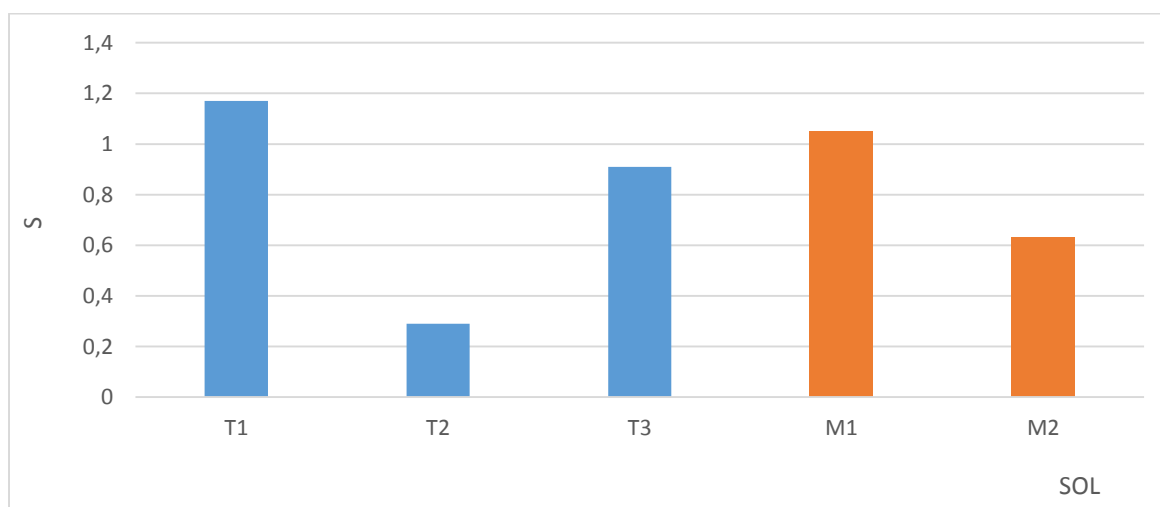


Figure 24. Indice de Shannon-Weaver chaque sol des deux stations

1.3.6. Equitabilité

La valeur calculée de l'équitabilité est égale à 0.15, elle tend vers 0 ce qui traduit une large dominance d'une espèce qui s'agit de *Allolobophora caliginosa* d'après le graphe des abondances relatives (figure 22).

1.4. Analyse statistique

1.4.1. Analyse en composante principale (ACP)

Les résultats de l'ACP sont illustrés dans la figure 25.

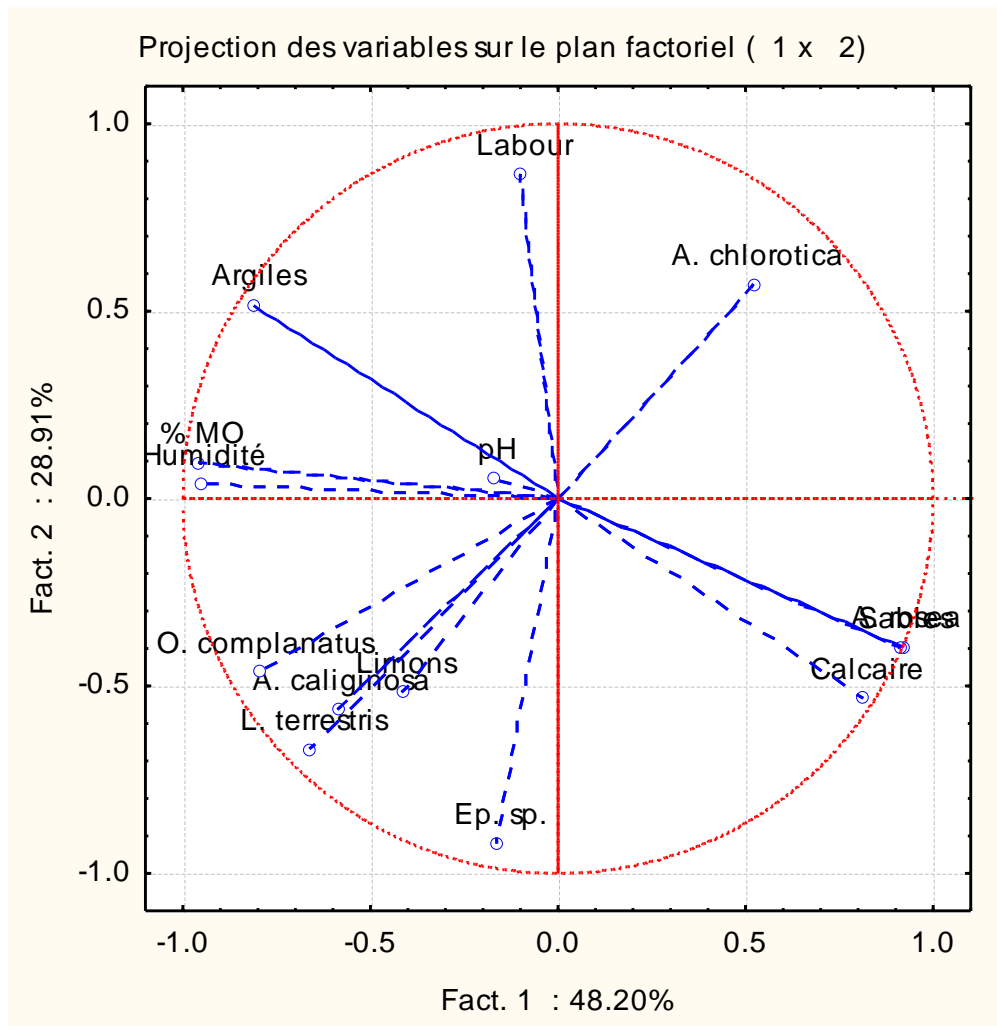


Figure 25. Résultats de l'ACP

L'analyse en composante principale révèle :

Axe factoriel 1 :

- Une forte corrélation positive entre *A. rosea* et le taux de sable et du calcaire total et négative avec le taux d'argile dans le sol ;
- Les espèces *L. terrestris*, *A. caliginosa*, *Lumbricina sp.* Et *O. complanatus* sont positivement corrélées avec le taux de limons ;
- Le pH ne présente aucune corrélation avec aucune espèce.

Axe factoriel 2 :

- Une forte corrélation négative entre la profondeur des labours et l'abondance de *Lumbricina sp.*

2. Discussion

Dans ce travail, nous avons inventorié 5 espèces de vers de terre sur les différents sols dans les 2 stations ; *Allolobophora caliginosa*, *Allolobophora rosea*, *Allolobophora chlorotica*, *octodrilus complanatus*, *lumbricus terrestris* ainsi qu'une espèce épigée non identifiée : *Lumbricina sp.* La station de Tala Athmane est plus riche en individus que la station de Mâatkas. De même, le nombre d'espèces est différent, il est plus important dans la station de Tala Athmane.

Dans la station de Tala Athmane, nous avons observé 4 espèces dans le sol T1, 2 espèces dans le sol T2 et 3 espèces dans le sol T3. Ce qui correspond aux résultats obtenus par Omodeo *et al.*, (2003), qui, au nord de l'Algérie, ont inventorié un maximum de 6 espèces sur les terrains situés à proximité des habitations. Ils notent que la quasi-totalité de ses terrains contiennent entre 1 et 3 espèces de vers de terre.

Le nombre total des individus de chaque sol est également variable. Dans le sol T1 nous avons trouvé 282 individus, suivi du sol T2 avec 128 individus malgré qu'il est le moins riche en espèces et du sol T3 avec 97 individus. Cette variabilité n'est pas influencée par les facteurs du sol. En effet, les 3 sols de cette station sont juxtaposés et présentent les mêmes caractéristiques physico-chimiques comme le montre les résultats des analyses du sol (tableau 4). La différence du nombre d'individus et d'espèces serait donc due au type d'exploitation des différentes parcelles. Le sol T1, non cultivé est plus riche en espèces et en individus. Le sol T2, labouré 5 mois auparavant ne contient que 2 espèces. Plusieurs auteurs notent que la diversité des vers de terre ainsi que leur densité sont plus faibles dans les sols exploités par agriculture conventionnelle (Pelosi *et al.*, 2008 ; Peigné *et al.*, 2009). Dans ce même sol (T2), on note l'absence de *Lumbricina sp.* ce qui serait imputable au fait que les espèces épigées sont particulièrement affectées par les labours qui détruisent leur habitat et les exposent à la prédation (Hollande, 2004), ce qui est confirmé par l'analyse en composante principale (figure 25) qui montre une forte corrélation négative entre *Lumbricina sp.* et la profondeur des labours. Hollande (2004), note également que les labours profonds peuvent même affecter les anéciques, ce qui pourrait expliquer l'absence de *Lumbricus terrestris* que l'on retrouve quelques mètres plus loin, dans le sol T3 cultivé manuellement. De même, Le Bayon *et al.*, (2001), rapportent que parmi les anéciques, *Lumbricus terrestris* est l'espèce la plus affectée

par les labours. Sur le sol T3, planté d'arbres, nous avons collecté 3 espèces, ce qui est dans la moyenne notée par Omodeo *et al.*, (2003) .

Dans la station de Mâatkas nous avons inventorié 3 espèces dans le sol M1 et 2 espèces dans le sol M2. Le nombre d'individus est plus élevé dans le sol M1. Ces deux sols présentent des caractéristiques physico-chimiques différentes (tableau4). Le second, plus riche en argile et en matières organiques serait *a priori* plus favorable aux vers de terre. En effet, Hernandez *et al.*, (2005) rapportent que les sols riches en argiles retiennent mieux l'eau et diminuent le lessivage de la matière organique, ce qui favorise la présence d'espèces lombriciennes. Ainsi, les pratiques agricoles semblent être le facteur principal de la perte en abondance et en biodiversité.

Nous avons également constaté dans ce travail qu'une seule espèce est commune aux deux stations, il s'agit de l'espèce *Allolobophora caliginosa* présente dans tous les sols. Cette espèce peut être considérée comme une espèce ubiquiste à large répartition géographique. Omodeo *et al.*, (2003), rapportent que c'est la deuxième espèce la plus abondante au Maghreb avec une abondance relative de 26%, derrière *Allolobophora rosea* avec 36% rencontrée dans le premier sol de la station de Mâatkas.

Dans chaque station, nous avons également observé des espèces présentes dans un seul sol, comme l'espèce *Lumbricina sp.* dans le sol T1 qui prolifère du fait de l'absence de pressions anthropiques et *Allolobophora rosea* dans le sol M1. Les résultats de l'ACP (figure 24) montrent une forte corrélation positive entre *Allolobophora rosea* et le taux de sable, ce qui est en désaccord avec les résultats obtenus par Hernandez *et al* (2005 ; 2006), qui notent que *A. rosea* est positivement influencée par la haute teneur en argile dans le sol. Néanmoins, Bazri (2015), atteste de la présence de cette espèce dans les sols limoneux-sableux de l'Est algérien mais à moindre échelle que dans les sols argileux-limoneux.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Le présent travail s'inscrit dans le cadre de la recherche sur la faune lombricienne. Il vise à identifier les vers de terre de 2 stations à Tizi Ouzou, d'étudier leur répartition dans le sol, en rapport avec les conditions naturelles et anthropiques de leur milieu.

L'étude s'est déroulée tout au long de la période d'activité des lombriciens, au cours de laquelle des échantillonnages ont été effectués dans les deux stations ; Tala Athmane et Mâatkas. Ces régions n'ont jamais fait l'objet d'une étude sur la faune lombricienne. Dès lors, toutes les données récoltées sont inédites.

A l'issue de ce travail, nous avons trouvé 5 espèces appartenant à la famille des *lumbricidae*: *Allolobophora caliginosa* (Savigny, 1826), *Allolobophora rosea* (Savigny, 1826), *Allolobophora chlorotica* (Savigny, 1826), *Lumbricus terrestris* (Linné, 1758) et *Octodrilus complanatus* (Dugès, 1828). Ainsi qu'une espèce épigée que nous n'avons pas pu identifier. Le nombre d'espèce (6) et d'individus (815) collectés semble important en tenant compte de la surface échantillonnée sur les 5 sols.

Les indices de diversité calculés montrent une dominance de l'espèce *Allolobophora caliginosa* (52%) présente dans tous les sols. La densité des vers de terre est plus élevée dans les sols non cultivés. De plus, les sols exploités par des techniques agricoles conventionnelles (labours profonds) recèlent moins d'espèces que le sol cultivé en surface. Ainsi, il ressort de ce travail, que la distribution des vers de terre dans nos deux stations est principalement tributaire du degré de l'impact anthropique sur leur habitat.

Les résultats issus de notre travail sont assez prometteur, et ce, malgré le peu d'échantillonnage effectué. En effet, dans chaque sol, un seul prélèvement a été effectué. D'autres prélèvements sont nécessaires pour nous donner une image de la biodiversité réelle.

Pour préserver la fertilité des sols, il faut protéger cette faune édaphique. Mais, il faudra d'abord connaître la biodiversité réelle dans les sols non affectés par les pratiques agricoles ou par une quelconque pollution. A partir de là, il sera possible de définir de nouvelles règles qui vont s'inscrire dans une agriculture biologique durable qui contribueront à préserver un sol vivant.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AFNOR, 1994.** Association Française de Normalisation. Dictionnaire de l'environnement, les termes normalisés.
- Aubert G., 1978.** Méthodes d'analyses des sols, *C.R.D.P.*, Marseille. 189p.
- Bachelier G., 1978.** La faune des sols, son écologie et son action. *IDT N°38. ORSTOM*, Paris, 391 p.
- Baha M., 1997.** The earthworm fauna of Mitidja, Algeria. *Trop. Zool.*, 10, 247-254.
- Baha M. & Berra S., 2001.** *Proselodrilus doumandjii* n. sp., a new lumbricid from Algeria. *Trop. Zool.* 14, 87-93.
- Baize D., 1989.** Guide des analyses courantes en pédologie. *INRA*, Paris, 172 p.
- Barois I., Lavelle P. & Brossard M., 1999.** Ecology of species with large environmental tolerance and/or extended distributions. In: Lavelle P., Brussaard L. & Hendrix P. Earthworm management in tropical agroecosystems. *CAB International Wallingford*. pp 57-86.
- Bazri K E., 2015.** Etude De La Biodiversité Des Lombriciens Et Leurs Relations Avec Les Propriétés Du Sol Dans Différents Etages Bioclimatiques, Dans L'Est Algérien. Th. Doc. Univ. Constantine1, Constantine, 170 p.
- Beddard F.E., 1892.** On earthworms from Algeria and Tunisia. *Proceedings of the Royal physical Society of Edinburg*, Edinburg, 28-37.
- Berner A., Hildermann I., Fliessbach A., Pfiffner L., Niggli U. & Mader P., 2008.** Crop yield and soil fertility response to reduced tillage under organic management. *Soil Till. Res.*, 101, 89-96.
- Bhadoria T. & Gopal Saxena K., 2010.** Role of Earthworms in Soil Fertility Maintenance through the Production of Biogenic Structures. *Applied and Environmental Soil Science*, 2010, 7 p.
- Blakemore R.J., 2000.** Ecology of earthworms under the "Haughley Experiment" of organic and conventional management regimes. *Biological Agriculture & Horticulture*. 18 (2), 141-159.
- Blouin M., Zuily-Fodil Y., Pham-Thi A-T., Laffray D., Reversat G., Pando A., Tondoh G. & Lavelle P., 2005.** Belowground organism activities affect plant aboveground phenotype, inducing plant tolerance to parasites. *Ecol. Lett.* 8, 202-208.
- Boström U., 1995.** Earthworm populations (*Lumbricidae*) in ploughed and undisturbed leys. *Soil Till. Res.*, 35, 125-133.
- Bouché M. B., 1972.** Lombriciens de France: Ecologie et Systématique. *INRA Ann. Zool. Ecol. Anim. Publication*, France, 671 pp.

- Bouché M.B., 1977.** Stratégies lombriciennes. *Bull. Ecol.*, Paris, 25, 122-132.
- Bouché M.B., 2003.** Vers de terre, de Darwin à nos jours. Un révélateur heuristique. Académie des Sciences et lettres de Montpellier. Séance du 02/06/2003, Conférence n°3826. Montpellier, France.
- Chan K.Y., 2001.** An overview of some tillage impacts on earthworm population abundance and diversity - implications for functioning in soils. *Soil Tillage Res.*, 57, 179-191.
- Chapuis-Lardy L., Brossard M., Lavelle P. & Schouller E., 1998.** Phosphorus transformations in a ferralsol through ingestion by *Pontoscolex corethrurus*, a geophagous earthworm. *European Journal of Soil Biology*, 34, 61-67.
- Chaoui H., 2010.** Vermicompostage (ou lombricompostage) : Le traitement des déchets organiques par les vers de terre. N° 10-010, Ontario, 8p.
- Curry J. P., 1998.** Factors affecting earthworm abundance in soils. *Earthworm ecology*, 91-113.
- Curry J.P. & Schmidt O., 2007.** The feeding ecology of earthworms. A review. *Pedobiologia*. Vol.50, 463–477 pp.
- Dajoz R., 1985.** Précis d'écologie. Ed. Bordas, Paris, 505p.
- Darwin C., 1890.** The formation of vegetable mould, through the action of worms, with observations on their habits, *Appleton & Company*, 348 p.
- Deprince A., 2003.** La faune du sol, diversité, méthodes d'étude, fonctions et perspectives. *Le courrier de l'environnement de l'INRA*, Paris, 49, 123-138.
- Doube B.M., Schmidt O., Killham K. & Correll R., 1997.** Influence of mineral soil on the palatability of organic matter for lumbricid earthworms: a simple food preference study. *Soil Biol. Biochem.*, 29, 569–575.
- Edwards CA., 2004.** Earthworm Ecology. 2nd ed, St. Lucie Press, Boca Raton, USA.
- Edwards C. A., Bohlen P. J., Linden D. R. & Subler S., 1995.** Earthworms in agroecosystems. In: Hendrix, P. F. (eds), Earthworm ecology and biogeography in North America. Lewis Publishers, Boca Raton, FL, pp. 185-213.
- Edwards C. A. & Bohlen P. J., 1996.** Biology and Ecology of Earthworms. 3rd ed. Chapman and Hall, 426 pp.
- Edwards C. A. & Lofty J. R., 1977.** The influence of invertebrates on root growth of crops with minimal or zero cultivation. *Ecol. Bull.*, 25, 348-356.

- Evans A. C. & Guild W. J. M. L., 1948.** Studies on the relationships between earthworms and soil fertility. *in* Bachelier, G., 1978. La faune des sols, son écologie et son action, IDT N°38. *ORSTOM*, Paris, 391 pp.
- Faurie C., Ferrà C., Medori P., Deveaux J. & Hemtienne J-L., 2003.** Ecologie – approche scientifique et pratique. 5^{ème} Edition. *Ed : Tec. Et Doc.* Lavoisier, Paris, 334p.
- Gandolphe M., 1861.** Lombric phosphorescent. *Revue et Magazine de Zoologie*, 13, 284-287.
- Girard J.M., Walter C., Remy J.C., Berthelin J. & Morel J.L., 2005.** Sols et environnement, *Edition Campus DUNOD*, Paris, 816p.
- Gobat J. M., Aragno, M. & Matthey W., 2003.** The living soil: basic pedology – soil biology. *Chapman and Hall*, 569 pp.
- Hale C.M., Frelich L.E., Reich P.B. & Pastor J., 2005.** Effects of European earthworm invasion on soil characteristics in northern hardwood forests of Minnesota, USA. *Ecosystems*, 8, 911–927.
- Hénin S., Gras R., Monner G., 1969.** Le profil cultural. *Masson*, Paris, 332p.
- Herger P., 2003.** Regenwürm. Zentrum für angewandte Ökologie Schattweid, *Natur-Museum Luzern*, 49 p.
- Hernández P., Gutiérrez M., Ramajo M., Trigo D. & Díaz Cosín D.J., 2005.** Horizontal distribution of an earthworm community at El Molar, Madrid (Spain). *Pedobiologia* 47, 568–573
- Hernández P., Rosa Fernández R., Novo M., Trigo D. & Díaz Cosín D.J., 2006.** Geostatistical and multivariate analysis of the horizontal distribution of an earthworm community in El Molar (Madrid, Spain), *Pedobiologia* 51, 13—21
- Hipp A., 2005.** *The Life Cycle of an Earthworm. Rosen Classroom*, 24p.
- Holland J. M., 2004.** The environmental consequences of adopting conservation tillage in Europe: reviewing the evidence. *Agr. Ecosyst. Environ.*, 103, 1-25.
- Holmstrup M., Ostergaard I.K., Nielsen A. & Hansen B.T., 1996.** Note on the incubation of earthworm cocoons at three temperatures. *Pedobiol.* 40, 477-478.
- Huber G. & Schaub C., 2011.** La fertilité des sols : L’importance de la matière organique. Service Environnement-Innovation, Chambre d’agriculture. Bas-Rhin, 46 p.
- James S.W., 2004.** Earthworms (Clitellata, Acanthodrilidae) of the mountains of Eastern Jamaica. *Organisms Diversity and Evolution*, 4: 277–294.
- Jana U., 2009.** Etude des interactions entre la plante *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh et le ver de terre *Aporrectodea coaliginosa* (Savigny): Application à la phytoremédiation de l’arsenic et de l’antimoine, Thèse, Université Paris-Est.

- Jégou D., Brunotte J., Rogasik H., Capowiez Y., Diestel H., Schrader S. & Cluzeau D., 2002.** Impact of soil compaction on earthworm burrow systems using X-ray computed tomography: preliminary study. *Eur. J. Soil Biol.* 38, 329-336.
- Lakhani K.H. & Satchell J.E., 1970.** Production of *Lumbricus terrestris* L. *Journal of animal Ecology.* 39, 473-492.
- Lavelle P., 1981.** Stratégies de reproduction chez les vers de terre. *Acta Oecol.-Oecol.* Vol 2, 117–133.
- Lavelle P., 1997.** Faunal activities and soil processes: adaptive strategies that determine ecosystem function. *Adv. Ecol. Res.*, 27 : 93-132.
- Lavelle P., Barois I., Blanchart E., Brown G., Brussaard L., Decaëns T., Fragoso C., Jiménez J. J., Ka Kajondo K., De los Angeles Martinez M., Moreno A., Pashanasi B., Senapati B. et Villenave C., 1998.** Les vers de terre, une ressource dans les agrosystèmes tropicaux. *Nature et Ressources* 34 : 26-41.
- Lavelle P. & Spain A. V., 2001.** Soil Ecology. *Kluwer Scientific Publications*, Amsterdam, 654 pp.
- Le Bayon R.C., Moreau S., Gascuel-Oudou C. & Binet F., 2001.** Annual variations in earthworm surface-casting activity and soil transport by water runoff under a temperate maize agroecosystem. *Geoderma* 106, 121–135
- Lee K. E., 1985.** Earthworms: their ecology and relationship with soils and land use. New York, 411 pp.
- Lowe C. N. & Butt K. R., 2005.** Culture techniques for soil dwelling earthworms: a review. *Pedobiol.* 49, 401-413.
- Mele P. M. & Carter M. R., 1999.** Impact of crop management factors in conservation tillage farming on earthworm density, age structure and species abundance in south-eastern Australia. *Soil Tillage Res.* 50, 1-10.
- Omodeo P. & Martinucci G.B., 1987.** Earthworms of Maghreb. *On earthworms.* A.M. Bonvicini Paglia I. & P. Omodeo (eds). Selected Symposia and Monographs U.Z.I., 2, *Mucchi, Modena*, 235-250.
- Omodeo P., Rota E. & Baha M., 2003.** The megadrile fauna (Annelida :Oligochaeta) of Maghreb: a biogeographical and ecological characterization. *Pedobiologia.* 47, 458 – 465.
- Ouahrani G. et Gheribi-Aoulmi Z., 2008.** Apport des lombriciens à l'estimation des éléments traces (Cd, Cu, Pb et Zn) des sols bordant l'oued Rhumel (Constantine). *Ecologia Mediterranea*, 33, 73-84.
- Peigné J., Cannavaciolo M., Gautronneau Y., Aveline A., Giteau J.L. & Cluzeau D., 2009.** Earthworm populations under different tillage systems in organic farming. *Soil & Tillage Research*, 104, 207-214.

- Pelosi C., 2008.** Modélisation de la dynamique d'une population de vers de terre *lumbricus terrestris* au champ contribution à l'étude de l'impact de systèmes de culture sur les lombriciennes. Th. Doc., Ecole doctoral. *ABIES*. Paris, 141 p.
- Pérès G., Cluzeau D., Hotte H. & Delaveau N., 2011.** Les vers de terre. UMR 6553. *EcoBio.*, Univ. Rennes 1, France, 4p.
- Pérès G., Cluzeau D., Curmi P. & Hallaire V., 1998.** Earthworm activity and soil structure changes due to organic enrichments in vineyard systems. *Biol. Fertil. Soils* 27, 417- 424.
- Petit J. & Jobin P., 2005.** La fertilisation organique des cultures. *FABQ*, Québec, 49p.
- Pfiffner L., 2013.** Regenwürmer baumeister fruchtbarer böden. FiB .Schweiz. 6p.
- RAMADE F., 1984.** Éléments d'écologie : Écologie fondamentale. *Mc Graw-Hill*, Paris, 379 p.
- Rosas-Medina M.A., de Leon-Gonzalez F., Flores-Macias A., Payan-Zelaya F., Borderas-Tordesillas F., Gutierrez-Rodriguez F. & Fragoso-Gonzalez C., 2010.** Effect of tillage, sampling date and soil depth on earthworm population on maize monoculture with continuous stover restitutions. *Soil Tillage Res.*, 108, 37-42.
- Saporta G., 1996.** L'analyse de données évolutives, méthodes et applications. *Ed. TIC*, 223p.
- Saussey, M., 1966.** Contribution à l'étude des phénomènes de diapause et de régénération caudale chez *Allolobophora icterica* (Savigny) (Oligochète Lombricien). *Mem. Soc. Linn. de Normandie, nouv. ser., sect. zool.* 3, mémoire n°1, pp. 1-158.
- Sims R. W. & Gerard B. M., 1999.** Earthworms. *FSC Publications*, London, 167 pp.
- Soltner D., 2005.** Les bases de la production végétale: tome 1 le sol et son amélioration. *Soltner*, 472 p.
- Svensden T. S., Hansen P. E., Sommer C., Martinussen T., Grønvold J. & Holter P., 2005.** Life history characteristics of *Lumbricus terrestris* and effects of the veterinary antiparasitic compounds ivermectin and fenbendazole. *Soil Biol. Biochem.*, 37, 927-936.
- Vigot M. & Cluzeau D., 2014.** Les vers de terre. *Chambre d'Agriculture de la Vienne*. Vienne, 10p.

Annexe I

Interprétation des valeurs du pH, du calcaire total et de la matière organique

Tableau 6. Interprétation des valeurs du pH (Baize, 1989)

<i>Valeurs du pH</i>	<i>Qualification</i>
< 4,5	<i>Extrêmement acide</i>
4,6 à 5	<i>Très fortement acide</i>
5,1 à 5,5	<i>Fortement acide</i>
5,6 à 6,75	<i>Faiblement acide</i>
6,75 à 7,3	<i>Neutre</i>
7,4 à 7,8	<i>Légèrement alcalin</i>
7,9 à 8,4	<i>Moyennement alcalin</i>
8,5 à 9	<i>Fortement alcalin</i>
□ 9,1	<i>Très fortement alcalin</i>

Tableau 7. Interprétation des valeurs du calcaire total (Baize, 1989)

<i>% de CaCO_3</i>	<i>Qualification</i>
5 à 12,5	<i>Faiblement calcaire</i>
12,5 à 25	<i>Modérément calcaire</i>
25 à 37,5	<i>Assez fortement calcaire</i>
37,5 à 50	<i>Fortement calcaire</i>
Plus de 50	<i>Très fortement calcaire</i>

Tableau 8. Interprétation du taux de la matière organique (Baize, 1989)

<i>Matière organique</i>	<i>Qualification du sol</i>
< 1.4	Très pauvre en M.O
1.4 < M.O < 2	Pauvre en M.O
2 < M.O < 3	Argile < 22 % Bien pourvu en M.O
	22 % < Argile < 30 % Moyennement pourvu
	Argile > 30 % Pauvre en M.O
3 < M.O < 4	Sol bien pourvu en M.O
M.O > 4	Teneur élevée en M.O

Annexe II

Protocole détaillée de l'analyse granulométrique

Le principe de cette méthode consiste à :

- Détruire la matière organique par une attaque à l'eau oxygénée ;
- Disperser les particules par un dispersant énergétique, l'hexamétaphosphate de sodium, et par agitation mécanique ;
- Effectuer des prélèvements à l'aide de la pipette ROBINSON, dans des flacons à sédimentation à des profondeurs et à des moments déterminés en appliquant la loi de Stokes.

- Le premier prélèvement correspond au poids de l'argile et limons fins (après 3 minutes et 54 secondes de décantation à une température de 29°C et à une profondeur de 10 cm).

- Le deuxième prélèvement correspond au poids de l'argile (après 8 heures de sédimentation à une profondeur qui dépend de la température de la suspension).

- Détermination du facteur de correction dû à l'hexamétaphosphate de sodium :

- Agiter l'éprouvette contenant seulement la solution d'hexamétaphosphate de sodium et faire un prélèvement à la pipette Robinson.

- Mettre le volume prélevé dans une capsule tarée et faire sécher à l'étuve à 105°C.

- Détermination de la fraction supérieure à 0,05

- Remettre en suspension les particules par agitation

- superposer deux tamis de mailles à 0,2 mm et 0,05 mm

- Récupérer le contenu de chaque tamis dans une capsule tarée à l'aide de jets de pissette et faire sécher à l'étuve à 105°C. Le tamis de maille égale à 0,2 mm contiendra les sables grossiers, le tamis de maille égale à 0,05 mm contiendra les fins.

- Détermination de la fraction inférieure à 0,05 mm (Limos grossier).

- Ajuster au volume de 1000 ml de l'eau distillée la fraction inférieure à 0,05 récupérée après tamisage.

- Agiter l'éprouvette et prélever rapidement cette fraction à la pipette Robinson

- Récupérer le contenu de la pipette à sécher à l'étuve à 105C°.

En considérant que les prélèvements sont de 20 ml, que le poids de la prise d'essai est de 15 g et que le volume total de la suspension est de 1000 ml, ceci en tenant compte du facteur de correction 100/100-H, et par la différence avec le poids de la capsule vide, nous déterminons les poids suivants :

P : Prise d'essai

P1 : poids des argiles, limons fins et l'hexametaphosphate de sodium

P2 : poids des argiles et l'hexametaphosphate de sodium

P3 : Poids d'hexametaphosphate

P4 : Poids de sables fins

P5 : poids de sables grossiers

P6 : poids d'argile, limons fins, limons grossier et l'hexamétaphosphate sodium

U : Volume de la pipette Robinson

V : Volume totale de la suspension soit 1000 ml

MO : Pourcentage de la matière organique

H : humidité résiduelle

CaCO₃ : pourcentage de CaCO₃ de l'échantillon (si la décarbonisation n'a pas été réalisée, CaCO₃ = 0)

$$\% \text{ d'argile} = \frac{(P2 - P3). V . 100}{\left(P - \left(\frac{P}{100}\right) . (MO + H + CaCO_3)\right) . U}$$

$$\% \text{ de limons fins} = \frac{(P1 - P2). V . 100}{\left(P - \left(\frac{P}{100}\right) . (MO + H + CaCO_3)\right) . U}$$

$$\% \text{ de limons grossiers} = \frac{(P6 - P1). V . 100}{\left(P - \left(\frac{P}{100}\right) . (MO + H + CaCO_3)\right) . U}$$

Annexe III

Fiche d'identification de *octodrilus complanatus***Station : Tala****Athmane****Type : Terrain non cultivé****Végétation : herbacée****Morphologie****Couleur :** Marron foncé
Gradient léger de la tête à l'anous**Taille (cm) :** 6,4**Poids (g) :** 0,7**Diamètre (cm) :** 0,5**Prostomium :** épilobique**Extémité caudale :**
arrondie**Clitillum :** annulaire**Segmentation : 157****Tête-Clitillum :** 29**Clitillum :** 8**Clitillum anus :** 120**Position des**

Corps



Tête



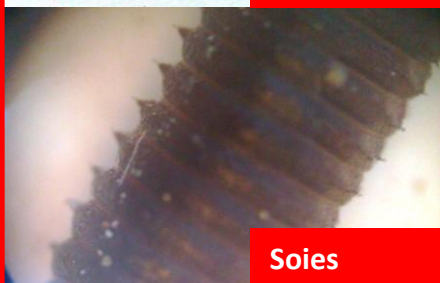
Clitillum



E. Caudale



P. mâles



Soies



Annexe VI

Clé d'identification des espèces de vers de terre inventoriées
(Bouché, 1972 ; Sims et Gérard, 1999)

Espèces Critères	<i>Allolobophora caliginosa</i>	<i>Allolobophora rosea</i>	<i>Allolobophora chlorotica</i>	<i>Lumbricus terrestris</i>
Catégorie écologique	Endogé	Endogé	Endogé	Anécique
Forme	Aplatissement caudal	Assez fin, petit à moyen enroulement post-mortem	Cylindrique avec un aplatissement clitellien faible	Gros, aplatissement caudal
Pigmentation	Non pigmenté, corps gris-rose, partie antérieure rouge-rosé	Non pigmenté, corps rose-pâle à gris rosé, partie antérieure très rosée	Pigmentation verte ou rosée avec gradient A/P et D/V	Rouge-vineux, gradient dorsal antéro-postérieur (A/P) et dorso-ventral (D/V)
Longueur	40 – 18 mm	25-85 mm	30-80 mm	90-350 mm
Diamètre	3,5 – 7 mm	2-6 mm	3-7 mm	6-10 mm
Poids	180 – 840 mg	150 – 280 mg	500-700 mg	5-15 mm
Nombre de segments	120-246	(104) 120 – 140 (165)	80-138	(120) 140-155 (160)
Prostomium	Epilobique	Epilobique	Epilobique	Tanylobique
clitellum	27-34 forme de selle, gris-terne	(25) 26-31 (33) Partie ventrale aplatie. Jaune clair, orange ou marron	29-37 en forme de selle	32-37 Orangé
puberculum	31-33 En forme de lunettes	29-30 (31) en 2 bandelettes	30-36 forme de bandelette, avec 3 paires de cupules ventrales, en 31, 33, 35	33-36
Pores mâles	15	En 15. Ronds avec point dedans	15 En fente verticale	15
Soies	Etroitement géminées	Etroitement géminées	Etroitement géminées	Géminées, bien visibles

Liste des figures

Figure 1. Groupes écologiques chez les vers de terre (Bouché, 1972).	5
Figure 2. Schéma des caractères externes observables chez les vers de terre (Bouché, 1972)	7
Figure 3. Cycle de vie des vers de terre (Hipp, 2005)	9
Figure 4. Localisation des deux régions d'étude (Google Earth)	15
Figure 5. Diagramme ombrothermique de la région de Tizi-Ouzou (2005-2014)	19
Figure 6. Projection de la région de Tizi-Ouzou dans le climagramme d'Emberger	21
Figure 7. Plan d'échantillonnage du sol et des vers de terre (Figure : Amziane et Oudachène, 2016)	23
Figure 8. Prélèvement des vers de terre (Photos : Amziane et Oudachène, 2016)	24
Figure 9. Sol qui sèche dans l'étuve (Photo : Amziane et Oudachène, 2016)	27
Figure 10. Classes granulométriques (Baize, 1989)	28
Figure 11. Destruction de la matière organique (Photo : Amziane et Oudachène, 2016)	28
Figure 12. Sédimentation des particules de sol (Photo : Amziane et Oudachène, 2016)	28
Figure 13. Critères d'identification de <i>A. caliginosa</i>	33
Figure 14. Critères d'identification de <i>L. terrestris</i>	33
Figure 15. Critères d'identification de <i>O. complanatus</i>	34
Figure 16. Critères d'identification de <i>Lumbricina sp.</i>	34
Figure 17. Critères d'identification de <i>Allolobophora rosea</i>	35
Figure 18. Critères d'identification de <i>Allolobophora chlorotica</i>	35
Figure 19. Densité des espèces de vers de terre dans chaque station	36
Figure 20. Biomasse des vers de terre dans chaque sol	36
Figure 21. Richesse spécifique	37
Figure 22. Abondances relatives des lombriciens dans les 2 stations	37
Figure 23. Abondances relatives des lombriciens dans chaque station	38
Figure 24. Indice de Shannon-Weaver chaque sol des deux stations	38
Figure 25. Résultats de l'ACP	39

Liste des tableaux

Tableau 1. Classification des vers de terre	4
Tableau 2. Températures mensuelles moyennes, minimales et maximales exprimées en degrés Celsius (°C) de la région de Tizi-Ouzou (2005-2014) (ONM).	18
Tableau 3. Précipitations moyennes mensuelles en (mm) de la région de Tizi-Ouzou (2005-2014) (ONM).	18
Tableau 4. Paramètres physico-chimiques des sols échantillonnés	31
Tableau 5. Nombre d'individus récoltés dans chaque terrain par espèce	32

Liste des annexes

Annexe I. Interprétation des valeurs du pH, du calcaire total et de la matière organique (Baize, 2006).	49
Annexe II. Protocole détaillée de l'analyse granulométrique	50
Annexe III. Fiche d'identification de <i>Octodrilus complanatus</i>	53
Annexe VI. Clé d'identification des espèces de vers de terre inventoriées (Bouché, 1972 ; Sims et Gérard, 1999)	54

Résumé

Contribution à l'inventaire des vers de terre dans deux stations en Kabylie (Tala Athmane et Mâatkas) et la mise en évidence de l'impact des pratiques agricoles sur leur diversité

L'étude des vers de terre connaît un regain d'intérêt ces dernières années. Les données algériennes se sont enrichies, mais restent toutefois insuffisantes. De nombreuses régions n'ont jamais été échantillonnées comme les deux stations Tala Athmane et Mâatkas où nous avons mené un travail de recherche qui a duré 4 mois, qui vise à identifier les espèces dans ces stations, caractériser les sols qu'elles affectionnent et mettre en évidence l'impact des pratiques agricoles sur cette faune.

A l'issue de cette étude, 5 espèces appartenant à la famille des lumbricidae: *Allolobophora caliginosa*, *Allolobophora rosea*, *Allolobophora chlorotica*, *Lumbricus terrestris* et *Octodrilus complanatus* ont été identifiées. Une espèce épigée non identifiée qualifiée probablement de nouvelle espèce. Les indices de diversité (Richesse spécifique, densité, biomasse, indice de Shannon-Weaver et équitabilité) ainsi que l'analyse en composante principale (ACP) ont révélé que la distribution des vers de terre est influencée par le taux de limons dans le sol, excepté pour *Allolobophora rosea* présente particulièrement dans un sol limoneux-sableux, pauvre en matière organique. L'abondance et la biomasse sont affectées par les labours profonds particulièrement chez les espèces épigées et anéciques.

Mots clés : Vers de terre, identification, diversité, distribution, agriculture, Kabylie.

Abstract

Contribution to the inventory of earthworms in two regions in Kabylie (Tala Athmane and Mâatkas) and the highlighting of the agricultural impact on their diversity

The study of earthworms has regained these last few decades. Algerian data have improved but remain unsatisfactory. Many regions have never been studied yet, as Tala Athmane and Mâatkas, where we conducted a study that lasted for 4 months and aims to identify the earthworm species in these regions, characterize the soils they favor and comprehend the impact of agriculture on this fauna.

The results revealed 5 species: *Allolobophora caliginosa*, *Allolobophora rosea*, *Allolobophora chlorotica*, *Lumbricus terrestris* and *Octodrilus complanatus* along with another endogenic species that could not be identified. The diversity indices and the CPA show that these species distribution is correlated with higher silt in soil, except for *Allolobophora rosea* found only in a silty-sandy soil with low organic matter. The abundance and biomass are affected by soil tillage.

Key words: Earthworms, identification, diversity, distribution, agriculture, Kabylie.



Introduction

Chapitre I

Généralités sur les vers de terre

Chapitre II

Caractérisation de la zone d'étude

Chapitre III


Matériel et méthodes

Chapitre IV

Résultats et discussion



Conclusion et perspectives



**Références
bibliographiques**



Annexes