



Université Mohamed Khider de Biskra
Faculté des sciences exactes et sciences de la nature et de la vie
Département des sciences de la nature et de la vie

MÉMOIRE DE MASTER

Domaine : Sciences de la nature et de la vie
Filière : Sciences biologiques
Spécialité : Microbiologie appliquée

Réf. :

Présenté et soutenu par :

Nihed GUESMIA

Le : mardi 9 juillet 2019

Thème

**Contribution à l'étude de la microflore
bactérienne pathogène et fongique issus de vers
de terre isolées de la région de Biskra (Ain Ben
noui)**

Jury :

Mme. Hayat AOURAGH	MAA	Université de Biskra	Président
Mme. Hassina GHITI	MCB	Université de Biskra	Rapporteur
M. Badreddine ATTIR	MCB	Université de Biskra	Examineur

Année universitaire : 2018 - 2019

Remerciements

Je glorifie Allah le tout puissant de m'avoir donné le courage et la patience qui m'ont permis d'accomplir ce travail.

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à notre chère encadrant Mme. Hassina GHITI pour son suivi et pour son énorme soutien, qu'elle n'a pas cessé de nous prodiguer tout au long de la période du travail.

J'adresse aussi mes vifs remerciements aux membres des jurys pour avoir bien voulu examiner et juger ce travail.

Mes remerciements vont à tous les techniciens de laboratoire de notre département que j'ai contacté durant mon pratique, auprès desquelles j'ai trouvé l'accueil chaleureux, l'aide et l'assistance dont j'ai besoin.

Je ne laisserai pas cette occasion passer sans remercier tous les employés de l'institut technique de Développement de l'Agronomie Saharienne d'Ain Ben-Noui, El-Hadjeb, Biskra.

Enfin, je remercie mes collègues BOUAISS Ikhlas, GAMA El-Kahina qui ont m'aidée, soutenue durant toute la période de la réalisation de ce travail.

Dédicaces

Je dédie ce travail à mes chers parents, Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que vous avez consenti pour mon instruction et mon bien être. Je vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous me portez depuis mon enfance et j'espère que votre bénédiction m'accompagne toujours. Que ce travail soit l'exaucement de vos vœux tant formulés, le fruit de vos innombrables sacrifices, bien que je ne vous en acquitterai jamais assez.

À mes chers frères, Seif-eddine, Chakib et Ahmed Wail.

À mes cousines Meriem Anfel, Chaima, à ma famille.

À mes amies, Ikhlas, El kahina, Loubna, Imen, Sara, Linda, Aicha, Nourhane et Houda.

À l'équipe de 5ème femme de l'établissement hospitalier Ali Ait Idir.

Sommaire

Sommaire

Remerciements	
Dédicaces	
Sommaire	
Liste des tableaux	I
Liste des figures	IV
Liste des abréviations	VI
Introduction	1

Partie bibliographique

Chapitre 1 : Généralités sur les vers de terre.....	3
1.1. Présentation des vers de terres.....	3
1.2. Classification des vers de terre	4
1.2.1. Classification taxinomique	4
1.2.2. Classification écologique	5
1.2.2.1. Espèce épigé	5
1.2.2.2. Espèce anécique	6
1.2.2.3. Espèce endogée	7
Chapitre 2 : Les lombriciens et leurs interactions	8
2.1.1. Interaction avec matière organique du sol.....	8
2.1.2. Interaction avec la microflore microbienne du sol.....	8

Partie expérimentale

Chapitre 3 : Matériels et Méthodes.....	10
3.1. Matériels.....	10
3.2. Méthodes	11
3.2.1. Présentation de la zone d'échantillonnage (ITDAS).....	11
3.2.2. Prélèvement des échantillons	11
3.2.2.1. Prélèvement des vers de terre et sol	11
3.2.2.2. Prélèvement de fumier de cheval	12
3.2.3. Caractéristique physico-chimiques des milieux utilisés (sol, fumier, agar).....	12

3.2.3.1. Potentiel hydrogène (pH)	12
3.2.3.2. Conductivité électrique (CE).....	12
3.2.3.3. Matière organique (MO%)	12
3.2.3.4. Humidité relative (HU%)	13
3.2.3.5. Azote totale organique par la méthode de kjeldahl (N_{tot}).....	14
3.2.3.6. Mesure de l'ammoniac $N-NH_3^+$	15
3.2.3.7. Carbone organique dissout (COD)	15
3.2.4. Préparation des lombricultures	16
3.2.4.1. La collecte des turicules (cast)	17
3.2.5. Étude des paramètres biologiques	17
3.2.5.1. Évolution du poids des lombrics	17
3.2.5.2. Évolution de poids des turiculles (cast).....	17
3.2.6. Étude des paramètres microbiologiques	17
3.2.6.1 Evolution de la flore microbienne dans les turicules et les lombricultures.....	17
3.2.7. Analyse statistique.....	19
Chapitre 4 : Résultats et discussion.....	20
4.1. Résultats des analyses physico-chimiques des lombricultures.....	20
4.1.1. pH	20
4.1.2 CE.....	20
4.1.3. % MO	21
4.1.4. % H.....	22
4.1.5. Carbone totale %	22
4.1.6. Azote totale	23
4.1.7. Ammoniac	24
4.1.8. Carbone organique dissous.....	24
4.2. Résultats des paramètres biologiques.....	25
4.2.1. Résultats de suivie de l'évolution de poids des vers de terre	25
4.2.2. Résultats de suivie de l'évolution de poids des turicules (cast)	27
4.3. Résultats des paramètres microbiologiques	28
4.3.1. Résultats de dénombrement des flores dans les lombricultures en UFC/g	28

4.3.1.1. Résultats de dénombrement de la flore totale mésophile	28
4.3.1.2. Résultats de dénombrement des cocci gram positif.....	31
4.3.1.3. Résultats de dénombrement des entérobactéries	32
4.3.1.4. Résultats de dénombrement des Salmonelles et des Shigelles.....	34
4.3.1.5. Résultats de dénombrement des <i>Pseudomonas sp</i>	35
4.3.1.6. Résultats de dénombrement des Actinomycètes sp.....	37
4.3.1.7. Résultats de dénombrement des champignons.....	38
4.3.2. Résultats de dénombrement des flores dans les turicules (cast) en UFC/g.....	40
4.3.2.1. Résultats de dénombrement de la flore totale mésophile	40
4.3.2.2. Résultats de dénombrement des cocci à gram positif.....	42
4.3.2.3. Résultats de dénombrement des entérobactéries	43
4.3.2.4. Résultats de dénombrement des Salmonelles et des Shigelles.....	45
4.3.2.5. Résultats de dénombrement des <i>Pseudomonas sp</i>	46
4.3.2.6. Résultats de dénombrement des <i>Actinomycètes sp</i>	48
4.3.2.7. Résultats de dénombrement des champignons.....	49
4.3.3. Caractéristiques macroscopiques et microscopiques des flores.....	51
4.3.3.1 La flore totale mésophile FTAM.....	51
4.3.3.2. Les cocci à gram positif.....	51
4.3.3.3. les entérobactéries	53
4.3.3.4. Les Salmonelles et les Shigelles.....	53
4.3.3.5. Les <i>Pseudomonas sp</i>	54
4.3.3.6. les Actinomycètes sp.....	55
4.3.3.7. les champignons	56
Conclusion.....	59
Bibliographie.....	60
Annexes	
Résumé	

Liste des tableaux

Tableau 1. Classification taxinomique des vers de terre.	5
Tableau 2. Matériels et produits utilisés au cours de travail.	10
Tableau 3. Composition des lombricultures autoclavés.	16
Tableau 4. Composition des lombricultures non autoclavés.	16
Tableau 5. Les moyennes \pm SD de pH.	20
Tableau 6. Les moyennes \pm SD de CE.	20
Tableau 7. Les moyennes \pm SD de MO.	21
Tableau 8. Les moyennes \pm SD de HU%.	22
Tableau 9. Les moyennes \pm SD de C _t %.	22
Tableau 10. Les moyennes \pm SD de N _t %.	23
Tableau 11. Les moyennes \pm SD de l'ammoniac N-NH ₃ en μ g/kg.ps.	24
Tableau 12. Les moyennes \pm SD de COD en μ g/kg.ps.	24
Tableau 13. Les moyennes de poids des vers de terre au niveau des traitements sol autoclavé et non autoclavé.	25
Tableau 14. Les moyennes de poids des vers de terre au niveau des traitements sol+fumier de cheval autoclavé et non autoclavé.	25
Tableau 15. Les moyennes de poids des vers de terre au niveau des traitements sol+agar autoclavé et non autoclavé.	25
Tableau 16. Résultat de l'ANOVA de la variable poids des vers de terre.	26
Tableau 17. Résultats des moyennes de poids des turicules (cast).	27
Tableau 18. Résultat de l'ANOVA de la variable de poids des turicules (cast).	28
Tableau 19. Résultats de dénombrement de FTAM en UFC/g dans les lombricultures sans et avec vers de terre.	29
Tableau 20. Résultat de l'ANOVA de dénombrement de la FTAM dans les lombricultures.	29
Tableau 21. Résultat de Test multi-comparaison LSD de la flore totale mésophile des lombricultures à $p < 0.05$	30
Tableau 22. Résultat de dénombrement des cocci à gram positive en UFC/g dans les lombricultures sans et avec vers de terre.	31
Tableau 23. Résultat de l'ANOVA de dénombrement des cocci à gram positive dans les lombricultures.	32
Tableau 24. Résultat de dénombrement des entérobactéries en UFC/g dans les lombricultures sans et avec vers de terre.	33

Tableau 25. Résultat de l'ANOVA de dénombrement des entérobactéries dans les lombricultures.....	33
Tableau 26. Résultats de dénombrement des Salmonelles et des Shigelles en UFC/g dans les lombricultures sans et avec vers de terre.....	34
Tableau 27. Résultat de l'ANOVA de dénombrement des Salmonelles et des Shigelles dans les lombricultures.....	35
Tableau 28. Résultat de dénombrement des <i>Pseudomonas sp</i> en UFC/g dans les lombriculture sans et avec vers de terre.....	36
Tableau 29. Résultat de l'ANOVA de dénombrement des <i>Pseudomonas sp</i> dans les lombricultures.....	36
Tableau 30. Résultat de dénombrement des <i>Actinomycètes sp</i> en UFC/g dans les lombricultures sans et avec vers de terre.....	37
Tableau 31. Résultat de l'ANOVA de dénombrement des <i>Actinomycètes sp</i> dans les lombricultures.....	38
Tableau 32. Résultat de dénombrement des champignons en UFC/g dans les lombricultures sans et avec vers de terre.....	39
Tableau 33. Résultat de l'ANOVA de dénombrement des champignons dans les lombricultures.....	39
Tableau 34. Résultat de dénombrement de FTAM en UFC/g dans les turicules (cast) de semaine 1 et semaine 4.....	41
Tableau 35. Résultat de l'ANOVA de dénombrement de la FTAM dans les turicules (cast).	41
Tableau 36. Résultat de dénombrement des cocci à gram positive en UFC/g dans les turicules de semaine 1 et semaine 4.....	42
Tableau 37. Résultat de l'ANOVA de dénombrement des cocci à gram positive dans les turicules (cast).....	43
Tableau 38. Résultat de dénombrement des entérobactéries en UFC/g dans les turicules (cast) de semaine 1 et semaine 4.....	44
Tableau 39. Résultat de l'ANOVA de dénombrement des entérobactéries dans les turicules (cast).....	44
Tableau 40. Résultat de dénombrement des Salmonelles et des Shigelles en UFC/g dans les turicules (cast) de semaine 1 et semaine 4.....	45
Tableau 41. Résultat de l'ANOVA de dénombrement des Salmonelles et des Shigelles dans les turicules (cast).....	45
Tableau 42. Résultat de dénombrement des <i>Pseudomonas sp</i> en UFC/g dans les turicules (cast) de semaine 1 et semaine 4.....	46
Tableau 43. Résultat de l'ANOVA de dénombrement des <i>Pseudomonas sp</i> dans les turicules (cast).....	47

Tableau 44. Résultat de dénombrement des <i>Actinomycètes sp</i> en UFC/g dans les turicules de semaine 1 et semaine 4.....	48
Tableau 45. Résultat de l'ANOVA de dénombrement des <i>Actinomycètes sp</i> dans les turicules (cast).....	48
Tableau 46. Résultat de dénombrement des champignons en UFC/g dans les turicules de semaine 1 et semaine 4.....	50
Tableau 47. Résultat de l'ANOVA de dénombrement des champignons dans les turicules (cast).....	50

Liste des figures

Figure 1. Photo prise d'un ver de terre.....	3
Figure 2. Aspect général d'un ver de terre (Bouché, 1972).....	4
Figure 3. Anatomie interne d'un ver de terre Buch (1991) In Morin (1999).....	4
Figure 4. Ver de terre épigé (site web 1).....	6
Figure 5. Ver de terre anécique (site web 2).	6
Figure 6. Ver de terre endogé (site web 3).	7
Figure 7. Répartition écologique des vers de terre (site web 4).	7
Figure 8. Localisation de l'ITDAS.	11
Figure 9. Prélèvement des lombrics et de sol.....	12
Figure 10. Graph représente les résultats de suivie du poids des vers de terre.	26
Figure 11. Graph représente les résultats de suivie de l'évolution de poids des turicules (cast).	27
Figure 12. Graph des résultats de dénombrement de FTAM dans les lombricultures.	28
Figure 13. Graph des résultats de dénombrement des cocci à gram positif dans les lombricultures sans et avec vers de terre.....	31
Figure 14. Graph des résultats de dénombrement des entérobactéries dans les lombricultures sans et avec vers de terre.	32
Figure 15. Graph des résultats de dénombrement des Salmonelles et des Shigelles dans les lombricultures sans et avec vers de terre.....	34
Figure 16. Graph des résultats de dénombrement des <i>Pseudomonas</i> sp dans les lombricultures sans et avec vers de terre.....	35
Figure 17. Graphe des résultats de dénombrement des <i>Actinomycètes</i> sp dans les lombricultures sans et avec vers de terre.....	37
Figure 18. Graphe des résultats de dénombrement des champignons dans les lombricultures sans et avec vers de terre.	38
Figure 19. Graph des résultats de dénombrement de la flore totale mésophile dans les turicules (cast).	40
Figure 20. Graph des résultats de dénombrement des cocci à gram positif dans les turicules (cast).	42
Figure 21. Graph des résultats de dénombrement des entérobactéries dans les turicules (cast).	43

Figure 22. Graph des résultats de dénombrement des Salmonelles et des Shigelles dans les turicules (cast).	45
Figure 23. Graph des résultats de dénombrement des <i>Pseudomonas sp</i> dans les turicules (cast).	46
Figure 24. Graph des résultats de dénombrement des <i>Actinomycètes sp</i> dans les turicules (cast).	48
Figure 25. Graph des résultats de dénombrement des champignons dans les turicules (cast).	49
Figure 26. Photo prise à l'aide de décompteur des colonies sur milieu GN.	51
Figure 27. Photo prise à l'aide de décompteur des colonies sur milieu Chapman.	51
Figure 28. Observation microscopique des colonies isolées à partir de milieu Chapman (×100).	52
Figure 29. Test catalase.	52
Figure 30. Photo prise à l'aide de décompteur des colonies sur milieu Mackonkey.	53
Figure 31. Photo prise à l'aide de décompteur des colonies sur milieu SS.	53
Figure 32. Observation microscopique des colonies isolées à partir de milieu SS (×100).	54
Figure 33. Photo prise à l'aide de décompteur des colonies sur King B.	54
Figure 34. Observation microscopique des colonies isolées à partir de milieu King B (×100).	55
Figure 35. Photo prise à l'aide de décompteur des colonies sur milieu Glycérol yeast agar. ...	55
Figure 36. Observation microscopique de colonies isolées à partir de milieu glicerol yeast agar (× 100).	56
Figure 37. Observation macroscopique et microscopique des colonies apparues sur Sabouraud (turicules de SNA semaine 1)	56
Figure 38. Observation macroscopique et microscopique des colonies apparues sur Sabouraud (lombriculture sol non autoclavé sans contact avec lombric).	57
Figure 39. Observation macroscopique et microscopique des colonies apparues sur sabouraud (lombriculture sol autoclavé fin).	57
Figure 40. Observation macroscopique et microscopique des colonies apparues dans milieu Sabouraud (lombriculture SFNA après contact avec ves de terre).	58

Liste des abréviations

CE : conductivité électrique.

COD : carbone organique dissous.

HU : humidité relative.

L1 SA : lombriculture sol autoclavé.

L2 SFA : lombriculture sol+fumier de cheval autoclavé.

L3 SAA : lombriculture sol+agar autoclavé

L4 SNA : lombriculture sol non autoclavé.

L5 SFNA : lombriculture sol+fumier de cheval non autoclavé.

L6 SANA : lombriculture sol+agar non autoclavé.

LSD : Least significant difference.

MO : matière organique.

N-NH₃ : ammoniac.

N_t : azote totale.

SA : Sol autoclavé.

SAA : sol+agar autoclavé.

SANA : sol+agar non autoclavé.

SFA : sol+fumier de cheval autoclavé.

SFNA : sol+fumier de cheval non autoclavé.

SNA : Sol Non Autoclavé.

Sol-ag-au- : sol+agar autoclavé.

Sol-ag-n-au : sol+agar non autoclavé.

Sol-au : sol autoclavé.

Sol-fu-au : sol+fumier de cheval autoclavé.

Sol-fu-n-au : sol+fumier de cheval non autoclavé.

Sol-n-au : sol non autoclavé.

Introduction

Introduction

La macrofaune correspond aux organismes ayant une taille comprise entre 4 et 80 mm comprenant un très grand nombre de taxons, elle joue un rôle clé dans la régulation des propriétés physiques des sols et de la biodiversité des organismes plus petits (microflore, microfaune et mésofaune) (Lavelle et Spain, 2001).

Les vers de terre font partie de la macrofaune du sol ; ils sont des composants clés des écosystèmes de sols tempérés, où ils constituent la plus grande biomasse et contribuent au processus clé de décomposition. Bien que la décomposition biochimique de la matière organique soit principalement réalisée par des micro-organismes, les vers de terre sont des facteurs essentiels du processus. Ils participent à la stimulation des populations microbiennes par l'ingestion et la fragmentation de substances organiques fraîches, ce qui se traduit par l'amélioration de taux de décomposition, par exemple en augmentant les taux de métabolisme cellulolytique ou des capacités métaboliques microbiennes.(Aira *et al.*, 2016)

Les vers de terre sont considérés comme des ingénieurs de l'écosystème parce qu'ils affectent les propriétés physico-chimiques et biologiques des sols ou ils s'habitent par leurs activités tels que le rejet des turicules « caste ».

Les changements dans la composition des communautés microbiennes pendant le transit intestinal jouent un rôle majeur dans la décomposition de la matière organique (Aira *et al.*, 2016)

Bien que les microorganismes sont responsables de la décomposition de la matière organique du sol, les vers de terre peuvent affectés aussi le taux de la décomposition directement en se nourrissant sur la matière organique, ou indirectement par leurs interactions avec les microorganismes en impliquant une stimulation ou une dépression de la population microbienne (Aira *et al.*, 2007)

La digestion de la matière organique par le vers de terre est réalisée dans leur tube digestif au travers d'un ensemble d'enzymes tel que des chitinases, des protéases, des phosphatases, etc. Ces enzymes permettent aux vers de terre de digérer des bactéries, protozoaires, champignons et aussi une partie des débris végétaux (Ruben, 2012)

Il a été observé que certains vers de terre étaient tout de même impliqués dans les processus de dégradation de ces composés. Le mécanisme à la base de la digestion repose sur une association avec la microflore ingérée et certains microorganismes déjà présents dans le

tube digestif, activés au travers de l'effet « belle au bois dormant ». Ces bactéries, par l'ensemble des enzymes qu'elles sont capables de synthétiser et que ne possèdent pas les vers de terre, vont permettre de réaliser une digestion mutualiste de la matière organique. Durant le processus de digestion par les vers de terre. La digestion initiée dans le tube digestif du vers de terre va se poursuivre à l'intérieur des turricules « caste » (Lavelle *et al.*, 2004).

L'activité des microorganismes qui sont rejetés avec les turricules va être stimulée et ces microorganismes vont poursuivre la digestion de la matière organique. Ainsi, les produits issus de cette digestion externe pourront être assimilés de nouveau par les vers de terre ou bien par les plantes. (Puga, 2012)

L'objectif de notre travail est l'étude de l'interaction entre ver de terre et le sol traité ou pas par le fumier de cheval et l'agar bactériologique, autoclavé ou non autoclavé en identifiant la microflore intestinale issu des vers de terre et la microflore des milieux en suivant leurs évolutions au cours du temps.

Pour traiter ce sujet on a suivi la démarche suivante :

Partie bibliographique :

- Chapitre 1 : Généralités sur les vers de terre.
- Chapitre 2 : les lombriciens et leurs interactions.

Partie expérimentale :

- Chapitre 3 : Matériels et Méthodes.
- Chapitre 4 : Résultats et Discussions.

Partie bibliographique

Chapitre 1

- Généralités sur les vers de terre

1.1. Présentation des vers de terres

Les Lombricidé sont des métazoaires, triploblastes, coelomates et protostomiens, font partie des Annélides qui sont principalement représentés dans les écosystèmes terrestres par les vers de terre de la classe des oligochètes, représentant une composante majeure de la macrofaune du sol puisque, dans la plupart des écosystèmes terrestres, ils dominent en biomasse. (Edwards et Bohlen, 1996).



Figure 1. Photo prise d'un ver de terre.

D'après Lavelle et Spain (2001), Les lombriciens (vers de terre) sont des animaux qui appartiennent à la macrofaune du sol. Ils se distinguent par une anatomie allongée et circulaire. Leurs corps sont constitués par une série de nombreux anneaux successifs appelés « métamères » (de 60 à 200), lesquels ont tous une anatomie à peu près semblable et se répétant régulièrement. Le corps est annelé, composé d'anneaux. Le premier segment est appelé "Prostomium", le second "Peristomium" et le dernier "Pygidium". Comme tous les Oligochètes terrestres les vers de terre n'ont ni yeux, ni tête distincte. Cependant ils possèdent une forte densité de cellules sensorielles (Bazri, 2015).

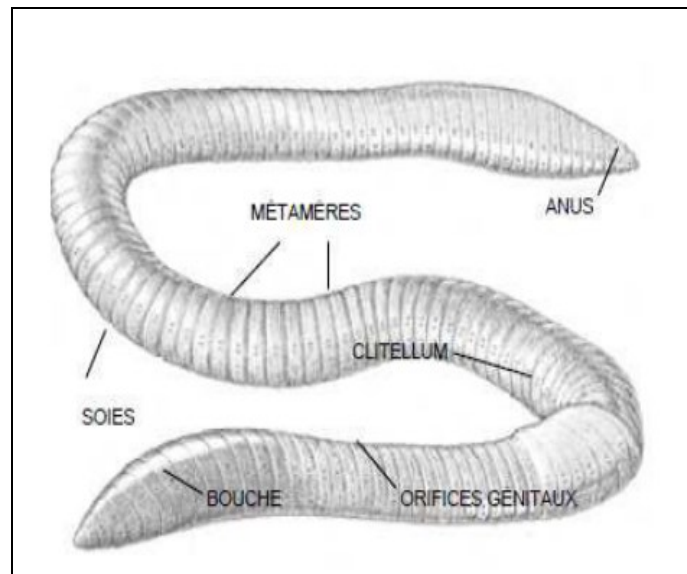


Figure 2. Aspect général d'un ver de terre (Bouché, 1972).

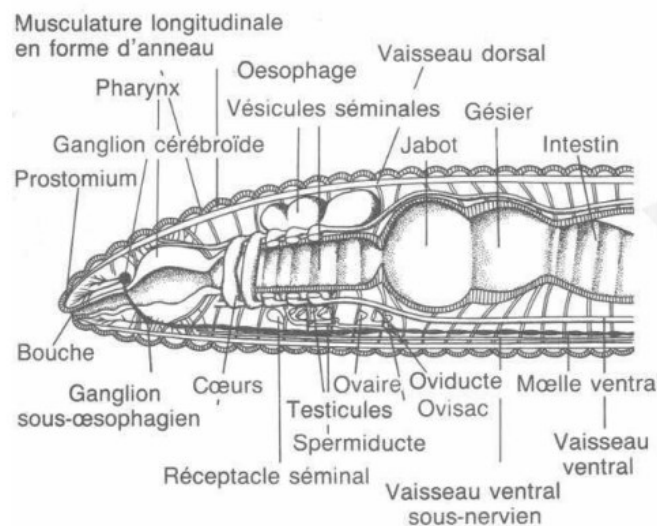


Figure 3. Anatomie interne d'un ver de terre Buch (1991) In Morin (1999).

1.2. Classification des vers de terre

1.2.1. Classification taxinomique

D'après (Morin, 1999) Les vers de terre sont des invertébrés. Ils appartiennent à l'embranchement des Annélides, à la classe des Clitellata et à l'ordre des Haplotaxida. Ces espèces se répartissent en différentes familles suivant des caractéristiques spécifiques. La classification se présente comme suit :

Tableau 1. Classification taxinomique des vers de terre.

Règne	Animal
Phylum	Annélide
Classe	<i>Clitellata</i>
Sous classe	<i>Oligochaeta</i>
Ordre	<i>Haplotaxida</i>
Sous-ordre	<i>Lumbricina</i>

Famille: La détermination du nombre exact de familles de vers de terre dépend de la Méthode taxinomique utilisée. Il est en effet difficile de se prononcer car il existe toujours des changements sur la classification d'une espèce selon les taxinomistes et la méthode utilisée. (Razafindrakoto, 2013).

1.2.2. Classification écologique : Selon Bouché (1971) In Bazri (2015) la classification écologique est comme suit :

1.2.2.1. Espèce épigé

Ils vivent et se nourrissent dans les couches de surface, principalement la litière, leurs taille à l'état adulte est petite à moyenne (10-30mm), ils sont de pigmentation sombre souvent ventrale et dorsale. Ces espèces sont caractérisés par des mouvements rapides en repenses à perturbations, leurs stratégies pour survie à la sécheresse est de former des cocons. Les épigées sont exposés à la prédation surtout par les oiseaux.

L'espèce caractéristique peut être *Lumbricus castaneus* Sav. (autres espèces : *Eisenia fetida.*, *Dendrobaena octaedra.*(Bouché, 1977).



Figure 4. Ver de terre épigé (site web 1).

1.2.2.2. Espèce anécique

Ils s'enfouissent dans le sol mais se nourrissent à la surface, leur taille à l'état adulte est grande (10-110cm), à pigmentation moyennement sombre, souvent uniquement dorsale. Leurs mouvements sont plus lents que les épigés, pour survie à la sécheresse ils passent à l'état de quiescence (type de dormance). Les anéciques sont un peu protégés à la prédation dans leurs galeries, mais exposés au prédation importante quand ils sont à la surface.

Espèces caractéristiques : *Nicodrilus longus.*, *Nicodrilus giardi* (Bouché, 1977).



Figure 5. Ver de terre anécique (site web 2).

1.2.2.3. Espèce endogée

Ils vivent dans les horizons minéraux et se nourrissent de la matière organique dans le sol ; taille à l'état adulte moyen (1-20 cm), peu ou pas pigmenté. Leurs mouvements sont généralement lents, il survient à la sécheresse par passer à l'état de diapause (arrêt temporaire de développement). Ils sont rarement exposés aux prédateurs par des oiseaux qui creusent le sol et des arthropodes prédateurs.

Espèces caractéristiques : *Allolobophora icterica.*, *Vignysa popi* (Bouché, 1977).



Figure 6. Ver de terre endogé (site web 3).

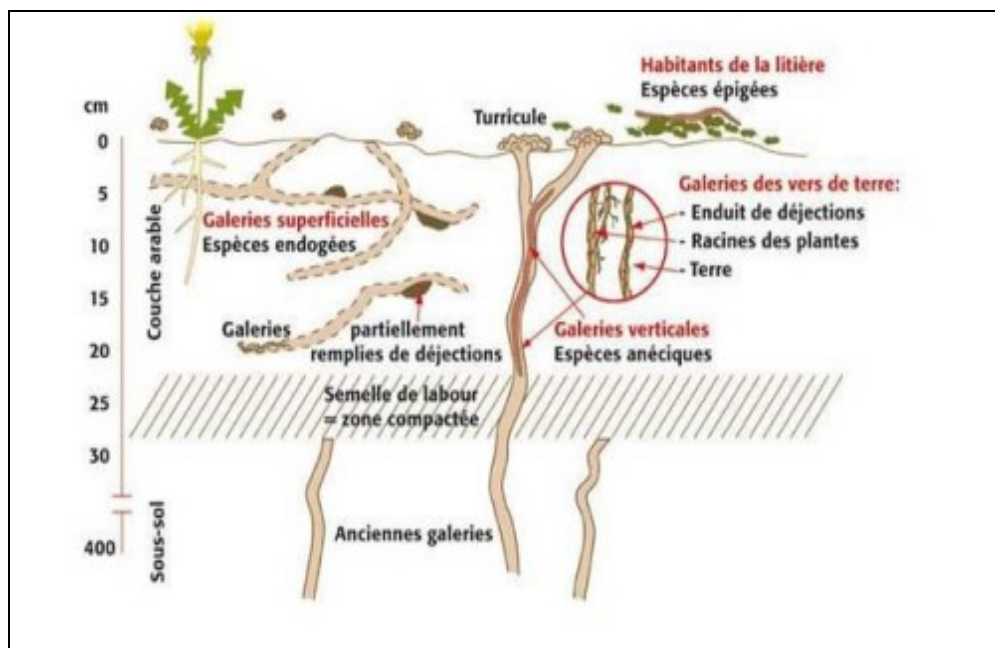


Figure 7. Répartition écologique des vers de terre (site web 4).

Chapitre 2

- Les lombriciens et leurs interactions

2.1. Interactions des vers de terre avec leur habitat

2.1.1. Interaction avec matière organique du sol

Le terme « matières organiques du sol » regroupe l'ensemble des constituants organiques, morts ou vivants, d'origine animale, végétale ou microbienne, transformés ou non, présents dans le sol.

Les vers de terre jouent des rôles très importants dans la dégradation et le recyclage des matières organiques. Suivant leur catégorie écologique, les vers de terre se nourrissent soit des matières organiques fraîches (cas des épigés) soit de la matière organique stable ou humus (cas des endogés) soit des matières organiques fraîches et de l'humus à la fois (cas des anéciques). Dans le tube digestif des vers, les matières organiques sont soumises à des traitements divers : mécanique, chimique et enzymatique. Lors du transit intestinal, la sécrétion de mucus ainsi que l'apport d'une certaine quantité d'eau stimulent les activités microbiennes. Grâce à ces substances, les bactéries qui ont été en dormance se réveillent et vont décomposer les matières organiques ingérées. Ce mécanisme libère des éléments nutritifs sous forme des ions minéraux solubles qui sont assimilables par les végétaux. Ces éléments passent dans le sol à travers les rejets des vers de terre. (Rahrijaona, 2016)

D'après Blanchart (2006) Il existe bien une interaction entre vers de terre et matière organique : la matière organique est un ressource trophique des vers de terre, agit sur le développement des individus et des populations et les vers de terre affectent la dynamique de la matière organique. Ce dernier a montré que la croissance des vers de terre est rapide dans un sol riche en matière organique « en Carbone », et elle est particulièrement lente dans un sol pauvre en Carbone. Dans ce cas la mortalité des individus est relativement élevée.

Le passage de la matière organique à travers le tractus digestif du ver de terre améliore la composition microbienne et la teneur en élément minéraux de lombricompost (Byambas, 2017).

2.1.2. Interaction avec la microflore microbienne du sol

Le sol est souvent considéré comme une mosaïque de micro habitats pour les communautés bactériennes (Monrozier *et al.*, 1993), et dont la structure est fortement influencée par les propriétés physicochimiques du sol (Navel, 2011).

La microflore du sol est formée de bactéries (Archaeobactéries et Eubactéries), de champignons (levures et moisissures), d'algues et de protozoaires (Noumeur, 2008).

Les vers modifient la microflore du milieu, tant du point de vue quantitatif que du point de vue qualitatif. Il semble bien que les vers détruisent les algues qu'ils ingèrent, contrecarrent le développement des champignons, diminuent le nombre des azotobactères et favorisent d'une manière hautement significative les actinomycètes. Des relations symbiotiques entre les actinomycètes, les azotobactères et les autres bactéries dominent à l'intérieur et à l'extérieur des vers. De nombreuses bactéries sont détruites par les vers comme étant apparemment détruites par la sécrétion pharyngiale de *Lumbricus terrestris*. A l'opposé, certaines bactéries sont favorisées, comme par exemple les bactéries hétérotrophes synthétisant la vitamine B 12, car cette vitamine est plus abondante dans les rejets que dans le sol (Bachelier, 1963).

L'impact des vers de terre sur l'activité microbienne peut être expliqué par la métaphore de « la belle au bois dormant ». 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. Au cours de ce processus, du mucus intestinal chargé en eau et en carbone soluble (le baiser) est produit par le vers de terre (le prince) et va permettre le réveil de certaines bactéries (les belles au bois dormant). Ainsi, pendant et après le passage dans le tube digestif des vers de terre, les bactéries seront fortement actives. 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 (Puga, 2012).

La composition de la microflore du tube digestif des vers varie enfin avec les espèces et le degré de décomposition des matières organiques ingérées (Bachelier, 1963).

Il y'a une interaction complexe entre les vers de terre et la microflore. La plupart des espèces des micro-organismes qui se produisent dans le tube digestif des vers de terre sont les mêmes que ceux dans les sols où les vers de terre vivent.

L'intestin des vers de terre fournit un environnement propice à l'éveil et à la multiplication de certaines espèces de micro-organismes et défavorable pour d'autres (Ulrike, 2009).

Partie expérimentale

Chapitre 3

- Matériels et Méthodes

3.1. Matériels

Tableau 2. Matériels et produits utilisés au cours de travail.

Matériels	Appareilles	Réactifs et milieux de cultures
<ul style="list-style-type: none"> • Béchers. • Papiers filtres. • Balance. • Agitateur. • Plaque chauffante. • Erlenmeyeres. • Barreau magnétique. • Micropipette. • Fioles. • Pipette gradué. • Creuset en verre et en porcelaine. • Burette. • Entonnoir. 	<ul style="list-style-type: none"> • ph mètre. • Conductimètre. • Etuve dessiccateur 105°C. • Four à moufle. • Distillateur BÜCHI. • Digesteur. • Etuve bactérienne. • Etuve fongique. • Balance à précision. • Spectrophotomètre. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mgo. • K₂SO₄. • NaOH. • HCl. • Acide borique. • K₂CR₂O₇. • Acide sulfurique. • Indicateur mixte. • KCl. <p>Milieux de culture</p> <ul style="list-style-type: none"> • Chapman. • Gélose nutritive. • Agar bactériologique. • SS. • Mackonkey.. • Sabouraud • Glycérol yeast agar. • B de king.

3.2. Méthodes

3.2.1. Présentation de la zone d'échantillonnage (ITDAS)

L'Institut Technique de Développement de l'Agronomie Saharienne « ITDAS » a été créé par décret N° 86 - 117 du 06/05/86 modifié par le décret N° 87 - 55 du 24/02/1987 fixant le siège à Biskra. Il a pour principale mission la prise en charge des différents programmes de développement agricole des zones sahariennes. Cette structure a hérité des stations expérimentales qui étaient rattachées aux instituts du nord du pays (INRAA, ITCMI). La Ferme de démonstration et production de semences d'AIN BEN NOUI se trouve sur la route nationale N° 46 vers TOLGA, à environ 07 kms de la ville de BISKRA.



Figure 8. Localisation de l'ITDAS.

3.2.2. Prélèvement des échantillons

3.2.2.1. Prélèvement des vers de terre et sol

Un prélèvement simple à la fourche bêche, la profondeur est d'environ 20 cm. Les vers et le sol ont été prélevés par main selon la méthode de Bouché (1972) et mis dans des boîtes en plastique trouées en haut et en bas, on a mis un papier humidifié pour garder l'humidité dans les boîtes.



Figure 9. Prélèvement des lombrics et de sol.

3.2.2.2. Prélèvement de fumier de cheval

Le prélèvement a été réalisé à partir d'AIN BEN NOUI, El Hadjeb. Le fumier a été stocké dans des boites à 4°C pendant 48h pour éliminer la microfaune et la mésofaune.

3.2.3. Paramètres physico-chimiques des lombricultures utilisés

Tout les échantillons ont été analysés en triple pour chaque traitements afin d'obtenir des données suffisantes pour l'analyse statistique. On a analysé les paramètres physico chimique du (sol, fumier de cheval, agar, sol+fumier de cheval, sol+agar).

3.2.3.1. Potentiel hydrogène (pH)

C'est la concentration des ions d' H^+ dans une solution aqueuse. 10 g de l'échantillon (sol, fumier, agar, sol-fumier, sol-agar) a été versée dans une erlene de 100 ml, puis l'eau distillé a été ajouté jusqu'à 100 ; la suspension a été agité (pendant 30 minutes) et filtré dans un bécher de 40 ml. Le ph a été mesuré à l'aide de pH-mètre (voir annexe 2).

3.2.3.2. Conductivité électrique (CE)

10 g de l'échantillon (sol, fumier, agar, sol-fumier, sol-agar) a été versée dans une erlene de 100 ml, puis l'eau distillé a été ajouté jusqu'à 100, puis la suspension a été agité (pendant 30 minutes) et filtré dans un bécher de 40 ml. La conductivité électrique a été mesurée à l'aide de conductimètre et exprimée en ms/cm (voir annexe 2).

3.2.3.3. Matière organique (MO%)

La matière organique (MO) des sols est constituée de l'ensemble des composés contenant du carbone qui ont été formés par les organismes vivants.

La matière organique du sol constitue un compartiment très hétérogène du sol en perpétuel renouvellement (Navel, 2011).

- **Mode opératoire**

5 g d'échantillon frais a été mesuré (sol, fumier, agar, sol-fumier, sol-agar) et posé dans des creusets en porcelaine. Les creusets ont été posés dans le four à moufle à 600° C pendant 16 h. Les creusets ont été pesés avant et après incinération (voir annexe 3).

$$\text{Les cendre \%} = (P_{tf} - P_0) / (P_{ti} - P_0) * 100 \longrightarrow \text{formule 1}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} P_0 = \text{poids de creuset.} \\ P_{ti} = \text{poids total initial de l'échantillon (5 g d'échantillon + } P_0). \\ P_{tf} = \text{poids total final de l'échantillon après incinération.} \end{array} \right.$$

$$\text{Matière organique \%} = 100 - \% \text{ cendre} \longrightarrow \text{formule 2}$$

3.2.3.4. Humidité relative (HU%)

C'est le pourcentage d'eau contenue dans l'échantillon. Le taux d'humidité a été mesuré en séchant une masse de 5 g de l'échantillon frais (sol, fumier, agar ; sol-fumier, sol-agar) pendant 48 heures à 105 °C à l'étuve (voir annexe 4). Après étuvage, la masse sèche est pesée (Compaoré et Nanéma, 2010). Le taux d'humidité a alors été exprimé en adoptant la formule suivante :

$$\text{Totale solide \%} = (P_{tf} - P_0) / (P_{ti} - P_0) * 100 \longrightarrow \text{formule 3}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} P_0 = \text{poids de creuset.} \\ P_{ti} = \text{poids total initial de l'échantillon (5 g d'échantillon + } P_0). \\ P_{tf} = \text{poids total final de l'échantillon après dessiccation.} \end{array} \right.$$

$$\text{Humidité \%} = 100 \% - \text{Totale solide} \longrightarrow \text{formule 4}$$

3.2.3.5. Azote totale organique par la méthode de kjeldahl (N_{tot})

On a suivie la méthode de Keeney et Nelson (1982).

- **Méthode**

0.7 g d'échantillon sèche (sol, fumier, sol-fumier, sol-agar) a été introduit dans chaque colonne de digesteur, on a jouté 20 ml d'acide sulfurique concentré (sous la hôte) et 2.5 g de tablette catalytique, l'ensemble a été mélangé doucement.

Les colonnes ont été placés dans le digesteur, réglé et chauffé à 360°C pendant 180 minutes (voir annexe 5).

Après que les colonnes été refroidies, leurs contenu été versé dans des fioles jugé de 500 ml, puis on a ajouté de l'eau distillé jusqu'à le trai de jauge.

Dans la colonne de distillation on a versé 20 ml de la solution précédente, et on ajouté 30 ml de NaOH à 30%.

La distillation de l'ammonium est tentée par l'ajout de la soude ; on cherche à transformer l'ammonium sous sa forme volatil, l'ammoniac.



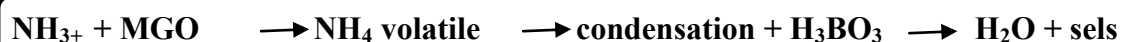
- **Titration**

5 ml d'acide borique à 1 % et 2 à 3 gouttes d'indicateur mixte (Tashiro) ont été versés dans une erlene de 100 ml. L'ensemble a été placé sous le support de distillation (BÜCHI) pour la récupération d'un distillat de couleur verte.

3.2.3.6. Mesure de l'ammoniac N-NH₃⁺

- **Principe**

2 g d'échantillon frais (sol, fumier, agar ; sol-fumier, sol-agar) a été introduit dans la colonne de distillation, puis 10 ml de KCL à 2N, et 0.1 g d'Mgo ont été ajoutés immédiatement avant de remettre la colonne au distillateur BÜCHI (voir annexe 6).



Le KCL agit comme un agent d'extraction, par contre l'Mgo joue le rôle d'un catalyseur de la réaction.

- **Titration**

Dans une erlenmeyer de 250 ml 5 ml d'acide borique à 1 % a été pipeté et ajouté 2 à 3 gouttes d'indicateur mixte (Tashiro) ont été ajoutés, l'ensemble a été placé sous le support de distillation BÜCHI pour la récupération d'un distillat de couleur vert.

Ce dernier a été titré par une solution d'HCL à 0.01 N par une burette de 50 ml. Le point d'équilibre est indiqué par le virage du couleur vert vers une couleur légèrement grisâtre.

Le calcul des concentrations d'ammoniac a été réalisé selon la formule suivante :

$$\text{Concentration N-NH}_3^+ (\text{ppm}) = \text{ml HCl} * 14 * \text{N HCl} * 1000/\text{g du poids sec}$$

Formule 5

3.2.3.7. Carbone organique dissout (COD)

- **Méthode d'analyse**

2 g d'échantillon frais (sol, fumier, agar, sol-fumier, sol-agar) a été pesé et met dans erlenmeyer de 100 ml, puis la solution d'extraction K₂SO₄ à 0.5mol a été ajoutée. L'ensemble a été couvert par un parafilm et mis sous agitation douce pendant 1 heure à 200tour/min, avant de filtrer la solution on l'a laissé décanté pendant 15 minute pour obtenir l'extrait.

Dans des tubes de 100 × 12cm, à l'aide d'une micropipette et sous la hôte, on a mis 2 ml de l'extrait, 1 ml d'une solution de $K_2CR_2O_4$ à 1 N ET 2 ml d'acide sulfurique concentré. On a placé les tubes dans l'étuve à 160°C pendant 30 minutes. Après que les tubes refroidirent on a ajouté 1 ml de $BaCl_2$ à 6 % pour précipiter l'excès de sulfate.

- **Mesure de l'absorbance**

1 ml de chaque tube a été versé dans les cuves afin de mesurer l'absorbance à 595nm. (Tate *et al*, 1988).(voir annexe 7).

3.2.4. Préparation des lombricultures

Les vers de terres ont été placés dans des boîtes pétri stériles (deux vers par boîte), dans chaque boîte la masse totale de l'échantillon utilisé plus la masse des vers de terres égale à 30 gramme. 06 boîtes contiennent les échantillons autoclavés (sol, fumier, agar), 06 boîtes contiennent les échantillons non autoclavés (sol, fumier, agar) (voir annexe 8).

Tableau 3. Composition des lombricultures autoclavés.

Composants	Lombricultures autoclavés					
	L1 : SA		L2 : SFA		L3 : SAA	
	Boîte 1	Boîte 2	Boîte 1	Boîte 2	Boîte 1	Boîte 2
Vers de terre	2 VT m = 1g	2 VT m = 0.8g	2 VT M = 0.6g	2 VT M = 0.9g	2 VT M = 0.5g	2 VT m = 0.4g
Sol	29 g	29,2 g	21.9 g	21.6 g	22 g	22.1 g
Fumier	0 g	0 g	7,5 g	7,5 g	0 g	0 g
Agar	0 g	0 g	0 g	0 g	7,5 g	7,5 g

Tableau 4. Composition des lombricultures non autoclavés.

Composants	Lombricultures non autoclavés					
	L4 : SNA		L5 : SFNA		L6 : SANA	
	Boîte 1	Boîte 2	Boîte 1	Boîte 2	Boîte 1	Boîte 2
Vers de terre	2 VT m = 0,5g	2 VT m = 0,5g	2 VT M = 0.6g	2 VT M = 0.9g	2 VT M = 0.5g	2 VT m = 0.4g
Sol	29,5 g	29,5 g	21,2g	21,4g	22g	22g
Fumier	0 g	0 g	7,5 g	7,5 g	0 g	0 g
Agar	0 g	0 g	0 g	0 g	7,5 g	7,5 g

Les boîtes ont été stockées dans une chambre sombre et froide pendant un mois (depuis 19/02/2019 jusqu'à 18/03/2019).

3.2.4.1. La collecte des turicules (cast)

Après chaque 5 jours d'incubation, les vers de terre ont été lavés deux fois avec de l'eau distillée stérile et placés dans des boîtes pétri (de collecte) stériles contenant des papiers filtre humidifiés. (Cette opération a été réalisée sous des conditions aseptiques). Ces boîtes ont été reincubées sous les mêmes conditions pendant 48h. Puis, les vers de terre ont été retournés dans les boîtes pétri (d'alimentation) et reincubés.

Le caste a été collecté depuis chaque boîte avec une spatule stérile, et conservé dans des tubes eppendorfs contenant 1ml d'eau physiologique à 4°C. (voir annexe 9)

3.2.5. Étude des paramètres biologiques

3.2.5.1. Évolution du poids des lombrics

- le poids des lombrics a été mesuré chaque semaine (après 5 jours d'alimentation).

3.2.5.2. Évolution de poids des turicules (cast)

- Le poids de caste collecté a été mesuré à l'aide d'une balance à précision.

3.2.6. Étude des paramètres microbiologiques

3.2.6.1 Evolution de la flore microbienne dans les turicules et les lombricultures

Pour cela une série de dilution a été préparée par la méthode des flacons. Pour la recherche de la flore dans les milieux (les lombricultures et les échantillons) 1g de chaque milieu lombriculture (sol, sol+fumier de cheval, sol+agar) a été introduit dans un flacon stérile contenant 99ml d'eau physiologique stérile, le mélange a été agité pendant 3 minutes (suspension 1).

1ml de la suspension 1 a été prélevé à l'aide d'une micropipette et inoculé dans 99ml d'eau physiologique stérile (suspension 2).

1ml de la suspension 2 a été prélevé et inoculé dans 99ml d'eau physiologique stérile (suspension 3).

Pour la recherche de la flore microbienne dans le caste 0.5ml du caste a été introduit dans 99.5ml d'eau physiologique stérile.

La méthode de recherche et de dénombrement des germes a été réalisée par l'ensemencement en masse comme suite :

Dans des conditions aseptique et à l'aide d'une micropipette variable un volume de chaque dilution a été prélevé et mis au centre de la boîte pétri puis chaque milieu fondu et refroidi (éviter d'ajouter le milieu quand il est chaud) a été versé au boîtes. Des mouvements circulaires de « va et viens » et de forme 8 ont été réalisés pour l'homogénéisation du contenu de chaque boîte.

- **Recherche de la flore totale mésophile** : sur Gélose nutritive, incubation à 37° C pendant 24 à 48 h.
- **Recherche des Salmonelles et des Shigelles** : sur milieu SS, incubation à 37° C pendant 24h. Réalisation de coloration de gram.
- **Recherche des cocci à gram positif** : sur Chapman, incubation à 37° C pendant 24h.
- **Recherche des Entérobactéries** : sur milieu Mackonkey, incubation à 37° C pendant 24h.
- **Recherche des *Pseudomonas sp*** : sur milieu B de King, incubation à 37° C pendant 24h, réalisation de coloration de gram.
- **Recherche des *Actinomycètes sp*** : sur Glycérol yeast agar, incubation à 28° C pendant 7 jours, réalisation de coloration de gram.
- **Recherche des champignons** : sur Sabouraud, incubation à l'étuve fongique à 28° C pendant 2 à 7 jours, réalisation de scotch-test, coloration avec bleu de méthylène ou lugol.

Le dénombrement des colonies a été réalisé à l'aide de décompteur des colonies (voir annexe 12) selon la formule suivante :

$$N \text{ (UFC/g)} = (\text{l'ensemble des colonies} / ((N1 + 0.1 * N2) * D)) * (1/v) * (vsm/vpr) \longrightarrow \text{Formule 6}$$

N1 = nombre des boites de la dilution la plus faible.

N2 = nombre des boites de la dilution la plus concentré.

D = Facteur de dilution.

V = volume de la prise de l'essai.

Vsm = volume de la solution mère.

Vpr = volume de prélèvement de produit.

3.2.7. Analyse statistique

Pour mieux analyser nos résultats, une analyse de données a été réalisée avec le logiciel SPSS (version 23.0) .

Chapitre 4

- Résultats et discussion

4.1. Résultats des analyses physico-chimiques des lombricultures

4.1.1. Potentiel hydrogène (pH)

Tableau 5. Les moyennes \pm SD de pH.

Paramètre	Traitement	Moyenne	Std.Deviation
pH	Agar	7,776	0,153
	Fumier	7,983	0,037
	Sol	7,053	0,050
	Sol-agar	7,340	0,081
	Sol-fumier	7,693	0,020

D'après nos résultats, on note que le pH est neutre, les valeurs dans tout les lombricultures et les échantillons varient entre (7,053 – 7,983).

Dans ce cas on parle de pH préférable pour les vers de terres, Edwards et Bohlin (1996) dit que les vers de terres préfèrent un pH de l'ordre de (4,2 à 8).

4.1.2 Conductivité électrique (CE)

Tableau 6. Les moyennes \pm SD de CE.

Paramètre	Traitement	Moyenne	Std.Deviation
CE en $\mu\text{s}/\text{cm}$	Agar	0,136	0,005
	Fumier	1,303	0,015
	Sol	0,426	0,066
	Sol-agar	1,033	0,068
	Sol-fumier	1,356	0,020

L'agar et le sol ont les valeurs minimales de CE (0,136 $\mu\text{s}/\text{cm}$ et 0,426 $\mu\text{s}/\text{cm}$ respectivement). Par contre le fumier de cheval et le lombricultures (sol+fumier de cheval)

ont les valeurs les plus élevés (1,303 $\mu\text{s}/\text{cm}$ et 1,356 $\mu\text{s}/\text{cm}$ respectivement), La CÉ est directement liée à la salinité (Hirai et coll, 1986).

4.1.3. Matière organique (MO%)

Tableau 7. Les moyenne SD de MO.

Paramètre	Traitement	Moyenne	Std.Deviation
MO%	Agar	100,000	0,000
	Fumier	94,782	0,338
	Sol	22,753	0,696
	Sol-agar	66,040	0,069
	Sol-fumier	46,277	0,792

D'après (tab 7) on note que l'agar et le lombriculture sol+agar ont des pourcentages en matière organique très élevé (100%- 76,040%). Le fumier de cheval et le lombriculture sol+fumier de cheval présentent aussi des pourcentages en matière organique importants (94,782%- 66,277% respectivement). Par contre le sol prélevé à partir de l'ITDAS est pauvre en matière organique, on peut suggère que le type de sol (sol sableux) affecte le taux de la matière organique.

Pour le fumier de cheval nos résultats s'opposent avec celles de Galibardy *et al.* (2009) qui a trouvé dans son travail que la teneur en matière organique dans les fumiers varie entre (52,0%- 92,8%).

4.1.4. Humidité relative (H%)

Tableau 8. Les moyennes \pm SD de HU%.

Paramètre	Traitement	Moyenne	Std.Deviation
HU%	Agar	98,077	0,111
	Fumier	71,466	3,601
	Sol	20,307	3,080
	Sol-agar	78,181	0,479
	Sol-fumier	61,908	4,873

D'après (tab 8), on note que l'agar a le pourcentage d'humidité le plus élevé (98,077%), cela est remarqué aussi dans le lombriculture (78,181%). Le fumier de cheval présente aussi une valeur importante (71,466%), le lombriculture sol+fumier de cheval a un pourcentage de (61,908%), par contre le sol est moins humide (20,307).

Le taux d'humidité est très important pour la survie des vers de terre, selon Morin (1999), la respiration chez les lombrics est maintenu par l'assimilation de l'O₂ dans l'eau, c'est pour cette raison que les vers doivent toujours maintenir leur peau humide.

4.1.5. Carbone totale %

Tableau 9. Les moyennes \pm SD de C_t %.

Paramètre	Traitement	Moyenne	Std.Deviation
C _t %	Agar	50,000	0,000
	Fumier	47,391	0,169
	Sol	11,376	0,347
	Sol-agar	33,020	0,034
	Sol-fumier	23,139	0,394

D'après (tab 8), l'agar et le fumier de cheval ont les pourcentages les plus élevés de carbone totale, la valeur maximale est remarqué au niveau de l'agar (50%), cela est remarqué aussi au niveau des lombricultures sol+agar et sol+ fumier de cheval. On peut expliquer ça par la méthode de l'obtention de pourcentage en C_t ($C_t = \% MO/2$) et la richesse de ces derniers en matière organique. Le carbone total est la résultante du carbone organique et du carbone inorganique (Francou, 2003). Le carbone organique est le principal constituant de la matière organique. Par contre le sol a le pourcentage minimal (11,376%), cela est du au carence de la matière organique dans le sol.

4.1.6. Azote totale ($N_t\%$)

Tableau 10. Les moyennes \pm SD de $N_t\%$.

Paramètre	Traitement	Moyenne	Std.Deviation
$N_t\%$	Agar	70,833	1,443
	Fumier	82,500	6,614
	Sol	44,166	3,818
	Sol-agar	96,833	0,763
	Sol-fumier	112,666	0,763

Le fumier de cheval a un pourcentage d'azote élevé, nous remarquons ça aussi dans le lombriculture sol+fumier de cheval, on peut expliquer ça par l'effet de type de la litière sur les teneurs des substances fertilisants. La valeur maximale est observée au niveau de lombriculture sol+fumier de cheval (122,666%), la valeur minimale est observée au niveau du ,sol (44,166%). L'agar présente 70,833% d'azote totale, on suggère que cela est du à la composition de l'agar qui est une source d'azote pour les bactéries.

4.1.7. Ammoniac (N-NH₃)

Tableau 11. Les moyennes \pm SD de l'ammoniac N-NH₃ en $\mu\text{g}/\text{kg.ps}$.

Paramètre	Traitement	Moyenne	Std.Deviation
N-NH ₃ $\mu\text{g}/\text{kg.ps}$	Agar	126,989	23,016
	Fumier	77,011	10,840
	Sol	10,146	2,883
	Sol-agar	75,406	1,596
	Sol-fumier	60,067	7,673

D'après (tab 10), on note que l'agar et le lombriculture sol+agar ont les teneuses les plus élevées en ammoniac (126,989 $\mu\text{g}/\text{kg.ps}$ et 75,406 $\mu\text{g}/\text{kg.ps}$ respectivement), le sol a un teneur faible (10,146 $\mu\text{g}/\text{kg.ps}$).

On remarque que le fumier de cheval a un teneur de 77,011 $\mu\text{g}/\text{kg.ps}$, le lombriculture sol+fumier de cheval a un teneur de 60,067 $\mu\text{g}/\text{kg.ps}$. Selon (Elise *et al.*, 2015) dans les fumiers la teneur en ammoniac dépend de la teneur en matière organique.

4.1.8. Carbone organique dissous (COD)

Tableau 12. Les moyennes \pm SD de COD en $\mu\text{g}/\text{kg.ps}$.

Paramètre	Traitement	Moyenne	Std.Deviation
COD $\mu\text{g}/\text{kg.ps}$	Agar	23999,875	456,614
	Fumier	6333,337	633,443
	Sol	4156,250	2150,771
	Sol-agar	18460,375	1814,966
	Sol-fumier	20085,375	659,9074

L'agar a la quantité de Carbone organique dissous la plus élevée (23999,8750 $\mu\text{g}/\text{kg.ps}$), on peut expliquer ça par le pourcentage de la matière organique contenu dans l'agar (100%).

En classant les résultats obtenus d'après chaque échantillon et lombriculture, on remarque que le sol a la quantité la plus faible de COD (4156,2500 $\mu\text{g}/\text{kg.ps}$).

4.2. Résultats des paramètres biologiques

4.2.1. Résultats de suivie de l'évolution de poids des vers de terre

Tableau 13. Les moyennes de poids des vers de terre au niveau des traitements sol autoclavé et non autoclavé.

Traitement	Moyenne	Std deviation
SA	0,500	0,476
SNA	0,650	0,129

Tableau 14. Les moyennes de poids des vers de terre au niveau des traitements sol+fumier de cheval autoclavé et non autoclavé.

Traitement	Moyenne	Std deviation
SFA	0,375	0,450
SFNA	0,825	0,442

Tableau 15. Les moyennes de poids des vers de terre au niveau des traitements sol+agar autoclavé et non autoclavé.

Traitement	Moyenne	Std deviation
SAA	0,350	0,238
SANA	0,525	0,500

D'après les résultats présentés dans (tab 13, 14, 15) on note que le poids des vers de terre est élevé au niveau des traitements non autoclavés par rapport aux traitements autoclavés. Le poids des vers au niveau du traitement SFNA est presque le double de poids observé au niveau de même traitement autoclavé.

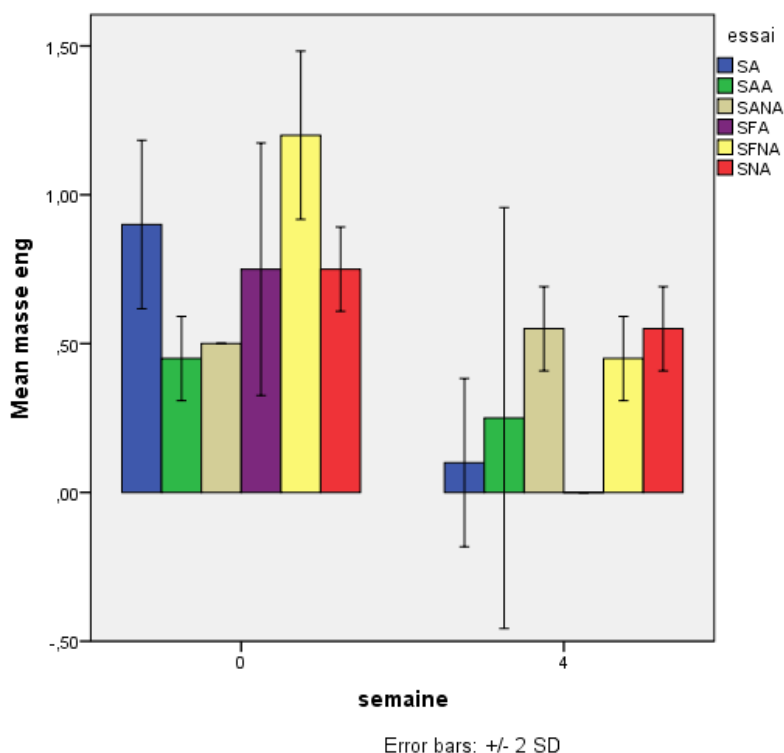


Figure 10. Graph représente les résultats de suivi du poids des vers de terre.

- SA : Sol autoclavé (en bleu).
- SAA ; sol+agar autoclavé (en vert).
- SANA : sol+agar non autoclavé (en jaune clair).
- SFA : sol+fumier de cheval autoclavé (en violet).
- SFNA : sol+fumier de cheval non autoclavé (en jaune foncé).
- SNA : sol non autoclavé (en rouge).

Tableau 16. Résultat de l'ANOVA de la variable poids des vers de terre

Source	df	F	p
Effet de l'essai	5	5,965	0,005
Effet du temps	1	55,078	0,000

D'après le graph (fig. 10), nous remarquons qu'il y'a une diminution significatif du poids des vers de terre en fonction de l'essai (traitement) ($p= 0,005$).

Dans les lombricultures sol+fumier de cheval autoclavé (SFA) les vers de terre sont morts (dés la 2^{ème} semaine de travail). Nous pouvons expliquer cela par l'importance de la flore microbienne dans le milieu externe pour la vie des vers, plus spécifiquement les

interactions entre ces microorganismes et les vers de terre affectent le taux de la décomposition de la matière organique (Dominguez *et al.*, 2004).

D'après Chaoui (2010), les vers rouges peuvent consommer 75% de leur poids par jour, cependant les vers de terre aussi peuvent aussi perdre 60% de poids (Ablain, 2002).

4.2.2. Résultats de suivi de l'évolution de poids des turicules (cast)

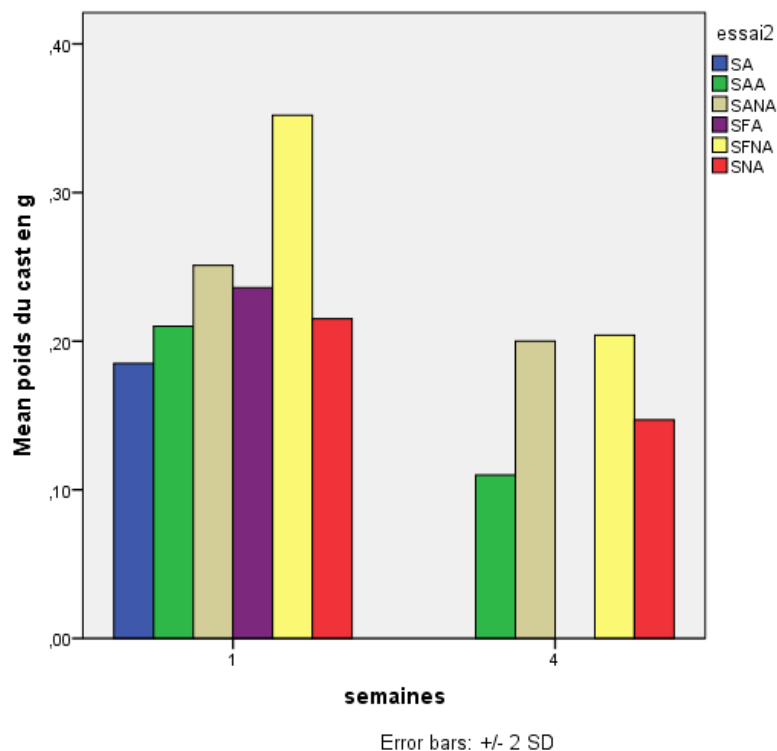


Figure 11. Graph représente les résultats de suivi de l'évolution de poids des turicules (cast).

Tableau 17. Résultats des moyennes de poids des turicules (cast).

Essai (traitement)	Moyenne de poids de la semaine 1 (en g)	Moyenne de poids de la semaine 4 (en g)
SA	0,185	0,000
SNA	0,215	0,147
SFA	0,236	Mort des vers de terre
SFNA	0,352	0,204
SAA	0,210	0,111
SANA	0,251	0,200

D'après (tab. 17) nous remarquons que le poids des turicules rejetés par les vers de terre au niveau des traitements non autoclavés est supérieur à celles observé au niveau des traitements autoclavés.

Tableau 18. Résultat de l'ANOVA de la variable de poids des turicules (cast).

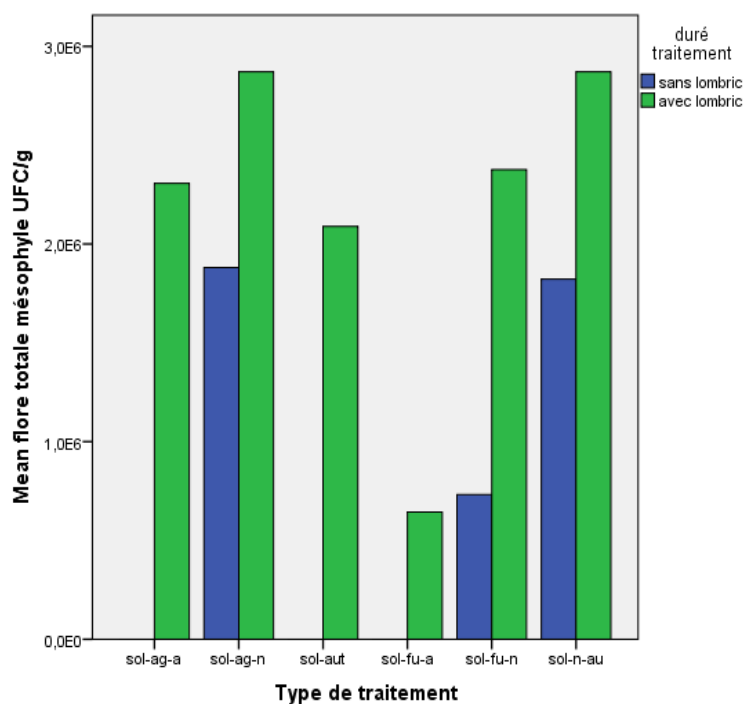
Source	df	F	p
Effet du temps	1	18,512	0,023
Effet de l'essai	5	4,527	0,122

D'après les résultats (fig. 11) et (tab. 18), on note qu'il y'a une diminution significatif du poids au cours du temps ($p=0,023$) mais le type de traitement a un effet non significatif ($p=0,122$). Cela peut être expliqué par la diminution du poids des lombrics due au manque des ressources nutritionnelles au cours de la réalisation de cette étude. De nombreuses espèces comme *Lombricus terrestris* et *Allolobophora caliginosa* consomment préférentiellement un mélange de particules minérales fines et matière organique que de la matière organique seule. (Krestane, 2003).

4.3. Résultats des paramètres microbiologiques

4.3.1. Résultats de dénombrement des flores dans les lombricultures en UFC/g

4.3.1.1. Résultats de dénombrement de la flore totale mésophile

**Figure 12.** Graph des résultats de dénombrement de FTAM dans les lombricultures.

- En bleu : sans vers de terres.
- En vert : avec vers de terre.

Tableau 19. Résultats de dénombrement de FTAM en UFC/g dans les lombricultures sans et avec vers de terre.

Flore microbienne	Traitement	UFC/g sans vers de terre	UFC/g avec vers de terre
FTAM	Sol-au	0,000	$2,09 \times 10^6$
	Sol-n-au	$1,09 \times 10^6$	$2,87 \times 10^6$
	Sol-fu-au	0,000	$6,44 \times 10^5$
	Sol-fu-n	$2,88 \times 10^6$	$3,18 \times 10^6$
	Sol-ag-au	0,000	$2,31 \times 10^6$
	Sol-ag-n	$1,60 \times 10^6$	$2,51 \times 10^6$

Tableau 20. Résultat de l'ANOVA de dénombrement de la FTAM dans les lombricultures.

Source	df	F	p
Effet de traitement	5	5,805	0,038
Effet de temps	1	28,789	0,003

Le dénombrement de la FTAM montre qu'avant l'ajout des lombrics, les lombricultures autoclavées (sol, sol+fumier de cheval, sol+agar) ne présente aucune flore microbienne à cause de l'autoclavage des milieux, après contact avec les lombrics nous remarquons une augmentation significatif avec le temps ($p=0,003$) et en fonction de traitement (tab. 20).

D'après le Graphe (fig 18) la valeur maximale ($2,87 \times 10^6$ UFC/g) est observé au niveau du traitement sol non autoclavé, et sol+agar non autoclavé (SN), tandis que la valeur minimale ($6,44 \times 10^5$ UFC/g) est notée au niveau de traitement sol+fumier de cheval autoclavé (SFA), le tableau 21 représente les différences significatives entre les valeurs de FTAM des traitements à ($p < 0,05$).

Tableau 21. Résultat de Test multi-comparaison LSD de la flore totale mésophile des lombricultures à $p < 0.05$.

(I) Type de lombriculture	(J) Type de lombriculture	Mean Difference (I-J)	Std. Error	p
SA	SNA	-1,3018E+006*	4,69252E+005	0,039
	SFA	7,2270E+005	4,69252E+005	0,184
	SFNA	-5,0985E+005	4,69252E+005	0,327
	SAA	-1,0890E+005	4,69252E+005	0,826
	SANA	-1,3315E+006*	4,69252E+005	0,036
SNA	SFA	2,0246E+006*	4,69252E+005	0,008
	SFNA	7,9200E+005	4,69252E+005	0,152
	SAA	1,1930E+006	4,69252E+005	0,052
	SANA	-2,9700E+004	4,69252E+005	0,952
SFA	SFNA	-1,2325E+006*	4,69252E+005	0,047
	SAA	-8,3160E+005	4,69252E+005	0,137
	SANA	-2,0542E+006*	4,69252E+005	0,007
SFNA	SAA	4,0095E+005	4,69252E+005	0,432
	SANA	-8,2170E+005	4,69252E+005	0,140
SAA	SFA	8,3160E+005	4,69252E+005	0,137
	SANA	-1,2226E+006*	4,69252E+005	0,048
SANA	SFA	2,0543E+006*	4,69252E+005	0,007

D'après (tab 21), nous remarquons l'existence d'une différence significative de la FTAM entre les traitements autoclavé et non autoclavés ($p < 0,005$).

L'augmentation de la charge microbienne au niveau des traitement après l'ajout des vers de terre est expliquée par le rejet des turicules (cast), issu de l'intestin des vers de terre dans le milieu externe (Pathma et Sakhivel, 2012) Le nombre totale des bactérie dépasse $10^{10}/g$ contenant spécialement *Nitroacter*, *Azotobacter*, *Rhizobium* et les actinomycètes (Suhane, 2007).

4.3.1.2. Résultats de dénombrement des cocci gram positif

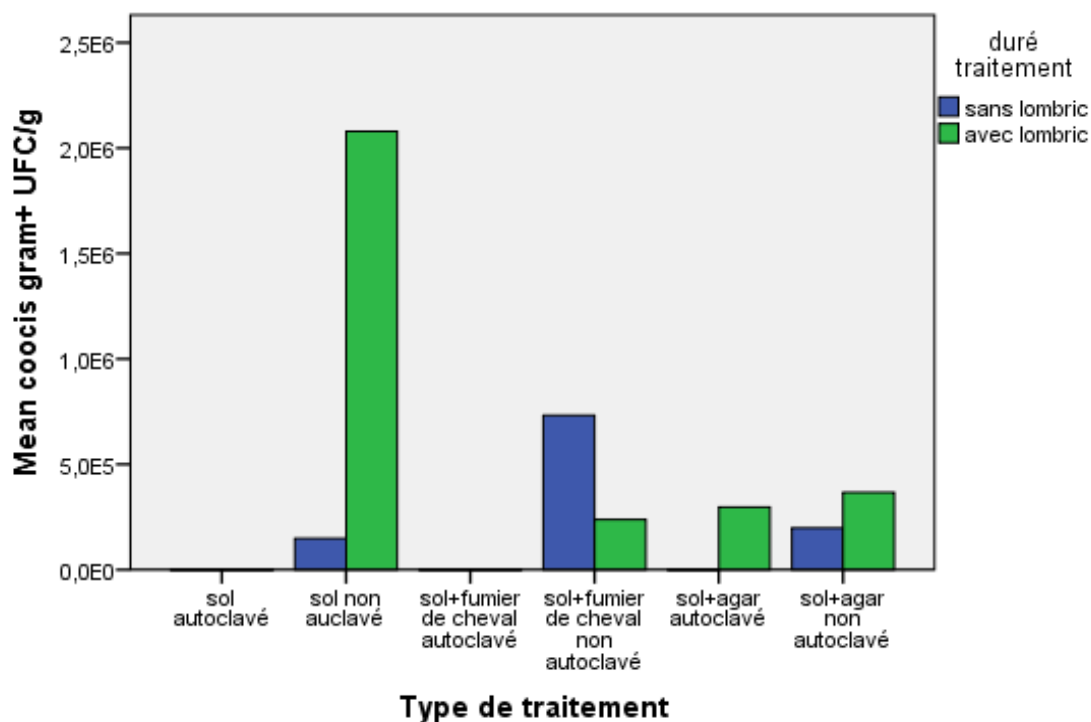


Figure 13. Graph des résultats de dénombrement des cocci à gram positif dans les lombricultures sans et avec vers de terre.

Tableau 22. Résultat de dénombrement des cocci à gram positif en UFC/g dans les lombricultures sans et avec vers de terre.

Flore microbienne	Traitement	UFC/g sans vers de terre	UFC/g avec vers de terre
Cocci à gram positive	Sol-au	0,000	0,000
	Sol-n-au	1,49 × 10 ⁵	2,08 × 10 ⁵
	Sol-fu-au	0,000	0,000
	Sol-fu-n	7,33 × 10 ⁵	2,38 × 10 ⁵
	Sol-ag-au	0,000	2,97 × 10 ⁵
	Sol-ag-n	1,98 × 10 ⁵	3,66 × 10 ⁵

Tableau 23. Résultat de l'ANOVA de dénombrement des cocci à gram positif dans les lombricultures.

Source	df	F	p
Effet de traitement	5	1,022	0,491
Effet de temps	1	0,864	0,395

D'après (fig. 13) et (tab.22. 23) L'autoclavage tue la totalité des formes végétatives, après contact de 4 semaine avec les vers terre, les milieux de lombriculture non autoclavés (SNA,SFNA,SAN) subissent une élévation du nombre des cocci , alors que dans les milieux de lombriculture (SA, SFA) il ya disparition des cocci , le seule traitement (SAA) autoclavé et après contact avec les vers de terre , marque une augmentation des cocci. Le type de traitement a un effet non significatif (Sig= 0,491), cela est remarqué pour l'effet de temps (p= 0,395).

Dans une étude de lombricompostage par Mathur et *al.*, (2006) les agents pathogènes comme *S. aureus* peuvent être réduit après passage dans l'intestin du ver à cause des enzymes digestives. Les facteurs comme humidité favorisent certains germes par apport à leur tolérance à Aw faible, comme le cas du traitement SNA.

4.3.1.3. Résultats de dénombrement des entérobactéries

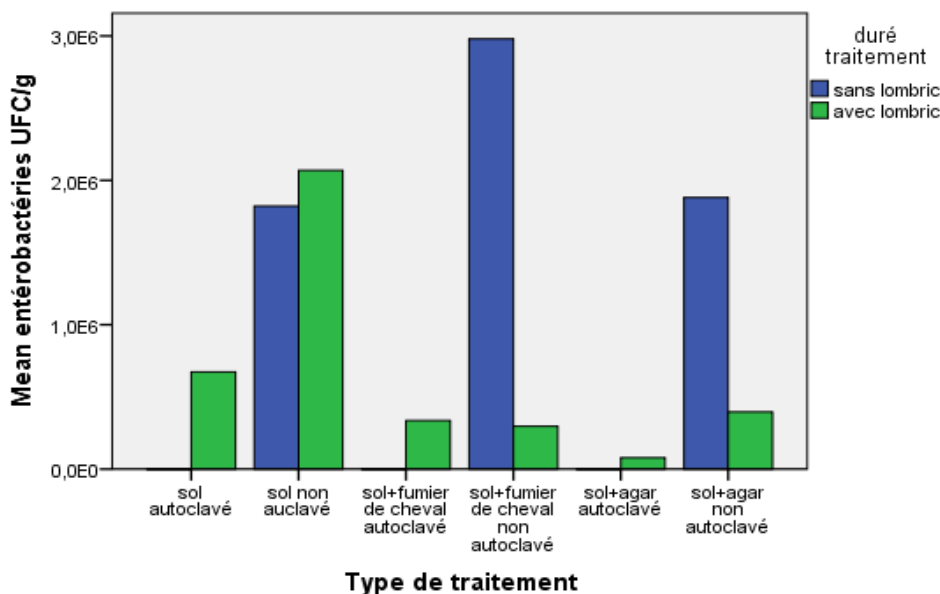


Figure 14. Graph des résultats de dénombrement des entérobactéries dans les lombricultures sans et avec vers de terre.

Tableau 24. Résultat de dénombrement des entérobactéries en UFC/g dans les lombricultures sans et avec vers de terre.

Flore microbienne	Traitement	UFC/g sans vers de terre	UFC/g avec vers de terre
Entérobactéries	Sol-au	0,000	$6,73 \times 10^5$
	Sol-n-au	$1,82 \times 10^6$	$2,07 \times 10^6$
	Sol-fu-au	0,000	$3,37 \times 10^5$
	Sol-fu-n	$2,98 \times 10^6$	$2,97 \times 10^5$
	Sol-ag-au	0,000	$7,92 \times 10^4$
	Sol-ag-n	$1,88 \times 10^6$	$3,96 \times 10^5$

Tableau 25. Résultat de l'ANOVA de dénombrement des entérobactéries dans les lombricultures.

Source	df	F	p
Effet de traitement	5	1,510	0,331
Effet de temps	1	0,768	0,421

Au niveau des traitements autoclavés et sans lombrics les entérobactéries sont totalement absents. Par contre on note que le fumier de cheval et le sol non autoclavé présentent les valeurs maximales avant contact avec lombrics. Cela est dû à la répartition des entérobactéries dans le tube digestive des animaux à sang chaud, leur distribution dans la nature est plus large puisqu'on les trouve chez les végétaux et dans l'environnement (eau, sol) (Cristian, 2008).

Après contact avec les vers de terre, on note une faible augmentation non significatif au cours du temps et en terme de traitement ($p= 0,331$, $p= 0,421$ respectivement) des entérobactéries. au niveau des traitements sol autoclavé SA et non autoclavé SNA, sol+fumier de cheval autoclavé SFA et sol+agar autoclavé SAA, l'augmentation des entérobactéries est la conséquence de rejet des turicules (cast) par les vers de terre. L'analyse de l'intestin de ces derniers montre une valeur de $10^{-14} \times 10^2$ UFC/g (Ganesh et Sekaran, 2005).

4.3.1.4. Résultats de dénombrement des Salmonelles et des Shigelles

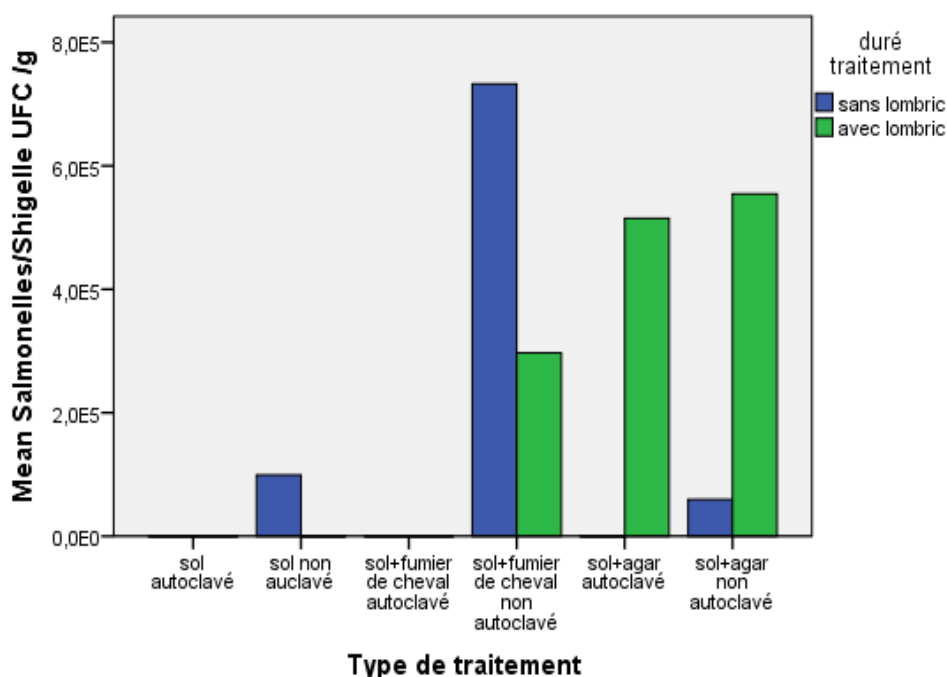


Figure 15. Graph des résultats de dénombrement des Salmonelles et des Shigelles dans les lombricultures sans et avec vers de terre.

Tableau 26. Résultats de dénombrement des Salmonelles et des Shigelles en UFC/g dans les lombricultures sans et avec vers de terre.

Flore microbienne	Traitement	UFC/g sans vers de terre	UFC/g avec vers de terre
Salmonelle et Shigelle	Sol-au	0,000	0,000
	Sol-n-au	$9,90 \times 10^4$	0,000
	Sol-fu-au	0,000	0,000
	Sol-fu-n	$7,33 \times 10^5$	$2,97 \times 10^5$
	Sol-ag-au	0,000	$5,15 \times 10^5$
	Sol-ag-n	$5,94 \times 10^4$	$5,54 \times 10^5$

Comme il est remarqués dans les résultats de dénombrement précédents, il y'a l'absence de toute germe au niveau des traitements autoclavés et sans contact avec vers de terre.

Tableau 27. Résultat de l'ANOVA de dénombrement des Salmonelles et des Shigelles dans les lombricultures.

Source	df	F	p
Effet de traitement	5	1,284	0,395
Effet de temps	1	,280	0,619

D'après (tab 27) l'effet de temps et de traitement sont non significatif ($p < 0,05$). Dans lombriculture sol autoclavé (sol-au) et sol+fumier de cheval autoclavé (sol-fu-au) on remarque l'absence des Salmonelles et des Shigelles même après le contact avec les vers de terre.

Au niveau de traitement sol non autoclavé (sol-n-au) on note la disparition des Salmonelles et des shigelles. On note aussi la diminution de cette flore au niveau de traitement sol+fumier de cheval non autoclavé (sol-fu-n-au). Nos résultats dans ce cas sont similaires avec la recherche de Bachelier (1963) qui a mentionné dans son livre que les vers de terre détruit certains bactéries à l'extérieur par les sécrétions pharyngés des vers de terre.

L'apparition et l'augmentation des Salmonelles et Shigelles au niveau des traitements contenant l'agar peut être expliqué par le rejet d'une partie de la microflore intestinale des vers de terre dans les turicules (cast). Les salmonelles sont présent dans l'intestin du ver à $15-17 \cdot 10^3$ UFC/g (Ganesh et Sekaran, 2005).

4.3.1.5. Résultats de dénombrement des *Pseudomonas sp*

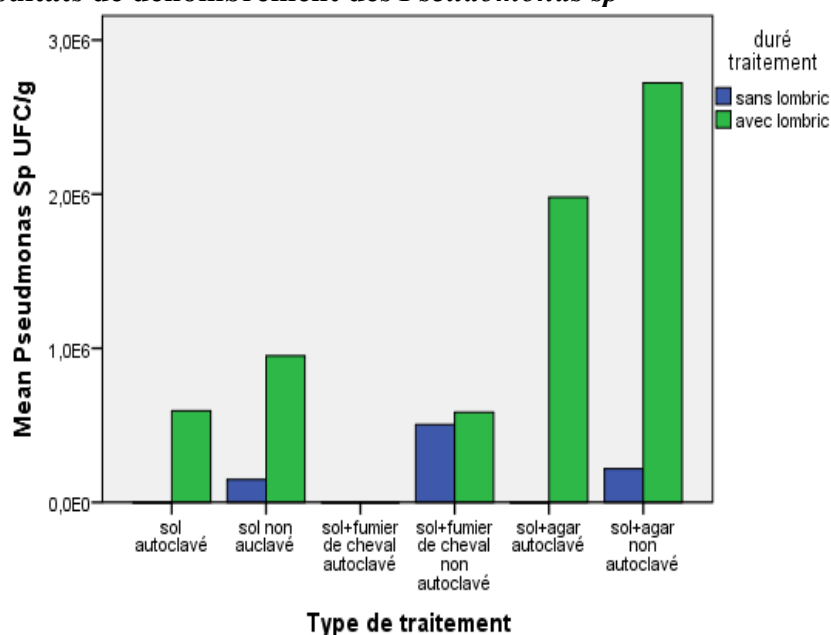


Figure 16. Graph des résultats de dénombrement des *Pseudomonas sp* dans les lombricultures sans et avec vers de terre..

Tableau 28. Résultat de dénombrement des *Pseudomonas sp* en UFC/g dans les lombriculture sans et avec vers de terre.

Flore microbienne	Traitement	UFC/g sans vers de terre	UFC/g avec vers de terre
<i>Pseudomonas sp</i>	Sol-au	0,000	$5,94 \times 10^5$
	Sol-n-au	$1,94 \times 10^5$	$9,5 \times 10^5$
	Sol-fu-au	0,000	0,000
	Sol-fu-n	$5,05 \times 10^5$	$5,84 \times 10^5$
	Sol-ag-au	0,000	$1,98 \times 10^6$
	Sol-ag-n	$2,18 \times 10^5$	$2,72 \times 10^6$

D'après (fig. 16) (tab. 28) nous remarquons l'augmentation non significative (tab. 29) des *Pseudomonas sp*. La valeur maximale est notée au niveau du traitement sol non autoclavé ($9,5 \times 10^5$ UFC/g). Par contre, nous remarquons l'absence de cette flore au niveau de traitement sol+fumier de cheval autoclavé (sol-fu-au) avant et après l'ajout des lombrics. On suggère que cette augmentation est dû à la sélection de cette flore par les vers. Le type de la matière organique donne une variation de la microflore intestinale des lombrics ce qui est compatible avec les résultats de Aira (2016) qui a conclu que le type de la matière organique ingéré influence la microflore intestinale.

Tableau 29. Résultat de l'ANOVA de dénombrement des *Pseudomonas sp* dans les lombricultures.

Source	df	F	p
Effet de traitement	5	1,028	0,488
Effet de temps	1	5,610	0,064

D'après (tab 29) l'effet de temps est de traitement est non significatif ($p < 0,05$).

4.3.1.6. Résultats de dénombrement des Actinomycètes sp

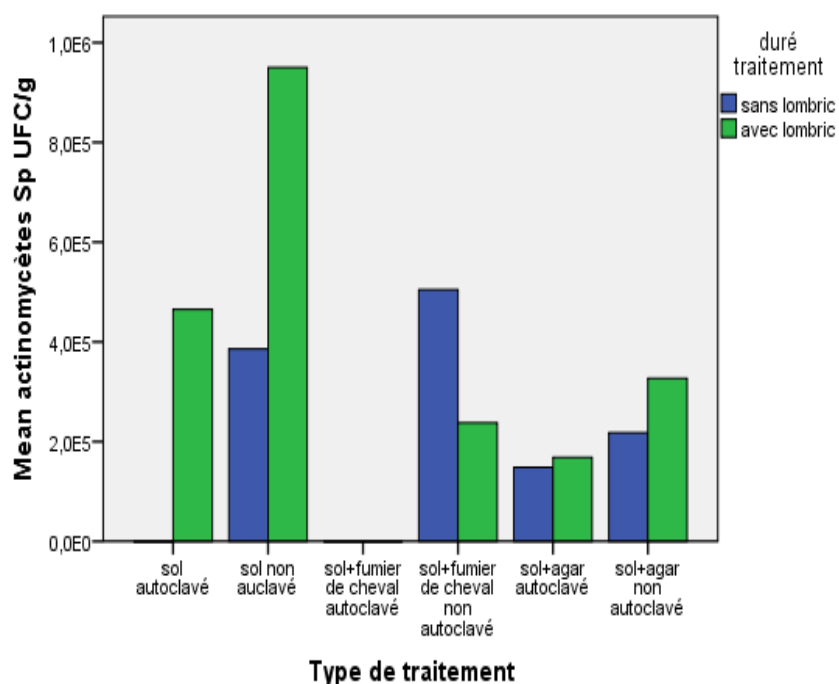


Figure 17. Graphe des résultats de dénombrement des *Actinomycètes sp* dans les lombricultures sans et avec vers de terre.

Tableau 30. Résultat de dénombrement des *Actinomycètes sp* en UFC/g dans les lombricultures sans et avec vers de terre.

Flore microbienne	Traitement	UFC/g sans vers de terre	UFC/g avec vers de terre
<i>Actinomycètes sp</i>	Sol-au	0,000	4,65×10 ⁵
	Sol-n-au	3,86×10 ⁵	9,5×10 ⁵
	Sol-fu-au	0,000	0,000
	Sol-fu-n	5,05×10 ⁵	2,38×10 ⁵
	Sol-ag-au	1,49×10 ⁵	1,68×10 ⁵
	Sol-ag-n	2,18×10 ⁵	3,27×10 ⁵

Tableau 31. Résultat de l'ANOVA de dénombrement des *Actinomycètes sp* dans les lombricultures.

Source	df	F	p
Effet de traitement	5	2,093	0,218
Effet de temps	1	1,360	0,296

Après contact avec vers de terre, on remarque l'augmentation non significatif ($p < 0,05$) au cours du temps et en fonction de traitement (tab. 31) des *Actinomycètes sp* au niveau des traitements sol autoclavé (sol-au) et non autoclavé (sol-n-au), il existe aussi une faible augmentation au niveau des lombricultures contenant l'agar, cela peut être expliqué par l'activation de cette flore par les lombrics après la sécrétions des substances qui vont activer certains flore (dans ce cas les *Actinomycètes sp*) ; en favorisant la présence des actinomycètes, le taux de la décomposition de la matière organique va augmenter, les actinomycètes vont produire des vitamines et des antibiotiques (Boer *et al.*, 2005).

Par contre, la diminution des *Actinomycètes sp* dans la lombriculture sol+fumier de cheval non autoclavé peut être dû aux paramètres physico-chimiques de milieu.

4.3.1.7. Résultats de dénombrement des champignons

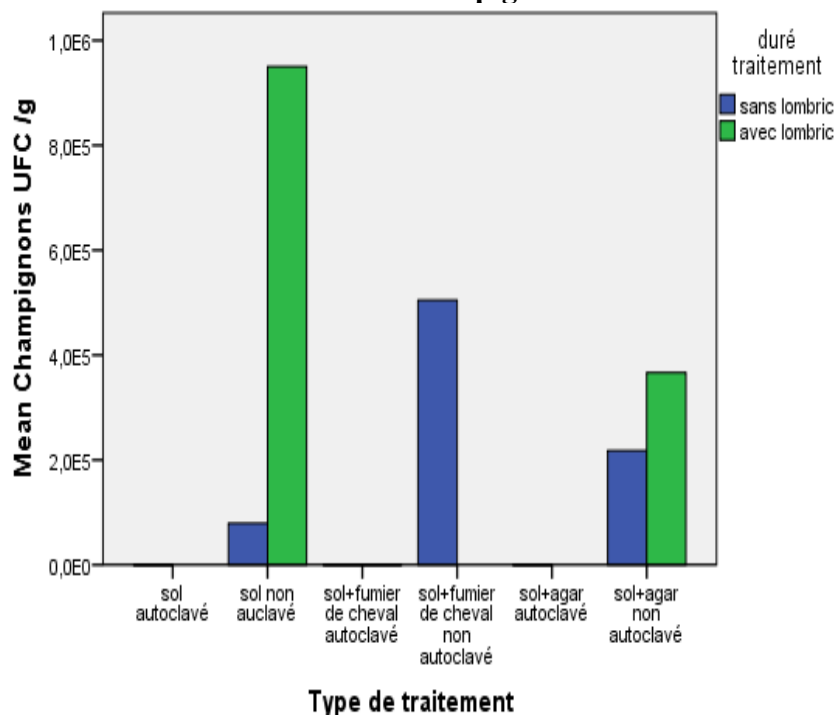


Figure 18. Graphe des résultats de dénombrement des champignons dans les lombricultures sans et avec vers de terre.

Tableau 32. Résultat de dénombrement des champignons en UFC/g dans les lombricultures sans et avec vers de terre.

Flore microbienne	Traitement	UFC/g sans vers de terre	UFC/g avec vers de terre
Champignons	Sol-au	0,000	0,000
	Sol-n-au	$7,92 \times 10^4$	$8,9 \times 10^5$
	Sol-fu-au	0,000	0,000
	Sol-fu-n	$5,05 \times 10^5$	0,000
	Sol-ag-au	0,000	0,000
	Sol-ag-n	$2,18 \times 10^5$	$3,25 \times 10^5$

Tableau 33. Résultat de l'ANOVA de dénombrement des champignons dans les lombricultures.

Source	df	F	p
Effet de traitement	5	,817	0,631
Effet de temps	1	1,596	0,334

D'après (fig. 18) (tab.32. 33) Sans et avec vers de terre, on note l'absence des champignons au niveau des lombricultures sol autoclavé (sol-au), sol+agar autoclavé (sol-ag-au) et sol+fumier de cheval autoclavé (sol-fu-au).

On remarque l'augmentation non significative des champignons dans les lombricultures sol non autoclavé SNA, sol+agar non autoclavé SANA .La valeur maximale est observé au niveau de traitement sol non autoclavé SNA. Cela peut être expliqué par la symbiose entre les lombrics et les champignons ; en favorisant la présence des champignons dans le milieu externe, les vers de terre affectent le mécanisme de la dégradation des végétaux (présence d'enzyme cellulase chez les champignons qui dégrade la cellulose chez les végétaux), cela va augmenter le taux de la dégradation de la matière organique (Lavelle *et al.*, 2004).

4.3.2. Résultats de dénombrement des flores dans les turicules (cast) en UFC/g

4.3.2.1. Résultats de dénombrement de la flore totale mésophile

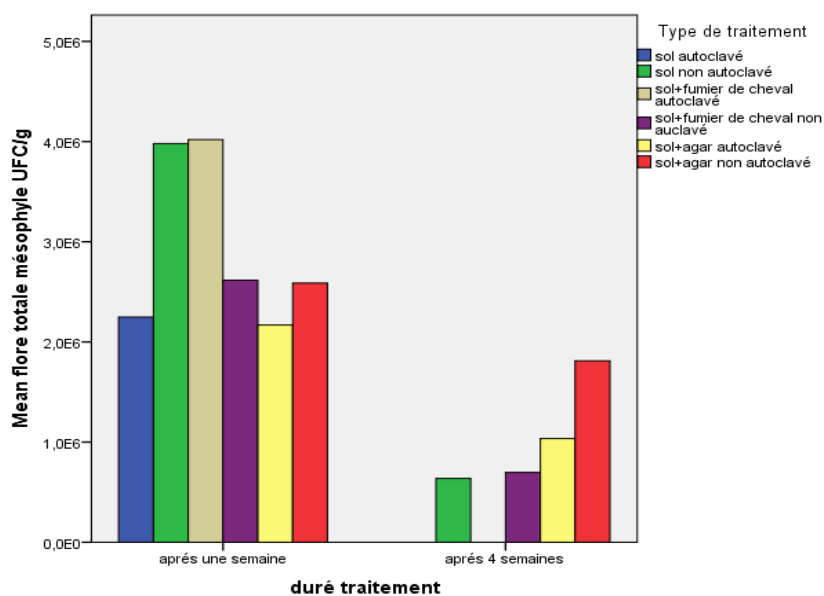


Figure 19. Graph des résultats de dénombrement de la flore totale mésophile dans les turicules (cast).

- Sol autoclavé : bleu.
- Sol non autoclavé : vert.
- Sol+fumier de cheval autoclavé : jaune clair.
- Sol+fumier de cheval non autoclavé : violet.
- Sol+agar autoclavé : jaune foncé.
- Sol+agar non autoclavé : rouge.

Tableau 34. Résultat de dénombrement de FTAM en UFC/g dans les turicules (cast) de semaine 1 et semaine 4.

Flore microbienne	Traitement	UFC/g (semaine 1)	UFC/g (semaine4)
FTAM	SA	$2,25 \times 10^6$	0,000
	SNA	$3,98 \times 10^6$	$6,37 \times 10^5$
	SFA	$4,02 \times 10^6$	0,000
	SFNA	$2,62 \times 10^6$	$6,97 \times 10^5$
	SAA	$2,17 \times 10^6$	$1,3 \times 10^6$
	SANA	$2,59 \times 10^6$	$1,81 \times 10^6$

Tableau 35. Résultat de l'ANOVA de dénombrement de la FTAM dans les turicules (cast).

Source	df	F	p
Effet du traitement	5	0,279	0,903
Effet du temps	1	12,761	0,023

Le dénombrement de la FTAM montre la diminution significative de cette flore au cours du temps ($p= 0,023$), par contre l'effet de traitement n'est pas significatif ($p= 0,903$).

On peut expliquer ça par la carence en ressources nutritionnelle au cours du temps au niveau les lombricultures. Selon Blanchart (2006), il existe une interaction entre les vers de terre et la matière organique, la MO est une ressource trophique des vers, agit sur leurs développement.

4.3.2.2. Résultats de dénombrement des cocci à gram positif

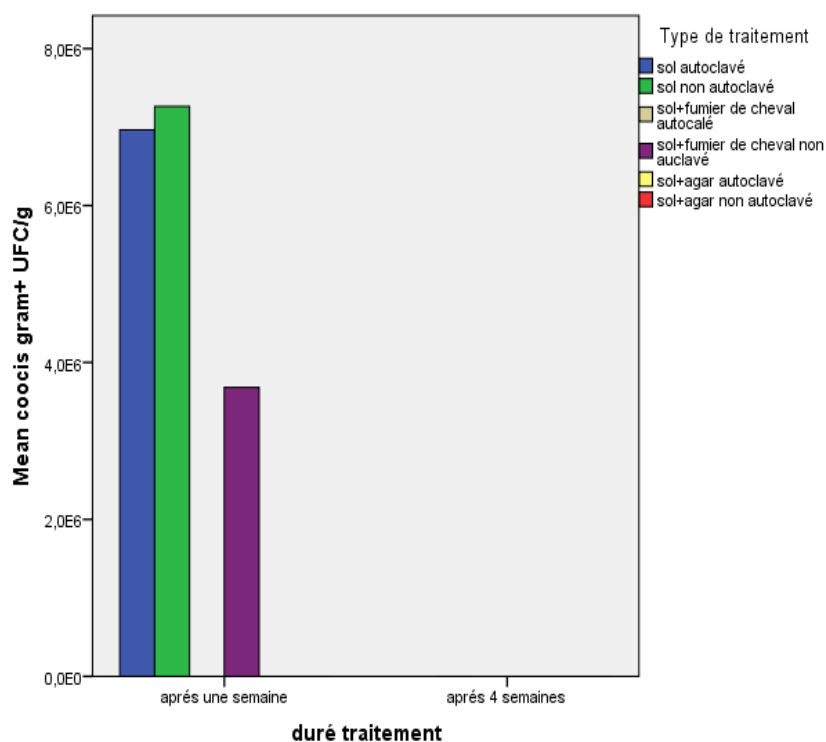


Figure 20. Graph des résultats de dénombrement des cocci à gram positif dans les turicules (cast).

Tableau 36. Résultat de dénombrement des cocci à gram positif en UFC/g dans les turicules de semaine 1 et semaine 4.

Flore microbienne	Traitement	UFC/g (semaine 1)	UFC/g (semaine4)
Cocci à gram positif	SA	$6,97 \times 10^6$	0,000
	SNA	$7,26 \times 10^6$	0,000
	SFA	0,000	0,000
	SFNA	$3,68 \times 10^6$	0,000
	SAA	0,000	0,000
	SANA	0	0

Tableau 37. Résultat de l'ANOVA de dénombrement des cocci à gram positif dans les turicules (cast)

Source	df	F	p
Effet de traitement	5	1,425	0,410
Effet du temps	1	2,471	0,214

A partir des résultats dans (fig. 20) (tab. 36) on remarque la disparition totale des cocci à gram positif dans les turicules (cast) au niveau des lombricultures après 4 semaines de traitement. Les agents pathogènes comme *S. aureus* peuvent être réduits après passage dans l'intestin du ver à cause des enzymes digestives (Mathur *et al.*, 2006).

4.3.2.3. Résultats de dénombrement des entérobactéries

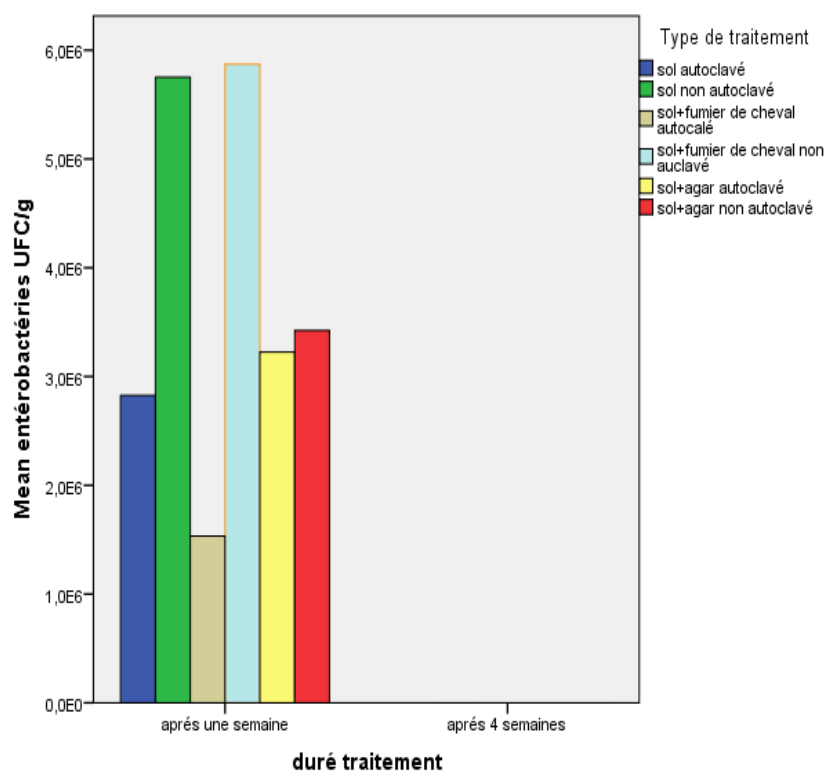
**Figure 21.** Graph des résultats de dénombrement des entérobactéries dans les turicules (cast).

Tableau 38. Résultat de dénombrement des entérobactéries en UFC/g dans les turicules (cast) de semaine 1 et semaine 4.

Flore microbienne	Traitement	UFC/g (semaine 1)	UFC/g (semaine4)
Entérobactéries	SA	$2,83 \times 10^6$	0,000
	SNA	$5,75 \times 10^6$	0,000
	SFA	$1,53 \times 10^6$	0,000
	SFNA	$5,87 \times 10^6$	0,000
	SAA	$3,22 \times 10^6$	0,000
	SANA	$3,42 \times 10^6$	0,000

A partir des résultats on remarque la disparition totale des entérobactéries dans les turicules (cast) au niveau des lombricultures après 4 semaines de traitement. La disparition des entérobactéries dans le caste est significatif au cours du temps ($p= 0,008$).

Le lombricompostage montre selon une étude une réductions sensibles des coliformes fécaux et salmonelles (Eastman, 1999).

Tableau 39. Résultat de l'ANOVA de dénombrement des entérobactéries dans les turicules (cast).

Source	df	F	p
Effet de traitement	5	2,230	0,271
Effet de temps	1	40,275	0,008

4.3.2.4. Résultats de dénombrement des Salmonelles et des Shigelles

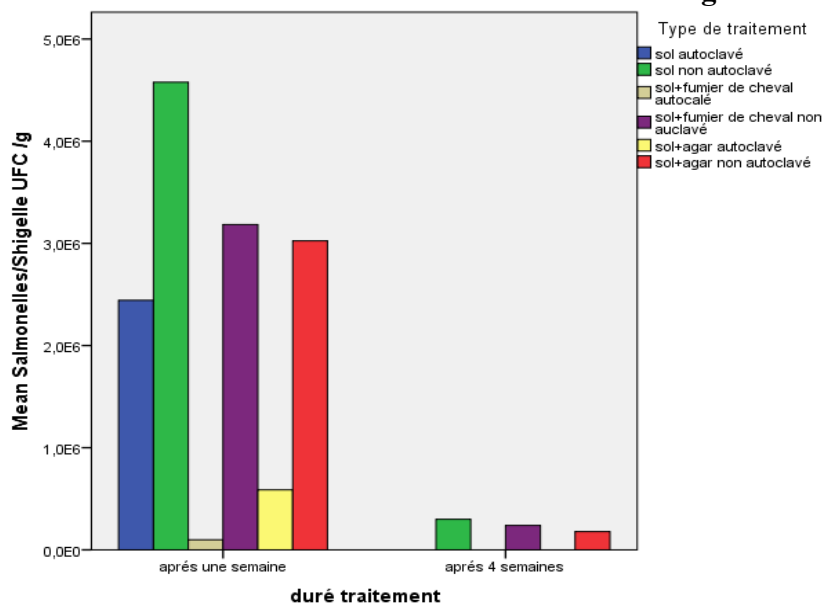


Figure 22. Graph des résultats de dénombrement des Salmonelles et des Shigelles dans les turicules (cast).

Tableau 40. Résultat de dénombrement des Salmonelles et des Shigelles en UFC/g dans les turicules (cast) de semaine 1 et semaine 4.

Flore microbienne	Traitement	UFC/g (semaine 1)	UFC/g (semaine4)
Salmonelle et Shigelle	SA	$2,44 \times 10^6$	0,000
	SNA	$4,58 \times 10^6$	$2,99 \times 10^5$
	SFA	$9,95 \times 10^4$	0,000
	SFNA	$3,18 \times 10^6$	$2,39 \times 10^5$
	SAA	$5,87 \times 10^5$	0,000
	SANA	$3,02 \times 10^6$	$1,79 \times 10^5$

Tableau 41. Résultat de l'ANOVA de dénombrement des Salmonelles et des Shigelles dans les turicules (cast).

Source	df	F	p
Effet de traitement	5	1,846	0,326
Effet de temps	1	12,111	0,040

Les résultats de dénombrement des Salmonelles et des shigelles montrent que dans les turicules collecté à partir de lombriculture sol non autoclavé (sol-n-au) et lombriculture sol+fumier de cheval non autoclavé SFNA ont les valeurs maximales (tab. 40).

Au cours du temps il y'a une diminution significatif et dramatique des Salmonelles et des Shigelles, d'après Dominguez et Edwards (2004), le nombre des salmonelles diminue de 3NPP/g à <1 NPP /g.

4.3.2.5. Résultats de dénombrement des *Pseudomonas sp*

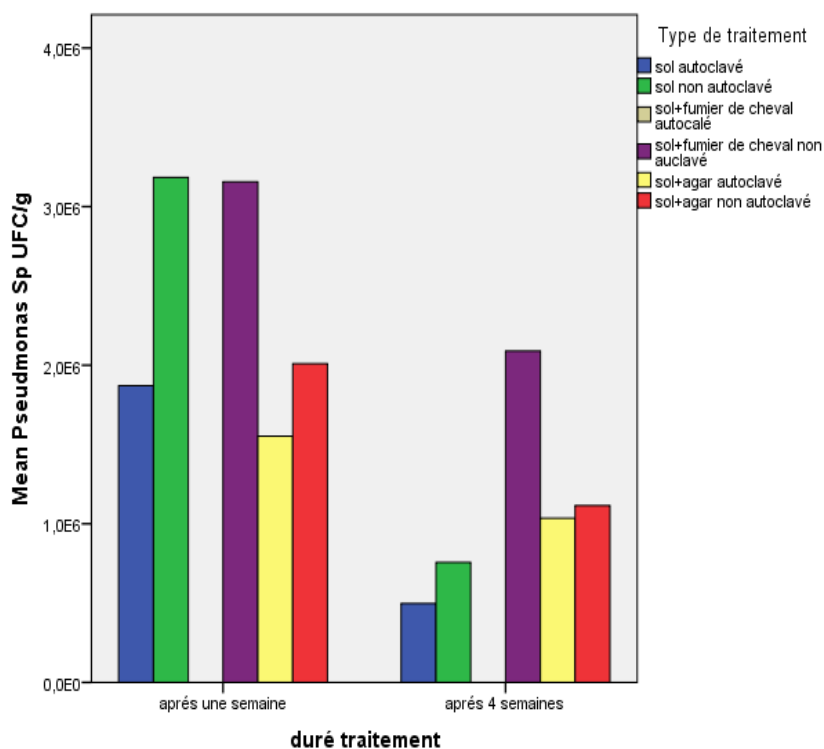


Figure 23. Graph des résultats de dénombrement des *Pseudomonas sp* dans les turricules (cast).

Tableau 42. Résultat de dénombrement des *Pseudomonas sp* en UFC/g dans les turricules (cast) de semaine 1 et semaine 4.

Flore microbienne	Traitement	UFC/g (semaine 1)	UFC/g (semaine4)
<i>Pseudomonas sp</i>	SA	$1,87 \times 10^6$	$4,98 \times 10^5$
	SNA	$3,18 \times 10^6$	$7,56 \times 10^5$
	SFA	0,000	0,000
	SFNA	$3,16 \times 10^6$	$2,09 \times 10^6$
	SAA	$1,55 \times 10^6$	$1,03 \times 10^6$
	SANA	$2,01 \times 10^6$	$1,11 \times 10^6$

Tableau 43. Résultat de l'ANOVA de dénombrement des *Pseudomonas sp* dans les turicules (cast).

Source	df	F	p
Effet de traitement	5	4,520	0,062
Effet de temps	1	9,633	0,027

D'après le graph (fig. 23) on note que les turicules collectés à partir des lombricultures (sol autoclavé SA et non autoclavé SNA, sol+fumier non autoclavé SFNA, sol+agar autoclavé et non autoclavé) présentent dans leurs populations microbiennes les *Pseudomonas sp*. Par contre on note l'absence des *Pseudomonas sp* dans les turicules collectés au niveau de traitement sol+fumier de cheval autoclavé, cela est dû à l'absence de cette flore au niveau de ce traitement.

Au cours du temps il y'a une diminution significatif ($p= 0,027$), On peut suggérer dans ce cas que les *Pseudomonas sp* font partie de la microflore intestinale lombricienne. Les turicules collectés à partir de lombriculture sol+fumier de cheval non autoclavé SFNA ont la valeur la plus élevé, cela est similaire avec les résultats de Aira *et al.* (2016) qu'il a trouvé que avec fumier de cheval, la communauté microbienne est constitué des *Pseudomonas sp*, et des *Actinomycètes sp* avec la dominance des *Pseuodomonas sp*.

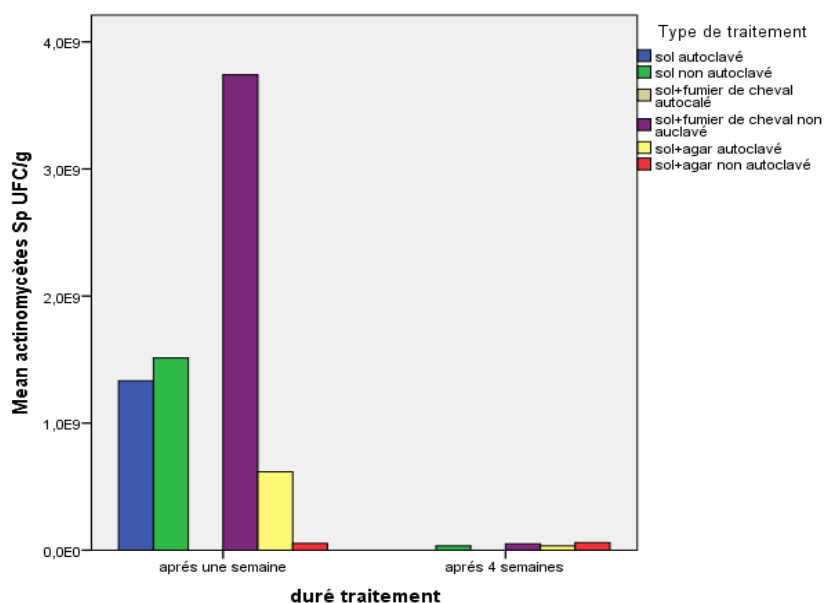
4.3.2.6. Résultats de dénombrement des *Actinomycètes sp*

Figure 24. Graph des résultats de dénombrement des *Actinomycètes sp* dans les turricules (cast).

Tableau 44. Résultat de dénombrement des *Actinomycètes sp* en UFC/g dans les turricules de semaine 1 et semaine 4.

Flore microbienne	Traitement	UFC/g (semaine 1)	UFC/g (semaine4)
<i>Actinomycètes sp</i>	SA	$1,33 \times 10^9$	0,000
	SNA	$1,51 \times 10^9$	$3,42 \times 10^7$
	SFA	0,000	0,000
	SFNA	$3,74 \times 10^9$	$4,98 \times 10^7$
	SAA	$6,17 \times 10^8$	$3,42 \times 10^7$
	SANA	$5,34 \times 10^7$	$5,99 \times 10^7$

Tableau 45. Résultat de l'ANOVA de dénombrement des *Actinomycètes sp* dans les turricules (cast).

Source	df	F	p
Effet de traitement	5	0,820	0,593
Effet de temps	1	2,766	0,172

D'après (fig. 24), les turicules (cast) collectés depuis les traitements sol autoclavé et non autoclavé présentent une charge en *Actinomycètes* sp relativement faible par rapport aux turicules (cast) collectés à partir du traitement sol+fumier de cheval non autoclavé SFNA. Ce qui concerne les traitements contenant l'agar, les *Actinomycètes* sp sont présent mais en quantité faible. On note aussi l'absence des *Actinomycètes* sp dans la caste collectée à partir de lombriculture sol+fumier autoclavé. au cours du temps et en fonction du traitement. Avec fumier de cheval, la microflore intestinale des vers de terre est constitué des Actinomycètes sp (Aira *et al.*, 2016), la diminution peut être du a l'effet de manque de ressource nutritionnelle au cours du temps, la matière organique agit sur le développement des vers de terre (Blanchart, 2006).

4.3.2.7. Résultats de dénombrement des champignons

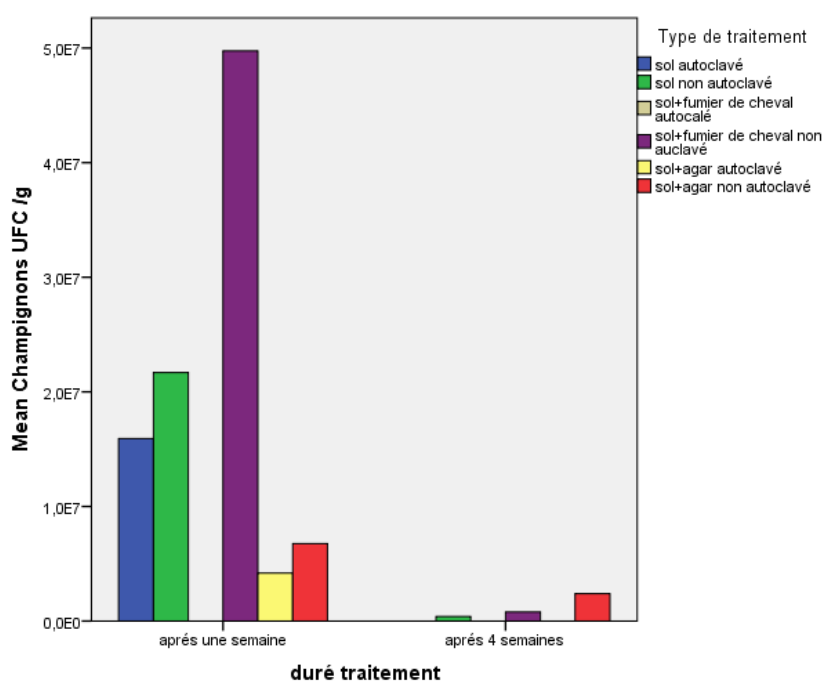


Figure 25. Graph des résultats de dénombrement des champignons dans les turicules (cast).

Tableau 46. Résultat de dénombrement des champignons en UFC/g dans les turicules de semaine 1 et semaine 4.

Flore microbienne	Traitement	UFC/g (semaine 1)	UFC/g (semaine4)
Champignons	SA	$1,59 \times 10^7$	0,000
	SNA	$2,17 \times 10^7$	$3,98 \times 10^5$
	SFA	0,000	0,000
	SFNA	$4,98 \times 10^7$	$7,96 \times 10^5$
	SAA	$4,18 \times 10^6$	0,000
	SANA	$6,77 \times 10^6$	$2,39 \times 10^6$

Tableau 47. Résultat de l'ANOVA de dénombrement des champignons dans les turicules (cast).

Source	df	F	p
Effet de traitement	5	0,811	0,597
Effet de temps	1	3,021	0,157

Les résultats présentés dans (fig. 25) montrent la présence des champignons au niveau de tout les traitements sauf au niveau de traitement sol+fumier de cheval autoclavé (absence de cette flore dans le même lombriculture). La valeur maximale est observé au niveau de traitement sol+fumier de cheval non autoclavé ($4,98 \times 10^7$ UFC/g).

Après 4 semaines, nous remarquons la diminution dramatique non significative (tab. 47) au cours du temps la disparition de cette flore au niveau des traitements sol autoclavé et sol+agar autoclavé. On suggère que cela est dû à la diminution des nutriments au cours de ce travail, cela confirme ce qu'il a été écrit par (Blanchart, 2006) : le taux de matière organique affecte le développement et des vers de terre.

4.3.3. Caractéristiques macroscopiques et microscopiques des flores

4.3.3.1 La flore totale mésophile FTAM

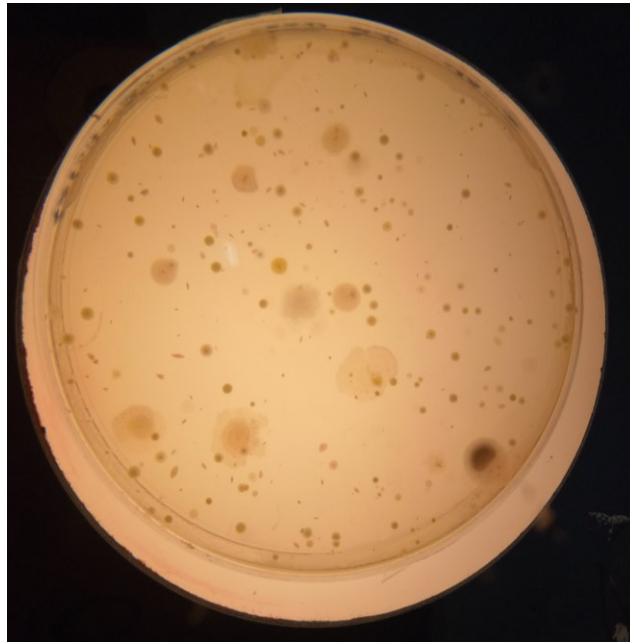


Figure 26. Photo prise à l'aide de décompteur des colonies sur milieu GN.

Sur GN, après 48h d'incubation, nous remarquons l'apparition d'une variété des colonies (bactéries, quelques moisissures), la couleur des colonies est jaune, le diamètre varie entre (1mm – 9mm).

4.3.3.2. Les cocci à gram positif

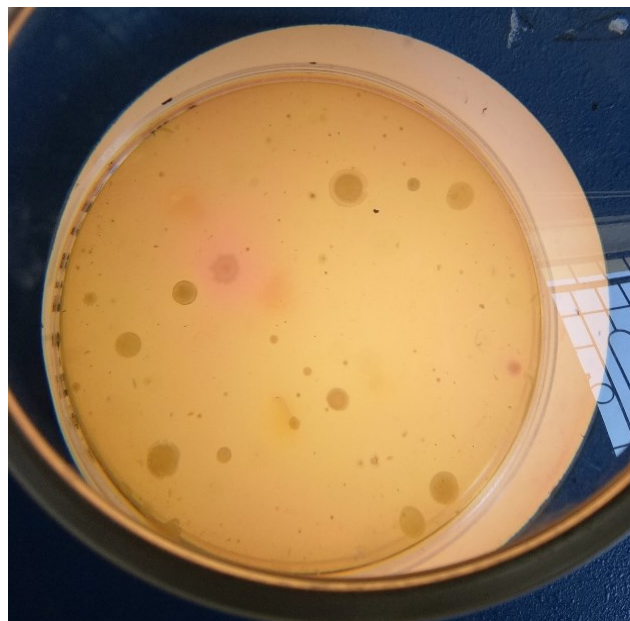


Figure 27. Photo prise à l'aide de décompteur des colonies sur milieu Chapman.

Sur Chapman, après 24h d'incubation, on note l'apparition des colonies arrondis, crémeuses de couleur jaune, le diamètre varie entre (1mm –4mm), nous remarquons aussi le virage de couleur du milieu de rouge vers le jaune.

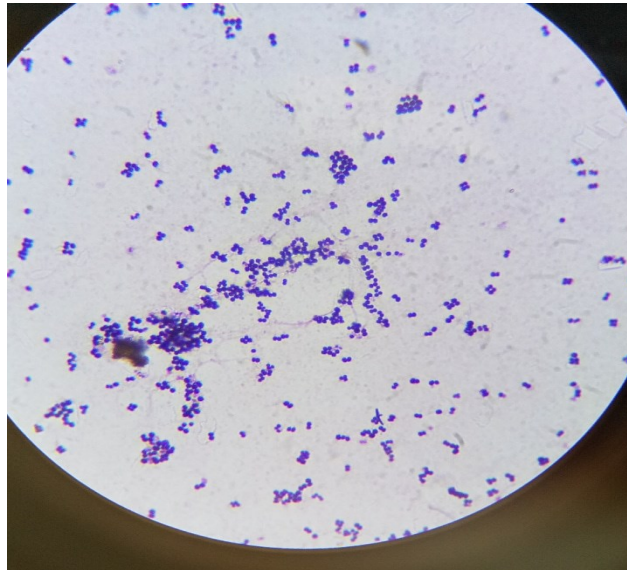


Figure 28. Observation microscopique des colonies isolées à partir de milieu Chapman ($\times 100$).

Sous microscope, on note l'apparition des coques en amas (grappes de raisin), Gram positif et catalase positive.(fig 28).



Figure 29. Test catalase.

4.3.3.3. les entérobactéries



Figure 30. Photo prise à l'aide de décompteur des colonies sur milieu Mackonkey.

Sur Mackonkey, après 24h d'incubation, on note l'apparition des colonies de couleur rouge (souche Lac+), et autres de couleur jaune (souche Lac-), le diamètre varie entre (1mm – 3mm).

4.3.3.4. Les Salmonelles et les Shigelles

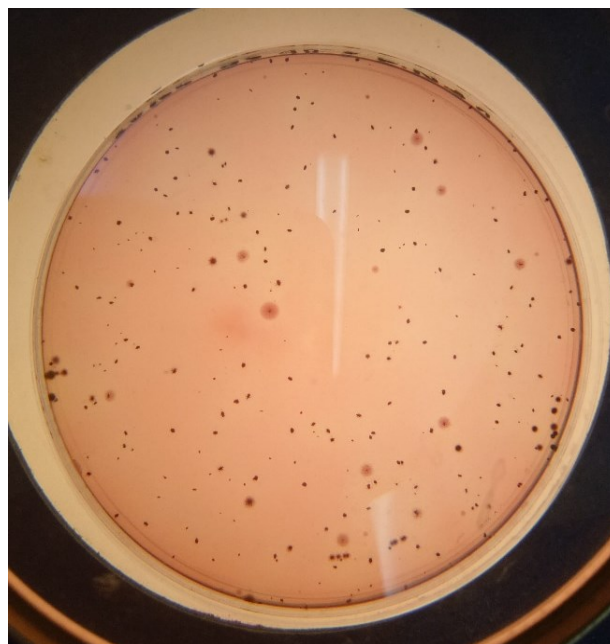


Figure 31. Photo prise à l'aide de décompteur des colonies sur milieu SS.

Sur SS, après incubation de 24h, on remarque l'apparition des colonies de couleur rouge « Lac+ », autres incolores « Lac-», le diamètre varie entre (1mm – 3mm) ; on note aussi l'apparition des colonies à centre noir « production d'H₂S ».

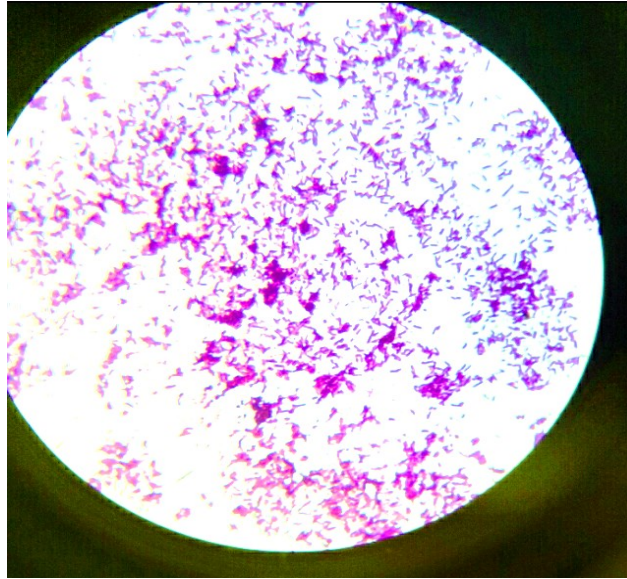


Figure 32. Observation microscopique des colonies isolées à partir de milieu SS ($\times 100$).

Sous microscope optique, les colonies isolées à partir de milieu SS sont des bacilles à gram négatif (fig 32).

4.3.3.5. Les *Pseudomonas sp*

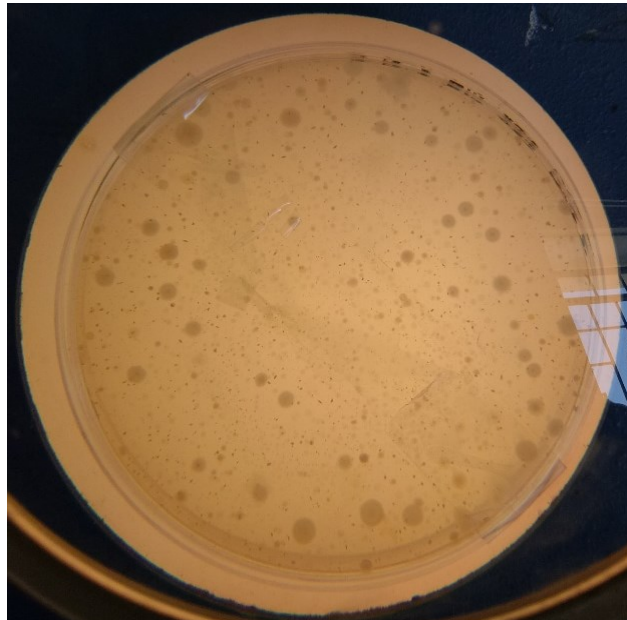


Figure 33. Photo prise à l'aide de décompteur des colonies sur King B.

Sur King B, après 24h d'incubation on remarque l'apparition des colonies de couleur jaune pigmenté, de taille varie entre (1mm- 4mm).

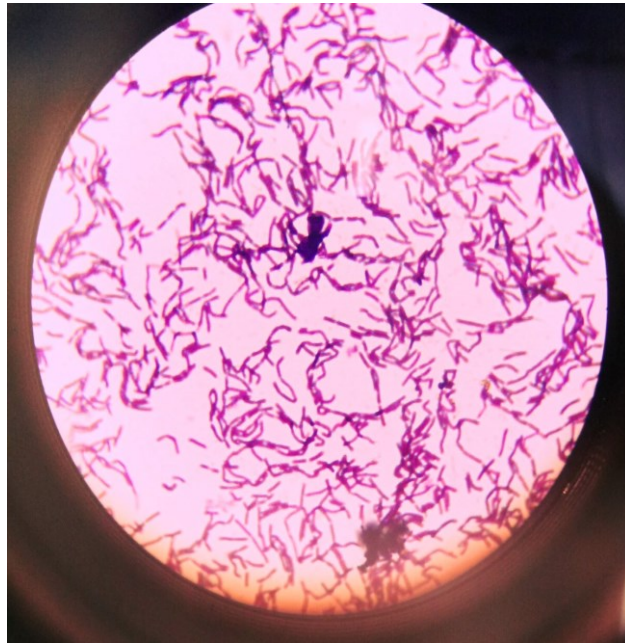


Figure 34. Observation microscopique des colonies isolées à partir de milieu King B ($\times 100$).

Sous microscope optique, les colonies prise à partir de milieu King B apparaisse comme des bacilles à gram négative.(fig 34)

4.3.3.6. les Actinomycètes sp

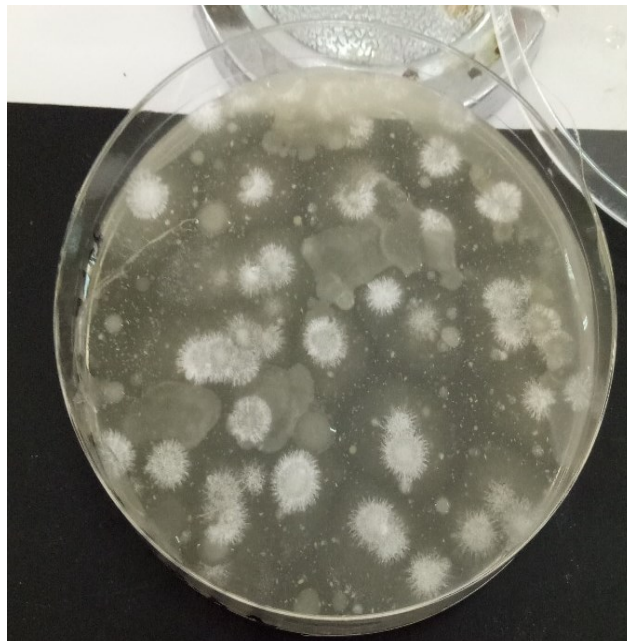


Figure 35. Photo prise à l'aide de décompteur des colonies sur milieu Glycérol yeast agar.

Sur milieu glycérol yeast agar, après 7 jours d'incubation, on note l'apparition des colonies sèches, adhérent à la gélose, colorée ou non.

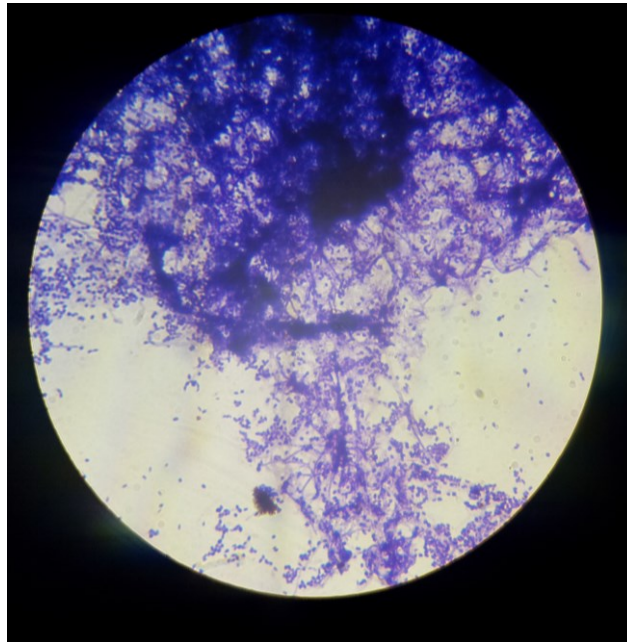


Figure 36. Observation microscopique de colonies isolées à partir de milieu glycérol yeast agar ($\times 100$).

Sous microscope, les colonies apparaissent sous forme des filaments à gram positive (fig 36).

4.3.3.7. les champignons

Après incubation de 3 à 7 jours, nous remarquons l'apparition d'une variété des colonies sur milieu Sabouraud, il faut signaler que la flore apparue au niveau des turicules est la même flore apparue au niveau de lombriculture.

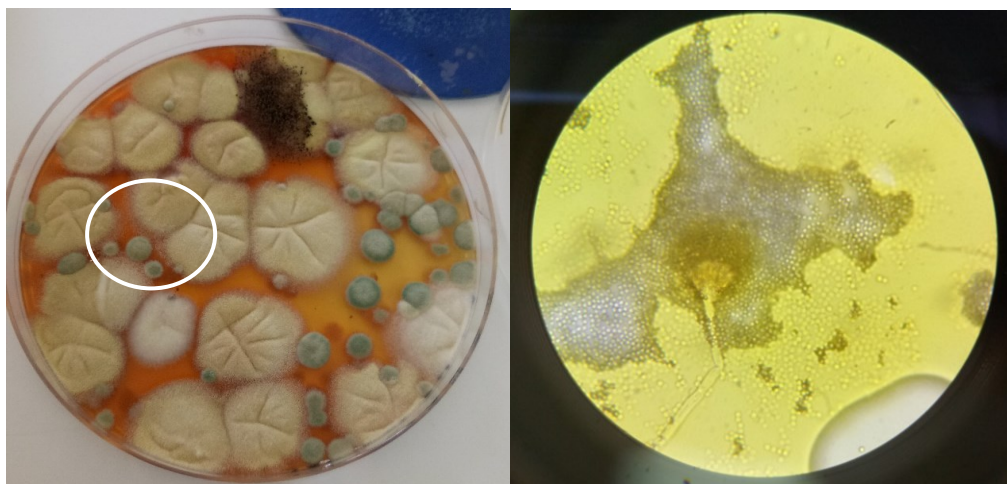


Figure 37. Observation macroscopique et microscopique des colonies apparues sur Sabouraud (turicules de SNA semaine 1)

D'après (fig 37), on note l'apparition des colonies de couleur jaune, sous microscope (coloration avec lugol), l'hyphe est cloisonnée, porte plusieurs conidiospores. On suggère que

ces caractéristiques sont semblables avec celles cités par (Raper et Fennell, 1977) : il s'agit d'*Aspergillus sp.*

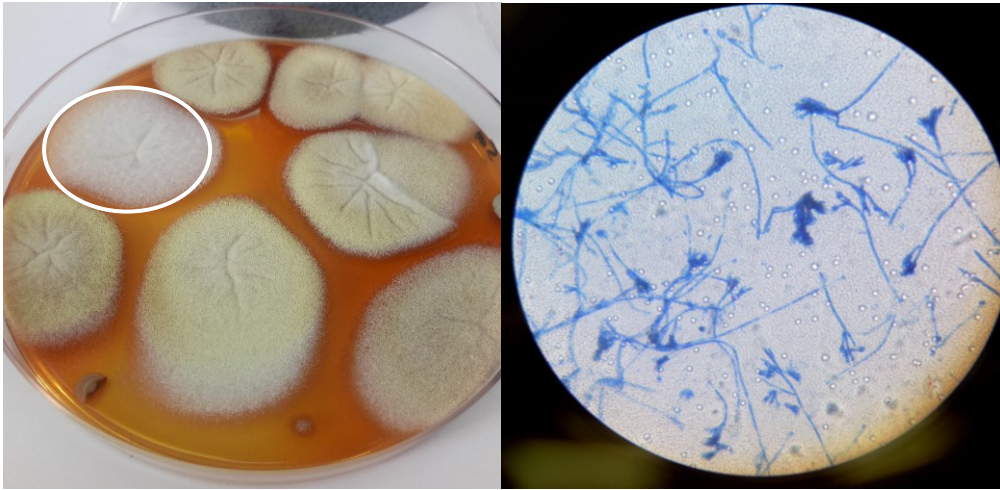


Figure 38. Observation macroscopique et microscopique des colonies apparues sur Sabouraud (lombriculture sol non autoclavé sans contact avec lombric).

D'après (fig 38) on note l'apparition des colonies blanches et jaune, d'aspect poudreux, sous microscope et après la réalisation du scotch test et coloration avec le bleu de méthylène sur la colonie blanche nous remarquons l'apparition des hyphes septés. Selon (Visagie *et al.*, 2014), il s'agit de *Penicillium sp.*

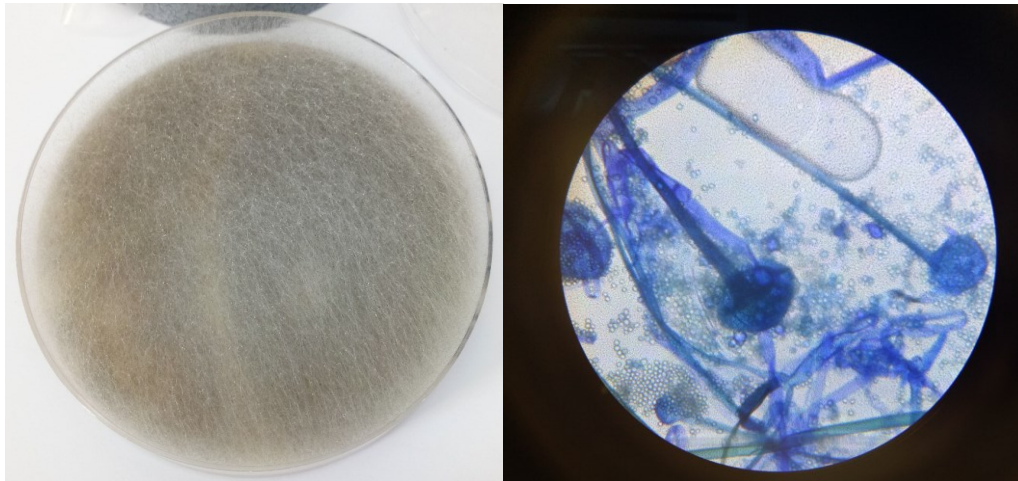


Figure 39. Observation macroscopique et microscopique des colonies apparues sur sabouraud (lombriculture sol autoclavé fin).

D'après (fig 39), on note la présence des colonies à texture laineuse de couleur gris à brun. Sous microscope nous remarquons que l'hyphe est peu ou pas septé. On suggère que nos résultats sont similaires avec celles cités par Selon (Lamrani, 2009) : il s'agit de *Mucor sp.*

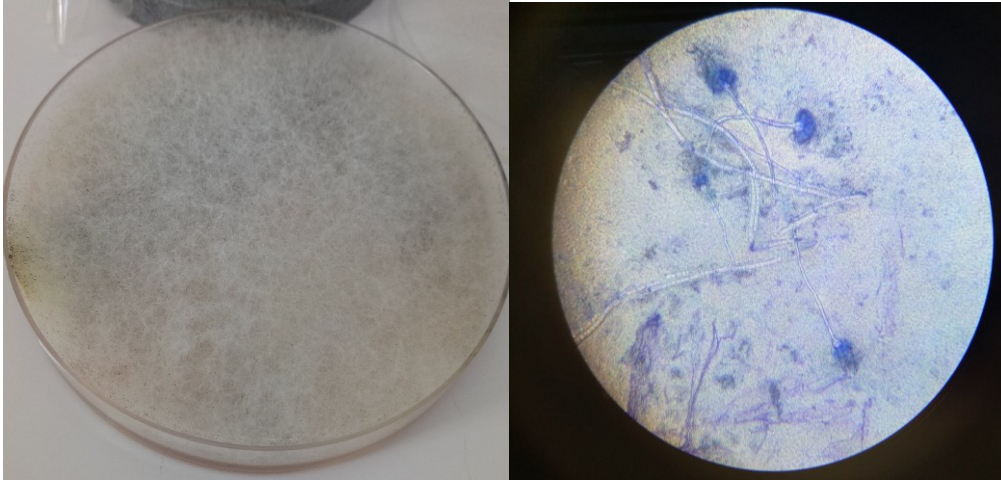


Figure 40. Observation macroscopique et microscopique des colonies apparues dans milieu Sabouraud (lombriculture SFNA après contact avec ves de terre).

D'après (fig 40), on note l'apparition des colonies blanches à croissance rapide (après 48h), sous microscope on note la présence des conidies. On propose que ces caractéristiques sont semblables avec celles cités par (Pitt, 1973) ; il s'agit d'*Aspergillus sp.*

Conclusion

Conclusion

Au cours notre travail, nous avons étudié l'interaction de la microflore intestinale des vers de terre avec leur milieu. Nous avons a utilisé différents milieux avec différente source de matière organique (sol- sol traité par fumier de cheval- sol traité par agar bactériologique). Pour l'identification de la flore intestinale on a autoclavé les milieux et on a suivi l'évolution des flores microbiennes dans les turicules (cast) et les milieux au cours de temps.

En fonction de type de la matière organique contenue dans le milieu, la microflore intestinale des lombrics se différent d'un milieu à autre, après la consommation des ressources nutritionnelles contenu dans les milieux, la quantité des populations microbiennes dans les turicules (cast) diminuent en parallèle avec le poids des lombrics et de caste rejeté.

D'après les résultats présentés dans ce mémoire, on conclu que le type et la quantité de la matière organique ingéré par les vers de terre affectent la composition de la communauté microbienne intestinale lombricienne, certain persiste dans les rejets des turicules comme les *Pseudomonas sp* et les actinomycètes, réduction des entérobactéries et d'autres disparaissent comme les champignons et les cocci à gram positif.

Nos objectifs fixés dans le début de ce travail ont été atteint, mais nous avons constaté que les perspectives de notre travail sont nombreuses. Pour une caractérisation plus fine et fiable, on suggère d'augmenter la période de travail, d'augmenter la quantité de la matière organique utilisée avec l'augmentation de nombre des vers de terre.

Bibliographie

Bibliographie

- Ablain F. 2002. Rôle des activités lombriciennes sur la redistribution des éléments traces métalliques issus de boue de station d'épuration dans un sol agricole (Doctoral dissertation, Université Rennes 1).
- Aira M., Olcina J., Pérez-Losada M., Domínguez J. 2016. Characterization of the bacterial communities of casts from *Eisenia andrei* fed with different substrates. *Applied soil ecology*, 98, 103-111.
- Aira M., Monroy F., Domínguez J. 2007. *Eisenia fetida* (Oligochaeta: Lumbricidae) modifies the structure and physiological capabilities of microbial communities improving carbon mineralization during vermicomposting of pig manure. *Microbial Ecology*, 54(4), 662-671.
- Bachelier G. 1978. La faune des sols, son écologie et son action. Ed.
- Bachelier G., Bachelier G. (1963). La vie animale dans les sols (p. 279). Orstom.
- Bazri K. 2015. Etude de la biodiversité des lombriciens et leurs relations avec les propriétés du sol dans différents étages bioclimatiques, dans l'est algérien. Thèse doctorat, 188.
- Boer W. D., Folman L. B., Summerbell R. C., Boddy L. 2005. Living in a fungal world: impact of fungi on soil bacterial niche development. *FEMS microbiology reviews*, 29(4), 795-811.
- Bouché M. B. 1972. Lombriciens de France: écologie et systématique.
- Bouché M. B. 1977. Strategies lombriciennes. *Ecological Bulletins*, 122-132.
- Bouché M. B., Leclercq J., Gaspar C. 1978. Atlas provisoire des lombriciens de Belgique et des pays limitrophes. Faculté des Sciences Agronomiques de l'Etat Zoologie Générale et Faunistique.
- Byambas P., Lemtiri A., Hornick J. L., Ndong T. B., Francis, F. 2017. Rôles et caractéristiques morphologiques du ver de terre *Eudrilus eugeniae* (synthèse bibliographique). *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, 21(2), 160-170.

- Chaoui H. 2010. Vermicompostage (ou lombricompostage): le traitement des déchets organiques par les vers de terre. Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario.
- Compaoré E., Nanéma L. S. 2010. Compostage et qualité du compost de déchets urbains solides de la ville de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso. *Tropicultura*, 28(4), 232-237.
- Cristian C. 2008. Microbiologie Hygiène Base microbiologiques de la diététique. Ed.
- Eastman B. R. 1999. Achieving pathogen stabilization using vermicomposting. BioCycle.
- Edwards C. A., Bohlen P.J.1996. Biology and Ecology of Earthworms.
- Edwards C. A., Dominguez J., Arancon, N. Q. 2004. 18. The influence of vermicompost on plant growth and pest incidence. *Soil Zoology for Sustainable Development in the 21st century*. Cairo, 397-420.
- Elise L., Alicia C., Jean R., Jean-Baptiste D., Paul R., Mélynda H., Didier O., Julien P. 2015. Emissions d'Ammoniac et de Gaz à Effet de Serre des Fumiers Bovins. Consulté sur : <https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/ges-fumiers-bovins-rapport-201512.pdf>
- Eric B. 2006. Services écosystémiques de la macrofaune dans les sols tropicaux : exemple des vers de terre. Habilitation à diriger des recherches, institut de recherche pour le développement IRD, 98p.
- Francou C. 2003. Stabilisation de la matière organique au cours du compostage de déchets urbains: Influence de la nature des déchets et du procédé de compostage- Recherche d'indicateurs pertinents (Doctoral dissertation, INAPG (AgroParisTech).
- Galibardy C., Loustale E. 2009. Etude de caractérisation des fumiers de cheval issus de centres équestres afin d'aider à la décision sur les possibilités à valorisation. Consulté sur : <https://docplayer.fr/20760904-Etude-de-caracterisation-des-fumiers-de-cheval-issus-de-centres-equestres-afin-d-aider-a-la-decision-sur-les-possibilites-de-valorisation.html>.

-
- Gómez-Brandón M., Aira M., Lores M., Domínguez J. 2011. Epigeic earthworms exert a bottleneck effect on microbial communities through gut associated processes. *PloS one*, 6(9), e24786.improve plant growth. *Adv. Argon.* 66: pp. 1-102.
 - Hirai M. F. 1986. Effect of compost maturity on plant growth. *BioCycle*, 27, 58-61.
 - Keeney D. R., Nelson D. W. 1982. Nitrogen—Inorganic Forms 1. *Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties, (methodsofsoilan2)*, 643-698.
 - Kersante A. 2003. Rôle régulateur de la macrofaune lombricienne dans la dynamique de l'herbicide atrazine en sol cultivé tempéré (Doctoral dissertation, Université Rennes 1).
 - Kumar A. G., Sekaran G. 2005. Enteric pathogen modification by anaecic earthworm, *Lampito mauritii*. *Journal of Applied Sciences and Environmental Management*, 9(1), 15-17.
 - Lamrani K. 2009. Etude de la biodiversité des moisissures nuisibles et utiles isolées à partir des Maâsra du Maroc. Rabat .thèse de doctorat d'état. N° d'ordre : 2461.p94.
 - Lavelle P., Spain A. V. 2001. *Soil Ecology Kluwer Scientific Publications.*
 - Lavelle P., Rouland C., Diouf M., Binet, F., Kersante A. 2004. 14 Regulation of Microbial Activities in Functional Domains of Roots and Invertebrates. *Microorganisms in Soils: Roles in Genesis and Functions*, 3, 291.
 - Mathur U. B., Verma L. K., Srivastava, J. N. 2006. Effects of vermicomposting on microbiological flora of infected biomedical waste. *J ISHWM*, 5(1), 21-26.
 - Monrozier L. J., Guez P., Chalamet A., Bardin R., Martins J., Gaudet J. P. 1993. Distribution of microorganisms and fate of xenobiotic molecules in unsaturated soil environments. *Science of the total environment*, 136(1-2), 121-133.
 - Morin R. 1999. Exploitation et élevage des vers de terre pour le marché des appâts vivant, document d'information DADD ministère de l'agriculture des pêcheries et de l'alimentation. 13p.

- Navel A. 2011. Distribution, spéciation impact et transfert du cuivre dans un sol sous vigne: rôle de la structuration spatiale et du statut organique (Doctoral dissertation, Université de Grenoble)
- Noumeur S. R. 2008. Biodégradation du 2,4-dichlorophénol par le microbiote tellurique de la région de Hamla (Batna). Thèse de magister, université Mentouri canstantine, 74p.
- Pathma J., Sakthivel, N. 2012. Microbial diversity of vermicompost bacteria that exhibit useful agricultural traits and waste management potential. SpringerPlus, 1(1), 26.
- Pitt J. I. 1973. An appraisal of identification methods for *Penicillium* species. Noveltaxonomiccriteriabased on temperature and water relations. Mycology 65: 1135-1157.
- Puga F. R. 2012. Effet du ver de terre *Aporrectodea caliginosa* sur la croissance des plantes, leur développement et leur résistance aux pathogènes: réponse physiologique et moléculaire de la plante à l'émission de molécules-signal (Doctoral dissertation, Paris Est).
- Ragarijaona S. N., 2016. Effets de l'interaction entre ver de terre et latière organique sur la disponibilité du phosphore et à la production de biomasse de riz, cas du spm ferrallitique de Lazaona-antananarivo, Mémoire en vue de l'obtention du certificat d'aptitude pédagogique de l'école normale (CAPEN), 121p.
- Raper K. B., Fennel D. I. 1977. The Genus *Aspergillus*. Krieger Malabar, Florida, 686p.
- Razafindrakuto S D. 2013. Etude des interactions plante- vers de terre (*Dichogaster Saliens* dans les culture de Riz et de l'éleusine. mémoire Magister Univ privée à vocation professionnalisant 87p.
- Riedlinger J., S. D. Schrey M. T. Tarkka R. Hampp M. Kapur et H.P. Fiedler. 2006. Auxofuran, a novel metabolite that stimulates the growth of fly agaric, is produced by the mycorrhiza helper bacterium *Streptomyces* Strain AcH 505. Appl. Environ. Microbiol. 72 (5): 3550-3557.
- Site web 1: <http://dsne.chez-alice.fr/eau/RBVNET/RBV/FVDT.HTM>.

- Site web 2: <http://www.supagro.fr/ress-pepites/OrganismesduSol/co/VDT-anectiques.html>.
- Site web 3: <http://www.supagro.fr/ress-pepites/versdeterre/co/VDTendoges.html>.
- Site web 4: <http://www.bioactualites.ch/fr/sol-sain-plantes-sanes/biodiversite/ver-de-terre.html>.
- Suhane RK., 2007. Vermicompost. Publication of Rajendra Agriculture. University, Pusa, p88.
- Tate K.R., Ross D J., Feltham C W. 1988. A direct method to estimate soil microbial C: effects of experimental variables and some different calibration procedures, soil biology and biochemistry, 20(3), 329-335.
- Ulrike J. 2009. Etude des interactions entre la plante arabidopsis thaliana (L.) Heyntt et le ver de terre Aporrectodea caliginasa (savigny : application à la phytoremédiation de l'arsenic et de l'antimoine. Thèse de doctorat. Ecole doctorale sciences et ingénierie. Paris. 208p.
- Visagie C. M., Houbraken J., Frisvad J. C., Hong S. B., Klaassen C. H. W., Perrone G., Samson R. A. 2014. Identification and nomenclature of the genus *Penicillium*. Studies in mycology, 78, 343-371.

Annexes

Annexes

Annexe 1 : prélèvement des lombrics et de sol



Annexe 2: Mesure de pH et de conductivité électrique



Annexe 3: incinération des échantillons dans le four à moufle pour la mesure de %MO



Annexe 4: Les échantillons dans l'étuve dessiccateur pour la mesure de % H



Annexe 5: Mesure de l'azote totale (Digesteur)**Annexe 6 : Mesure de l'ammoniac (Distillateur BÜCHI)**

- **Préparation des solutions pour la mesure de l'azote totale et l'ammoniac**

Acide borique : 1g....100ml

KCl : 149.1g.....1L

NaOH : 300g.....1L

HCl : 0,86 ml1L

Annexe 7: Mesure de Carbone organique dissout (spectrophotomètre)



- **Préparation des solutions pour la mesure de COD**

BaCl_2 : 7.03g.....100ml

K_2SO_4 : 87.135g....1L

$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$:4.9g.....1L

- **Préparation de la solution rétrograde**

180,16 g de Fructose72 g de carbone 1ppm = 1 $\mu\text{g}/\text{ml}$.

1 g de Fructose..... 0.397 g de carbone = $0.3997 \cdot 10^6 \mu\text{g}$.

$0.3997 \cdot 10^6 \mu\text{g} / 1000 \text{ ml} = 0.3997 \cdot 10^6 \cdot 10^{-3} \mu\text{g}/\text{ml}$, = $0.3997 \cdot 10^3 \text{ ppm}$.

1 g = 399,7 ppm de c dans 1 litre.

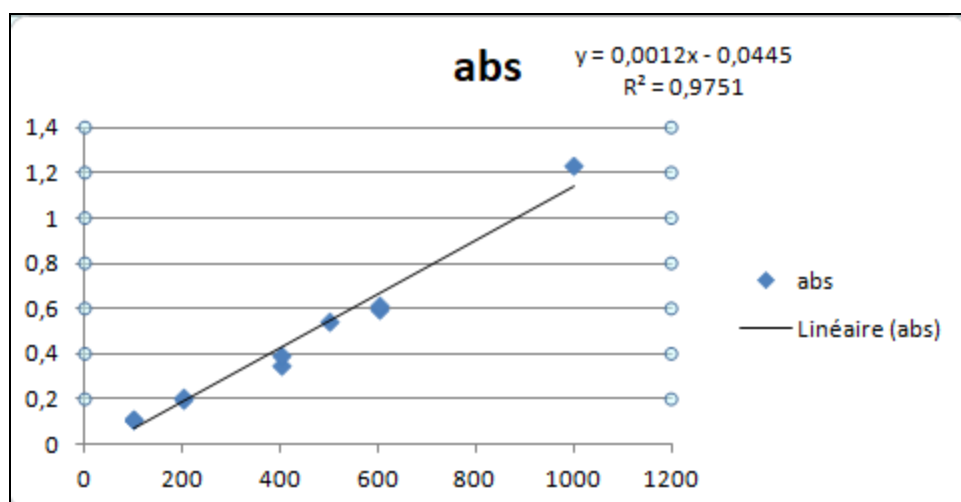
2. 502 g/l..... 1000 ppm de carbone.

2.502 g..... 1000 ml.

0,2502 g.....100 ml.

Pour une solution mère de 1000 ppm en dissous 0.2502 g de Fructose dans 100 ml

Concentration du fructose en mg/ml	0,2502	0,1502	0,1252	0,1002	0,0502	0,0252
Concentration de carbone en ppm	1000	600	500	400	200	100



Annexe 8 : les lombricultures



Annexe 9: les vers de terre dans les boîtes de collecte des turicules (cast)



Annexe 10: Les turicules (cast) collectés et conservés dans les tubes eppendorfs.



Annexe 11: Préparation des milieux des cultures

- Agar bactériologique

Préparation de milieu

12-20 g de poudre déshydraté d'agar a été met dans 1,0 L d'eau distillé, le mélange a été chauffé jusqu'à l'ébullition. Versés dans des flacons puis autoclavé et stockés au frais.

- Milieu Gélose nutritive

Préparation de milieu

28 g de poudre déshydraté de gélose nutritive a été met dans 1,0 L d'eau distillé, le mélange a été chauffé jusqu'à ébullition. Versés dans des flacons puis autoclavé et stockés au frais.

- **Milieu SS (Salmonelle/Shigelle)**

Préparation de milieu	
63 g de poudre déshydraté a été met dans 1,0L d'eau distillé, le mélange a été chauffé jusqu'à l'ébullition. Versés dans des flacons puis autoclavé et stockés au frais.	

- **Milieu mackonkey**

Préparation de milieu	
51,5 g de poudre déshydraté a été met dans 1,0L d'eau distillé, le mélange a été chauffé jusqu'à l'ébullition. Versés dans des flacons puis autoclavé et stocké au frais.	

- **Milieu Sabouraud**

Préparation de milieu	
45 g de poudre déshydraté a été met dans 1,0L d'eau distillé, le mélange a été chauffé jusqu'à l'ébullition. Versé dans des flacons puis autoclavé et stocké ay frais.	

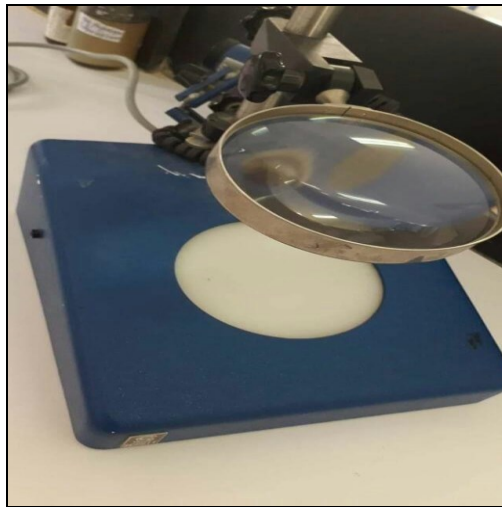
- **Milieu King B**

Préparation de milieu	
37g de poudre déshydraté +10ml de glycérol ont été mis dans 1,0L d'eau distillé, le mélange a été chauffé jusqu'à l'ébullition. Versé dans des flacons puis autoclavé et stocké au frais.	

- **Milieu glycérol yeast agar**

Formule g/l	
Extrait de levure	2 gramme
Glycérol	10 ml
K ₂ PSO ₄	1 gramme
Agar	15 gramme
Préparation de milieu	
Les composants ont été mélangés dans 1,0L d'eau distillé. Chauffés jusqu'à l'ébullition puis versés dans des flacons, autoclavés et stockés au frais.	

Annexe 12: Décompteur des colonies



ملخص

تعتبر ديدان الأرض مهندسة للنظام الإيكولوجي ، التغيرات في تكوين المجتمعات الميكروبية خلال العبور المعوي تلعب دورا رئيسيا في تحليل المواد العضوية. الهدف من هذا العمل هو دراسة التفاعلات المختلفة لديدان الأرض مع البيئة الخارجية (المادة العضوية و مجتمعات البكتيريا) من خلال تحديد مجتمعات البكتيريا المعوية والبيئية الخارجية عن طريق متابعة تطورها على مر الزمن. درسنا الخصائص الكيميوفيزيائية (الرقم الهيدروجيني ، الموصلية ، الرطوبة النسبية ، المادة العضوية ، النيتروجين الكلي ، الأمونيا ، الكربون العضوي الذائب) للأوساط المستخدمة كقمامة لديدان ديدان الأرض (التربة ، روث الخيل ، أجار) و الخصائص الميكروبيولوجية لفضلات ديدان الارض المطروحة و الوسائط المستخدمة عبر التعداد ب UFC/g لسبع مجتمعات بكتيرية FTAM, les coocis à gram positive, les entérobactéries, les Salmonelles et les Shigelles, les *pseudomonas* sp, les *actinomycètes* sp et les champignons. تعتمد على نوع و كمية المادة العضوية المحتواة في الوسط الذي تعيش فيه. الكلمات المفتاحية: ديدان الأرض ، طرح الفضلات ، البكتيريا المعوية ، تفاعل دودة الأرض ، المادة العضوية.

Résumé

Les vers de terres sont considérés comme des ingénieurs de l'écosystème, les changements dans la composition des communautés microbiennes pendant le transit intestinal jouent un rôle majeur dans la décomposition de la matière organique. L'objectif de ce travail est l'étude de différentes interactions des vers de terre avec le milieu externe (matière organique et flore de milieu externe) en identifiant la microflore intestinale lombricienne et de milieu externe en suivant leur évolution au cours du temps. On a étudié les paramètres physico-chimiques (pH, Conductivité, Humidité relative, matière organique, azote totale, ammoniac, carbone organique dissous) des milieux utilisés comme litière par les vers de terre (sol, fumier de cheval ; agar), et les paramètres microbiologiques des turicules rejetés par les vers de terre et des milieux par dénombrement en UFC/g de 07 flores microbiennes (FTAM, les coocis à gram positif, les entérobactéries, les Salmonelles et les Shigelles, les *pseudomonas* sp, les *actinomycètes* sp et les champignons). On a trouvé que la microflore intestinale lombricienne dépend de type et de quantité de la matière organique contenu au niveau de milieu auxquelles ils vivent.

Mots clés : vers de terre, rejet des turicules, microflore intestinale, interactions lombriciennes, matière organique.

Abstract

Earthworms are considered as ecosystem engineers, changes in the composition of microbial communities during intestinal transit play a major role in the decomposition of organic matter. The objective of this work is the study of different interactions of earthworms with the external environment (organic matter and flora of external environment) by identifying the intestinal microflora of earthworm and external environment by following their evolution over time. We have studied the physicochemical parameters (pH, Conductivity, Relative Humidity, Organic Matter, Total Nitrogen, Ammonia, Dissolved Organic Carbon) of the media used as litter by earthworms (soil, horse manure, agar) and microbiological parameters of cast released from earthworms and media by enumeration in CFU / g of 07 microbial flora (FTAM, gram-positive coocis, Enterobacteriaceae, Salmonella and Shigellae, *pseudomonas* sp, *actinomycetes* sp and fungal flora). It has been found that the intestinal microflora of the earthworm depends on the type and amount of organic matter contained in the medium in which they live.

Key words: earthworms, cast excretion, intestinal microflora, earthworm interactions, organic matter.