

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Abbes Laghrour Khenchela
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Mémoire

De fin d'étude pour l'obtention du diplôme de master en écologie et environnement

Option : Pollution et Dépollution des Eaux et des Sols Pollués

Thème

Contribution à l'étude de l'abondance lombricienne dans la forêt domaniale de Haracta

Soutenu par **LAOUADI Loubna**

Devant le jury

BOUAKAZ A	MAA. Univ. ABBES Laghrour Khenchela	Présidente
ABABSA N.	MAA. Univ. ABBES Laghrour Khenchela	Promotrice
RECHID R.	MAB. Univ. ABBES Laghrour Khenchela	Examinatrice

Promotion 2012- 2013

Introduction

Les vers de terre, ou lombriciens, sont indicateurs de la qualité des sols. Ils sont parmi les auxiliaires du sol les plus reconnus de par leur contribution à la fertilité des sols. Les populations de vers de terre aident les scientifiques à mieux comprendre les effets des métaux sur le sol.

De plus, les vers de terre jouent un important rôle dans la dégradation et le recyclage des litières et de tout résidu organique disponible dans le sol ou à sa surface. Ils créent des réseaux de galeries qui assurent un transfert et un stockage du carbone dans les sols. Cela favorise l'aération du sol via la diffusion des gaz et facilite le développement et la progression des racines. Les vers de terre sont un moyen simple d'évaluer l'activité biologique de ses sols et donc par conséquent de leur santé. En premier lieu parce qu'ils travaillent le sol et le fertilisent, dégradent les matières organiques et facilitent leur assimilation dans le sol. Leur seconde qualité est qu'ils sont d'excellents indicateurs d'une vie souterraine très mal connue : ils représentent environ 20 % des organismes vivants dans le sol (hors racines) ; cela signifie que si vous trouvez 30 g de vers de terre au m², il y a aussi le même poids de champignons et d'algues, à peu près le double de bactéries et la moitié de tout le reste (protozoaires, nématodes, insectes, mammifères etc.). Soit en réalité 150 g/m² de vie sous vos pieds ou encore 1,5 t/ha. Avec 150 g/ m² de vers, sol de prairie ou en semis direct, on monte à 7,5 t/ ha de vie biologique souterraine et vous disposerez également de 45 t/ha/an (45 kg/m²) de déjections très fertiles en surface auxquelles il faut ajouter 315 t/ha/an dans le sol. (**Archambeaud, 2012**)

Notre travail est une première approche de l'étude de l'abondance et la diversité des populations des vers de terre, dans une forêt d'une région semi-aride, vu l'importance de ces ingénieurs de l'écosystème dans la fertilité des sols et la stabilité de la structure et vu le peu d'études dans ce domaine au niveau des régions semi-arides dans notre pays.

Notre mémoire est structurée en trois parties :

La première partie est une analyse de la littérature scientifique ;

La deuxième partie est une présentation du périmètre d'étude et des matériels et méthodes ;

La troisième partie est consacrée à l'analyse des résultats.

1- Origine des vers de terre

D'après **Bouché (1984)**, l'histoire des vers de terre remonte vraisemblablement au Précambrien, il y a environ, 700 millions d'années. Les ancêtres des vers de terre actuels vivaient dans l'eau. Ils n'ont pu conquérir la terre ferme qu'à partir du moment où la végétation était présente parce qu'ils se nourrissent essentiellement de matière végétale en décomposition (**Buch, 1991**).

2- Classification

Les vers de terre sont des invertébrés. Des vers segmentés appartiennent à l'embranchement des Annélides (Tableau-1) dont la principale caractéristique évolutive est un corps formé d'une série d'anneaux très apparents à la surface du corps correspondant à autant de cavités internes séparées, qui permettent d'effectuer des mouvements efficaces pour l'enfouissement dans le sol. Les vers de terre sont dans l'ordre des Oligochètes des vers dont les soies sont de très petite taille qui comprend des vers terrestres et aquatiques. La famille des Lombricidés est la plus importante des Oligochètes et probablement la plus récente en terme évolutif de la classe (**Edwards et Bohlen, 1996**). Elle se compose essentiellement de vers terrestres. Elle comprend environ 220 espèces dont 19 sont communes en Europe et se sont répandues à travers le monde, principalement par l'action de l'homme (**Edwards et Bohlen, 1996**).

Tableau 1 : Classification de ver de terre

Embranchement	annélides
Classe	clitellates
Ordre	oligochetes
Famille	lombricidés
Genre	Lombricus, eisenia, eudrilus
Espèce	<i>Lumbricus terrestris</i> , <i>Eisenia faeteda</i> , <i>Eudrilus eugeniae</i>

(**Boughaba, 2012**)

3 - Morphologie de vers de terre

Les vers de terre sont des animaux Invertébrés Métazoaires Tribasiques Coelomates Métamérisés. Ils appartiennent à la famille des Annélides, sous-famille des Oligochètes. Les

Oligochètes sont des Annélides dont les soies ventrales sont peu abondantes. Chaque anneau est un métamère, c'est à dire une unité d'organisation de l'animal. Chacune de ces unités est organisée autour d'une cavité, dite cœlome. Les vers de terre respirent par le tégument (la peau). Les néphridies sont des entonnoirs que l'on trouve dans chaque cavité cœlomique (deux par cavité, un à droite, un à gauche), qui filtre son contenu. On trouve également dans chaque métamère des muscles circulaires, des ganglions nerveux et des parapodes. Ces parapodes permettent d'augmenter la surface de contact et de mieux accrocher au support (rôle de locomotion). L'ensemble de ces métamères est traversé par un tube digestif, des vaisseaux sanguins (l'un dorsal et l'autre ventral) et une musculature longitudinale et ventrale. Tous les métamères sont identiques : on dit que la métamérie est homonome. Les appareils génitaux sont contenus entre les 9e et 13e métamères (<http://worganic.org>) (le clitellum, ceinture saillante relative à la reproduction). **(figure-1)**

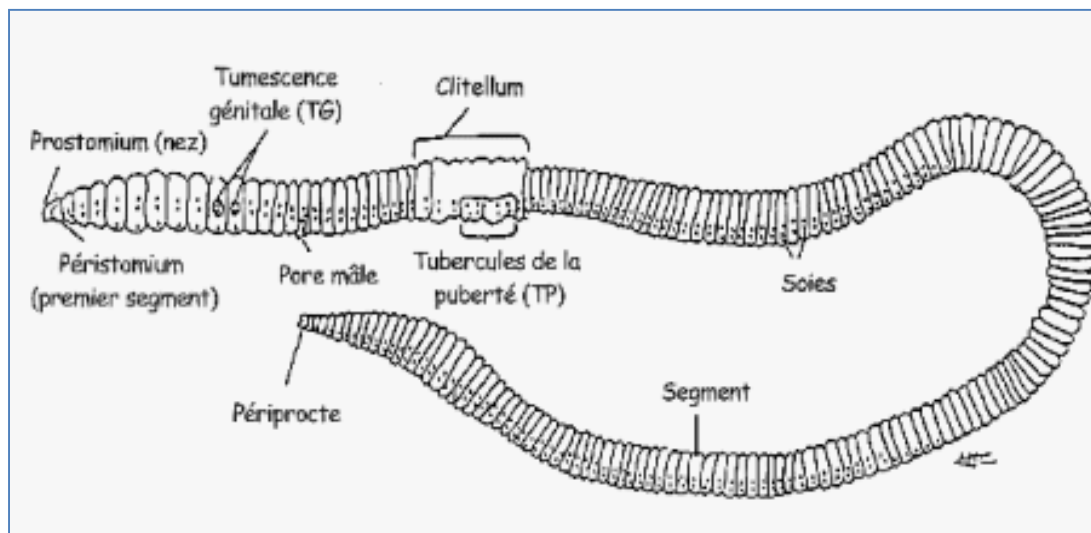


Figure1- Morphologie d'un ver de terre (<http://www.naturewatch.ca>)

La longueur des vers de terre peut varier du simple au double et, pour une même espèce, être influencée par de nombreux facteurs physiques dont l'humidité du sol. *Lumbricus rubellus* et *Lumbricus terrestris* par exemple mesure entre 30-110mm et 90 - 300mm respectivement à l'âge adulte. Des vers de 3 mètres de long et de 5 cm de diamètre ont été trouvés dans les sols humides des hauts plateaux de Colombie. **(Bachelier, 1978)**

Les vers de surfaces apparaissent plus pigmentés que ceux qui vivent en profondeur, les vers des régions sèches sont souvent de couleur plus sombre que les vers des régions humides. **(Bachelier, 1978)**

Les vers de terre possèdent des soies rigides, peu nombreuses et de forme peu variée, implantées directement dans les téguments, elles peuvent être sorties ou rétractées à des muscles protecteurs et rétracteurs situés à la base des follicules d'où naissent les soies.

Le prostomium constitue l'extrémité antérieure des vers de terre et n'a pas la même signification que les autres segments. Ses rapports avec le premier segment sont utilisés en systématique, chaque disposition ayant reçu un nom particulier. **(Bachelier, 1978)**

4 - Biologie des vers de terre

-Reproduction et la longévité des vers de terre

Parmi tous les organismes du sol, ce sont certainement les vers de terre qui présentent un des modes de reproduction les plus étranges. Les vers de terre sont des organismes hermaphrodites, c'est-à-dire des animaux qui possèdent simultanément les organes reproducteurs mâles et femelles. Bien que l'autofécondation (parthénogenèse) s'observe chez certaines espèces, le phénomène n'est pas courant. La plupart des espèces ont besoin d'un partenaire de la même espèce pour se reproduire.

Chez les vers de terre qui sont prêts à s'accoupler, le clitellum, normalement rosé, vire au rouge orangé. Les deux partenaires se placent ventre à ventre (**figure -2**), en position inverse (tête-bêche), et échangent leurs spermatozoïdes (sperme). Le sperme est contenu dans la spermathèque. L'échange de sperme entre les deux vers s'effectue en même temps. Un manchon muqueux se forme alors autour du clitellum. En séchant au contact de l'air, ce manchon se remplit d'un liquide appelé albumine. Le ver de terre s'extirpe alors tête première du tube en rampant. Durant sa progression du clitellum au prostomium, le manchon glisse au-dessus du pore femelle, qui libère des œufs dans la capsule, puis du pore de la spermathèque (pore mâle), qui déverse les spermatozoïdes qui y étaient entreposés. Certaines espèces de vers de terre s'accouplent à la surface du sol, tandis que d'autres le font dans le sol. En raison de l'obscurité qui règne dans le sol, les scientifiques pensent que les vers de terre émettent une phéromone (substance chimique) afin d'indiquer aux autres vers qu'ils sont prêts à s'accoupler.

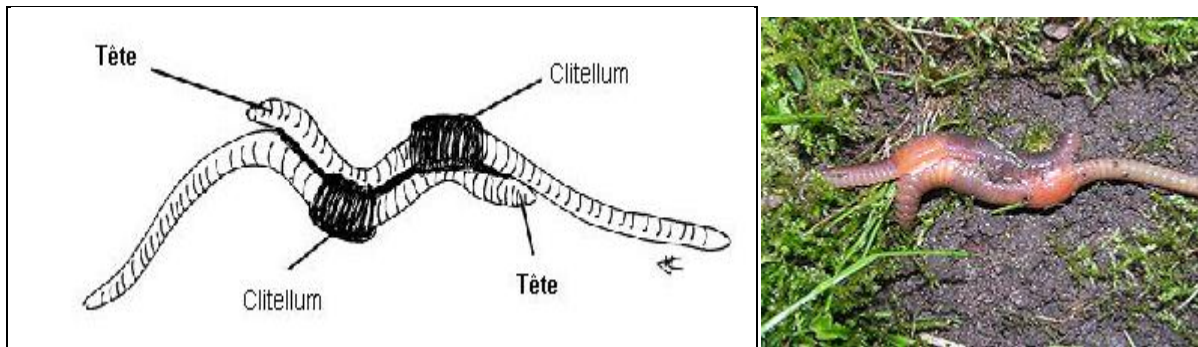


Figure 2- La reproduction sexuée des vers de terre. (<http://commons.earthworm-clitellum.copulation-beentree.jpg>.)

La cavité coelomique est métamérisée. Ces cavités sont homonomes, donc régulières avec répétition des néphridies et des ganglions, elles sont cloisonnées au niveau de chaque métamère par un dissépinement et remplies d'un liquide coelomique qui peut s'écouler à l'extérieur par un pore dorsal médian. Le corps est ainsi constitué d'anneaux successifs nommés segments. Ceux-ci sont entourés d'une musculature longitudinale et d'une musculature circulaire.

Les vers de terre ont une ou deux paires de testicules dans lesquels deux ou quatre paires de vésicules séminales produisent les spermatozoïdes qui sont recueillis par des spermathèques avant d'être libérés à travers les pores génitaux mâles lors de la fécondation externe. La paire unique d'ovaires, localisée quelques segments plus loin que les testicules, émet des œufs recueillis par les pavillons des oviductes puis libérés par les pores génitaux femelles. L'hermaphrodisme successif (protandrie chez les lombrics) disjoint la copulation de la reproduction. Les deux vers s'accouplent en position tête-bêche, étroitement unis par la sécrétion muqueuse du clitellum : ce bourrelet tégumentaire apparu à la maturité sexuelle permet non seulement de maintenir le partenaire lors de la reproduction mais aussi, une fois les partenaires séparés, de former un cocon (**figure-3**) (manchon de mucus mobile) qui, lorsque le ver se sépare, passe devant les pores génitaux femelles puis les pores génitaux mâles dont les spermatozoïdes fécondent les œufs .



Figure 3- **Cocon de ver de terre** (<http://aces.ens-lyon.fr/evolution/biodiversite/accompagnement-pedagogique/accompagnement-au-lycee/biodiversite-des-sols/les-lombriciens-1/>)

-La nutrition des vers de terre

Les vers de terre ingèrent leur nourriture en l'aspirant avec leur prostomium et leur pharynx musculueux, qui crée une très forte succion. La nourriture est entreposée dans le jabot, puis broyée en particules plus fines et plus faciles à digérer dans le gésier. Les vers de terre ont besoin d'un gésier, car ils n'ont pas de dents. L'absorption des éléments nutritifs s'effectue au niveau du petit intestin.

Les vers de terre se nourrissent probablement à mesure qu'ils se déplacent dans le sol. Peu sélectifs, ils avalent indifféremment n'importe quelle matière morte comme les débris végétaux et animaux en décomposition. Ils ingèrent rapidement d'importantes quantités de nourriture - ils peuvent rejeter en 24 heures l'équivalent de leur propre poids en déjections (excréments). **(figure-4)**



Figure -4 Déjection de ver de terre (turriculés) <http://www.intellego.fr/soutien-scolaire--/aide-scolaire-svt/photos-de-vers-de-terre-et-de-leurs-excrements--dejections-nommees-turricules-/48302>

-Respiration des vers de terre

La respiration des vers de terre est cutanée, c'est-à-dire que les échanges gazeux respiratoires entre l'atmosphère et le sang se font à travers la peau de l'animal. Ils sont facilités par le mucus qui maintient la peau humide et, si elle se dessèche, le ver meurt par asphyxie. Le sang, qui circule dans un système vasculaire clos, est coloré en rouge par une hémoglobine qui y est dissoute directement, contrairement à celle des vertébrés qui est contenue dans les globules rouges. Le vaisseau dorsal, observable par transparence, est contractile et met en mouvement le sang de l'arrière vers l'avant. Dans chaque anneau, des vaisseaux latéraux le relient à un vaisseau ventral dans lequel le sang circule de l'avant vers l'arrière. En outre, cinq paires de vaisseaux latéraux contractiles, situés dans la région antérieure, contribuent à la propulsion du sang et tiennent lieu de cœur (<http://www.naturewatch.ca/francais/wormwatch/about/ecology>)

-Locomotion des vers de terre

Les vers de terre se déplacent en ligne droite par une succession d'allongements et de raccourcissements de leur corps qui prend appui sur le substrat par les soies rigides. La partie antérieure s'allonge lorsque les muscles circulaires de la paroi du corps se contractent, puis, tandis que les soies de la partie antérieure s'accrochent sur le sol, la partie postérieure est ramenée vers l'avant par la contraction des muscles longitudinaux de la paroi du corps. Le mucus présent sur la peau facilite l'avancée dans les galeries par son action lubrifiante. (<http://www.naturewatch.ca/francais/wormwatch/about/ecology>)

5- Ecologie des vers de terre

Les vers sont des animaux aérobiques qui ont besoin d'oxygène pour vivre. N'ayant pas de poumons, ils absorbent l'oxygène et rejettent le CO₂ directement à travers la peau. Or, si le niveau d'oxygène baisse dans leur environnement, ils vont rechercher des conditions plus favorables. Bien que les vers n'aient pas d'yeux, ils ont des récepteurs très sensibles à la lumière dans leur peau. Quand ils sont exposés à la lumière, ils cherchent à s'enfouir et ils ne vont ressortir qu'une fois l'obscurité revenue. La peau des vers est aussi très sensible au soleil et peut subir facilement une insolation. **Bouché (1971)** a classé les vers de terre en trois grands groupes écologiques : les **épigés**, les **endogés** et les **anéciques**.

À chaque groupe de lombriciens correspond un habitat différent : de la surface du terrain aux profondeurs du sol. Les vers habitent tous les étages du sol mais ne se confondent pas. (**figure 5**) ils ont été répartis en trois groupes suivant leur spécificité écologique.

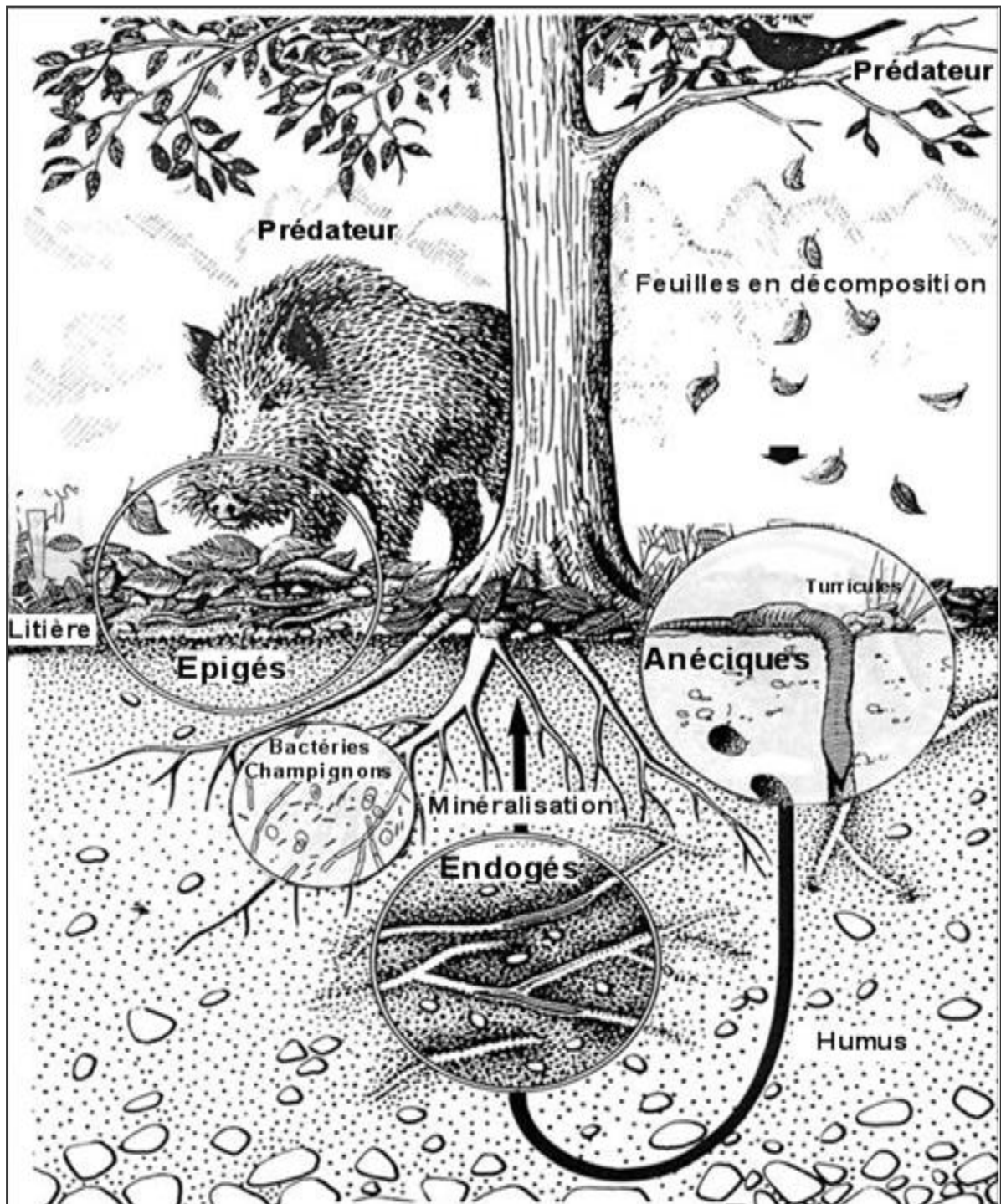


Figure 5- **Ecologie des vers de terre**

(http://www.lombritek.com/index.php?page=classement_zoologique_des_vers_de_terre&PH_PSESSID=049512191b42709349d27d6679ffb085)

La classe des épigés :

Les vers de terre vivant à la surface du sol, dans la litière (en dehors de la phase minérale du sol). Ces vers de terre, généralement de petite taille et fortement mobiles, possèdent une forte pigmentation qui leur confèrent une coloration rouge foncé qui leur permet de se dissimuler dans la litière de feuilles mortes et les déjections animales dans lesquelles ils vivent (**figure 6**). Ces vers de terre, de part leur régime alimentaire, vont être responsables de la décomposition et de la fragmentation de la matière végétale morte (feuille, tige, tronc) et de toute autre matière organique résiduelle à la surface du sol (**Bouché, 1971**). Ils la broient et produisent des boulettes fécales qui seront attaquées par les microbes et transformées en humus. Ils y a une forte porosité (80%) de vide à la surface du sol. Ceci va conférer au sol une très fort perméabilité qui atteint 150mm /heure en foret de feuillus tempérée et 300mm /heure au sol de forets tropicales (**Bourguignon et Bourguignon, 2008**)



Figure 6- vers de terre épigés *Dendrobaena octaedra*

(www.nrri.umn.edu/worms/identification/ecology_groups.html)

La classe des anéciques

Regroupe les vers de terre vivant dans le sol et créant des galeries verticales. Ces vers de terre à pigmentation brune, parfois irisée (mimétisme crépusculaire) possèdent une taille beaucoup plus importante que les vers de terre épigés. Ils sont caractérisés par une forte activité dans le sol, observable par le réseau complexe de galeries et les nombreux turriculés (déjections) qu'ils déposent à la surface du sol. Ces vers de terre sortent généralement la nuit, afin de limiter la prédation. Ils vont prélever la litière superficielle, qu'ils tirent dans leurs galeries. Ils réutilisent les mêmes galeries pendant un certains temps, à la différence des endogés **.(Bouche, 1984)**

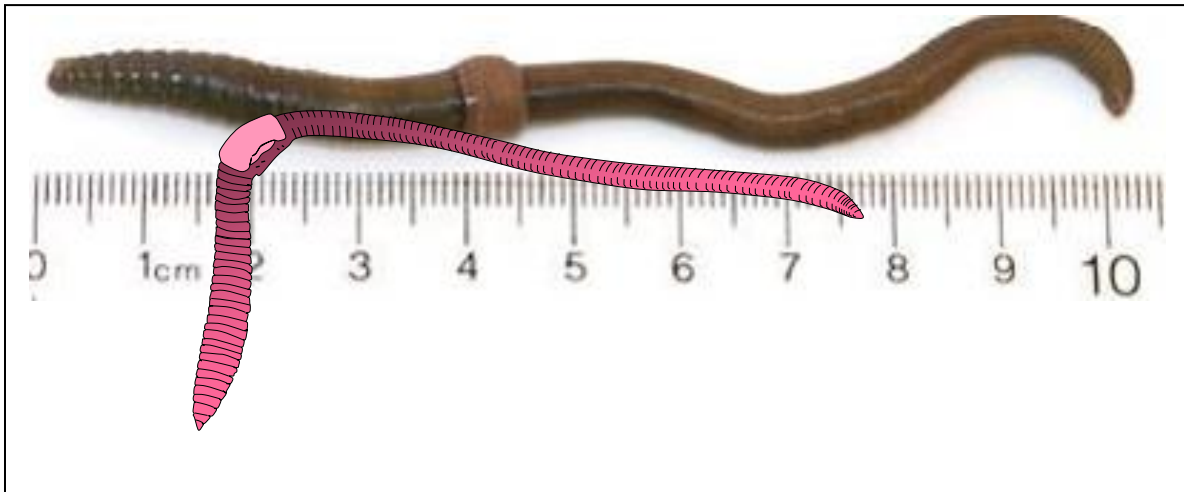


Figure – 7 Ver de terre anécique *L. terrestris*
 (ww.nrri.umn.edu/worms/identification/ecology_groups.html)

La classe des endogés

Regroupe les vers de terre, de taille petite à intermédiaire de 5,6 à 11 cm (**Reynolds et al., 2009**) qui sont souvent caractérisés par un manque de pigmentation. Cette caractéristique est répandue dans la faune édaphique de profondeur. Vivant en permanence dans le sol, dans des galeries horizontales, ils se nourrissent de la phase organo-minérale du sol (géophagie), de fragments de racines mortes (rhizophage), mais aussi de la microflore et mésofaune qui sont ingérées avec le sol. Cependant, leurs habitudes alimentaires sont hétérogènes et dépendent fortement de leur préférence pour le type de matière organique (**Curry et Schmidt, 2007**). Les turriculés résultants de leur activité métabolique sont déposés dans les galeries souterraines, qui sont donc peu réutilisées.

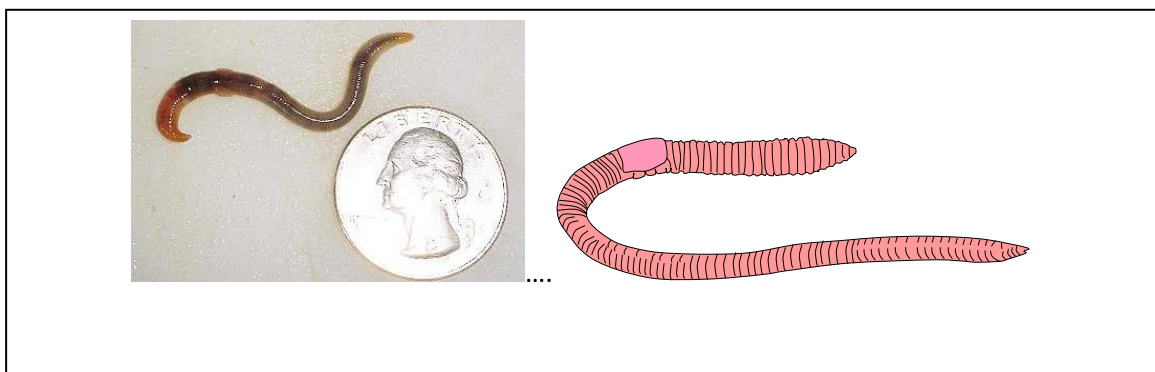


Figure - 8 Ver de terre endogé *Allolobophora caliginosa*

(<http://pets.webshots.com/album/93031731AZXEzc>)

Dans la plupart des écosystèmes, les vers de terre sont des facteurs clé dans la fragmentation de la matière organique (**Lavelle & Spain, 2001**). On estime ainsi qu'ils sont capables de consommer la quasi-totalité de la litière annuelle (**Brown et al, 2004**). L'activité conjointe de ces 3 classes écologiques de vers de terre permet la dégradation fine de la matière organique ainsi que son enfouissement dans le sol selon la chronologie suivante : dans un premier temps, la litière à la surface du sol va être fragmentée par les vers de terre épigés.

On estime que, cette litière fragmentée, sera à son tour consommée par les vers de terre anéciques, la dégradant encore plus et permettant son enfouissement dans le sol. Cette matière organique fortement dégradée va poursuivre son cycle en étant ingérée par les vers de terre endogés et subissant un nouveau processus de dégradation et de dissolution. L'activité conjointe des vers de terre contribue ainsi à l'entrée du carbone dans les sols et va permettre tous les processus physiques, chimiques et biologiques qui vont être décrits ci-après.

6- Les effets des facteurs des milieux sur les vers de terre

L'effet de pH sur les vers de terre

Les vers peuvent survivre dans une plage de pH allant de 5 à 9 (**Edwards, 1998**). La plupart des experts estiment que les vers préfèrent un pH de 7 ou légèrement plus élevé. Des chercheurs de Nouvelle-Écosse ont découvert que la plage de 7,5 à 8,0 était la meilleure (**Georg, 2004**). En général, le pH des litières de vers a tendance à baisser avec le temps.

L'effet de teneur en sel sur les vers de terre

Les vers sont très sensibles aux sels et préfèrent une salinité inférieure à 0,5 % (**Gunadi et coll., 2002**). Si on utilise des algues dans la nourriture (et les vers aiment vraiment toutes les sortes d'algues), il faut les rincer abondamment du sel de surface. De nombreux types de fumier présentent aussi une teneur élevée en sels solubles (jusqu'à 8 %).

L'effet de la texture du sol sur les vers de terre

Comme ils ingèrent la terre, il est logique que les vers soient plus abondants dans les sols limoneux, argilo-limoneux et argilo-sableux que dans les sables, les graviers et les argiles. (**Guild, 1948, in Bachelier, 1978**)

L'effet de la température

La température influence notablement la rapidité de développement des vers de terre, ainsi que leur activité. La production des cocons par les lombrics devient quatre fois plus

importante quand la température s'élève de 6C° à 16C°. Ainsi, l'activité de fouissage devient plus importante avec l'élévation de la température. Les vers de terre sont généralement tués si la température descend pendant quelques heures en dessous de leur point de congélation (**Bachelier, 1978**)

7- Importance des vers de terre

Impact des vers de terre sur les bactéries du sol

Les vers de terre sont capables de produire un ensemble de métabolites et autres substances actives, qui vont être bénéfiques à l'activité des microorganismes, lors de leur passage dans le tube digestif du vers de terre (**Lavelle et al., 1995; Brown et al., 2000; Edwards, 2004**). Au cours de ce processus, du mucus intestinal chargé en eau et en carbone soluble (le baiser) est produit par le vers de terre et va permettre le réveil de certaines bactéries.

Ainsi, pendant et après le passage dans le tube digestif des vers de terre, les bactéries seront fortement actives (**Bernard et al., 2012**). La forte activité des bactéries va permettre la décomposition des formes stables de matière organique du sol pour lesquelles les vers de terre ne possèdent pas les enzymes adéquates (**Lavelle et al., 1995; Brown et al., 2000**). Pendant ce processus, la population d'autres organismes (protozoaires, nématodes, champignons) va diminuer. Toutefois, aucun lien direct entre la digestion de ces organismes et l'alimentation des vers de terre n'a été clairement démontré (**Curry et Schmidt, 2007**).

A la fin du processus de digestion, les populations bactériennes restent encore un temps actives dans les turriculés laissés par les vers de terre. Ceci va avoir comme effet d'augmenter la minéralisation et la disponibilité des nutriments. Avec l'âge, l'activité à l'intérieur de ces turriculés va décroître jusqu'à retourner à son niveau initial, voir inférieur à celui d'un sol non ingéré, ce qui serait responsable d'une protection de la matière organique.

Impact des microorganismes sur les plantes

La capacité des micro-organismes du sol à produire des molécules régulatrices de la croissance des plantes est depuis longtemps reconnue et référencée (**Frankenberger et Arshad, 1995; Persello-Cartieaux et al, 2003; Ping et Boland, 2004; Hayat et al., 2010**). Ces micro-organismes peuvent avoir des effets bénéfiques sur la croissance des plantes en interférant avec la rhizosphère. Elles promeuvent ainsi leur croissance, limitent l'attaque de pathogènes ou encore améliorent la qualité du sol. Ces effets sur les plantes ont amené les

microbiologistes à les regrouper sous le nom de Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR).

Impact des vers de terre sur les mécanismes de défense de la plante

L'interaction des vers de terre avec ces populations de PGPR, capables de promouvoir la croissance des plantes, via la synthèse de nombreux composés proches des hormones végétales reste à démontrer. Cependant, l'effet des vers de terre, sur la réduction de la sévérité de nombreuses maladies, a été démontré à de nombreuses reprises (**Wolfarth et al., 2011**). Leurs effets sur la réduction de certaines maladies chez les plantes sont souvent associés à une meilleure nutrition des plantes ou encore à un effet de prédation par le vers de terre..

Les vers de terre sont responsables de profonds changements des propriétés physiques, chimiques et biochimiques du sol. Ces modifications font pour la plupart intervenir les bactéries du sol, dont la diversité et la densité est fortement modifiée par les vers de terre. En plus d'un impact direct sur le sol, toutes les structures biogéniques (galeries et turriculés) laissées par les vers de terre vont continuer à être actives bien après avoir été produites (**Brown et al., 2000**) et vont être source d'hétérogénéité dans les sols. L'impact des vers de terre et des microorganismes du sol sur la modification des propriétés physiques et chimiques du sol a été déjà largement étudié. Inversement, l'impact des vers de terre sur les propriétés biochimiques du sol reste à ce jour faiblement documenté. Pourtant, ces molécules sont des éléments déterminants pour la physiologie des plantes.

Impact des vers de terre sur la croissance des plantes :

Les vers de terre agissent sur la croissance des plantes et sur la fertilité des sols. Dès que le sol rentre en contact avec le tube digestif du vers de terre, il va subir de profonds changements physico-chimiques et biologiques qui affectent l'ensemble du profil du sol. Ces changements sont les facteurs déterminants pour expliquer l'effet des vers de terre sur les plantes et sont fortement dépendants de la classe écologique du vers de terre étudié. De l'interaction entre les vers de terre, les microorganismes du sol et la plante va résulter des bénéfices mutualistes pour chacun des organismes.

Impact sur la porosité des sols :

La création de galeries dans le sol, par les vers de terre, va fortement influencer la porosité de ce dernier (**figure 9**).



Figure – 9 Galerie verticale d'un ver de terre visible sur un profil du sol (**Cluzeau, 2012**)

La porosité est le résultat de l'agencement entre les espaces vides et des agrégats de sol de tailles différentes. Cette modification de la porosité va avoir une influence au niveau de la croissance des plantes en modifiant les échanges gazeux, la résistance à la pénétration racinaire, la composition biotique de la rhizosphère mais surtout l'infiltration et la rétention de l'eau (**Shipitalo et Le Bayon, 2004**). Les pores ainsi formés seront remplis avec de l'eau ou de l'air et vont servir d'habitat à de nombreux organismes tel que des bactéries, des protozoaires ou encore des nématodes dans la phase aqueuse et des champignons, racines et microarthropodes dans la phase gazeuse (**Brown et al., 2000**). En plus d'influencer les habitats de ces organismes, la porosité du sol va également influencer la capacité de rétention de l'eau par le sol. La capacité de rétention de l'eau d'un sol résulte essentiellement des forces de tension superficielles exercées sur les molécules d'eau due aux effets de liaison autour des particules de sol et aux effets de capillarités dans les pores (**Gobat et al., 2010**). En modifiant la porosité du sol, par la création de galeries, mais aussi en compactant ou décompactant le sol (**Blanchart et al., 1997; Blanchart et al., 1999**), les vers de terre vont influencer sur

l'espacement entre les particules de sol et donc sur la capacité de rétention de l'eau par le sol. L'activité des vers de terre au niveau de la porosité du sol est très dépendante de la catégorie écologique du vers de terre. Une série d'expérience, montre que les galeries créées par des vers de terre anéciques ou endogés ont une bonne conductivité hydraulique. Cependant, l'activité principale des vers de terre endogés ayant principalement lieu sous la surface du sol, il en résulte la création de galeries horizontales souvent obstruées par des turriculés. Par conséquent, ils n'influencent probablement pas directement le transport de l'eau dans le sol (**Shipitalo et Le Bayon, 2004**).

L'agrégation du sol par les vers de terre

Les vers de terre sont responsables de la majeure partie des agrégats à la surface des Sols. Certains auteurs ont établi que 50% des agrégats à la surface des sols tempérés seraient constitués de ces turriculés, représentant 40 à 50 t ha/ an en surface et d'autant plus en profondeur (**Six et al., 2004**). Il existe deux mécanismes via lesquels les vers de terre vont influencer cette agrégation : (1) la création de galeries et (2) la formation de turriculés (**Brown et al., 2000**).

Lors de leurs déplacements, les vers de terre vont exercer une pression sur le sol environnant et du mucus, essentiellement constitué de polysaccharides et de macro-protéines, va être excrété et déposé sur la paroi des galeries nouvellement formées, stabilisant ainsi leur structure (**Edwards et Bohlen, 1995**).

Le processus de formation des agrégats dans les turriculés est quant à lui différent et influencé par de nombreux facteurs comme l'âge, la qualité de la matière organique ingérée, ainsi que de l'activité des vers de terre elle-même influencée par la disponibilité en nourriture (**Six et al., 2004**). Une fois de plus, ce processus est fortement dépendant de la catégorie écologique du ver de terre considéré.

Pendant le transit intestinal, le sol ingéré est entièrement déstructuré jusqu'à l'échelle des micro-agrégats (**Shipitalo et Protz, 1988; Barois et al., 1993; Bossuyt et al., 2005**). De nouveaux macro-agrégats vont être formés grâce à des agents de liaison (liants) produits par les vers de terre, sous la forme de mucus ou encore de carbonate de calcium (CaCO₃), à l'intérieur de leur tube digestif (**Oades, 1984; Shipitalo et Protz, 1989; Edwards et Bohlen,**

1995; Shipitalo et Le Bayon, 2004; Six *et al.*, 2004). Les vers de terre ont également un effet à l'échelle des micro-agrégats. A l'intérieur de leur tube digestif, les débris organiques ingérés vont servir de noyau à la formation de nouveaux micro-agrégats (**Shipitalo et Protz, 1989; Barois *et al.*, 1993).**

-Modification de l'environnement chimique

La disponibilité en nutriments dans l'environnement est indispensable à la croissance des plantes. Souvent, la limitation en nutriments concerne l'azote, le phosphore et le potassium. La disponibilité de ces nutriments essentiels a déjà été montrée comme étant accrue dans les structures produites par de nombreuses espèces de vers de terre. Les turriculés de ces vers de terre présentent une teneur en nutriments élevée pour NH_4^+ , NO_3^- , Mg^{2+} , K^+ et HPO_4 .

Les vers de terre sont des acteurs majeurs au niveau de la circulation des nutriments dans le sol de part la consommation, la fragmentation et le mixage de cette matière organique avec les particules minérales de sol, afin de former des agrégats.

Les vers de terre dans les différents groupes écologiques ont des préférences différentes de systèmes d'alimentation et de terriers, ce qui affecte les types d'impacts qu'ils ont dans la forêt. Espèces épigées touchent principalement le sol de la forêt, les espèces endogées touchent principalement les horizons minéraux du sol et des espèces anéciques peuvent affecter à la fois le sol de la forêt et l'horizon du sol minéral. Comme on pouvait s'y attendre, les plus grands effets se produisent lorsque plus d'un groupe écologique est présente dans une forêt.

II- Site d'étude et méthodes

1 - Présentation de la région d'étude

1- 1- Situation géographique

Notre investigation a été menée dans la forêt domaniale de Haracta qui se situe dans la région géographique algéro-tunisienne. La forêt de Hatacta s'étend en effet sur ce que les géographes ont appelé le haut plateau de Constantine, compris entre les latitudes septentrionale de 35° 30' et 35° 50' et les longitudes occidentales de 7° 25' et 7° 40'. Il s'agit d'un des plus vastes hauts plateaux duquel s'élèvent une série de chaînes montagneuses d'altitude limitée. (CSR., 1978)

1 – 2 - Orographie

Le haut plateau à des comprises entre 900 et 1000m. La forêt de Haracta , constituent deux chaînes distinctes .

La première, plus vaste, a une forme elliptique, avec prolongement vers le nord, elle présente son axe majeur avec direction Sud / Ouest – Nord / Ouest. (**figure 10**)

Sur ce relief s'étendent les cantons septentionaux du forêt, appelés Djl Hamama kebir , Djl Fourn S'bag , Djl Fourn S'ghir , Djl Fourn kebir , Teniet el khorchef , Dar khala et Bardo et Djazia .

L'altitude la plus élevée est de 1377m et est située dans le canton Djl Fourn S'ghir , déplacée vers Nord / Est .

Sur ce second relief s'étendent les cantons méridionaux de la forêt : Guern Amar , Fedjidjet et Boutokma .

1- 3 - Géologie

Du point de vue géologique la région est très homogène et la forêt occupe presque exclusivement les formations calcaires et marneuses du crétacée supérieur en manière plus réduite la creta moyen.

La succession stratigraphique des termes plus anciens aux formations plus récentes (**CRS., 1978**) :

-Alternance de calcaires subrecifaux avec marnes et marno-calcaires (Cénomaniens –creta moyen).

-Marnes et marno-calcaires (turonien-creta moyen).

-Marno-calcaires et marnes grises ou glauconieuses (Santonien-creta sup).

-Marno-calcaires et calcaire (Senonien creta sup).

-Calcaires et marnes à *Inoceramus* régularise (Ceta sup. et neocretacé).

-Marnes argiles et calcaires (Eocene inferieur).

En transgression sur ces termes reposent

-le quaternaire ancien constitué par alluvions caillouteuses des plateaux.

-croupe calcaire principale (sommet du quaternaire ancien).

-alluvions récents et actuels.

-éboulis et cônes de déjection.

1- 4- les sols

D'après l'étude pédologique qui a été réalisée par **CSR. (1978)**, qui a eu pour objet la prospection de 20.000ha de la forêt des Haracta, les différents sols qui se trouvent dans la zone sont :

-sols non évolués, non climatiques, d'érosion.

-sols non évolués, non climatiques, d'apport alluvial.

-sols peu évolués, non climatiques, d'érosion.

-sols peu évolués, non climatiques, d'apport alluvial.

FORÊT PROPOSÉE A L'ETUDE

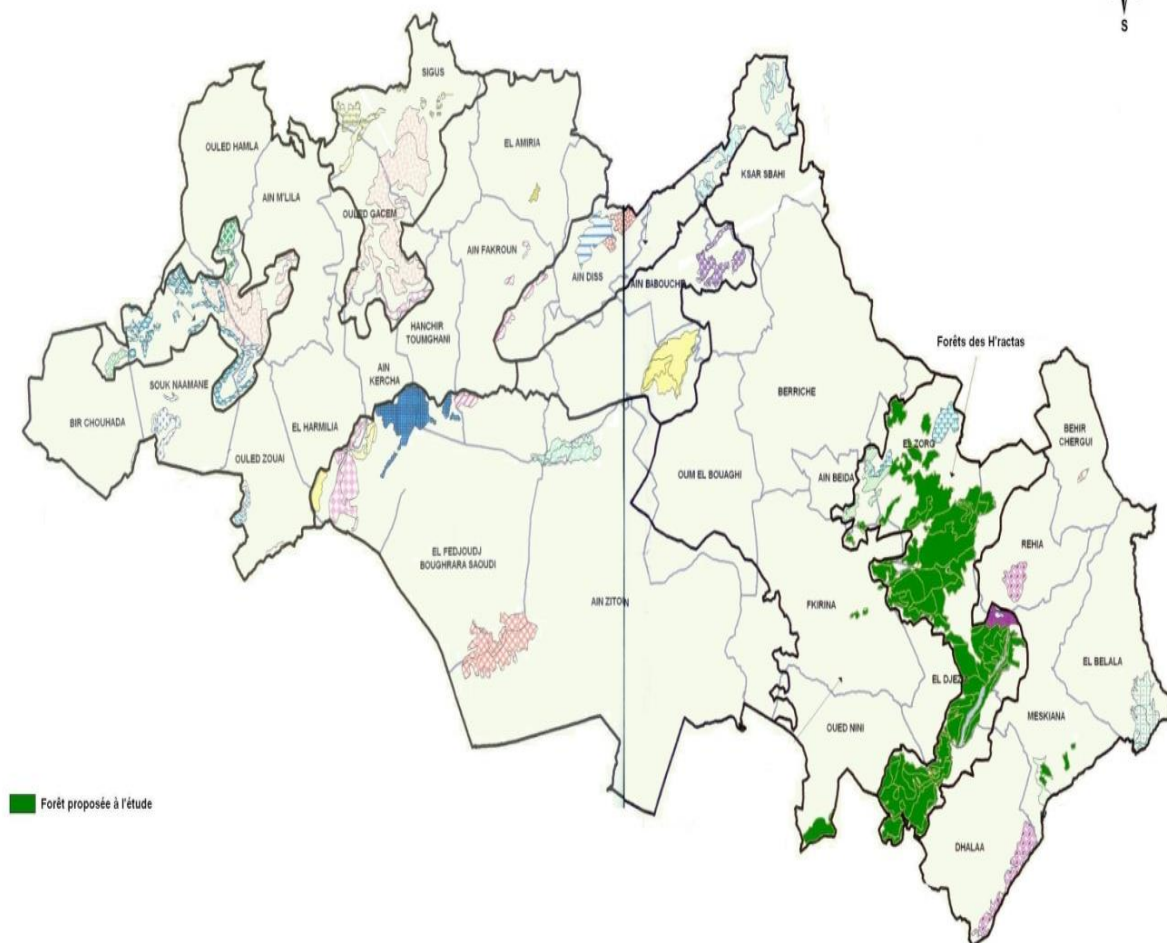


Figure - 10 Carte de la situation de la forêt de Haracta

1 - 5- Climat

Notre investigation est menée dans une zone généralement semi aride, le climat de la région est de type continental, froid en hiver, chaud et sec en été. Le climat avec ses deux composantes essentielle ; température et précipitation, est un facteur très important qui influe directement sur le développement de la faune du sol

La température

A partir des données qui figurent dans le tableau -2 nous constatons que le mois de Juillet est le mois le plus chaud avec une température maximale de 34.7°C et que le mois de Janvier est le mois le plus froid avec une température minimale de 1.34°C.

La précipitation annuelle dans la région d'étude équivaut à 361.45 mm. Ainsi les mois de Décembre et Mai sont les plus pluvieux avec une pluviométrie moyenne de 43.36 mm et 43.06 mm, et le mois de Juillet est le plus sec avec une précipitation moyenne de 10.52 mm.

Tableau -2 Moyenne des données climatiques de la station météo d'Oum El Bouaghi pour la période de 1983 à 2010.

	T° moyenne (c°)			Précipitation (mm)	Humidité relative (%)
	Mini	Max	Moy		
Janvier	1.34	11.45	6.4	36.27	75.92
Février	1.58	13.04	7.31	25.94	71.44
Mars	3.84	16	9.92	31.66	68.62
Avril	6.32	19.67	13	31.38	64.40
Mai	10.74	25.15	17.95	43.06	60
Juin	15	30.56	22.78	22.19	51
Juillet	17.55	34.7	26.13	10.52	44.22
Août	17.80	33.9	25.85	24.57	49.15
Septembre	14.69	28.35	21.52	36.47	59.92
Octobre	10.74	23.64	17.19	23.40	66
Novembre	5.47	16.67	11.07	32.63	73
Décembre	2.64	12.24	7.44	43.36	78.18

(Station météologique OEB. in **Zidi, 2012**)

2 -Echantillonnage des vers de terre

Dans la littérature de nombreuses méthodes d'échantillonnage des vers de terre ont été mises au points afin d'optimiser l'extraction des lombriciens ; le tri manuel d'un bloc du sol, le lavage – tamisage, méthodes électriques, extraction par chaleur, méthodes chimiques, méthodes couplées.

Pour notre travail, les lombriciens sont extraits suivant la méthode du tri manuel, pour plusieurs raisons (i) le tri manuel est la méthode la plus simple (ii) ne demande pas de substances chimiques

La forêt est colonisée par deux essences arboricoles, c'est la raison pour laquelle que nous avons choisi deux sites selon la répartition des essences et nous avons effectués trois répétitions d'échantillonnage dans chaque site.

La première étape d'échantillonnage consiste à délimiter les placettes d'échantillonnage puis dégager la surface qui va être échantillonnée (couper délicatement et exporter la végétation en place ; ôter délicatement la litière ou les amas organiques écorces) (**figure 11**)



Figure -11 Préparation des placettes de collectes des vers

Nous avons creusé une fosse de 50cmX50 cm. (figure 12)



Figure -12 Préparation de la fosse

Nous avons prélevé le sol et déposé sur un sachet et réaliser un tri manuel. (figure 13)



Figure -13 Le tri du bloc du sol pour récolter les vers de terre

Nous avons compté le nombre de vers de terre.

Les vers récoltés sont conservés dans de l'alcool éthylique à 70%

Au laboratoire, nous avons pesé les vers récoltés à l'aide d'une balance de précisions. (**figure 14**)



Figure -14 Pesé des vers récoltés à l'aide d'une balance de précisions.

3 – Caractérisation du sol

En parallèle de la récolte des vers de terre, nous avons prélevé dans chaque placette une quantité d'environ de 500g de sol pour effectuer l'analyse physicochimique du sol.

Après prélèvement les échantillons de sol sont séchés à l'air libre puis tamisés à un tamis de 2mm et envoyer au laboratoire INSID pour déterminer le pH, CE, N, calcaire actif et granulométrie.

III- Résultats et discussions

1- Caractérisation du sol

Les variables pédologiques mesurées sont: le pH eau, la conductivité électrique (CE), l'azote total (N), le calcaire actif.

2- Abondance

En écologie le mot abondance désigne le nombre ou la densité des organismes.

Dans notre travail, l'abondance des vers était très faible (**Tableau -3**), elle varie de 0 à 4 vers/m² dans les sites prospectés.

Tableau-3 Nombre et biomasse d'individus de vers de terre par m² dans les sites prospectés

Site	Site I			Site II		
	1	2	3	1	2	3
Répétition						
Nbre Ind/m ²	04	/	/	/	02	/
Biomasse g/m ²	0,7228				0,347	

La densité lombricienne est en relation directe avec le climat et la nature du sol, où les plus fortes densités des vers de terre sont remarqués dans le tropical. **Cluzeau (2012)**, signale une abondance de : 20 à 100 ind./ m² dans les sols des vignobles, 20 à 150 ind./ m² dans les sols des parcelle de culture, 60 à 300 ind./ m² dans les sols des prairies et 10 à 50 ind./ m² dans les forêts.

La figure 15, nous montre la présence des vers de terre seulement dans deux placettes parmi les six placettes étudiées, une placette du premier site peuplé par le chêne vert (*Quercus ilex*), où nous avons trouvé quatre (04) individus par m², et une autre placette dans le deuxième site peuplé par le pin d'Alep (*Pinus halepensis mill*), où nous avons trouvé seulement deux (02) vers par m².

Cette densité très faible est peut être justifié par :

Le climat : la forêt de Haracta est localisée dans une zone semi aride caractérisé par une longue période de sécheresse et un hiver très froid.

Le sol : les sols des zones semi arides sont caractérisés par des taux très faibles de matière organique et en azote avec une texture argileuse.

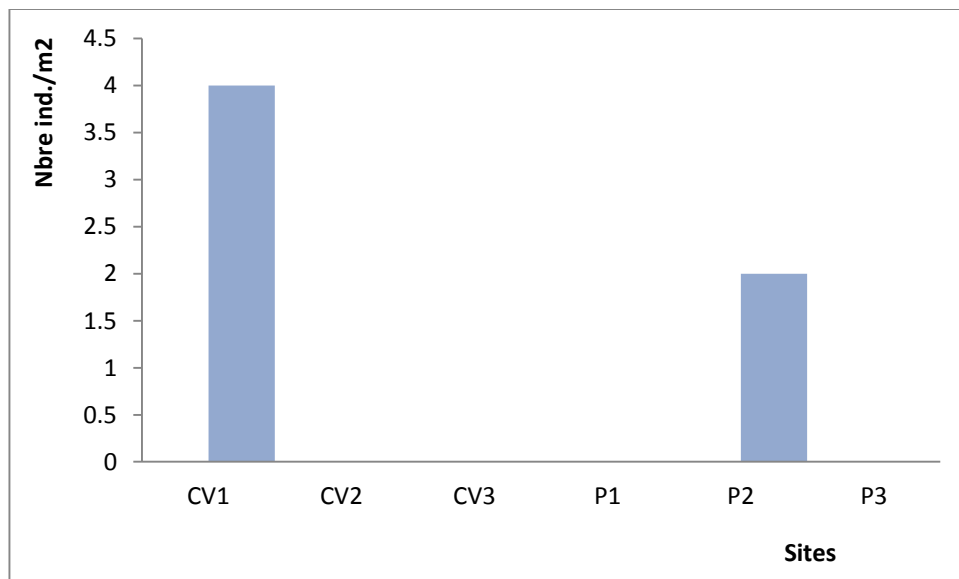


Figure - 15 Abondance absolue des vers de terre dans les sites étudiés

3- La biomasse

La biomasse des vers de terre

En prairie, les vers de terre représentent 60 à 70% de la biomasse avec des poids de 100 à 300 g/m². Ils ingurgitent 86% de la litière arrivant au sol et mangent environ leur poids de terre

tous les jours. On comprend alors le rôle fondamental joué par ces organismes dans l'équilibre des sols.

Dans notre étude, la biomasse moyenne pour les individus des deux sites est 0,1783g, avec une moyenne de 0,1807g pour les individus du premier site et une moyenne de 0,1735g pour le deuxième site peuplé par le pin d'Alep.

La différence de biomasse entre les deux sites peuplés par le chêne vert et le pin d'Alep est de 0,0072g

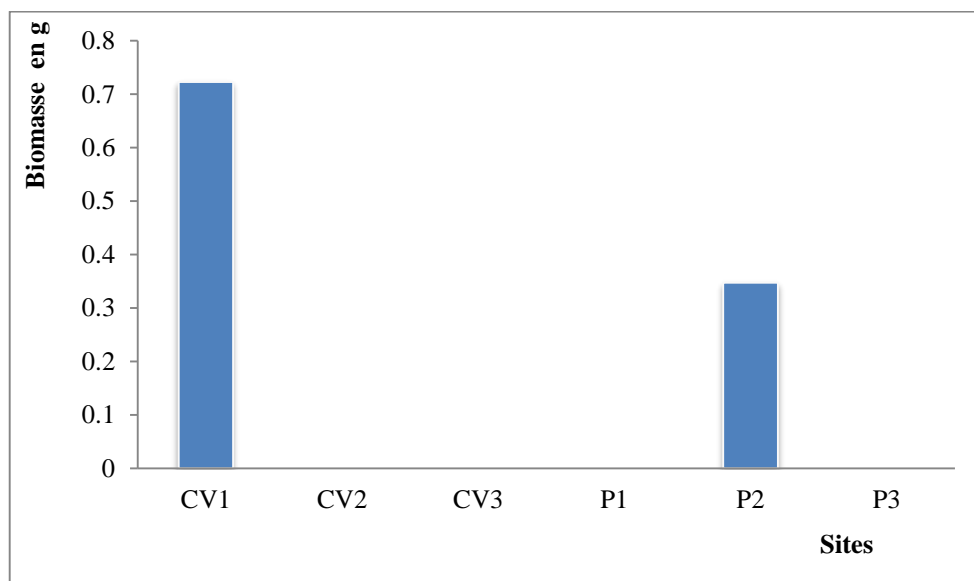


Figure -16 Biomasse des vers de terre récoltés

4- Interaction entre abondance et conditions édaphiques

La fertilité des sols dépend essentiellement des matières organiques transformées par les organismes décomposeurs (**Brown et al., 2000**). Les populations d'invertébrés du sol, dont font partie les vers de terre, jouent un rôle primordial dans l'incorporation, la transformation de ces matières et améliorent la structure du sol (**Lee, 1985**). Par leurs activités, les lombrics sont de véritables acteurs et bio-indicateurs de la fertilité des sols. Les espèces de vers de terre retrouvées dans un milieu dépendent de la nature, des caractéristiques du sol et des conditions climatiques.

Les analyses de sol qui ont été réalisées justifient la faible abondance des vers de terre dans la forêt de Haracta surtout que le sol est très faible en matière organique et en azote, où la concentration n'a pas dépassé 0,04%, une concentration jugée très faible.

Ainsi, l'analyse de la granulométrie a montré que les sols des sites prospectés ont une texture argileuse, ce qui a influé sur l'abondance des vers par ce que d'après **Guild (1948) (in Bachelier, 1978)** les vers sont moins abondants dans les sables, les graviers et les argiles.

Alors que nos résultats ont montré que le calcaire n'a pas d'effets sur l'abondance des vers, où nous avons trouvé le plus grand nombre de vers dans la première placette du premier site qui a une teneur élevée en calcaire actif (20%)

Conclusion

Bien que les vers de terre représentent en poids la moitié de la biomasse animale terrestre, il existe peu d'études, vraiment synthétique, sur ce groupe animal hormis l'ancien travail de Darwin de 1882 et celui de Bouché en 1972 (**Bourguignon SD**)

Notre étude est une initiation à l'étude de l'abondance et la diversité des ingénieurs de l'écosystème en Algérie. Nous avons choisi comme site la forêt de Haracta qui se situe dans la wilaya d'Oum El Bouaghi, dans une zone semi- aride caractérisée par des sols avec de très faibles taux de matière organique et des teneurs très faibles en azote, avec une structure argileuse qui a une corrélation négative avec l'abondance des vers dans le sol et ainsi par un climat avec un hiver très froid et un été très chaud.

Ces facteurs très connus (sol et climat) influent sur la présence des populations lombriciennes dans les écosystèmes terrestres.

Dans la littérature c'est connu que les écosystèmes forestiers abritent un très peu nombre de communautés lombriciennes.

C'est les raisons pour lesquelles nous avons arrivé à collecté seulement deux espèces de vers de terre **Lumbricus rubellus** et **Dendrobaena lusitana**, la première espèce domine le site de chêne vert et la deuxième espèce domine le site de pin d'Alep.

Notre étude reste seulement une initiation à l'étude de l'abondance des vers terre dans les écosystèmes forestiers des zones semi-arides algérienne et doit être suivi par d'autres études plus approfondies, qui se basent sur la récolte des vers par saison et même par mois.

Résumé

Les vers existent sur la planète depuis l'ère primaire, ils ont fait la conquête du milieu terrestre en même temps que les plantes et ils se sont épanouis avec les angiospermes. Ils sont devenus, en biomasse les animaux les plus importants du globe.

Notre travail a été mené dans une forêt située dans la wilaya d'Oum El Bouaghi, cette dernière est peuplée par deux essences forestières le chêne vert et le pin d'Alep.

Les résultats des analyses des sols montrent

Nous avons trouvés seulement deux espèces *Lumbricus rubellus* dans le site où le chêne vert domine et *Dendrobaena lusitana* dans le site dominé par le pin d'Alep.

Cette abondance jugée faible peut être justifié par la nature du sol, ainsi que le climat.

Mots clés : Abondance, lombric, forêt, Haracta