



**RÉPUBLIQUE ALGERIENNE
DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE**



**MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT
SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

UNIVERSITE SAAD DAHLAB BLIDA 1

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

DEPARTEMENT DES BIOTECHNOLOGIES

Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention

Du diplôme de Master II

Spécialité : Phytoprotection Durable

Thème

**L'effet de l'utilisation des boues résiduaires sur la
biodiversité du sol (Acariens) de la région de Tizi Ouzou**

Présenté par : M^{elle} MEZIAN GHANIA

M^{elle} ZABEL LOUBNA

Devant le jury composé de :

Mr DJAZOULI Z.E

PR UB1

Président

M^{elle} REMINI .K

M.A.A. UB1

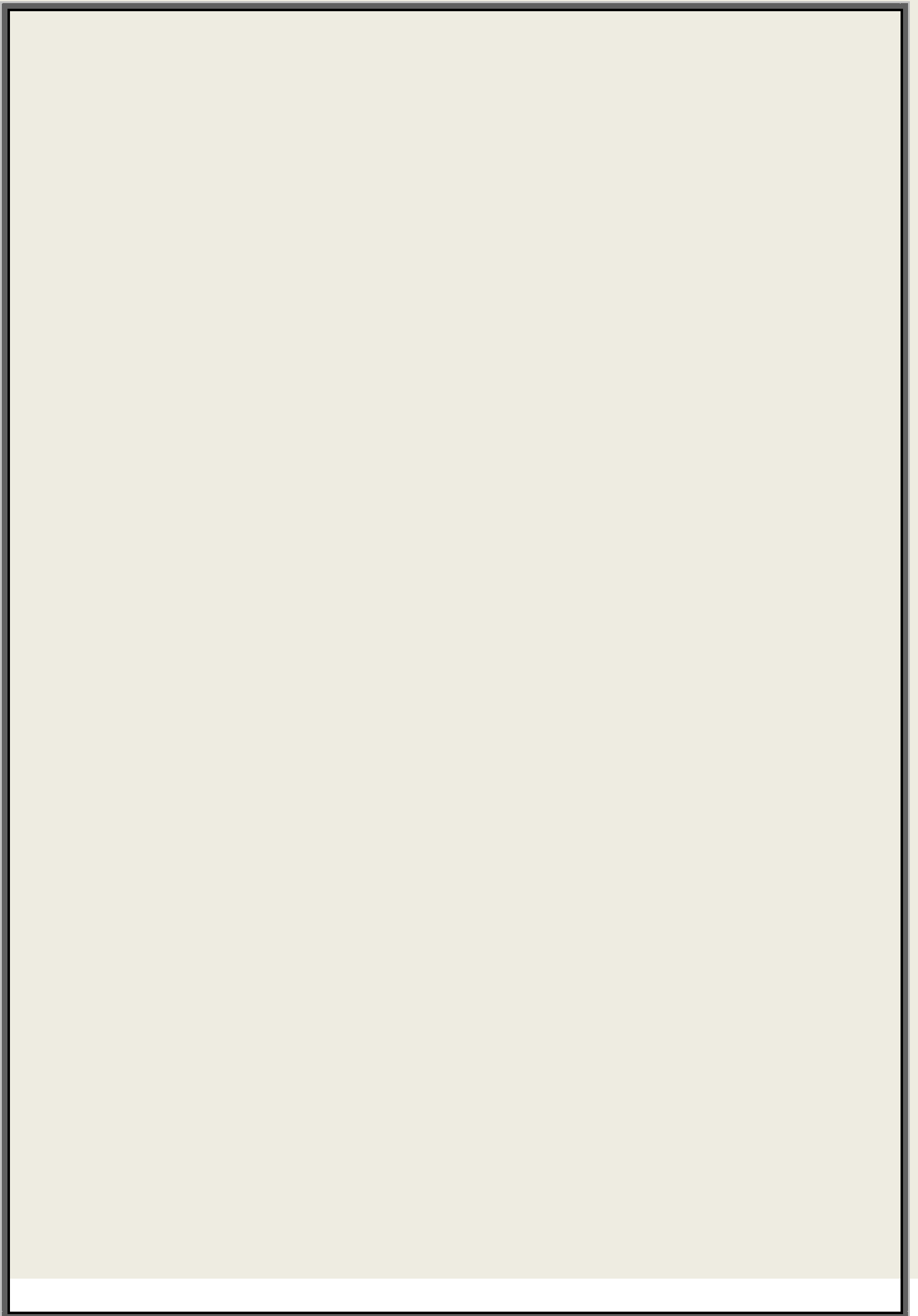
Examinatrice

M^{me} ZEMOURI .S

M.A.A. UB1

Promotrice

ANNEE UNIVERSITAIRE 2015/2016



REMECIEMENTS

Cette page est l'occasion pour nous de remercier chaleureusement toutes les personnes qui ont contribué au bon déroulement de ce mémoire.

Nous remercions avant tout **Allah** tout puissant, de nous avoir guidés toutes ces années d'étude et de nous avoir donné la volonté, la patience, le courage pour terminer ce travail. Notre remerciements vont d'abord à notre promotrice M^{me} **Zemouri.S**, pour avoir accepté de diriger ce travail tout le long de sa réalisation, sa patience et ses encouragements.

Nous tient à remercier tous les membres du jury, P^r **DJAZOULI Z.E**, qui nous a fait l'honneur d'accepter d'être le président de jury. Qu'il en soit sincèrement remercié.

Nous remercions M^{elle} **Remini A**, pour leur participation à notre jury en tant qu'examinatrice.

Nous remercions tout particulièrement P^r **Oumouri.W**, pour son aide aux champs lors des prélèvements des échantillons du sol, son aide nous a été précieuse.

Nos plus profonds remerciements vont à M^{me} **DJEMAI Y**, (technicienne du laboratoire de zoologie pour son aide au labo et ses encouragements ainsi que pour sa gentillesse.

Nos grands remerciements aussi vont à M^r **Ghazali** (professeur à L'INSTITUT Nationale Agronomique EL-HARRACH-ALGER) pour leur aide par rapport à la détermination et l'identification des espèces méso fauniques.

Merci à nos familles de leurs soutient et ses encouragements, surtout pendant les périodes les plus difficiles de ce mémoire, nous tient à remercier particulièrement nos chers parents.

Et enfin un grand merci à toutes nos ami(e)s et surtout les plus proches : **Iman, Amel, Yasmine, Réda, Abdelhak, Oussama, hadj Allah, Islem, Habiba, Dallel, Nesrine** et que nous estimons pour leurs aides, leurs conseils, leurs encouragements.

Sans oublier bien sur tous nos enseignants de département de la science de la nature et de vie de et tous nos enseignants de l'année théorique.

DEDICACES

*Je dédie ce modeste travail
De la mémoire
A mes chers parents,
Mon père et ma mère, Pour leurs
Encouragements éternels, leurs
Patiences et gentillesse, que dieu le tout
Puissant les accueille dans son vaste paradis.
A mes sœurs : Radhia, Fatima, Rokaia,
Zahra, Fati et leurs maris
A mes très chers neveux et nièces: Nadia,
Douaa, Sohaïbe, Sanaa, Ihab, Louay, Aïssame
et Houssein et surtout ma petite Rimasse
que je l'aime beaucoup
A mes frères : Djalile et son fiancée Samiha,
Abdelkader et son épouse Hadjira, Mohamed
A mes tantes et oncles
A ma copine Ghania et ma binome qui
m'inspire le courage, la volonté, la patience et
l'espoir pour finir ce travail ensemble.
A mes amis (es) : Amina, Aïcha,
Et pour tout ceux qui m'ont aidés de près ou
de loin!*

LOUBNA

Dédicace

Humblement, je dédie ce modeste travail qui est le fruit des mes efforts:

A mon cher papa et à ma chère maman que j'aime du fond du cœur, pour leur infini amour, leur soutien et leur affectueuse attention ; qu'ils reçoivent ici, en retour, l'expression de toute ma reconnaissance et ma gratitude. Le modeste fruit de mes efforts présent leur revient en premier. Leur fierté à mon égard restera éternellement ma meilleure récompense.

A mon cher et unique frère BOUALAM, ma chère sœur YOUSRA et ma très chère cousine KHEIRA.

A ma grande mère « MIMA » qui m'a toujours soutenu et aimé infiniment, que dieu l'accueille dans son vaste paradis.

A mes grands parents, à tous mes oncles et tantes ainsi que leurs enfants, et je le dédie spécialement à ma tante préférée RATIBA Qui m'a toujours soutenue durant toutes mes années d'études universitaires.

A toutes mes amies, spécialement IMANE et YASMINE qui m'ont soutenue, encouragée, et aidée à surmonter les moments les plus difficiles de ma vie, et à toutes mes collègues de spécialité phytoprotection durable.

A mon binôme LOUBNA avec qui j'ai partagé les bons et les durs moments.

A tous ceux que je n'ai pas nommés ici, mais qui se reconnaîtront, et à toutes les personnes qui de près ou de loin m'ont apporté leurs aides.

GHANIA

L'effet des boues résiduaires sur la biodiversité du (Acariens) de la région de Tizi Ouzou

Résumé

Au cours de ce travail nous avons étudié les effets des boues résiduaires sur le comportement biologique du sol.

Les caractéristiques et l'évolution de la composition des communautés des acariens ont été suivies ainsi que l'impact des boues résiduaires sur quelques propriétés du sol.

Une première expérimentation a été réalisée au laboratoire en étudiant les caractères physico-chimiques d'un sol épandu ainsi qu'un témoin dans la région de Tizi Ouzou.

La deuxième en utilisant la méthode de Berelèse-Tullgren afin d'extraire les espèces mésofauniques, et d'évaluer les effets des boues sur une communauté modèle (acariens).

Les résultats obtenus montrent plutôt une meilleure augmentation des populations des acariens notamment les oribates dans le sol épandu par rapport au témoin, ainsi que l'apport des boues qui améliore sensiblement les caractères physico-chimiques des sols.

Mots clés : Boues résiduaires, Station d'épuration, acariens, sol, mésofaune, Tizi Ouzou.

L'effet des boues résiduaires sur la biodiversité du (Acariens) de la région de Tizi Ouzou

Abstract

In this work we have studied the effects of sludge on the biological behavior of the soil.

The characteristics and evolution of the composition of the mite communities were followed and the impact of sludge on some soil properties.

A first experiment was conducted in the laboratory by studying the physicochemical characteristics of soil spread and control soil in the region of Tizi ousou.

The second using the Berelèse-Tullgren method to extract mésofauniques species, and to assess the effects of sludge on a model community (mites).

The results show rather greater increase in mite populations including oribatid soil spread over the witness, and show that the contribution of sludge which significantly improves the physical and chemical characteristics of soils.

Key words: waste sluge, , wastewater treatment plant, mites, soil, mesofauna, Tizi ousou.

L'effet des boues résiduaires sur la biodiversité du (Acariens) de la région de Tizi Ouzou

ملخص

من خلال هذا العمل قد قمنا بدراسة تأثيرات الأوحال المتبقية على الجزء البيولوجي للتربة.

لقد تم تتبع خصائص و تطور تكوين مجتمعات العث و تأثير الأوحال المتبقية على بعض خصائص التربة.

أجريت التجربة الأولى في المختبر من خلال دراسة الخصائص الفيزيائية و الكيميائية للتربة المختلطة بالأوحال المتبقية و للتربة النظيفة في منطقة تيزي وزو.

التجربة الثانية أجريت باستخدام طريقة باغلاز (هي طريقة تستخدم في المختبر تسمح بجمع الكائنات الصغيرة من التربة مثل الطفيليات و العث و القراد... الخ) لاستخراج أنواع العث أو طفيليات القراد و تقييم آثار الأوحال المتبقية على مجتمعات العث.

النتائج المتحصل عليها من التجارب السابقة تظهر نمو كبير لمجموعة العث او القراد خاصة النوع المسمى أوغيبات في التربة المختلطة بالأوحال المتبقية بينما لا يوجد نمو في التربة النظيفة كما أظهرت النتائج أن إسهام الأوحال المتبقية أدى إلى تحسين الخصائص الفيزيائية و الكيميائية للتربة.

الكلمات الرئيسية: الأوحال المتبقية، محطات معالجة مياه الصرف الصحي، القراد، التربة، الحيوانات متوسطة الحجم ، تيزي وزو.

Liste des Tableaux

Tableau 01 :	L'origine et les principaux du sol	15
Tableau 02 :	Moyennes des températures mensuelles en (°C) pour la période (2001-2011).....	26
Tableau 03 :	Moyennes des précipitations mensuelles et totales des précipitations annuelles pour la période (2001 - 2011).....	27
Tableau 04 :	Caractéristiques des boues utilisées.....	32
Tableau 05 :	Répartition globale des acariens identifiés dans la parcelle 5 (sol témoin- sol épandu).....	46
Tableau 06 :	Variation de l'indice de diversité Shannon et l'équitabilité dans les deux sols étudiés selon les horizons.....	57

Liste des figures

Figure 01 :	Schéma de certains acariens du sous-ordre des <i>Gamasida</i>	16
Figure 02 :	Schéma de certains acariens du sous-ordre des <i>Actinedida</i>	16
Figure 03 :	Schéma de certains acariens du sous-ordre des <i>Acaridi</i>	17
Figure 04 :	Schéma des acariens du sous-ordre des <i>Oribatida</i>	17
Figure 05 :	Carte de la wilaya de Tizi-Ouzou.....	23
Figure 06 :	Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN de Tizi-Ouzou pour la période (2001-2011).....	28
Figure 07 :	Situation de la wilaya de Tizi-Ouzou sur le climagramme d'Emberger....	29
Figure 08 :	Localisation des différentes parcelles via Google earth 2016.....	31
Figure 09 :	Localisation des différentes parcelles via Google earth 2016.....	31
Figure 10 :	Séchage des échantillons a l'aire libre au laboratoire.....	33
Figure 11 :	Tamissage des échantillons avec un tamis de 2mm.....	33
Figure 12 :	Schéma de l'appareil de Berlese : pour recueillir la mésofaune du sol...	36
Figure 13 :	L'appareil de Berlese : pour recueillir la mésofaune du sol.....	37
Figure 14 :	Variation de l'humidité du sol témoin et sol traité (épandu) selon les horizons.....	40
Figure 15 :	Variation de pH du sol témoin et sol traité (épandu) selon les horizons...	41
Figure 16 :	Variation de calcaire (Caco3%) du sol témoin et sol traité (épandu) selon les horizons.....	42
Figure 17 :	Variation de la conductivité du sol témoin et sol traité (épandu) selon les horizons.....	43
Figure 18 :	Variation de la matière organique du sol témoin et sol traité (épandu) selon les horizons.....	44
Figure 19 :	L'abondance des acariens dans les deux sols étudiés.....	45
Figure 20 :	Variation de nombre des individus des acariens selon leurs familles dans les trois profils étudiés dans le sol témoin.....	47
Figure 21 :	Variation de nombre des individus des acariens selon leurs familles dans les trois profils étudiés dans le sol traité.....	47
Figure 22 :	Variation de l'abondance relative de chaque famille au niveau des horizons de sol témoin.....	49
Figure 23 :	Variation de l'abondance relative de chaque famille au niveau des horizons de sol traité.....	50

Figure 24 : Variation de l'abondance relative de chaque horizon au niveau du sol témoin.....	51
Figure 25 : Variation de l'abondance relative de chaque horizon au niveau du sol trait.....	52
Figure 26 : Corrélation entre l'humidité et l'abondance des acariens du sol témoin....	53
Figure 27 : Corrélation entre l'humidité et l'abondance des acariens du sol traité.....	54
Figure 28 : Corrélation entre le pH et l'abondance des acariens du sol témoin.....	55
Figure 29 : Corrélation entre le pH et l'abondance des acariens du sol traité.....	55

Liste d'abréviations

STEP	Station de traitement des eaux polluées
MES	Matières en suspension
N	Azote
K ₂ O ₅	Pentoxyde de phosphore
K ₂ O	Oxyde de potassium
Mg	Magnésium
CO ₂	Dioxyde de carbone
H ₂	Dihydrogène
P	Précipitations annuelles
T	Température
M	Moyennes des maxima du mois le plus chaud en degré de Celsius
m	Moyennes des minima du mois le plus froid en degré de Celsius
Q ₂	Quotient pluviométrique
ETM	Eléments Traces Métalliques
AFNOR	Association Française de Normalisation
ADEME	Agence de l'environnement et la Maîtrise de l'Energie, France
CaCO ₃	Carbonate de calcium
CT	Carbone total (%)
Hcl	Chlorure d'hydrogène
CaCl ₂	Chlorure de calcium
H ₂ O	L'eau
MO	Matière organique (%)

$K_2Cr_2O_7$	Bichromate de potassium
H	Humidité %
pH	Potentiel hydrique
C.E	Conductivité électrique (dS /m)
Pr	Profil
Hz	Horizon
Ni	Nombre d'individu
t	témoin
trt	traité
AR	Abondance relative
r	Coefficient de corrélation
(H')	Indice de Shannon

Tables des Matières

RÉSUMÉ

ABSTRACT

ملخص

REMERCIEMENTS

DÉDICACES

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES FIGURES

LISTE D'ABRÉVIATION

INTRODUCTION GENERALE	1
REVUE BIBLIOGRAPHIQUE	4
CHAPITRE I : LES BOUES RESIDUAIRES	5
Introduction.....	6
I.1 Définition des boues résiduaires.....	6
I .2. Origine des boues résiduaires.....	6
I .2.1. Les boues de traitement primaire.....	6
I .2.2. Les boues de traitement physico-chimique ou boues secondaires.....	8
I .2.3. Les boues de traitement biologique.....	8
I .3. Les types des boues résiduaires.....	8
I .3.1. Les boues industrielles.....	8
I .3.2. Les boues primaires.....	8
I .3.3. Les boues biologiques ou secondaires.....	8
I .3.4. Les boues physico-chimiques.....	8
I .3.5. Les boues mixtes.....	8
I .3.6. Les boues d'aération prolongée.....	8
I .4. Propriétés des boues résiduaires.....	9
I .4.1. Propriétés physiques des boues résiduaires.....	9
I .4.2. Propriétés chimiques des boues résiduaires.....	9
I .4.3. Les propriétés biologiques des boues résiduaires.....	9
I .5. Les effets des boues résiduaires.....	10
I .5.1. Sur l'environnement.....	10

I .5.2. Sur les propriétés physicochimiques du sol.....	10
I .5.3. Sur les compartiments biologiques.....	11
CHAPITRE II : LE SOL ET LA MÉSOFAUNE	12
Introduction.....	13
II.1 Définition du sol.....	13
II .1.1 Origine et constituants du sol.....	13
II .2. Définition du la méso faune.....	15
II .3. Acarien.....	15
II.3.1 Généralités.....	15
II.3.1.1 Les <i>Gamasida</i>	16
II.3.1.2 Les <i>Actinedida</i>	16
II.3.1.3 Les <i>Acaridida</i>	17
II.3.1.4 Les <i>Oribatida</i>	17
II .3.2 Relations des acariens avec les facteurs abiotiques du milieu.....	18
II .4. Le rôle de la Méso faune.....	19
II .4.1. Le rôle écologique des Acarien.....	20
II .4.2. Le rôle économique des Acarien.....	20
Partie Expérimentale	21
CHAPITRE III: MATÉRIEL ET MÉTHODES	22
III .1. Présentation de la région d'étude.....	23
III .1.1. Cadre régional.....	23
III .1.2. Cadre local.....	23
III .1.3. Géologie et la géomorphologie.....	24
III .1.3.1. La géologie.....	24
III .1.3.1.1 Géologie régionale.....	24
III .1.3.1.2 La géologie locale.....	24
III .1.3.2 La géomorphologie.....	24
III.1.3.2.1 La géomorphologie régionale.....	24
III .1.4. Classes des sols selon la CPCS (1967) dans la région de Tizi-Ouzou...	25
III .1.5. Etude climatique de la wilaya de Tizi-Ouzou.....	25

III .1.5.1. La température.....	25
III .1.5.2. Les précipitations.....	26
III .1.5.3. Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN.....	27
III .1.6 Quotient pluviométrique et climatique d'Emberger.....	28
III .1.7 Conclusion.....	30
III .2. Matériels utilisés.....	31
III .2.1. Les sols.....	31
III .2.2. Origine et caractérisation de la boue.....	32
III .3. Méthodologie de travail.....	32
III .3.1. Echantillonnage.....	32
III .3.2. Préparation des échantillons.....	32
III .3.2.1. Séchage.....	32
III .3.2.2. Le tamisage.....	33
III .3.3. Analyses physico-chimiques.....	34
III .3.3.1. Analyses physiques.....	34
III .3.3.1.1. Dosage du calcaire total,(utilisation de la méthode gazométrique.....	34
III .3.3.1.2. Humidité	34
III .3.3.1.3. La matière organique	35
III .3.3.2. Analyses chimiques.....	35
III .3.3.2.1. Mesure de pH	35
III .3.3.2.2. La conductivité électrique	35
III .3.3.3. Analyses biologiques.....	36
III .3.3.4. Identification et comptage.....	37
III.3.3.5. Les analyses écologiques.....	38
CHAPITRE IV : RÉSULTATS ET DISCUSSION	39
IV.1 Variation de différentes analyses physico-chimiques dans les sols étudiés.....	40
IV .1.1 Humidité.....	40
IV .1.2 Ph.....	41
IV .1.3 Calcaire total.....	42
IV .1.4 Conductivité électrique.....	43
IV .1.5 Matière organique.....	44

IV.2	Variation de la diversité pédofaunique globale dans les sols étudiés.....	45
IV .2.1	Répartition globale des acariens identifiés dans la parcelle.....	45
IV .2.2	Variation du nombre des individus des acariens selon leurs familles dans les deux sols étudiés en fonction des familles.....	47
IV.2.3	Abondance relative des taxons dans les sols étudiés.....	49
IV .2.3.1	Abondance relative des familles dans les sols étudiés selon les horizons.....	49
IV .2.3.2	Abondance relative des taxons dans les sols étudiés selon chaque horizon.....	51
IV.3	Évaluation de l'effet de certains facteurs physico-chimiques sur les populations des acariens dans les sols étudiés selon le nombre d'individu.....	53
IV .3.1	Évaluation de l'effet de l'humidité sur les populations des acariens dans les sols étudiés selon le nombre d'individus.....	53
IV .3.2	Évaluation de l'effet de pH sur les populations des acariens dans les sols étudiés selon le nombre d'individus.....	55
IV.4	Variation et l'évaluation de l'indice de diversité Shannon et l'équitabilité dans les deux sol étudiés selon les horizons.....	57
IV .4.1	L'indice de diversité Shannon-Weaver (H').....	57
IV .4.2	L'équitabilité (J).....	58
CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES.....		59
Conclusion.....		60
Perspectives.....		61
BIBLIOGRAPHIE.....		62
ANNEXES.....		69



INTRODUCTION GENERALE

Les activités humaines génèrent des déchets en quantités de plus en plus élevées, leur gestion pose de gros problèmes, la production des boues issues de l'épuration des eaux usées augmentent avec le développement des stations d'épurations, le problème majeur consiste à trouver une solution pour éliminer ces composés dans les conditions les plus économiques tout en respectant les contraintes liées à la protection de l'environnement.

De ce fait, il faut trouver les moyens comment les recycler. Les boues résiduaires, au même titre que les eaux usées dont elles dérivent, peuvent être mis à profit dans les régions où la variation climatique du milieu associée au coût de production ne permettent pas toujours d'utiliser les fertilisants chimiques pour palier à la faiblesse de fertilité des sols cultivés. L'utilisation des boues résiduaires traitées dans ce domaine apparaît comme une alternative attrayante pour augmenter la production (**Benmouffok et al., 2005; Chatha et al., 2002;**).

L'épandage des boues n'est pourtant pas sans risques sanitaires et environnementaux. Ces boues contiennent, entre autres, des éléments traces métalliques, des micropolluants organiques et des agents pathogènes qui représentent un risque de contamination des sols, des cultures et des animaux par le biais des chaînes alimentaires. (**d'Arcimoles et al., 2000**).

Bien que ces boues ne représentent qu'une faible part (1%) des effluents et déchets épandus en agriculture et que les apports en polluants restent faibles comparés à d'autres vecteurs tels que les retombées atmosphériques, les produits phytosanitaires ou encore les engrais (**Borraz, 2000**), elles sont au cœur des débats depuis le début des années.

Dans ce contexte les résultats de nombreuses études scientifiques concernant les effets de ces boues pourraient permettre d'apaiser l'incertitude et les doutes autour de l'utilisation des boues.

L'objectif de ce travail est d'évaluer les effets des boues physico-chimiques épandues sur des sols de la région de Tizi- Ouzou , notamment la mésofaune (Acariens) qui représente une part importante de la faune du sol, ainsi que le comportement du sol après traitements.

Notre étude sera basée sur l'effet des boues résiduaires sur la richesse biologique du sol notamment la communauté des acariens, de la wilaya de Tizi ouzou.

Le document est représenté en deux parties :

- La première « revue bibliographique », est articulée en deux chapitres, dans le premier nous avons décrit quelques généralités sur les boues résiduaires, et pour le deuxième nous avons parlé sur le sol et la mésafaune.

- La deuxième « partie expérimentale », est formée par deux chapitres. La présentation de la zone, matériel et méthode ont fait l'objet du troisième chapitre. Les résultats ont été présentés et discutés dans le chapitre quatre et nous avons terminées ce travail par une conclusion.



RÉVUE BIBLIOGRAPHIQUE



CHAPITRE I
LES BOUES RESIDUAIRES

Introduction

Les stations d'épuration urbaines assurent le traitement des eaux usées urbaines et/ou industrielles acheminées par les réseaux d'assainissement. Ce traitement, s'il a pour objet le rejet d'une eau épurée acceptable par le milieu récepteur, produit également un résidu polluant, désigné sous le terme de boues d'épuration (Ademe, 2001a). Le traitement proprement dit des eaux usées collectées dans les stations d'épuration est précédé d'une première phase de prétraitement. Ce prétraitement a pour but d'éliminer les éléments solides ou particuliers les plus grossiers grâce aux étapes de dessablage, de dégrillage et de déshuilage. En fonction des processus de traitement d'épuration des eaux usées, (Ademe, 2001).

I.1. Définition des boues résiduaires

Les boues d'épurations sont des résidus du traitement des effluents liquides par des stations d'épuration. Ces boues sont constituées de matières organiques et de matières minérales. Les boues d'épuration sont caractérisées par leur taux de matière sèche et leur taux de matière organique. Ces deux paramètres dépendent du mode de traitement des effluents (**Ademe, 2001**).

I.2. l'Origine des boues résiduaires

I.2.1. Les boues de traitement primaire

Sont produites par simple décantation des matières en suspension (MES) contenues dans les eaux usées (**Ademe, 1999**).

I.2.2. Les boues de traitement physico-chimique ou boues secondaires

sont issues de l'agglomération des matières organiques particulières ou colloïdales contenues dans les eaux par l'addition d'un réactif coagulant dont les plus courants sont les acides et les bases, les sulfates d'aluminium ou de fer, les chlorures ferreux ou ferriques, etc. Les boues sont ensuite séparées par décantation. 90% des matières en suspension peuvent ainsi être captés. Ces boues sont essentiellement produites dans des stations balnéaires ou de montagnes qui sont conçues pour traiter des variations saisonnières importantes de la charge polluante (**Ademe, 1999**).

I.2.3. Les boues de traitement biologique

Sont essentiellement formées par les résidus de bactéries « cultivées » dans les ouvrages d'épuration. Ces bactéries se nourrissent des matières organiques contenues dans les eaux usées et les digèrent. La plupart des procédés font appel à des microorganismes anaérobies facultatifs et hétérotrophes qui ont un métabolisme aérobie en présence d'oxygène et un métabolisme anaérobie en absence d'oxygène et utilise le carbone organique à la fois comme source d'énergie et pour leur synthèse cellulaire. Ces traitements sont essentiellement réservés aux eaux usées chargées en matières organiques (**Ademe, 1999**).

I.3. Les types des boues résiduaires

I.3.1. Les boues industrielles

C'est l'ensemble de déchets liquides, pâteux ou solides sortant du site de production (**Salhi, 2003**).

I.3.2. Les boues primaires

Obtenues par simple décantation d'un résidu insoluble. Ces boues correspondent à la pollution particulière directement décantable. Elles sont produites par les industries de la cellulose, les industries de traitement des métaux, des minerais, les industries agroalimentaires générant des déchets fibreux (**Ademe, 1999**).

I.3.3. Les boues biologiques ou secondaires

Sont issues d'un bassin aéré ou d'une cuve anaérobie ; des industries chimiques et pharmaceutiques, agroalimentaires (laiteries, boissons...), textiles et, plus généralement, de toute industrie rejetant de la pollution organique biodégradable.

Elles sont essentiellement constituées de bactéries et sont très organiques et peu concentrées (**Murillo, 2004**).

I.3.4. Les boues physico-chimiques

Sont générées par l'ajout d'un réactif injecté soit en tête de traitement, soit en traitement de finition, en tertiaire, on retrouve souvent dans ces boues des hydroxydes, voire d'autres métaux dans le cas des industries de traitement de surface. Ces boues peuvent donc présenter certaines similitudes avec des boues d'eau potable (**Ademe, 2001**).

I.3.5. Les boues mixtes

C'est le mélange des boues biologiques et des boues primaires. Elles existent au niveau des STEP (station de traitement des eaux polluées) dotées d'une filière de traitement complète (**Remy, 2007**).

I.3.6. Les boues d'aération prolongée

Ces boues existent au niveau des STEP sans décantation primaire. Elles sont moins organiques et donc produisent moins de nuisances ultérieures (**ONA, 2004**).

I.4. Propriétés des boues résiduaires

I.4.1. Propriétés physiques des boues résiduaires

Les boues d'origine primaires ou secondaire se présentent sous forme d'un liquide contenant des particules homogènes en suspension leur volume représente de 0.05 à 0.5% du volume d'eau traitée pour les boues fraîches alors qu'il est légèrement inférieur pour les boues activées et autres procédés biologique, la floculation de l'eau augmente le volume des boues surtout leur poids de 10% environ. La couleur de boues varie entre le brun et le gris et leur odeur et souvent très désagréable car ce sont des produits facilement fermentescibles et il y a un début de décomposition pour leur traitement ultérieur (Jarosz, 1985).

I.4.2. Propriétés chimiques des boues résiduaires

Les boues contiennent certaines éléments utiles à la croissance des plantes (N, P₂O₅, K₂O, Mg) ce sont des substances qui favorisent la croissance des plantes et donc qui ont une très grande importance pour l'utilisation agricole des boues. Ainsi ; les boues contiennent, en faible quantité, de nombreux produits qui peuvent être soit toxiques pour les plantes (le bore, par exemple), soit présenté des inconvénients ou même des dangers pour l'homme (Jarosz, 1985).

I.4.3. Les propriétés biologiques des boues résiduaires

On dénombre de très nombreux types de bactéries dans les boues. Une partie de celle-ci est d'origine fécale et certaines proviennent de porteurs de germe, elles peuvent donc être pathogène. Ce qui concerne les virus, on trouve des entérovirus, des adénovirus et des ribovirus sur les matières organiques des boues. Dans les boues primaire et secondaire on trouve des algues, par contre dans le lagunage naturel, une grande partie de boues est constituée de détritits d'algues Dans les boues activées on trouve des vers, des larves, des insectes, des crustacés et même par fois de petites araignées (Jarosz, 1985).

I.5. Les effets des boues résiduaires

I.5.1. Sur l'environnement

Le fait d'apporter des boues dont la qualité chimique et organique est différente de celle du milieu récepteur va entraîner des modifications de ce milieu (**Jocteur, 2001**). L'épandage de boues de station d'épuration peut, en effet, modifier les propriétés du sol (**Lindsay et Logan, 1998**). Ces modifications peuvent être d'ordre édaphique (par l'apport de matière organique, modification de la structure), microclimatique (augmentation de la température au cours de la fermentation), floristique (installation d'une végétation rudérale).

I.5.2. Sur les propriétés physicochimiques du sol

Les épandages de boues liquides et des boues compostées modifient les caractéristiques physicochimiques du sol. Les mesures des densités apparentes, réalisés un an après le premier épandage, montrent des valeurs très faibles dans la zone superficielle pour le témoin, puis elles augmentent avec la profondeur. Pour les boues liquides, l'apport de particules tant organiques que minérales semble se concentrer en surface, en faisant croître la densité apparente qui reste stable en profondeur. On observe l'inverse pour les épandages de boues compostées où le bas de l'horizon supérieur voit sa densité apparente augmenter. Les mesures du pH du sol en surface montrent que l'apport de compost a significativement augmenté le pH eau du sol. En effet, le pH du sol dans les placettes amendées avec du compost a augmenté pour atteindre 5,7 contre 4,5 pour le témoin. Les boues liquides ne semblent pas modifier le pH du sol. L'augmentation du pH après épandage de compost est certainement due à l'apport massif du calcium contenu dans le compost. Les mesures de pH et de la densité du sol n'ont pas été réalisées dans les parcelles amendées avec les autres types de boues (**Jocteur, 2001**). Mais d'autres résultats mentionnent que le pH du sol traité déçoit par rapport le pH du sol témoin, **Vlamiš et al., (1985)**, qui ont travaillé sur la fertilisation de l'orge avec les boues résiduaires urbaines et suburbaine. Le même auteur déduit que le pH diminue après applications annuelles progressives des boues d'Oakland.

I.5.3. Sur les compartiments biologiques

Par l'apport de matière organique, l'application des boues peut également avoir un effet indirect sur le compartiment biologique en stimulant les populations microbiennes et d'invertébrés dont le rôle dans le fonctionnement du sol est primordial. De nombreuses études ont, en effet, montrées que l'application de boues a, en général, un effet bénéfique sur la biomasse microbienne et sur son activité dans le sol (**Mitchell et al., 1978; Robert, 1996; Banerjee et al., 1997; Stamatiadis et al., 1999; Kunito et al., 2001**). Mais, d'autres résultats ont montré que parallèlement à cette augmentation de biomasse, on observait des changements dans la structure de la communauté qui se traduisaient par une diminution de la diversité spécifique et fonctionnelle (**Banerjee et al., 1997**). Ces résultats sont d'autant plus prononcés que les boues sont contaminées avec une quantité importante de métaux lourds (**Khan et Scullion, 2002**).

D'une manière générale, l'apport de nutriments qui accompagne l'application des boues d'épuration favorise les invertébrés et l'abondance des collemboles (**Andrès, 1999; Bruce et al., 1999; Cole et al., 2001**), des carabidés, des vers de terre (**Stevenson et al., 1984; Tomlin et al., 1993**), des nématodes du sol et des acariens (**Koehler, 1999**).



CHAPITRE II
LE SOL ET LA MÉSOFAUNE

Introduction

Le sol est non seulement un réservoir d'activité, mais également un réservoir d'espèces (Jocteur Monrozier, 2001). C'est un milieu complexe, organisé et hétérogène, ce qui implique la coexistence de niches écologiques avec des caractéristiques différentes, physiques et physico-chimiques (Robert, 1996). De nombreuses espèces animales, de différentes tailles, de différents niveaux trophiques et occupant des microhabitats différents, ont ainsi colonisé le sol et y cohabitent en association avec les bactéries et les champignons (Gobat et al., 1998). Les principales espèces présentes appartiennent à différents taxons : protozoaires, nématodes, acariens, lombricidés, enchytréides, gastéropodes, isopodes, myriapodes, arachnides et insectes. Cette faune est souvent classée selon la taille des organismes. Par ordre croissant de taille, on distingue la microfaune (4-200 μm), le mésofaune (0,2-4 mm), la macrofaune (4 à 80 mm) et parfois même la mégafaune (Gobat et al., 1998).

II.1. Définition du sol

Le sol est une entité naturelle, superficielle et souvent meuble, résultant de la transformation au contact de l'atmosphère et des êtres vivants. Il est issu le plus souvent d'une roche sous-jacente, sous l'influence des processus physiques, chimiques, et biologiques (**Girard et al., 2005**). C'est un milieu biologique différencié en horizons d'épaisseur variable ou se développe une activité intense des plantes, des animaux et des bactéries qui, par leurs actions, agissent sur le sol pour un bon équilibre (**Deprince, 2003**).

II.1.1. Origine et constituants du sol

Au cours du temps, le sol s'épaissit et se modifie ; il acquiert des constituants (matières organiques, argiles,...) et des structures (agrégats, horizons,...) qui lui sont spécifiques. Il provient de la décomposition et de l'altération des roches par l'action de l'eau, l'air et des êtres vivants (**Soltner, 2005**).

Tableau 1 : l'origine et les principaux du sol.

	Constituants solides		Constituants liquides (solution du sol)	constituants gazeux (atmosphère du sol)
	minéraux	organique		
Origine	Désagrégation physique et altération biochimiques des roches	Décompositions des êtres vivants	Précipitation nappes, ruissellement	Air, hors, sol, matière en décompositi on, respiration
Critères du classement	Taille (granulométrie) Qualité (minéralogie)	Etat (vivant, mort) Qualité chimique (originelle, transformée)	Origine (météorique, phréatique) Etat physique (potentiel hydrique) Qualité chimique	Origine (air, organisme) Qualité chimique
Catégories	Selon la granulométrie -Le squelette (>2mm) -Terre fine (<2mm) Selon la minéralogie -Quartz -minéraux silicalés -Min -Carbonatés	Organismes vivants Organismes morts Matières organiques héritées : cellulose, lignine, résine Matières organiques humifiées (acides fluviq ues et humiques, humines)	Eau Substances dissoutes : -Glucides -alcools acides -organiques -minéraux -cations -anions	Gaz de l'air : N ₂ , O ₂ , CO ₂ Gaz issu de la respiration Et de la décompositi on Des organismes : CO ₂ , H ₂ , CH ₄ , NH ₃

Source : (Soltner, 2005).

II.2. Définition du la mésofaune

La mésofaune du sol est composée d'invertébrés dont la taille est comprise entre 0.2 et 4mm. Les collemboles et les acariens constituent l'essentiel de cette méso faune avec d'autres insectes aptérygotes de moindre importance : les protoures, les diploures et les thysanoures. On range également dans la mésofaune les enchytréides (petits vers Oligochètes), les symphyles (Myriapodes) et les plus petits insectes et leurs larves (**Bachelier, 1978**). Les arthropodes appartenant à la mésofaune sont nommés microarthropodes. Les acariens et les collemboles représentent habituellement 95 % des microarthropodes du sol (**Seastedt, 1984**).

La mésofaune présente l'avantage de participer activement au fonctionnement du sol, d'être très abondante dans la litière, commune, facilement échantillonnée, largement distribuée. De plus, elle présente des caractéristiques biotiques pouvant traduire diverses perturbations apportées à la qualité des sols (**Bachelier., 1978**).

II.3. Les Acariens

II.3.1. Généralités

Les acariens sont des arachnides de très petites tailles (quelques mm au plus), dont le corps ne présente pas de régions distinctes, le céphalothorax étant fusionné à l'abdomen (**Lozet Et Mathieu, 2002**). Les acariens sont composés de plusieurs sous-ordres dont les *Gamasida*, les *Actinedida*, les *Acaridida* et les *Oribatida*. Ces différents groupes ont une morphologie et des mœurs très diversifiées (**Krantz, 1978**).

II.3.1.1. Les Gamasida

Les *Gamasida* (*Mésostigmata*) sont en majorité des prédateurs d'autres collemboles, de larves de diptères, et d'acariens... ou fongivores (Coineau, 1974).

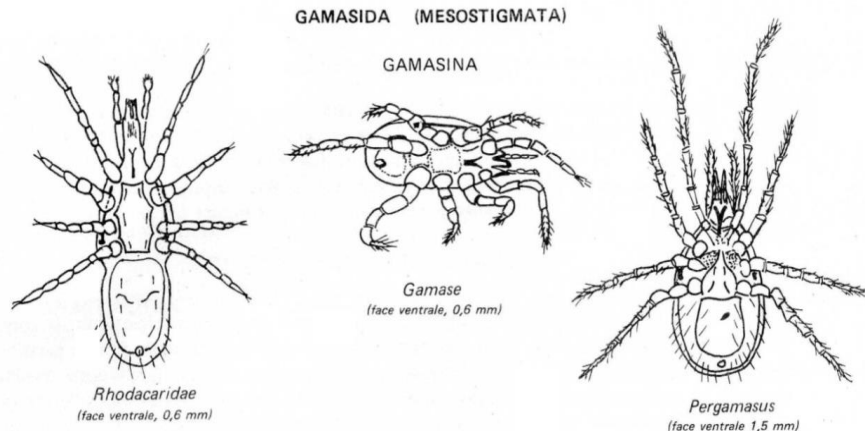


Figure 01 : Schéma de certains acariens du sous-ordre des *Gamasida* (Bachelier, 1978).

II.3.1.2. Les Actinedida

Les *Actinedida* (*Prostigmata*) forment un groupe important et complexe de prédateurs (collemboles, autres acariens), de phytophages et de saprophages qui se nourrissent de levures et de champignons (Dindal, 1978).

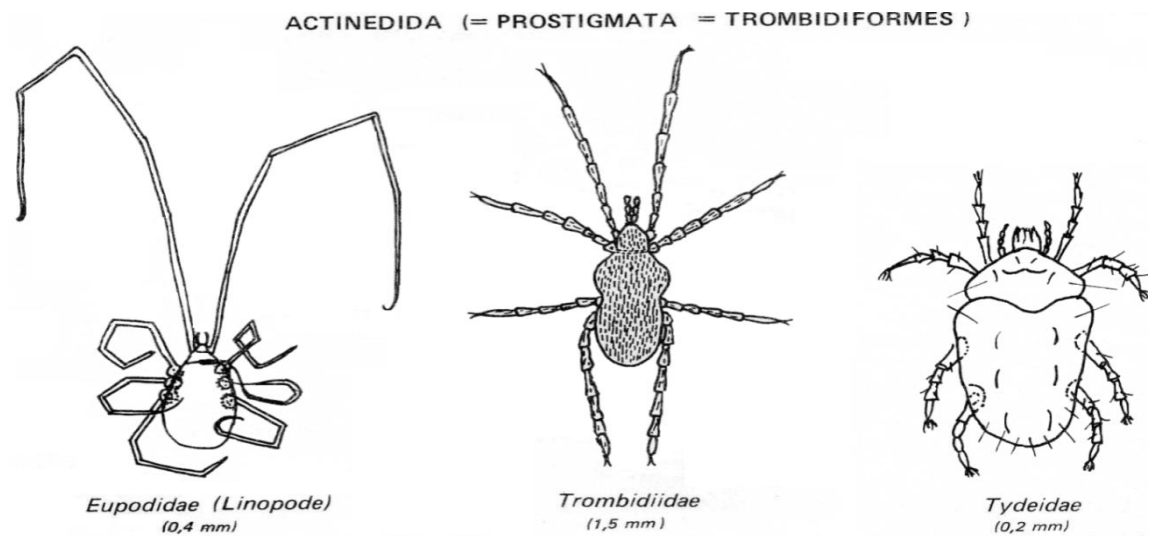


Figure 02 : Schéma de certains acariens du sous-ordre des *Actinedida* (Bachelier, 1978).

II.3.1.3. Les *Acaridida*

Les *Acaridida* (ou Astigmata) sont essentiellement terrestres et non prédateurs. La plupart des espèces sont saprophages, fongivores ou graminivores (**Krantz., 1978**).

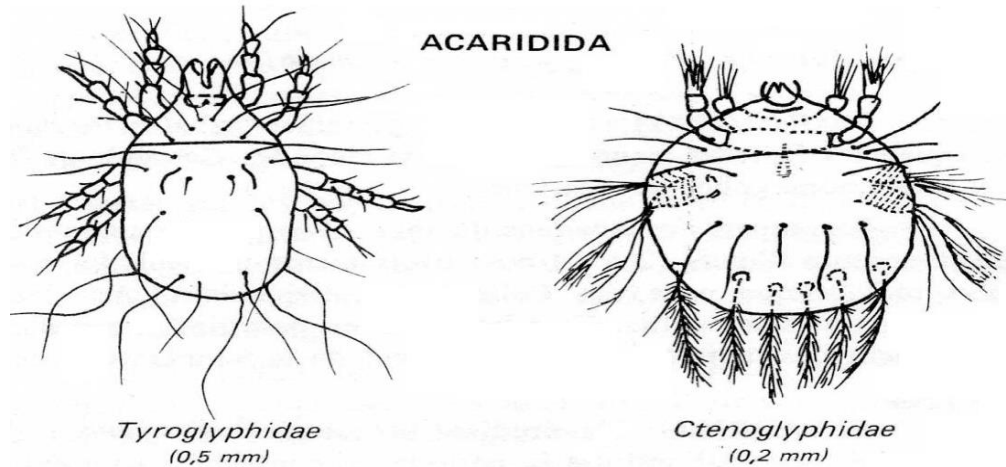


Figure 03 : Schéma de certains acariens du sous-ordre des *Acaridida* (**Bachelier, 1978**).

II.3.1.4 Les *Oribatida*

Les *Oribatida* (Cryptostigmata) forment un groupe cosmopolite dont la taille est comprise entre 200 et 1300 μm , reconnaissables par une paire de petits organes pseudostigmatiques en forme de massue sur la partie antérieure du corps. Les oribates constituent souvent la majorité des acariens du sol et s'attaquent presque tous aux débris végétaux ou aux végétaux inférieurs, mais ils ne participent pas au mélange direct des matières organiques avec les matières minérales du sol (**Bachelier, 1978**).

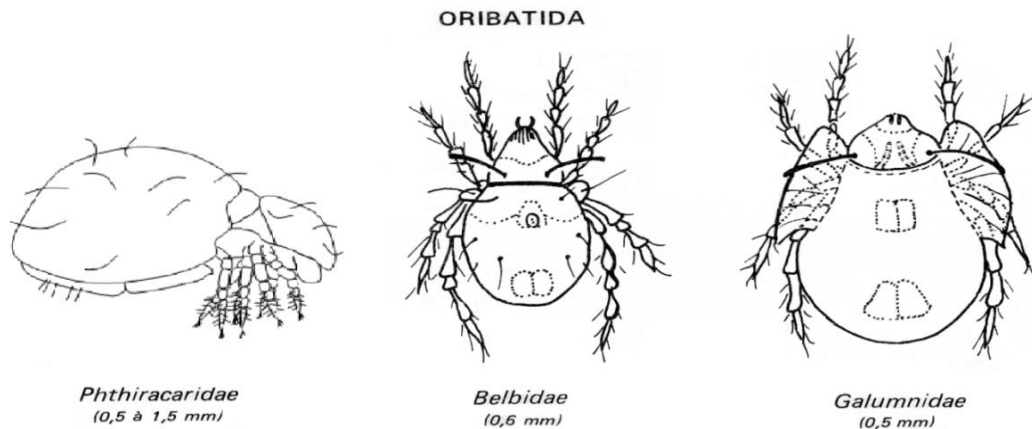


Figure 04 : Schéma des acariens du sous-ordre des *Oribatida* (**Bachelier, 1978**).

Plus de 6 000 espèces ont actuellement été décrites, mais leur nombre réel est estimé entre 30 000 et 50 000 (**Gobat., Aragno. et Matthey., 1998**). Ils occupent l'ensemble des terres immergées et essentiellement le sol et ses annexes, sous tous les climats (**Balogh., 1972, Travé., André., Taberly. et Bernini., 1996, Agar et Sialf**). Notamment dans les sols des forêts tempérées de résineux. La plupart sont phytosaprophages et microphytophages, ils broutent les hyphes qui colonisent les feuilles qu'ils dévorent et se nourrissent de déchets organiques. Leur régime peut varier en fonction des conditions du milieu et des climats. Tout comme les collemboles, la plupart des Oribates ont des pièces buccales capables de fragmenter la matière organique.

II.3.2. Relations des acariens avec les facteurs abiotiques du milieu

Concernant les relations des Acariens avec l'humidité, de nombreuses espèces supportent très bien les inondations temporaires du sol et, vis-à-vis de la sécheresse, les Acariens s'avèrent d'autant plus résistants qu'ils sont plus sclérifiés ; encore que **LUXTON (1975)**, a montré que les Oribates de surface renferment tous peu d'eau, mais ne possèdent pas obligatoirement un exosquelette épais. Les espèces vraiment xérophiles sont d'ailleurs relativement rares.

Les variations de température, comme celle d'humidité, déterminent des migrations verticales et des variations saisonnières de populations.

L'aération des sols demeure aussi un facteur abiotique important, et si une bonne aération du milieu favorise généralement les Oribates, par contre, les processus anaérobies des fermentations et des putréfactions entraînent un accroissement des Acaridides (**Karg, 1963**). Inversement, la diminution des Acaridides indique l'arrêt de l'évolution d'un fumier.

II.4. Le rôle de la Mésofaune

Bien que numériquement très abondante, la mésofaune représente une biomasse faible. Elle semble intervenir d'avantage dans les flux de nutriments. Les champignons dont ils se nourrissent sont d'importants accumulateurs d'éléments comme l'azote, le phosphore ou encore le calcium (**Travé et al., 1996**).

Ces nutriments, ramenés au milieu sous forme d'excrétas, stimulent la croissance des microorganismes. De plus, au cours de ses déplacements et de ses activités, la mésofaune favorise la dissémination des spores bactériennes et fongiques (**Vannier, 1979; Hopkin, 1997; Gobât et al., 1998**). Elle participe également au renouvellement des souches en les inoculant sur des substrats nutritifs qui ne sont pas encore colonisés (**Vannier, 1979**).

Le rôle le plus important de la microflore et de la faune du sol est la dégradation et la minéralisation progressive de la matière organique à travers des interactions diverses entre les invertébrés du sol et les microorganismes. Les grandes formes d'invertébrés comme les oligochètes, les myriapodes ou les larves d'insectes supérieures dilacèrent et ingèrent des quantités importantes de matière organique. Les nématodes, les acariens et les collemboles ont une action mécanique plus discrète (**Vannier, 1979**). Ils contribuent à la fragmentation physique des végétaux en putréfaction et offrent ainsi une plus large surface d'attaque pour les microorganismes. Leur contribution à la micro fragmentation et au brassage de la matière organique accroît l'activité biologique du sol (**Gobat et al., 1998**).

Le contrôle de la distribution de la microflore par l'action d'un broutage sélectif de la mésofaune accélère la décomposition. Bien que sans comparaison avec l'action de la macrofaune (vers de terre) et malgré la faible biomasse qu'elle représente, l'action de la mésofaune sur la décomposition n'est pas négligeable. **Kurcheva (1960)**, a montré, en utilisant le naphthalène pour chasser les animaux et réduire l'activité biologique aux seuls champignons et bactéries, que sans les invertébrés du sol, la disparition de la litière était 5 fois plus lente.

II.4.1. Le rôle écologique des Acariens


Comme la plupart des organismes du sol (Tondoh, 1992 ; Lal, 1988 ; Blanchart et al. 1997 ; Lavelle et al. 1997 ; Konaté et al. 1999 ; Kouassi, 1999 ; Tondoh et al. 2007), les acariens jouent un rôle important dans le fonctionnement écologique des sols. D'une manière générale les microarthropodes sont reconnus pour leur activité de fragmentation, de décomposition (Santos et Whitford, 1981 ; Seastedt, 1984 ; Lavelle & Spain 1991, Coleman et al. 2004, Gobat et al. 2004, Bardgett 2005) et de minéralisation (Tian et al. 1998) de la matière organique. Ces organismes favorisent le recyclage et l'immobilisation des éléments minéraux du sol (Whitford et Parker, 1989). Ils vivent dans la litière et assurent également la régulation de la microfaune et de la microflore du sol (Whitford et Parker, 1989).

II.4.2. Le rôle économique des Acariens

Les acariens sont extrêmement abondants et variés. On compte environ 55000 espèces décrites, mais les spécialistes s'accordent pour estimer à plus d'1 million le nombre d'espèces (André, 2006). La quantité et la variété des niches exploitées au cours de leur histoire témoignent d'un succès évolutif tout à fait comparable à celui des insectes. Ainsi les acariens sont utilisés comme agent biologique de contrôle de certains insectes, de nématodes, de champignons, de ravageurs et de végétaux. A titre d'exemples, l'espèce *Varroa sp.*, phorétique est parasite des abeilles (Athias Binche, 1994) ; l'oribate *Orthogalumna terebrantis* (Gerson & Smiley, 1990) permet de limiter la pullulation de la jacinthe d'eau (*Eichhornia crassipes*). Enfin ces organismes peuvent être utilisés comme indicateurs de la qualité de l'environnement que ce soit dans un contexte agricole (Stork & Eggleton, 1992) ou dans un cadre d'évaluation de la pollution (Andre et al. 1982).



PARTIE EXPÉRIMENTALE



CHAPITRE III
MATERIELS ET METHODES

III.1. Présentation de la région d'étude

La zone d'étude représente une partie du grand bassin versant du Sébaou qui se situe dans la wilaya de Tizi-Ouzou et s'étend sur une superficie de 22477ha.

Administrativement elle représente le chef lieu de la wilaya de Tizi-Ouzou c'est une zone fortement urbanisée.

III.1.1. Cadre régional

La wilaya de Tizi-Ouzou est située à l'Est d'Alger, elle s'étend sur une superficie de 2957,93Km². La wilaya est limitée au nord par la mer méditerranée avec 70Km de côte, au sud par la wilaya de Bouira, à l'Est par la wilaya de Bejaïa et à l'Ouest par la wilaya de Boumerdès. Cette région est traversée de l'Est à l'Ouest par l'Oued Sebaou qui recueille à travers ses affluents l'essentiel des eaux en provenance du Djurdjura, le bassin versant de cet Oued occupe à lui la moitié de la surface de cette région (Saadi, 1970).

III.1.2. Cadre local

La commune de Tizi-Ouzou est le chef-lieu de la wilaya, elle est limitée :

Au Nord : par la commune de Ait Aïssa Mimoun et la commune de Sidi Naman

A l'Est : par la commune de Fréha.

A l'Ouest : par la commune de Draa-Ben-Khedda et commune de Tirmatine.

Au Sud : par la commune de béni Zemenzer et la commune de Ait-Aïssi.

La superficie de cette commune est de 10236 Ha.



Figure 05 : Carte de la wilaya de Tizi Ouzou

III.1.3. Géologie et la géomorphologie

III.1.3.1. La géologie

III.1.3.1.1. Géologie régionale

D'après **Yakoub (1996)**, la lithologie de la région est dominée par des formations géologiques imperméables. On relève une large répartition du socle cristallophyllien essentiellement constitué de marne, de calcaire et de flysch. On distingue quatre unités géographiques :

- Chaîne littorale.
- Socle métamorphique.
- Chaîne de Djurdjura.
- Dépôts alluvionnaires.

III.1.3.1.2. La géologie locale

La zone d'étude situe dans la vallée de l'oued de Sébaou au pied du Tamgout et sur la partie orientale du flanc Sud de la chaîne littorale. On y distingue trois grandes zones et régions :

- ✓ Les alluvions récentes et anciennes
- ✓ Zone des argiles
- ✓ La région des piémonts et de la montagne ou des éboulis

III.1.3.2. La géomorphologie

III.1.3.2.1. La géomorphologie régionale

Du point de vue relief, la wilaya de Tizi-Ouzou est constituée de sept grands ensembles morphologiques, orientés sur un axe Est-Ouest qui sont :

- La chaîne côtière.
- La chaîne de Djurdjura de type calcaire.
- La vallée du Sébaou.
- Le massif montagneux de grande Kabylie.
- La zone collinaire de Tizi-Ouzou.
- La zone collinaire de Tizi-Gheniff.
- La dépression de Draa-El-Mizan.

Les principales formes de reliefs de la grande Kabylie sont : Les massifs montagneux, les collines et les plaines.

III.1.4. Classes des sols selon la CPCS (1967) dans la région de Tizi-Ouzou

Les sols de la wilaya de Tizi-Ouzou sont de plusieurs natures. On trouve les sols peu évolués, les sols minéraux bruts, les sols calcimagnésiques, les sols sesquioxides de fer rouge et les vertisols (Mesrouk., 1984).

III.1.5. Etude climatique de la wilaya de Tizi-Ouzou

La région de Tizi-Ouzou est dominée par un climat de type méditerranéen, qui se caractérise par un climat à deux saisons bien contrasté : un hiver humide et froid et un été sec et chaud. Le climat méditerranéen est un climat de transition entre la zone tempérée et la zone tropicale avec un été très chaud et très sec. Tempéré seulement en bordure de la mer, l'hiver est très frais et plus humide. Ce climat est qualifié de xérothermique (Benabadji et Bouzza, 2000), le climat de la wilaya de Tizi-Ouzou, révèle de la région méditerranéenne, caractérisé des étés chauds et secs, des hivers humides et assez froids.

III.1.5.1. La température

Nous remarquons à partir de « tableau 02 » que la température maximale est enregistrée durant le mois de juillet (35,8°C), et la température minimale durant le mois de janvier (6,5°C). La température moyenne annuelle est de (19,1°C).

Selon Saadi (1970), un mois chaud étant défini comme un mois ayant une température moyenne annuelle à 20°C. La période chaude s'étale du mois de mai (20°C) au mois d'octobre (21,7°C) ; tandis que la période froide définie comme étant la période ayant des températures moyennes inférieures à 20°C s'étale du mois de novembre (15,4°C) au mois d'avril (16,4°C).

Tableau 02 : Moyennes des températures mensuelles en (°C) pour la période (2015-2016)

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
M °C	30,9	27,6	20	16,4	15,3	16,3	19,6	21,9	26	32	35,8	35,6
m°C	18,5	15,9	10,8	7,7	6,5	7,16	8,9	11	14,1	18,2	21,5	21,8
(M+m)/2	24,7	21,7	15,4	12,05	10,9	11,7	14,2	16,4	20	25,1	28,5	28,7
P (mm)	47,53	69,24	140,6	144,92	144,16	79,74	94,17	96,52	75,4	11,08	3,33	7,58

Source : ONM, station de Tizi-Ouzou

M (°C) : Moyenne des températures maximales Mensuelles

m (°C) : Moyenne des températures minimales mensuelles

(M+m)/2 : Moyenne des températures mensuelles

III.1.5.2. Les précipitations

La wilaya de Tizi-Ouzou est relativement bien arrosée, il y a un gradient pluviométrique qui évolue du littoral vers le massif de Djurdjura, et un autre qui augmente avec l'altitude. Les précipitations sont irrégulières et varient d'une année à une autre, lors de la dernière décennie, la pluviométrie annuelle moyenne de la Wilaya à varier entre 500 et 900 mm.

Tableau 03 : Moyennes des précipitations mensuelles et total des précipitations annuelles pour la période (2015-2016).

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Total
P (mm)	47,53	69,24	140,6	144,92	144,16	79,74	94,17	96,52	75,4	11,08	3,33	7,58	914,3

Source : ONM, station de Tizi-Ouzou

Pour la région de Tizi-Ouzou pour la période allant de 2015 à 2016. La hauteur des pluies la plus élevée est observée au mois de décembre, elle est de 144,92 mm. Alors que la hauteur des pluies la plus faible est enregistrée au mois de juillet, elle est de 3,33 mm. La pluviométrie moyenne annuelle de cette période est de 914,3mm.

III.1.5.3. Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN

Bagnouls et Gausсен (1953) considèrent qu'un mois est sec quand le total des précipitations (P) en millimètre est inférieur au double de la température (T), c'est-à-dire quand le rapport $P/T \leq 2$ ou $P \leq 2T$.

A partir des tableaux 02 et 03 nous traçons le diagramme ombrothermique en portant en abscisses les mois et en ordonnées les températures moyennes mensuelles et les pluviométries moyennes mensuelles avec une échelle double pour la première. Lorsque la courbe des précipitations passe au-dessous de la courbe des températures, la période qui s'étale entre les abscisses des points d'interaction des deux courbes correspond à la durée de la période sèche.

En se référant aux données récapitulées dans les tableaux précédant nous avons établi de diagramme ci-dessous : comme l'indique la figure 06, la saison sèche s'entend de mi-mai à mi-septembre.

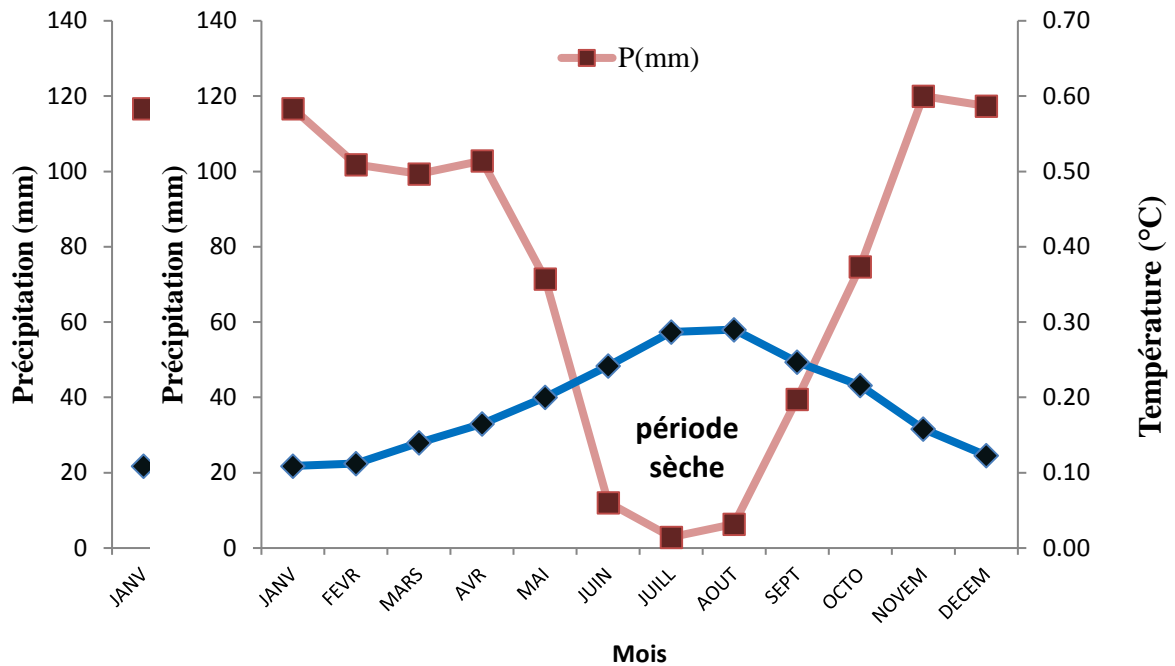


Figure 06 : Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN de Tizi-Ouzou pour la période (2015-2016).

III.1.6. Quotient pluviométrique et climatique d'Emberger

Afin de classer le climat méditerranéen en fonction de la sécheresse globale et le froid hivernal, EMBERGER propose le quotient pluviométrique prenant en considération les paramètres ci-dessous :

P : Précipitations annuelles e mm

M : Moyennes des maxima du mois le plus chaud en degré de celsius

m : moyennes des minima du mois le plus froid en degré de celsius

$$T^{\circ}c=T$$

La formule utilisée pour le calcul est la suivante :

$$Q_2=200*P /M^2-m^2$$

Pour notre région d'étude ce quotient est calculé à base des données fournies par la station météorologique de Tizi-Ouzou durant la période 2015-2016

$$Q_2=106$$

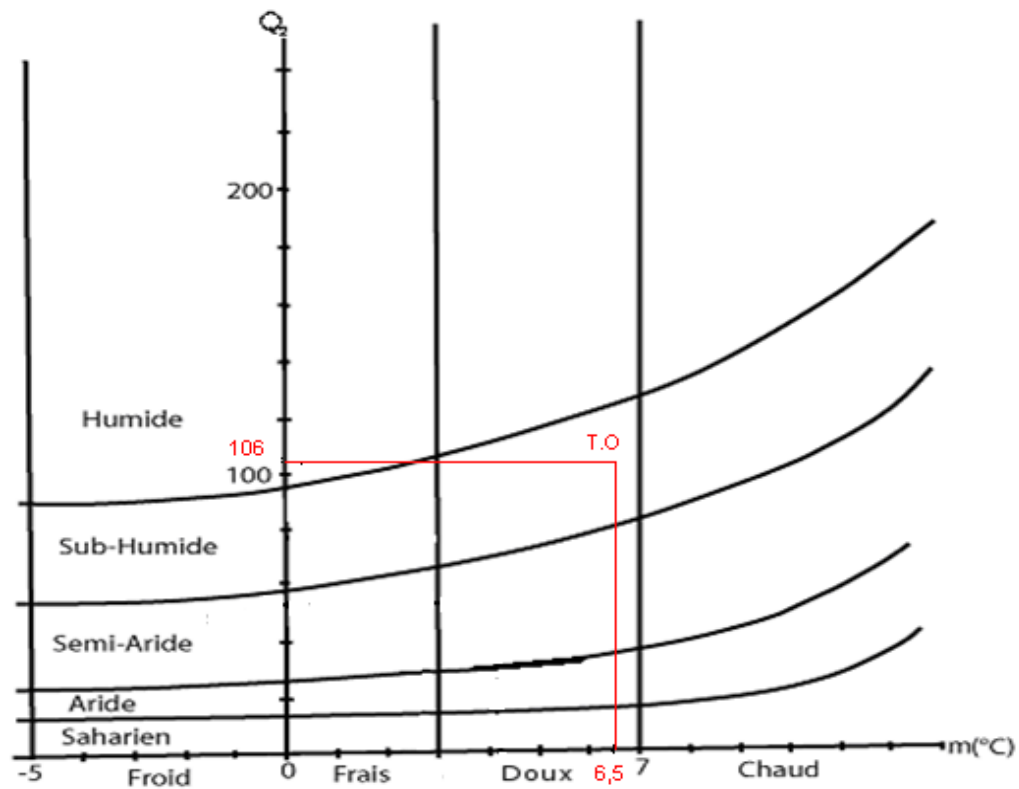


Figure 07: Situation de la wilaya de Tizi-Ouzou sur le climagramme d'Emberger.

L'intersection de ces deux paramètres Q_2 et m sur le climagramme d'EMBERGER, va nous permettre de situer l'étage bio climatique et la rigueur de l'hiver de notre région d'étude ; La projection des valeurs de ces deux paramètres sur le climagramme d'EMBERGER, notre zone d'étude occupe l'étage bioclimatique subhumide à hiver doux.

III.1.7. Conclusion

Les sols de la vallée du Sébaou constituent le véritable potentiel foncier agricole de la wilaya de Tizi-Ouzou. Deux classes de sols apparaissent comme étant dominantes, il s'agit des sols d'apport alluvial et des vertisols. Du point de vue textural, les trois principaux types sont représentés auxquelles s'associe une charge pierreuse assez importante. Il est à noter que du point de vue de la teneur en matière organique, les sols de la région sont faiblement pourvus d'où la nécessité de préconiser à chaque campagne un apport organique au sol.

L'étude climatique, montre que les précipitations annuelles varient en deux saisons bien distinctes, une saison sèche et chaude et une autre humide et froide. Le déficit hydrique et l'augmentation des températures apparaissent sur le long de la saison sèche et chaude, par contre la saison humide et froide, on remarque une présence des précipitations importante et une diminution remarquable des températures. Selon le climagramme d'EMBERGER nous trouvons que Tizi-Ouzou est sous l'influence d'un climat méditerranéen subhumide à variante tempéré.

III.2. Matériels utilisés

III.2.1. Les sols

Le sol que nous avons ramené à été partagé en 2 parties; la 1 ère à été utilisé pour la réalisation des analyse physico-chimiques (calcaire totale, pH, conductivité électrique, matière organique) et la deuxième a été utilisé pour les calcules d'humidité et l'analyse biologiques (extraction des acariens a l'aide de l'appareil de Berlese).

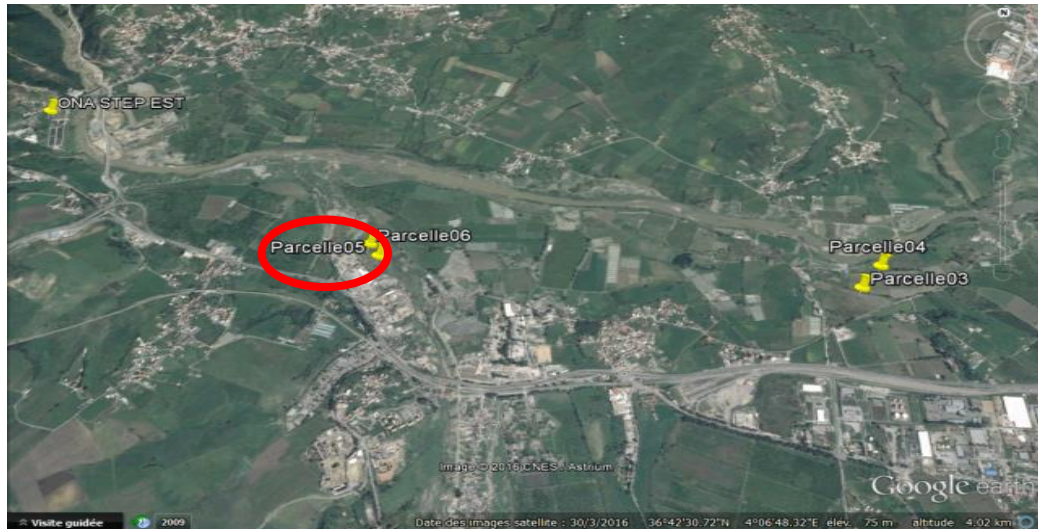


Figure 08 : Localisation des différentes parcelles via Google earth 2016.



Figure 09 : Localisation des différentes parcelles via Google earth 2016.

III.2.2. Origine et caractérisation des boues

Les boues utilisées sur les parcelles agricoles étudiées provient de la station d'épuration des eaux de l'Est de Tizi Ouzou, le choix est basée sur la composition chimique et les concentrations en ETM qui sont en dessous des limites fixées par AFNOR (Wali .2014, Ait ouazou , 2015).

Tableau 04 : Caractéristiques des boues utilisées.

Caractéristiques	Humidité (%)	pH	CE	CEC (Meq/100g)	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	MgO	Zn (ppm)	Mn (ppm)	Cu (ppm)
Quantités	12	7,51	4,43	74,40	45,20	14	6,60	21,97	78	6,30	2,83

Source : Station d'épuration de Tizi-Ouzou

III.3. Méthodologie de travail

III.3.1. Echantillonnage

Cette partie consiste à prélever des échantillons du sol sur la parcelle 05 dans la commune de la vallée de Sébaou. Plus exactement au niveau de Rehahlia à Oued Aissi (la willaya de Tizi-Ouzou (figure 8,9). L'opération a été effectuée au mois d'avril 2016.

Nous avons prélevés les sols selon la diagonale au niveau de trois points de la parcelle et à deux niveaux de profondeur.

III.3.2. Préparation des échantillons

Les échantillons prélevés sont transportés au laboratoire où ils ont subi le séchage à l'air libre, broyage et tamisage.

III.3.2.1. Séchage

On étale tous les échantillons sur des journaux séparément (chaque horizon sur une feuille et laisser de l'espaces entre eux pour ne pas contaminer les horizons, bien fragmenter à la main et on les laisse sécher à l'air libre.



Figure 10 : Séchage des échantillons a l'air libre au laboratoire.

III.3.2.2. Le tamisage

Avec un tamis de 2mm, avant toutes analyses physiques et chimiques. Ils sont par la suite conservés dans des sachets en plastique.



Figure 11 : Tamisage des échantillons avec un tamis de 2mm.

Après tamisage, l'homogénéisation des échantillons par un mélange des échantillons répétés, on a obtenu 12 prélèvements représentatifs d'une parcelle étudiée et cela en fonction des profondeurs. Les échantillons sont en suite conservés dans des sachets en plastique étiquetés pour faire l'objet d'analyses physiques et chimiques.

III.3.3. Analyses physico-chimiques

III.3.3.1. Analyses physiques

III.3.3.1.1. Dosage du calcaire total

Le dosage du calcaire total contenu dans un échantillon de sol et déterminé par gazométrie, il est fondé sur la réaction caractéristique du carbonate de l'acide chlorhydrique selon la réaction. (voir l'annexe)



III.3.3.1.2. Humidité

La méthode gravimétrique, ou méthode par séchage à l'étuve à 105°C, consiste à prélever un échantillon du sol à étudier, à peser sa masse à l'état humide puis à l'état sec après passage à l'étuve à 105°C et d'en déduire la masse ou le volume d'eau contenu dans l'échantillon.

Cette détermination est souvent utilisée soit dans le but de connaître la valeur en eau d'un sol dans un état particulier, soit pour permettre d'exprimer les résultats d'analyse en poids de terre séché. Pour la pédofaune, l'eau est un facteur primordial, l'excès comme l'insuffisante lui est néfaste (Gobat et al., 2003). (Voir l'annexe)

III .3.3.1.3. La matière organique

En utilisant la méthode ANNE on peut déterminer le taux de MO, cette dernière consiste à oxyder à chaud le carbone de la matière organique contenu dans un échantillon de sol en utilisant un oxydant puissant : le bichromate de potassium ($K_2Cr_2O_7$) en milieu sulfurique, on admet que l'oxygène consommé est proportionnel au carbone que l'on veut doser. (Voir l'annexe)

Le bichromate en excès est dosé par un réducteur : Sel de Mohr.

$$MO\% = 1.72 * C\%$$

III.3.3.2. Analyses chimiques

D'après **DOGAR, 1994**, il y a deux buts à atteindre de l'analyse chimique, un pédologique et l'autre organique.

III.3.3.2.1. Mesure de pH

Le pH est la quantité d'ions H^+ dissociés présents dans une solution à un instant donné. Par l'utilisation de la méthode électrométrique qui est basé sur la loi de NERNST et consiste à mesurer à l'aide d'un pH-mètre à électrodes.

le pH varie selon les saisons et le pouvoir tampon (**Gobat et al., 2003**). De nombreux animaux ne peuvent vivre qu'entre certaine limites de pH bien précises, d'autre, au contraire, sont très tolérants aux variations d'acidité du milieu (**Bachelier, 1978**). (Voir l'annexe)

III .3.3.2.2. La conductivité électrique

La conductivité électrique nous renseigne sur la salinité globale du sol. On mesure donc la conductivité électrique C.E à l'aide d'un appareil appelé conductimètre sur extrait obtenu à partir d'un échantillon de sol sec puis saturé d'eau et dont la valeur dépend de la concentration en sels des solutions du sol. (**Zeraimi.G, 1993**). (Voir l'annexe)

III.3.3.3. Analyses biologiques

La méthode utilisée pour extraire les microarthropodes du sol est la méthode dite de «Berlese Tullgren». Son principe consiste à placer un volume de terre connu pendant sept à dix jours sur un tamis surplombant l'extracteur constitué d'un entonnoir afin de dessécher lentement l'échantillon du haut vers le bas. Chassée ainsi par la dessiccation progressive de la terre, la faune (collembolés, acariens, myriapodes, et petites larves d'insectes) quittent l'échantillon par le bas et tombent dans l'entonnoir jusqu'à un béccher contenant de l'alcool à 70%. Dans notre étude, l'alcool a été remplacé par du Formaldéhyde à 10 %, afin de mieux conserver les espèces récoltées, surtout par rapport aux lipides car ces derniers sont solubles dans l'alcool. (Ziouche, 2011)

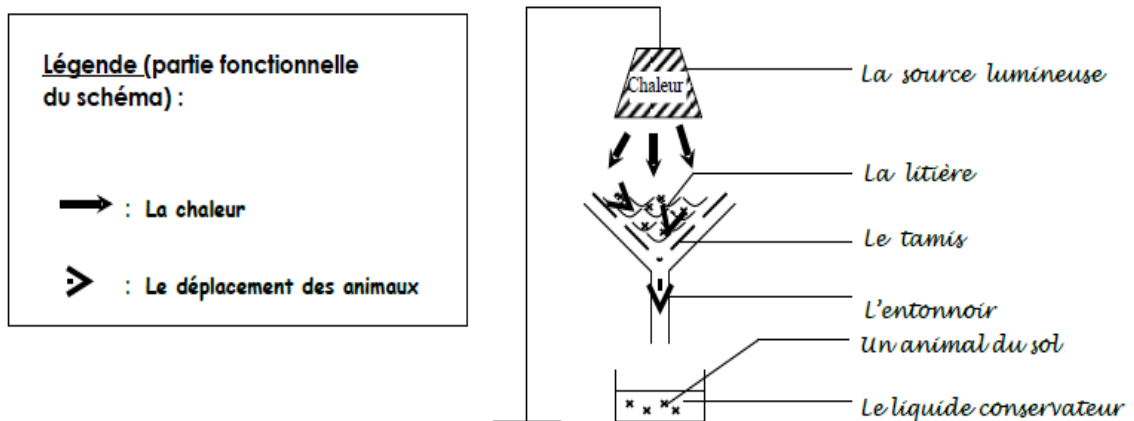


Figure 12 : Schéma de l'appareil de Berlese



Figure 13 : L'appareil de Berlèse pour l'extraction de la mesofaune du sol au niveau de laboratoire de zoologie (Blida).

III.3.3.4. Identification et comptage

Les microarthropodes, ainsi récoltés à partir des sacs de litière et des échantillons de sol, ont été comptés. Ils ont ensuite été identifiés à l'aide de diverses clés de détermination, au niveau spécifique pour les acariens (**Coineau, 1974; Krantz, 1978**). Dans un premier temps, ils ont été déterminés au niveau de la famille grâce à la clé de détermination proposée par **Balogh (1972)**, Cette détermination est réalisée à l'aide de M^r **.GHEZALI** (professeur a l'institut nationale agronomique D'EL-HARRACH-ALGER).

III.3.3.5 Les analyses écologiques

Pour étudier la structure des peuplements des acariens nous avons calculé les paramètres suivants :

Abondance relative

$$\text{AR \%} = \frac{n_i \times 100}{N}$$

- n_i Nombre d'individus de l'espèce rencontrée.
- N Nombre total des individus de toutes les espèces confondues.

L'indice de Shannon

$$H' = - \sum (1 \sim s) p_i * \log_2 p_i = - [p_a. \log_2 p_a + p_b. \log_2 p_b + p_c. \log_2 p_c \dots]$$

- a, b, c... les espèces présentes

- p_i proportion (abondance relative) des individus de l'espèce **i** par rapport à tous les individus de toutes les espèces (= $n_i / \sum n$) ou n_i/N , où N est l'abondance totale des espèces ;

- \log_2 le logarithme de base 2 = $\ln p_i / \ln 2 = \ln p_i / 0,69$.

L'Equitabilité de Pielou (1969)

$$E = H' / \log_2 S$$

- H' = L'indice de Shannon
- S est le nombre d'espèces échantillonnées.
- \log_2 le logarithme de base 2 = $\ln p_i / \ln 2 = \ln p_i / 0,69$.



CHAPITRE IV :
RESULTATS ET DISCUSSION

Dans ce chapitre, nous allons présenter les résultats des analyses physiques et chimiques, ainsi que les résultats des analyses biologique et écologiques pour les deux sols étudiés (sol témoin et sol traité).

IV.1. Variation de différentes analyses physico-chimiques dans les sols étudiés

IV.1.1 Humidité

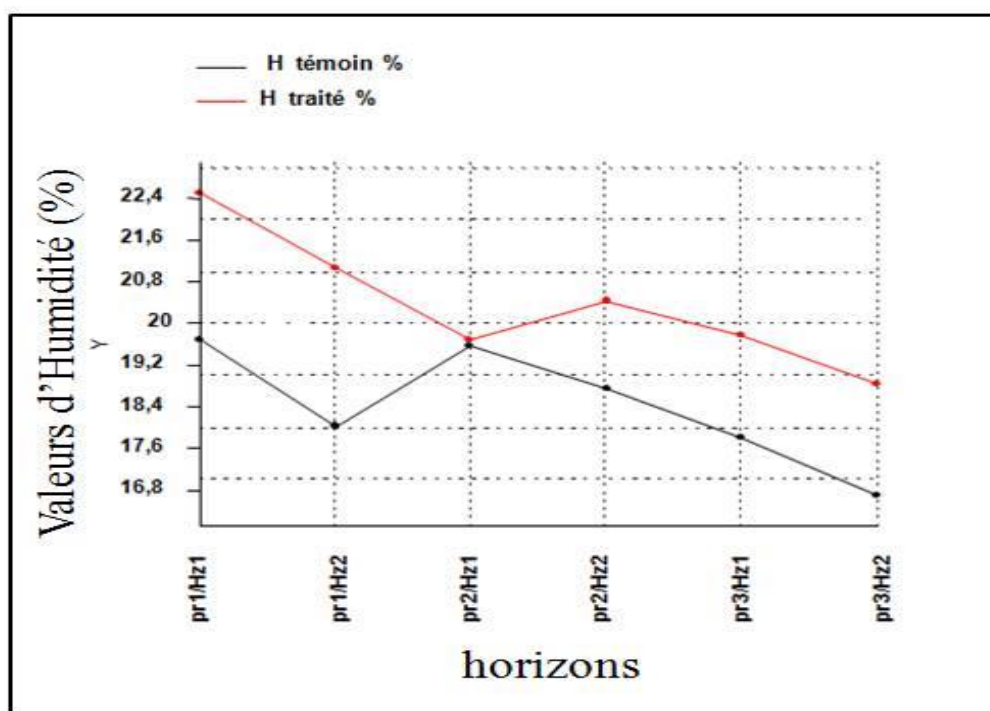


Figure 14 : Variation de l’humidité du sol témoin et du sol traité (épandu) selon les horizons.

Pour le paramètre humidité, pour le sol témoin on observe des taux d’humidité proches pour les trois profils avec une moyenne d’humidité de 18%, cependant, pour les sols traités on observe une légère hausse du taux de l’humidité avec une moyenne égale à 20%.

En effet, les sols traités avec des boues gardent plus longtemps l’humidité et la végétation installée sur de tels sols un système racinaire plus développé comparativement aux sols non traités (Tester et al., 1982).

IV.1.3. pH

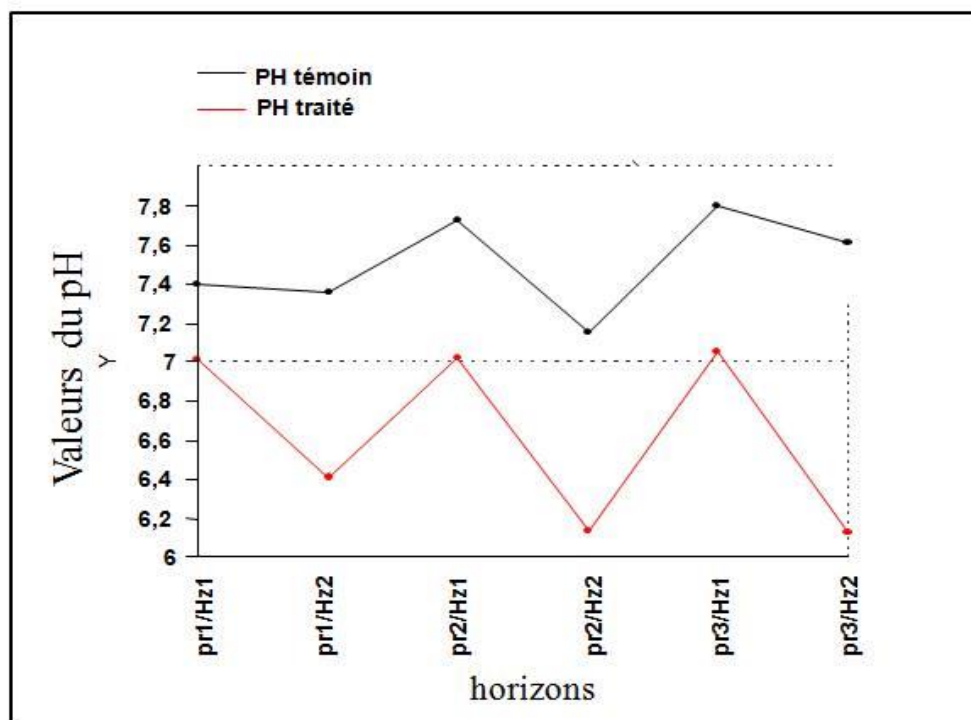


Figure 15 : Variation de pH du sol témoin et du sol traité (épanché) selon les horizons.

D'après Gagnard et al. (1988), Les valeurs du pH des différents profils du sol témoin sont rapprochés et tendent vers la neutralité, alors que pour les sols traités on constate une légère baisse du pH des profils notamment au niveau des horizons 2 ; les valeurs tendent vers l'acidité.

Le pH constitue un facteur déterminant pour la disponibilité des nutriments dans le sol (Derijck, 1997 et Robles, 1999).

Ces résultats sont en accord avec ceux de Vlamis et al., (1985), qui ont travaillé sur la fertilisation de l'orge avec les boues résiduelles urbaines et suburbaine. Le même auteur déduit que le pH diminue après applications annuelles progressives des boues d'Oakland. Et des résultats similaires ont été aussi rapportés par Alhands et al., (1995), et cela peut être considéré comme la plus proche explication pour nos résultats.

IV.1.4. Calcaire total

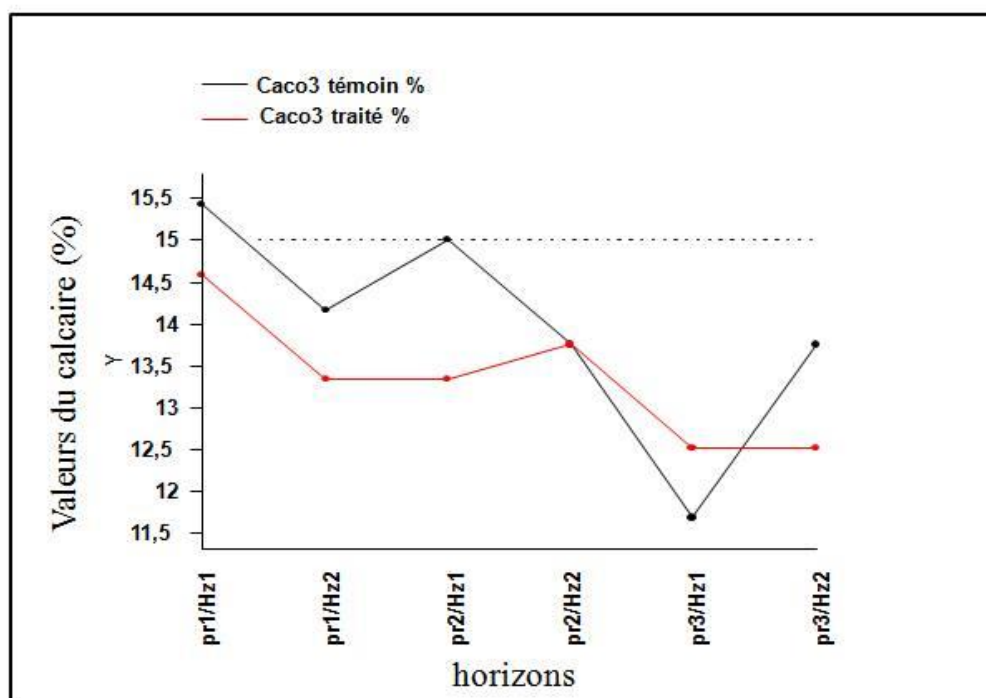


Figure 16 : Variation de calcaire (Caco3%) du sol témoin et du sol traité (épandu) dans les trois profils étudiés.

D'après **Duchaufour (1965)**, Les valeurs du taux de calcaires des deux sols (témoin et traité) indiquent que les horizons sont modérément calcaires.

Les pourcentages les plus élevés appartiennent aux couches superficielles des deux sols. Les résultats montrent une baisse des taux de calcaire au niveau des sols traités.

Les résultats obtenus se rapprochent cela est due peut être aux faibles teneurs des boues en éléments calciques.

IV.1.5. Conductivité électrique

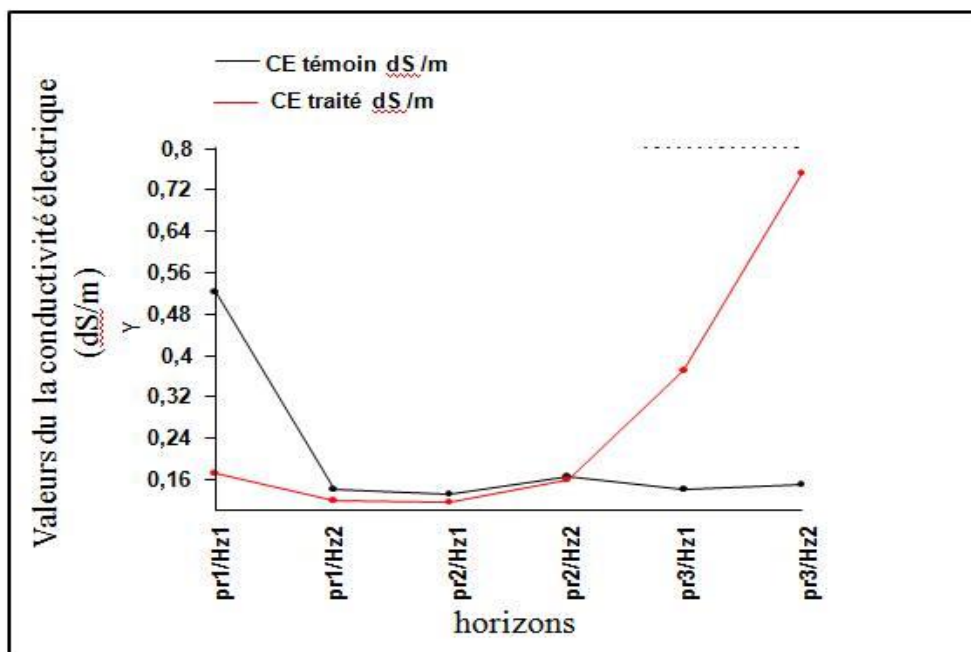


Figure 17 : Variation de la conductivité électrique du sol témoin et du sol traité (épandu) selon les horizons.

La conductivité électrique et la salinité constituent de bons indicateurs d'appréciation des matières en solution (Rhoades et al., 1992; Rodier, 1996).

Les valeurs de la conductivité (CE) des différents profils du sol témoin sont rapprochées, alors que pour les sols traités on constate une légère augmentation du CE au niveau du profil 3 (horizons 1 et 2).

Mohammed et Mazahreh (2003), rapportent que l'augmentation de la conductivité des sols épanchés avec des boues comparée à celle du non épanchés est attribuée au niveau élevé des matières dissoutes.

Pour le sol traité nous avons remarqués que Les valeurs les plus élevés appartiennent aux couches de profondeurs. Les sels solubles s'accumulent plus dans les couches profondes sous l'effet de lixiviation (Abu-Awwad, 1996).

IV.1.6. Matière organique

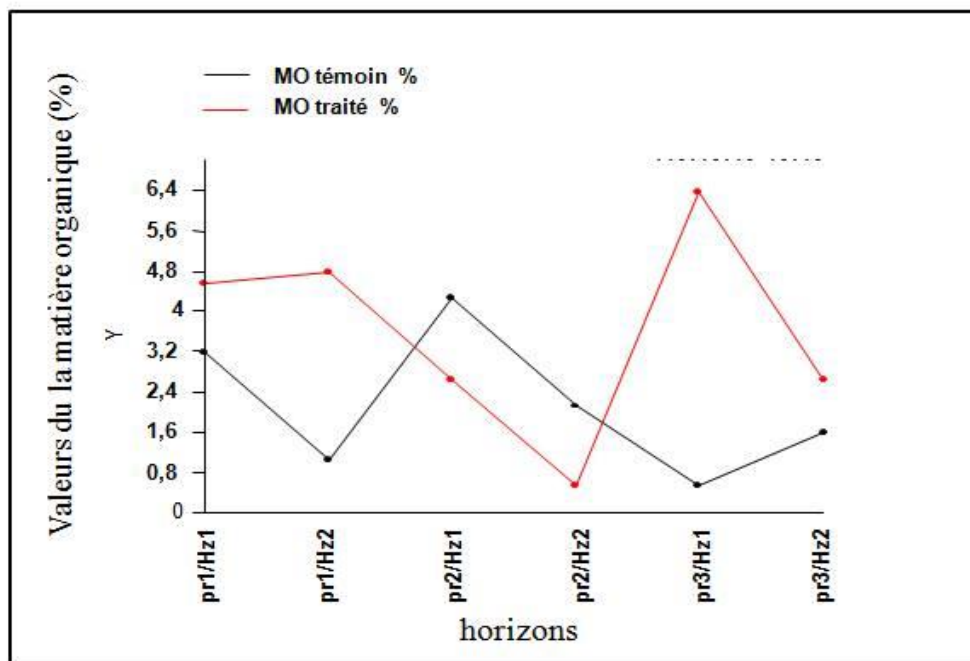


Figure 18 : Variation de la matière organique du sol témoin et sol traité (épandu) selon les horizons.

Les pourcentages de MO indiquent que les deux sols (témoin-traité) sont moyennement riches en MO (>1%).

Les résultats montrent une nette augmentation de la teneur en matière organique dans le sol traité, cette augmentation a pu atteindre le 1% en comparaison avec le sol témoin. Donc les boues résiduaires ont un effet positif sur la teneur de matière organique de sol.

Mancino et Pepper, (1992) observent une augmentation de la matière organique dans les sols traités avec les boues résiduaires.

Selon les études de Rusan et al., 2007; La MO est plus accumulée dans la couche superficielle du sol. Contrairement ; a nos résultats ; les valeurs les plus élevées pour les deux sols étudiés sont correspondent aux horizons de profondeur ; ce qui peut être expliqué par un entrainement des particules dissouts vers les profondeurs.

IV.2. Variation de la diversité pédofaunique globale des sols étudiés

La diversité des acariens globale des échantillons de sol issus d'une parcelle étudié (parcelle 5) a été évaluée dans l'espace pour six horizons de trois profils a une seule période de prélèvement.

D'après l'identification des espèces des acariens du sol étudié nous avons trouvées 04 sous ordres sont :

- *Oribatida*.
- *Acaridida*.
- *Gamasida*.
- *Actinedida (Prostigmata)*.

Et 08 familles sont :

-les Phthiracaridae. - les Camisiidae. - les Belbidae. - les Astigmata - les Mesostigmata. - les Labidostomidae. – les Erythraeidae. - les Tetranychida.

IV.2.1 .Répartition globale des acariens identifiés dans la parcelle 5

Comme une première étape ; nous avons compté le nombre de tous des acariens correspondant aux deux sols pour faire une comparaison générale entre ces deux sols

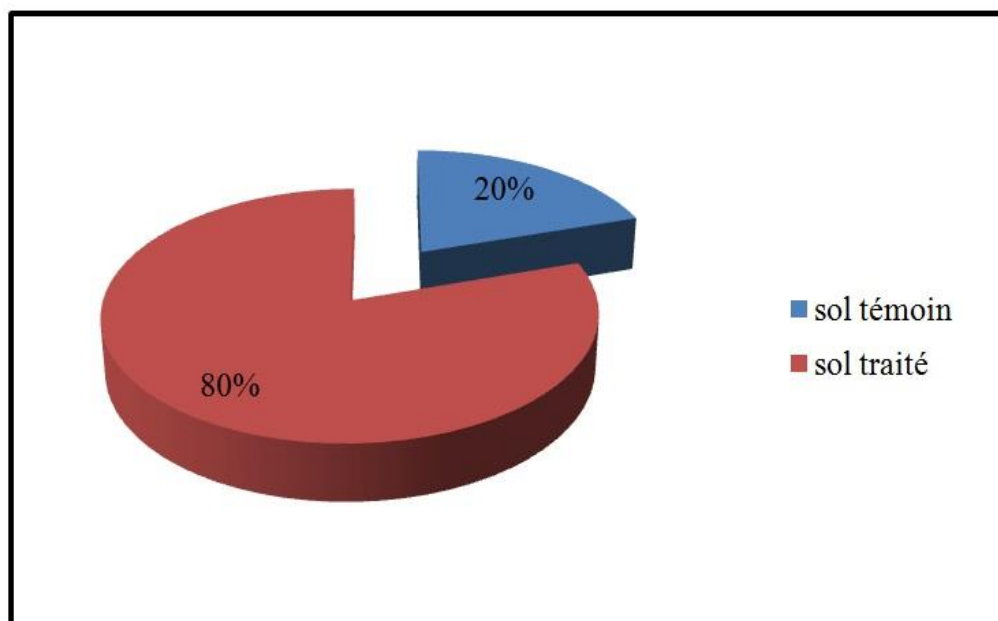


Figure 19 : L'abondance des acariens dans les deux sols étudiés.

Nous avons trouvé uniquement 20% du nombre totale appartenait aux acariens du sol témoin alors que 80% de ces acariens appartenait au sol traité.

Tableau 05 : Répartition globale des acariens identifiés dans la parcelle 5 (Sol témoin et sol épandu).

Calcule Parcelle 5	Somme des acariens	Moyenne	variance	Ecart type
sol témoin	362	60,33	68,98	8,3
Sol épandu	1458	243	130,24	11,4

Ensuite nous avons trouvé une grande augmentation de la moyenne et la variance des acariens de sol traité par rapport à celles des acariens du sol témoin.

Ces résultats étaient prévisibles, Car l'apport de nutriments qui accompagne l'application des boues d'épuration favorise les invertébrés et l'abondance des collemboles (Andrès, 1999; Bruce et al., 1999; Cole et al., 2001), des carabidés, des vers de terre (Stevenson et al., 1984; Tomlin et al., 1993), des nématodes du sol et des acariens (Koehler, 1999).

Les valeurs de variance sont rapprochées aux valeurs de moyenne.

Pour l'écart type ; nous avons remarqué que ces valeurs sont faibles en comparaison avec les valeurs de moyenne pour les deux sols étudiées.

IV.2.2 Variation du nombre des individus des acariens selon leurs familles dans les deux sols étudiés en fonction des familles

On constate une nette augmentation du nombre des individus de familles des acariens des sols traités en comparaison avec les sols témoins et cela est au niveau de tous les horizons.

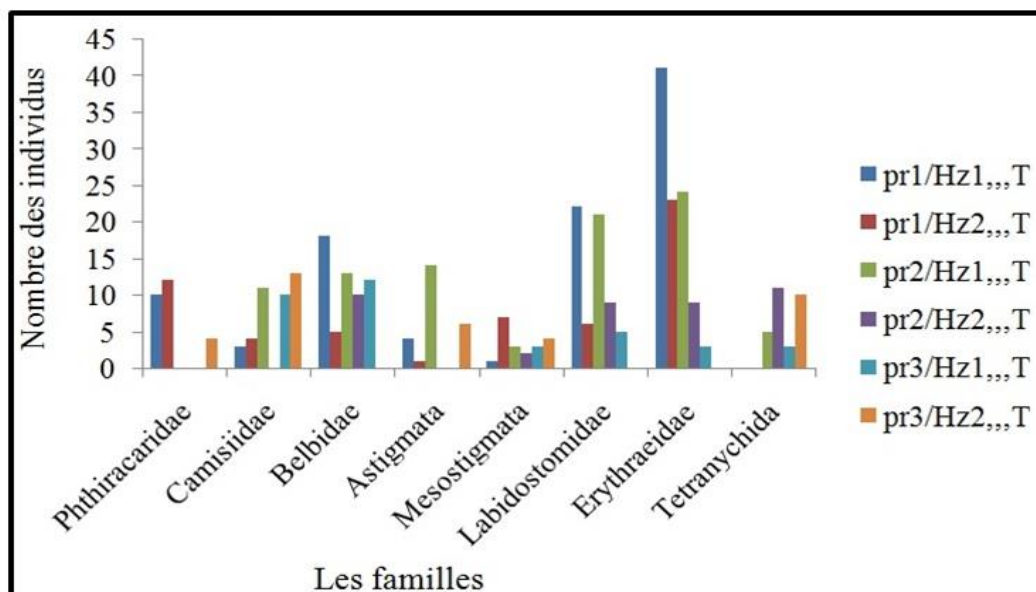


Figure 20 : Variation de nombre des individus des acariens selon leurs familles dans les trois profils étudiés dans le sol témoin.

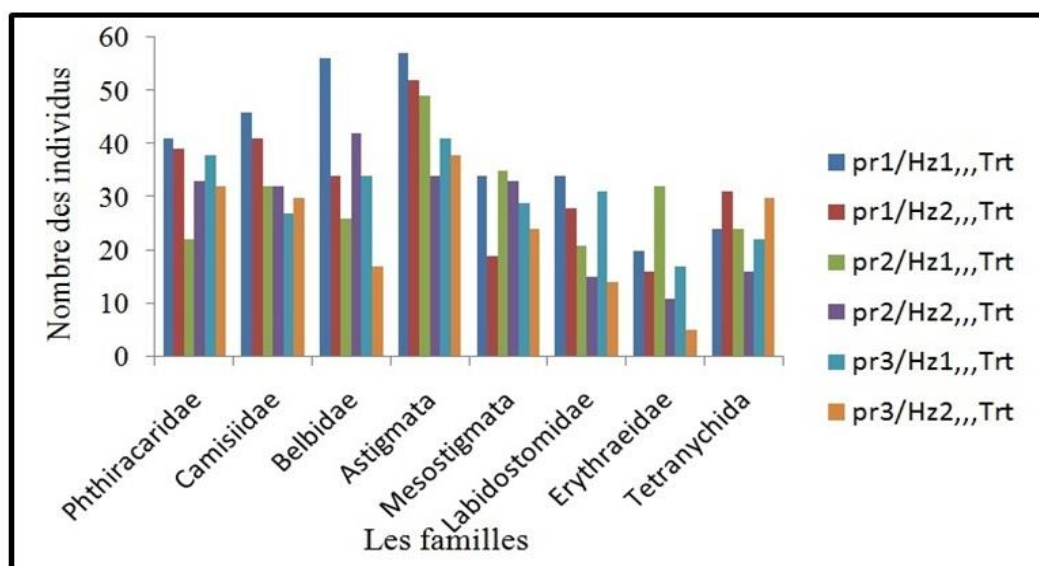


Figure 21 : Variation de nombre des individus des acariens selon leurs familles dans les trois profils étudiés dans le sol traité.

En effet, au niveau du sol témoin certaines familles d'acariens étaient absentes dans certains horizons cependant on remarque leur forte apparition au niveau des horizons du sol traité ; surtout sur le cas de la famille des phthiracaridae (pr2/Hz1, pr2/Hz2, pr3/Hz1) ; la famille des Astigmatae (pr2/Hz2, pr3/Hz1) et la famille des Tetranychidae (pr1/Hz1, pr2/Hz2).

Ce changement est peut être expliqué par la variabilité des propriétés physico-chimiques pour chaque horizon, comme par exemple le pH ; Selon **Edwards et Bohlen (1996)**, il existe un pH optimal pour chaque taxon ; car certaines espèces montrent une préférence pour des valeurs à pH faible, d'autres prouvent une tendance vers des valeurs élevées.

On a remarqué aussi pour le sol témoin le sous ordre de *Actinedida* (*Prostigmata*) est le dominant par rapport d'autres sous ordres par contre pour le sol traité c'est le sous ordre de *Oribatida* qui est dominant.

Ces résultats peut être correspondent a l'hypothèse de **Karg (1962)**, si dans des composts ou des sols une augmentation marquée des Oribates apparaît, cette augmentation indique que le milieu est devenu plus aérobie, surtout si simultanément les Acariés, liés aux processus anaérobies des putréfactions, diminuent.

IV.2.3. Abondance relative des taxons dans les sols étudiés

IV.2.3.1. Abondance relative des familles dans les sols étudiés selon les horizons

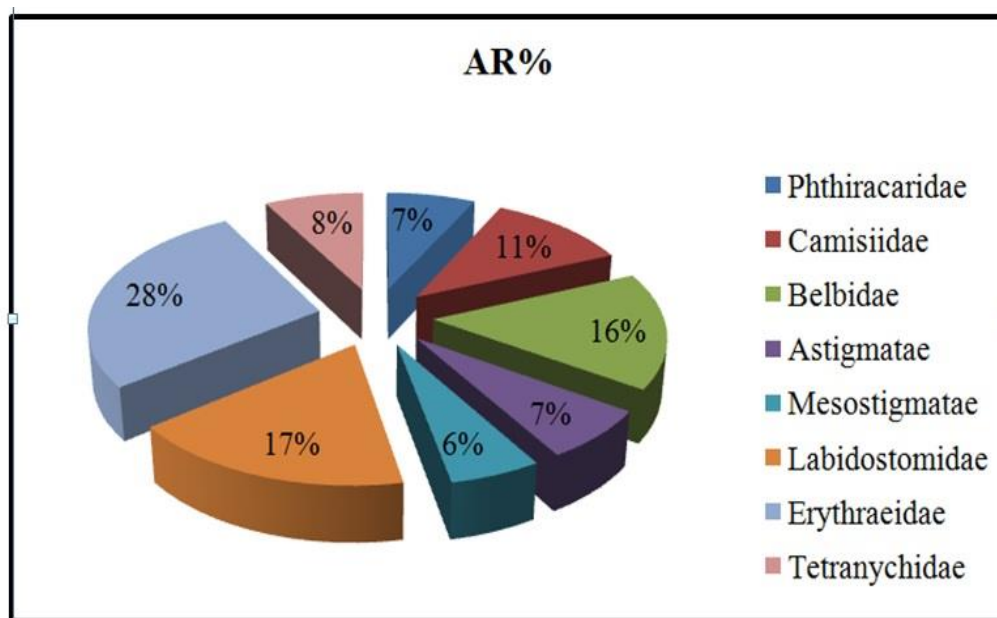


Figure 22 : Variation de l'abondance relative de chaque famille au niveau des horizons de sol témoin.

Selon la figure (22); on a trouvé que la plus faible abondance est celle de la famille de *Mesostigmatae* avec une moyenne de 6%, et la forte abondance est celle de famille des *Erythraeidae* avec une moyenne de 28% pour le sol témoin.

Ces résultats correspondent avec ceux de **Bachelier, (1963)**; il indique que les Mésostigmates sont plus abondants en forêt et diminuent dans les autres biotopes (cultures améliorantes, peuplements artificiels arborescents et biotopes pauvres); leur pourcentage au sein des acariens varie cependant peu.

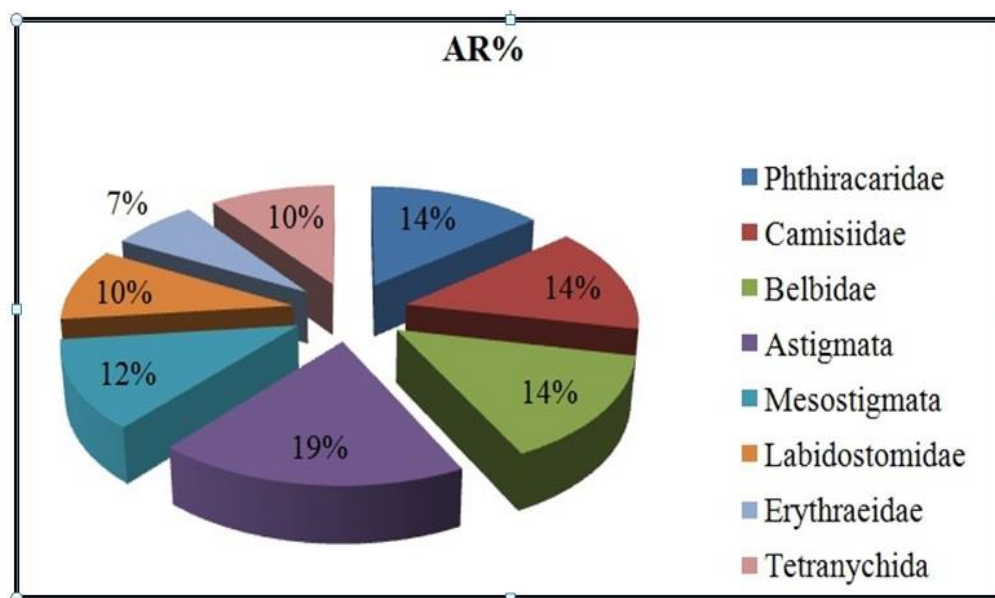


Figure 23 : Variation de l'abondance relative de chaque famille au niveau des horizons de sol traité.

Par contre pour le sol épandu (figure 23), La famille des *Erythraeidae* est représentée par la plus faible abondance avec une moyenne de 7% ; et la plus forte abondance celle de la famille d'*Astigmatae* avec une moyenne de 19%, même si elle a une faible abondance avec moyenne de 7% au sol témoin.

Ainsi que ; on a remarqué une variation des individus pour le sol témoin, la moyenne des abondances de sous ordre d'*Actinedida (Prostigmata)* est dominante par rapport à d'autres sous ordres ; par contre pour le sol traité c'est la moyenne des abondances de sous ordre de *Oribatida* qui est dominante.

Selon **Bachelier, (1963)** Les Oribates dominent dans les biotopes forestiers et demeurent le groupe le plus important dans les autres biotopes, bien qu'ils y apparaissent généralement moins diversifiés; ils forment le plus souvent entre 60 et 80 % des acariens.

IV.2.3.2 Abondance relative des taxons dans les sols étudiés selon chaque horizon

Comme une claire remarque ; nous avons les fortes moyennes des abondances relatives des taxons celle de les horizons de le premier profile de chaque sol étudié (sol témoin pr1 « 44% », sol épandu pr1 « 39% »). Et pratiquement les moyennes les plus faibles celles de les horizons de le troisième profile de chaque sol étudié (sol témoin pr1 « 20% », sol épandu pr1 « 29% »).

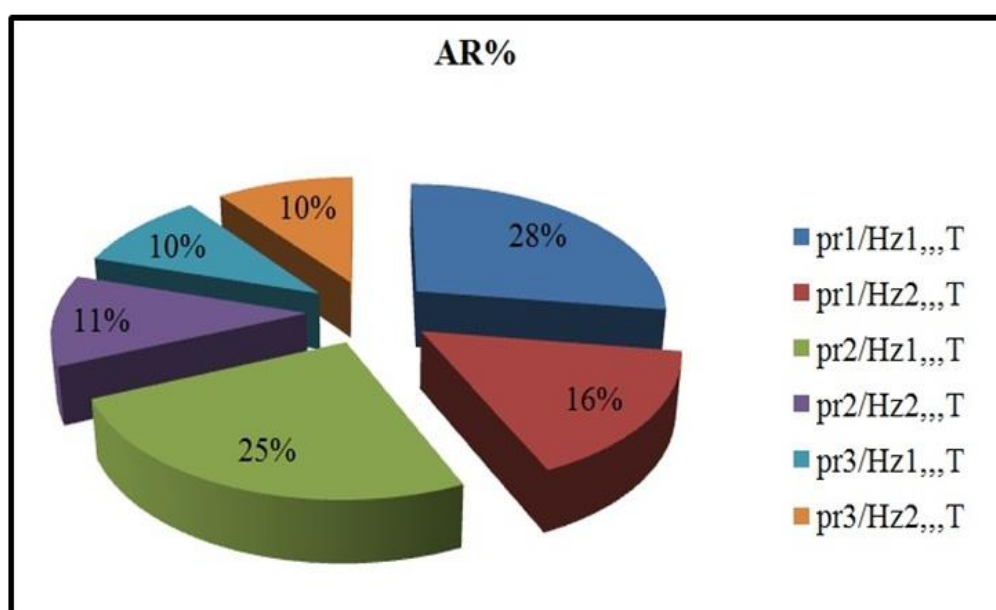


Figure 24 : Variation de l'abondance relative de chaque horizon au niveau du sol témoin.

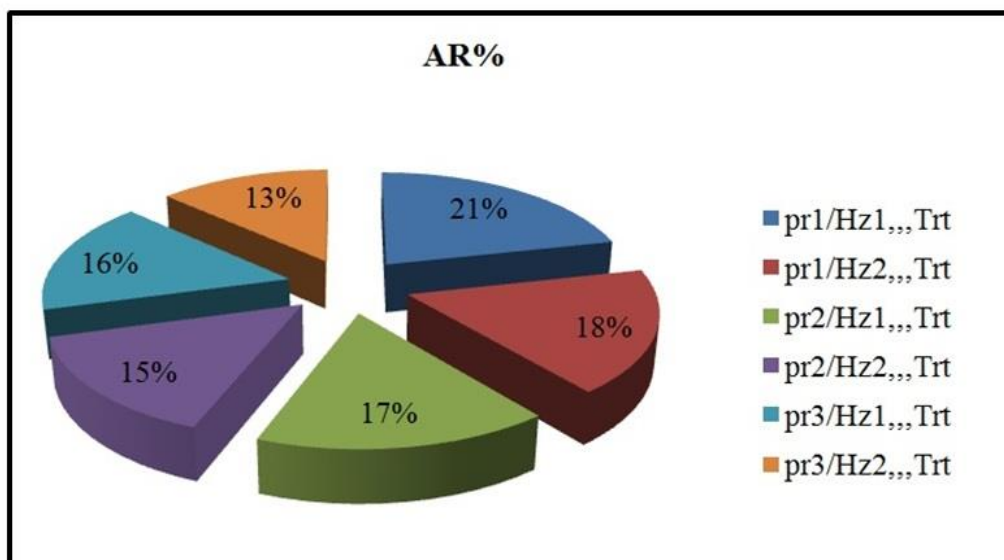


Figure 25 : Variation de l'abondance relative de chaque horizon au niveau du sol traité.

Quelle que soit le sol étudié, généralement, la richesse spécifique et l'abondance des acariens diminuent avec la profondeur du sol. Ce qui est contraire à l'hypothèse avancée par **Athias (1975,1976)** selon laquelle, en zone tropicale les acariens seraient régulièrement distribués le long des couches dans le sol.

Selon **André (2006)** cette distribution verticale serait liée à un regroupement fonctionnel.

Nous avons découvert aussi que, pour le sol épandu, les moyennes des abondances relatives des taxons sur les six horizons sont rapprochés ; au contrairement des moyennes des abondances relatives des taxons sur les six horizons au sol témoin.

IV.3. Évaluation de l'effet de certains facteurs physico-chimiques sur les populations des acariens dans les sols étudiés selon le nombre d'individus

IV.3.1. Évaluation de l'effet de l'humidité sur les populations des acariens dans les sols étudiés

L'analyse graphique est une bonne manière de comprendre les corrélations ou d'une autre façon les relations entre deux ou plusieurs facteurs, pour notre cas les facteurs sont les valeurs d'humidité et de pH en comparaison avec l'abondance des taxons. Le graphique "nuage de points" est l'outil privilégié ; il nous permet de connaître le signe de corrélation entre deux ou plusieurs facteurs.

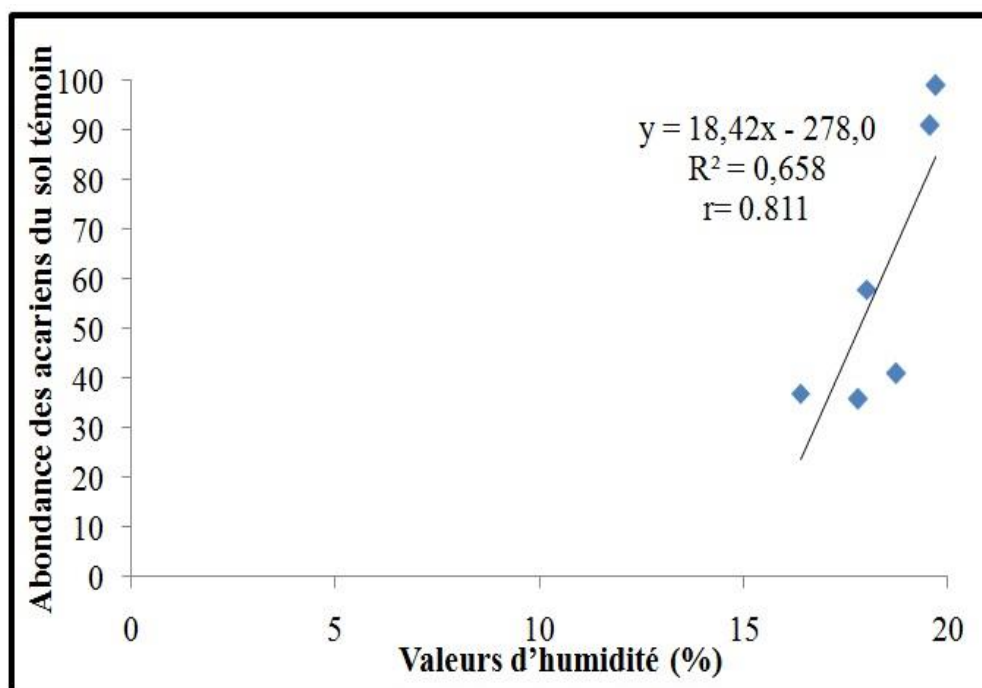


Figure 26 : Corrélation entre l'humidité et l'abondance des acariens du sol témoin.

Pour le sol témoin ; selon la figure 26 ; La pente est positive, et le coefficient de corrélation est de $R = 0,8341$. Alors, la corrélation sera fortement positive.

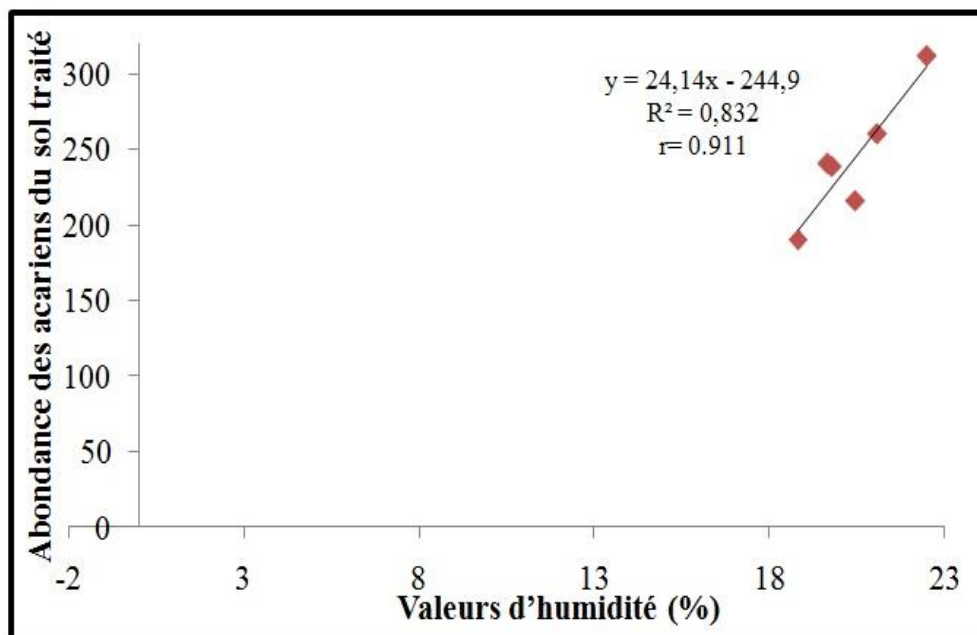


Figure 27 : Corrélation entre l'humidité et l'abondance des acariens du sol traité.

Pour le sol traité ; selon la figure 27 ; La pente est positive, Et le coefficient de corrélation est de $R = 0.9114$. Alors la corrélation est fortement positive.

Ces résultats indiquent que il y a une liaison entre l'augmentation des valeurs d'humidité et l'augmentation de nombre des individus des acariens au niveau des horizons de sol témoin ,et d'une façon plus forte pour les horizons du sol traité, avec une valeur de r proche de 1. **Meyer et Maldague (1957)**, ont montré que l'augmentation d'humidité consécutive aux premières pluies détermine une augmentation du nombre de microorganismes du sol par apport d'éléments nutritifs solubles, issus des litières.

IV.3.2. Évaluation de l'effet de pH sur les populations des acariens dan sols étudiés

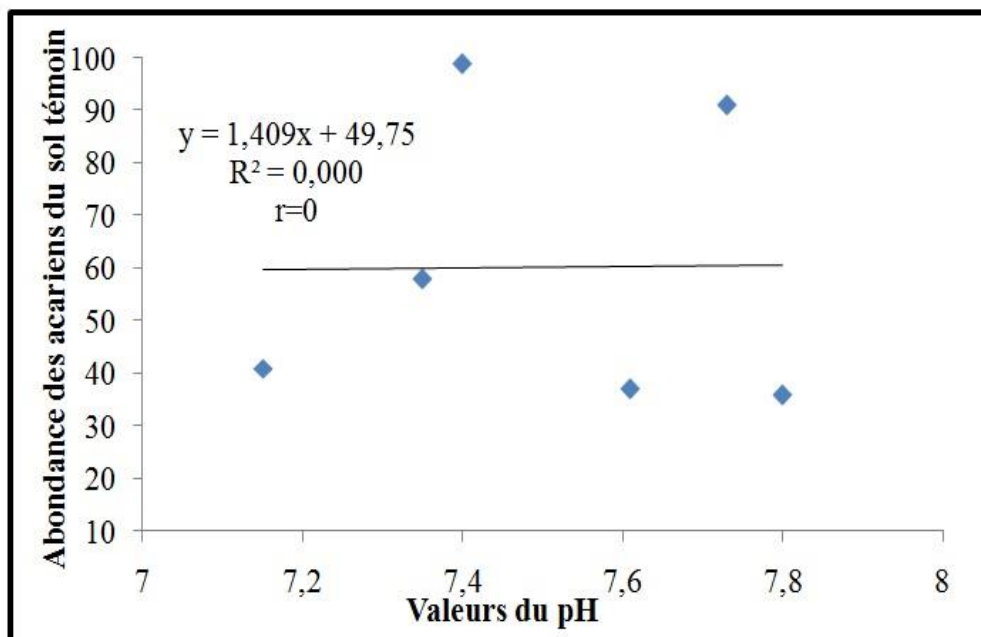


Figure 28 : Corrélation entre le pH el l'abondance des acariens du sol témoin.

Pour le sol témoin ; selon la figure 28 ; le coefficient de corrélation est de $r = 0$. Alors, la corrélation sera inexistante.

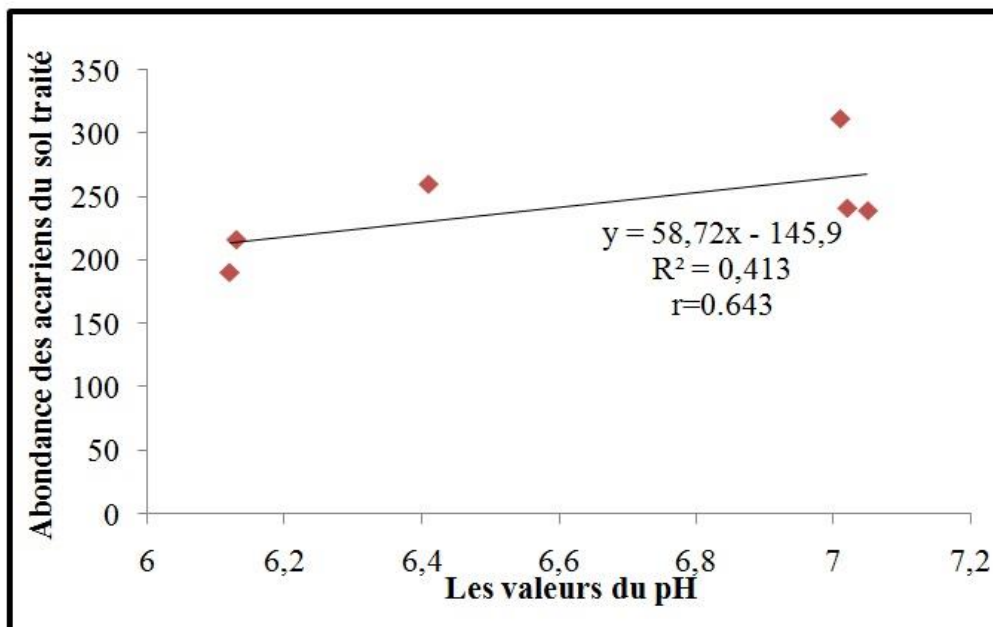


Figure 29: Corrélation entre le pH el l'abondance des acariens du sol traité.

Pour le sol traité ; selon la figure 29 ; La pente est positive, Et le coefficient de corrélation est de $r = 0.643$, Alors il y a une corrélation moyennement positive.

Ces résultats indiquent que il y une liaison entre la diminution des valeurs de pH et l'augmentation de nombre des individus des acariens au niveau des horizons du sol traité, avec une valeur de r entre 0.5 et 1.

D'une manière générale, selon **Edwards et Bohlen(1996)**, il existe un pH optimal pour chaque taxon ; car certaines espèces montrent une préférence pour des valeurs à pH faible, d'autres prouvent une tendance vers des valeurs élevées.

Pour nos résultats de pH, une valeur moyenne de 6 pour le sol traité est plus favorable pour les acariens que la valeur de neutralité de sol témoin, et cette idée est approuvée par **Satchell, 1967** ; La majorité des espèces se trouvent dans des sols à pH compris entre 5,0 et 7,4. Et aussi par **Marschner, 1995**, les valeurs du pH du sol étudié sont favorables à l'activité microbienne et à la croissance des cultures.

IV.4. Variation et l'évaluation de l'indice de diversité Shannon et l'Equitabilité dans les deux sol étudiés selon les horizons

<u>sol épandu</u>			<u>Sol témoin</u>		
Horizons	Shannon H	Equitability J	Horizons	Shannon H	Equitability J
pr1/Hz1	2,02	0,97	pr1/Hz1	1,52	0,78
pr1/Hz2	2,02	0,97	pr1/Hz2	1,65	0,85
pr2/Hz1	2,04	0,98	pr2/Hz1	1,78	0,92
pr2/Hz2	2,00	0,96	pr2/Hz2	1,51	0,94
pr3/Hz1	2,05	0,98	pr3/Hz1	1,62	0,90
pr3/Hz2	1,97	0,95	pr3/Hz2	1,50	0,93

Tableau 06: Variation de l'indice de diversité Shannon et l'Equitabilité des étudiés selon les horizons.

IV.4.1. L'indice de diversité Shannon-Weaver (H')

Plus l'indice de diversité de Shannon est élevé, plus la communauté est équilibrée et stable : toutes les espèces se rencontrent avec la même fréquence. Lorsque cet indice est plus faible, on parle de milieu hétérogène dont les communautés sont perturbées.

Selon le tableau 06; on a remarqué que les valeurs de ce indice variée selon le traitement et les profondeurs pour les deux sols étudiés (sol témoin et sol épandu).

Pour le sol témoin ; les valeurs de l'indice de Shannon variées entre 1.50 et 1.80 avec une valeur maximale de 1.78 au niveau de l'horizon 1 de profile 2 et une valeur minimal de 1.50 au niveau de l'horizon 2 de profile 3.

Pour le sol épandu ; on a constaté une légère augmentation des valeurs d'indice de diversité Shannon par rapport celles de sol témoin ; ils sont variées entre 0.95 et 2.05 avec une valeur maximal de 2.05 au niveau de l'horizon 1 de profile 3 ; et une valeur minimal de 1.97 au niveau de l'horizon 2 de profile 3.

A partir des résultats obtenus on peut dire que la diversité du peuplement la plus élevée est signalée dans le sol épandu en comparaison par celle de sol témoin, ce qui renseigne sur une communauté plus stable et équilibré des sols épandus.

VIII.2. L'Équitabilité (J)

L'Équitabilité de Piélou (1969) varie entre 0 et 1 ; elle tend vers 0 quand la quasi-totalité des effectifs correspond à une seule espèce, traduisant ainsi une répartition inégale entre les individus des différentes espèces prises en considération, et tend vers 1 lorsque les individus considérés sont équitablement répartis.

Selon le tableau 06; pour le sol témoin ; on a remarqué que Les valeurs de ce indice d'Équitabilité (J) ont augmenté progressivement tant que on descend dans les horizons de chaque profile du sol ; ils sont variées entre 0.75 et 0.95 avec une valeur maximal de 0.94 au niveau horizon 2 de profile 2 ; et une valeur minimal de 0.78 au niveau d'horizon 1 de profile 1.

Pour le sol épandu ; on a constaté une légère augmentation des valeurs d'indice d'Équitabilité (J) par rapport celles de sol témoin ; ils varient entre 0.95 et 0.98 avec une valeur maximal de 0.98 au niveau de l'horizon 1 de profile 2 et l'horizon 1 de profile 3 ; et une valeur minimal de 0.95 au niveau de l'horizon 2 de profile 3.

Avec cette augmentation des valeurs d'indice d'Équitabilité (J), qui tend vers le 1 aux niveaux de tous les horizons, on peut dire que nos taxons retrouvés sont équitablement répartis.



**CONCLUSION GÉNÉRALE
ET PERSPECTIVES**

Conclusion

Ce travail a été entamé dans l'objectif d'apprécier les effets des boues résiduelles sur la biodiversité des sols de la région de Tizi-Ouzou, notamment la mésofaune (Acariens).

Afin d'évaluer l'impact des boues résiduelles sur les propriétés physiques, chimiques et biologiques du sol ; nous avons utilisé un sol témoin et un sol traité avec des boues résiduelles.

L'étude a été menée sur des analyses physico-chimiques et biologiques réalisés pour les deux sols étudiés, à savoir l'humidité, pH, Conductivité électrique, calcaire total et matière organique.

Les résultats obtenus des analyses physico-chimiques du sol montrent que les sols de la région de Tizi-Ouzou présentent :

- Un taux d'Humidité moyenne élevé après épandage des boues.
- Des valeurs de pH varient entre la neutralité pour le sol témoin ; par contre ils sont un peu acides pour le sol épandu.
- Augmentation de la salinité des sols épandus par rapport au témoin.
- L'effet peu remarquable des boues sur le taux du calcaire du sol.
- Une nette augmentation de la matière organique des sols traités avec les boues.

Concernant les résultats obtenus après dénombrement des individus récoltés sur indiquent que les sols étudiés présentent :

- Une abondance moyenne des acariens échantillonnés elle est de 20% pour le sol témoin et 80% pour le sol traité.
- Une abondance relative des espèces échantillonnées renseigne sur une nette richesse au niveau de sol traité.
- Une corrélation significative entre l'abondance des acariens et l'humidité, ainsi que le pH.

- L'indice de Shannon et l'Equitabilité nous renseigne sur la répartition des individus qui sont plus abondant dans les sols traités. Ce qui nous a permis d'apprécier l'effet bénéfique de l'épandage des boues résiduelles sur la biodiversité de acariens dans les sols de la région de Tizi-Ouzou.

L'effet des changements observés entre les horizons n'est pas bien remarquable dans notre étude ; à l'exception des deux paramètres de calcaire et d'abondance des espèces échantillonnées pour les deux sols étudiés, car Les valeurs les plus élevées étaient observées au niveau des couches superficielles.

Perspectives

L'utilisation des boues résiduaires peut aider à la protection et l'augmentation des populations des acariens du sol. Il est très important de poursuivre ce travail en extrayant les acariens du sol, d'étudier les variations de leurs abondance selon l'effet des boues résiduaires et les facteurs physico-chimiques.

La biodiversité dans le sol joue un rôle important dans le fonctionnement écologique des écosystèmes terrestres (**Seastedt 1984, Lavelle & Spain 1991**).



RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **Abdul W. (2004).** Analysis of toxic and osmotic effects of sodium chloride on leaf growth and economic yield of sugarcane. Bot. Bull. Acad. Sin. 45: 133-141.
· *Acacia saligna* H. L. Wendl.
- **Abuawwad, A.M., 1996.** Irrigation water management for onion trickle irrigated with saline drainage water. Dirasat, 23(1):46-55.
- **Ademe (1999).** Situation du recyclage agricole des boues d'épuration urbaines en Europe et dans divers autres pays du monde, Ademe édition, Paris, 159p.
- **Ademe (2001a).** Les boues chaulées des stations d'épuration municipales: production, qualité et valeur agronomique, Ademe édition, Paris, 224p.
- **Ademe (2001b).** Les boues d'épuration municipales et leur utilisation en agriculture, Ademe édition, Paris, 59p.
- **Akli M (1984)** Caractérisation et genèse des sols de la région de Tizi Ouzou, Gde Kabylie, Algérie.
- **Al-Assiuty A.I., Khalil M.A., Abdel-Lateif H.M. (2000)** Effects of dry sludge application on soil microarthropod communities in a reclaimed desert ecosystem. Pedobiologia, 44 :567 - 578.
- **Andrès P. (1999)** Ecological risks of the use of sewage sludge as fertilizer in soil restoration: Effects on the soil microarthropod populations. Land Degradation and Development, 10 :67-77.
- **Athias F (1975)** Données complémentaires sur l'abondance et la distribution des microarthropodes de la savane de Lamto (Côte d'Ivoire). Bull.Mus. Natl Hist. Nat., 308: 1-28.

- **Athias F (1976)** Recherche sur les microarthropodes du sol de la savane de Lamto (Côte-d'Ivoire). Ann. Univ. Abidjan, sér. E, écologie, 9: 193-271.
- **Athias-Binche F. (1994)** La phorésie chez les acariens. Aspects adaptatifs et évolutifs. Perpignan:178 p.
- **Banerjee M.R., Burton D.L. et Depoe S. (1997).** Impact of sewage sludge application on soil biological characteristics. Agriculture, Ecosystems and Environment, 66 :241-249.
- **Bachelier G. (1978)** La faune des sols, son écologie et son action, Orstom édition, Paris, 391p.
- **Balogh J. (1972)** The Oribatida genera of the world Akademic Kiado édition, Budapest, 188 p.
- **Bardgett R.D. (2005)** The Biology of Soil. A Community and Ecosystem Approach. Oxford University Press: Oxford.
- **Blanchart E., Lavelle P., Braudeau E., Le Bissonais Y. et Valentin C. (1997)** Regulation of soil structure by geophageous earthworm activities in humid savannas of Cote d'Ivoire. *Soil Biology and Biochemistry*, 29 : 431- 439.
- **Benmouffok A., Allili N., Djebala L., Akila. & Medjani A. 2005.** Caractérisation et valeur agronomique des boues issues d'épuration des eaux usées (cas de la station d'épuration de Tizi Ouzou Est, Algérie), Watmed2 (Marrakech), 4 p.
- **BORRAZ, O. (2000).** L'utilisation des boues d'épuration en agriculture: les ressorts d'une controverse. Courrier de l'Environnement de l'INRA, 41, p 25-32.

- **Bruce L.J., Mccracken D.I., Foster G.N. et Aitken M.N. (1999)** The effects of sewage sludge on grassland euedaphic and hemiedaphic collembolan populations. *Pedobiologia*, 43 :209-220.
- **Cole L.J., Mccracken D.I., Foster G.N. et Aitken, M.N. (2001)** Using collembola to access the risks of applying metal-rich sewage sludge to agricultural land in western Scotland. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 83 :177-189.
- **Coleman D.C., Crossley D.A. et Hendrix P.F. (2004)** *Fundamentals of Soil Ecology* 2nd edition. Academic Press. USA : Elsevier Science & Technology Books, 408p.
- **Coineau Y. (1974)** Introduction à l'étude des microarthropodes du sol et de ses annexes, Doin édition, 118 p.
- **Chatha TH., Haya R. & Latif I. 2002.** Influence of sewage sludge and organic manures application on wheat yield and heavy metal availability. *Asian J. of Plant Sciences* 1(2):79-81
- **D'ARCIMOLES, M., BORRAZ, O., SALOMON, D. (2000).** Le monde des boues. La difficile institutionnalisation des filières d'épandages des boues d'épuration urbaines en agriculture. Ademe, CNRS. pp. 138.
- **Deprince A. (2003)** La faune du sol, diversité, méthodes d'étude, fonctions et perspectives - *Le Courrier de l'environnement de l'INRA* n°49 : 123-138.
- **Dindal D.L. (1978)** Soil organisms and stabilizing wastes.
- **Duchaufour P. (1965).** Précis de pédologie. 2eme ed., Masson, Paris, 481p.
- **Gagnard G., Huguet C., Ryser J.P. (1988).** L'analyse du sol et du végétal dans la conduite de la fertilisation. Le contrôle de la qualité des fruits. Secrétariat général OILB/SROP.83 p.

- **Gerson U. et Smiley R.L. (1990)** Acarina biocontrol agents.-Chapman and Hall, London, 174 pp.
- **Giller K.E., Beare M.H., Lavelle P., Izac A.M. et Swift M.J. (1997)** Agricultural intensification, soil biodiversity and agroecosystems function. *In*: Swift M (ed.). Agricultural intensification, soil biodiversity and agroecosystems functions in the tropics. *Appl. Soil Ecol. (Spec. Issue)*, 6: 3-16.
- **Girard M.C., Walter C., Rémy J.C., Berthelin J. et Morel, J.L. (2005)** Sols et environnement.Paris, DUNOD, 816 p.
- **Gobat J.M., Aragno M. et Matthey W. (1998)** Le sol vivant, base de pédologie, biologie des sols. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, 519p.
- **Hopkin S.P. (1997)** Biology of the springtails (Insecta: collembola). Oxford University Press, Inc., New York, 330p.
- **Jaroz J. (1985)** Le traitement des boues des stations d'épuration, centre de formation
- **Jocteur M.L. (2001)** Conséquences de l'anthropisation des sols. Les boues: quels risques? Colloque Marseille. 5 avril 2001. Mouvement National de Lutte pour l'Environnement éd.
- **KARG W. (1963)** - Die edaphischen Acarina in ihren Beziehungen ZUT Mikroflora und ihre Eignung als Anzeiger für Prozesse der Bodenbildung. In (*<Soil Organismsa, North-Holland Publ. Comp.(Amsterdam)*), 305-315.
- **Khan M. et Scullion J. (2002)** Effects of metal (Cd, Cu, Ni, Pb or Zn) enrichment of sewage-sludge on soil micro-organisms and their activities. *Applied Soil Ecology*, 20 :145-155.

- **Koehler H. (1999)** Predatory mites. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 74 :395-410.
- **Kouassi K. P. H. (1999)** Structure et dynamique des groupes trophiques de la macrofaune du sol d'écosystèmes naturels et transformés de Côte d'Ivoire. Thèse d'Etat ès Sciences, Université de Cocody-Abidjan, 192p.
- **Krantz G.W. (1978)** A manual of acarology, 2nd édition. Oregon State University Book Stores, Inc. Corvallis, 509 p.
- **Kurcheva G.F. (1960)** Role of invertebrates in the decomposition of oak litter. *Pochvovedenie*, 4 :16-23.
- **Kunito T., Saeki K., Goto S., Hayashi H., Oyaizu H. et Matsumoto S. (2001)** Copper and zinc fractions affecting microorganisms in long-term sludge-amended soils. *Bioresource Technology*, 79, p 135-146.
- **Lavelle P., Bignell D., Lepagne M., Wolters V., Roger P., Heal O. et Dhillion S. (1997)** Soil function in a changing world: the role of invertebrate ecosystem engineer. *European Journal of Soil Biology*, 33 : 159 – 193.
- **Lindsay B.J. et Logan T.J. (1998)** Field response of soil physical properties to sewage sludge. *Journal of Environmental Quality*, 27 :534-542.
- **Lozet J. et Mathieu C. (2002)** Dictionnaire des sciences du sol, Tec. & Doc. Lavoisier édition, Paris, pp. 575.
- **LUXTON M. (1975)** - Studies on the Oribatid mites of a Danish beech Wood soil. II - Biomass, calarimetry, and respirometry. *Pedobiologia*, 15, 3, 161-200.
- **Marschner, H., 1995.** Mineral nutrition of higher plants. 2nd edition. Academic press, NY.

- **Mitchell M.J., Hartenstein R., Swift B.L., Neuhauser E.F., Abrams B.I., Mulligan R.M., Brown B.A., Craig D. et Kaplan D. (1978)** Effects of different sewage sludges on some chemical and biological characteristics of soil. *Journal of Environmental Quality*, 7 :5591-5598.
- **Mohammad, M.J., Mazahreh, N., 2003.** Changes in soil fertility parameters in response to irrigation of forage crops with secondary treated wastewater. *Soil Sci. Plant Anal*,34(9&10):1281-1294.
- **Murillo M. (2004)** Caractérisation de l'Effet d'un Traitement au Peroxyde d'Hydrogène sur une Boue - Application la Réduction de la Production de Boue', Thèse de doctorat, INSA Toulouse. Office nationale d'assainissement. Souk-Ahras et de documentation sur l'environnement industriel, Paris06-France.
- **Robert M. (1996)** Le sol: interface dans l'environnement, ressource pour le développement. Masson, Paris, 244p.
- **Salh M. (2003)** Procèdes Couplés aux Boues Activées-Ozonisation pour la Réduction dans la Production de Boues: Etude Modélisation et Intégration dans la Filière de Traitement des Eaux'. Thèse de Doctorat, INSA Toulouse.
- **Santos SP.F. et Whitford W.G. (1981)** The effects of micro arthropods on litter decomposition in a Chi-huahuan desert ecosystems. *Ecology* 62: 654-663.
- **Santos P.F., Phillips J. et Whitford W.G. (1981)** The role of mites and nematodes in early stages of buried litter decomposition in a desert. *Ecology*, 62: 664–669.
- **Seastedt T.R. (1984)** The role of microarthropods in decomposition and mineralization processes. *Annual Review of Entomology*, 29 :25 - 46.
- **Soltner D. (2005)** Les Grandes productions végétales 20 eme Ed : coll.sci et Tec Agri, 21 :140p.

- **Stamatiadis S., Doran J.W. et Kettler T. (1999)** Field and laboratory evaluation of soil quality changes resulting from injection of liquid sewage sludge. *Applied Soil Ecology*, 12 : 263-272.
- **Stevenson. , Parkinson. et Mitchell M.J. (1984)** Effect of the sewage sludge on decomposition processes in soils. *Pedobiologia*, 26 :95-105.
- **Tester ,CF., Sikora L.J., Taylor JM. & Parr JF. 1982** .N Utilization by tall fescue from sewage sludge, compost amended soils. *Agro. J.* 74:1013-1018.
- **Tomlin A.D., Protz R., Martin R.R., Mccabe D.C. et Lagace R.J. (1993).** Relationships amongst organic matter content, heavy metal concentrations, earthworm activity, and soil microfabric on a sewage sludge disposal site. In *Soil structure / soil biota interrelationships*, 57 (ed. Kooistra, L. B. a. M. J.), Elsevier. 89-103.
- **Tondoh E. J. (1992)** Influence de la mise en culture sur les peuplements de la macrofaune du sol en moyenne Côte d'Ivoire. DEA d'Ecologie Tropicale : Université de Cocody, Abidjan, 66 p.
- **Travé J., André H.M., Taberly G. et Bernini F. (1996).** Les acariens oribates, AGAR et SIALF édition, Wavre, Belgique, 110p.
- **Vannier G. (1979)** Relations trophiques entre la microfaune et la microflore du sol; aspects qualitatifs et quantitatifs. *Bolletino di Zoologia*, 46 :343-361.
- **Vlams J., Williams D.E., Corey J.E., Page A. L., and Ganje T. J. (1985).** Zinc and cadmium uptake by barley in field plots fertilised seven years with urbain and suburbain sludge. *Soil science*. 139 (1) : 81-87 p
- **Whitford W.G. et Parker L.W. (1989)** Contributions of soil fauna to decomposition and mineralization processes in semi-arid and arid ecosystems. *Arid Soil Research and Rehabilitation*, 3: 199–215.



ANNEXES

I. les méthodes physico-chimiques

I.1. Dosage de calcaire total (Calcimètre de BERNARD)

Remplir l'ampoule d'eau salée (Na Cl+eau)

Remplir l'ampoule d'eau salée (Na Cl+eau) de manière à ce que le niveau de la burette soit au niveau du zéro (pour cela on fait correspondre les deux niveaux d'eau dans la burette et dans l'ampoule).

Peser 0.3 g de Ca CO₃ dans un erlenmeyer qui correspond au bouchon de la calcimètre.

Remplir le petit tube 3 /4 de HCl (0.5) dilué que l'on place dans l'erlenmeyer.

Bien boucher le récipient relié à la burette, puis égaliser les deux niveaux d'eau de la burette et du réservoir, faire la lecture soit v_0 le volume.

Ouvrir le robinet de l'entonnoir (durant cette opération, éviter tout contact entre l'acide et le produit), puis fermer le robinet tout en conservant une petite quantité d'acide dans l'entonnoir.

Bien agiter la fiole, le CO₂ qui se dégage lors de cette réaction, fait descendre le niveau d'eau de la burette, en même temps abaisser le réservoir de tel sorte que les deux niveaux soient à la même hauteur. Continuer d'agiter jusqu'à ce que le niveau d'eau dans la burette reste constant.

A cet instant, amener de nouveau le niveau d'eau du réservoir au même niveau que celui de la burette.

Lire sur la burette le volume final de gaz dégagé soit v_1 le volume.

$$V \text{ témoin} = v_1 - v_0$$

Renouveler l'opération, c'est -à-dire au lieu de prendre 0.3g de Ca CO₃ on prend 1g de sol (0.2mm). Soit v le volume dégager par l'échantillon.

❖ **Expression de la teneur en calcaire en %.**

La teneur en pourcentage (%) de calcaire d'un échantillon donné est exprimée par la relation suivant :

$$\% \text{ Caco}_3 \text{ Total} = 100 \times (\text{p/ V témoin}) \times (\text{v}' - \text{V}_0) / \text{P}'$$

P= poids de CaCO₃ pur

P'= poids de l'échantillon

V= volume de CO₂ dégagé par le CaCO₃

V'= volume de CO₂ dégagé par l'échantillon

V₀= volume de CO₂ au démarrage

Classification des sols (horizon) en fonction du calcaire.

<1%	horizon non calcaire.
1 à 5%	horizon peu calcaire.
5 à 25%	horizon modérément calcaire.
25 à 50%	horizon fortement calcaire.
50 à 80%	horizon très fortement calcaire.
>80%	horizon excessivement calcaire.

I.2. le pH

- Dans un bécher, 20 g de compost tamisé (2mm) ont été mélangés à 100 mL d'eau distillée
- Agiter avec un agitateur mécanique pendant 20 minutes
- Filtrer la solution.
- Etalonner le pH mètre

Mesurer le pH du surnageant

❖ Classification des sols en fonction du PH :

Valeur du pH	Qualification du sol
<à 5	Fortement acide
Entre 5 et 6	Franchement acide
Entre 6 et 6,6	Légèrement acide
Entre 6,6 et 7,4	Neutre
Entre 7,4 et 7,8	Légèrement alcalin
>à 7,8	alcalin

I.3. Conductivité électrique

Dans un bécher, 20g de terre (2mm) +100ml d'eau distillé ; laisser agiter 1 heure et laisser reposer demi-heure (ou bien faire le filtrage).

❖ Classifications des sols en fonction de la CE et de la somme des anions.

Classe	Désignation	Conductivité électrique (mmhos / cm à 25°C)	Somme des anions (meq/L)
0	Non salé	< 2.5	< 25
1	Faiblement salé	2.5 – 5	25 – 50
2	Moyennement salé	5 – 10	50 – 105
3	Salé	10 – 15	105 - 165
4	Fortement salé	15 – 20	165 – 225
5	Très fortement salé	20 - 27.5	225 – 315
6	Excessivement salé	27.5 – 40	315 – 620
7	Hyper salé	>40	> 620

(Baize ,2000)

I.4. Dosage de la matière organique (méthode ANNE) :

➤ **Pour l'échantillon**

Dans un Bécher mettre : 1gramme de sol (0.2 mm) +10ml de $K_2Cr_2O_7$ + 20ml d'acide Sulfurique concentré. Mélanger et reposer 30 minutes.

➤ **Pour le témoin**

Dans un Bécher, on met 10 ml de $K_2Cr_2O_7$ + 20 ml d'acide sulfurique concentré, laissé Reposer 30 minutes

Mettre chaque préparation dans des fioles de 250 ml et compléter avec l'eau distillée.

Prélever 20 ml de chacun + 1 ml de H_3PO_4 + 3 gouttes de diphénylamine et laisser agiter pendant 5 minutes dans un agitateur relatif.

➤ **Pour Titration**

On titre avec le sel de Mohr à 0.25 N.

Titrer jusqu'à ce qu'il y a virage du bleu foncé vers le vert, prendre le volume descend sur la Burette pour le témoin et aussi pour l'échantillon.

$$\%C = (V \text{ témoin} - V \text{ échantillon}) * 0.615 / P$$

P : poids du sol égale 1 gramme.

$$\%MO = \%C * 1.72$$

❖ **Classification des sols en fonction du la matière organique**

MO>1.5%	sol moyennement riche.
MO 1 à 1.5%	sol moyen.
MO<1%	sol pauvre.
-De bonnes teneurs en MO coïncident avec les taux d'argile ci-dessous :	
0 à 10% d'argile	1.5 à 2% MO
0 à 30% argile	2 à 2.5%MO
>30% argile	2.5 à 3%MO

II. Résultats

II.1. résultats des analyses physico-chimiques

II.1.1 Humidité

- ❖ L'humidité et le nombre d'individus des acariens selon les profils au niveau du sol témoin

echantillon	H	Ni
pr1/Hz1,,,T	19,69	99
pr1/Hz2,,,T	18,02	58
pr2/Hz1,,,T	19,55	91
pr2/Hz2,,,T	18,73	41
pr3/Hz1,,,T	17,81	36
pr3/Hz2,,,T	16,68	37

- ❖ L'humidité et le nombre d'individus des acariens selon les profils aux niveaux du sol traité

Echantillons	H	Ni
pr1/Hz1,,,Trt	22,49	312
pr1/Hz2,,,Trt	21,08	260
pr2/Hz1,,,Trt	19,67	241
pr2/Hz2,,,Trt	20,43	216
pr3/Hz1,,,Trt	19,78	239
pr3/Hz2,,,Trt	18,8	190

II.1.2. Les valeurs du calcaire du sol témoin et sol traité selon les 03 profils

échantillons	Caco3témoin	Caco3 traité
pr1/Hz1	15,42	14,58
pr1/Hz2	14,17	13,33
pr2/Hz1	15	13,33
pr2/Hz2	13,75	13,75
pr3/Hz1	11,67	12,5
pr3/Hz2	13,75	12,5

II.1.3. Les valeurs du pH du sol témoin et sol traité selon les 03 profils

échantillons	pH témoin	pH traité
pr1/Hz1	7.4	7.01
pr1/Hz2	7.35	6.41
pr2/Hz1	7.73	7.02
pr2/Hz2	7.15	6.13
pr3/Hz1	7.8	7.05
pr3/Hz2	7.61	6.12

II.1.4 Les valeurs de la conductivité électrique du sol témoin et sol traité selon les 03 profils

échantillons	CE témoin	CE traité
pr1/Hz1	0,52	0,17
pr1/Hz2	0,14	0,12
pr2/Hz1	0,13	0,115
pr2/Hz2	0,165	0,16
pr3/Hz1	0,14	0,37
pr3/Hz2	0,15	0,75

II.1.5. Les valeurs de la matière organique du sol témoin et sol traité selon les 03 profils

échantillons	MO témoin	MO traité
pr1/Hz1	3,17	4,55
pr1/Hz2	1,06	4,76
pr2/Hz1	4,23	2,64
pr2/Hz2	2,12	0,53
pr3/Hz1	0,53	6,35
pr3/Hz2	1,59	2,64

II.2. Les résultats des analyses biologiques

❖ Espèces des acariens du sol échantillonnées parcelle 05

Espèces échantillonnées (sous ordres)	familles
Oribatida	Phthiracaridae Camisiidae Belbidae
Acaridida	Astigmata
Gamasida	Mesostigmata
Actinedida (Prostigmata)	Labidostomidae Erythraeidae. Tetranychida

❖ Comptage de nombre des individus des acariens du sol selon leurs familles dans les deux sols (sol témoin et sol traité)

Echantillons	Phthiracaridae	Camisiidae	Belbidae	Astigmata	Mesostigmata	Labidostomidae	Erythraeidae.	Tetranychida
pr1/Hz1,,,T	10	3	18	4	1	22	41	0
pr1/Hz2,,,T	12	4	5	1	7	6	23	0
pr2/Hz1,,,T	0	11	13	14	3	21	24	5
pr2/Hz2,,,T	0	0	10	0	2	9	9	11
pr3/Hz1,,,T	0	10	12	0	3	5	3	3
pr3/Hz2,,,T	4	13	0	6	4	0	0	10
pr1/Hz1,,,Trt	41	46	56	57	34	34	20	24
pr1/Hz2,,,Trt	39	41	34	52	19	28	16	31
pr2/Hz1,,,Trt	22	32	26	49	35	21	32	24
pr2/Hz2,,,Trt	33	32	42	34	33	15	11	16
pr3/Hz1,,,Trt	38	27	34	41	29	31	17	22
pr3/Hz2,,,Trt	32	30	17	38	24	14	5	30

- ❖ Comptage de nombre des individus et la calcul de l'abondance relative (AR%) des acariens du sol de chaque horizon (ni) et le nombre totale (N) au niveau du sol témoin.

Echantillons	Phthiracarida	Camisiidae	Belbidae	Astigmata	Mesostigmat	Labidostomid	Erythraeidae.	Tetranychida	ni	N	ar%
pr1/Hz1,,,T	10	3	18	4	1	22	41	0	99	362	27,3480663
pr1/Hz2,,,T	12	4	5	1	7	6	23	0	58	362	16,0220994
pr2/Hz1,,,T	0	11	13	14	3	21	24	5	91	362	25,1381215
pr2/Hz2,,,T	0	0	10	0	2	9	9	11	41	362	11,3259669
pr3/Hz1,,,T	0	10	12	0	3	5	3	3	36	362	9,94475138
pr3/Hz2,,,T	4	13	0	6	4	0	0	10	37	362	10,2209945

- ❖ Comptage de nombre des individus et la calcul de l'abondance relative (AR %)des acariens du sol de chaque horizon (ni) et le nombre totale (N) au niveau du sol traité.

Echantillons	Phthiracarida	Camisiidae	Belbidae	Astigmata	Mesostigmat	Labidostomid	Erythraeidae.	Tetranychida	ni	N	ar%
pr1/Hz1,,,Trt	41	46	56	57	34	34	20	24	312	1458	21,399177
pr1/Hz2,,,Trt	39	41	34	52	19	28	16	31	260	1458	17,8326475
pr2/Hz1,,,Trt	22	32	26	49	35	21	32	24	241	1458	16,5294925
pr2/Hz2,,,Trt	33	32	42	34	33	15	11	16	216	1458	14,8148148
pr3/Hz1,,,Trt	38	27	34	41	29	31	17	22	239	1458	16,3923182
pr3/Hz2,,,Trt	32	30	17	38	24	14	5	30	190	1458	13,0315501