



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
UNIVERSITE ABBES LAGHROUR KHENCHELA
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département Ecologie et Environnement

MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du diplôme de

MASTER

FILIERE : Ecologie et Environnement

OPTION : Protection et Décontamination des Eaux et des Sols Pollués

Thème

**Impact de l'utilisation des pesticides sur la
biodiversité de la faune du sol dans un agro-
écosystème d'une région semi-aride**

Présenté par **Khemissa Leyla**

Hafiane Salha

Soutenu le **14/06/2015**

Jury de soutenance

Président	ZITOUNI W.	MAA	Université Abbes Laghrou Khenchela
Encadreur	ABABSA N.	MAA	Université Abbes Laghrou Khenchela
Examineur	MERIDJA W.	MAB	Université Abbes Laghrou Khenchela

Promotion 2014- 2015

Remerciement

Tout d'abord, nous remercions Allah De nous avoir donné santé et volonté pour accomplir nos études.

Nous remercions infiniment L'Encadrant : M ABABSA.N, pour l'effort fourni, les conseils prodigués, sa patience et sa persévérance dans le suivi.

A tous mes enseignants, qui nous donne la base des sciences.

A notre maître et juge et examinateur de mémoire, les enseignantes M MERIDJA. W et ZITOUNI. W;

Vous nous faites l'honneur d'accepter avec une très grande amabilité de siéger parmi notre jury de mémoire.

Veillez accepter ces travaux maîtres, en gage de notre grand respect et notre profonde reconnaissance.

Nos remerciements les plus sincères vont à Au enseignants ABA et Ben ghanem De nous avoir intégrés dans le laboratoire de «L'institut des sciences de la nature et de la vie» de l'université Abbes Laghrour Khenchela.

Enfin, nous tenons aussi à remercier tous les membres du laboratoire d'Ecologie et Environnement toutes les personnes ayant été impliquées, de près ou de loin, dans toutes les étapes de cette mémoire.

Que nos familles et nos amis trouvent ici le témoignage de notre reconnaissance pour l'ensemble de leur contribution.

.....Merci.....

Sommaire

Introduction

Chapitre 1- Etude bibliographique

1- Définition du sol.....	01
2- Biodiversité.....	02
2-1- Biodiversité des organismes du sol.....	03
2-1-1- Rôle de la flore.....	03
2-1-2- Faune du sol.....	03
2-1-3- Actions de la faune sur le sol.....	05
2-1-3-1- Action de la faune sur la morphologie des sols.....	05
2-1-3-2- Action de la faune sur la dégradation et l'humification des litières.....	05
2-1-3-3- Action sur la fertilisation des sols.....	06
3- les pesticides.....	10
3-1- Définition des Pesticides	10
3-2- L'étiquetage des pesticides.....	11
3-3- Classification des pesticides.....	11
3-3-1- Premier système de classification (domaine d'application).....	11
3-3-2- Deuxième système de classification.....	13
3-4- Formulation des pesticides.....	15
3-5- Législation et homologation.....	16
3-6- Toxicité des pesticides pour la santé.....	16
3-6-1- Effets sur la santé.....	16
3-6-2- Intoxication aiguë.....	16
3-6-3- Intoxication chronique.....	17
3-7- Ecotoxicité des pesticides.....	17
3-7- 1- Dispersion et effet des pesticides sur l'environnement.....	17
3-7-1-1-Contamination de l'air.....	18
3-7-1-2-Contamination des eaux superficielles et souterraines.....	18
3-7-1-3-Contamination du sol.....	18
3-8- Méthodes culturales pour le contrôle des ravageurs.....	19

Chapitre II- Enoncé général de l'étude

1-Présentation de la région de Bir-Rogaa.....	20
1-1- Situation de la région d'étude.....	20
1-2- Climat.....	21
1-2-1- Température.....	21
1-2-2- Précipitations.....	22
1-3- Synthèse climatique de la région de Bir-Rogaa.....	22
1-3-1- Diagramme ombrothermique de Bagnole Gausson.....	22
1-3-2- Climagramme d'Emberger appliqué au niveau de la région d'étude.....	24
2-Échantillonnage de la faune du sol.....	25
2-1- Méthode des pots Barber.....	26
2-2- Utilisation de l'appareil de Berlèse.....	30
3- Caractérisation du sol.....	32

Chapitre III- Résultats et discussion

1-Les variables pédologiques.....	34
2-La biodiversité de la pédofaune.....	37

Conclusion

Annexe

Liste des figures

N°	Titre	P
1	Principales activités de la pédofaune sur le sol.	07
2	Informations portées sur l'étiquette.	11
3	Structures chimiques des principales familles des pesticides.	13
4	Image satellitaire du site d'étude.	20
5	Diagramme Ombrothermique de Gaussen (2003-2014).	23
6	Climagramme d'Emberger.	25
7	Plan de localisation des deux parcelles d'étude dans la station expérimentale de l'ITCMI.	27
8	Dispositif d'installation des pièges de Barber pour les deux périodes d'automne et de printemps dans les deux parcelles d'étude.	27
9	Préparation des trous pour l'installation des pièges.	28
10	Pots Barber installé.	28
11	Prélèvement des insectes piégés.	29
12	Identification des insectes à l'aide d'une loupe binoculaire.	30
13	L'appareil de Berlèse.	31
14	Montage de Berlèse au laboratoire.	31
15	Illustration de quelques étapes des analyses physicochimiques du sol.	33
16	Variation spatiale et temporelle des paramètres pédologiques.	36
17	Ordres des individus capturés par les pots de Barber pendant le mois d'octobre.	39
18	Ordres des individus capturés par les pots de Barber pendant le mois d'avril.	41
19	Individus de collemboles capturés par l'appareil de Berlèse.	42
20	Exemples des ordres capturés dans les deux sites.	43
21	Quelques collemboles capturés par l'appareil de Berlèse.	47

Liste des abréviations

A.M.M.	Autorisation de Mise sur le Marché
Ca	Calcium
CDB	Convention sur la Diversité Biologique
CE (P15)	Concentré émulsifiable
CE	Conductivité électrique
CO ₂	Dioxyde de carbone
Cl	Chlorure
DJA	Dose Journalière Acceptable
FAO	Fond Agriculture Organisation
IOS	International Organisation of Standardisation ou l'Organisation Internationale de Normalisation
ITCMI	Institut Technique des Cultures Maraichères et Industrielles
LMR	Limite Maximale de Résidus
MA	Matière active
Mg	Magnésium
MO	Matière Organique
N	Azote
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
P	Précipitation
PH	Potentielle hydrique
P2O5	Phosphore assimilable
Q	Quotient pluviométrique d'emberger
SC	Suspension concentrée
SO4	Sulfates
TM	Température Maximale
Tm	Température minimale
Tmoy	Température moyenne

Liste des tableaux

N°	Titre	P
1	Diversité et densité des organismes dans le sol.	05
2	Principaux groupes composant la faune du sol et leur rôle au sein de l'écosystème.	08
3	Quelques familles chimiques des pesticides et leurs cibles principales.	14
4	Données thermiques mensuelles moyennes de 11ans	21
5	Précipitations mensuelles moyennes de 11 ans.	22
6	Précipitations et températures moyennes de la période d'étude.	24
7	Valeurs obtenues pour l'ensemble des paramètres pédologiques mesurés.	
8	Pédofaune capturées à l'aide des pots Barber dans les deux sites pendant le mois d'octobre.	38
9	Pédofaune capturées à l'aide des pots Barber dans les deux sites pendant le mois d'avril.	40

Introduction

Les sols sont avec les océans l'un des deux compartiments de l'enveloppe terrestre où la vie est particulièrement active avec ses microorganismes, sa faune (micro-, méso-, macrofaune), ses végétaux et l'homme. Ils jouent un rôle essentiel dans le fonctionnement de l'écosystème Terre. Ils renferment les principaux groupes de microorganismes : bactéries, champignons, algues, protozoaires. (**Berthelin, 2009**).

Le sol abrite plus de 25 % des espèces animales et végétales actuellement décrites. L'activité de ces organismes assure la fertilité des sols, la qualité de notre alimentation, la pureté de l'air et la qualité de l'eau. L'accroissement de la pression exercée par les activités humaines (l'artificialisation des terres et les modes intensifs de gestion agricole et forestière) et les changements globaux, menacent directement la biodiversité du sol et le bon fonctionnement des sols (**ADEME., 2010**). Des recherches ultérieures ont favorisé l'émergence d'une large gamme de produits, communément appelés pesticides, qui ont eu un effet positif sur la diminution du niveau de pullulation des ravageurs. Mais Malheureusement, ces substances n'étant pas sélectives, vont agir sur l'équilibre écologique.

Notre étude est une approche pour comprendre l'impact de l'utilisation des pesticides sur la biodiversité de la faune du sol au niveau des parcelles agricole de la station ITCMI de Bir-Rogaa à Oum El Bouaghi.

Le manuscrit est articulé autour de trois parties. Après l'introduction la première partie contient l'étude bibliographique. La deuxième partie présente la présentation de la région d'étude, tant sur le plan climatique, situation géographique, que sur le plan de la méthodologie adoptée sur le terrain ainsi qu'au laboratoire et les procédés utilisés pour l'exploitation des résultats. La troisième partie est consacrée à la présentation des résultats obtenus. Enfin une conclusion.

I- Etude bibliographique

1- Définition du sol

Le sol tel qu'il a été défini depuis 1883 par V.V. Doukouchaev, le père-fondateur de la pédologie, est un système naturel, indépendant et variant. Cette définition du sol n'a pas fondamentalement changé dans son essence même si elle a reçu plusieurs reformulations depuis qu'elle a été énoncée. La première reformulation est celle qui a été donnée par Sante Emile Mattson (1886-1980) professeur de pédologie à l'université d'Uppsala en Suède. Pour Mattson le sol est un milieu naturel résultant de la transformation de matériel minéral et organique sous les actions variablement combinées de l'atmosphère, de l'hydrosphère et de la biosphère au contact de lithosphère (**Gavaud, 1977**).

Selon la norme ISO (International Organisation of Standardisation ou l'Organisation Internationale de Normalisation) Le sol est la couche supérieure de la croûte terrestre composée de particules minérales, de matière organique, d'eau, d'air et d'organismes vivants.

Une formulation plus récente faisant du sol un continuum spatio-temporel est avancée dans le référentiel pédologique français RPF, le sol en pédologie est un objet naturel, continu et tridimensionnel nommé la couverture pédologique (**Baize et al., 2003**).

Les sols constituent l'élément essentiel des biotopes propres aux écosystèmes continentaux. Leur ensemble, dénommé pédosphère, résulte de l'interaction de deux compartiments biosphériques : l'atmosphère et les couches superficielles de la lithosphère. La formation des sols représente un processus complexe consistant en la transformation des roches situées à la surface de la croûte terrestre (roche mère) par l'effet conjugué des facteurs climatiques et des êtres vivants (**Ramade, 2003**).

Le sol abrite une grande diversité d'organismes vivants qui participent plus ou moins directement à son élaboration. Il provient de l'altération des roches et de la décomposition de la matière animale ou végétale qui peut subir différentes transformations, grâce à l'action d'une grande diversité d'organismes comme les vers de terre et les bactéries qui assurent un large éventail de fonctions : découpage de la litière, formation d'humus, stabilisation ou minéralisation. Le processus de formation et de différenciation des sols, que l'on appelle pédogenèse, dépend d'une part de l'action des êtres vivants et de leur combinaison avec

l'environnement minéral et d'autre part des processus physico-chimiques engendrés principalement par le climat (**Rovillé, 2008**).

2- Biodiversité

Le concept de biodiversité; en tant que problème d'environnement, s'est formalisé au début des années 1980, et s'est concrétisé lors de la conférence sur le développement durable de Rio de Janeiro en 1992, avec la signature de la convention sur la diversité biologique (CDB). En cette fin de XX^e siècle, les hommes prenaient conscience de leur impact sans précédent sur les milieux naturels et des menaces d'épuisement des ressources biologiques. La biodiversité est devenue le cadre de réflexion et de discussion dans lequel on est amené à revisiter l'ensemble des questions posées par les relations que l'homme entretient avec les autres espèces et les milieux naturels. Certains diront que la biodiversité est devenue un «médiateur» entre les systèmes écologiques et sociaux. Quoi qu'il en soit, la question de la biodiversité a maintenant pris place parmi les grands problèmes d'environnement global, comme le changement climatique ou la déplétion de la couche d'ozone (**Lévêque et Mounolou, 2008**).

La diversité biologique ou biodiversité se réfère aux variations parmi les organismes, mais ce concept englobe plus que le simple nombre d'espèces, que l'on appelle **richesse spécifique**. On trouve la diversité biologique à tous les niveaux de l'organisation biologique, des populations jusqu'aux écosystèmes. Elle prend en compte **la diversité génétique**, c'est-à-dire la variété génétique entre toutes les populations d'une espèce. La diversité biologique comprend également la diversité écosystémique, la variété des écosystèmes que l'on trouve sur terre : forêts, prairies, déserts, récifs coralliens, lacs, estuaires côtières et autres écosystèmes de notre planète. La diversité des écosystèmes englobe aussi la variété des interactions qui se produisent entre les organismes dans les communautés naturelles. Par exemple, une communauté forestière, avec ses arbres, arbustes, plantes grimpantes, herbes, insectes, vers, vertébrés, champignons, bactéries et autres microorganismes, présente une diversité écosystémique plus variée qu'un champ de blé (**Raven et al., 2009**)

La diversité biologique se rapporte à la variété et à la variabilité parmi les diverses formes de vie et dans les complexes écologiques dans lesquels elles se rencontrent (**OTA., 1987**)

2-1- Biodiversité des organismes du sol

Le sol est un milieu de vie. Il sert d'habitat et de source de substrat énergétique à de nombreux organismes végétaux, animaux et microbiens. Dans cette biodiversité, les microorganismes occupent une place très importante aussi bien par leur masse que par le rôle qu'ils jouent dans la genèse et le comportement actuel du sol.

Ils appartiennent à tous les groupes connus : bactéries, actinomycètes, champignons, algues et protozoaire. En consommant de l'oxygène et en rejetant du gaz carbonique, les organismes du sol contribuent à la régulation des échanges gazeux planétaires. Ils consomment des substrats et en produisent d'autres, ils interviennent ainsi dans les grands cycles biogéochimiques, notamment ceux du carbone, de l'azote, du soufre, du phosphore et du fer.

Leur activité dépend du pédoclimat dans lequel ils vivent et des quantités de substrats énergétiques qui s'y trouvent. Compte tenu de leur diversité, on a souvent pris soin de les regrouper en trois catégories : la flore du sol, la faune du sol et les microorganismes du sol. (Gallali, 2004)

2-1-1- Rôle de la flore

Les plantes, producteurs primaires, utilisent le gaz carbonique de l'atmosphère pour le transformer par photosynthèse sous l'action de l'énergie solaire en matière organique.

-La végétation intervient comme facteur de formation du sol : elle s'agit sur les roches pour les altérer,

-La végétation intervient aussi dans la conservation du sol : elle retient la matière meuble avec ses racines,

-La végétation constitue la principale source de la matière organique.

2-1-2- Faune de sol

La faune du sol est divisée selon la taille en quatre catégories : microfaune, mésofaune, macrofaune et mégafaune

La **microfaune** dont les individus sont généralement plus petits que $0,2\mu\text{m}$ renferme des animaux qui ne peuvent vivre que dans l'eau, et qui sont de taille microscopique ou de forme très effilée, ce qui leur permet de pénétrer dans les capillaires du sol. Les différentes espèces

de la microfaune présentent le plus souvent des formes de résistance à la sécheresse (vie ralentie, déshydratation, enkystement). Les Protozoaires et les Nématodes constituent l'essentiel de la microfaune (**Bachelier, 1970**) Les procaryotes, c'est-à-dire l'ensemble des bactéries et les archées, sont une autre composante de la biodiversité du sol (**Crawford et al., 2005**);

La **mésafaune** (ou encore meiofaune) dont les représentants ont environ de 0,2 à 4mm est constituée par des animaux dépendant ou non de l'humidité. Les deux grands groupes de Microarthropodes que sont les Collemboles et les Acariens forment l'essentiel de cette mésafaune, avec aussi les Enchytréides (petits vers oligochètes), les petits Myriapodes (tels les Symphyles) et les plus petits Insectes ou leurs larves (**Bachelier, 1970**). **André et al. (1994)**, indiquent que la mésafaune constitue l'une des composantes les plus importantes de la biodiversité du sol;

La **macrofaune** comprend des animaux d'environ 4 à 80 mm, à savoir les Lombricides ou vers de terre, les Insectes supérieurs, tropicaux ou subtropicaux, les Mollusques, quelques Crustacés et quelques autres groupements de moindre importance (**Bachelier, 1970**). Les lombrics peuvent représenter jusqu'à 5t/ha, ingérer 2 à 3 fois leur poids par jour, remuer 300t/ha/an et remonter le 1/5 de cette masse en surface (**Brady, 1984**).

La **mégafaune** renferme enfin les animaux de grande taille; animaux dont l'activité pédologique se limite essentiellement à une remontée des matériaux correspondant à la confection des terriers : crabes de terre, taupes, rats, lapins, marmottes, tatous d'Amérique, oryctéropes d'Afrique, etc. (**Bachelier, 1970**).

Le tableau N° nous donne un exemple sur la diversité et la densité des organismes dans le sol selon le travail de (**Brady, 1996**).

Tableau (1) Diversité et densité des organismes dans le sol (**Brady, 1996**).

Pédo-biodiversité		Nombre d'individu/g	Poids g/m ²
Microflores	Bactéries	10 ⁸ -10 ⁹	40-500
	Actinomycètes	10 ⁷ -10 ⁸	40-500
	Champignons	10 ⁵ -10 ⁶	100-2000
	Algues	10 ⁴ -10 ⁵	1-50
Faune	Protozoaires	10 ⁴ -10 ⁵	2-20
	Nématodes	10-10 ²	1-15
	Mites	1-10	0,5-1,5
	Lombrics	10-10 ³ /m ²	10-170

2-1-3- Actions de la faune sur le sol

L'action de la faune sur les sols est très différente et d'importance très variable selon les types de sols et les groupes fauniques considérés :

2-1-3-1- Action de la faune sur la morphologie des sols

Les représentants de la microfaune et de la mésofaune n'agissent généralement que dans la partie supérieure des sols et tendent peu à modifier l'ensemble même des profils; par contre, les vers de terre, les termites, les fourmis, certains crustacés et certains vertébrés peuvent agir directement sur l'ensemble des profils. Les **vers** creusent des galeries plus ou moins profondes selon les espèces, effectuent des transports verticaux de sol et assurent un mélange intime des débris végétaux avec la partie minérale du sol qu'ils ingèrent. Les rejets de surface ou turricules que font les vers sont bien connus. Les 10 cm supérieurs d'un sol de pâturage passent en entier par le tube digestif des vers en 10 à 20 ans (**Bachelier, 1970**). Cette action enrichie le sol en éléments fertilisants et en microorganismes. Mais **Bachelier (1970)**, indique que tous les vers ne font pas de rejets en surface et l'importance même des rejets varie avec la nature des sols; ils sont plus importants dans les sols lourds que dans les sols légers. Le même auteur signale que le travail purement mécanique des vers dans les sols correspond à un labour profond et de nombreux termites effectuent aussi des remontées spectaculaires du sol dans les régions intertropicales.

2-1-3-2- Action de la faune sur la dégradation et l'humification des litières

La décomposition des litières en milieu sec est principalement l'œuvre de bactéries et d'insectes (principalement de Coléoptères); elle fournit essentiellement des produits volatiles et contribue peu à la formation des sols (**Bachelier, 1970**). La formation des tourbes se fait en dehors de la vie, mais les invertébrés en favorisent fortement la dégradation; les Vers de terre notamment, en libérant de l'azote, du phosphore et du potassium, favorisent le développement microbien du milieu (**Kozlovskayfaa, et al., 1964**). La litière ingérée par la faune est, pour sa partie non digérée, fragmentée, biochimiquement enrichie et fortement modifiée du point de vue bactérien (**Bachelier, 1970**).

Les microarthropodes (collembolés et acariens) jouent un rôle particulièrement important dans cette fragmentation (**Bachelier, 1963**).

Vanderdrift et Witkamp (1960), ont montré sur des excréments de larves d'*Bzoicylu pusilla* Burn (Trichoptère) que l'attaque microbienne des boulettes fécales mesurée par le dégagement de CO₂ était égale à 7 fois celle des feuilles entières, mais peu supérieure à ces mêmes feuilles broyées mécaniquement, ce qui souligne l'importance de la multiplication des surfaces et de la libération des contenus cellulaires dans l'attaque microbienne des débris végétaux.

2-1-3-3- Action sur la fertilisation des sols

En même temps que la faune fragmente les débris Végétaux, elle en favorise la dégradation chimique et, par ses déjections, elle enrichit les matières organiques du sol de divers enzymes. Cette fragmentation et cette modification chimique des débris végétaux s'accompagnent d'un développement des microorganismes qui trouvent au sein des excréments des conditions de pH, d'humidité et de milieu favorables (**Bachelier, 1970**).

Figure (1) résume les principales activités des la pédofaune sur le sol.

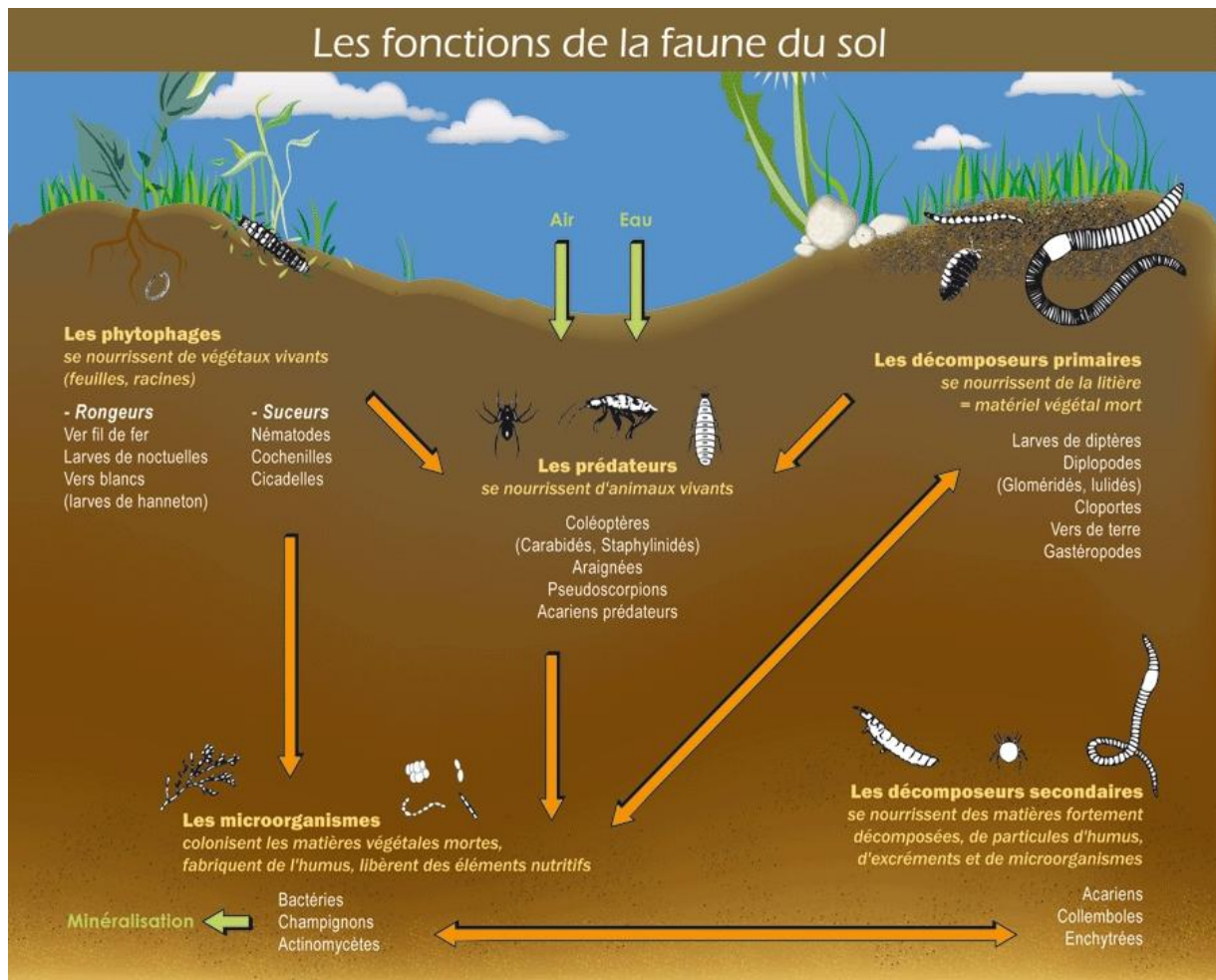


Figure (1) principales activités de la pédofaune sur le sol (Rovillé, 2008).

Le tableau N°2 résume le travail de **Deprince (2003)**, où il à regroupé les principaux groupes composant de la pédofaune ainsi que leur rôle dans le pédo-écosystème.

Tableau (2) Principaux groupes composant la faune du sol et leur rôle au sein de l'écosystème (Deprince, 2003).

	serneG uo sellimaF secèpse	Le nombre (par m ² , dans un sol brun cultivé selon plusieurs auteurs d'après G. Bachelier, 1979)	La nourriture	Les produits	Classification fonctionnelle (d'après P. Lavelle et autres auteurs)
Microfaune	Protozoaires	de 100 à 1000 millions	Des bactéries et des champignons		micro prédateurs
	Nématodes	De 1 à 20 millions	Beaucoup d'espèces sont phytoparasites; certaines sont prédatrices d'autres nématodes et d'acariens; les autres nématodes sont saprophages	Des pelotes fécales avec des fragments de 5µm ³	Micro prédateurs ou transformateurs de litière
Mésafaune	Acariens	De 20à 500 000	La plupart ingèrent des bactéries, des pollens, des débris des végétaux et animaux divers: se sont des saprophages; certains sont des prédateurs	Des pelotes fécales avec des fragments de 20µm ³	transformateurs de litière
	Collemboles	De 20 000 à 500 000	La plupart sont saprophages; quelques espèces sont prédatrices	Des pelotes fécales avec des fragments de20µm ³	Transformateurs de litière

	Enchytréides	De 10 00 à 50 000	Des débris végétaux en décomposition, des déjections de micro-arthropodes	Des agrégats et des petites galeries	Fouisseurs et transformateurs de litière
Macrofaune	Lombrics	De 50 à 400	Des débris végétaux qu'ils ingèrent avec de la terre	Des agrégats organo-minéraux, des galeries, des turricules	Ingénieurs de l'écosystème
	Larves de diptères, de coléoptères, de lépidoptères, etc.	Larves de diptères: 400 Larves de coléoptères: 100	Les régimes varient selon les espèces: on trouve des saprophages, coprophages, nécrophages, prédatrices, phytophages	Les saprophages produisent des pelotes fécales, les phytophages produisent beaucoup de dégâts dans les cultures	Transformateurs de litière, consommateurs primaires ou prédateurs, selon les espèces
	Coléoptères adultes	Quelques-uns	La plupart sont saprophages; certaines espèces sont parasites des fourmilières	Des pelotes fécales avec des fragments d'1 mm ³	Transformateurs de litière
	Fourmis, Termites	Très variable selon les lieux	Les fourmis sont saprophages et/ou prédatrices selon les espèces, elles ingèrent aussi du miellat sucré; les termites sont xylophages	Des galeries; les termites produisent des boulettes fécales organo-minérales	Ingénieurs de l'écosystème

Autres insectes	Quelques-uns	Ils se nourrissent d'une grande diversité de matières végétales et animales	Des pelotes fécales	Transformateurs de litière
Myriapodes	250 (très variable)	Les diplopodes sont saprophages, les chilopodes sont tous prédateurs-chasseurs	Les saprophages produisent des pelotes fécales avec des fragments d'1 mm ³	Transformateurs de litière
Cloportes	100	Saprophages	Des pelotes fécales avec des fragments d'1 mm ³	Transformateurs de litière
Araignées	Quelques-unes	Prédatrices d'autres arthropodes		macro prédateurs
Limaces et escargots	50	Ils se nourrissent de végétaux		Consommateurs primaire

3- les pesticides

3-1- Définition des Pesticides

Le terme "pesticides" est une appellation générique couvrant toutes les substances (molécules) ou produits (formulations) qui éliminent les organismes nuisibles, qu'ils soient utilisés dans le secteur agricole ou dans d'autres applications. La substance ou le microorganisme qui détruit ou empêche les organismes nuisibles de s'installer sur les végétaux, parties de végétaux ou produits végétaux est dénommée substance active (anciennement dénommée matière active), à laquelle sont associés dans la préparation un certain nombre de «formulant» (mouillants, solvants, anti-mousses, ...) qui la rendent utilisable par l'agriculteur. (ACTA., 2005).

3-2- L'étiquetage des pesticides

Chaque produit phytosanitaire possède une étiquette qui lui est spécifique. L'étiquette devrait apporter les informations nécessaires pour connaître les risques pour l'utilisateur et l'environnement et les précautions d'emploi. Le respect des mentions de l'étiquette permet de garantir la sécurité de l'utilisateur, du consommateur, la protection de l'environnement et l'efficacité du produit. (Anonyme, 2013).

Exemple

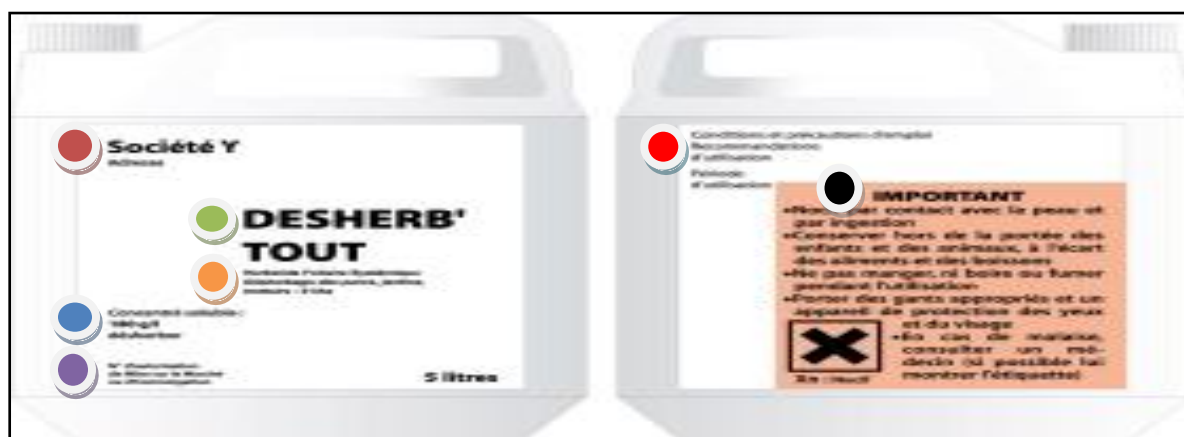









Figure (2) Informations portées sur l'étiquette. (FREDEC., 2004).

-  - le nom et l'adresse du fabricant du produit
-  - le nom commercial du produit
-  - la dose d'emploi autorisée
-  - le nom de la ou des matières actives et leur concentration
-  - le numéro d'homologation ou d'Autorisation de Mise sur le Marché (A.M.M.)
-  - les précautions et conditions d'emploi (protection de l'individu...)
-  - les symboles de classement toxicologique et indications de danger.

3-3- Classification des pesticides

3-3-1- Premier système de classification (domaine d'application)

Selon le domaine d'application, les principaux groupes de produits sont les suivants

✓ **Insecticides et acaricides**

Ces produits agissent en tuant les insectes et les acariens. On distingue deux groupes principaux:

✓ **Insecticides à action directe**

Ces insecticides agissent par contact direct avec l'insecte ou par voie digestive. (Berne, 2008).

✓ **Insecticides à action systémique**

Les insecticides systémiques sont absorbés par la plante puis transportés par le flux de sève. Ils agissent contre les insectes suceurs et dévoreurs. (Berne, 2008).

✓ **Fongicides (produits contre les champignons)**

Ils s'attaquent aux maladies des plants provoquées par les champignons mais aussi par les bactéries, virus ou mycoplasmes. Les fongicides sont principalement des carbamates, des phénylées, des sulfamides et des hétérocycles divers. (Moulouel, 2008).

✓ **Nématicides**

utiliser surtout dans le traitement des sols pour détruire les vers parasites. (Moulouel, 2008).

✓ **Rodenticides** (raticides et muricides) et les **taupicides**

ils sont destinés aux rongeurs. (Moulouel, 2008).

✓ **Corvicides et corvifuges**

Détruisent ou éloignent l'ensemble des oiseaux ravageurs des cultures. (Moulouel, 2008).

✓ **Herbicides (produits agissant contre les mauvaises herbes)**

Selon leur mode d'action, les herbicides sont classés comme suit

✓ **Herbicides de contact**

Ils brûlent les feuilles et les tiges des « mauvaises herbes » par contact direct.

Ils ne sont toutefois pas transportés à l'intérieur de la plante. Les racines ne sont donc pas touchées, si bien que les plantes ayant un système racinaire profond et les plantes pluriannuelles peuvent se régénérer rapidement. (Berne, 2008).

✓ **Herbicides résiduels ou radiculaires**

Ils sont appliqués sur le sol. Les jeunes plantules absorbent les matières actives par les racines, la destruction se fait donc par les racines via le sol. Les herbicides agissent de manière systémique et leur action est persistante, d'où leur nom d'herbicide résiduel ou racinaire. (Berne, 2008).

✓ Herbicides systémiques ou de translocation

Ils sont principalement absorbés par les feuilles puis transportés par le flux de sève. Une fois dans la plante, ils en influencent la croissance. Les plantes épuisent leurs réserves, ce qui finit par causer leur mort. Ces herbicides permettent de combattre les « mauvaises herbes » dont le système racinaire est très développé. (Berne, 2008).

3-3-2- Deuxième système de classification

Le deuxième système de classification tient compte de la nature chimique de la substance active qui compose majoritairement les produits phytosanitaires. Compte tenu de la variété des propriétés physico-chimiques des pesticides disponibles sur le marché, il existe un très grand nombre de familles chimiques. Les plus anciens et principaux groupes chimiques sont les organochlorés, les organophosphorés, les carbamates, les triazines et les urées substituées. Les structures chimiques caractéristiques de certaines de ces familles sont présentées au niveau de la figure (3). (El Mrabet, 2009).

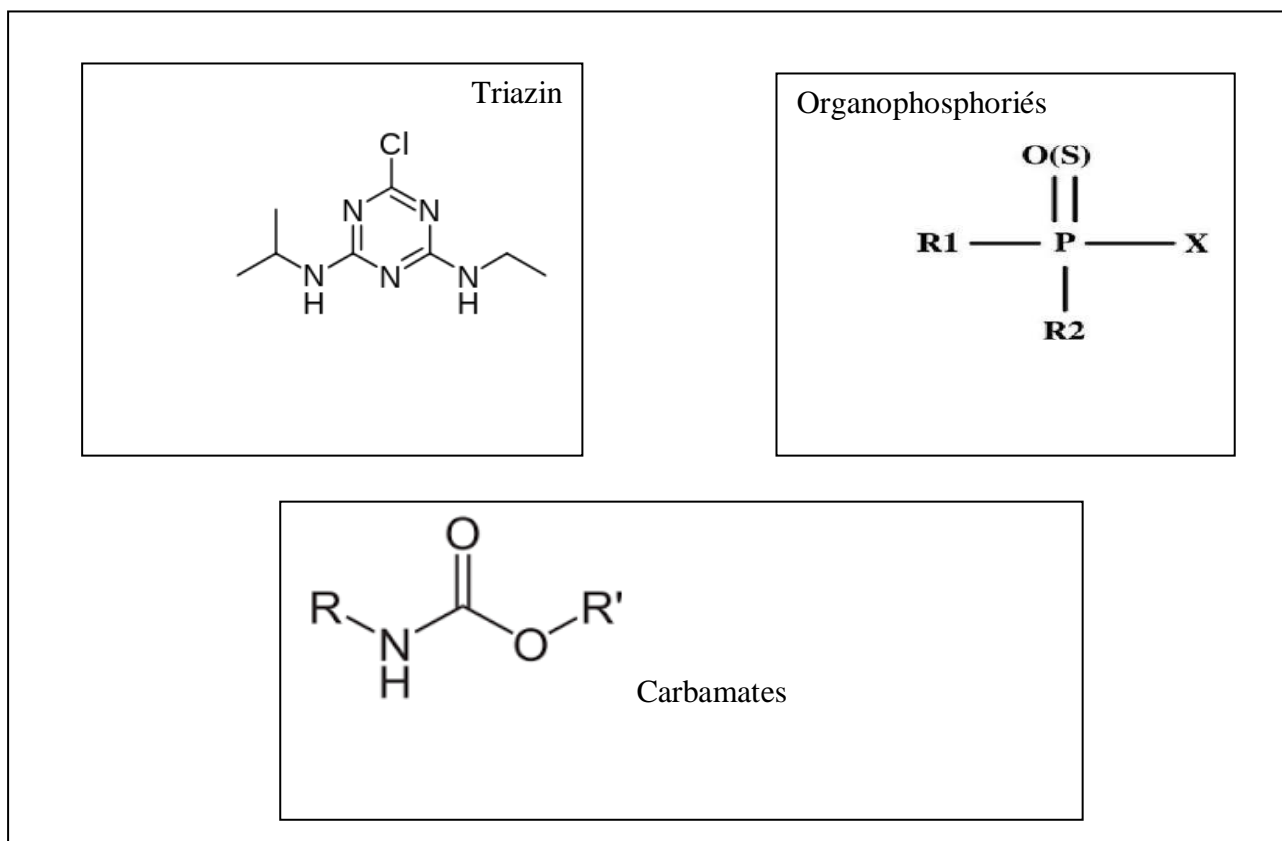


Figure (3) Structures chimiques des principales familles des pesticides (El Mrabet, 2009).

Ce deuxième système de classification ne permet pas de définir de matières systématiques un composé. Certains pesticides peuvent en effet être composés de plusieurs fonctionnalités chimiques. Ils peuvent alors être classés dans une ou plusieurs familles chimiques. (El Mrabet, 2009).

Tableau (3) Quelques familles chimiques des pesticides et leurs cibles principales. (Inserm., 2013).

Familles chimiques	Exemples des substances actives	Classement selon cible
Organ-ochlorés	DDT, Chlordane, Lindane, Dieldrine, Heptachlore	Insecticides
Organo-phosphorés	Malathion, Parathion, Chlorpyrifos, Diazinon	Insecticides
Pyréthrinoides	Perméthrine, Deltaméthrine	Insecticides
Carbamates	Aldicarbe, Carbaryl, Carbofuran, Méthomyl	Insecticides
	Asulame, Diallylate, Terbutocarbe, Triallate	Herbicides
	Benthiavalicarbe	Fongicides
Dithiocarbamates	Mancozébe, Manébe, Thirame, Zinébe	Fongicides
Phtalimides	Folpel, Captane, Captafol	Fongicides
Triazines	Atrazine, Simazine, Terbutylazine	Herbicides
Phénoxyherbicides	MCPA, 2,4-D	Herbicides
Chloroacétamides	Alachlore, Métolachlore	Herbicides
Pyridines-bipyridiliums	Paraquat, Diquat	Herbicides
Aminophosphonates glycine	Glyphosate	Herbicides

3-4- Formulation des pesticides

La plupart des pesticides sont des produits formulés prêts à l'emploi. Les formulations dépendent de facteurs tels que la cible, la persistance souhaitée, la facilité d'application, et même les efforts de réduction de la toxicité d'un produit. Voici quelques formulations :

- ✓ poussières sèches, ou appâts granulés secs, par exemple, boulettes anti-limaces, rongicides ;
- ✓ poudres mouillables diluées avec de l'eau, à utiliser avec un pulvérisateur ;
- ✓ émulsions de liquides prêts à être dilués ;
- ✓ concentré émulsifiable (CE) ;
- ✓ suspension concentrée (SC) ;
- ✓ formulations à très faible volume (ULV), pour la pulvérisation sous une forme concentrée en petites gouttelettes, en utilisant des équipements spécialisés ;
- ✓ pesticides fumigènes, qui sont brûlés dans un espace confiné (bandes et papiers à libération lente, utilisés dans les étables, les entrepôts pour denrées alimentaires et pour la lutte contre les mouches) ;
- ✓ aérosol. **(UITA., SD).**

La **formulation** d'un produit est constituée d'un ou plusieurs produits chimiques (produits de formulation). La formulation est constituée de :

- ✓ **Matières inertes**, autres produits chimiques n'ayant aucune action pesticide.

La matière inerte est ajoutée à la formulation pour rendre le produit plus pratique à l'utilisation. La matière inerte peut être du talc sous forme de poudre ou du distillat de pétrole sous forme de concentré émulsionnable. La formulation peut aussi contenir d'autres matières inertes comme des solvants, des agents mouillants, des extenseurs ou des émulsionnants. Bien que les matières inertes n'aient aucune action pesticide, elles peuvent être toxiques pour l'utilisateur. **(Anonyme, SD).**

- ✓ **Matière active (MA)**

La matière active (MA) est la partie la plus importante d'un produit, car c'est le produit chimique toxique qui tue / lutte contre le ravageur visé. Tous les autres produits chimiques dans la formulation sont là pour l'aider. Il est très important d'identifier la (ou les) matière(s) active(s), afin d'être en mesure de remonter la filière et d'en savoir plus sur le pesticide. **(UITA., SD).**

La MA du pesticide est connue sous un nom chimique. Il est important d'apprendre à reconnaître le(s) nom(s) chimique(s) sur l'étiquette. Ne pas confondre le nom chimique du

produit de marque et la marque commerciale qui figure sur l'étiquette. Les marques ou noms commerciaux peuvent être difficiles à retrouver, car il y en a des centaines, voire des milliers. Pour compliquer encore les choses, les entreprises changent souvent les noms des produits pour des raisons commerciales. **(UITA., SD).**

3-5- Législation et homologation

L'homologation des produits phytosanitaires a pour objet d'écarter du marché les produits dont l'utilisation serait dangereuse. Encore très peu de pays importateurs du tiers monde ont édifié une législation pour homologuer et contrôler les produits agropharmaceutiques, bien que quelques-uns aient mis en place des dispositifs incomplets, la FAO et l'OMS ont donc entrepris d'aider ces pays à élaborer des procédures d'évaluation et homologation de ces produits, ce qui a débouché sur la rédaction et la diffusion d'un « Code international de conduite pour la distribution et l'utilisation des pesticides » par la FAO en 1986. **(Appert et Deuse, 1988).**

3-6- Toxicité des pesticides pour la santé

3-6-1- Effets sur la santé

Les pesticides sont des biocides destinés à tuer des ravageurs et lorsque les mécanismes d'action mis en œuvre peuvent se retrouver chez les organismes non-cibles (action sur le système nerveux, sur la respiration, sur les voies métaboliques, etc....), il peut apparaître des effets toxiques chez les mammifères dont l'homme, auxquels peuvent s'ajouter des effets secondaires non révélés chez les espèces cibles. **(APRIFEL., 2004).**

Les individus concernés sont en premier lieu les opérateurs (manufacturiers, agriculteurs), puis les consommateurs exposés via l'eau de boisson et les aliments et l'ensemble des citoyens au travers de la contamination environnementale. **(APRIFEL., 2004).**

3-6-2- Intoxication aiguë

L'intoxication aiguë se manifeste à la suite d'une exposition unique ou de courte durée. Les symptômes apparaissent normalement dans un délai de quelques minutes à plusieurs heures après l'exposition. Le délai d'apparition varie en fonction de la toxicité du produit, de la dose reçue, de la voie d'absorption (orale, cutanée ou respiratoire) et de la personne. En général, les insecticides présentent une plus forte toxicité aiguë pour l'être humain que les herbicides ou les fongicides. Les signes ou symptômes le plus souvent rapportés lors d'une intoxication

aiguë aux pesticides sont des maux de tête, des nausées, des vomissements, des étourdissements, une fatigue anormale, une perte d'appétit et des irritations cutanées, oculaires ou respiratoires. Les intoxications aiguës résultent souvent d'une exposition accidentelle à la suite du non-respect des recommandations en matière d'utilisation ou d'entreposage des pesticides. **(GIROUX., 2004).**

3-6-3- Intoxication chronique

Elle est mesurée par l'effet du pesticide après plusieurs contacts restreints et répétés. Elle ne produit de symptômes qu'après une longue période. Même si un pesticide ne rend pas l'homme malade au bout de plusieurs années, il peut provoquer des cancers et des défauts congénitaux chez les nouveaux nés. Elle est exprimée en Dose Journalière Acceptable (DJA). La DJA est la quantité de produit qui peut être consommée chaque jour et durant une vie entière sans que cela n'affecte la santé. A partir de ces données on fixe la LMR (Limite Maximale de Résidus) qui exprime le taux de résidus maximum qui ne doit pas être dépassé dans une denrée alimentaire. **(Adigoun, 2002).**

Au Bénin, la pollution d'origine agricole est surtout causée par l'utilisation tout azimut des produits phytosanitaires. **(Adigoun, 2002).**

3-7- Ecotoxicité des pesticides

3-7- 1- Dispersion et effet des pesticides sur l'environnement

Les substances actives phytosanitaires sont appliquées le plus souvent sous la forme de liquides pulvérisés sur les plantes et/ou sur le sol. Dans certains cas, elles sont incorporées au sol, déposées sous forme de granulés, ou encore par le biais des graines qui en sont enrobées. Dès qu'ils ont atteint le sol ou la plante, les pesticides peuvent être absorbés par les plantes ou des organismes du sol, les substances actives peuvent se volatiliser, ruisseler ou être lessivées, voire même rester dans le sol. Ce qui fait que l'ensemble des compartiments environnementaux peuvent être potentiellement touché et impacté par les pesticides, en plus des cibles contre lesquelles ils sont théoriquement dirigés. Les effets toxiques indésirables pour les espèces non cibles des trois compartiments environnementaux sont liés et il est illusoire de vouloir les distinguer. En effet une même substance active pourra avoir des répercussions sur l'ensemble des espèces constitutives des différents compartiments de l'environnement. **(APRIFEL., 2004).**

3-7-1-1- Contamination de l'air

La présence de pesticides est observée dans toutes les phases atmosphériques en concentrations variables dans le temps (avec parfois un caractère saisonnier, en lien avec les périodes d'application) et dans l'espace (selon la proximité des sources). Les pesticides peuvent contaminer l'air intérieur non seulement suite à leur application ou leur stockage dans les logements mais également du fait du transport des produits utilisés à l'extérieur (agriculture, jardins, parcs) par l'intermédiaire des chaussures, des vêtements, des animaux domestiques ou par l'air. Il existe très peu de programmes de recherche dans le domaine de la qualité de l'air intérieur. **(Bouvier et al., 2006).**

3-7-1-2- Contamination des eaux superficielles et souterraines

Les eaux continentales sont les milieux pour lesquels les données sont les plus nombreuses. Ces données mettent en évidence une contamination quasi-généralisée des eaux de surface et des eaux souterraines par les pesticides, et la prépondérance des herbicides parmi les molécules les plus fréquemment détectées. **(Aboubertot et al., 2011).**

3-7-1-3- Contamination du sol

Plus de 500000 tonnes de matière active de pesticides sont pulvérisées annuellement dans les pays du tiers Monde. **(Taylor et Spencer, 1990).**

Dans le sol, les pesticides sont en majorité adsorbés rapidement et sans distinction par les complexes humiques et peuvent alors remonter dans les cellules végétales. La présence de pesticide influence directement la microfaune du sol et peut affecter le cycle des éléments et les processus de décomposition de la matière organique. Les méfaits au niveau de l'entomofaune du sol sont aussi préoccupants. Par exemple une population de lombric (vers de terre) soumis à deux traitements annuels d'un insecticide accuse une décroissance progressive sans manifester la moindre tendance à la restauration. L'impact des pesticides peut créer des dommages plus ou moins importants sur la fertilité du sol compte tenu de la fonction écologique très importante des lombrics au niveau de la minéralisation de l'azote. **(Lebrun, 1985).**

Les résidus de pesticides peuvent détruire les organismes vivant dans le sol, altérer leur activité, leur comportement, leur multiplication et leur métabolisme. Ceci nuit à l'écosystème et le modifie durablement. La fertilité du sol en souffre jusqu'à ce qu'il en résulte un sol parfaitement stérile. **(Lebrun, 1980).**

La fertilité peut diminuer de plusieurs façons par:

- action directe des pesticides suite à la destruction de population d'organismes du sol ;
- action indirecte (destruction des proies d'un insecte prédateur vivant dans le sol) ;
- modification de l'équilibre dynamique entre les réserves organiques et minérales d'éléments nutritifs ;
- accumulation de substances phytotoxiques (cuivre par exemple).

Il apparaît donc que les pesticides peuvent compromettre le processus de décomposition organique et le cycle des éléments minéraux.

La contamination du sol agit directement sur l'homme d'une part par la baisse de rendement et de revenus due à l'élévation substantielle de coûts d'engrais, d'autre part par l'accumulation de résidus dans les plantes, les fruits, la chaîne alimentaire et enfin par la contamination des eaux souterraines (**Forget, 1991**).

Très peu d'études sont réalisées au Bénin sur la contamination des sols par les pesticides. Une étude effectuée par **Assongba (1997)** à Banikoara, un des plus grands secteurs de production de coton, a indiqué la présence des composés à base d'organochloré dans les échantillons de sédiment et de sol.

Raven et al. (2009), suggèrent plusieurs alternatives pour limiter ou au moins minimiser l'utilisation des pesticides dans les agro-écosystèmes. Parmi les solutions alternatives suggérées pour réduire les effets des produits phytosanitaires sur les écosystèmes :

3-8- Méthodes culturales pour le contrôle des ravageurs

- ✓ Lutte biologique ;
- ✓ Phéromones ;
- ✓ Lutte autocides ;
- ✓ Contrôle génétique.

II- Enoncé général de l'étude

1- Présentation de la région de Bir-Rogaa

1-1-Situation de la région d'étude

L'expérimentation a été effectuée au niveau de l'Institut Technique des cultures Maraichères et Industrielles (**ITCMI**), la station régionale d'**Oum El bouaghi**. Cette dernière est située à Bir Rogaa, 16 Km à l'Est du chef lieu de la wilaya dont l'altitude varie de 950-1000 m (figure N°4).

Le rôle de l'institut se résume dans les activités suivantes :

- Contribution aux programmes de développement des cultures maraichères et industrielles ;
- Production du matériel végétale de base ;
- Vulgarisation des techniques ;
- Appui technique aux structures et aux producteurs.



Figure (4) Image satellitaire du site d'étude (station expérimental à Bir-Rogaa). (Image prise par satellite, Google earth, 2015) ST : site traité SNT : site non traité

1-2- Climat

Le climat joue un rôle fondamental dans la distribution et la vie des êtres vivants (**Faurrie et al,1998**). D'après **Dajoz (1975)**, les facteurs climatiques ont des actions multiples sur la physiologie et sur le comportement des animaux, notamment sur les insectes. En effet, parmi les facteurs météorologiques les plus importants qui interviennent dans la région d'étude, il faut citer la température et les précipitations.

Pour notre étude le climat est un facteur qui intervient dans la variabilité de l'abondance de la faune du sol soit de la surface ou celles qui passe une partie du cycle ou tout le cycle de vie dans le sol. Raison pour la quelle nous avons choisis d'étudier le climat (températures et précipitations) de la dernière décennie (2003 - 2014) pour avoir une idée générale sur le climat de la région et puis l'étude du climat de la campagne d'étude 2014 2015 (de octobre à avril).

1-2-1- Température

La température est l'élément le plus important du climat étant donné que tous les processus métaboliques en dépendant.

Dreux (1980), considère que la température est un facteur écologique capital car elle agit sur la répartition géographique des espèces animales. Les températures mensuelles, maximales et minimales de la région de Bir-Rogaa pour les 11 années d'études sont mentionnées dans le tableau N°4.

La dernière décennie a été caractérisée par des amplitudes thermiques extrêmes très importantes, les moyennes mensuelles les plus basses sont enregistrées pour les mois de décembre à mars avec les plus faibles au mois de février avec 4.95C°, alors que les moyennes les plus élevées sont enregistrées pour les mois de la saison estivale (juin, juillet, aout) (23.06 C°, 28.77 C° et 30.72 C° respectivement).

Tableau (4) : Données thermiques mensuelles moyennes de 11 ans(en C°) (2003-2014).

2003/ 2014	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	sep	Oct	Nov	Déc
T° max	10.3	8.78	11.94	17.8	20.84	30.59	36.03	36.86	31.72	30.43	16.95	10.56
T° min	2.05	1.11	3.65	5.75	8.29	15.53	21.52	24.59	19.92	15.67	8.29	2.58
T° moy	6.19	4.95	7.79	11.77	14.57	23.06	28.77	30.72	25.82	23.05	12.62	6.57

(ITCMI station OUM EL BOUAGHI, 2014)

TM : Température maximale

Tm : Température minimale

T moy : Température moyenne ; $T \text{ moy} = (TM+Tm)/2$

1-2-2- Précipitations

Les précipitations constituent un facteur écologique d'importance fondamentale. Le volume annuel des précipitations conditionne en grande partie les biomes continentaux (**Ramade, 1984**).

Les précipitations mensuelles moyennes de 11 ans sont présentées dans le tableau N°5

Tableau (5) précipitations mensuelles moyennes de 11 ans (en mm) (**2003-2014**).

2003- 2014	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
Pluies mm	22.51	26.83	55.48	27.35	42.2	26.7	11.5	24.45	26.75	28.27	35.03	41.83

(ITCMI station OUM EL BOUAGHI, 2014)

Nous constatons que le cumul mensuel le plus élevée est enregistré au mois de mars suivi par mai et décembre (55.48, 42.2 et 41.83mm), alors que le mois de juillet est le plus sec où les pluies ne dépassent pas une hauteur de 11.5 mm. La moyenne du cumul pluviométrique annuel est de **368.9** mm.

1-3- Synthèse climatique de la région de Bir-Rogaa

Ramade (2003) montre que les facteurs écologiques n'agissent jamais de façon isolée mais simultanément. Les températures, les précipitations représentent les facteurs les plus importants du climat (**Faurie et al., 1998**). En effet, la synthèse des données climatiques est représentée par le diagramme ombrothermique de Gaussen et par le climagramme d'Emberger.

1-3-1- Diagramme ombrothermique de Bagnole Gaussen

Gaussen (1956), considère le climat d'un mois comme sec si les précipitations exprimées en millimètre y sont inférieures au double de la température moyenne en °C. Il préconise l'usage très parlant d'un diagramme ombrothermique tracé pour un lieu obtenu en portant en abscisse les mois de l'année, et en ordonnée à droite les précipitations et à gauche les températures, ce dernier avec une échelle double des premiers.

L'analyse du diagramme (Figure N°5) indique que la période sèche de l'année dure environ 05 mois ; du mois de juin au mois d'octobre durant laquelle les précipitations sont faibles et les températures sont élevées.

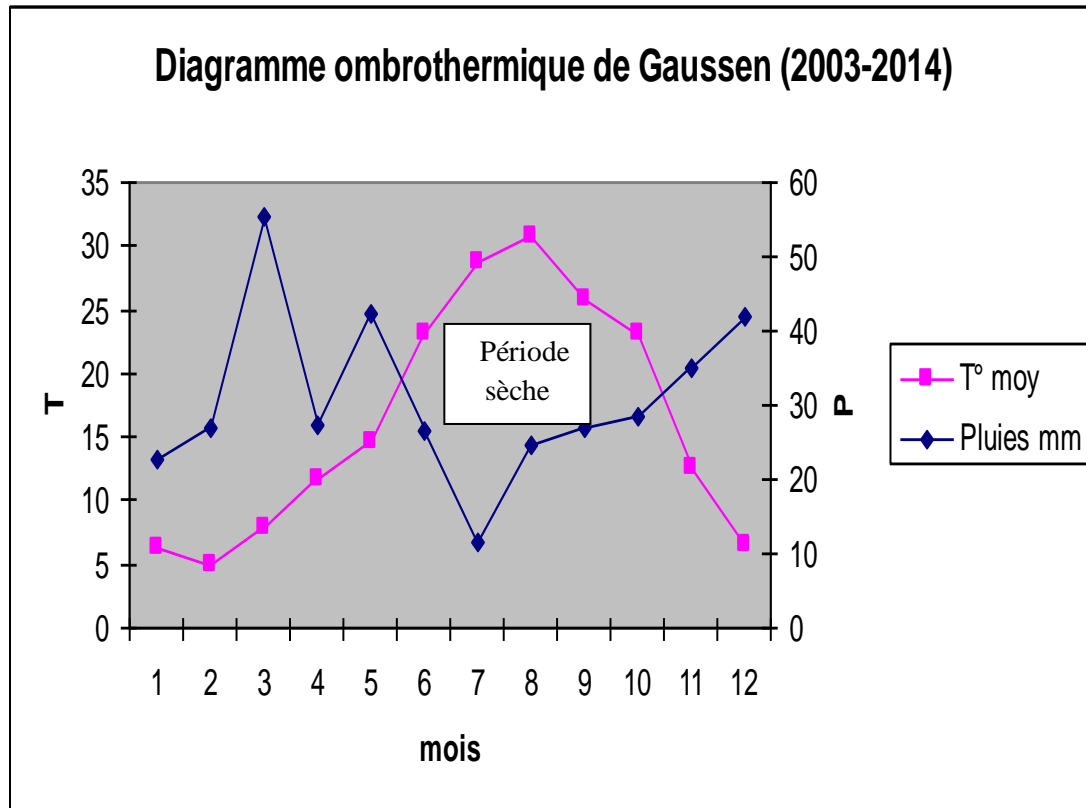


Figure (5) Diagramme Ombrothermique de Gausse (2003-2014).

Les précipitations mensuelles ainsi que les températures moyennes de la campagne d'étude (2014-2015) sont présentées dans le tableau N°6.

Les températures moyennes de la région d'étude durant la période de notre expérimentation qui s'est déroulée du mois d'octobre 2014 à Avril 2015 sont relativement tempérées (tableau 4). Les valeurs des températures moyennes les plus basses sont enregistrées durant les trois mois de l'hiver (décembre, janvier et février avec 5.9°C , 4.24°C et 8.45°C respectivement), alors que nous avons enregistré une température de 27.66°C pour le mois de septembre. La comparaison des valeurs de température de l'année d'étude avec la moyenne de 11 années, révèle que cette année est un peu plus chaude où nous avons enregistré des valeurs de températures moyennes plus élevées que la moyenne des 11 années (septembre, novembre, février, mars, et avril).

Pour les précipitations, les mois les plus pluvieux sont décembre et février où nous avons enregistré les valeurs de 59.5mm et 62mm respectivement, tandis que les deux mois : avril et septembre sont les plus sec avec 1mm et 8mm respectivement.

Tableau (6) Précipitations et températures moyennes de la période d'étude (2014-2015)

2014-2015	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fev	Mar	Avr
Pluies (mm)	8	33	13.5	59.5	40	62	57.5	1
T° moyenne	27.665	21.865	15.35	5.9	4.24	8.45	10.11	17.605

(ITCMI station d'OUM EL BOUAGHI, 2014-2015)

1-3-2 – Climagramme d'Emberger appliqué au niveau de la région d'étude

Le Climagramme d'Emberger permet de situer la région d'étude dans l'étage bioclimatique qui lui correspond (Dajoz, 1971). Le quotient pluviométrique d'Emberger est déterminé selon la formule suivante (Stewart, 1969) :

$$Q = 3.43 \times p / (M - m)$$

Q : Quotient pluviométrique d'Emberger ;

P : est la somme des précipitations annuelles exprimées en mm = 368.9 ;

T max : est la moyenne des températures maximal du mois le plus chaud (°C) = 36,86;

T min : est la moyenne des températures minimal du mois le plus froid (°C) = 1.11

Le quotient Q de la région d'étude est égal à 35.36 calculé à partir des données climatiques obtenues durant une période étalant sur 11 ans de 2003 jusqu'à 2014. En rapportant cette valeur sur le climagramme d'Emberger il est à constater que la région de Bir-Rogaa se situe dans l'étage bioclimatique semi aride (Figure N°6).

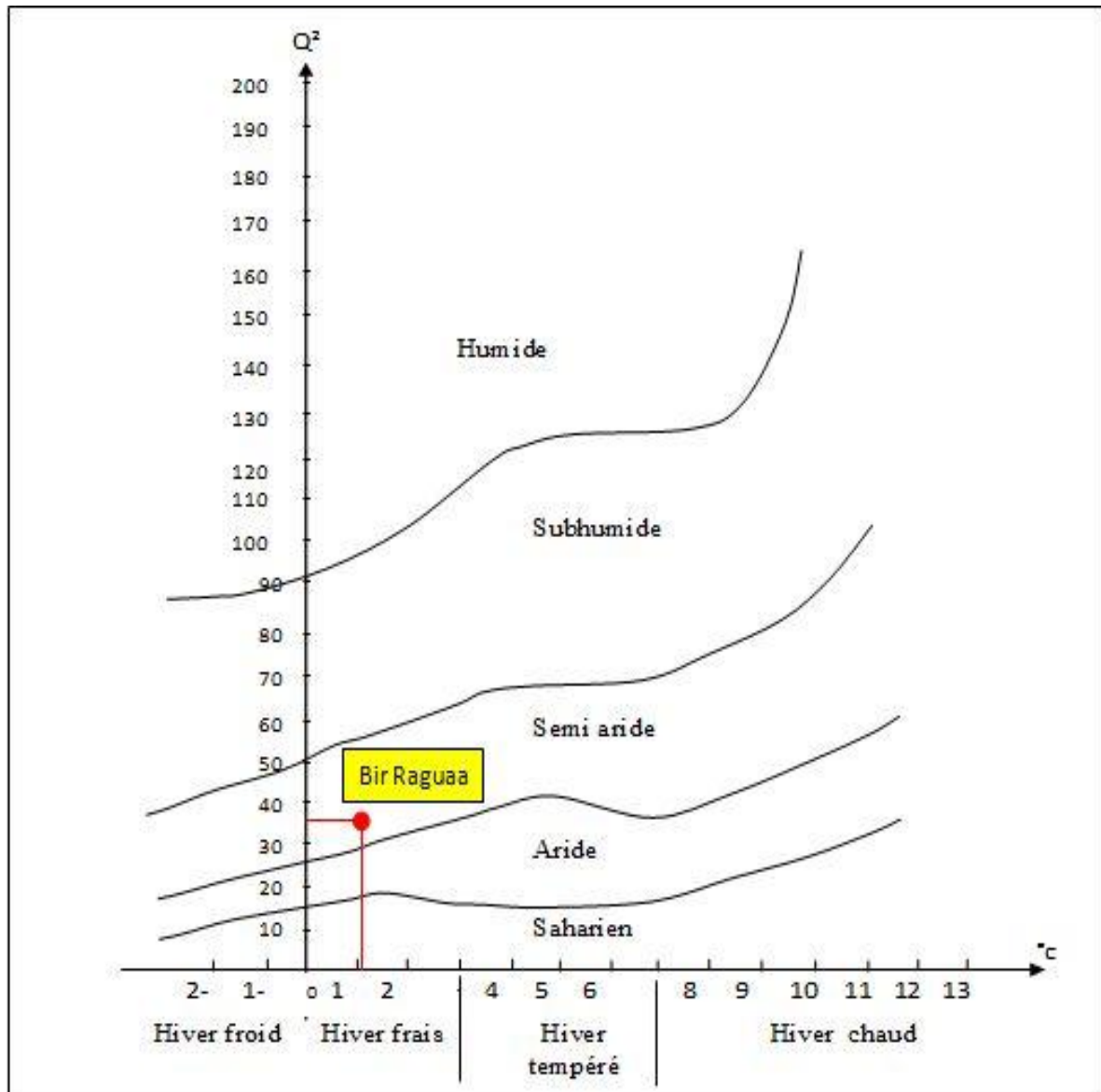


Figure (6) Climagramme d'Emberger.

2- Échantillonnage de la faune du sol

Les méthodes d'échantillonnage des insectes sont nombreuses et le choix d'une, ou de certaines d'entre elles, est déterminé par les exigences du terrain et par le type d'insectes recherchés. Pour notre étude nous avons choisi de travailler avec les deux méthodes utilisées dans la littérature scientifique : la méthode des pots Barber pour les insectes de surface et l'appareil de Berlese pour les espèces qui vivent en profondeur.

2-1- Méthode des pots Barber

Le type le plus couramment utilisé est le piège trappe ou de Barber, d'utilisation simple, il sert à l'échantillonnage des biocénoses d'invertébrés qui se déplacent à la surface du sol, en particulier les Carabidae (**Benkhelil, 1991**).

C'est le type de piège le plus couramment utilisé pour recueillir des invertébrés, notamment les arthropodes (**Benkhelil et Doumandji, 1992**).

Ce type de piège est un outil pour l'étude des arthropodes de moyenne et de grande taille. De ce fait, il permet surtout la capture de divers arthropodes marcheurs, les coléoptères, les larves de collemboles, les araignées, les diplopodes ainsi qu'un grand nombre d'insectes volants qui viennent se poser à la surface ou qui y tombent emportés par le vent (**Benkhelil, 1991**). Il consiste simplement en un récipient de toute nature ; un gobelet, ou mieux encore des boîtes de conserve ou différents types de bouchons et de bouteilles en plastique coupée (**Benkhelil, 1991**).

Dans notre cas, les pots piège utilisés (au nombre de 28) sont des bouteilles en plastique coupée, de 07 à 09 cm de diamètre et de 11 à 12 cm de hauteur. Ces pots sont enterrés verticalement de façon à ce que l'ouverture se trouve au niveau du sol ou bien à ras du sol. La terre est tassée autour des pots, afin d'éviter l'effet barrière pour les petites espèces (**Benkhelil, 1991**). Les pots Barber sont remplis d'eau, vinaigre, et sel de cuisine iodé au tiers de leur hauteur (**Souttou et al., 2006**). Puis ils sont couverts avec un abri en plastique pour éviter autre chose de tomber sur les pièges.

L'un des avantages de la méthode du piégeage grâce aux pots réside en sa facilité de mise en œuvre. Elle nécessite tout au plus des pots, de l'eau, un détergent et quelquefois de l'alcool ou du vinaigre. C'est la méthode la plus adaptée pour la capture des espèces géophiles (**Baziz, 2002**).

Pour notre étude nous avons choisis de travailler sur deux parcelles cultivées en céréaliculture : blé (parcelle N° 5 et N° 9 figure 7) la parcelle N° 5 est considéré comme site traité et la parcelle N°9 est le site non traité cette dernière n a jamais reçue un traitement phytosanitaire et elle a comme historique que de la céréaliculture, alors que la parcelle N°5 elle avait comme précédant cultural l'année précédente la culture de l'ail et elle était traitée par des fongicides (Milor, Mancozebe, Ridomil).



Figure (7) Plan de localisation des deux parcelles d'étude dans la station expérimentale de l'ITCMI. ST : site traité, SNT : site non traité.

Dans chaque site nous avons installé 14 pièges séparés par des intervalles d'environ 10 m pour représenter le maximum de chaque parcelle (figure 8)

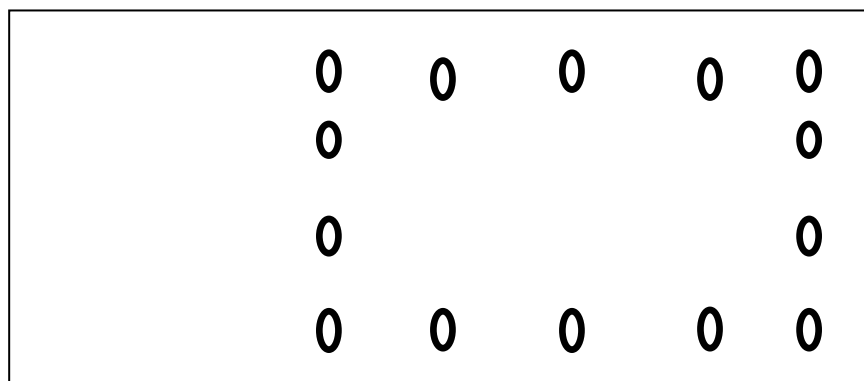


Figure (8) Dispositif d'installation des pièges de Barber pour les deux périodes d'automne et de printemps dans les deux parcelles d'étude.

Les prélèvements des invertébrés sont effectués au rythme d'une fois par semaine pendant un mois en octobre 2014 et en avril 2015 dans les deux sites. Les figures N°9, **Figure N°10** illustrent la méthode d'installation des pièges et de prélèvement des invertébrés.



Figure (9) Préparation des trous pour l'installation des pièges.



Figure (10) Pots Barber installé.



Figure (11) Prélèvement des insectes piégés.

Les espèces recueillies à chaque fois sont placées dans des boîtes contenant de l'éthanol en vue de leur détermination.

L'identification a été faite sous une loupe binoculaire pour les petits insectes et à l'œil nu pour les grands.



Figure (12) Identification des insectes à l'aide d'une loupe binoculaire.

2-2- Utilisation de l'appareil de Berlèse

Le sol est un milieu de vie qui abrite des êtres vivants visibles à l'œil nu : c'est la macrofaune (ex : fourmis, ver de terre...) comme il abrite des organismes invisibles, plus petits qu'un millimètre : c'est la microfaune (ex : acariens...) c'est cette dernière classe de la pédofaune qui est concernée par l'appareil de Berlèse (**Figure N°13**)

Nous avons confectionné un montage pour imiter l'appareil de Berlèse (figure N° 14) afin de récupérer les invertébrés cachés. Pour les deux périodes automne 2014 et printemps 2015 nous avons réalisé des prélèvements dans les deux sites avec trois répétitions pour chaque site.

Dans chaque site et pour les deux saisons une fosse d'une profondeur de 30cm est creusée dans le but de chercher les macrofaunes et puis une fraction de sol est prélevée. Elle est disposée sur la grille de l'appareil de Berlèse. Une lampe éclaire le dispositif. La luminosité et la source de chaleur provoquent la fuite des animaux dans la partie inférieure et leur chute à lieu dans le récipient se trouvant au dessous remplis en éthanol.

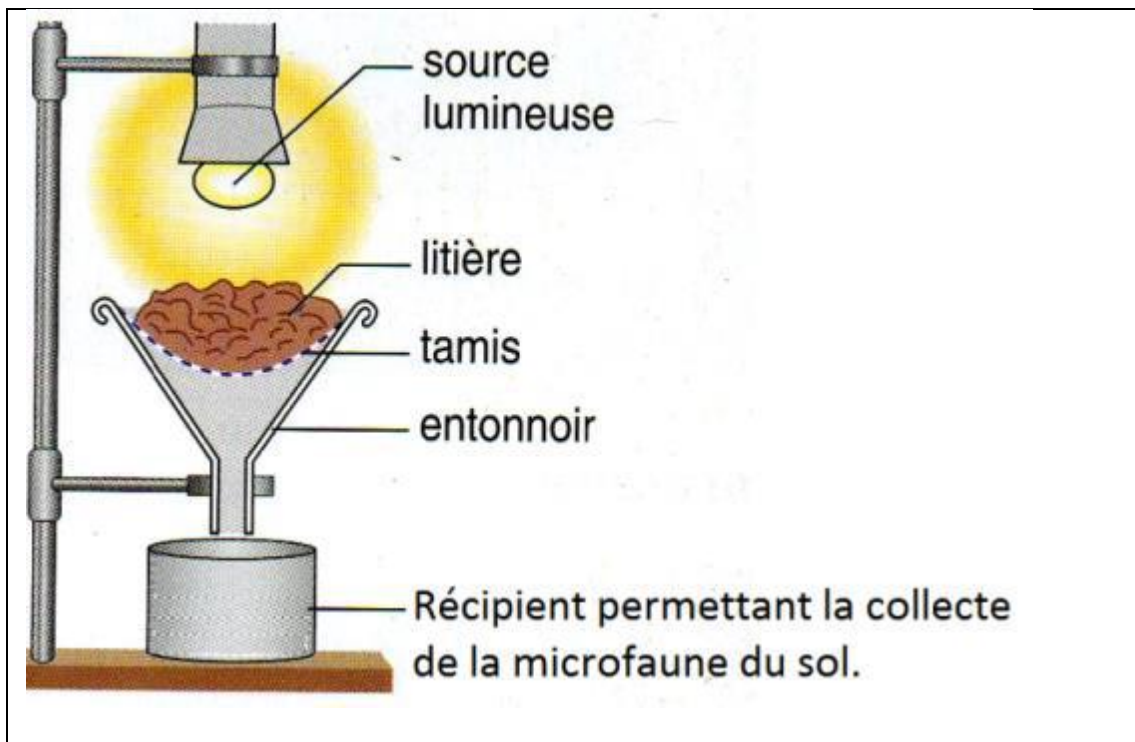


Figure (13) L'appareil de Berlèse.



Figure (14) Montage de Berlèse au laboratoire.

3- Caractérisation du sol

En parallèle du prélèvement des insectes, et dans chaque parcelle nous avons prélevé quatre échantillons de sol en automne et trois échantillons au printemps à une quantité d'environ 1 Kg pour effectuer l'analyse physicochimique du sol.

Après prélèvement les échantillons de sol sont séchés à l'air libre puis tamisés dans un tamis de 2mm de diamètre pour déterminer les caractéristiques de sol. Pour notre étude l'objectif était de mettre en relation l'utilisation des pesticides et l'abondance de la pédofaune pour cette raison nous avons choisi d'étudier les paramètres suivants : pH, Conductivité électrique (CE), Chlorure (Cl^-), Sulfates (SO_4^{2-}), Calcium (Ca^{2+}), Magnésium (Mg), Matière organique (MO), Phosphore assimilable (P_2O_5), Azote (N) les métaux lourds, les résidus des pesticides et la granulométrie, mais malheureusement au niveau du laboratoire de la faculté nous n'avons pas pu analyser que les paramètres suivants : pH, CE, Cl^- , SO_4^{2-} , Ca^{2+} et la matière organique à cause du manque des réactifs chimiques.

Le pH est mesuré à l'aide d'un pH-mètre dans une solution du sol préparée selon le rapport sol/eau : (10g de sol et 25 ml d'eau distillée) agitée pendant une minute et laissée reposer deux heures. **(Mathieu et Pielain, 2003).**

La conductivité électrique (CE) est mesurée à l'aide d'un Conductimètre dans une solution du sol préparée selon le rapport sol/eau : (20g du sol et 100ml d'eau distillée) avec une agitation de deux heures. **(Mathieu et Pielain, 2003).**

Les Chlorures (Cl^-), Sulfates (SO_4) et Calcium (Ca) ont été analysés sur la base de la solution du sol préparée selon le rapport sol/eau : (20g du sol et 100ml d'eau distillée), les Chlorures sont dosés par méthode volumétrique **(Mathieu et Pielain, 2003)**, les Sulfates par la méthode colorimétrique, et le Calcium est déterminé avec méthode volumétrique avec dosage par EDTA en présence du murexide. La matière organique avec la méthode **Walkely –Black** à froid.

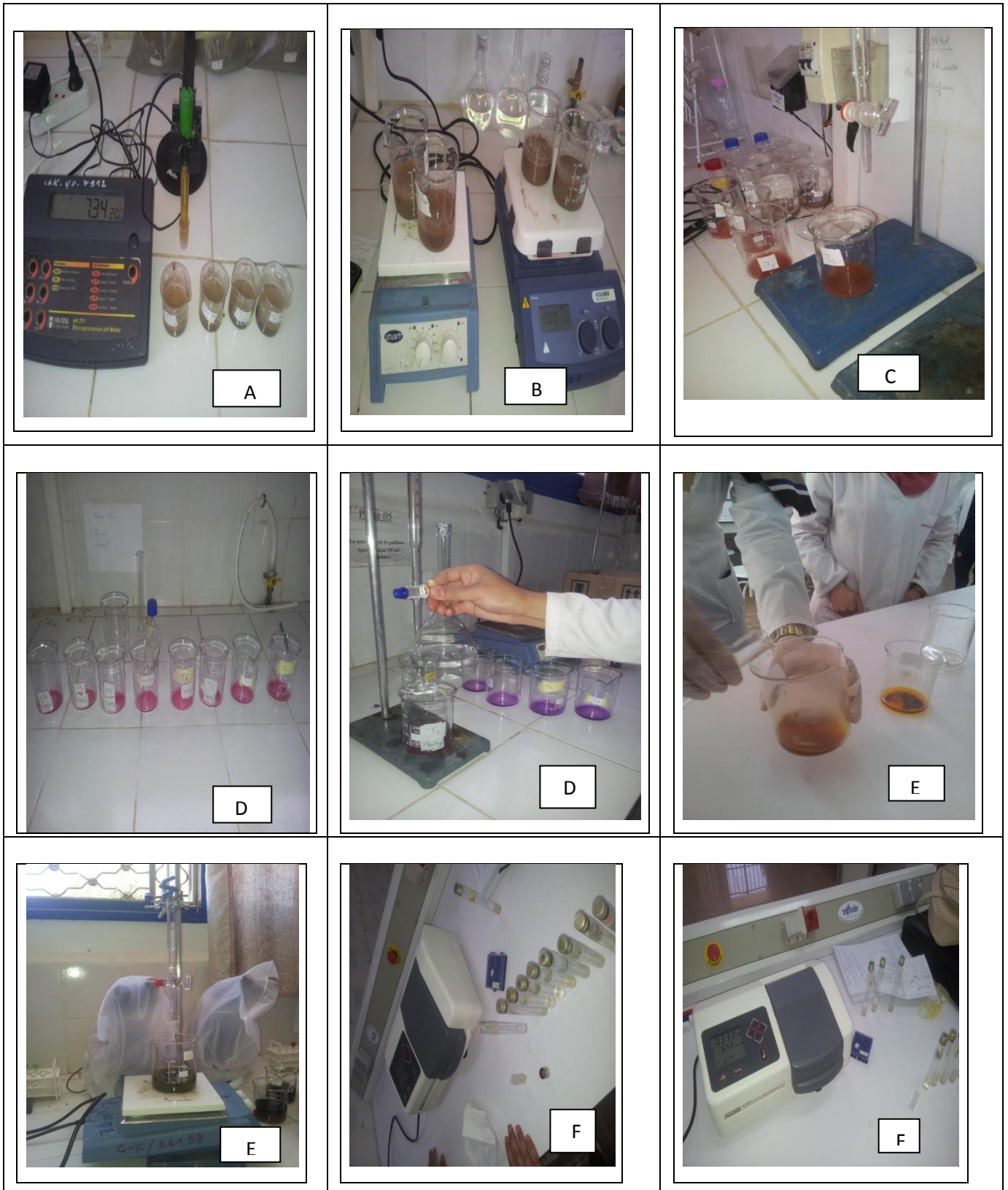


Figure (15) Illustration de quelques étapes des analyses physicochimiques de sol: **A)** solution de mesure de pH. **B)** Solution de mesure de CE. **C)** Dosage des chlorures. **D)** Dosage de calcium. **E)** Dosage de la MO. **F)** Lecture de l'absorbance des sulfates par spectrophotomètre.

III-Résultats et discussion

Les deux sites d'étude font partie des parcelles expérimentales de l'ITCMI. D'Oum El Bouaghi. La texture de sol est limono-argileuse (Kadi et al., 2014).

1- Les variables pédologiques

Quelques caractéristiques chimiques des sols étudiés ont été déterminées à l'aide des méthodes déjà mentionnées, à cause du manque de matériels et réactifs au niveau des laboratoires de la faculté des sciences de la nature et de la vie, nous avons déterminé les paramètres suivants : pH, CE, Cl, SO₄²⁻, Ca²⁺ et MO seulement.

Nous avons prélevé quatre échantillons de chaque site en automne et trois échantillons de chaque site au printemps. Mais malheureusement à cause d'un accident nous avons perdu les quatre échantillons de sol prélevés du site non traité durant l'automne. Les échantillons de sol prélevés pour les deux sites et les deux saisons

Les résultats relatifs au pH, CE, SO₄²⁻, Ca²⁺, Cl et la matière organique, sont représentés dans le tableau 7.

Tableau (7) Valeurs obtenues pour l'ensemble des paramètres pédologiques mesurés.

Paramètres	Sites	R1	R1	R2	R2	R3	R3	R4	R4
		Aut	Print	Aut	Print	Aut	Print	Aut	Print
pH	Traité	8,28	8,13	8,05	8,3	8,35	7,35	8,24	/
	N traité	/	7,85	/	7,07	/	8,13	/	/
CE (µs/cm)	Traité	296	299	636	318	346	356	506	/
	N traité	/	610	/	292	/	273	/	/
SO4 (mg/L)	Traité	189,23	56,41	171,3	101,02	160,77	187,7	84,9	/
	N traité	/	210	/	15,4	/	26,41	/	/
Ca (meq/100g)	Traité	1,4	1,02	1,2	1,6	1,4	1,1	1,02	/
	N traité	/	0,9	/	1,4	/	1,2	/	/
Cl (meq/L)	Traité	6	2,2	4,8	2,2	5,2	2,6	6	/
	N traité	/	2,2	/	2	/	2,4	/	/
MO (%)	Traité	/	1,73	/	1,26	/	1,08	/	/
	N traité	/	0,76	/	0,1	/	1,62	/	/

Aut : automne, Print : printemps, R : répétition.

Le pH du sol est un paramètre très important pour la caractérisation des sols, il a une influence sur les trois composantes importantes de sa fertilité; la biodisponibilité des nutriments et éléments toxiques, l'activité biologique et la stabilité structurale.

Le pH dans l'eau des sols étudiés varie entre 7,35 et 8,28 pour le site traité et entre 7,07 et 8,13 pour le site non traité ce qui indique que le sol de la station expérimentale de l'ITCMI a un caractère légèrement alcalin à alcalin.

La conductivité électrique (CE) d'une solution du sol est un indice des teneurs en sels soluble, elle exprime approximativement la concentration des solutés ionisables présents dans l'échantillon. (Attalah, 2011).

Les résultats de notre étude montrent que la conductivité électrique (CE) est faible et elle varie entre 296 et 636 μ s/cm pour le site traité et entre 273 et 610 μ s/cm pour le site non traité (tableau 7) ce qui signifie que les sols des deux parcelles de la station de Bir-Rogaa n'ont pas un caractère salin.

Pour le **Calcium (Ca²⁺)** les valeurs varient entre 1,02 meq/100g et 1,60 meq/100g pour le site traité et 0,9 meq/100g et 1,4 meq/100g pour le site non traité.

Pour les **chlorures (Cl)**, les valeurs enregistrées à l'automne étaient plus élevées que celles enregistrées au printemps pour le site traité où les valeurs varient entre 2,2 meq/l et 6 meq/l. alors que la plage de variation pour le site non traité est entre 2 meq/l et 2,4 meq/l.

Une variation remarquable a été enregistrée pour les **sulfates (SO₄)** entre les deux saisons, où les valeurs de printemps sont plus faibles que les valeurs enregistrées à l'automne pour le site traité et les valeurs varient entre 56,41mg/l et 189,23 mg/l pour les deux saisons (la valeur la plus faible est enregistrée au printemps et la plus élevée en automne).

Les sols des régions semi arides se caractérisent par des teneurs faibles **en matière organique (MO)**, pour nos résultats, l'analyse du carbone organique montre que les sols étudiés ont des teneurs faibles en MO et les valeurs les plus faibles sont remarquées au niveau du site non traité où les teneurs varient entre 0,1% et 1,62%, alors que pour le site traité, les teneurs en MO varient entre 1,08% et 1,73%.

La figure 16 résume l'évolution des paramètres pédologiques mesurés dans l'espace et dans le temps.

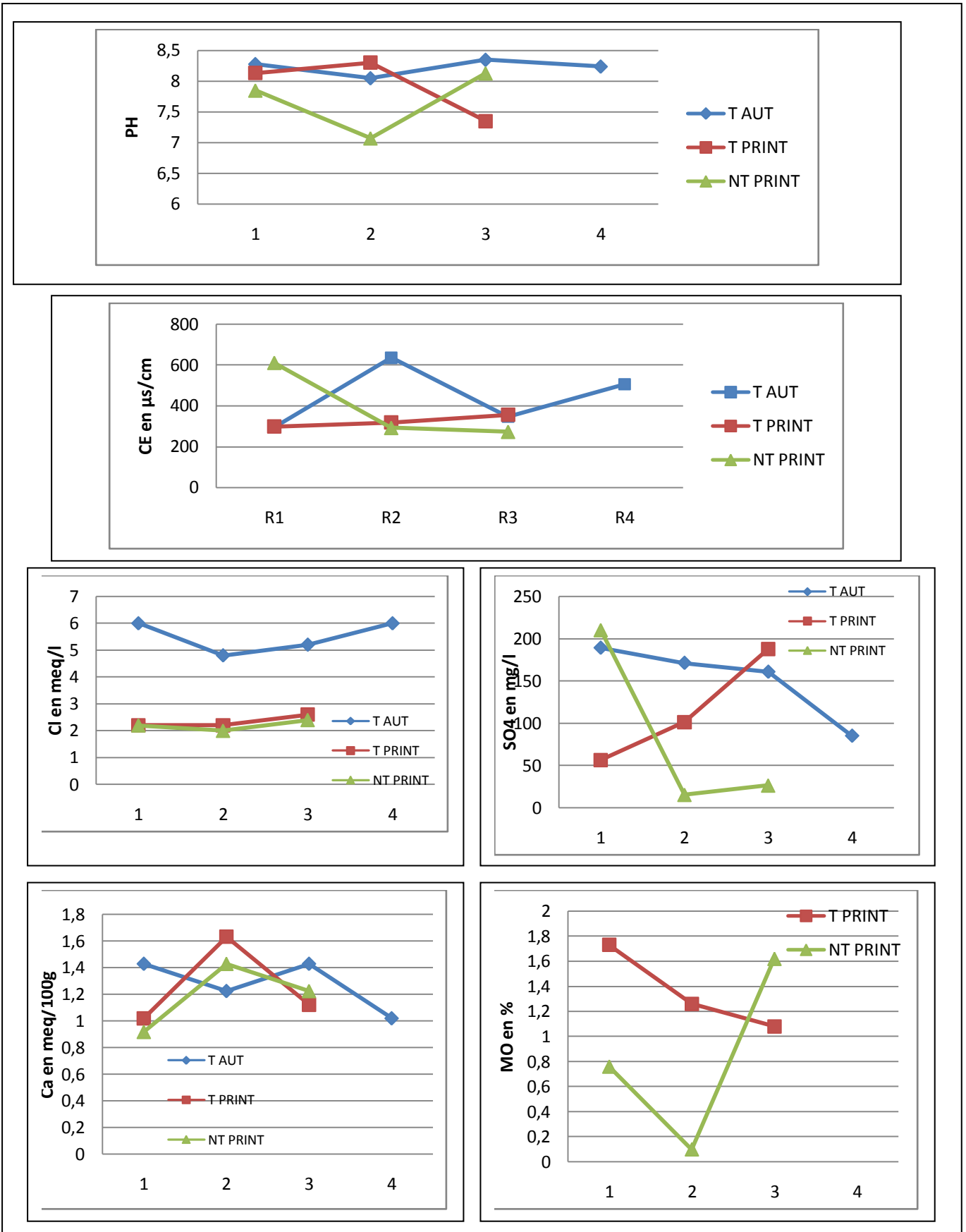


Figure (16) Variation spatiale et temporelle des paramètres pédologiques analysés.

2- La biodiversité de la pédofaune

La faune du sol ou pédofaune est formée par une multitude d'animaux dont la plupart sont très petits et encore mal connus.

Dans cette partie nous allons présenter les résultats de toute la faune capturée, durant notre étude, avec les deux méthodes pots de Barber et appareil de Berlèse.

Il est important de rappeler que nous avons capturé la faune pendant deux périodes le mois d'octobre (automne) et le mois d'avril (printemps), et avec les deux méthodes déjà mentionnée. Pour l'automne nous avons fait plusieurs prélèvements pour l'appareil de Berlèse (le mois d'octobre, novembre, et même décembre et janvier) et le résultat était toujours nul ; il y avait plus de collembole et cela pour les deux sites et cela peut être dû à plusieurs raisons comme la pauvreté en matière organique, le taux d'humidité très faible au début du mois d'octobre, et les températures faibles des mois de décembre et janvier.

Le captage de la faune réalisé à l'aide de la méthode des pots Barber, fournis des données chiffrées qui permettent de construire des graphiques de population où nous avons recensé pendant le mois d'octobre un nombre total de 754 individus dans les deux sites : traité et non traité.

Pour le prélèvement d'**automne (tableau 08)** nous avons dénombré un total de **226** individus d'arthropode au niveau de la parcelle traitée appartenant à quatre classes (**arachnida, crustacea, Insecta et myriapoda**) et 13 ordres (tableau 08), dont la classe d'**insecta** domine largement en nombre d'ordre de 09, suivie par la classe des **arachnida** avec 2 ordre, et les deux classes **crustacea et myriapoda** avec un seul pour chacune.

Au niveau de la parcelle non traitée nous avons recensé **528** individus. Ils sont réparties en trois classes (**arachnida, insecta, myriapoda**) et 13 ordres (tableau 08). Même pour ce site la classe des **insecta** domine avec 10 ordres suivie par la classe des **arachnida** avec deux ordres puis la classe des **myriapoda** avec un seul ordre.

L'activité des Arthropodes est conditionnée par une combinaison de plusieurs facteurs: températures douces, pluie et humidité, type de sol et conditions (sols lourds, argileux, motteux ou riche en matière organique), travail du sol (en l'absence de travail du sol les Arthropodes ne sont pas perturbées), historique de la parcelle et précédents culturaux.(DRAAF.,2012).

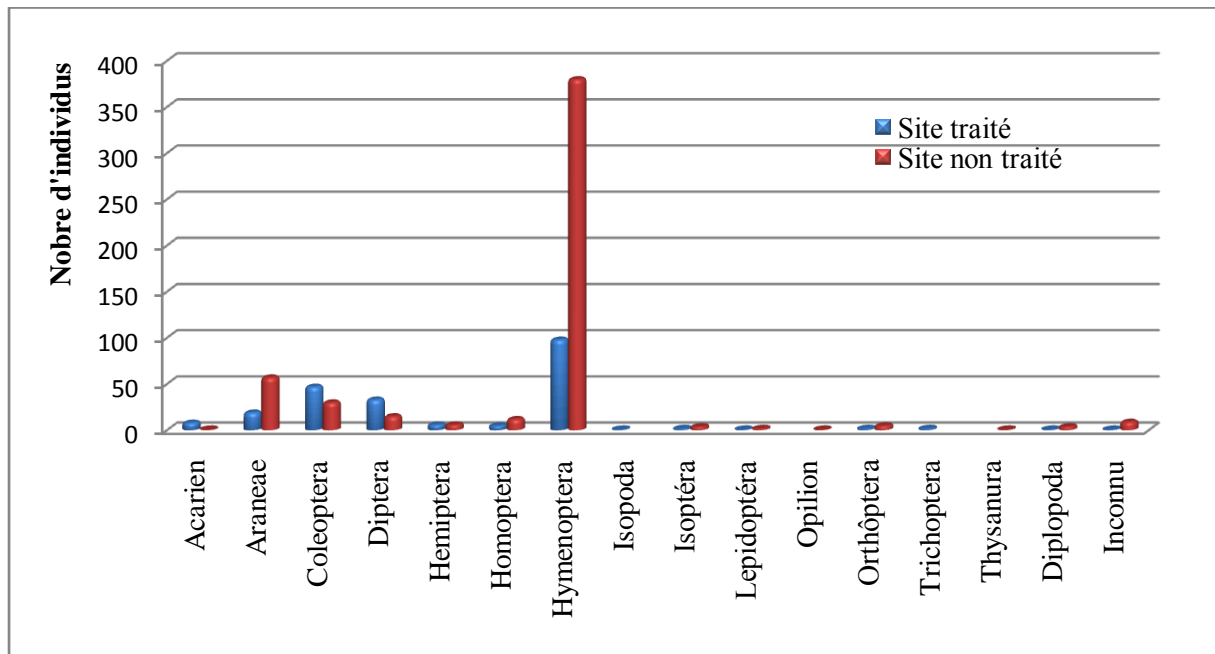


Figure (17) Ordres des individus capturés par les pots de Barber pendant le mois d'octobre.

Selon (**Drapela et al., 2008**) sur les terres arables, l'utilisation des pesticides était un facteur important d'influence sur les communautés épigées d'arénées. Sur les sites ayant un rapport accru des pesticides, les communautés d'insectes d'abeilles sauvages et arénées étaient plus uniformes, révélant les échanges moindres entre les communautés dans les zones d'agriculture intensives (**Dormann et al., 2008**).

De point de vue d'abondance l'ordre des hyménoptères domine dans les deux sites, mais avec une énorme différence, où nous avons dénombré dans le site non traité plus de trois fois le nombre de la faune capturée dans le site traité. Suivi par l'ordre des arénées avec une moins faible abondance.

Pour la deuxième période (au printemps) (tableau 09) de notre travail sur le terrain nous avons installé les pièges de Barber le mois d'avril, c'est la période où la température dépasse légèrement 20 °C. Pour ce mois de printemps nous avons capturé un nombre total de 804 individus.

417 individus d'arthropode sont recensés au niveau de la **parcelle traitée** pour le mois d'avril (printemps), ils appartiennent à trois classes (**Arachnida, Insecta et myriapoda**) et 08 ordres, dont la classe d'**insecta** domine largement en nombre d'ordre (05 ordres),

suivie par la classe des **Arachnida** avec 2 ordres, et la classe **des myriapoda** avec un seul ordre.

Au niveau de la parcelle non traité 387 individus sont dénombrés, réparties en trois classes (**arachnida, crustacea et insecta**) et huit ordres.

De même la classe des **insecta** domine avec 05 ordres suivie par la classe des **Arachnida** avec deux ordres et la classe des **Crustacea** avec un seul ordre.

La figure (18) montre bien la dominance de l'ordre des hyménoptères dans le site traité et l'ordre des coléoptères dans le site non traité.

Donc pour le mois d'avril il n'y a pas d'impact des résidus de pesticide sur l'abondance total de la faune du sol, car nous avons dénombré moins d'individus dans le site non traité. Il est important de mentionner qu'il n'y avait pas de traitement avec les pesticides cette année dans le site traité, par ce qu'au niveau de l'ITCMI, l'utilisation des pesticides se fait seulement pour les cultures maraîchères et pas sur les céréalicultures.

Tableau (09) Pédofaune capturées à l'aide des pots Barber dans les deux sites pendant le mois d'avril.

Embranchement	Sous Embranchement	Classe	Ordre	Nombre des insectes capturés							
				Parcelle traitée				Parcelle non traitée			
				S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	Acarien	-	-	-	01	-	-	-	01
			Araneae	06	23	13	09	09	10	19	13
	Mandibulata	Crustacea	Isopoda	-	-	-	-	-	01	01	04
		Insecta	Coleoptera	11	44	37	39	12	34	78	60
			Dermaptera	-	-	-	-	-	-	-	03
			Diptera	01	-	14	02	-	12	10	01
			Hemiptera	-	03	-	-	-	05	-	-
			Hymenoptera	18	36	90	44	03	03	17	54
		Orthoptera	-	-	02	01	-	-	-	-	
Myriapoda	Diplopoda	-	-	01	-	-	-	-	-		
Inconnu				01	16	03	02	01	14	10	12
Total	02	04	10	37	122	160	98	25	79	135	148
				417				387			

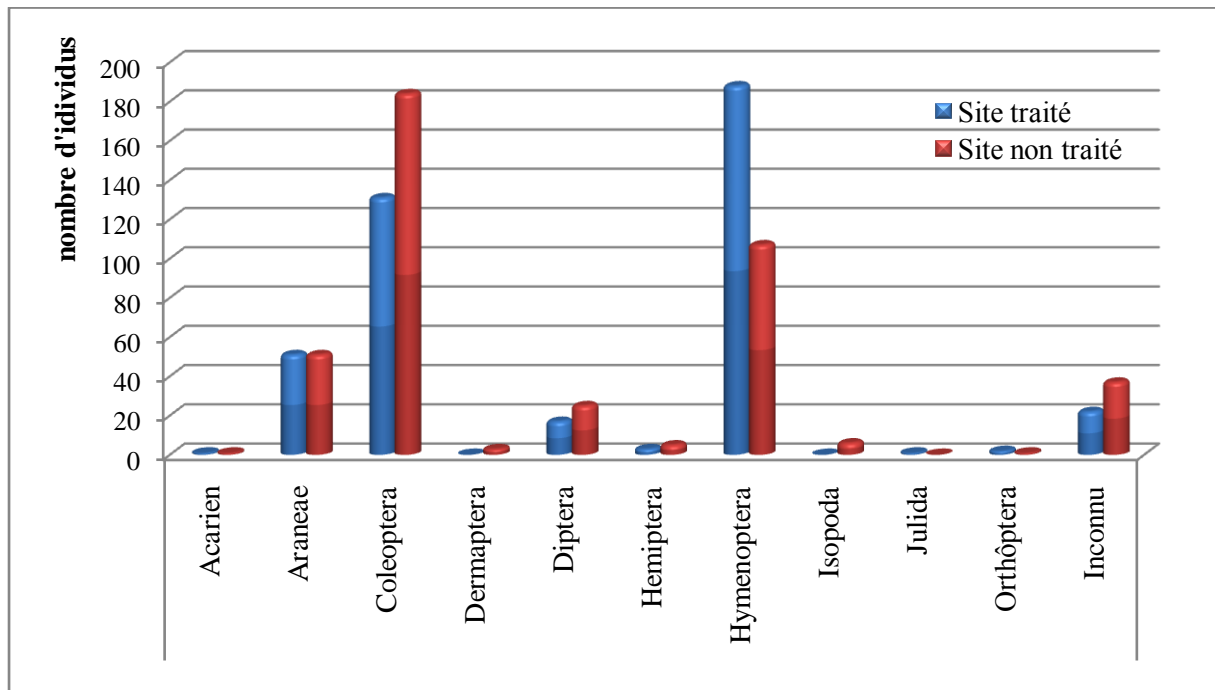


Figure (18) Ordres des individus capturés par les pots de Barber pendant le mois d'avril.

La figure (20) nous montre des exemples de quelques espèces des ordres identifiés durant notre travail dans les deux sites.

L'utilisation de l'appareil de Berlèse est pratiquement indispensable pour l'extraction de la microfaune du sol. Le dispositif de l'appareil de Berlèse nous a aidé à collecter les collemboles. Dans le sol, ils sont impliqués dans le cycle de la décomposition de la matière organique.

Pour la période d'automne et début d'hiver, nous avons fait plusieurs prélèvements des échantillons de sol, pour l'extraction de la microfaune, nous n'avons rien trouvé, et les résultats suivants concernent seulement le prélèvement du mois d'avril.

Pour le site traité par les phytosanitaires nous avons rien trouvé comme microfaune (collemboles). Cette absence totale de ces microarthropodes dans le site traité indique l'effet des pesticides sur les collemboles (figure 19)

Pour le site non traité par les produits phytosanitaires, dans les trois répétitions effectuées, nous avons dénombré cinq collemboles seulement, ce qui est considéré comme une abondance très faible. Cela peut être justifié par le manque d'humidité et les teneurs faibles en matière organique. La présence des gamases (prédateurs naturels des collemboles) agit sur l'abondance de ces microarthropodes.

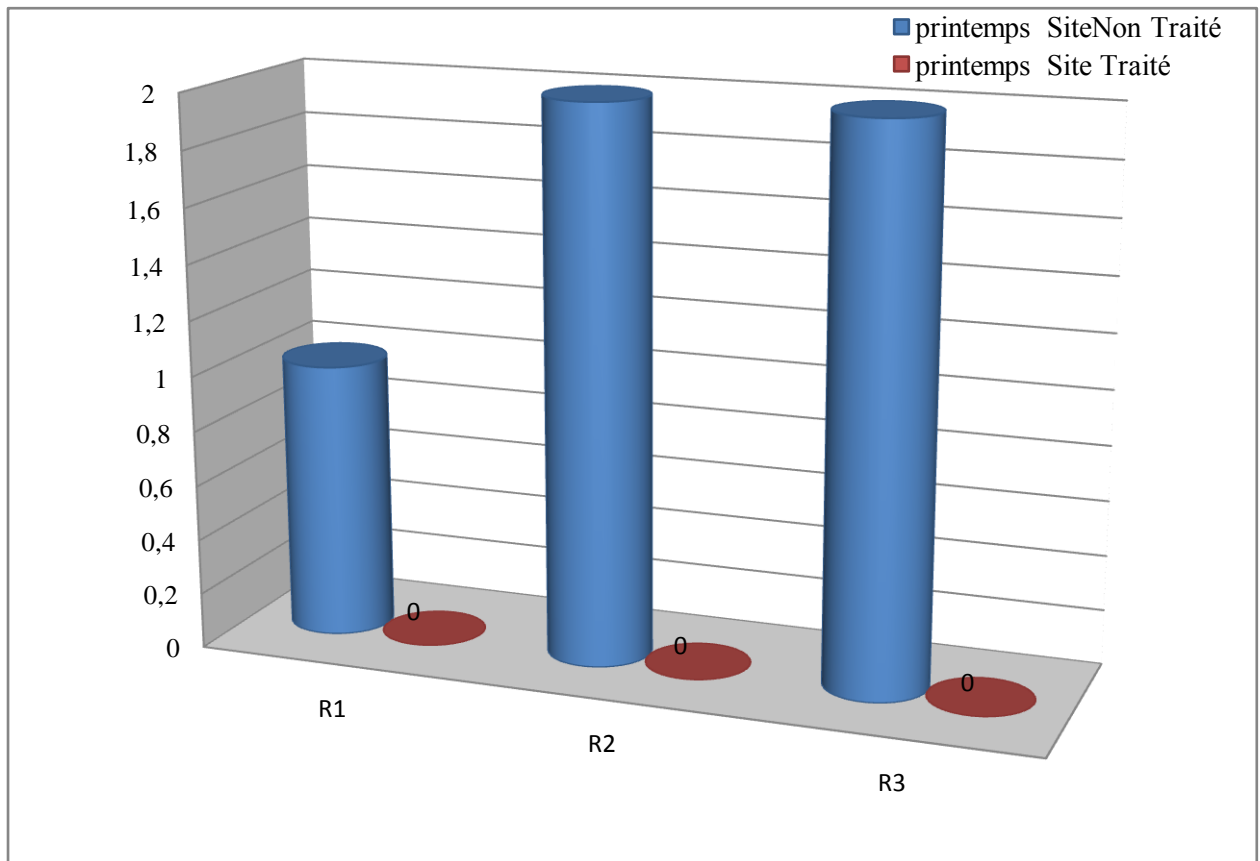


Figure (19) Individus de collemboles capturés par l'appareil de Berlèse.

La figure (21) illustre les individus de collemboles capturés à l'aide de l'appareil de Berlèse.

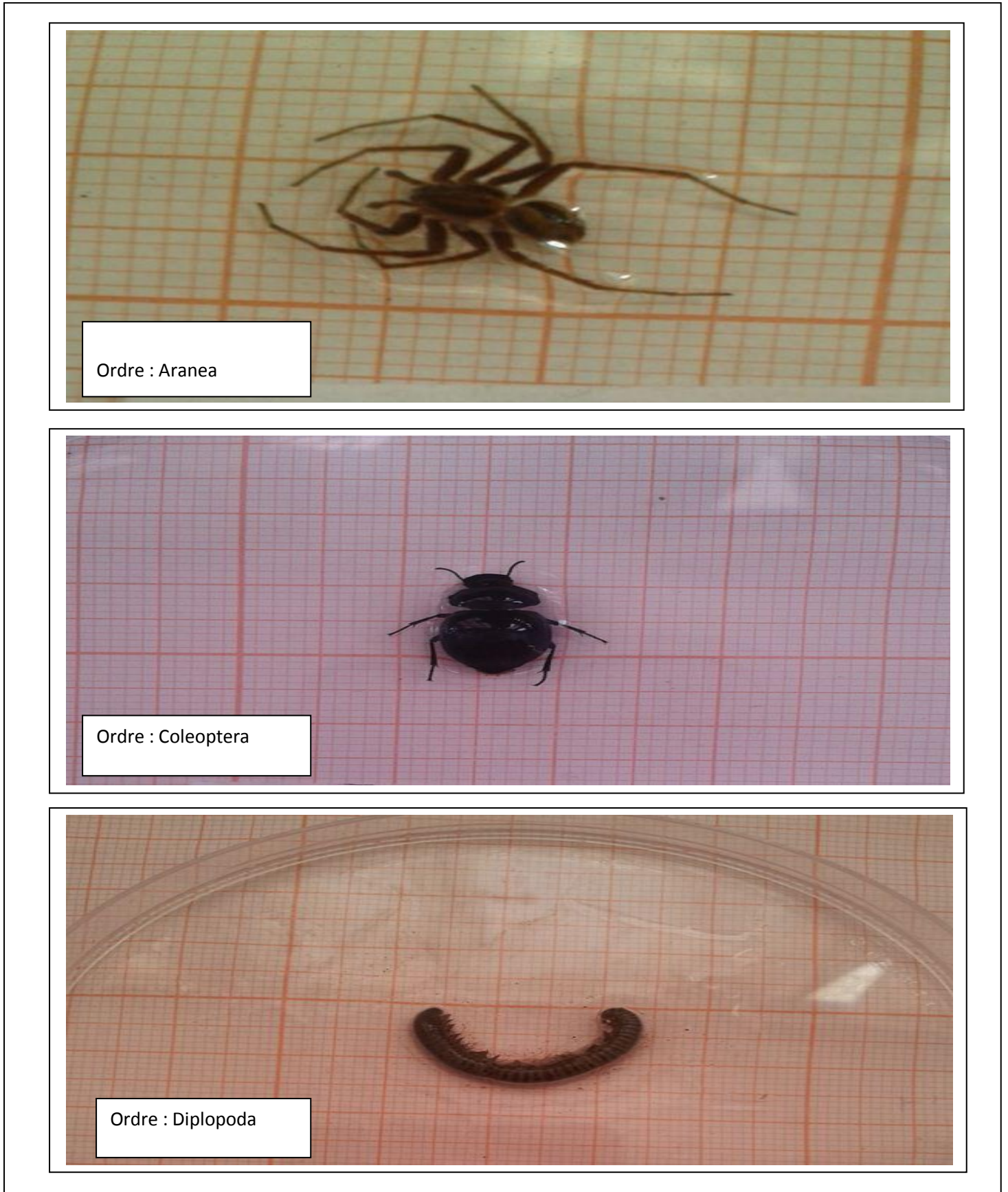


Figure (20) Exemples des ordres capturés dans les deux sites.

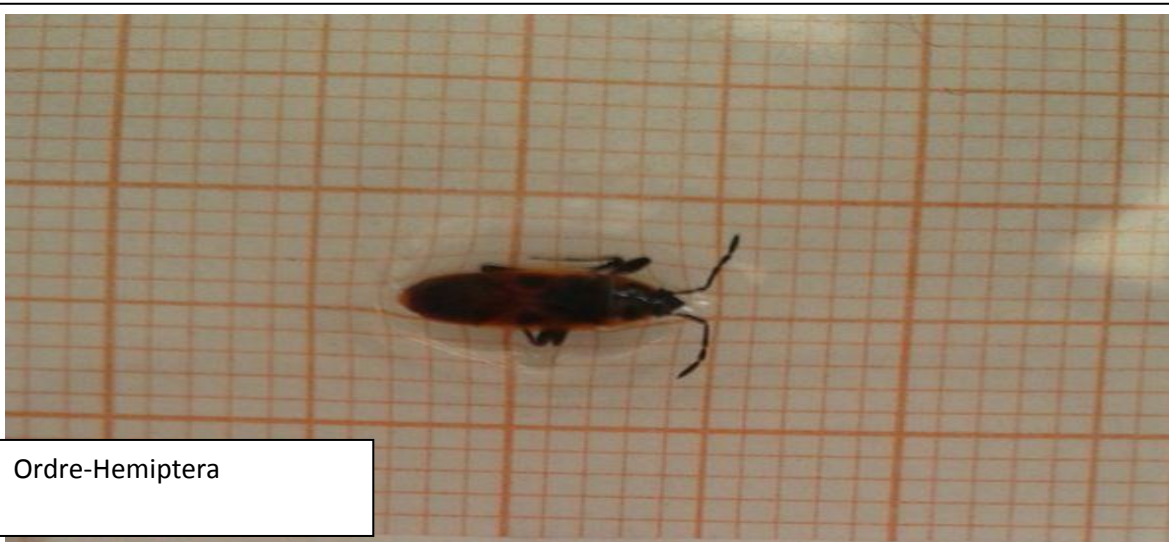
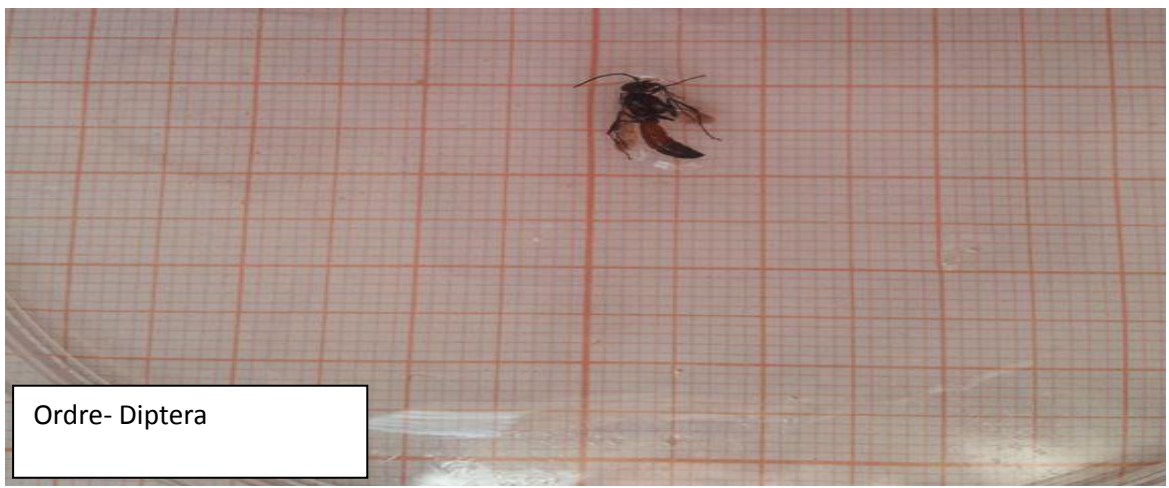


Figure (20) Exemples des ordres capturés dans les deux sites (suite).

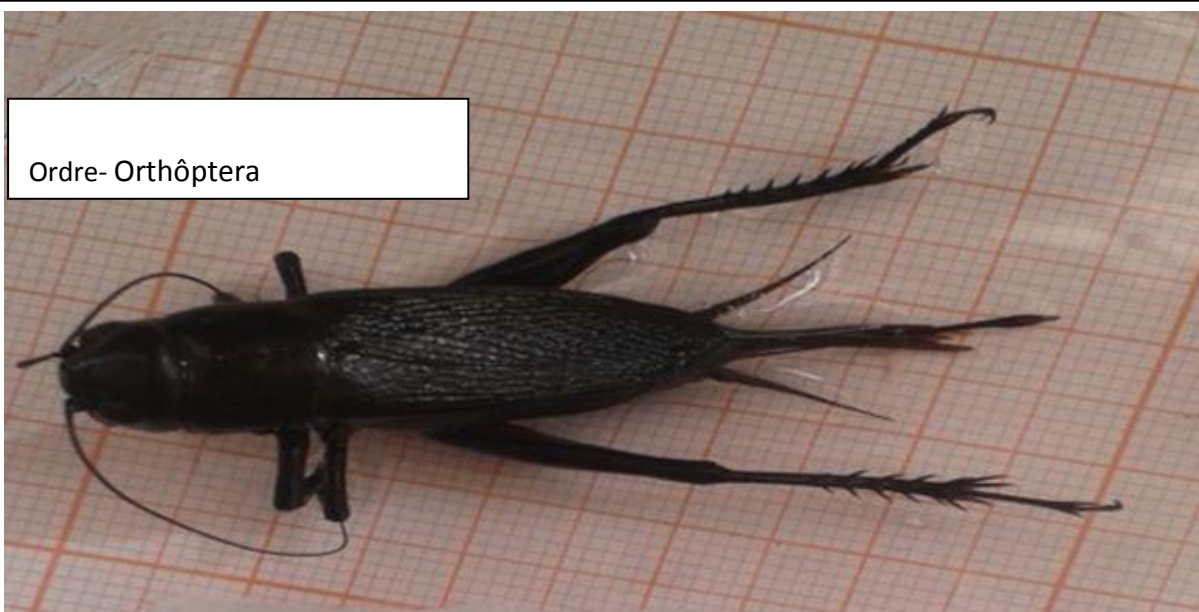


Figure (20) Exemples des ordres capturés dans les deux sites (suite).



Figure (20) Exemples des ordres capturés dans les deux sites (suite).



Figure (21) Quelques collemboles capturés par l'appareil de Berlése



Figure (21) Quelques collemboles capturés par l'appareil de Berlése (Suite).

Conclusion

À l'échelle de la planète, la diversité du vivant offre un large éventail de services écologiques indispensables au bon fonctionnement et à la survie des sociétés humaines. Ils représentent les nombreux bénéfices que l'espèce humaine tire des écosystèmes. Souvent difficilement quantifiables, ils sont pourtant le gage d'une vie future réussie, à la fois pour l'espèce humaine mais aussi pour toutes les autres formes de vivant.

La biodiversité joue un rôle important dans le fonctionnement de l'écosystème et des services qu'ils nous « rendent ». Les résultats de plusieurs expériences suggèrent que la biodiversité peut servir d'**assurance biologique** face aux changements de l'environnement, en stabilisant le fonctionnement d'ensemble de l'écosystème. L'utilisation des phytosanitaires est l'activité agricole la plus polluante qui peut influencer la biodiversité de la faune du sol, car les résidus de pesticides peuvent se dégrader en composés qui influencent les caractéristiques biologiques et chimiques des sols.

Notre investigation s'est déroulée dans deux périodes : le mois d'octobre (Automne) et le mois d'avril (Printemps). Le prélèvement des insectes est effectué à l'aide des méthodes d'échantillonnage des pots Barber ainsi qu'à l'aide de l'appareil de Berlèse. Dans un agro écosystème d'une région semi-aride, caractérisée par un climat sec et chaud en été et froid en hiver avec un cumul moyen de 11 ans de 368,9 mm.

Le sol présente un caractère alcalin et un faible taux de salinité ainsi que des teneurs faibles en matière organique.

Nos résultats montrent que l'influence des pesticides était plus claire sur l'abondance totale de la pédofaune en automne qu'au printemps. Au total nous avons capturé 643 individus dans le site traité et 915 individus dans le site non traité et ce pour les deux mois de travail qui représentent les deux saisons (automne 2014 et printemps 2015). Et l'abondance de la faune capturée était plus élevée en automne et plus faible en printemps pour le site non traité. Au total 13 ordres sont identifiés pour le site traité contre 14 ordres pour le site non traité.

L'impact des pesticides était plus évident concernant la microfaune où il y avait une absence totale des collemboles dans le site traité, contre 5 individus seulement pour le site non traité.

Notre étude reste seulement une initiation à l'étude de l'impact de l'application des produits phytosanitaires sur la biodiversité de la pédofaune dans les agro-écosystèmes des zones semi-arides algérienne et doit être suivi par d'autres études plus approfondies surtout en ce qui

concerne les résidus des pesticides et les métaux lourds ainsi que les paramètres de la fertilité chimique (N P,K) et qui se basent sur le travail de terrain durant toute les saisons et même par mois pendant une année.

Références bibliographiques

Adigoun F A., 2002. Impact des traitements phytosanitaires du niébé sur l'environnement et la santé des populations : cas de Klouékanmé et de la basse vallée de l'Ouémé (Bénin). Mémoire de Maîtriser Professionnel. Option : Environnement et Santé. Université d'Abomey Calavi (UAC). 71 pages.

Abubertot J., Barbier J., Carpentier A., Gril J., Guichard L., Lucas Ph., Savary S., Voltz M., 2011. Pesticides, agriculture, et environnement. Réduire l'utilisation des pesticides et en limiter les impacts environnementaux. Expertise scientifique collective Inra-Cemagref (décembre 2005).Ed. Quae. 134 pages.

ACTA. (Association de Coordination Technique Agricole) 2005. Index Phytosanitaire. 41ème éd. Paris.France. 820 pages.

André H.M., Noti H.-M., Lebrun Ph., 1994. « The soil fauna: the other last citoibfrontier». Biodiversity and conservation. 3. Pp 45-56.

Anonyme., 2013. DGPV (Direction Générale de la Protection des Végétaux).INRAN (Institut National de la Recherche Agronomique du Niger).RECA (Réseau National des chambres d'Agriculture du Niger). Des fiches conseil pour les matières actives des produits insecticides et acaricides. 5 pages.

Appert J., Deuse J., 1988. Insectes nuisibles aux cultures vivrières et maraichères. Ed. Maisonneuve et Larose. 105 pages.

APRIFEL (Agence Pour la Recherche et l'Information en Fruit Et Légumes frais), 2004. Pesticides, Risques et Sécurité Alimentaire-Annexes : Comité Sécurité Alimentaire d'Aprifel. Paris. France. 216 pages.

Assongba M., 1997. Recherche de résidus de pesticides organochlorés et de polychlorobiphényles (PCBs) dans les exploitations agricoles de Banikoara. Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du Diplôme d'Ingénieur des Travaux. CPU/UNB. 123 pages

Attalah K., 2011. Impact de l'irrigation avec les eaux salées sur quelques propriétés des sols. Cas de la plaine d'El Outaya (Wilaya de Biskra). Mémoire d'ingénieur d'état en agronomie. Batna. 14 pages.

Bachelier G., 1970. La vie animale dans les sols INA. 83 pages.

Bachelier G., 1963. La vie animale dans les sols. Coll. **Init. Doc. techn.** N° 3, ORSTOM, Paris. 279 pages.

Baize D., Givard M C., Cheverry cl et Ruellan A. 2003. Pourquoi un référentiel pédologique. 10 pages. [http://wwwmembers aol. Com / rp95/fr](http://wwwmembers.aol.com/rp95/fr)

Baziz B. 2002. Bioécologie et régime alimentaire de quelques rapaces dans différentes

localités en Algérie. Cas de Faucon crécerelle *Falco tinnunculus* Linné, 1758, de la Chouette effraie *Tyto alba* (Scopoli, 1759), de la Chouette hulotte *Strix aluco* Linné, 1758, de la Chouette chevêche *Athene noctua* (Scopoli, 1769), du Hibou moyen-duc *Asio otus* (Linné, 1758) et du Hibou grand-duc ascalaphe *Bubo ascalaphus* Savigny, 1809. Thèse Doctorat d'Etat Sci. agro., Inst. nati. agro. El Harrach. 499 pages.

Benkhelil M L et Doumandji S. 1992. Notes écologiques sur la composition et la structure du peuplement des coléoptères dans le parc national de Babor (Algérie). Med. Fac. Landbouww. Uni. Gent. 57 (3a).pp 617 - 626.

Benkhelil M L. 1991. Les techniques de récolte et de piégeage utilisées en entomologie terrestre. Ed. Office. Pub. Univ. Alger. 60 pages.

Berne A., 2008. Écologie et protection des plantes, Guide d'utilisation des produits phytosanitaires. Ed. OFEV (L'office fédéral de l'environnement). 109 pages.

Brady N.C., 1984. The nature and properties of soils. 9^e edition. Collier Macmillan Pub. 591 pages

Brady N.C and Weil R.R., 1996. The nature and properties of soils. 11th Edition Prentice Hall International. 740 pages.

Bouvier G., Blanchard O., Momas I., Seta N., 2006. Environmental and biological monitoring of exposure to organophosphorus pesticides: application to occupationally and non- occupationally exposed adult populations. *Journal of Exposure Science & Environmental Epidemiology*. pp 417-426.

CASDAR (Compte d'Affectation Spécial pour le Développement Agricole et Rural).

2008. Synthèse sur la diversité de la pédofaune en système agroforestier. Projet N° 321. 18 pages.

Crawford J. W., Harris J. A., Ritz K., Young I. M., 2005. «Towards an evolutionary ecology of life in soil». *Trends in Ecology and Evolution*. 20, pp 81-87.

Dajoz R. 1975. Précis d'écologie. Ed. Gauthier. Villars, Paris. 549 pages.

Deprince A., 2003. La faune du sol, diversité, méthodes d'études, fonctions et perspectives, le courrier de l'environnement de l'INRA, Paris. n°49, pp 123-138.

Dormann CF., Schweiger O., Augenstein I., Bailey D., Billeter R., De Blust G., DeFilippi R., Frenzel M., Hendrickx F., Herzog F., Klotz S., Liira J., Maelfait J-P., Schmidt T., Speelmans M., Van Wingerden W.K. R. E. and Zobel M. 2007., Effects of landscape structure and land-use intensity on similarity of plant and animal communities, *Global Ecology and Biogeography* 16(6): 774-787,

DRAAF (Direction Régionale de l'Alimentation de culture et de la forêt).2012. Protection du suivis des maladies et ravageurs du colza utilisés dans le cadre du Bulletin de santé végétal, Note technique n°27-14 Aout. 22 Pages.

Drapela T., Moser D., Zaller J. G. and Frank T., 2008., Spider assemblages in winter oilseed rape affected by landscape and site factors, *Ecography* 31(2): 254-262,

Dreux P., 1980. Précis d'écologie. Ed. Presse universitaire de France, Paris. 231 pages.

El Mrabet K., 2009. Développement d'une méthode d'analyse de résidus de pesticides par dilution isotopique associée à la chromatographie en phase liquide couplée à la spectrométrie de masse en tandem dans les matrices céréalières après extraction en solvant chaud pressurisé. Thèse doc. Spécialité : Chimie Analytique. Université Pierre et Marie Curie. Paris. 292 pages.

Faurie C., Ferra Ch., Medori P., Devaux J. 1998. Ecologie. Approche scientifique et pratique. Ed. J-B.Bailliere. Paris, 339 pages.

Forget G., 1991. Pesticides and the third word. In: *Journal of toxicology and Environmental Health*, Ottawa, Canada. pp 11-31.

FREDEC (Fédération Régionale de Défense contre les Ennemis des Cultures) 2004. Guide technique sur les bonnes pratiques phytosanitaires. Nord - Pas-de-Calais. France. 48 pages.

Gallali T. 2004. Clés du sol. Ed. Centre de publication universitaire. Tunis. 354 pages.

Gaussen, 1956

Gavaud M., 1977. Essai sur la classification génétique des sols. Cah. ORSTOM, sér. Pédolo, vol. XV, n° 1, pp 63-87.

Giroux I., 2004. *La présence de pesticides dans l'eau en milieu agricole au Québec*, Québec, ministère de l'environnement, Direction du suivi de l'environnement, Envirodoq n° ENV/2004/0309, collection n°QE/151, 40 pages.

INSERM (Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale). 2013. Pesticides : Effets sur la santé. Synthèse et recommandations. Expertise collective. Paris, France, 148 pages.

<http://www.inserm.fr/thematiques/sante-publique/expertises-collectives>

Kadi K., Cherghi M., Malkia N., Hamli S., Boukria S et Yahia A. 2014. Estimation des besoins en eau de la culture de l'ail par différentes formules. *European Scientific Journal* Vol.10, No.27. pp 378-396.

Kozlovskaly AS ., Fadeevat N., Zagtjral'shaly AM ., 1964. Effet des invertébrés sur la décomposition d'un sol à sphaignes de tourbière haute. *Izv. Sib. Otd. Akad. Nailc. SSSR*, no 12, Sér. Biol. Méd. Nauk N° 3, pp 50-56.

Lebrun P., 1980. Ecotoxicologie comparée et bioactivité de trois insecticides carbamates sur une population expérimentale de vers de terres. Pp 225-226.

Lebrun P., 1985. Effets écologiques des pesticides et en particulier au niveau des organismes édaphiques. Actes de conférence. 13 pages.

Lévêque Ch., Mounolou J.C., 2008. Biodiversité: Dynamique biologique et conservation. 2^eédition. Ed. DUNOD. Paris. 254 pages.

Mathieu C. et Pieltain F. 2003. Analyse chimique des sols. Méthodes choisies. Ed. Lavoisier. 387 Pages.

Moulouel N., 2008. Caractérisation des produits phytosanitaires permés (le méthyl parathion et le fénitrothion).étude de la dégradation du fénitrothion par hydrolyse. Mémoire de magister. 88 pages.

OTA., 1987. Dictionnaire encyclopédique des sciences de la nature et de la biodiversité. Ed. Dunod. Paris. 708 pages.

Ramade F. 1984. *Éléments d'écologie. Écologie fondamentale.* Ed. Mc Graw-Hill, Paris. 379 pages.

Ramade F., 2003. *ELEMENT D'ÉCOLOGIE: écologie fondamentale.* 3^eédition. Ed. Dunod. 665 pages.

Raven P.H., Berg L.R., Hassenzahl D.M., 2009. Environnement. Traduction de la 6^e édition américaine par Marie-Pascale Colace, Anne Hancock, Guy Lemperiere. Ed. de boeck. 663 pages.

Rovillé M., 2008. Sol et biodiversité : couple inséparable au service de l'humanité.
http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/dosbiodiv/?pid=decouv_chapC_p5

Souttou K., Farhi Y., Baziz B., Sekour M., 54-Guezoul O., Doumandji S., 2006. Biodiversité des Arthropodes dans la région de Filiach (Biskra, Algérie). *Ornithologia algerica*, 4(2) pp 15-18.

Stewart P., 1969. Quotient pluviométrique et dégradation biosphérique. *Bull. soc. hist. nat. agro.* pp 24 -25.

Taylor A.W. & Spencer W. F., 1990. Volatilization and vapor transport processes. In: *Pesticides in the soil environment*. Soil Science Society of America Book Series, n°2, Madison, WI, USA, pp 213-269.


UITA(SD) (L'union internationale des travailleurs de l'Agriculture), Manuel de formation sur les pesticides : Projet PNUE-Sustainlabour : « Renforcer la participation des syndicats dans les processus environnementaux internationaux ». Il a été traduit de l'anglais vers le français par UITA. 100 pages.

Vanderdrift J. et Witkamp M., 1960. The significance of the break-down of oak litter by *Enoicyla pusilla* Burm. *Arclz. Nierl. Zool.*, XIII, pp 486-492.


Annexe

Principaux représentants de la pédofaune. (CAS DAR., 2008).


Les vers de terre (Annélides, oligochètes). (CAS DAR., 2008).

	<p><i>Classe de taille</i> : macro- mégafaune, jusqu'à 35 cm</p> <p><i>Habitats</i> : litière et sol</p> <p><i>Abondance</i> : entre 30 et 100g/m²</p> <p><i>Régime alimentaire</i> : détritivores (racines morte, humus)</p> <p><i>Intérêt agronomique</i> : aération du sol, brassage des éléments, amélioration de la structure, dégradation des matières organiques</p>
---	--

Les cloportes (Arthropodes, Crustacés, Isopodes). (CAS DAR., 2008).

	<p><i>Classe de taille</i> : macrofaune, 5 à 20 mm</p> <p><i>Habitats</i> : litière et annexes du sol</p> <p><i>Abondance</i> : jusqu'à 8.000 individus/m² en prairie</p> <p><i>Régime alimentaire</i> : phytosaprophages (feuilles, bois mort)</p> <p><i>Intérêt agronomique</i> : Responsable de la fragmentation : première étape de la dégradation de la matière organique, favorise l'activité des micro-organismes</p>
--	---

Les diplopodes (Arthropodes, Myriapodes). (CAS DAR., 2008).

	<p><i>Classe de taille</i> : macrofaune, 5 à 50 mm</p> <p><i>Habitats</i> : litière et annexes du sol</p> <p><i>Abondance</i> : plusieurs centaines par mètre carré lorsque les vers de terre sont rares.</p> <p><i>Régime alimentaire</i> : phytosaprophages (feuilles, bois mort), coprophages</p> <p><i>Intérêt agronomique</i> : Responsable de la fragmentation : première étape de la dégradation de la matière organique, favorise l'activité des micro-organismes</p>
---	---

Les chilopodes (Arthropodes, Myriapodes). (CAS DAR., 2008).



Classe de taille : macrofaune, 5 à 100 mm

Habitats : milieux humides (litières, compost, habitats cryptozoïques)

Abondance : 40 à 400 individus/m²

Régime alimentaire : carnivores, peuvent ingérer de la litière

Intérêt agronomique : contrôle des populations de proies (auxiliaires comme ravageurs)

Les aranéides et les opilions. (CAS DAR., 2008).



Classe de taille : macrofaune, 0.5 à 90 mm

Habitats : litière, surface du sol

Abondance : 40 à 400 individus/m²

Régime alimentaire : prédateurs généralistes

Intérêt agronomique : contrôle des populations de proie (ravageurs)

Les fourmis (Hyménoptères – Formicidés). (CAS DAR., 2008).



Classe de taille : macrofaune

Habitats : de la surface à plusieurs mètres en profondeur

Abondance : jusqu'à plusieurs millions d'individus à l'hectare regroupés en colonie ou supercolonie

Régime alimentaire : phytophages, granivores, carnivores, souvent omnivores

Intérêt agronomique : bioturbation du sol

Les acariens (Gamasides, Actinédides, Oribates). (CAS DAR., 2008).



Classe de taille : mésafaune, 0.1 à 6 mm

Habitats : litière et annexes du sol

Abondance : très abondants (jusqu'à 425.000 oribates/m² dans les sols de forêt)

Régime alimentaire :

- Gamasides _ carnivores, fongivores
- Actinédides _ carnivores, suceurs de sèves, ectoparasites
- Oribates _ phytosaprophages, microphages, coprophages, pollinivores

Intérêt agronomique : microfragmentation et brassage des matières organiques, dispersion et régulation de la microflore, régulation des populations de la micro et mésafaune

Les enchytréides (Annélides, oligochètes). (CAS DAR., 2008).



Classe de taille : mésafaune, 2 à 35 mm

Habitats : litière (10 premiers centimètres du sol)

Abondance : entre 3 à 53g/m², 10.000 à 290.000 indiv/m²

Régime alimentaire : microphages, phytosaprophages

Intérêt agronomique : augmentation de la porosité superficielle, stimule l'activité des micro-organismes

Les collemboles. (CAS DAR., 2008).



Classe de taille : mésofaune, 0.25 à 10 mm

Habitats : jusqu'à 10 cm de profondeur avec le maximum dans les 3 premiers centimètres, également dans les annexes du sol

Abondance : 2.000 à 200.000 individus/m²

Régime alimentaire : fongivores (surtout), phytosaprophages, coprophages, pollinivores, carnivores, phytophages

Intérêt agronomique : microfragmentation et brassage des matières organiques, dispersion et régulation de la microflore, stimulation des populations fongiques, peuvent devenir nuisibles

Khemissa L., Hafiane S., 2015. Impact de l'utilisation des pesticides sur la biodiversité de la faune du sol dans un agro-écosystème d'une région semi-aride. Mem. Master Fac. SNV. Université de Khenchela. 48 pages.

الملخص

ان استخدام المبيدات الحشرية يمكن أن يؤثر على التنوع الحيوي. نتائجا تظهر أن تأثير المبيدات الحشرية كان أكثر وضوحا على الوفرة الإجمالية للبيدوفون (pédofaune) في الخريف مما كانت عليه في الربيع. في المجموع أحصينا 643 حشرة في المنطقة المعالجة و 915 حشرة في المنطقة غير المعالجة ولمدة شهرين من العمل المتمثلين في موسمي (خريف 2014 و ربيع 2015). كانت هناك وفرة من البيدوفون (pédofaune) على أعلى مستوى في الخريف وأدناها في الربيع في المنطقة غير المعالجة. في المجموع تم تحديد 13 فئة للموقع المعالج مقابل 14 فئة للموقع غير المعالج. كان تأثير المبيدات الحشرية أكثر وضوحا على فئة الكولمبول (collembol) حيث كان هناك غياب تام للكولمبول (collembol) في الموقع المعالج مقابل 5 حشرات فقط في الموقع غير المعالج.

الكلمات المفتاحية :

التنوع البيولوجي، البيدوفون، المبيدات الحشرية، جهاز Berlèse و pots berber.

Résumé

Bien que peu visible, le sol regorge de communautés indispensables au bon fonctionnement de ce qui pousse à la surface. L'une des fonctions essentielles de ces communautés est **la décomposition de la matière organique**, qui permet le recyclage des éléments nutritifs.

L'utilisation des produits phytosanitaires peut influencer sur l'abondance de ces communautés. Nos résultats montrent que l'influence des pesticides était plus claire sur l'abondance totale de la pédofaune en automne qu'au printemps. Au total nous avons capturé 643 individus dans le site traité et 915 individus dans le site non traité et ce pour les deux mois de travail qui représentent les deux saisons (automne 2014 et printemps 2015). Et l'abondance de la faune capturée était plus élevée en automne et plus faible en printemps pour le site non traité. Au total 13 ordres sont identifiés pour le site traité contre 14 ordres pour le site non traité. L'impact des pesticides était plus évident concernant la microfaune où il y avait une absence totale des collembol dans le site traité, contre 5 individus seulement pour le site non traité.

Mots clés : biodiversité, pédofaune, pesticides, appareil de Berlèse, pots de barber.