

République Algérienne Démocratique et Populaire
الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Université Mohamed Kheider –Biskra



Réf :.....

Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des Sciences Agronomiques

Thèse

En vue de l'obtention du diplôme de Doctorat (3 Cycle) en
Sciences Agronomiques
Spécialité Protection des plantes en régions arides

Thème

Identification et dosage des pesticides pratiqués par les
serristes dans une région Agricole de Biskra (cas de M'ziraa
et EL Ghrous), dans le sol

Présentée par : Melle. RAHMOUNE Hadjer

Membres de jury

Président :	M. BOUMARAF Belkacem	MCA	Université de Biskra
Directeur de thèse :	M. MIMECHE Fateh	MCA	Université de M'Sila
Examineur :	M. ZEDAM Abdelghani	MCA	Université de M'Sila
Examineur :	M. MEHAOUA Med Seghir	MCA	Université de Biskra

Date de Soutenance : 17/01 /2019

Dédicace

A mes Chers parents que dieu mes les gardent

A mes chers frères

A mes chères sœurs

A La mémoire de ma grande mère

A toute ma famille

A toutes mes amies

Je dédie ce modeste travail

Hadjer

Remerciement

Je remercie avant tout ALLAH tout puissant, de m'avoir guidé toutes les années d'étude et m'avoir donné la volonté, la santé, la patience et le courage pour finir ce travail.

Cette thèse a été réalisée avec l'aide de nombreuses personnes que je tiens à remercier:

En premier lieu, je voudrais remercier chaleureusement mon directeur de thèse, Dr. Mimeche Fateh, maître de conférences classe A à l'université de M'sila, pour avoir accepté de diriger ce travail, pour son disponibilité et ses conseils précieux et ses encouragements.

Je remercie vivement, Dr. Boumaraf Belkacem, maître de conférences classe A à l'université de Biskra, qui me fait l'honneur d'accepter de présider le jury.

Mes remerciements s'adressent également au Dr. Zedam Abdelghani, maître de conférences classe A à université de M'sila pour avoir accepté de lire et d'évaluer ce travail.

Ma vive gratitude va également à Dr. Mehaoua Med Seghir, maître de conférences classe A à l'université de Biskra, pour avoir accepté de juger cette thèse et pour leur aide.

Mes vifs remerciements à Dr. Guimeur Kamel, chef de département de l'agronomie, pour son patience, son soutien scientifiques et morales et l'aide qui m'a apporté pendant toute la durée de l'expérimentation et la mise en forme du document final.

J'adresse tous mes remerciements au Professeur Bruno Schiffrers responsable de laboratoire phytopharmacie (Gembloux Agro-Bio Tech, université de Liège, Belgique), qui m'accueilli dans son laboratoire et pour l'appui qu'il m'a apporté durant mon séjour en Belgique.

Je n'oublie pas les personnes du laboratoire INRAP Tunisie pour leurs explications et leurs aides: Mme Bellazreg W et Nadia.

Mes sincères remerciements vont également à mes enseignants: Dr. Boukhalfa H, Dr. Masmoudi A, pour leurs aides, leurs précieux conseils et leurs disponibilités.

Mes remerciements sont adressés également à: Dr. Bettiche F, Dr. Daghnouche K, Dr. Hadjeb A, Mr Messak M R, Mr Khachai, pour ses soutiens et ses encouragements.

Je souhaite remercier aussi Mr Rafrafi T, Mr Yaiche Tamam D, Mr Guessouri Z, pour leurs aides pendant le travail de terrain.

Merci à tous les agriculteurs qui m'accueilli dans leurs exploitations et pour leurs patiences et leurs collaborations.

Merci à toute personne qui a participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Hadjer

Table des matières

Introduction général	01
Chapitre1: Les pesticides et l'environnement	
I. Introduction	04
II. Généralité sur les pesticides	04
II.1 Définitions.....	04
II.2 Classification des pesticides	05
II.2.1 Classification selon leur cible.....	05
II.2.1.1 Insecticide.....	05
II.2.1.2 Fongicide.....	05
II.2.1.3 Herbicide.....	05
II.2.1.4 D'autres pesticides.....	06
II.2.2 Classification selon mode d'action	06
II.2.3 Classification selon la structure chimique.....	07
II.2.3.1 Les pesticides inorganiques	07
II.2.3.2 Les pesticides organométalliques.....	07
II.2.3.3 Les pesticides organiques.....	07
II.2.3.3.1 Les organochlorés	07
II.2.3.3.2 Les organophosphorés	07
II.2.3.3.3 Les carbamates	08
II.2.3.3.4 Les pyrèthri-noïdes.....	08
II.2.3.3.5 Les triazines	08
II.2.3.3.6 L'urées substituées	09
II.2.3.3.7 Les néonicotinoïdes.....	09
II.3 Les différentes formulations des pesticides.....	09
II.4 Utilisation des pesticides.....	10
II.4.1 Dans le monde	10
II.4.2 En Algérie.....	10
II.5 Cadre législative et réglementaire.....	11
II.6 Devenir les pesticides dans l'environnement.....	12
II.6.1 Processus de rétention.....	12

II.6.2 La dégradation du pesticide	13
II.6.2.1 La dégradation abiotique.....	13
II.6.2.1.1 Oxydo-réduction et hydrolyse.....	13
II.6.2.1.2 Photolyse.....	14
II.6.2.2 La dégradation biotique.....	14
II.6.3 Processus de transfert	14
II.6.3.1 Transfert vers l'atmosphère.....	14
II.6.3.2 Transfert vers les eaux.....	15
II.6.3.2.1 Transfert vers les eaux de la surface (ruissellement).....	15
II.6.3.2.2 Transfert vers les eaux souterraines.....	15
II.6.3.2.2.1 Le transport à l'état dissous, la lixiviation.....	15
II.6.3.2.2.2 Le transport particulaire	16
II.7 Effets toxiques des pesticides.....	16
II.7.1 Impact environnemental.....	16
II.7.1.1 Contamination du l'air.....	16
II.7.1.2 Contamination d'eau.....	17
II.7.1.3 Contamination du sol	17
II.7.1.4 Effets sur les organismes non visés	18
II.7.2 Les voies de contaminations des pesticides et leurs effets sur l'homme.....	19
II.7.2.1 Les voies de contaminations.....	19
II.7.2.2 Les effets sur l'homme.....	20
II.7.2.2.1 Les effets aigus.....	20
II.7.2.2.2 Les effets chroniques.....	20
II.7.2.2.2.1 Les effets sur la reproduction.....	20
II.7.2.2.2.2 Les effets perturbateurs endocriniens.....	20
II.7.2.2.2.3 Les effets neurotoxiques.....	21
II.7.2.2.2.4 Les effets sur le système immunitaire	21
II.7.2.2.2.5 Cancérogenèse.....	21
II.8 Les mesures de la sécurité pour limiter les risques liés aux pesticides.....	21

III Conclusion	23
----------------	----

Chapitre 2: Présentation de la région d'étude

I. Situation géographique.....	24
II. Géomorphologie	24
III. Sols.....	25
IV. Climat.....	26
IV.1 Température.....	26
IV.2 Précipitations.....	27
IV.3 Vent.....	27
IV.4 L'humidité relative.....	28
IV.5 Synthèse climatique.....	29
IV.5.1 Diagramme ombrothermique de Gaussen.....	29
IV.5.2 Climagramme d'Emberger.....	30
V. Aperçu sur la plasticulture à Biskra.....	32
V.1 L'importance.....	32
V.2 Superficie.....	32
V.3 Production.....	33

Chapitre 3: Matériel et méthodes

I. Le choix et situation géographique des communes d'étude.....	35
I.1 El Ghrous.....	35
I.2 M'ziraa.....	35
II. Les travaux de terrain.....	36
II.1 Déroulement de l'enquête.....	36
II.2 Méthodes d'échantillonnage.....	37
III. Les travaux de laboratoire.....	38
III.1 Préparation les échantillons du sol.....	38
III.2 Les travaux de laboratoire	38
III.2.1 La mesure du pH.....	38
III.2.2 La mesure de la Conductivité électrique.....	39
III.2.3 Dosage du calcaire total par la méthode du calcimètre de Bernard.....	39

III.2.4 Détermination de la matière organique par la méthode de Walkley-Black...	40
III.2.4 Détermination de la capacité d'échange cationique par la méthode d'acétate de sodium.....	41
III.2.5 Les cations échangeables.....	42
III.2.6 Analyse granulométrique (méthode de tamisage).....	42
III.2.8 Analyses des métaux lourds (Zn).....	43
III.2.9 Analyse des résidus des pesticides.....	44
III.2.9.1 Préparation les solutions standards.....	45
III.2.9.2 Extraction.....	46
III.2.9.2.1 Description le protocole d'extraction des résidus des pesticides dans le sol..	46
III.2.9.3 Identification et dosage par la chromatographie en phase gazeuse (CPG).....	47
III.2.9.3.1 Le principe de la chromatographie en phase gazeuse (CPG).....	47
III.2.9.3.2 Les conditions chromatographiques.....	48
III.2.9.3.3 Séquence d'injection.....	48
IV. L'analyse statistique des données.....	48
Chapitre 04: Résultats et discussions	50
I. Résultats d'enquête.....	50
I.1 Enquête auprès des serristes maraîchers.....	50
I.1.1 L'âge et niveau d'étude.....	50
I.1.2 Les cultures sous serres pratiqués	52
I.1.3 Les ennemies de la culture sous serre.....	52
I.1.4 Les principaux pesticides utilisés.....	53
I.1.5 Le matériel de traitement et l'achat de pesticides.....	56
I.1.6 Moments et fréquence de traitement.....	57
I.1.7 Respect des doses de traitement et des délais d'attente avant récolte.....	57
I.1.8 Les mesures de sécurité prises lors et après de traitement.....	59
I.1.9 Gestion des restes de la bouille de pesticide et lavage de pulvérisateur après le traitement.....	61
I.1.10 Gestion des emballages vides et condition de stockage.....	61
I.1.11 Les maladies liées à l'application de pesticides.....	63
I.2 Enquête auprès des vendeurs des pesticides.....	64
I.2.1 Les pesticides les plus vendus	64
II. L'analyse au laboratoire	66

II.1 Caractérisations physico-chimiques des sols.....	66
II.1.1 pH.....	67
II.1.2 Granulométrie.....	68
II.1.3 Conductivité électrique (CE).....	69
II.1.4 Le calcaire total.....	71
II.1.5 Capacité d'échange cationique (CEC) et les cations échangeables.....	72
II.1.6 La matière organique	73
II.2 Résultats de métaux lourds (Zinc).....	74
II.3 Influence les caractéristiques du sol sur les pesticides dans le sol.....	76
II.4 Les résultats de recherche les pesticides.....	77
Conclusion générale	82
Références bibliographiques	84
Annexes	
Resumé	

Liste des figures

Figure 1	Différentes type de pesticides	5
Figure 2	Dispersion d'un pesticide à partir du sol et principaux processus influant	12
Figure 3	Combinaison	23
Figure 4	Les gants, masque, lunette et bottes	23
Figure 5	situation géographique de la région d'étude	24
Figure 6	Températures moyennes mensuelles de la région de Biskra durant la période 2006 - 2015	26
Figure 7	Les précipitations moyennes mensuelles de la région de Biskra durant la période 2006 - 2015	27
Figure 8	Vitesse moyenne mensuelle du vent de la région de Biskra durant la période 2006 - 2015	28
Figure 9	L'humidité moyenne mensuelle de la région de Biskra durant la période 2006 - 2015	29
Figure 10	Diagramme ombrothermique de Gaussen de la région de Biskra durant la période 2006 – 2015	29
Figure 11	Localisation de la région de Biskra durant la période 2006-2015 dans Climagramme d'Emberger	31
Figure 12	Évolution de la production maraichère sous serre (Qx) dans la wilaya de Biskra	34
Figure 13	Situation géographique des communes d'étude	36
Figure 14	Prélèvement du sol	38
Figure 15	Photographie de tamiseur	43
Figure 16	La chromatographie en phase gazeuse (CPG)	45
Figure 17	Protocole d'extraction des résidus de pesticides dans le sol	46
Figure 18	Le principe de la chromatographie en phase gazeuse (CPG)	47

Figure 19	La nature des pesticides utilisés par les serristes de région de Ziban	53
Figure 20	Répartition des pesticides utilisés selon la famille chimique	54
Figure 21	Respect des doses de traitement	58
Figure 22	Respect du délai avant récolte (DAR)	59
Figure 23	Emballages vides sont jetés dans la nature	62
Figure 24	Le niveau d'étude des vendeurs	64
Figure 25	Les matières actives fongicides les plus vendues	65
Figure 26	Les matières actives insecticides les plus vendues	65
Figure 27	Les familles chimiques des insecticides les plus utilisés	66
Figure 28 A	Variations du pH des sols dans la région d'El Ghrous	67
Figure 28 B	Variations du pH des sols dans la région de Mziraa	67
Figure 29 A	Variations de la conductivité électrique des sols d'El Ghrous	70
Figure 29 B	Variations de la conductivité électrique des sols de Mziraa	70
Figure 30 A	Variations du calcaire total des sols d'El Ghrous	71
Figure 30 B	Variations du calcaire total des sols de Mziraa	71
Figure 31 A	Variations de la matière organique des sols d'El Ghrous	73
Figure 31 B	Variations de la matière organique des sols de Mziraa	74
Figure 32	Chromatogramme du 1 ^{er} échantillon de la région de Mziraa	79
Figure 33	Chromatogramme du 2 ^{eme} échantillon de la région de Mziraa	79
Figure 34	Chromatogramme du 1 ^{er} échantillon de la région d'El Ghrous	80
Figure 35	Chromatogramme du 2 ^{eme} échantillon de la région d'El Ghrous	80

Liste des tableaux

Tableau 1	Classification des pesticides selon le mode d'action	6
Tableau 2	Évolution des superficies des cultures pratiquées sous serre (Ha) dans la wilaya de Biskra	32
Tableau 3	Évolution de la production maraichère sous serre (Qx) dans la wilaya de Biskra	33
Tableau 4	Caractéristiques sociodémographiques des serristes enquêtés	51
Tableau 5	Principaux problèmes phytosanitaires de cultures cités par les serristes	52
Tableau 6	Pesticides les plus couramment utilisés par les travailleurs agricoles et classes thétoxicologiques des pesticides	55
Tableau 7	Fréquence des traitements par les serristes enquêtés	57
Tableau 8	Les moyens de protection que les agriculteurs utilisent lors du traitement	60
Tableau 9	Nature des malaises ressentis chez les serristes	63
Tableau 10	Pourcentage des fractions granulométriques du sol étudiés	69
Tableau 11	Les résultats des analyses les cations échangeables	72
Tableau 12	Concentrations du zinc dans le sol	74
Tableau 13	Matrice de corrélation (Pearson) entre le zinc et les facteurs édaphiques du sol	75
Tableau 14	Caractéristiques physico-chimiques de molécules ciblées	78

Liste des abréviations

ANAT: Agence national d'aménagement du territoire

DA : Dinar Algérien

DDT : dichlorodiphényltrichloroéthane

ANSEJ: l'agence Nationale de Soutien à l'emploi des Jeunes.

FAO: Food and Agriculture Organization

ha: Hectare

HPLC: Chromatographie en phase liquide à haute performance

INPV : Institut national de la protection des végétaux

INS: Institut National des Statistiques

meq: milli équivalent

SM: la spectrométrie de masse

OMS: organisation mondiale de la santé

PoPs: Polluants Organiques Persistants

Ppb: partie par milliard

ppm: partie par million

Qx : Quintaux

UIPP: Union des Industries de la Protection des Plantes

Zn: Zinc

µg: micro gramme

µl: micro litre

µm: micro mètre

Introduction

générale

Introduction générale

Le développement de l'agriculture est accompagné par l'utilisation des pesticides partout dans le monde. Cette utilisation a montré ses avantages notamment dans l'augmentation des rendements de production (Solimane, 2011), par l'élimination ou réduction des déprédateurs des cultures et destruction des plantes adventices (Ramade, 2011). À l'heure actuelle, la lutte chimique est dominée par trois classes de pesticides que sont les herbicides appliqués contre les mauvaises herbes, les insecticides contre les insectes, et enfin les fongicides contre les champignons. Pour un chiffre d'affaires mondiales d'environ 30 milliards d'euros, ces trois classes représentent respectivement 47%, 29%, 18% (Leroux, 2002).

En Algérie, l'usage des pesticides ne cesse de se multiplier dans de nombreux domaines en grandes quantités. Ainsi environ 400 produits phytosanitaires sont homologués, dont une quarantaine de produits sont largement utilisés par les agriculteurs (Bouziani, 2007).

La plasticulture au Ziban (région de Biskra) a connu un essor immense au cours des deux dernières décennies. Elle devient parmi les premiers fournisseurs du marché national en produits maraîchers notamment le piment, le poivron et la tomate. En 2013, la superficie en plasticulture était de 4266 ha et une production de 3942809 Qx (DSA, 2014). La serre constitue un environnement particulièrement favorable au développement de divers ennemis des cultures (Nicot, 2008), ce qui a poussé les agriculteurs à adopter différentes méthodes de lutte, principalement par la lutte chimique (pesticide). Ces produits sont considérés comme une composante vitale de l'agriculture moderne, jouant un rôle majeur dans le maintien d'une productivité agricole élevée.

En effet, L'utilisation des pesticides présente deux volets aux conséquences totalement opposées. Le premier concerne la nécessité de réduire les dégâts causés aux cultures par des organismes nuisibles animaux et végétaux dont les conséquences économiques peuvent parfois être importantes pour une exploitation agricole, une région ou un pays. À cette fin, les pesticides sont souvent un moyen efficace d'intervention permettant de sauver des récoltes et donc de préserver les revenus de l'agriculture ou tout

simplement d'éviter d'insuffisantes productions d'aliments. Le deuxième volet tient à la nature même des pesticides. Dans certaines conditions, de possibles polluants de l'air, des eaux, des aliments et des sols (Calvet *et al.*, 2005).

Des études réalisées par plusieurs auteurs dans différents pays, ont signalé : la détection des résidus de pesticides dans différents compartiments de l'environnement (sol, eau, air), c'est le cas en Algérie de l'étude de Bettiche *et al* (2017) dans l'eau de surface dans un milieu agricole à vocation serricole dans la région de Biskra (Ziban-Est). Berkok (2008) indique dans son travail la présence de plusieurs pesticides dans presque tous les échantillons prélevés des eaux superficielles du bassin versant de la Tafna, et Moussaoui *et al* (2001) dans tous les échantillons analysés de laitue, tomate et eau.

Au Maroc, l'étude de El Bakouri (2006), dans le périmètre de Loukkos et au Sénégal dans la zone de Niayes par Diop (2014). Enfin en France, par Carles *et al* (2013) dans la Martinique.

L'emploi des pesticides présente un risque aussi pour la santé humaine, dont les agriculteurs sont les plus exposés à ce risque. Plusieurs études ont montré une forte probabilité de développer des cancers ou des problèmes de stérilité ou encore d'avoir un dérèglement du nerveux central (Koriko1 *et al.*, 2014; Sanborn *et al.*, 2004), Dans certains cas la pratique d'utilisation de ces produits par les agriculteurs peut aggraver les effets toxiques pour l'homme et l'environnement.

Dans le cadre de cette thèse, notre travail est comporté de deux volets: le premier a consisté d'une enquête auprès des serristes maraîchères et des vendeurs des pesticides afin d'identifier les pesticides les plus utilisés et vendus dans deux communes de la région de Biskra (Mziraa et El Ghrous) et d'évaluer les connaissances et les pratiques associées à l'utilisation de pesticides. Le deuxième volet est consacré à faire des analyses physico-chimiques et des métaux (Zn) dans le sol. Ainsi le dosage de résidus des pesticides dans le sol pour objectif d'évaluer le niveau de contamination.

Quatre chapitres a été développé pour répondre aux grands lignes de ce travail:

- le premier chapitre est une synthèse bibliographique : constituée généralité sur les pesticides.

- Le deuxième chapitre concerne les données générales sur la région d'étude: la situation géographique, géomorphologie, sols, climat et enfin aperçus sur la plasticulture à Biskra.
- Le troisième chapitre est consacré à description du matériel et des méthodes utilisés pour la réalisation de ce travail.
- Dans le dernier chapitre nous exposons les résultats obtenus des enquêtes et des analyses: les analyses physico-chimiques de sols et les analyses des résidus de pesticides, ainsi leurs discussions.

Chapitre I

Les pesticides et l'environnement

Chapitre 1: Les pesticides et l'environnement

I. Introduction

L'utilisation des pesticides a considérablement augmenté au cours des dernières décennies, quel que soit le niveau économique des pays (Baldi *et al.*, 1998), c'est le moyen le plus utilisé pour protéger les cultures, les semences et les denrées stockées contre les phytoparasites, il permet de limiter les pertes des cultures en protégeant les végétaux des organismes nuisibles, en réduisant les attaques des ravageurs, en limitant la concurrence des plantes adventices et en assurant la conservation des denrées stockées (Ndao, 2008).

Cependant, l'usage intensif des produits phytosanitaires (herbicides, insecticides, fongicides...) conduit à une contamination chronique de tous les compartiments de l'environnement : l'eau, l'air, le sol (Hura *et al.*, 1999; Sudhakar et Dikshit, 2001; Briand *et al.*, 2002; Errami *et al.*, 2002; Aktar *et al.*, 2009; Schrack *et al.*, 2009; Damalas et Eleftherohorinos, 2011; Villaverde *et al.*, 2017).

L'utilisation des produits phytosanitaires peut affecter aussi la santé humaine et provoquer des graves problèmes tels que : déficits immunitaires (Nhan *et al.*, 2001 in Bouchaïb *et al.*, 2007; WRI, 1996 in Mansour, 2004; Caplat *et al.*, 2011), des effets sur la reproduction (Cocco, 2002 in Baldi, 2006; Casas, 2010), des cancers (Pimental, 2005; Amirad, 2011; Srivastava et Kesavachandran, 2016; Kim *et al.*, 2017 ;), des effets neurotoxiques (Multigner, 2005 ; El baz, 2009 ; Astiz, 2009).

II. Généralité sur les pesticides

II.1 Définition

Selon Boland *et al.*, (2004), un pesticide est une substance qui est sensée prévenir, détruire, repousser ou contrôler tout ravageur animal et toute maladie causée par des microorganismes ou encore des mauvaises herbes indésirables.

Ainsi, un pesticide comme une substance qui possède une activité biologique qui agit sur diverses fonctions physiologiques et entraîne le plus souvent la mort de l'organisme vivant qui a pu l'absorber (Calvet *et al.*, 2005).



Figure 1: Différents type de pesticides (photo Originale)

II.2 Classification des pesticides

Il existe trois façons de classer les pesticides:

II.2.1 Classification selon leur cible

On distingue

II.2.1.1 Insecticide

Les insecticides, dont les propriétés visent à détruire les insectes, sont les premières molécules de pesticides connus et utilisés. Ces molécules agissent principalement sur le système nerveux, (néonicotinoïdes, carbamates, organophosphorés, pyréthrinoides...) mais aussi sur la respiration (pyrazoles) ou la synthèse de chitine (benzoylurées...) et des régulateurs de croissance (dérivés des pyridines) (Arzul *et al.*, 2014).

II.2.1.2 Fongicide

Ils permettent de lutte contre les maladies cryptogamiques qui causent des dommages aux végétaux cultivés (Ramade, 2011), les modes d'action des fongicides sont beaucoup plus variés que ceux des insecticides et des herbicides. La plupart des fongicides (plus de 80%), comme le manèbe qui empêche la germination des spores, peuvent agir sur plusieurs sites au niveau du parasite de sorte qu'ils sont en général peu spécifiques et n'induisent pas de résistance. Les autres, qui ont une action sur un seul site, sont plus spécifiques et des cas de résistance ont déjà été notés (Renou et Deguine, 2002).

II.2.1.3 Herbicide

Ce sont des substances qui généralement, détruisent leurs plants cibles, nommées adventices ou mauvaises herbes. Quelques-uns ne sont pas létaux à leur dose d'utilisation ; cependant, ils freinent suffisamment la croissance et le développement des plants touchés pour les empêcher de nuire à la culture (Regnault Roger, 2005).

II.2.1.4 Autres pesticides

Acaricides : toxiques pour les acariens hématophages ou phytophages (araignées rouges).

Nématocides : toxiques pour les nématodes parasites des végétaux.

Rodenticides : employés pour lutter contre les pullulations de rongeurs.

Molluscicides : toxique pour les mollusques, limaces et escargots.

II.2.2 Classification selon mode d'action

Selon le mode d'action, on distingue plusieurs catégories des pesticides (Tab.01) (Calvet *et al.*, 2005).

Tableau 1: Classification des pesticides selon le mode d'action :

Insecticides –acaricides		
Mode d'action		Famille chimique
Pesticides agissant sur le système nerveux	Action sur la synapse agissant et les neuromédiateurs	Avermectines, carbamates organophosphorés
	Action sur la transmission axonale	Carbinols, pyréthriinoïdes
	Action inhibitrice sur la prise de nourriture	Pyridine-azométhrine
Pesticides agissant sur la respiration	Inhibition du transport des électrons dans la mitochondrie	Roténone, phénoxy-pyrazoles, pyrazol-carboxamides, pyridazinone, quinazolines, amidinohydrazone
	Inhibition de la phosphorylation oxydative	Dérivés stanniques, Sulfones et sulfonates
Pesticides interférant sur la mise en place de la cuticule	Inhibition de la chitine	Benzoyl-urées
	Agoniste de l'ecdysone	Benzhydrazides
	Blocage de hydroxylation de l'ecdysone	Thiadiazines
	Analogue de l'hormone juvénile	Méthoprene
	Mimétique de l'hormone juvénile	Fénoxy-carbe, Dérivés des pyridines

II.2.3 Classification selon la structure chimique

Elle permet de classer les pesticides en 3 grands catégories :

II.2.3.1 Les pesticides inorganiques

Sont parmi les premiers produits chimiques utilisés pour combattre les fléaux. Comme le sulfure, l'arsenate de plomb, les mélanges de cuivre et de chaux, le borax et les chlorates, et les composés de mercure. Les pesticides inorganiques sont basés sur des éléments chimiques qui ne se dégradent pas, c'est pourquoi pour beaucoup d'entre eux l'utilisation a de graves effets toxicologiques et sur l'environnement. Par exemple, certains s'accumulent dans le sol ; le plomb, l'arsénique et le mercure sont fort toxiques (Boland *et al.*, 2004).

II.2.3.2 Les pesticides organométalliques

Ce sont des fongicides dont la molécule est constituée par un complexe d'un métal tel que le zinc et le manganèse et d'un anion organique dithiocarbamate. Des exemples de ces pesticides sont le mancozèbe (avec le zinc) et le manèbe (avec le manganèse) (Calvet *et al.*, 2005).

II.2.3.3 Les pesticides organiques :

Ils sont très nombreux et appartiennent à diverses familles chimiques et les principaux sont:

II.2.3.3.1 Les organochlorés

Ce sont des insecticides, possèdent dans leur structure au moins une liaison carbone-chlore. Les organochlorés se caractérisent par leur stabilité chimique, leur apolarité et leur lipophilie. Ce sont des insecticides de contact et agit aussi par ingestion. Ces composés sont neurotoxiques. Ils agissent au niveau du système nerveux en perturbant la transmission de l'influx nerveux le long des axones (Regnault Roger, 2014). Parmi les organochlorés les plus persistants: DDT, endosulfan qui sont interdits aujourd'hui dans notre pays.

II.2.3.3.2 Les organophosphorés

Ce sont des composés organiques du phosphore, représentés en majorité par des dérivés de l'acide orthophosphorique. Tous possèdent en commun le fait que leur molécule comporte un atome de phosphore central pentavalent. La plupart d'entre eux sont rapidement biodégradables aussi bien dans le sol que dans l'eau (Ramade, 2011), ils inhibent

l'acétylcholinestérase (AChE) : enzyme responsable de détruire du neurotransmetteur acétylcholine. L'inhibition de l'enzyme provoque l'accumulation de l'acétylcholine à la terminaison nerveuse, et perturbation de l'activité nerveuse (Yu *et al.*, 2011). Parmi les organophosphoré en cité : Malathion et Parathion.

II.2.3.3.3 Les carbamates

Sont des dérivés d'acide carbamique (Cun *et al.*, 2004). Les carbamates sont largement utilisés pour lutte contre les ennemies des cultures. Leurs modes d'action sont l'inhibition de l'acétylcholinestérase (Yu *et al.*, 2011). Ce sont des composés dégradent rapidement dans le sol et leurs métabolites possèdent une toxicité faible que les molécules mères (Kurek *et al.*, 2016). Les carbamates qui ont connu le plus de succès sont le carbaryl (mis sur le marché en 1956) et le méthomyl (mis sur le marché en 1966) (Desgranges, 2015).

II.2.3.3.4 Les pyréthrinoïdes

Selon Testud et Grillet (2007), les pyréthrinoïdes sont des analogues synthétiques des alcaloïdes naturels (pyréthrines et II, cinérine I et II, jasmoline I et II) que l'on peut extraire de la fleur jaune de *Chrysanthemum_cinerariaefolium*. Leur efficacité à très faible dose, le peu de résistances développées par les insectes, la faible toxicité chez les mammifères et l'absence de persistance dans l'environnement. Ce sont des insecticides polyvalents agissant par contact et ingestion : ils entraînent une sidération immédiate puis la mort du ravageur ; certains dérivés possèdent en outre activité inhibitrice de la ponte et de la prise de nourriture par les larves. Parmi les pyréthrinoïdes les plus utilisés sont : la cyperméthrine et la deltaméthrine.

II.2.3.3.5 Les triazines

Le premier brevet décrivant les propriétés herbicides des triazines a été déposé en 1954, suivi par plusieurs dizaines d'autres (Gauvrit, 1996). Les triazines comportent un hétérocycle aromatique de six atomes, dont 3 de carbone et 3 d'azote, elles pénètrent dans les plantes par les racines et bloquent la photosynthèse. Les plus connues sont l'atrazine et la simazine, l'atrazine a été et encore beaucoup utilisée pour le désherbage du maïs, elle est stable et persiste longtemps dans le milieu, notamment dans l'eau. La simazine présente une toxicité immédiate moins grande (Pousset, 2003).

II.2.3.3.6 Urées substitués

Ils pénètrent dans la plante par les racines, sont véhiculés par la sève et s'accumulent dans les feuilles où ils bloquent la photosynthèse. Ils sont rémanents dans le sol mais leur toxicité immédiate est faible (Pousset, 2003). La plupart d'entre eux, comme l'isoproturon, le flumeturon, le diuron et le linuron, sont des herbicides de pré-levée non sélectifs (Matthews, 2016).

II.2.3.3.7 Les néonicotinoïdes

Ces dernières années, les insecticides néonicotinoïdes ont été la classe d'insecticides la plus utilisée dans la protection des cultures (Jeschke *et al.*, 2011), ce sont des dérivés de la nicotine (Falgayrac, 2014), ils sont très efficaces à des doses très faibles (Matthews, 2016). Comme la quasi totalité des insecticides disponibles, les néonicotinoïdes sont des neurotoxiques : leur cible est le récepteur post-synaptique à l'acétylcholine dont le blocage induit paralysie et mort de l'insecte (Testud, 2014). Il est apparu récemment que les néonicotinoïdes peuvent persister et s'accumuler dans les sols (Goulson, 2013). On compte parmi les néonicotinoïdes les plus utilisés sont : acétamepride et imidaclopride.

II.3 Les différentes formulations des pesticides

Selon Testud et Grillet (2007), La plupart des spécialités se présentent sous forme d'émulsion, suspensions, poudre ou microgranulés soluble dans l'eau; une minorité est disponible sous forme de granules: c'est le cas notamment des molluscicides et des insecticides utilisés en traitement des sols, ainsi que des appâts raticide ou souricides. Un code international établit la liste des types de formulation des spécialités phytosanitaires ; les plus courantes sont :

- les concentrés émulsionnables (EC) : formulations liquides homogènes destinées à être appliquées après dilution dans l'eau sous forme d'émulsion ;
- les suspensions concentrées (SC): suspensions stables de substances (s) active(s) dans un liquide, qui peuvent contenir d'autre (s) substance (s) active(s) dissoute (s), pour emploi après dilution dans l'eau ;
- les granulés autodispersibles (WG) : formulations solides destinées à être appliquées après délitage et dispersion dans l'eau ;

- les concentrés solubles (SL) : formulations liquides homogènes destinées à être appliquées après dilution dans l'eau sous forme de solution vraie de la substance active.

II.4 Utilisation des pesticides

II.4.1 Dans le monde

L'utilisation des pesticides a connu un développement important au cours des dernières décennies. Elle a fortement contribué à l'amélioration des rendements agricoles et permis un énorme progrès dans la maîtrise des ressources alimentaires (Camard et Magdelaine, 2010). Le marché mondial des pesticides représente 40,475 milliards de dollars. L'Europe est le plus gros consommateur (avec 31,7% du marché) devant l'Asie (23,1%), les Amériques (Sud : 20,8% ; Nord : 20,6%) et l'Afrique (3,8%) (UIPP, 2009 in Bourbia-Ait Hamlet, 2013). D'après Matthews (2016) les ventes mondiales des pesticides en 2013 est environ de 54 millions dollars, contre 26,7 millions dollars en 2003, dont les herbicides sont le plus utilisés mondialement (43,7%) devant les insecticides (27,5%), fongicides (25,8%) et 3% pour les divers.

Selon les pays, La France est actuellement le premier consommateur européen de produits phytosanitaires et le quatrième à l'échelle mondiale (après les Etats-Unis, le Japon et le Brésil) avec une quantité vendue voisine de 63 000 tonnes en 2011 (soit 5,1 kg de pesticide à l'hectare), dont près de 55 % d'herbicides et 35 % de fongicides (UIPP, 2012 in Youness, 2014). En Tunisie, la moyenne des importations annuelles de pesticides entre 1999 et 2006 s'élève à 3750 tonnes/an (INS, 2008 in Bahrouni, 2010). À titre de comparaison, l'importation annuelle du pesticide au Maroc est de 1500 tonnes (El yadini, 2013).

II.4.2 En Algérie

La production et la commercialisation des pesticides sont assurées en partie ASMIDAL et ALPHYT, puis avec l'ouverture du marché, plusieurs entreprise se sont spécialisées dans l'importation (Boumedine, 2012), environ 400 produits phytosanitaires sont homologués en Algérie (Bouziani, 2007).

L'inventaires des pesticides réalisé en 2003 par le Ministère de l'environnement et de l'aménagement du territoire a comptabilisé un total de 1731 tonnes de produits toutes natures confondues (insecticides, fongicides, nématicides, herbicides) dont 197.3 tonnes entrent dans la catégorie des « PoPs » parmi les quel 191 tonnes sont constitués par le DDT (96.8%) localisés principalement dans la wilaya de Mostaganem (180 tonnes) (Boumedine, 2012),

mais l'utilisation du pesticide en Algérie reste faible comparée aux pays développés, selon les données de l'union des industries de la protection des plantes UIPP(2009) et de la FOASTAT (2014), le marché algérien présente 6.09% du marché africain, et 4.14% du marché mondiale (Belhadi *et al.*, 2016). D'après des enquêtes réalisés par kheddam (2012) auprès des agricultures de plusieurs wilaya montrent que : 109 spécialités commerciales sont utilisés par les agriculteurs enquêtés, dont les insecticides en premier lieu et les fongicides viennent en seconde position.

II.5 Cadre législative et réglementaire

Selon le bulletin d'information phytosanitaire publié par l'INPV en 2012, Le contrôle des produits phytosanitaires n'était pas encore réglementé de 1962 à 1967, par conséquent, aucune autorisation n'était exigée quant à la commercialisation et l'utilisation des pesticides à usage agricole. Ce n'est qu'en 1987 que la loi phytosanitaire n°87-17 du 1^{er} Août 1987 a conféré la mission de contrôle des produits phytosanitaires à l'ensemble des aspects liés à la commercialisation et au stockage, élargissant la prise en charge aux inspecteurs phytosanitaires des postes frontaliers. Au terme de cette loi, L'importation, la détention, la commercialisation et l'utilisation de produits phytosanitaires à usage agricole, doivent faire l'objet d'une homologation. Selon le décret exécutif n° 95-405 du 2 décembre 1995 relatif au contrôle des produits phytosanitaires à usage agricole (DPVCT, 2015) ;

Art 06 : Les produits phytosanitaires bénéficiant d'une homologation, sont inscrits sur un registre tenu et mis à jour par le secrétariat technique de la commission des produits phytosanitaires à usage agricole.

Art 08: le retrait de l'homologation d'un produit phytosanitaire intervient lorsqu'un élément nouveau apparaît mettant en évidence sa nocivité ou mettant en cause son efficacité.

Art 20: les produits phytosanitaires à usage agricole «particulièrement dangereux» ne peuvent faire l'objet d'une commercialisation ou d'une utilisation que sur autorisation délivrée, sur demande, par l'autorité phytosanitaire.

II.6 Devenir les pesticides dans l'environnement

Après l'épandage de pesticide, une seule faible quantité atteignent la cible, elle est évalué au moins de 0.1%, ce que veut dire que 99.99% disperse dans l'environnement (Pimentel,

1995). Les mécanismes qui gouvernent ce devenir sont nombreux et complexes, ils peuvent se classer en trois types: rétention, dégradation, transfert (Colin, 2000).

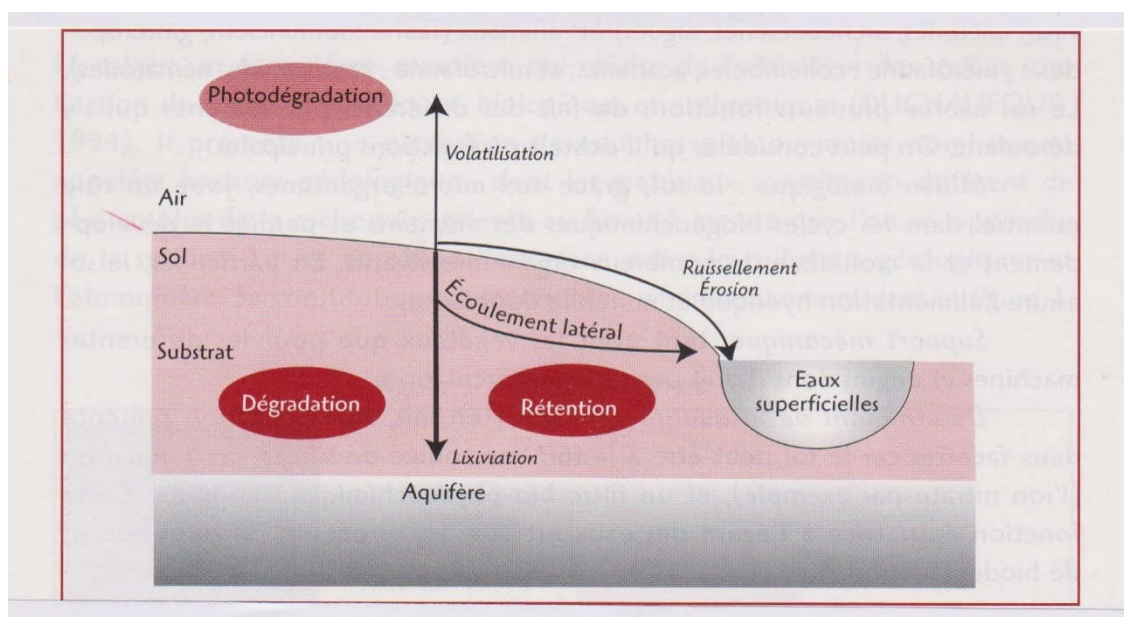


Figure 2:dispersion d'un pesticide à partir du sol et principaux processus influant (Calvet et Charnay, 2002).

II.6.1 Processus de rétention

La rétention des pesticides dans le sol réduit leur mobilité et diminue ainsi, au moins temporairement, leur transfert vers l'air ou l'eau (Aubert *et al.*, 2005). Elle peut être définie comme : le passage des molécules sur la phase solide du sol à partir, soit de la phase gazeuse, soit de la phase liquide. Elle est principalement due au phénomène d'adsorption, ce phénomène résulte de l'attraction des molécules par les surfaces des constituants minéraux (argiles, oxydes métalliques) et organiques (substances humiques) du sol. L'attraction et la rétention qui en résultent sont dues à diverses interactions entre les surfaces absorbantes et les molécules adsorbées dont les plus importantes sont les liaisons hydrogène, les liaisons ioniques et les interactions hydrophobes (Calvet et Charnay, 2002). L'adsorption du pesticide dépend : de la structure chimique du produit, de la nature du sol et des propriétés physico-chimiques du sol comme le pH (Barriuso et Calvet, 1992).

La rétention des polluants organiques par les sols est classiquement caractérisée à l'aide de coefficients de partage ou de distribution (K_d) du polluant entre les phases solide et liquide (Barriuso *et al.*, 1996). L'influence de la teneur en matières organiques dans le sol s'avérant

déterminante, la mobilité des pesticides dans le sol est le plus souvent décrite par le coefficient de partage carbone organique-eau K_{oc}, rapport entre K et le pourcentage de carbone organique dans le sol (Colin, 2000).

II.6.2 La dégradation du pesticide

La dissipation des produits phytosanitaires apportés lors d'un traitement peut avoir plusieurs origines : volatilisation, ruissellement, lessivage, stabilisation, seule la dégradation constitue le processus qui conduit à la disparition réelle de la matière active, soit par transformation partielle soit par transformation totale (Yaduraju, 1994 in Regnault Roger, 2005). On distingue deux types de la dégradation :

II.6.2.1 La dégradation abiotique

Selon Calvet *et al.*, (2005) les transformations abiotiques sont dues à des réactions chimiques qui ne sont pas catalysées par des systèmes enzymatiques, elles comprennent :

II.6.2.1.1 Oxydo-réduction et hydrolyse

Les pesticides possèdent plusieurs groupes d'atomes susceptibles d'être oxydés, les réactions d'oxydations sont dues à des réactions avec l'oxygène moléculaire ou avec des espèces actives d'oxygène comme l'ozone, l'oxygène singulet et des radicaux peroxydes provenant de transformations photochimiques et microbiologiques. Les conditions physico-chimiques favorables aux réactions de réduction sont rencontrées dans de nombreuses situations telles que les sédiments, les aquifères et pour les sols, celles pour lesquelles on a une hydromorphie temporaire ou surtout permanente. Les réducteurs sont constitués par : les métaux réduits, les sulfures et les composés organiques provenant de la matière organique ou de l'activité des micro-organismes du sol. L'hydrolyse est le processus de la dégradation chimique les plus importants (Cornejo *et al.*, 2000), c'est une réaction de dégradation observée dans la phase aqueuse contenue dans le sol (El Azzouzi, 1999). L'hydrolyse affecté par : pH, température, matière organique par exemple : dans un pH= 7 la demi-vie du carbaryl est 165 jours, alors que dans les conditions acides (pH=6), il est plus persistant (171,4 jours) (Larkin et Day, 1985 in Leslie, 1994).

II.6.2.1.2 Photolyse

La photolyse ou (photo dégradation) est le processus dans lequel la lumière ultraviolette ou visible cause une transformation des pesticides créant des substances avec une toxicité

différente (généralement inférieures) (Domange, 2005). L'intensité de la lumière solaire, la durée de l'exposition et les propriétés du pesticide influent sur le taux de photo dégradation, pesticides appliqués au feuillage ou à la surface du sol sont plus sensibles à la photo dégradation que les pesticides incorporés Dans le sol. (Kerle *et al.*, 2007).

II.6.2.2 La dégradation biotique

La dégradation biotique ou biologique dans les sols est réalisée essentiellement par des processus impliquent les microorganismes de toutes sortes (bactéries, champignons telluriques, annélides), Ces derniers agissent le plus souvent en complémentarité enzymatique, étant majoritairement incapables de dégrader le pesticide à eux seuls. Bien que l'efficacité de la dégradation varie dans des proportions très importantes en fonction des espèces microbiennes, cette diversité et cette complémentarité enzymatique permettent d'assurer une permanence de la dégradation biologique des pesticides, quelles que soient les structures chimiques et les conditions de milieu. La plasticité des espèces bactériennes, les échanges de matériel génétique entre souches, la grande adaptabilité aux substrats et aux milieux permettent aux microorganismes de dégrader efficacement les pesticides (Regnault Roger, 2014).

II.6.3 Processus de transfert

II.6.3.1 Transfert vers l'atmosphère

Il se produit en partie au moment de l'application et dépend alors des techniques et des formulations utilisées ainsi que des conditions climatiques.il peut aussi résulter de la volatilisation (Calvet et Charnay, 2002), elle est définie comme le processus par lequel un composé s'évapore vers l'atmosphère depuis un autre compartiment environnemental (Voutsas *et al.*, 2005). Plusieurs facteurs ont une influence sur ces transferts. Certains sont liés à la substance elle-même : pression de vapeur saturante, coefficients de partage air/eau (constante de Henry), air/phase solide du sol (coefficient d'adsorption), les substances volatiles sont évidemment beaucoup plus sujettes à ces transferts. Leur importance varie aussi en fonction du milieu et principalement de la température et de l'humidité du sol (Calvet et Charnay, 2002).

Les pertes par la volatilisation dépassent souvent en importance celles dues à la dégradation chimique, au ruissellement et à la lixiviation (Taylor et Spencer, 1990 in van der Werf, 1997), dont les quantités volatilisées sont en général plus grandes à partir des surfaces

foliaires qu'à partir du sol (Bedos *et al.*, 2002a in Calvet, 2003), à titre d'exemple : en Saskatchewan, au Canada, 99,9% de l'herbicide 2,4-D iso-octyl ester avoient été volatilisé à partir des surfaces de la plante après cinq jours de leur application (Shewchuk, 1982 in Pimental, 1995).

II.6.3.2 Transfert vers les eaux

Même si le mouvement des particules de sol peut assurer le transfert de pesticides, l'eau constitue le principal vecteur du transport. Le mouvement de l'eau s'effectue de manière différente suivant qu'il a lieu dans la zone de sol saturée ou non saturée en eau. Dans la zone non saturée du sol, l'eau et les solutés s'écoulent verticalement, alors que le mouvement est essentiellement latéral dans la zone saturée (Regnault Roger, 2005).

II.6.3.2.1 Transfert vers les eaux de la surface (ruissellement)

Le ruissellement peut être défini comme le mouvement de l'eau à la surface. Les eaux de ruissellement peuvent transporter les pesticides dissous dans l'eau et les pesticides absorbés par l'érosion (Kerle *et al.*, 1994). Ce phénomène est provoqué soit par une intensité de la pluie est supérieure à la capacité d'infiltration, soit lorsque la capacité du sol à stocker l'eau est dépassée (Grébil *et al.*, 2001). Les pertes des pesticides par les eaux du surface généralement faible et dépend plusieurs facteurs : les propriétés des pesticides et leur dose, le moment et la méthode d'application (Kookana *et al.*, 1998).

II.6.3.2.2 Transfert vers les eaux souterraines

II.6.3.2.2.1 Le transport à l'état dissous, la lixiviation

La lixiviation est le processus de transfert des solutés en profondeur dans le sol, jusqu'aux nappes d'eaux souterraines. L'essentiel du transport de masse de pesticides se fait par convection/ dispersion mais il ne faut pas oublier que la concentration de la phase liquide mobile est en grande partie déterminée par la diffusion moléculaire qui est à l'origine des échanges avec la phase liquide immobile. Le transport a lieu, le plus souvent, en milieux non saturés en eau au cours de l'infiltration. C'est le partage avec le ruissellement qui détermine son importance : si celui-ci est nul, le transport par infiltration est maximum ; au contraire, quand toute l'eau apportée ruisselle, la lixiviation est inexistante (Calvet *et al.*, 2005). Le transport par la lixiviation dépend des propriétés de la substance active, des caractéristiques

du sol (texture et structure, matière organique et pH qui conditionnent l'adsorption) et les conditions climatiques (pluviométrie et température) (Barriuso, 2004).

II.6.3.2.2 Le transport particulaire

Les molécules de pesticides peuvent être associées à des macromolécules ou à des particules colloïdes minérales ou organiques, ce qui favorise leur transport en profondeur. Les composés organiques colloïdaux provenant des lixiviats de décharges, et des composés organiques naturels tels que des substances humiques forment des associations avec les molécules de pesticides et accroissent leur solubilité dans l'eau, d'autant plus qu'elle ont un caractère hydrophobe marqué. La mobilité plus grande que prévue d'une molécule hydrophobe comme le DDT a été expliquée sur cette base (Calvet *et al.*, 2005).

II.7 Effets toxiques des pesticides

II.7.1 Impact environnemental

La plupart des produits phytosanitaires arrivent tôt ou tard au sol où ils sont soumis à un ensemble de processus conditionnant leur devenir et leur dispersion vers d'autres compartiments de l'environnement. Cette dispersion et leur accumulation dans les sols sont à l'origine de problèmes de contamination des milieux (Barriuso, 2004).

II.7.1.1 Contamination de l'air

L'atmosphère joue un rôle primordial dans la dispersion des pesticides. Les pesticides pénètrent dans l'atmosphère suivant diverse processus et peuvent ensuite être déplacés dans les différentes phases de l'atmosphère sur des zones très éloignées de leur site d'application et ainsi contaminer des écosystèmes non ciblés (De Luca *et al.*, 2007). Des études émanant de divers groupes de recherche ont été menées en France permettent de constater la présence de pesticides dans toutes les phases atmosphériques, en concentrations variables dans le temps (caractère parfois saisonnier, lien avec les périodes d'application) et l'espace (proximité des sources) ; même des composés peu volatils ou interdits (lindane par exemple) sont parfois détectés (Aubertot *et al.*, 2005). Dans le cas spécifique de traitements en serre, des concentrations élevées ont pu être observées juste après l'application et malgré une décroissance, ces concentrations peuvent rester à un niveau significatif pendant plusieurs jours après le traitement (Bouvier *et al.*, 2006 in Bourbia-Ait Hamlet, 2013).

II.7.1.2 Contamination d'eau

La contamination des eaux diffère suivant la voie d'écoulement : elle est en général maximale, en termes de concentration instantanée en pesticides, pour le ruissellement, moyenne pour le drainage artificiel des sols, et moyenne à faible pour la lixiviation. Les pertes de la plupart des pesticides lors des phénomènes de ruissellement et d'érosion se font en solution, le transport particulaire n'étant important que pour les pesticides les plus retenus (hydrophobes ou peu solubles dans l'eau). Le risque maximal de contamination des eaux de surface correspond aux fortes averses qui se produisent peu de temps après l'application ou l'arrivée du produit au sol, c'est-à-dire quand la disponibilité de la substance est maximale dans le sol et que les états de surface du sol sont potentiellement dégradés (Aubert *et al.*, 2005).

Pour les eaux souterraines, le risque de contamination par les pesticides peuvent être plusieurs années après leur application et dans endroit éloigné de la zone d'application (Levine, 2007). Par exemple, dans la vallée agricole de l'Okanagan et dans la région du lac Osoyoos, ont détecté dans l'eau souterraine des résidus (1-5 ppb) d'au moins 14 pesticides organochlorés que n'ont utilisé plus depuis environ 10 ans (Pupp, 1985 in Villeneuve *et al.*, 1987).

II.7.1.3 Contamination du sol

Les sols agricoles sont contaminés par les nombreux produits phytosanitaires répandus sur les cultures. Le nombre de produits phytosanitaires actuellement utilisés ou qui ont été utilisé dans le passé est très important. Dans le cas des insecticides, ce sont principalement les composés chlorés comme le DDT. Certains de ces composés sont interdits d'utilisation dans les pays développés mais encore utilisés dans certains pays en développement. Même après plusieurs dizaines d'années suivant l'arrêt de leur utilisation, les pesticides (molécule-mère et/ ou métabolites) peuvent être présents dans l'environnement (Amiard, 2011). Selon des études conduites par Buck *et al.* (1983) in Pimentel et Lehman (1993), les résidus de DDT ont trouvé dans les sols d'Arizona 12 ans après leurs applications. Par ailleurs, Les microchampignons peuvent représenter jusqu' à 60% de la biomasse d'un sol : c'est dire le rôle essentiel qu'ils jouent dans son équilibre. Les fongicides peuvent éliminer une partie de ces micro champignons bénéfiques. L'emploi massif des fongicides a par conséquent un effet dramatique sur l'équilibre écosystémique des sols agricoles (Caplat *et al.*, 2011). Les

vers de terre, qui sont à l'origine des processus d'humification, sont également affectés par la pollution des sols, ce qui compromet dans le long terme leur fertilité (Ramade, 2011).

II.7.1.4 Effets sur les organismes non visés

Tous les organismes vivants sont susceptibles d'être exposés aux pesticides et d'en subir des effets néfastes. Ces effets sont évidemment ceux qui sont recherchés quand il s'agit de détruire ou contenir un organisme ravageur (insectes, nématodes), des Champignons pathogènes ou des mauvaises herbes. En revanche, ils sont dommageables quand ils concernent des organismes vivants non visés (Calvet *et al.*, 2005).

Lors d'une étude des effets de la dieldrine sur des insectes ravageurs, les scientifiques ont trouvé un grand nombre animaux morts comme des insectes auxiliaires, des oiseaux, des chats, des écureuils, dans la zone traitée. Si les pesticides ne tuent pas les organismes, le stress causé par leur présence dans les tissus de ces organismes les rend plus vulnérables aux prédateurs, aux maladies ou à d'autres stress environnementaux (Raven *et al.*, 2009).

De plus, les systèmes reproducteurs des organismes sont également sensibles puisqu'un nombre élevé de pesticide agit comme des œstrogènes. La modification du potentiel reproducteur de l'espèce affectée peut conduire à des réductions sensibles de la biodiversité dans les zones contaminées (Regnault Roger, 2005).

Par ailleurs, les parasitoïdes sont une source importante de régulation des populations d'insectes dans les espaces naturels, mais également dans les zones cultivées. Les populations naturelles de parasitoïdes limitent le développement des populations de ravageurs et de nombreuses espèces sont utilisées en lutte biologique comme auxiliaires de cultures. L'impact des insecticides sur les parasitoïdes peut avoir des conséquences écologiques et économiques, affectant le rendement des cultures. L'utilisation d'insecticides modifie ainsi la dynamique de populations de plusieurs espèces en interaction, dont des ravageurs (Charbonnier *et al.*, 2015).

Une étude réalisée par Relyea (2003), a montré que l'insecticide carbaryl est toxique pour plusieurs espèces d'amphibien.

Selon Tasei (1996), les pesticides dans leur ensemble peuvent tous perturber les insectes pollinisateurs, les herbicides participent à la raréfaction de leurs ressources alimentaires et, dans quelques cas, peuvent avoir une certaine action insecticide, Le fipronil et

l'acétamipride se retrouvent en faibles quantités dans le nectar ou le pollen, constituant ainsi une source de toxicité chronique pour les abeilles (Maire et Laffly, 2015).

Les pesticides peuvent également provoquer des dégâts importants dans la faune aquatique, les mortalités de poissons étant les plus spectaculaires, Pimentel et Coll. (1993) estiment qu'entre 1977 et 1987, aux États-Unis, 6 à 14 millions de poissons sont morts, chaque année, à cause des pesticides (Van der Werf, 1997).

II.7.2 les voies de contaminations des pesticides et leurs effets sur l'homme

II.7.2.1 Les voies de contaminations

Le produit phytosanitaire peut pénétrer dans l'organisme par diverses voies d'entrée: la voie dermique, la voie respiratoire, la voie digestive (Carile, 2006 ; Xu *et al.*, 2017):

- **La voie dermique**

Mode de pénétration le plus fréquent, même en l'absence de lésion, la peau n'étant pas une barrière infranchissable (Conso *et al.*, 2002). Les pesticides peuvent causer des lésions au niveau de la peau ou traverser cette dernière vers le sang et provoquer des effets toxiques, y compris la mort (Michael et Kamrin, 1997). La manipulation des produits sans équipements de protection adaptés et en bon état est l'une des principales causes de cette exposition. Le port de vêtements contaminés est également une autre source d'exposition, de même que le contact avec la culture traitée et la dérive (Ndao, 2008).

- **La voie respiratoire**

Ce mode de contamination causés par : La manipulation du pesticide dans un endroit fermé ou mal ventilé, la respiration de vapeur, brouillard lors de la manipulation ou du traitement sans équipements de protection (Nollet et Rathore, 2010).

- **La voie digestive**

La voie digestive est responsable des plus graves empoisonnements en cas de mélange avec les aliments ou par ingestion accidentelle (Moundosso, 2013), D'autre cas d'ingestion peuvent survenir chez les manipulateurs qui mangent et boivent sans laver les mains.

II.7.2.2 les effets sur l'homme

L'utilisation intensive de pesticide a plusieurs effets néfastes à court ou à long terme (Gupta, 2004):

II.7.2.2.1 Les effets aigus

Les effets aigus s'observent peu de temps après une exposition (heures ou jours) et font suite habituellement à de fortes expositions. Ils s'observent principalement en milieu professionnel et particulièrement parmi les applicateurs ou manipulateurs des pesticides. Ils peuvent être la conséquence de manipulation intempestives ou incorrectes, ou bien de l'insuffisance de moyens individuels ou collectifs de protection (Regnault Roger, 2005).

II.7.2.2.2 Les effets chroniques

La toxicité chronique est, quant à elle, nettement moins bien connue et beaucoup plus difficile à mettre en évidence. Elle peut être associée à une absorption de faibles quantités de pesticides présents dans différents milieux sur une longue période de temps. Elle peut provoquer différents problèmes de santé (Stéphanie, 2006):

II.7.2.2.2.1 Les effets sur la reproduction

Les principales pathologies étudiées sont le risque de stérilité masculine et féminine, un excès d'avortements spontanés, de mort-nés, de retards de croissance et de certaines malformations fœtales telles que les fentes labiopalatines, la non-fermeture du tube neuronal, des anomalies des membres, des tumeurs cérébrales et abdominales (Baldi, 1998 in Camard et Magdelaine, 2010).

II.7.2.2.2.2 Les effets perturbateurs endocriniens

Un perturbateur endocrinien est une substance capable d'imiter les propriétés de certaines hormones et donc d'induire des perturbations dans le développement ou le fonctionnement de l'organisme. La perturbation du système hormonal peut être la cause de problèmes d'infertilité ou de développement de certains types de cancer, de déficits immunitaires ou encore de perturbation du développement neurologique et comportemental (Caplat *et al.*, 2011). Parmi les pesticides qui sont des perturbateurs endocriniens : le DDT et son métabolite dichlorodiphényldichloro-éthane (DDE), le dieldrine, le chlordane et l'endosulfan (Desmots *et al.*, 2005).

II.7.2.2.3 Les effets neurotoxiques

Il s'agit de l'apparition d'un syndrome dénommé intermédiaire, caractérisé dans un premier temps par une paralysie des nerfs crâniens, une faiblesse musculaire, des troubles neuropsychiques et comportementaux ou des troubles neurodégénératives (maladie parkinson) (Multigner, 2005). Une enquête menée par Beghdadli *et al* (2016) dans l'ouest algérien montre que l'exposition aux pesticides augmente le risque de cette maladie.

II.7.2.2.4 Les effets sur le système immunitaire

Les pesticides étaient capables d'endommager le système immunitaire (Culliney *et al.*, 1992 in Van der Werf, 1997). Certaines études récentes montrent une relation entre les pesticides et l'augmentation des risques de maladies infectieuses, La chute de production d'anticorps et des réactions d'hypersensibilité retardées (Samuel et Saint-Laurent, 2001).

II.7.2.2.5 Cancérogénèse

Le risque de cancer, tels que la leucémie et le lymphome, augmente chez les personnes qui sont exposés à des taux élevés de pesticides, est particulièrement pour les agriculteurs. Une recherche a montré qu'une forte relation entre l'exposition aux pesticides et le développement du cancer, surtout chez les enfants. (Bassil *et al.*, 2007 in Srivastava et Kesavachandran, 2016).

II.8 Les mesures de la sécurité pour limiter les risques liés aux pesticides

Les pesticides sont des produits dangereux et afin de limiter les risques pour la santé humaine et les problèmes de pollution il convient de prendre systématiquement un certain nombre de précautions (Viaux, 1999) :

❖ Choix du produit

La sélection du produit devrait être faite en prenant en considération le risque environnemental, le danger potentiel de l'exposition de l'opérateur et les dosages recommandés. (FAO, 2002).

❖ Stocker correctement les produits

Ils seront conservés dans un local spécifique fermé à clef, frais et ventilé, à l'écart de tout aliment. Il est de plus conseillé de conserver les produits dans leur emballage d'origine

avec leur étiquette et de les stocker sur des étagères en les classant, par exemple, par catégorie : insecticide, fongicides, herbicides ou par nature de risque (Fagot et Larrat, 2002).

❖ **Choix le moment adéquate pour le traitement**

Eviter de traiter aux heures chaudes (Calvet, 1980), il est conseillé de traiter le soir ou le matin. N'effectuez pas de traitement lorsqu'il pleut, ni si de la pluie est prévue. (Boland *et al.*, 2004).

❖ **Contrôle le matériel du traitement**

Le matériel ayant servi aux applications doivent être efficacement décontaminés (Viala et Boota, 2005) et en bon état de fonctionnement : vérifier l'état des joints, des tuyauteries, des buses (Fournier, 1988).

❖ **Porter un équipement de protection (EQP)**

Pour la protection individuelle il faut porter (Fig.3, Fig.4) :

- **Les vêtements** de travail spécifiques doivent réservés à l'utilisation des produits phytosanitaires : ciré imperméable, combinaison en coton ou en matière synthétique (Testud et Grillet, 2007).
- **Les gants** :il faut porter des gants pour préparer les bouillies et pour manipuler les pesticides concentrés ou en tout temps qu'existe le risque de contamination de la peau. Les gants doivent être suffisamment longs pour couvrir les mains et les poignets (Boland *et al.*, 2004).
- **Un masque à cartouche filtrante** : Les masques doivent être vérifiés de manière régulière et les parties du filtre doivent être changées conformément aux instructions du fabricant (FAO, 2002).
- **Des lunettes**: les produits agrochimiques peuvent être à l'origine de troubles graves lorsque les plus toxiques d'entre eux sont projetés à l'état concentré vers les yeux (Bonderf *et al.*, in Fournier, 1988), donc le port des lunettes est indispensable.

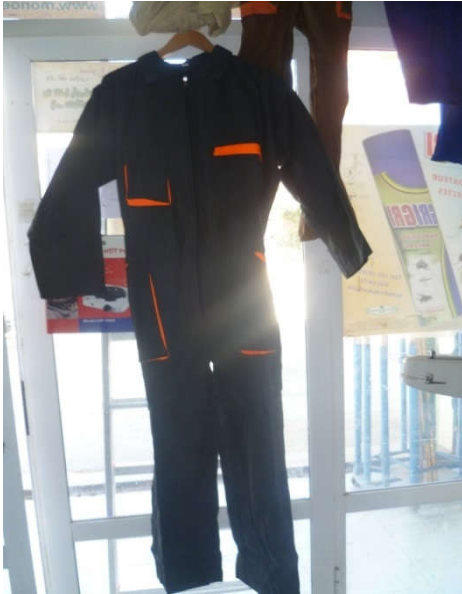


Figure 3: Combinaison
(Photo originale)



Figure 4: Les gants, masque
lunette et bottes (Photo originale)

❖ Respecter les règles d'hygiène

- Ne pas fumer, ne pas boire ni manger durant toute la durée du travail, il est conseillé de se laver correctement les mains (Testud et Grillet, 2007).
- Après le traitement, rincer les bottes et les vêtements imperméables et laver les gants au savon et ranger tous les équipements en dehors du local de stockage des produits (Fagot et Larrat, 2002).

III. Conclusion

Donc l'usage des pesticides a constitué une avancée importante dans la maîtrise des ravageurs, des maladies parasitaires et des mauvaises herbes en agriculture. Ces produits ont largement facilité les conditions de travail et de production des agriculteurs et ont permis une sécurisation incontestable de la production alimentaire. Cependant l'usage de ces produits est aussi à l'origine de nuisances induites : pollutions des eaux, induction d'organismes résistants, impact sur la faune et la flore, appauvrissement des sols, contamination des eaux de surface et des eaux souterraines (Youness, 2014). Ces pesticides aussi posent un véritable problème de santé publique, et pas seulement pour les utilisateurs qui sont les plus exposés, mais aussi pour la population générale (Meziane Moulay, 2011).

Chapitre II

Présentation des zones d'étude

Chapitre 2 : Présentation de la région d'étude

I. Situation géographique

La région de Biskra (Ziban) située dans le sud-est Algérien, est une région à vocation agricole : fin 2006, plus de 46% de la population active travaillait dans ce secteur (Bettiche *et al.*, 2017). Elle est limitée au nord par la wilaya de Batna, au nord-ouest par la wilaya de M'sila au nord-est par la wilaya de Khenchla, au sud par la wilaya d'El-Oued et à l'ouest par la wilaya de Djelfa.

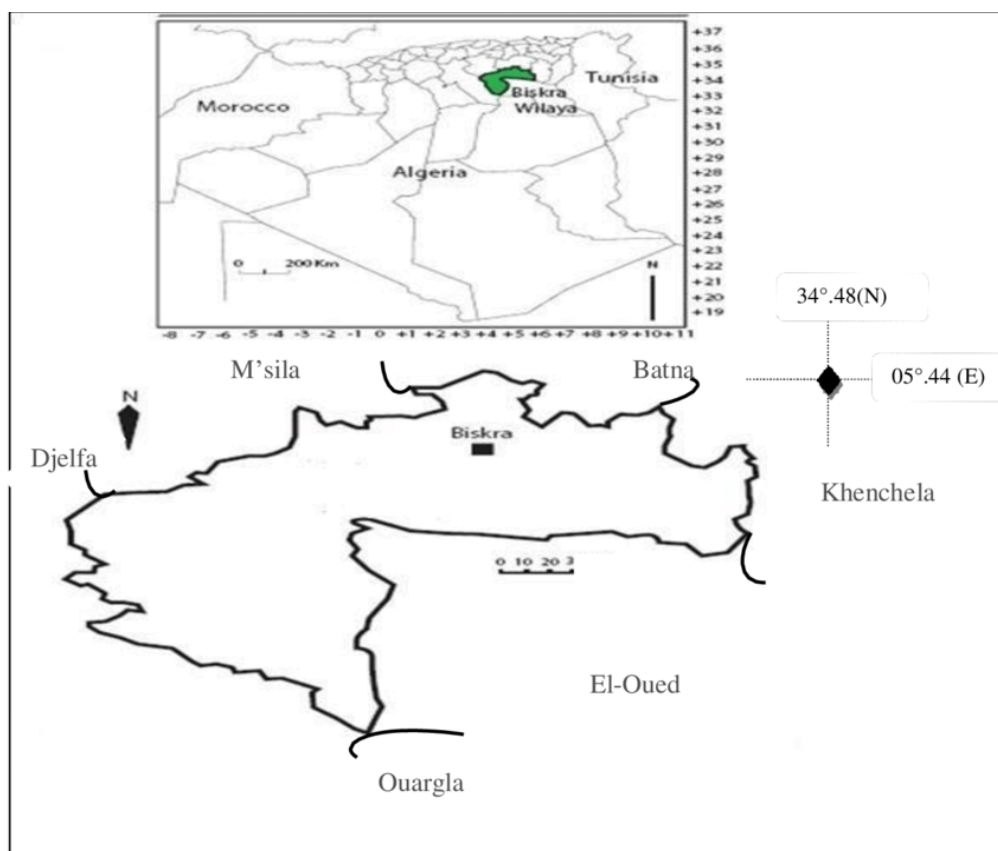


Figure 5 : situation géographique de la région d'étude (Merabti, 2016)

II. Géomorphologie

La wilaya de Biskra constitue une zone charnière entre le sud et le nord algérien. Elle forme une région de transition du point de vue morphologique et bioclimatique. Ce passage se fait

subitement au pied de l'Atlas Saharien. On passe d'un relief assez élevé et accidenté au nord à une topographie de plateau légèrement inclinée vers le Sud (Bouchemal, 2017).

Selon ANAT (2002), le territoire de la wilaya de Biskra peut être divisé en 04 grands éléments géographiques :

- ❖ **les montagnes:** situées au nord de la région presque découvertes de toutes végétations naturelles (El Kantara, Djemoura, M'chounech).
- ❖ **Les plateaux:** localisée à l'ouest de la wilaya, cette zone s'étend du nord au sud et constitue en partie le territoire de la daïra d'Ouled Djellal et celle de Tolga.
- ❖ **Les plaines:** occupe la zone centrale de la wilaya, il s'agit des 3 grandes plaines d'El Outaya, de Sidi Okba et celle de Doucen.
- ❖ **Les dépressions:** dans la partie sud-est de la wilaya de Biskra, (Chott Melghigh)

III. Sols

Selon Daoud et Halitim (1994), les sols du Sahara sont pauvres en matière organique (en général $< 1\%$), alcalins ($7,5 < \text{pH} < 8,5$), calcaires et souvent gypseux et salins, la fraction minérale est constituée dans sa quasi-totalité de sable, leur capacité d'échange cationique souvent très limitée (6 meq/100g), ne permet pas une bonne nutrition minérale de la plante qui devient plus sensible aux stress hydrique et salin.

Les sols qui constituent le territoire de la wilaya de Biskra sont en général pauvres et peu profonds et basiques. Il existe cependant en région nord des zones où le sol est absent, c'est une zone d'affleurements de la roche mère. Au sud-est de la wilaya dans la région des chotts c'est la zone des sols halomorphes (ANAT, 2002).

L'étude de khachai (2001) a permis de définir plusieurs types de sols répartis comme suit :

- les régions sud, sont surtout caractérisées par les accumulations salées, gypseuses et calcaires ;
- Les régions sont, sont définies par les sols alluvionnaires et les sols argileux fertiles ;
- Les zones de nord, sont le siège de la formation des sols peu évolués et peu fertiles.
- la plaine située au nord-ouest de Biskra, où les sols argileux-sodiques irrigués par les eaux fortement minéralisées constituent le caractère de la pédogenèse de cette région.

IV. Climat

Le climat est un facteur écologique d'une très grande importance de par agencement et la combinaison de ses différents paramètres (température, précipitation, vent, humidité). Ramade (2003) indique que seule la combinaison qui permet de comprendre l'influence du climat sur l'apparition et l'abondance d'une espèce végétale ou animale donnée.

IV.1 Température

La température est le facteur climatique le plus important. Elle joue un rôle primordial dans le développement des végétaux et dans la formation du sol, elle est l'un des agents de la dégradation des sols par action directe sur les roches et le sol. La température commande et exerce une influence notable sur de plusieurs réactions chimiques qui se déroule entre les éléments des sols (Dreux, 1980).

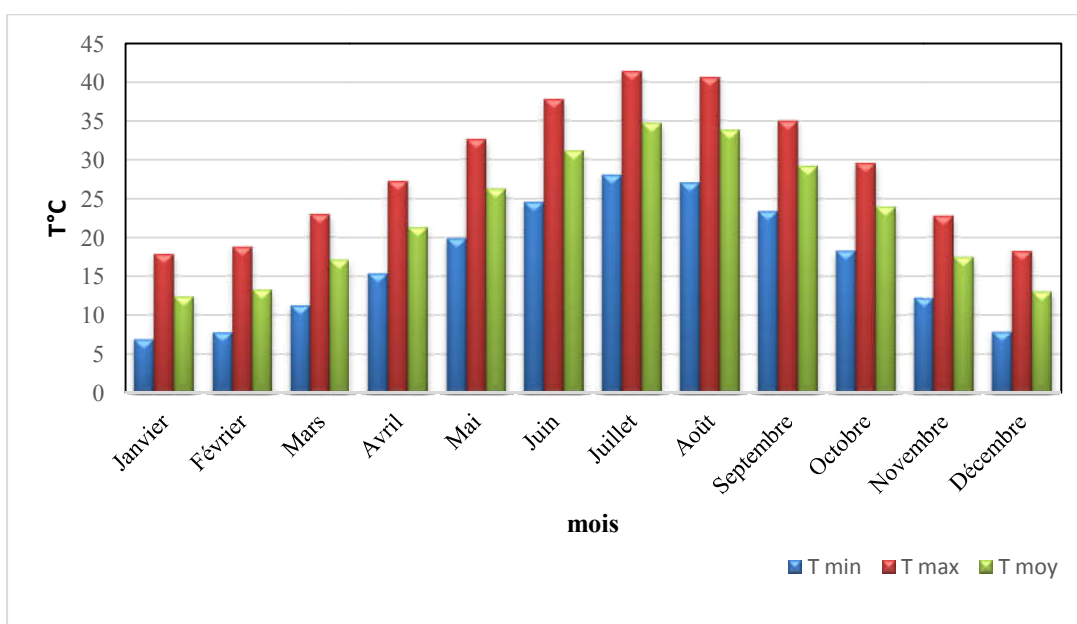


Figure 6: Températures moyennes mensuelles de la région de Biskra durant la période 2006 - 2015.

La région de Biskra est caractérisée par des fortes températures pouvant atteindre une moyenne annuelle de 22,78 °C. D'après la figure 6, les fortes variations saisonnières sont enregistrées entre le mois le plus chaud qui est Juillet avec une moyenne mensuelle de 34,71°C et le mois le plus froid Janvier avec une moyenne mensuelle de 12,32°C.

IV.2 Précipitations

La pluviométrie constitue un facteur écologique d'importance fondamentale pour le fonctionnement et la répartition des écosystèmes terrestres (Ramade, 1984). En région aride la productivité des végétaux augmentée en forme linéaire avec l'augmentation des précipitations (Mackenzie et Ball, 2000).

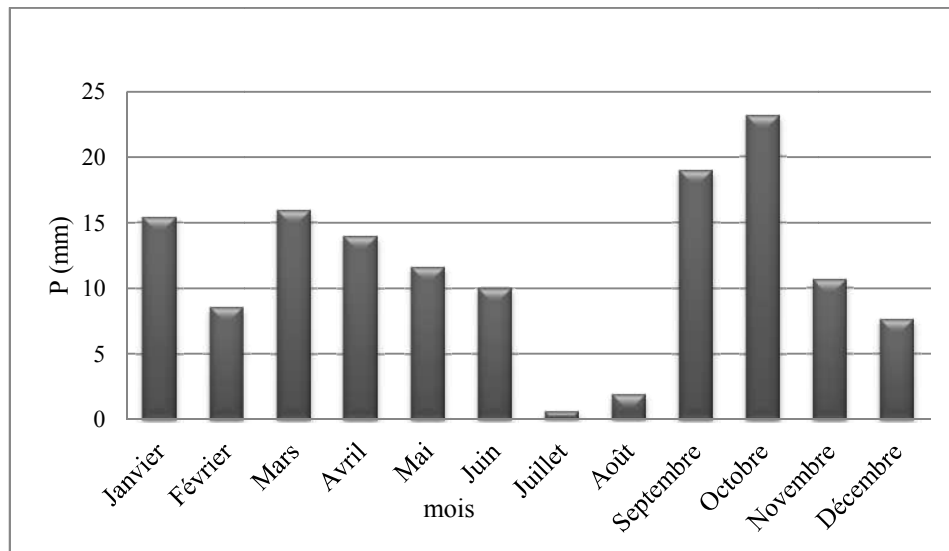


Figure 7: Les précipitations moyennes mensuelles de la région de Biskra durant la période 2006 - 2015.

Il ressort des valeurs de la pluviométrie moyenne mensuelles présentées dans la figure 7 que les précipitations de la région de Biskra sont faibles et irrégulières, très mal réparties. La moyenne annuelle relevée pendant 10 ans (2006 à 2015) est de 138,14mm.

Nous enregistrons un maximum de sécheresse durant le mois le plus chaud qui est Juillet avec une pluviométrie de 0,59 mm, par contre le mois le plus pluvieux est octobre avec 23,12mm.

IV.3 Vent

Dans la région aride, les vents ont joué un rôle primordial dans la formation des reliefs et des sols, dans la dégradation de la végétation, et destruction des sols (Halitim, 1988). Il inhibe la croissance des végétaux et élimine certaines espèces d'arthropodes (Mutin, 1977).

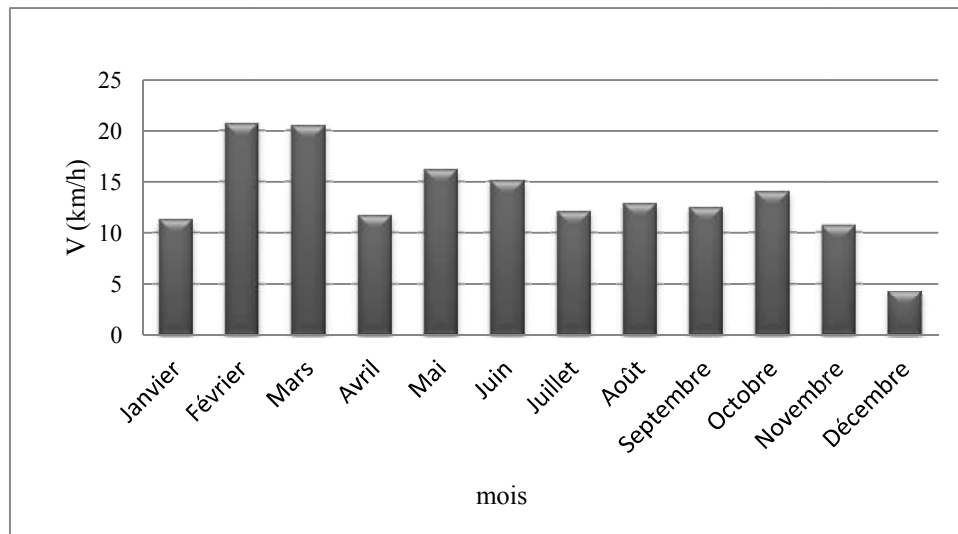


Figure 8: Vitesse moyenne mensuelle du vent de la région de Biskra durant la période 2006 - 2015.

Dans la région de Biskra, les vents sont fréquents durant toute l'année avec une vitesse moyenne de 13,5 K/h, la moyenne maximale est enregistrée durant le mois de février avec 20,7 K/h, alors que la moyenne minimale est enregistrée durant le mois de décembre avec 4,3 K/h.

IV.4 L'humidité relative

Selon Ramade (2003), c'est le rapport entre la teneur en vapeur d'eau de l'air et la masse théorique de vapeur d'eau que peut renfermer l'atmosphère à saturation compte tenu de la température et de la pression barométrique existante.

À travers les données qui caractérisent l'humidité moyenne mensuelle de la région de Biskra durant la période 2006 - 2015, nous avons constaté que le mois de décembre est le plus humide avec 61,7% et reste élevé en janvier, février, octobre et novembre. Par contre le taux d'humidité le plus faible est noté en juillet avec 26,1%.

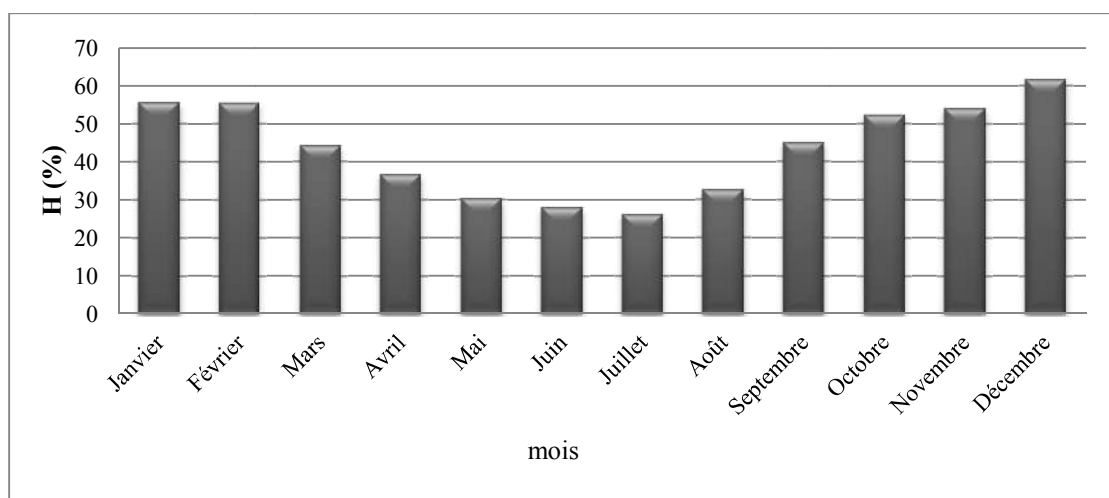


Figure 9: L'humidité moyenne mensuelle de la région de Biskra durant la période 2006 - 2015

IV.5 Synthèse climatique

IV.5.1 Diagramme ombrothermique de Gaussen

Le diagramme de Gaussen est une représentation graphique où sont portés en abscisse les mois, et en ordonnées les précipitations (P) et les températures (T)), selon la formule $P = 2T$. L'intersection des courbes P et T permet de définir la saison sèche

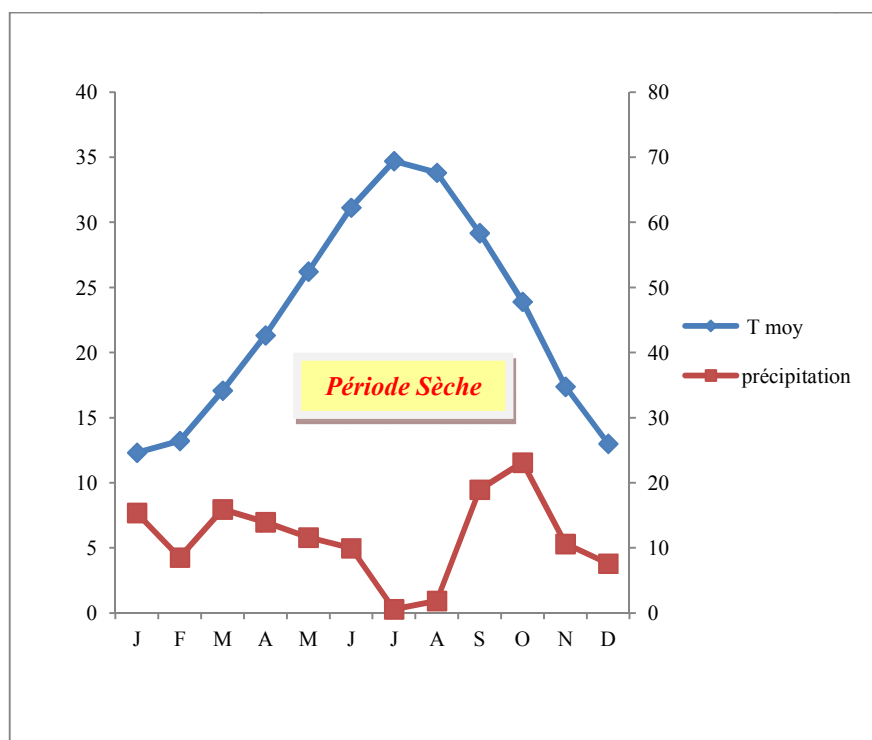


Figure 10 : Diagramme ombrothermique de Gaussen de la région de Biskra durant la période 2006 – 2015.

L'analyse du diagramme montre que la période sèche dans la région de Biskra durant la période de 2006 à 2015 s'étale presque sur toute l'année, elle est plus accentuée en été.

IV.5.2 Climagramme d'Emberger

Selon la formule établie par Stewart (1969), le quotient pluviométrique de la région méditerranéenne est exprimé par la formule suivante:

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

Q₂ : quotient pluviométrique ;

P : pluviométrie annuelle (mm) ;

M : moyenne maximale du mois le plus chaud (°C) ;

m : moyenne minimale du mois le plus froid (°C).

D'après les données climatiques de Biskra, pour la période qui s'étale de 2006 à 2015 nous avons :

$$P = 138,14 \text{ mm}$$

$$M = 41,37 \text{ °C}$$

$$m = 6,86 \text{ °C}$$

$$Q_2 = 3,43 \cdot \frac{138,14}{(41,37 - 6,86)} = 13,72$$

D'après ce quotient on peut conclure que la région de Biskra se situe dans l'étage bioclimatique saharien à hiver tempéré (Fig. 13).

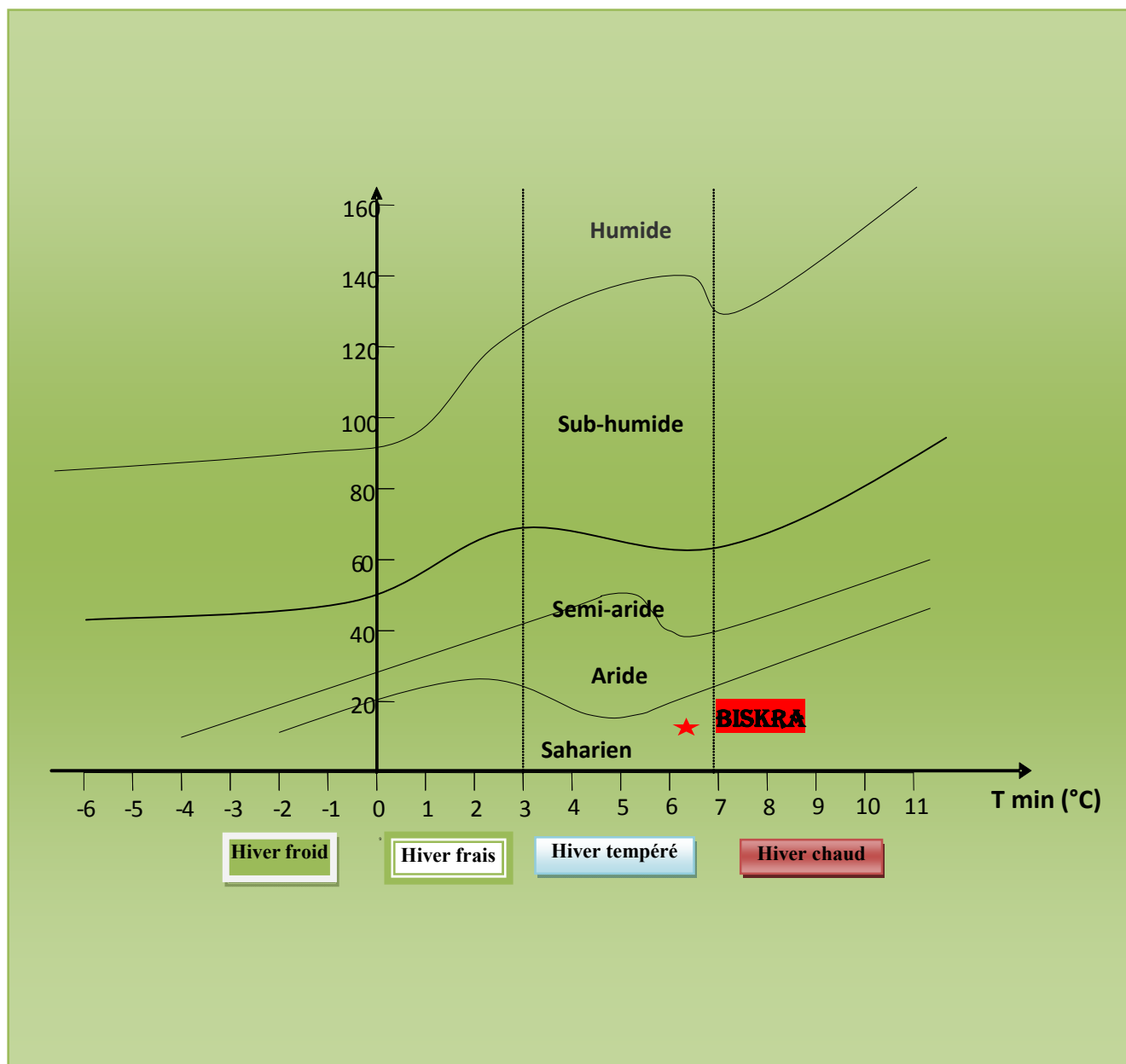


Figure 11:localisation de la région de Biskra durant la période 2006-2015 dans Climagramme d'Emberger

V. Aperçu sur la plasticulture à Biskra

V.1 L'importance

La plasticulture est largement répandue dans la wilaya de Biskra. En effet, cette région assure l'approvisionnement de plus de 38 wilayas surtout en tomate, piment et poivron (DSA, 2011 in Houamel, 2013).

Les revenus d'une serre, bien tenue, produisant en moyenne 11 quintaux de tomates ou 7 quintaux de poivrons, se situent entre 250 et 200 000 DA. Ils sont équivalents à ceux de 20 palmiers deglet-nour, bien entretenus et produisant 100 à 150 kg/palmier (Abdallah, 2002).

V.2 Superficie

La superficie réservée à la plasticulture dans la wilaya a connu une évolution importante durant différentes campagnes (Tab.2), dont en 2014, elle était de 4931ha, la tomate occupe la plus grande partie de la superficie exploitée sous serre (2058ha), suivie par le piment (1210,5ha) et le poivron (812,1ha). L'évolution de la superficie peut s'expliquer par l'encouragement de l'Etat à travers différents programmes comme l'ANSEJ.

Tableau 2 : Évolution des superficies des cultures pratiquées sous serre (ha) dans la wilaya de Biskra :

culture	Superficies en ha						
	2007/2008	2008/2009	2009/2010	2010/2011	2011/2012	2012/2013	2013/2014
Tomate	1167	1269	1162,36	1361,8	1383,26	1757,64	2058
Piment	574,5	700	756	703,16	776,88	941,2	1210,5
Poivron	623	441	524,2	548,04	557,94	625,46	812,1
Courgette	76	100	100,88	106,68	111,92	148,08	227,3
Concombre	118,5	72	72,28	74,54	79,68	96,88	227,2
Melon	49	44	7	8,82	141,8	566,24	15,4
Aubergine	17	80	106,4	128,16	418,8	263,72	380,5
Total	2627	2669	2729	2931	3055	4051	4931

Source : DSA (2015)

V.3 Production

En se référant au tableau 3 et la figure 12, nous remarquons un accroissement considérable dans la production des cultures pratiquées sous serre au cours des différentes campagnes où durant la campagne 2014, la production totale était de 4685575Qx. La tomate est classée dans le premier rang (2805000 Qx), suivie par le piment (831600 Qx) et le poivron (426710 Qx).

Tableau 3:Évolution de la production maraîchère sous serre (Qx) dans la wilaya de Biskra

culture	Production en Qx						
	2007/2008	2008/2009	2009/2010	2010/2011	2011/2012	2012/2013	2013/2014
Tomate	805773	895490	1319640	1481017	1484458	2867897	2805000
Piment	198446	250396	431939	435748	503630	850413	831600
Poivron	229575	183677	285940	295962	309364	455040	426710
Courgette	43288	55526	72846	77226	79579	173940	173940
Concombre	69778	47046	57216	58397	62555	205840	205840
Melon	17390	13675	18100	18470	63070	5835	5835
Aubergine	6829	31515	43328	54910	158132	236650	236650
Total	1371079	1477325	2249009	2421630	2660788	3982523	4685575

(DSA, 2014)

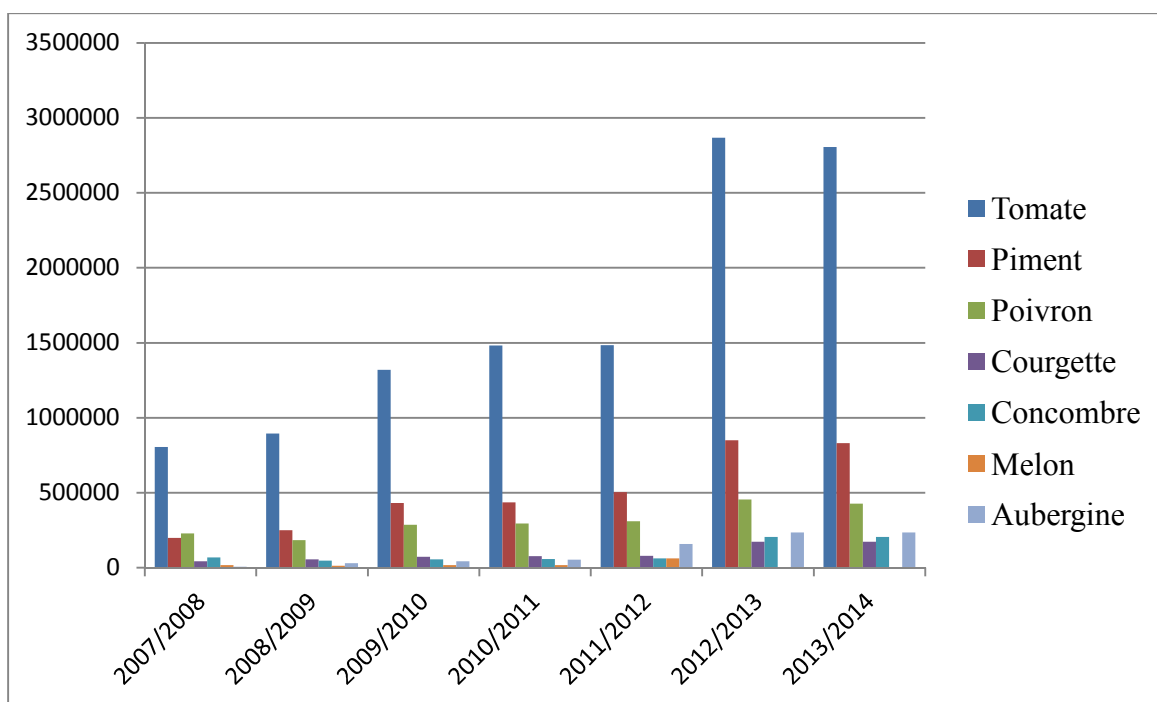


Figure 12: Évolution de la production maraîchère sous serre (Qx) dans la wilaya de Biskra

Chapitre III

Matériels et Méthodes

Chapitre 3 : Matériels et méthodes

I. Le choix et situation géographique des communes d'étude

La wilaya se compose de douze daïra et trente-trois communes, parmi eux les communes de notre étude sont : El Ghrous et M'ziraa.

Le choix de ces communes est porté sur l'importance de la plasticulture et d'utilisation intensive des pesticides qui accompagne ce type de culture.

I.1 El Ghrous

La commune d'El Ghrous est située à 47 Km à l'Ouest de la région de Biskra et s'étend sur une superficie de 245,30 Km². Elle est limitée au Nord par la commune de Tolga, à l'Ouest par la commune de Chaiba, à l'Est par les communes de Foughala et Bordj Ben Azzouz et au sud par les communes de Doucen et Lioua.

I.2 M'ziraa

La commune de M'ziraa est située à environ 54 Km à l'Est de la wilaya de Biskra. Elle est limitée au Nord par la wilaya de Batna, au Sud par la commune de Ain Naga, à l'Est par la commune de Zeribet El Oued et à l'Ouest par la commune de M'chouneche.

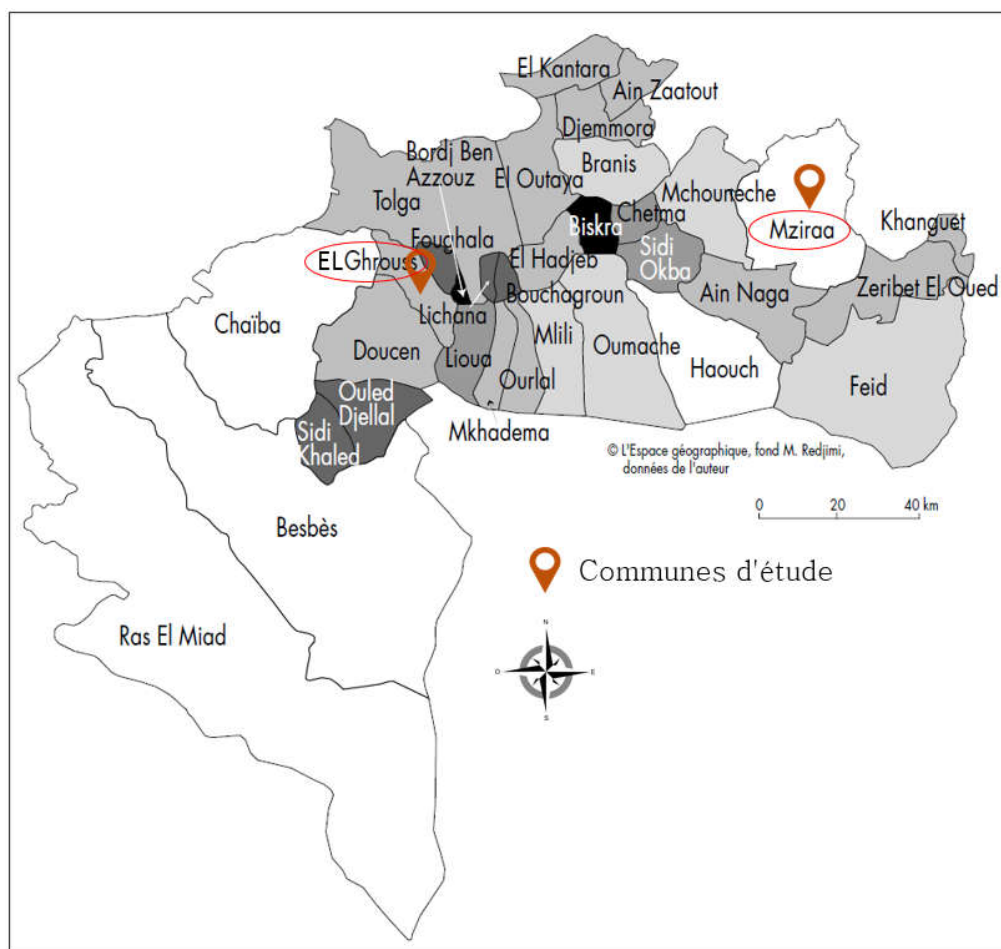


Figure 13 : situation géographique des communes d'étude (Farhi, 2011)

II. Les travaux de terrain

II.1 Déroulement de l'enquête

Nous avons réalisé une enquête au niveau de deux communes de la région de Biskra (M'ziraa et El Ghrous), au cours de la campagne agricole 2015/2016. L'une auprès de 14 grenetiers pour but de déterminer les pesticides vendus et l'autre auprès de 80 serristes à raison de 40 par commune choisis aléatoirement, pour identifier les pesticides utilisés et évaluer leurs pratiques phytosanitaires. Un questionnaire sous la forme d'un formulaire a été adopté pour ce travail, le questionnaire a préparé pour les serristes traite les aspects suivants:

- Identification de l'exploitant
- Cultures sous serres pratiquées
- Principaux problèmes phytosanitaires des serristes enquêtés
- Les pesticides utilisés
- Matériel de traitement et de dosage les pesticides
- Moment et la fréquence du traitement
- Respect de la dose et des délais d'attente avant récolte (DAR)
- Les mesures de sécurité prises lors et après du traitement
- Gestion des restes des pesticides et lavage de pulvérisateur après le traitement
- Devenir des emballages vides des pesticides
- Sensation des malaises liés à l'application de pesticide.

II.2 Méthodes d'échantillonnage

Le prélèvement des échantillons des sols affectés par les pesticides a été prélevé sous serre, et les échantillons des sols témoins ont été prélevés à partir des parcelles nues sans activités agricoles. Le prélèvement a été fait durant le mois de février 2017 après plusieurs mois des traitements par les pesticides. Nous avons choisi 3 stations pour chaque site, 15 échantillons élémentaires prélevés en zigzag à l'aide d'une tarière à une profondeur de 30 cm pour chaque station cela pour les sols traités et 3 échantillons pour les sols témoins. Les échantillons des sols ont été mélangés pour obtenir 3 échantillons pour les analyses de routines et l'analyse du métal lourd (Zn) (3 pour les sols traités et 3 pour les sols témoin) et 1 échantillon pour les analyses des résidus des pesticides. Ces échantillons ont été emballés dans du papier aluminium puis mis dans un sachet en plastique étiqueté qui porte : le lieu, la date de prélèvement, le type de culture, numéro et type d'échantillon (T_r pour les échantillons traités, T_m : pour les échantillons témoins). Ils ont été placés dans une glacière et transportés au laboratoire où la conservation a été réalisée au congélateur à -18°C , afin d'éviter ou de limiter toute évolution chimique ou biochimique (Calvet *et al.*, 2005).



Figure 14: prélèvement du sol (photo original, 2017)

III. Les travaux de laboratoire

Les analyses physico-chimiques et de métaux lourds (Zn) sont réalisés au laboratoire de pédologie du département d'agronomie d'université de Biskra et les analyses des résidus de pesticides sont effectuées au niveau du laboratoire d'INRAP (Institut National de Recherche et d'analyse Physico-chimique) Tunis (Tunisie).

III.1 Préparation les échantillons du sol

La préparation des échantillons est nécessaire pour le rendre représentatif à l'analyse. Ils sont soumis à l'abri de la lumière au séchage par étalage à l'air libre. Après le séchage nous avons fait le broyage à l'aide d'un mortier en porcelaine et enfin le tamisage à l'aide d'un tamis de 2 mm.

III.2 Analyses au laboratoire

III.2.1 La mesure du pH

Le pH du sol est mesuré par la méthode électrométrique à l'aide d'un pH mètre, avec un rapport sol/eau : 1/2,5.

Mode opératoire :

- Peser 10g de sol, dans un bécher de 100 ml.
- Ajouter 25ml d'eau distillée et agiter pendant 15 min avec un agitateur magnétique.
- Laisser reposer 15 min.
- Mesurer le pH.

III.2.2 La mesure de la Conductivité électrique

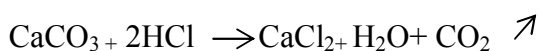
Les mesures de la conductivité électrique (CE) des échantillons du sol ont été faites à l'aide d'un conductimètre, leur détermination dans le sol est basée sur l'extraction des sels solubles dans la solution du sol, avec un rapport 1/5.

Mode opératoire

- Peser 10g de sol dans un bécher de 100ml.
- Ajouter 50ml d'eau distillée et agiter pendant 15 min.
- Laisser reposer 15min et filtrer.
- Mesurer CE.

III.2.3 Dosage du calcaire total par la méthode du calcimètre de Bernard

On décompose par un acide fort (acide chlorhydrique) le carbonate de calcium contenu dans l'échantillon de terre et on mesure le volume de gaz carbonique dégagé par la réaction à la température et à la pression atmosphérique :



Le volume de gaz carbonique dégagé lors de la réaction est mesuré à l'aide d'une burette à gaz (le calcimètre de Bernard). Un poids connu de carbonate de calcium pur pour analyses est traité de la même manière. En comparant les deux volumes, on détermine le taux de carbonates exprimé en carbonate de calcium dans l'échantillon de sol (Mathieu et Pieltain, 2003).

Mode opératoire :

- Peser 1g de sol dans un erlenmeyer.
- Préparer une solution de HCl 50%.
- Remplir le tube avec l'HCl et introduire avec précaution dans l'erlenmeyer.
- Fermer l'erlenmeyer, et verser le tube d'HCl sur l'échantillon.
- Mesurer le volume de CO₂ dégagé.
- Faire des même étapes, mais avec le CaCO₃ (0,3g) pur.

Calcul :

$$\text{CaCO}_3 \% = \frac{V_1 \times P_2(0,3)}{V_2 \times P_1} \times 100$$

P_1 : prise d'essai en gramme.

P_2 : poids du carbonate de calcium.

V_1 : volume de CO_2 dégagé par le carbonate de calcium contenu dans l'échantillon de sol.

V_2 : volume de CO_2 dégagé par le carbonate de calcium pur.

III.2.4 Détermination de la matière organique par la méthode de Walkley-Black

Le dosage de la matière organique est réalisé à partir du dosage de l'un de ses constituants : le carbone organique. Il est estimé à 58% de la matière organique (MO) d'où $\text{MO} (\%) = \text{C.O} \% \times 1,72$. la méthode de détermination du carbone organique est basée sur l'oxydation de ce dernier par le bichromate de potassium ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) en milieu acide sulfurique (Mathieu et Pieltain, 2003).

Mode opératoire

- Peser 1g de sol dans un bécher de 500ml puis ajouter 10ml de bichromate de potassium 1N et 20 ml de l'acide sulfurique concentré.
- Laisser reposer 30 min.
- Ajouter 200ml d'eau et 10 ml de l'acide orthophosphorique concentré.
- Ajouter 10-15 gouttes de l'indicateur coloré diphénylamine.
- Titrer avec le sulfate de fer d'ammonium jusqu'à l'apparition d'une couleur verte.
- Préparer un témoin avec la même méthode mais sans sol.

Calcul

$$\text{C}\% = \frac{(n' - n) \cdot N \cdot 0,3}{P \cdot 0,77}$$

n' : volume de témoin (volume de titrage).

n : volume de l'échantillon.

N : normalité de la solution de S_0_4Fe utilisé pour le titrage.

P : poids de sol

$$\text{MO}\% = \text{C} \% \cdot 1,72$$

III.2.5 Détermination de la capacité d'échange cationique par la méthode d'acétate de sodium

La détermination de la capacité d'échange d'un sol consiste à saturer son complexe adsorbant par un ion assez efficace équilibrant la charge de l'échangeur et cependant assez facile à déplacer par la suite, et finalement à doser par les méthodes courantes de laboratoire (Mathieu et Pieltain, 2003).

Mode opératoire

- Peser 5g de sol et les verser dans un tube à centrifuger.
- Ajouter 33 ml de solution d'acétate de sodium, boucher le tube.
- Agiter 1 min avec l'agitateur en verre, puis pendant 5 min avec l'agitateur va- et vient.
- centrifuger à 4000 tr/min pendant 5 min.
- décanter et éliminer le surnageant.
- Traiter 4 fois de cette manière en éliminant chaque fois le surnageant.
- Ajouter 33 ml d'éthanol, boucher.
- Agiter pendant 5 min avec l'agitateur va- et- vient ; centrifuger à 4000 tr/min pendant 5 min, déboucher. Eliminer chaque fois le surnageant clair.
- déplacer le sodium absorbé sur l'échantillon par trois extractions successives avec 33ml de solution d'acétate d'ammonium, agiter pendant 5 min avec l'agitateur va- et- vient ; centrifuger à 4000 tr/min pendant 5 min pour chaque extraction (répéter l'opération 3 fois).
- placer les 3 extraits dans une fiole jaugée de 100 ml et porter au volume avec de la solution d'acétate d'ammonium.
- doser le sodium au photomètre à flamme.

Calcul

$$\frac{R \times V \times 100 \text{ (g)}}{S} \text{ méq/100 g}^{-1}$$

S : 1000(ml)

R: résultat en méq selon le graphique.

V : volume de l'extrait (100ml)

S : poids de la prise de sol en g.

III.2.6 Les cations échangeables

Les cations échangeables ont été extraits par la méthode d'acétate de sodium (K^+ , Ca^{++} , Mg^{++}) et d'acétate d'ammonium pour le Na^+ , le dosage est réalisé par la complexométrie avec l'EDTA pour les cations Ca^{++} , Mg^{++} et au spectrophotomètre à flamme pour Na^+ , K^+ .

Mode opératoire :

- Peser 5g de sol, ajouter 20ml d'éthanol et centrifuger pendant 5 min à 3000t/min, jeter la solution (répéter cette opération 3 fois).
- Ajouter 50ml d'acétate de sodium (1N) et centrifuger pendant 5 min à 3000 t/min (3 répétition).
- Récupérer la solution dans une fiole de 150 ml pour le dosage des bases échangeable K, Ca^{++} , Mg^{++} .

❖ Pour le dosage de sodium :

- Peser 5g de sol.
- Laver avec l'éthanol 3 fois (20 ml), jeter la solution.
- Ajouter 50ml d'acétate d'ammonium.

III.2.7 Analyse granulométrique (méthode de tamisage):

L'analyse granulométrique consiste à séparer la partie minérale de la terre en catégories classées d'après la dimension des particules minérales inférieures à 2 mm et à déterminer, les proportions relatives de ces catégories, en pourcentage de la masse totale du sol minéral (Mathieu et Pieltain, 1998). L'analyse granulométrique a été faite à l'aide d'un tamiseur.

Mode opératoire :

- Peser 100g de sol.
- verser les échantillons dans la colonne de tamis, en les classant dans ordre décroissantes (500 μ , 250 μ , 45 μ).
- lancer le tamisage (la vibration pendant 10 min).
- peser le poids du sol de chaque tamis.



Figure 15: photographie de tamiseur

III.2.8 Analyses des métaux lourds (Zn)

La spectrophotométrie d'adsorption atomique a été utilisée selon la méthode de Clément et Françoise (2003) pour doser le Zn dans le sol et l'eau.

▪ Solution d' extraction EDTA

Dans une fiole jaugée de 1000 ml contenant environ 400 ml d'eau déminéralisée, dissoudre 3,723g d'EDTA et 77g d'acétate d'ammonium. Après dissolution à froid, ajouter 450ml d'eau déminéralisée puis amener à la température d'environ 20°C. Maintenir cette température, mesurer le pH et si nécessaire, l'ajuster à $7,00 \pm 0,05$ à l'aide des solutions d'ammoniaque ou d'acide acétique. Ajuster au volume. Homogénéiser.

Mode opératoire

- Peser 5g de sol sec à 0,01 g près et les verser dans un flacon de 125ml.
- Ajouter 50ml de la solution d'extraction EDTA à $20^{\circ} \pm 2^{\circ}$. Boucher hermétiquement sans attendre et agiter vigoureusement de manière à bien disperser la terre.
- Agiter pendant deux heures.
- Filtrer aussitôt .

- Récupérer le filtrat dans une fiole conique de 125ml et boucher immédiatement.
- Laisser décanter puis centrifuger le surnageant durant 10minutes à 2000 tr/min, de façon à avoir un liquide translucide exempt de toutes impuretés. Verser le liquide dans une fiole conique de 125ml et boucher immédiatement.
- Faire un témoin dans les mêmes conditions.
- Après le réglage du spectrophotomètre d'adsorption atomique, passer successivement : les solutions étalons, la solution d'essai et le témoin.
- Doser le zinc en utilisant la longueur d'onde suivante: Zn: 213,9 nm.
- Après chaque mesure, rincer avec la solution d'extraction.

Pendant le déroulement des analyses, il est important de vérifier qu'aucun des échantillons ne dépasse la concentration de la solution la plus concentrée de la gamme. Si c'est le cas, il faudrait effectuer la dilution nécessaire en employant comme diluant la solution d'extraction.

Calcul

$$T(\mu g / g) = \frac{(C - C1) \times V}{S} = 10(C - C1)$$

T : Zn

C : Concentration de l'élément déterminée par la courbe d'étalonnage (ppm),

C1 : Concentration du témoin par la courbe d'étalonnage (ppm),

S : poids de la prise de terre en g (5g),

V : volume d'extraction en ml (50 ml)

III.2.9 Analyse des résidus des pesticides

Les pesticides sont présents à des concentrations très faibles dans l'environnement (Ntow, 2001), leurs analyses nécessitent des méthodes spécifiques sensibles et fiables. Selon leurs polarités et leurs volatilités (Domínguez, 2016), deux méthodes sont généralement utilisées : la chromatographie en phase liquide et la chromatographie en phase gazeuse (Andreu et Picó, 2004), cette dernière a été choisie dans notre travail.

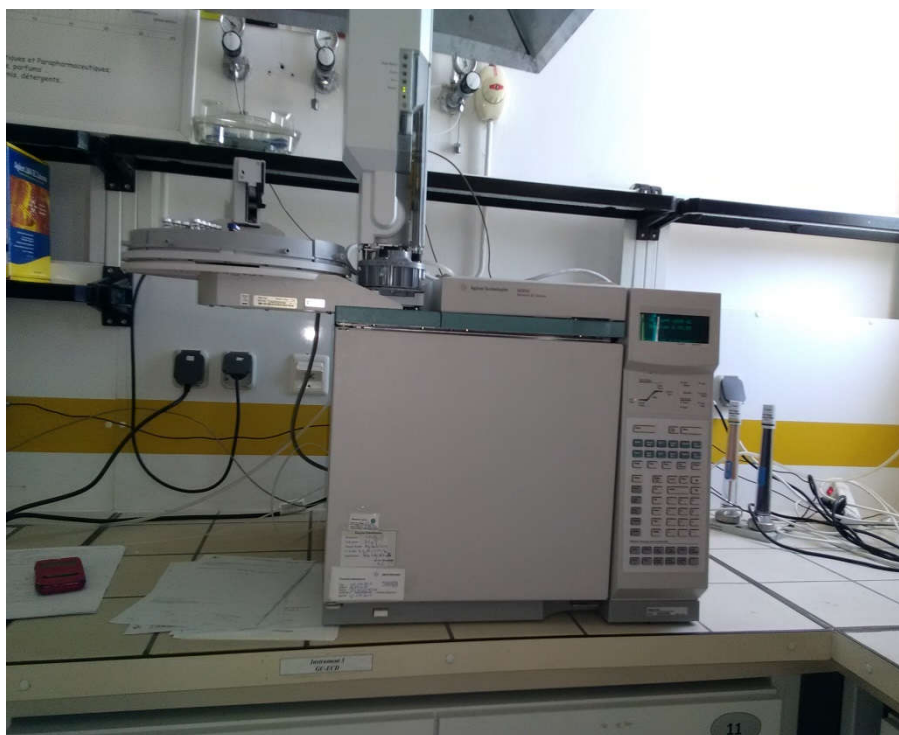


Figure16: la chromatographie en phase gazeuse (CPG)

Nous avons fait l'analyse de 3 molécules (alpha endosulfan, endosulfan sulfate, cyperméthrine) par la méthode multi-résidu, cette méthode permet à partir d'une seule extraction d'analyser différents types de pesticides (Park et al., 2011).

III.2.9.1 Préparation des solutions standards

Premièrement, nous avons préparé les solutions mères de 1000ppm pour chaque matière active en dissolvant 1 mg de chaque substance avec 1 ml d'acétonitrile. On utilise cette solution pour préparer une solution mixte de 13 pesticides (100ppm). A partir de cette dernière nous avons aussi préparé d'autre solution de 10 ppm.

- Les échantillons dopés sont préparés à partir de la solution de 10 ppm:
- échantillon dopé de sol (1 ppm).

III.2.9.2 Extraction

L'extraction est habituellement, la première étape des procédures analytiques appliquées à la détermination des résidus de pesticide dans les matrices environnementales. La technique d'extraction utilisée a une grande influence sur l'exactitude des résultats obtenus et sur le temps d'analyse d'où la nécessité de procéder à un choix judicieux (Diop, 2013). En fonction de la nature chimique du pesticide étudié et de la matrice ciblée plusieurs méthodes sont utilisées, pour notre travail nous avons fait l'extraction des pesticides dans le sol par la méthode liquide-liquide, c'est une méthode interne du laboratoire d'INRAP Tunisie, elle est utilisée pour extraire les pesticides : organochlorés, organophosphorés, pyrèthrinoïdes.

III.2.9.2.1 Description le protocole d'extraction des résidus des pesticides dans le sol

1g du sol sec finement broyé a été pesé et introduit dans un tube de 15 ml, puis 10 ml du solvant d'extraction (hexane) a été ajouté et placé dans un bain à ultrason (ULTRASONIC 460/H) pendant 20minutes. 1 ml de surnageant obtenu est soumis à une filtration par filtre seringue (0,2 μ m). Le filtrat est récupéré dans des vials pour l'injection.

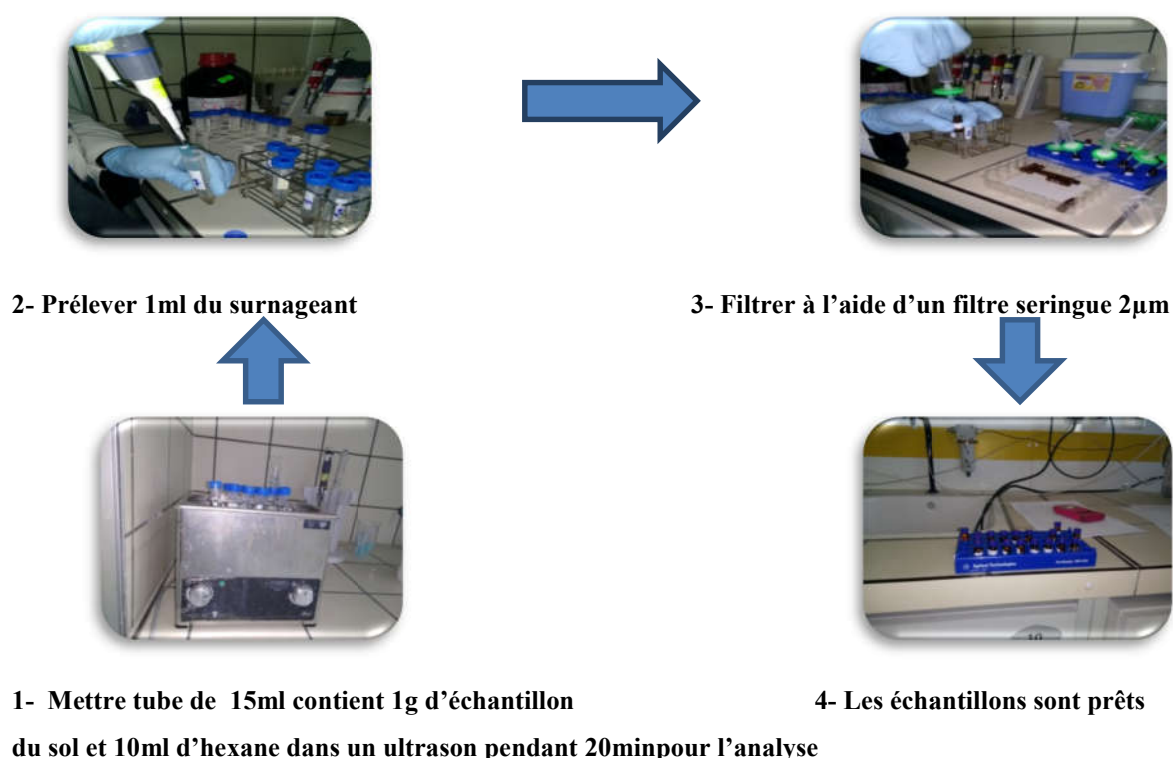


Figure 17 : protocole d'extraction des résidus de pesticides dans le sol

III.2.9.3 Identification et dosage par la chromatographie en phase gazeuse (CPG)

III.2.9.3.1 Le principe de la chromatographie en phase gazeuse (CPG)

Le rôle d'un chromatographe est de séparer les constituants d'un mélange. En chromatographie en phase gazeuse, les molécules à séparer sont volatilisées et mélangées à un gaz. Ce gaz dit « gaz vecteur » constitue la « phase mobile » ; il véhicule les analytes à l'intérieur d'une colonne analytique dont la paroi interne est recouverte d'un film chimique (ou « phase stationnaire »). Les molécules sont séparées dans le temps car elles migrent dans la colonne avec des vitesses différentes, le temps de parcours de chaque analyte étant fonction de sa volatilité et des interactions qui s'exercent entre la molécule et le film chimique. Les analytes sont détectés à leur sortie de la colonne. Chaque molécule est caractérisée par un temps de rétention qui correspond au temps écoulé entre l'injection de l'analyte et l'instant de son arrivée au détecteur (Stéphane, 2009).

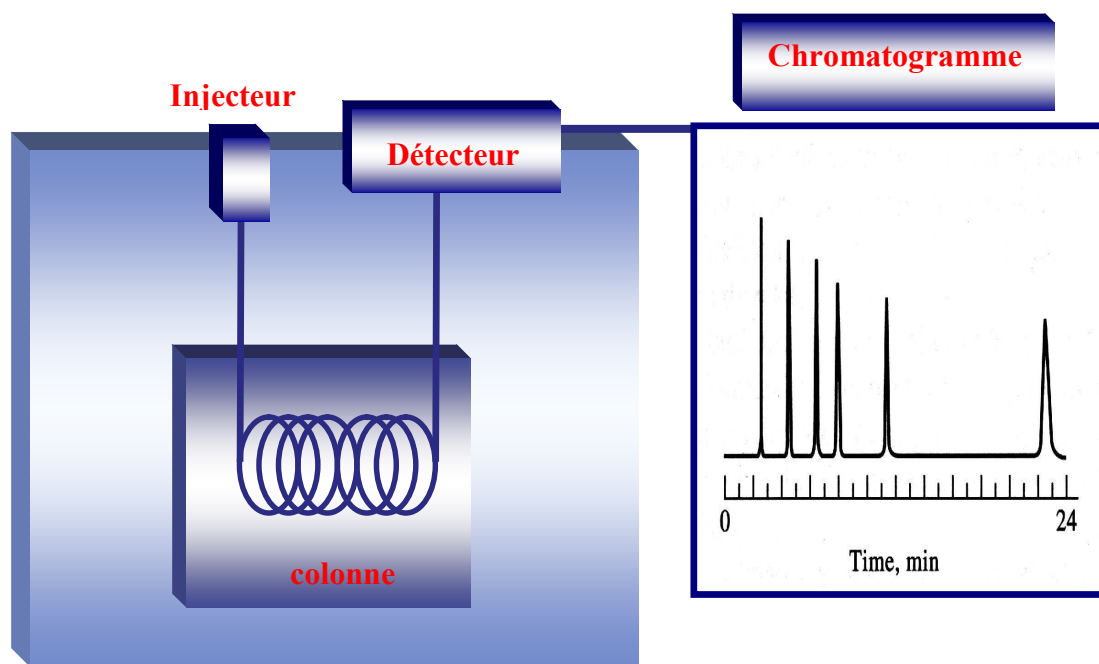


Figure 18: le principe de la chromatographie en phase gazeuse (CPG)

III.2.9.3.2 Les conditions chromatographiques

La détection et le dosage de pesticides (alpha endosulfan, endosulfan sulfate, cyperméthrine) dans le sol est effectués par la chromatographie en phase gazeuse, avec un détecteur à capture d'électron (CPG/ECD). C'est une technique à haute résolution, très performante, qui permet de déterminer des concentrations très inférieures aux normes internationales (Juc, 2007). Seulement les composés positifs sont confirmés avec le couplage GC/MS.

L'analyse des extraits est réalisée à l'aide d'un chromatographe CPG 6890 N Agilent Technologies équipé d'un détecteur à capture d'électrons (ECD) à une température : 300°C. Une colonne capillaire de type HP 5MS, d'une longueur de 30m, d'un diamètre intérieur de 320 μ m, d'une épaisseur du film de 0,25 μ m. L'injection de 1 μ l de l'échantillon se fait en mode split splitless à une température de 250°C. Le gaz vecteur est l'hélium avec un débit constant de 1ml/min. Le solvant de rinçage est l'acétonitrile.

La température du four a été réglé initialement à 50°C pendant 1min: puis augmenté jusqu' à 100 °C avec un pas de 25°C/min, puis à la température finale : 300°C avec un pas de 5°C/min.

III.2.9.3.3 Séquence d'injection

La séquence d'injection est constituée de l'enchaînement suivant:

- 1- Blanc gaz
- 2- QC ECD test : solution de contrôle qualité de la GC/ECD
- 3- Blanc Acétonitrile
- 4- Blanc réactif
- 5- Les échantillons dopés de sol (1ppm).

- Identification des pesticides a été faite par la comparaison du temps de rétention des échantillons analysés avec ceux des échantillons dopés.

IV. L'analyse statistique des données

Toutes les données ont été codées puis analysées à l'aide du programme SPSS (Chicago, IL, États-Unis), version 15. Les résultats descriptifs ont été exprimés en fréquences et en pourcentages pour les variables catégoriques, et en moyennes \pm SD pour variables

continues. Les répartitions de connaissances ont été calculées comme la fréquence de sommation des réponses correctes à chaque question. Les classements pour les procédures de protection ont été calculés comme la fréquence de sommation de procédures correctes adoptées par les travailleurs agricoles. La corrélation entre les natures des malaises et entre les années d'expériences et le niveau d'étude a été testée par le coefficient de corrélation de Pearson. Ces analyses ont été utilisées pour tester les différences dans le rang moyen des pratiques parmi les participants.

Le teste d'analyse de variance (Anova) et le coefficient de corrélation de Pearson sont utilisés pour comparer les résultats physico-chimiques obtenus du sol. Les valeurs de P inférieures à 0.05 ont été considérées comme statistiquement significatives.

Chapitre IV

Résultats et discussions

Chapitre 4: Résultats et discussions

I. Résultats d'enquête

I.1 Enquête auprès des serristes (agriculteurs des) maraîcher

I.1.1 L'âge et niveau d'étude

L'âge moyen des enquêtés était de $39,5 \pm 11,4$ an, la totalité (100%) étaient des hommes, il varie entre 18-83 ans. La classe d'âge dominante est celle de 30-39 ans.

En matière niveau d'étude, ce dernier peut influencer grandement les pratiques d'utilisation des produits phytosanitaires. En effet, un bon niveau d'instruction permettra au maraîcher de pouvoir lire, comprendre et appliquer correctement les instructions figurant sur les étiquettes des flacons et de comprendre les enjeux liés à une utilisation rationnelle des produits phytosanitaires (Diop, 2013).

Nos résultats montrent que la forte présence du niveau moyen 30 enquêtés (37,5%), 21 enquêtés (26,25%) avaient le niveau secondaire, alors que la part de catégorie des analphabètes est de 15 enquêtés (18,75%). des études universitaires sont présentées par 8 (10%). La tierce des agriculteurs a une expérience moins de 10 ans (36%) (Tab. 4). Des résultats similaires ont également été signalés dans d'autres pays en développement (Damalas *et al.*, 2006; Salameh *et al.*, 2004).

Tableau 4:Caractéristiques sociodémographiques des serristes enquêtés

variable	Nombre de participants (n=80)	Pourcentage de participants par échantillon total	p*
Age			0,0017
<20	1	1,25	
20-29	14	17,5	
30-39	33	41,25	
40-49	18	22,5	
50-59	10	12,5	
60-69	3	3,75	
>70	1	1,25	
Niveau d'éducation			0,0001
Analphabète	15	18,75	
Primaire et/ou coranique	6	7,5	
Moyen	30	37,5	
Secondaire	21	26,25	
Universitaire	8	10	
Sexe			NS
Mâle	80	100	
Femelle	0	0	
L'expérience			0,0003
<10	29	36,25	
10- 19	27	33,75	
20-29	22	27,5	
>30	2	2,5	

p : probabilité, *NS* : non significatif

I.1.2 Les cultures sous serres pratiquées

9 espèces cultivées sous serre ont été recensées, dont 4 appartiennent à la famille des solanacées (tomate, piment, poivron, aubergine), 4 aux cucurbitacées (courgette, melon, pastèque, concombre) et 1 au fabacée (haricot vert). La tomate (*Solanum lycopersicon* Mill) est la culture la plus cultivée dans la commune d'El Ghrous, elle est pratiquée par 65% des serristes, 61,5% d'entre eux possède un nombre inférieur ou égale à 7 serres. Tandis que le piment (*Capsicum annuum* L.) était la culture la plus cultivée à M'ziraa par 85% des enquêtés dont 61.8% consacrent un nombre inférieur ou égale à 13 serres.

I.1.3 Les ennemies de la culture sous serre

Selon les résultats de l'enquête les agriculteurs font face à des problèmes phytosanitaires nombreux et grandissants, dont la plupart d'entre eux ont signalé les attaques des insectes ravageurs, des maladies cryptogamiques et des acariens (Tab. 5) :

Tableau 5 : Principaux problèmes phytosanitaires de cultures cités par les serristes

Problème phytosanitaire		Nombre de fois cité	(%)
Maladies cryptogamiques	Mildiou	37	46,3%
	Oïdium	66	62,5%
	Altérnaria	43	46,3%
	Fusarium	1	1,3%
Insecte	Aleurode (Mouche blanche)	65	81,3%
	Tuta absoluta	35	43,8%
	Puceron	44	55%
	Thrips	21	26,3%
Acariens		66	82,5%
Nématode		1	1,3%

I.1.4 Les principaux pesticides utilisés

Pour protéger la culture tous les serristes enquêtés (100%) ont utilisé les pesticides dont la majorité d'entre eux (81,3%) choisissent les produits les mieux adaptés quelque soient leurs prix.

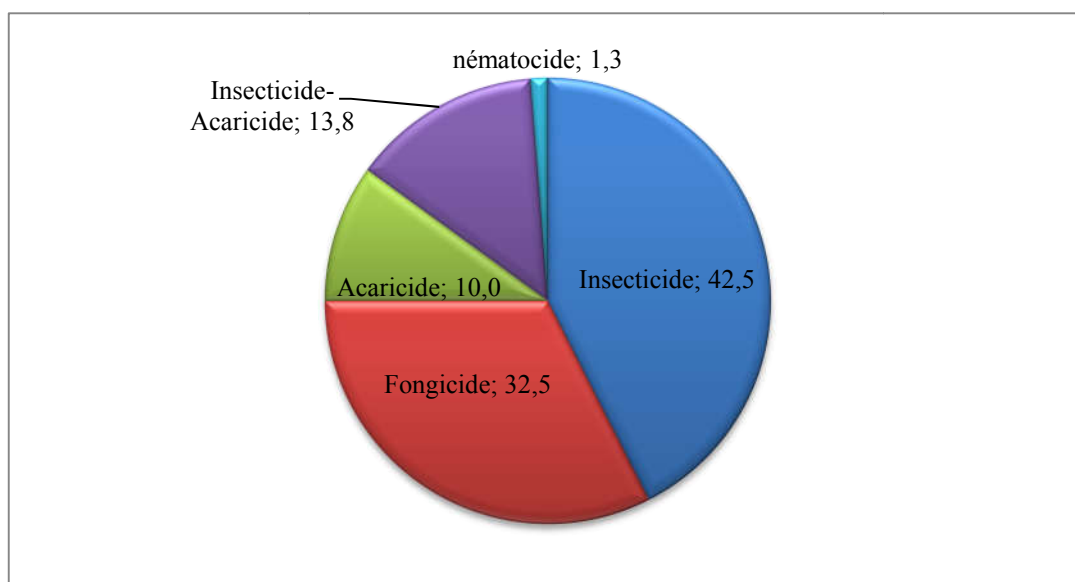


Figure 19 : la nature des pesticides utilisés par les serristes de région de Ziban

D'après la figure 19, 42,5% des agriculteurs ont utilisé des insecticides, les fongicides viennent en seconde position avec 32,5%, suivi par les insecticides-acaricides (13,75%) et des acaricides (10%), L'utilisation des nematocides est très limitée (1,25%). Une absence totale d'utilisation d'herbicides chez les serristes, car ils adoptent le paillage plastique et le désherbage manuel pour lutter contre les mauvaises herbes surtout à Mziraa. Ce résultat est similaire de ce trouvé à Biskra par Bettiche *et al.* (2017) et à Tori-Bossito (Sud Benin) par Ahouangninou *et al.* (2016).

Les pesticides rapportés par les enquêtés appartiennent à différentes familles chimiques : des triazoles (20%), des néonicotinoïdes (17,5%), des avermectines (13,75%), des carbamates (7,5%), des pyrétrinoïdes (7,5%), les organochlorés (7,5%) sont bien utilisés malgré leur interdiction dans notre pays, les organophosphorés sont également utilisés par 5% des enquêtés. les pesticides divers qui regroupent plusieurs classes chimiques ont aussi signalé (Fig.20).

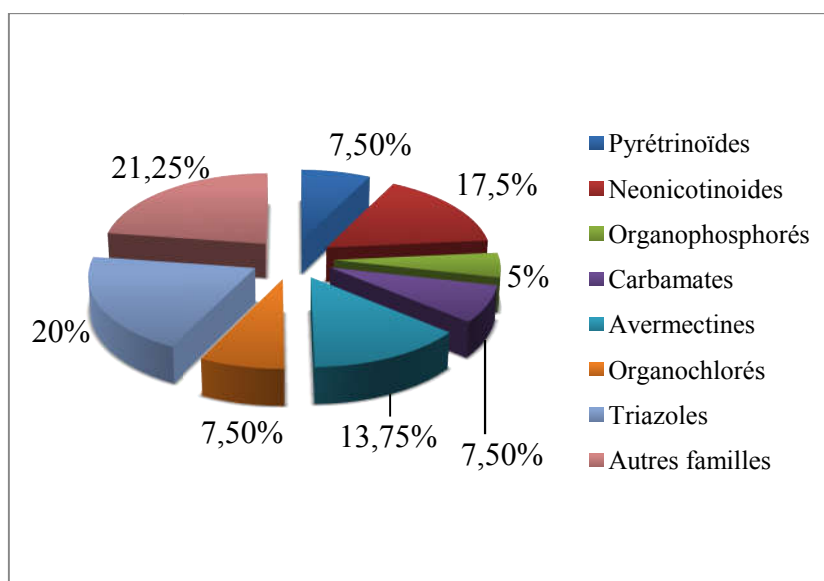


Figure 20 : répartition des pesticides utilisés selon la famille chimique

Ces résultats sont déferents de ceux retrouvés par Belhadi et al (2016) où les pyrétrinoïdes étaient la famille chimique des pesticides les plus utilisées chez les serristes de la région de Biskra (13,4%), suivies des triazoles (12,8%), des organophosphorés (10,4%), des néonicotinoïdes (9,1%), des avermectines (8,5%), des carbamates (4,3%), des pyrétrinoïdes (3,1%), benzimidazoles (4,9%), des organochlorés (3,1%).

Les 60 noms commerciaux répertoriés appartiennent à 33 matières actives dont les plus utilisés sont : l'abamectine, c'est une substance insecticide-acaricide, elle est pratiquée sous différents produits commerciaux (vertimac, abamectine, tina, zoro, romactine, broact, acrimactine). L'acétamepride arrive en 2^{ème} position, c'est une substance active insecticide systémique de la famille des néonicotinoïdes, elle est efficace à des faibles doses sur un grand nombre de ravageurs, elle est pratiquée par 10% des serristes enquêtés. Penconazole vient en troisième position avec un taux de 8,75%, différentes matières actives sont également utilisées : triadimenol (6,25%), imidaclopride (5%), cyperméthrine (3,75%), mancozèbe (3,75%), acétamepride +cyperméthrine (3,75%), des substances qui ne sont pas autorisées en Algérie sont également mentionnée par les serristes tels que : endosulfan et dicofol, amitraze, maneb.

Les 33 substances actives les plus couramment utilisés par les agriculteurs et leurs principales caractéristiques (classe chimique, classe toxicologique) sont énumérées dans le tableau 6.

Tableau 6: Pesticides les plus couramment utilisés par les travailleurs agricoles; et classes toxicologiques des pesticides

Catégorie des pesticides utilisés	Nombre des agriculteurs	Pourcentage	Classe toxicologique
<i>Insecticide</i>			
<i>Néonicotinoïdes</i>			
Acetamepride	8	10%	O
Imidaclopride	4	5%	II
Thiaclopride	1	1.25%	II
Thiamethoxam	1	1.25%	O
<i>Organochlorés</i>			
Endosulfan	3	3.75%	II
<i>Pyréthroïdes</i>			
Cypermethrine	3	3.75%	II
Tau-fluvalinate	1	1.25%	III
Lambda-cyhalothrine	1	1.25%	II
<i>Organophosphorés</i>			
Chlorpyrifosmethyl	1	1.25%	III
<i>Diamide anthranilique</i>			
Chlorantraniliprole	2	2.5%	U
<i>Amidine</i>			
Amitraz	1	1.25%	II
<i>Néonicotinoïdes + Pyréthroïdes</i>			
Acetamiprid + Cypermethrine	3	3.75%	II
<i>Oxadiazine</i>			
Indoxacarb	2	2.5%	II
<i>Macrolide</i>			
Spinosad	1	1.25%	III
<i>Fongicide</i>			
Penconazole	7	8.75%	III
Triadimenol	5	6.25%	II
Hexaconazole	2	2.5%	III
Mancozèbe	3	3.75%	U
Propineb	2	2.5%	U
Azoxystrobin	2	2.5%	U
Carbandazine	1	1.25%	U
Chlorothalonil	1	1.25%	U
Metalaxyl	1	1.25%	U
Tebuconazole	1	1.25%	II
Thiophanate-methyl	1	1.25%	U
Fosetyl-aluminium	2	2.5%	U
Maneb	1	1.25%	U
<i>Acaricide</i>			
Abamectine	10	12.5%	O
Dicofol	3	3.75%	II
Fenbutatin-oxyde	3	3.75%	III
Amamactine benzoate	1	1.25%	O
hexythiazox	1	1.25%	U
<i>Nématicide</i>			
Ethoprophos	1	1.25%	Ia

Ia: Extrêmement dangereux, Ib: très dangereux; II: modérément dangereux, III: légèrement dangereux; U: peu susceptible de présenter un danger aigu en utilisation normale; O: Obsolète comme pesticide, non classé.

Un seul pesticide déclaré classait dans la catégorie extrêmement dangereuse (Ia) selon la classification de l'OMS, c'est Ethoprophos (nematicides) utilisé par un seul agriculteur (1,25%), un nombre d'entre eux (respectivement 30% et 15% des produits déclarés) appartenait à la catégorie modérément dangereuse (II) et légèrement dangereuse (III). Il convient de mentionner que la plupart de ces produits modérément dangereux ont déjà été retirés des marchés de l'UE et des États-Unis dans le contexte d'une réglementation très stricte sur l'administration des pesticides, qui exige que les fabricants montrer également qu'il n'y a pas de risque inacceptable pour la santé humaine, les organismes non ciblés et l'environnement à partir des débits de dose prévus pour l'utilisation du produit (Hashemi *et al.*, 2012).

Les produits appartenaient à la catégorie (U) peu susceptible de présenter un danger aigu en utilisation normale atteint 21,25% (soit 17 agriculteurs) et les produits déclarés appartenaient à la catégorie (O) Obsolète comme pesticide ou non classé est de 25% (soit 20 agriculteurs) (Tab.6).

Nous devons souligner une diminution de nombre de matière active utilisée quand on compare nos résultats à ceux de Bettiche *et al* (2017), où ils ont abouti à un nombre de 49 substances actives utilisées chez les serristes de la région de Biskra durant une enquête du terrain pendant la campagne 2013-2014.

I.1.5 Le matériel de traitement et l'achat de pesticides

Cette enquête montre que la totalité (100%) des serristes enquêtés utilisent le pulvérisateur comme moyen d'épandage dont sa capacité varie entre 16-1200 L, le pulvérisateur le plus utilisé est de 200 L (41,3%). 18,8% des enquêtés ont un pulvérisateur de 1000 L, ce dernier est utilisé pour traitement de plusieurs serres à la fois, 13,8% ont un pulvérisateur de 16 L (utilisé dans le cas des petites surfaces). Des résultats différents ont été obtenus au Burkina Faso par Akesse *et al.*, (2015) où tous producteurs de piment dans la zone de Port-Bouët (Abidjan sud) utilisent le pulvérisateur à dos.

En ce qui concernant l'achat des pesticides, notre enquête indique que 86,3% des serristes demandent des conseils avant d'acheter les pesticides. Le grenetier est la première source d'information par 71,3%, l'échange entre serristes constitue la deuxième pour 12,5%. Alors que l'internet n'informe que 2,5% des serristes.

I.1.6 Moments et fréquence de traitement

La plupart des serristes soit 65% traitent la matinée ou le soir (de 7 à 9 h ou de 16 à 18 h) en fonction de la condition climatique, dans les saisons chaudes ils traitent de 7 à 9 h, en évitant les fortes températures de la période puisque le traitement dans cette période à encourant un grand risque pour leur santé. Les pesticides sont très sensibles aux fortes températures, en subissant une volatilisation, ce qui expose le manipulateur aux inhalations, sur des substances toxiques qui se volatilisent et aussi les pesticides peuvent passer via les pores de transpiration qui se trouve sur sa peau (Ramdani *et al.*, 2009). Alors que durant l'hiver, ils préfèrent de traiter le soir (après 16h). Une minorité des serristes (3,8%) traite entre 10-12 h.

Concernant la fréquence de traitement, les enquêtés déclarent que la fréquence de traitement est variable selon la culture pratiquée et les ravageurs ciblés, mais la majorité d'entre eux soit 40% traite tous les 8-11 jours. Alors que 5% des enquêtés traitent tous les 3 jours (2,5% au niveau de Mziraa et 7,5% au niveau d'El Ghrous) (Tab.7). Ce comportement agit négativement d'une part sur le traitement, selon Calvet et al (2005) la multiplication des traitements des cultures a provoqué l'apparition de résistance qui entraine des pertes d'efficacité et de sélectivité des produits, et d'autre part sur la santé des serristes à cause de leur exposition élevée à ce produit et ce qui traduit par différents problèmes sanitaires.

Tableau 7: Fréquence des traitements par les serristes enquêtés

Fréquence des traitements	Pourcentage (%)
Tous les trois jours	5
4 à 7 jours	22,5
8 à 11 jours	40%
12 à 15 jours	32,5%

I.1.7 Respect des doses de traitement et des délais d'attente avant récolte

Cette enquête indique que la majorité des agriculteurs soit 63 (78,75%) n'ont pas respecté la concentration recommandée malgré la plupart des doses appliquées assurées par les vendeurs de pesticides (85%). Donc ce comportement s'expliquer par la mentalité des agriculteurs enquêtés qui pensent que toute augmentation des doses de traitement conduit à l'accroître d'efficacité et de rendement. Seul 17(21,25%) ont respecté la dose mentionnée

dans l'étiquette. 73,75% des agriculteurs enquêtés déclarent que la cause principale du respect la dose de traitement est: la protection de la culture, parce que selon eux l'augmentation de la dose provoque la phytotoxicité, et seulement 3,8% explique le respect de la dose par la protection de la santé, et la dose la plus appliquée est de 100ml/200L.

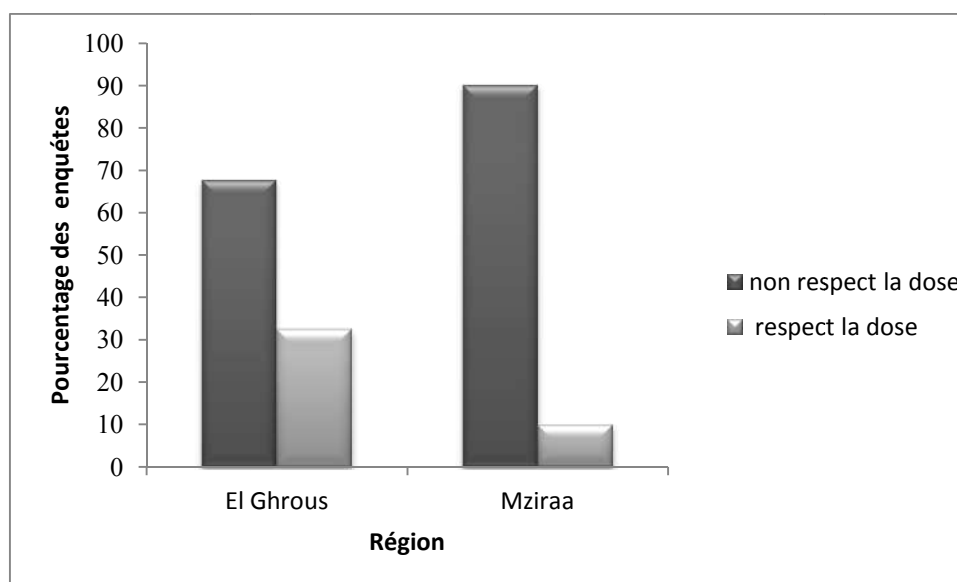


Figure 21 : Respect des doses de traitement

Les résultats obtenus sont similaires à ceux retrouvés au Bénin par Françoise *et al.*, (2017) et par Son *et al.*, (2016) au Burkina Faso.

La plupart des agriculteurs ne respect pas le DAR (le délai d'attente avant récolte), dont 50% des serristes ont respecté un délai de seulement 1-3 jours (Fig.22) (52,5% au niveau d'El Ghrous et 47,5% au niveau de Mziraa). Alors que le délai d'une semaine a respecté par 37,5% et seuls 12,5% des enquêtés ont respectés un délai de 7-15 jours. Cette pratique expose les consommateurs au risque d'accumuler dans leur corps des résidus de pesticides en quantités, ce qui mettra en danger leur santé (Ramdani *et al.*, 2009), dont une étude réalisée par Mebdoua *et al* (2017) montre que 57,5% des fruits et des légumes des échantillons prélevés sur le marché Algérien contiennent au moins un résidu de pesticide et 12,5% dépasse la limite maximale des résidus (chlorpyrifos, lambda-cyhalothrine, deltaméthrine, métalaxyl, benalaxyl et oxyfluorfen).

Le non-respect de DAR peut s'expliquer soit par les exigences du marché soit par l'ignorance des agriculteurs du DAR mentionné sur l'étiquette due à leur niveau d'instruction faible ou l'achat des produits dans leurs emballages non originaux (sans étiquette). Ce dernier cas est représenté par 32,5%.

Le non-respect du DAR a également constaté par Ramdani *et al.*, (2009) chez les serristes maraîchères des localités de Tolga et de Sidi Okba (région de Biskra) et par Louchahi (2015) chez les agriculteurs de 3 régions : Alger, Tipaza, Blida, par Ahouangninou *et al* (2011) chez les producteurs maraîchers dans la commune rurale de Tori-Bossito (Sud Bénin).

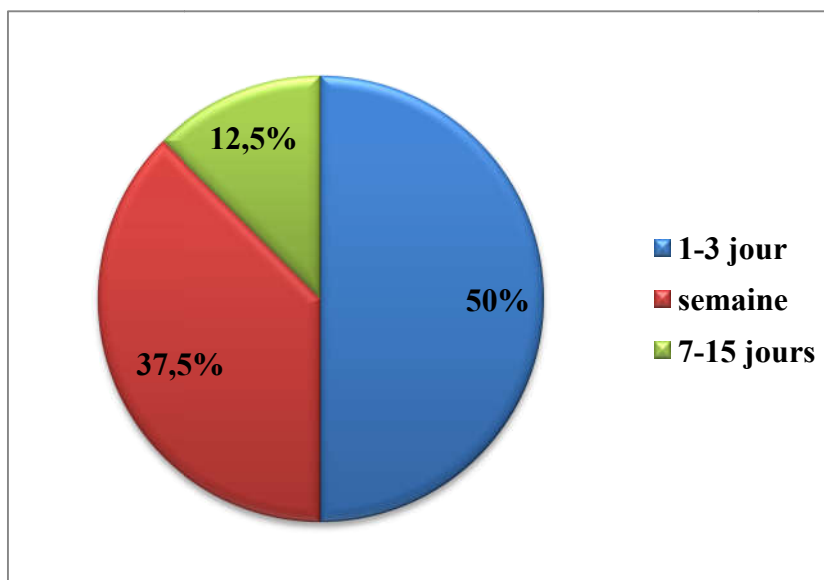


Figure 22 : Respect du délai avant récolte (DAR)

1.1.8 Les mesures de sécurité prises lors et après de traitement

Les résultats de notre enquête montrent que : la majorité des serristes enquêtés (88,75%), ne se protège pas lors traitement. Seulement 11,25% des enquêtés portent la tenue complète. Parmi les moyens de protection que les agriculteurs utilisent nous avons : le port de combinaison unique pour 58,75%, la protection des yeux (port des lunettes uniquement) et le port d'un masque à gaz ne respect que par 7,5% des enquêtés. Alors que 6,25% des serristes protègent leurs pieds par le port des bottes. La protection des mains uniques est présente par 3,5%. Les serristes qui protègent leurs pieds par le port des bottes sont 3,75%. 1,25% des enquêtés ne portent que des cache nez. Trois participants (3,75%) ne prennent aucune mesure de protection et 9 enquêtés ouvriers respectent toutes les mesures de protection recommandées (Tab.8).

Le faible niveau de protection peut s'expliquer soit par : l'ignorance des agriculteurs du danger des pesticides par rapport à leurs santé, soit par le coût d'achat des équipements de protection ou à cause de la température élevée dans les serres qui empêchent les

agriculteurs de porter la tenue complète surtout en saison chaude, ils préfèrent de porter des vêtements quotidiens.

Tableau 8: les moyens de protection que les agriculteurs utilisent lors du traitement

Moyens de protection utilisée	Pourcentage
Equipement de protection individuel	
Respectée toutes les mesures de protection	11,25%
Non-respect des mesures de protection	88,75%
Type d'équipement de protection	
Aucune protection	3,75%
Combinaison	58,75%
Gants	3,75%
Cache-nez	1,25%
Masque à gaz	7,5%
Bottes	6,25%
Lunettes	7,5%
La tenue complète	11,25%

Le non-respect des mesures de protection lors de traitements phytosanitaires a montré par plusieurs auteurs : Belhadi *et al.*, (2016) en Algérie, par Doumbia et Kwadjo (2009), Wognin *et al.*, (2013) en Côte d'Ivoire, Gomgnimbou *et al.*, (2009) au Burkina Faso, Muliele *et al.*, (2017) au Congo, Berg *et al.*, (2017) au Vietnam, Ribeiro *et al.*, (2012) au Brésil, Bakary *et al.*, (2017) à Ouagadougou et aux États-Unis par Carpenter *et al.*., (2002) et Perry *et al.*, (2002).

En matière de mesure de sécurité après le traitement les résultats indiquent que 83,8% des enquêtés prennent une douche immédiatement, alors que 13,8% nettoient uniquement leurs mains. La minorité (2,5%) change seulement leurs habits.

Afin d'éviter les risques de contaminations indirectes, seulement 6,3% des serristes apportent un soin particulier à leurs équipements de protection (lavage, entretien, stockage).

I.1.9 Gestion des restes de la bouillie de pesticide et lavage de pulvérisateur après le traitement

À la fin du traitement, 65% des enquêtés déversent les restes de la bouillie de pesticides sur le sol. Cette pratique représente des risques de contaminations de l'environnement (Toé, 2010). Selon Barriuso (2004), la dispersion et l'accumulation des pesticides dans le sol sont à l'origine des problèmes de contamination des milieux, dont une étude réalisée par Tapsoba et Bonzi-Coulibaly (2006) montre que la contamination des eaux de 4 sites en zone cotonnière par les pesticides (endosulfan, aldrine) surtout en période d'intense activité agricole. D'autres étude a été menée au Togo par Mawussi (2008), révèle la présence des différents types de pesticides dans plusieurs matrices telle que : sol, sédiment, eau de rivières et de puits. La conservation des restes des pesticides dans le pulvérisateur pour éventuelle réutilisation a été notée dans 18,75% des cas et enfin 16,25% des enquêtés déclarent qu'il ne leur reste pas car il déclarent qu'ils maîtrisent les quantités à utiliser.

Le matériel de traitement est nettoyé après chaque utilisation par 47,5%. Ce nettoyage se fait en plein champ pour tous les enquêtés. Aucune exploitation ne possède une aire réservée spécialement au lavage de pulvérisateur.

I.1.10 Gestion des emballages vides et condition de stockage

Il ressort des résultats de notre enquête nous avons constatés que la majorité des enquêtés (45%) jetés les emballages vides après leurs usages dans la nature (Fig.23). Ces emballages sont brûlés par 30% des serristes. Ce comportement provoque des effets néfastes pour l'homme et l'environnement, car l'incération des emballages vides surtout ceux constitués à base de produits chlorés est responsable de l'émanation de fumée nocif toxique et des polluants organiques persistants (POP) comme les dioxines (Tchamadeu *et al.*, 2017). (20%) les jetent dans la décharge publique, certains des enquêtés (5%) les réutilisent pour d'autres fins.



Figure 23: emballages vides sont jetés dans la nature (Photo originale, 2016)

Les risques les plus importants pour la santé et l'environnement se rencontrent donc dans les cas où les emballages vides sont réutilisés, jetés ou brûlés (Toé, 2010). La mauvaise gestion des emballages vides a également constaté par Belhadi *et al.*, (2016) où les emballages sont jetés dans la nature par 55,3% des serristes de Ziban et les brûlés par 32,6%, et au Sénégal Diop (2014) signale que la majorité des agriculteurs de la zone de Niayes (36,7%) réutilisent les emballages vides, 0,6% les brûlent et 36,1% les jettent. Bakary *et al.*, (2017) montrent que 84 % des maraîchères du site de Boulmiougou et 72 % dans la région de Tanghin (Burkina-Faso) jettent leurs emballages de pesticides dans la nature (Zongo *et al.*, 2015).

Concernant le stockage des pesticides, les résultats indiquent que 47,5% des enquêtes possèdent un local de stockage. Ce dernier est éloigné à l'habitation (plus de 15m) et à la source d'eau (plus de 35m), mais les règles de sécurités ne sont pas respectées dans la majorité des cas (local fermé à clef et correctement ventilé et aéré), seulement 3,8% sont réservés au stockage des pesticides et 13,8% des équipements de protection individuelle sont gardés dans ce local. Le non adaptation de la condition de stockage des pesticides a également rapporté par Eddaya *et al.*, (2015) chez les producteurs de menthe de la région de Meknès- Tafilalet.

I.1.11 Les maladies liées à l'application de pesticides

Le non adaptation des mesures de sécurité expose les serristes à de nombreux problèmes sanitaires suite à un traitement phytosanitaire. Parmi les malaises recensés sont les maux de tête, la fatigue, maux d'estomac, le douleur lombaire (surtout chez les agriculteurs qui traitent à l'aide d'un pulvérisateur à dos), les difficultés respiratoires, irritations cutanées, les troubles de vision. Des cas similaires de ces malaises sont déjà rapportés par Guimeur *et al.*, (2016) sur les serristes maraîchères de localité de Tolga.

Tableau 9: nature des malaises ressentis chez les serristes

Les malaises	Nombre de fois cité	pourcentage (%)
Maux de tête	43	53,75%
La fatigue	5	6,25%
Maux d'estomac	10	12,50%
Le douleur lombaire	3	3,75%
Les difficultés respiratoires	2	2,50%
Irritations cutanées	4	5%
Les troubles de vision	9	11,25%
Autres	4	5%

Le tableau 9 montre que les symptômes de toxicité autodéclarés les plus fréquents associés à l'utilisation de pesticides étaient les suivants: les maux de tête 43agriculteurs (53,75%), les maux d'estomac : 10 agriculteurs (12,50 %), les troubles de la vision : 09 agriculteurs (11,25 %), la fatigue : 05 agriculteurs (6,25 %), l'irritation cutanée : 04 agriculteurs (5 %), des difficultés respiratoires : 02 agriculteurs (2,5%), les douleurs lombaires : 03 agriculteurs (3,75 %) et les autres symptômes : 04 agriculteurs (5%). Il y avait des corrélations significatives respectivement $r = 0,74$; $P < 0,05$ et $r = 0,95$; $P < 0,05$ entre les malaises, les années d'expérience et le niveau d'étude.

1.2 Enquête auprès des vendeurs des pesticides

Dans le but d'identifier les pesticides les plus vendus, nous avons réalisé une enquête auprès de 14 vendeurs des pesticides dans les deux localités de la région de Biskra (Mziraa et El Ghrous), à raison de 7 vendeurs par commune.

Notre enquête indique que l'âge des vendeurs varie entre 26-59 ans avec une moyenne de $36,3 \pm 8,9$ ans, dont 71,4% d'entre eux ont un âge inférieur ou égal de 39 ans.

En ce qui concerne le niveau d'étude, notre résultat montre que 64,3% des vendeurs enquêtés avaient le niveau universitaire, dont 4 d'entre eux à Mziraa et 2 à El Ghrous avaient un diplôme d'ingénieur en sciences agronomiques. Alors que le niveau moyen ne représente que 7,7% et le niveau secondaire représente 28,6% des vendeurs interrogés (Fig.24).

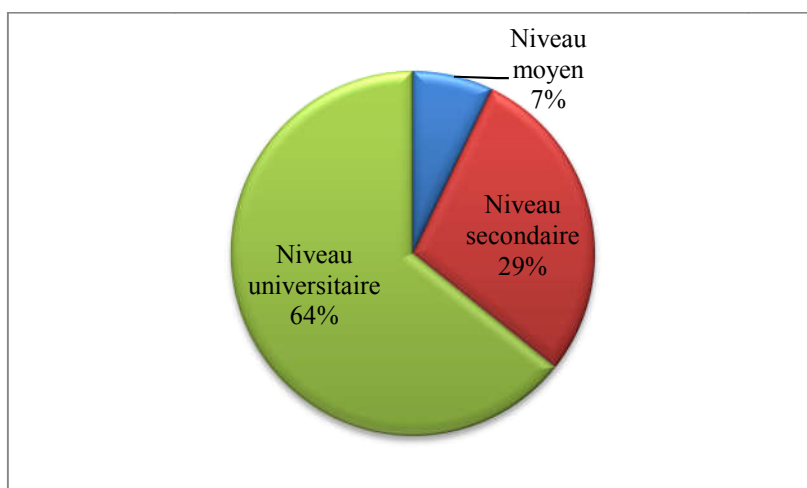


Figure 24: le niveau d'étude des vendeurs

1.2.1 les pesticides les plus vendus

65 pesticides ont été répertoriés appartiennent à 35 matières actives dont les plus vendues des fongicides sont : triadimenol (42,9%), hexaconazole (21,5%), penconazole (14,3%) (Fig.25). Lorsque nous avons comparé ces résultats avec les résultats des serristes, nous avons constaté que l'hexaconazole bien positionné dans la liste des matières actives vendues malgré leur faible utilisation chez les serristes enquêtés.

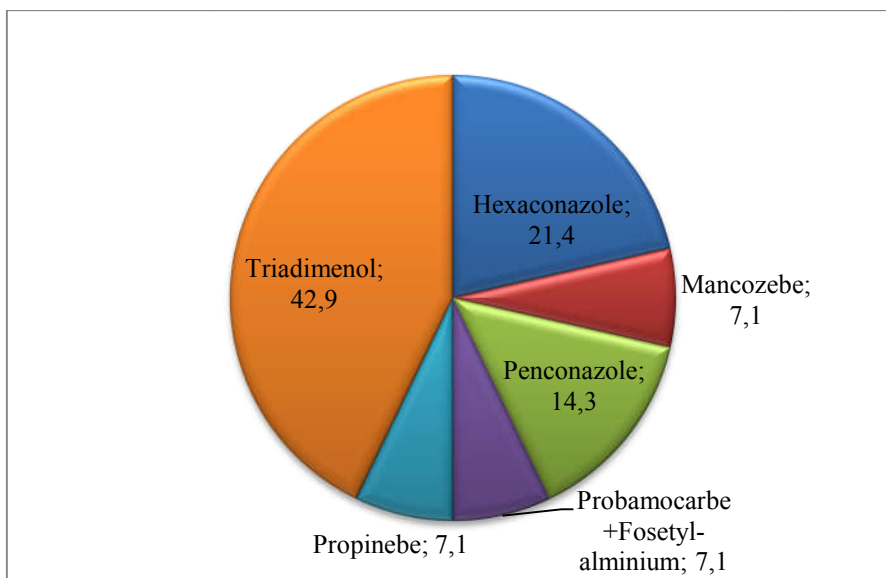


Figure 25: Les matières actives fongicides les plus vendues

parmi les matières actives d'insecticides les plus vendues: acetamepride (35,7%), imidaclopride (21,4%), endosulfan (14,5%) (Fig. 26), des résultats similaires ont été rapportées chez les agriculteurs enquêtés.

L'abamectine c'est la seule substance active insecticide-acaricide mentionnée par tous les serristes et les vendeurs sous différents produits commerciaux (vertimac, tina, abanutina, zoro....).

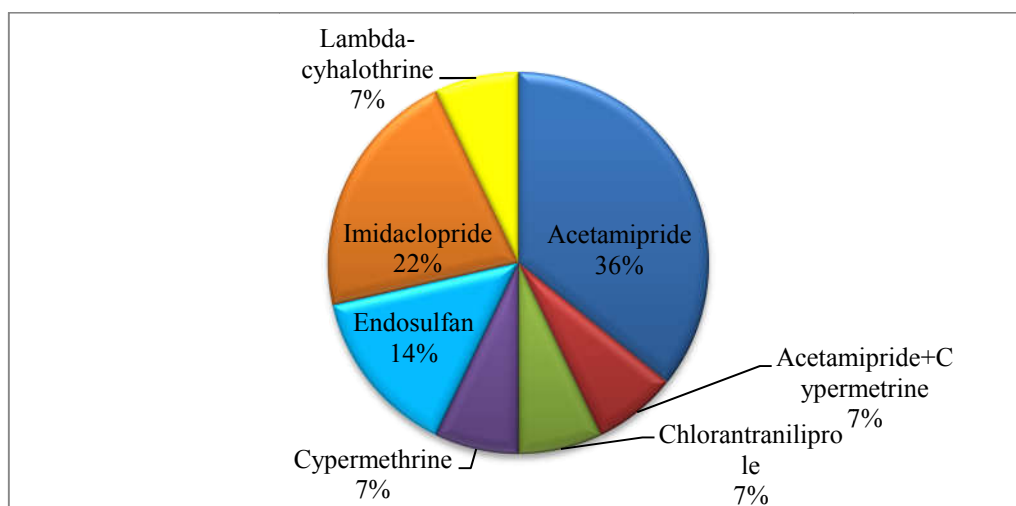


Figure 26: Les matières actives insecticides les plus vendues

Concernant les familles chimiques, les résultats permettent d'identifier les néonicotinoïdes dominé dans l'insecticide avec 57,2% et suivi par des organochlorés (14,3%) et des pyrétrinoïdes (14,3%) (Fig.27).

Les fongicides les plus vendues sont les triazoles (78,6%) et les carbamates (14,3%). Pour l'insecticide-acaricide ont trouvent les avermectines.

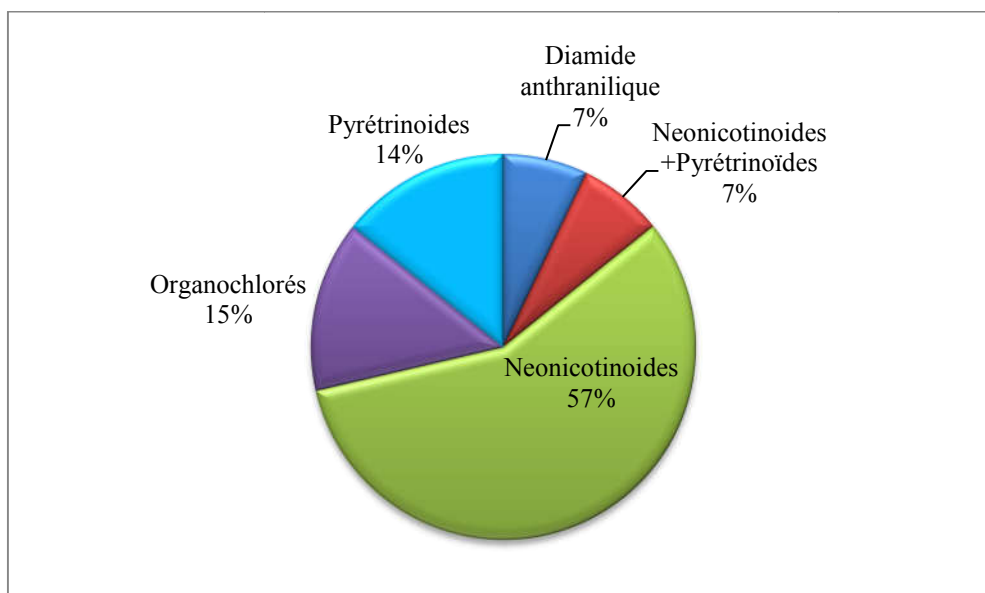


Figure 27: Les familles chimiques des insecticides les plus utilisés

Nous avons noté que l'herbicide n'est pas rapporté par les serristes malgré leur présence dans la liste des produits vendus.

D'après les résultats requis auprès des serristes interrogés et les revendeurs nous avons constaté que toutes les matières actives citées par les revendeurs sont mentionnées par les serristes à l'exception de l'herbicide (glyphosate) et l'insecticide (thiocyclame) qui ne sont pas pratiqués par les serristes enquêtés mais déclarés par les revendeurs.

II. L'analyse au laboratoire

II.1 Caractérisations physico-chimiques des sols

Le sol constitue un compartiment clé dans le devenir des pesticides (Chaplain *et al.*, 2011). La texture et la structure du sol vont conditionner le transfert des pesticides. Certains paramètres peuvent également influencer directement la sorption des pesticides sur les éléments solides: matière organique, métaux, pH (Queyrel, 2014).

II.1.1 pH

Le pH du sol va directement influencer sur l'état d'ionisation des molécules et indirectement sur les constituants du sol, modifiant ainsi les mécanismes de sorption-désorption (Yang *et al.*, 2004 in Joly, 2014).

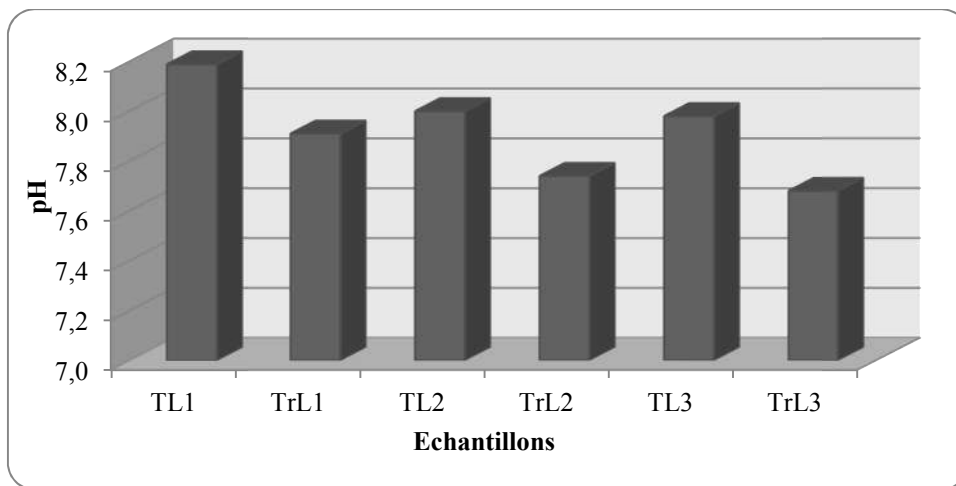


Figure28 A: Variations du pH des sols dans la région d'El Ghrous

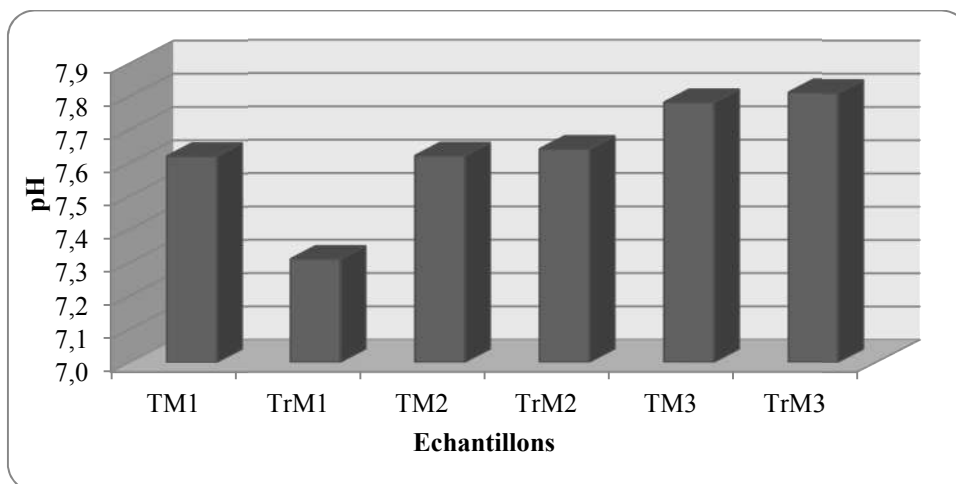


Figure28 B: Variations du pH des sols dans la région de Mziraa

D'après la figure 28 et les normes d'interprétation établies par Baize (1988) nous avons constaté que: le pH de sol au niveau de deux sites sont alcalins (100% à El Ghrous et

83,33% à M'ziraa), à l'exception d'un échantillon dans le site de M'ziraa (TrM1) qui présente une valeur neutre de: 7,31.

Les valeurs de pH à El Ghrous varient entre 7,68 à 8,19 (Fig.28 A), et de 7,31 à 7,81 à M'ziraa (Fig.28 B). En comparant le pH des sols traités avec celui des témoins dans les 2 sites, nous avons trouvé que le pH du sol témoin dépasse le pH du sol traité, un changement significatif a été obtenu dans les valeurs de pH dans les deux stations (Test ANOVA, $F(53 ; 1) = 4,128$; $P < 0,05$), cela peut s'expliquer par la présence de la matière organique dans le sol traité, dont nous avons trouvé une corrélation inverse entre la matière organique et le pH ($r = -0,469$ à El Ghrous) et peut-être aussi due à l'utilisation des amendements.

II.1.2 Granulométrie

L'analyse granulométrique est un des moyens classiques de l'étude des sols (Gobat *et al.*, 1991). Elle est permet de déterminer la proportion des diverses classes de grosseur des particules (CEAEQ, 2015). Cette composition granulométrique est généralement représentée par l'appartenance à une classe texturale située dans un diagramme triangulaire rectangle. À partir de données analytiques de laboratoire, on utilise aussi couramment les triangles de texture pour avoir une vision immédiate, à l'aide de la projection d'un seul point, de la granulométrie d'un échantillon de sol (Richer de Forges *et al.*, 2008).

L'analyse granulométrique des échantillons a permis l'obtention des résultats enregistrés dans le tableau 10.

À partir de ces résultats, on remarque la dominance de limon grossier et le sable fin au niveau des sols analysés d'El Ghrous et de sable grossier et limon grossier à M'ziraa, avec des différences significatives (Tab.10). Le limon fin et l'argile présentent un faible pourcentage dont la valeur minimale à El Ghrous qui est de 3,22% et de 7,68% à M'ziraa. Aucune différence significative n'a été obtenue dans les deux stations ($P = 0,88$) (Tab.10).

Les résultats des analyses granulométriques des fractions du sol révèlent qu'ils présentent 4 types de texture dans la région d'El Ghrous : limoneuse fin, limono sableuse, limono-argileuse et limoneuse. Alors que les sols étudiés à M'ziraa ont une texture limono-sableuse à limoneuse.

Tableau 10 : pourcentage des fractions granulométriques du sol étudiés

	échantillon	Sable grossier (%)	Sable fin (%)	Limon grossier (%)	Limon fin + argile (%)
El Ghrous	TrL1	24,86	34,84	36,17	3,22
	TL1	12,26	29,75	50,51	6,39
	TrL2	12,07	25,84	51,02	10,30
	TL2	6,64	18,99	59,40	13,90
	TrL3	17,10	23,62	43	15,37
	TL3	9,23	12,05	38,12	38
M'ziraa	TrM1	42,66	16,69	27,76	12,32
	TM1	21,25	16,47	41,84	19,92
	TrM2	43,07	15,96	30,99	9,35
	TM2	45,88	16,84	29,1	7,68
	TrM3	45,53	17,62	27,61	8,54
	TM3	20,33	13,80	39,19	24,03
Teste ANOVA		F (11;1) = 16,27; P < 0,05),	F (11;1) = 5,742 7; P < 0,05),	F (11;1) = 9,534; P < 0,05),	F (11;1) = 0,02 7; P = 0,88),

Tr: sol traité, Tm: sol témoin, L: El Ghrous, M: Mziraa

Les 4 types texturaux sont répartis comme suit: 50% des sols de la région d'El Ghrous présentent une texture à limon fin, 16,66% des sols analysés ont une texture limono-sableuse, limoneuse et limono-argileuse.

Dans le site de M'ziraa, nous avons trouvé que: 66,66% des sols échantillonnés ont une texture limono-sableuse et 33,33% ont une texture limoneuse.

II.1.3 Conductivité électrique (CE)

La conductivité électrique définit la quantité totale en sels solubles correspondant à la salinité globale du sol, elle dépend de la teneur et de la nature des sels solubles présents dans ce sol (Guessoum, 2001 in Aouidane, 2017).

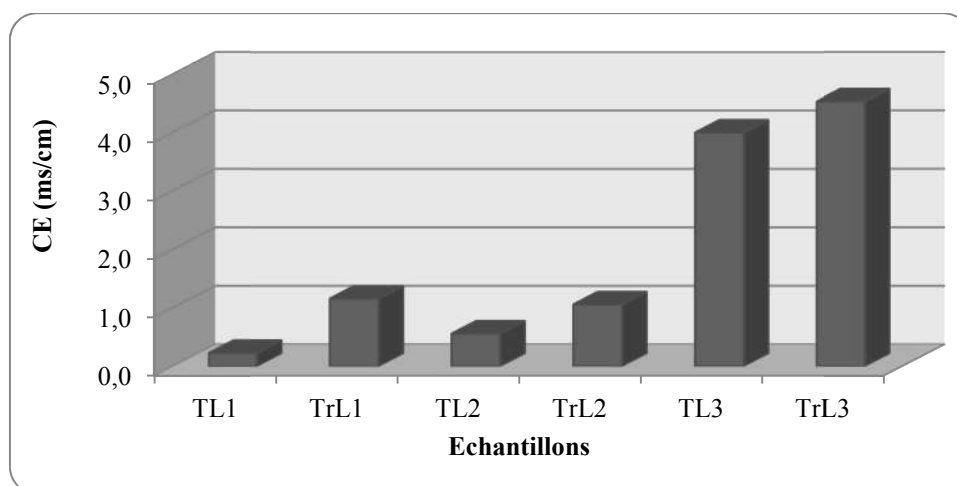


Figure 29 A: Variations de la conductivité électrique des sols d'El Ghrous

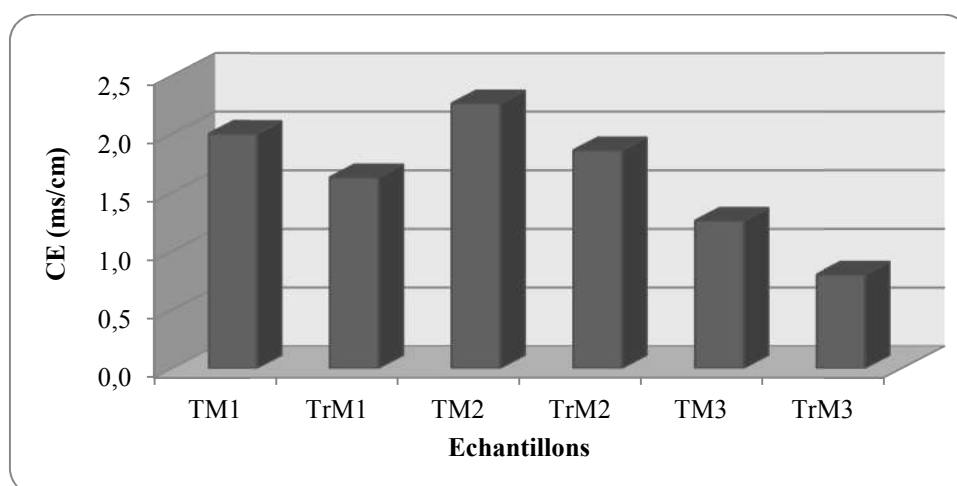


Figure 29 B: Variations de la conductivité électrique des sols de Mziraa

Selon les normes d'interprétation établies par Aubert (1978), les sols analysés du site d'El Ghrous sont non salés, salés à très salés, avec un pourcentage de 33,33% pour chaque classe, dont la CE de ces sols est varié entre 0,23 à 4,53 ms/cm (Fig.29 A). Par contre 83,33% des sols étudiés de M'ziraa sont des sols salés, avec des valeurs de la conductivité variant entre 0,80 et 2,26 ms/cm (Fig.29 B). Aucune différence significative n'a été observée dans les deux stations ($F(53;1) = 0,196$; $P = 0,65$) (Tab.10).

La diminution de la CE des sols traités par rapport aux sols témoins dans la région de M'ziraa est due probablement aux irrigations qui provoquent un lessivage des sels. Alors que leur augmentation dans les sols traités d'El Ghrous peut être expliquée par l'utilisation d'engrais et le fumier. L'effet d'activité agricole sur la salinité du sol est étudié par

Aouidane (2017), cette étude montre qu'une augmentation de la salinité des sols après une campagne agricole.

1.4 Le calcaire total

Le calcaire total des sols étudiés à El Ghrous est présent en des proportions variables avec une valeur minimale de 16,94% et une valeur maximale de 30,29 % (Fig.30 A). En se basant sur l'échelle d'interprétation établie par Baize (2000) nous classons les sols de la région d'El Ghrous en deux classes: sols modérément calcaires avec un taux de 50% et sols fortement calcaires à 50%.

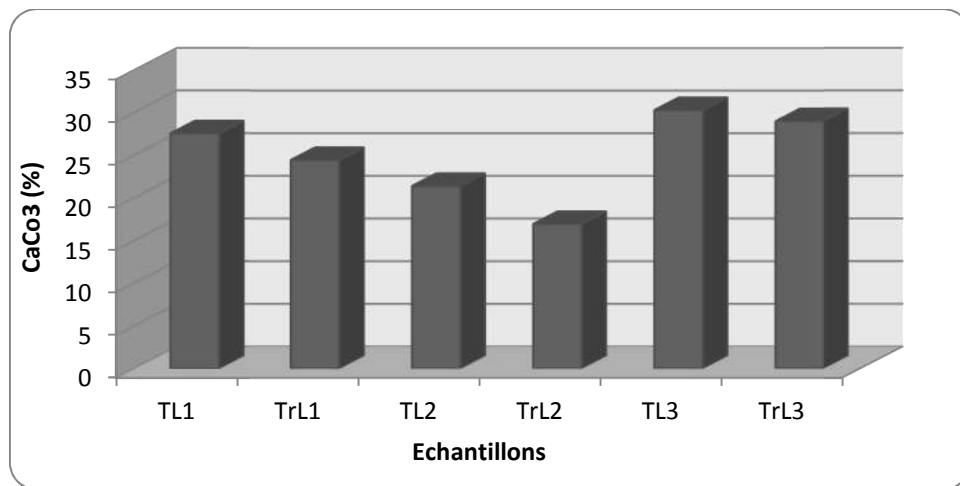


Figure 30 A : Variations du calcaire total des sols d'El Ghrous

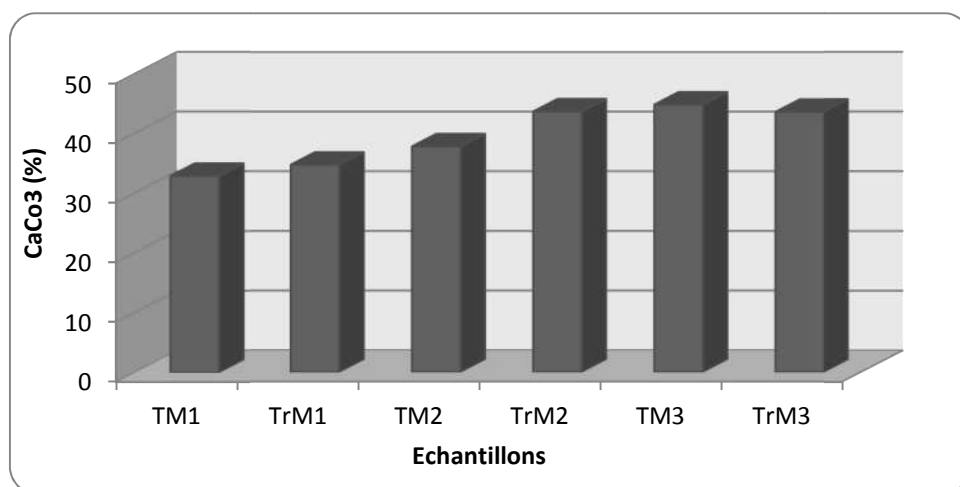


Figure30 B : Variations du calcaire total des sols de Mziraa

La variation de calcaire total dans les sols analysés à M'ziraa nous permettons de dire que les sols sont fortement calcaires à 100%, avec des valeurs varient entre 32,89% et 44,85% (Fig.30 B).

En comparaison entre les 2 régions, nous avons trouvé que le taux du calcaire dans la région d'El Ghrous est inférieur à ceux de la région de M'ziraa (Test ANOVA, $F(53 ; 1) = 8,886$; $P < 0,05$), cela due probablement à la présence du gypse dans les sols d'El Ghrous qui domine la fraction solide des sols selon les études d'ANAT (2003).

II.1.5 Capacité d'échange cationique (CEC) et les cations échangeables

La capacité d'échange cationique est la somme des cations formant des complexes externes et à la somme des cations de la couche diffuse. Autrement dit, elle représente l'ensemble des cations compensent les charges électriques négatives (Calvet, 2013).

D'après les données analytiques, on constate que, les valeurs de CEC aux sols étudiés à M'ziraa sont très élevés, élevés à très élevés à El Ghrous.

Concernant les cations échangeables, Baize (2000) indique que les plus couramment présents sur le complexe s'échange sont : Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ et K^+ . Les résultats d'analyses de ces cations enregistrés dans le tableau 11.

Tableau 11: les résultats des analyses les cations échangeables, avec la moyenne (Moy), minimum (Min), maximum (Max), l'écart type (ET) et la probabilité (P)

	El Ghrous				M'ziraa				p
Les cations échangeables	Min	Max	Moy	ET	Min	Max	Moy	ET	
	meq/100g				meq/100g				
Ca^{++}	7	22,80	13,48	4,90	19,20	42,60	29,20	7,15	<0,05*
K^+	0,007	1,83	0,52	0,42	0,40	2	1,02	0,51	0,1**
Na^+	0,009	10,71	1,33	2,45	0,87	4,77	2,43	1,22	0,28**
Mg^{++}	1,20	14,40	7,09	3,097	1,80	24,60	9,51	6,06	0,43**

* : Significatif, ** : Non Significatif

Les données analytiques qui figurent dans le tableau 11 montrent la dominance du Ca^{++} pour la plupart des échantillons étudiés avec des valeurs qui varient entre 7 à 22,80 meq/100g au niveau d'El Ghrous et de 19,20 à 42,60 meq/100g à M'ziraa, avec différence significative a été observé ($P < 0,05$). Cette dominance traduit par leur adsorption élevée par

le complexe argilo-humique à cause de la richesse des sols en CaCO_3 à M'ziraa et en gypse à El Ghrous.

Le Mg^{++} est présent avec des teneurs inférieures à celle de Ca^{++} avec une moyenne de 9,51 meq/100g à M'ziraa et de 7,09 meq/100g à El Ghrous.

Les cations monovalents (Na^+ et K^+) sont présents avec des taux faibles par rapport aux cations bivalents (Ca^{++} , Mg^{++}), dont leurs moyennes sont de l'ordre de 1,33 meq/100g avec une valeur maximale de 10,71 meq/100g pour Na^+ et 0,52 meq/100g pour K^+ avec une valeur maximale de 1,83 meq/100g à El Ghrous.

Pour les sols étudiés à M'ziraa, on remarque que la moyenne de Na^+ est de 2,43 meq/100g avec une concentration maximale de 4,77 meq/100g, alors que K^+ est présent avec une moyenne de 1,02 meq/100g et une concentration maximale de 2 meq/100g.

Aucune différence significative n'a été observée dans les deux stations pour les éléments de Mg^{++} , Na^+ et K^+ (Tab.11).

II.1.6 La matière organique

La matière organique joue un rôle dans la fertilité du sol (Baldock *et al.*, 1992). Elle stocke, libère les éléments nutritifs assimilables par les végétaux, réduit l'érosion et régularise l'action des pesticides (El Bakouri, 2006). Elle est considérée comme le principal adsorbant des pesticides dans les sols (Chiou, 1989 in Al Rajab, 2007).

La matière organique du sol est généralement exprimée en pourcentage de carbone organique total (C). Les teneurs en carbone organique dans les deux régions, situées entre 0,35% et 2,20% indiquent un taux variable de la matière organique (Test ANOVA, $F(53;1) = 0,077$; $P = 0,78$).

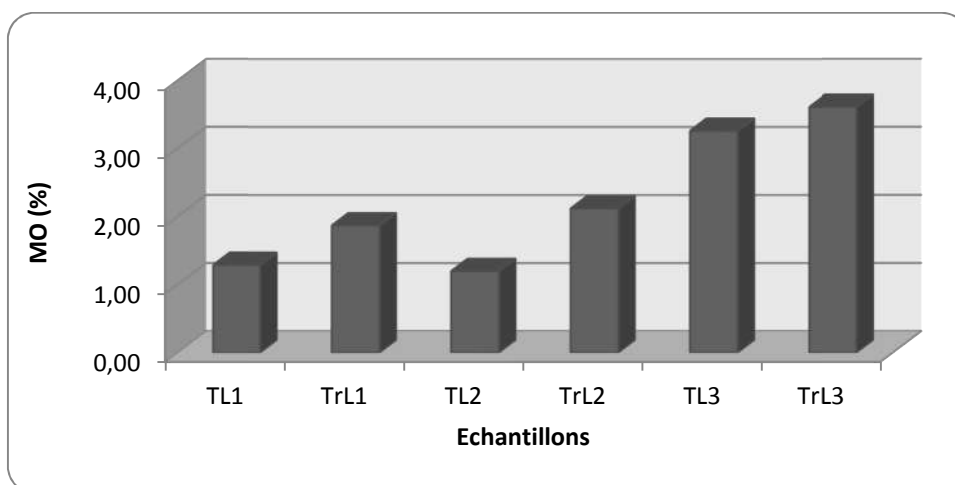


Figure 31 A: Variations de la matière organique des sols d'El Ghrous

Selon l'échelle d'interprétation établie par ITA (1977), les sols du site d'El Ghrous sont pauvres à moyens en matière organique, avec une valeur minimale de 1,20%, une valeur maximale de 3,61% et une moyenne de 2,22% (Fig.31 A). Alors que 50% des sols analysés de M'ziraa sont moyens en matière organique dont leurs teneurs sont comprises entre un minimum de 0,62% et un maximum de 3,36% et dont la moyenne de 2,07% (Fig.31 B).

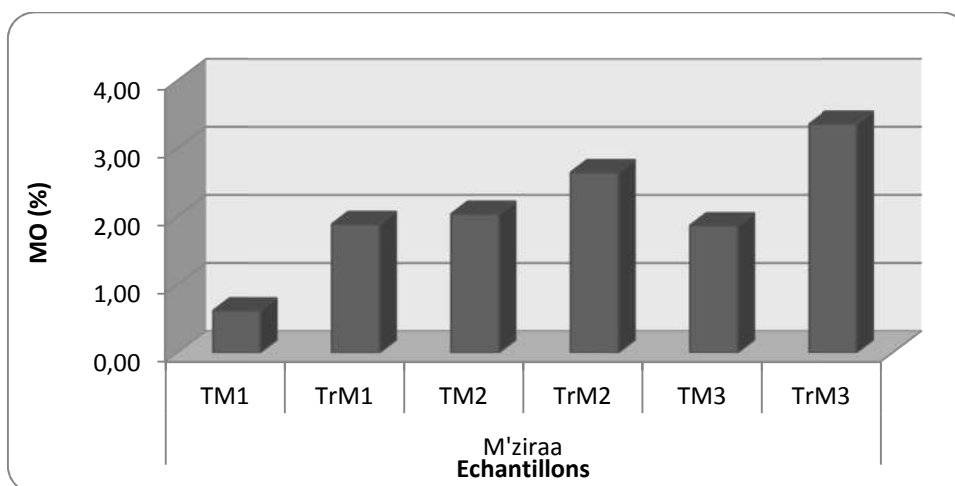


Figure 31 B:Variations de la matière organique des sols de Mziraa

D'après les résultats obtenus on remarque que les taux de la matière organique des sols traités sont supérieurs à ceux des sols témoins dans les deux sites, cela peut s'expliquer par l'apport organique afin d'améliorer les propriétés du sol.

II.2 Résultats de métaux lourds (Zinc)

Selon Loué (1993), la teneur en zinc total des sols est liée à celle de la roche mère. Les sols dérivant de roches ignées basiques peuvent être bien pourvus en zinc. Les sols sur roches mère sédimentaires siliceuses sont plutôt pauvres en zinc.

Tableau 12: Concentrations du zinc dans le sol avec la moyenne (Moy), minimum (Min), maximum (Max), l'écart type (ET) et la probabilité (P)

	M'ziraa	El Ghrous
Moy $\mu\text{g/g}$	1,24	1,66
Min $\mu\text{g/g}$	0,2	0,18
Max $\mu\text{g/g}$	3,66	5,27
ET $\mu\text{g/g}$	0,91	1,54
Teste ANOVA	$F(53 ; 1) = 0,383, P = 0,53$	

La teneur minimale enregistrer dans la commune d'El Ghrous est de 0,18 $\mu\text{g/g}$ et la teneur maximale est de 5,27 $\mu\text{g/g}$ et une moyenne de 1,24 $\mu\text{g/g}$ et écart type de 0,91 $\mu\text{g/g}$,

par contre les teneurs de Zn au niveau de M'ziraa sont variés entre un minimum de 0,20 $\mu\text{g/g}$ et un maximum de 3,66 $\mu\text{g/g}$ et une moyenne de 1,24 $\mu\text{g/g}$ et écart type de 0,91 $\mu\text{g/g}$ (Tab.12).

Les résultats obtenus montrent que, il y a une augmentation des teneurs du Zn dans les sols traités par rapport aux sols témoins causés principalement par l'application des produits phytosanitaires surtout les fongicides et les engrais. D'après les normes proposées par Coïc et Coppenet (1989), les résultats obtenus montrent que les teneurs de Zn dans les deux régions (El Ghrous et M'ziraa) sont très lointaines au seuil de toxicité du sol qui est de 50 ppm, des résultats similaires ont été trouvé dans les mêmes régions par Aissaoui (2010) et dans la région de Sidi Okba par Rahmoune *et al* (2017).

Tableau 13: Matrice de corrélation (Pearson) entre le zinc et les facteurs édaphiques du sol

	El Ghrous	M'ziraa
	Zn	
pH	-0,561	0,286
CE	0,33	-0,635
CaCO ₃	-0,052	0,574
MO	0,455	0,683

Les résultats de matrice de corrélation (Pearson) entre le Zn et les facteurs édaphiques du sol dans la région d'El Ghrous montrent la présence du Zn n'est pas influencée par: CE, CaCO₃, MO, cela est expliqué par le coefficient de corrélation qui est respectivement de $r=0,33$, $r=-0,052$, $r=0,455$. Par contre l'augmentation de pH peut influencer sur l'augmentation de Zn avec un coefficient $r= -0,561$. Alors que dans la région de M'ziraa la corrélation est positive entre le Zn et CaCO₃, MO qui est: $r=0.574$, $r=0,683$ et une corrélation négative avec CE $r= -0,635$. En ce qui concerne le pH nos résultats montre l'absence de corrélation entre le Zn et le pH ($r = 0,286$) (Tab.13).

II.3 Influence les caractéristiques du sol sur les pesticides dans le sol

Les caractéristiques analytiques du sol révèlent que, le pH de la majorité des sols analysés dans les deux régions est alcalin. Calvet *et al.* (2005) indiquent que l'augmentation du pH favorise la solubilité des pesticides de type acides faibles. En effet Getenga et Kengara (2004) ont signalé que l'adsorption du herbicide glyphosate diminuer avec l'augmentation du pH du sol. D'autres études réalisées par Walker *et al.* (1989) a conduit à la présence d'une corrélation négative entre la sorption des pesticides et le ph du sol.

Le pH peut influencer aussi sur la dégradation des pesticides dans le sol (El Sebai, 2007), une étude menée par Mourabit (2003), montre que 70% de l'insecticide endosulfan se dégrade après 7 jours dans un pH compris entre (7,3 et 8). D'autre étude mené par Mukherjee (2012) indique que le taux de dégradation de l'endosulfan dans le sol augmentait significativement avec l'augmentation de pH du sol, à pH 3 presque aucune dégradation de l'endosulfan, légère dégradation à pH 5, augmentation significative à pH 7,5-8,5.

La texture des sols prélevés est limoneuse fin pour la région de l'El Ghrous à 50% et limono-sableuse pour la région de M'ziraa (66,66%), dans cette dernière, 90% de la substance acétamepride peut dégrader après 11 jours de leur application en référence à base des données (Agritox, 2012). Le taux le plus faible d'argile et de limon fin enregistré dans la région d'El Ghrous qui est 3,22%. Laird *et al.* (1994) signalé que l'argile joue un rôle dans l'adsorption des pesticides, Khoury *et al.* (2001) ont rapporté que le fongicide triadimenol est plus adsorbé par l'argile que le sable. Leur rôle est important surtout dans le cas de pesticides ionisés (Barriuso et Calvet, 1992) et dans les sols à faible teneur en matière organique (Barriuso *et al.*, 1994).

Par ailleurs, la rétention des pesticides par les minéraux argileux dépend du type d'argile (Guimont, 2005; Sheng *et al.*, 2001). Mawussi (2008), montre que la présence de l'illite, de la smectite et le taux de carbone organique prédisposent ces sols à une bonne adsorption des pesticides chimiques. L'Etude de Kovaïos *et al.* (2006), aboutie à l'adsorption de l'herbicide atrazine sur l'argile de type montmorillonite plus élevé que l'argile de type kaolinite.

Les sols prélevés de la région de M'ziraa sont les plus salés par rapport aux sols étudiés d'El Ghrous avec un pourcentage de 83,33%, contre 33,33% pour les sols d'El Ghrous. Les pesticides présentent quelques points communs avec les ions des sels car leur transfert dans les écosystèmes s'opèrent fréquemment par voie aqueuse: soit en solutés, soit associées à

la matière organique dissoute, soit adsorbées sur des particules en mouvement dans les flux d'eau (Grünberger, 2015).

Pour les analyses de calcaire total, nous avons trouvé que les sols analysés varient entre modérément à fortement calcaire. Ce facteur peut influencer aussi sur l'adsorption des pesticides, dans une étude menée par El Arfaoui Benamar (2010) indique la présence d'une corrélation négative entre la teneur de calcaire dans le sol et l'adsorption de pesticides, il a trouvé que les sols peu calcaires (<10%) présentent une affinité élevée pour les pesticides. En revanche, les sols riches en calcaire (teneurs en calcaire comprises entre 18,0% et 71,2%) sont caractérisés par de faibles capacités de rétention.

Les teneurs en matière organique dans les deux régions sont faibles à moyenne, cela peut s'expliquer par l'impact de climat aride de la région. Ces teneurs peuvent influencer sur l'adsorption des pesticides dans le sol. Plusieurs études ont rapporté que la présence d'une corrélation positive entre la teneur de la matière organique et l'adsorption des pesticides dans le sol (Calvet *et al.*, 2005; Kanazawa, 1989; Sparck et Swift, 2002).

En ce qui concerne les cations échangeables nos résultats montrent que, la dominance de cations bivalent (Ca^{+2} , Mg^{+2}) par rapport aux cations monovalents (K^+ , Na^+) pour tous les échantillons analysés. El Arfaoui Benamar (2010) indique que la nature des cations échangeables peut influencer sur le potentiel d'adsorption des argiles. Li *et al.* (2003) ont étudiés l'adsorption de différents pesticides par des smectites en présence des cations K^+ et Ca^{+2} , ils ont trouvés que les smectites saturées en K^+ sont plus adsorbées les pesticides que les smectites saturées en Ca^{+2} .

Les analyses de zinc (Zn) montrent des concentrations élevées aboutaient à 3,66 $\mu\text{g/g}$ dans le sol analysé de M'ziraa et 5,27 $\mu\text{g/g}$ dans le sol échantillonné d'El Ghrous, mais ces teneurs sont très lointaines du seuil de toxicité.

Les valeurs élevées toujours enregistrées dans les sols traités par rapport aux sols témoins, ceci témoigne de l'utilisation des engrais et des pesticides surtout les fongicides à base de mancozèbe et propinèb qui contiennent du zinc.

II.4 Les résultats de recherche des pesticides

À l'issue de notre enquête, nous avons retenu plusieurs molécules utilisées mais seulement deux ont été sélectionnées pour l'analyse, vu à leurs possibilités d'analyse en laboratoire d'INRAP (disponibilité des standards) et à leurs propriétés physico-chimiques surtout la

vitesse de dégradation. À titre d'exemple l'acétamepride et l'abamectine étaient les pesticides les plus utilisés mais ne peuvent pas être analysés à cause de leur dégradation rapide dans le sol, dont généralement leur demi-vie (DT50) est 2 jours.

Les substances actives ciblées pour l'analyse sont: alpha endosulfan, endosulfan sulfate, ce dernier est un métabolite de l'endosulfan la plus persisté dans l'environnement (Kumar et Philip, 2006) et cyperméthrine.

Endosulfan

C'est une substance active insecticide appartient à la famille des organochlorés, elle est composé des stéréo-isomères α et β (70/30). Cette substance et ses métabolites sont persistants dans l'environnement avec une demi-vie entre 9 mois à 6 ans (Jayshree *et al.*, 2006). Elle a été détectée dans le sol, les eaux, l'air et les plantes (Awasthi, 2000). En effet l'endosulfan est connu comme un produit toxique chronique et aigu qui peut causer des désordres mentaux et des perturbations neurologiques (Straalen Van et Verklei, 1991 in Tapsoba et Bonzi-Coulibaly, 2006). L'endosulfan a deux principaux métabolites: l'endosulfan sulfate, l'endosulfan diol (Zue Abaga, 2012).

Cyperméthrine

C'est une substance active insecticide de la famille pyrétrinoïdes. Elle est composée de huit isomères (Sakata *et al.*, 1986), peu mobile dans l'environnement. Leur demi-vie est 30 jours (Debbab, 2014). Elle a effet perturbant sur les formations reproductrices (Hénault-Ethier, 2015) et sur le système nerveux chez l'homme (Adamou *et al.*, 2010).

Les principales caractéristiques physico-chimiques de ces substances sont détaillées dans le tableau 14. Ces données proviennent des divers bases de données (Agritox, 2012 ; PPDB, 2016).

Tableau 14: Caractéristiques physico-chimiques de molécules ciblées

Les pesticides	Poids moléculaire (g/mol)	Solubilités dans l'eau (mg/l)	Pression vapeur (Pa)	Constante Henry (Pa m ³ mol ⁻¹)	Koc	DT50	mobilité
Organochlorés							
Alpha endosulfan	406,93	0,32	8,3	1,48	11500	86	Faible
Endosulfan sulfate	422,92	0,48	-	-	5194	-	Faible
Pyrétrinoïdes							
Cyperméthrine	416,3	0,009	6,7x10 ⁻³	0.31	307558	30	Faible

Les résultats d'analyse obtenus de quelques échantillons sont consignés dans les figures ci-dessous et les chromatogrammes de tous les échantillons sont rapportés en annexe.

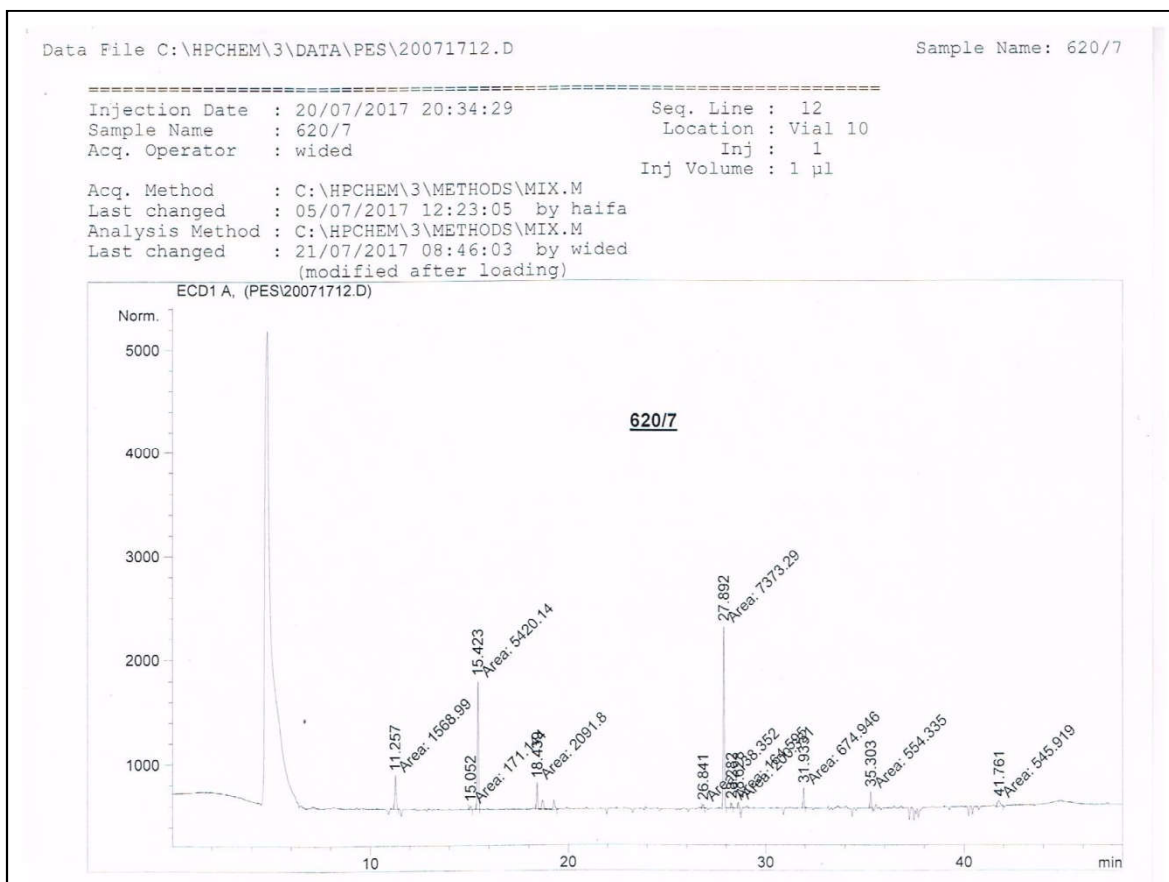


Figure 32: Chromatogramme du 1^{er} échantillon de la région de Mziraa

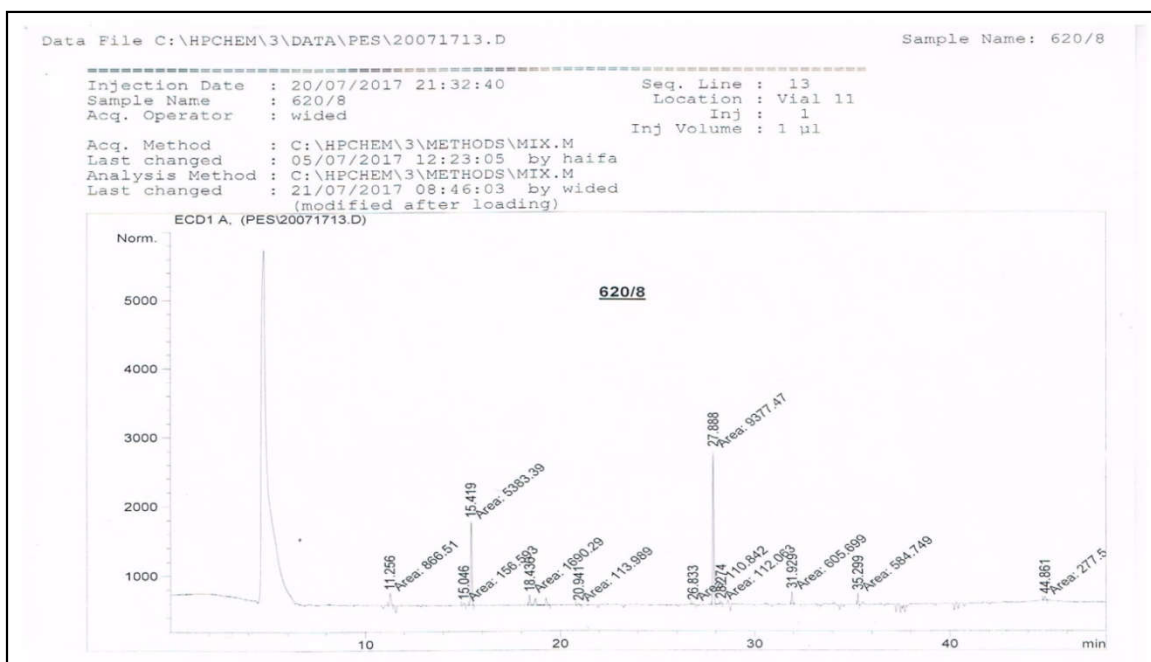


Figure 33: Chromatogramme du 2^{ème} échantillon de la région de Mziraa

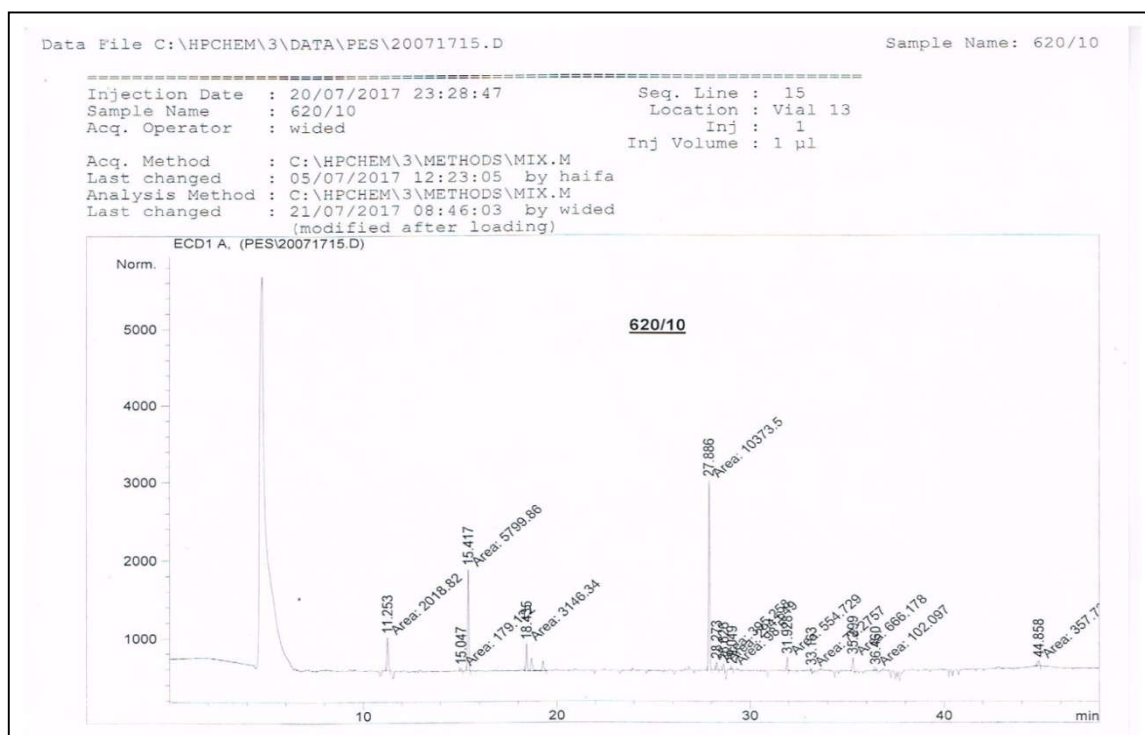


Figure 34: chromatogramme du 1^{er} échantillon de la région d'El Ghrous

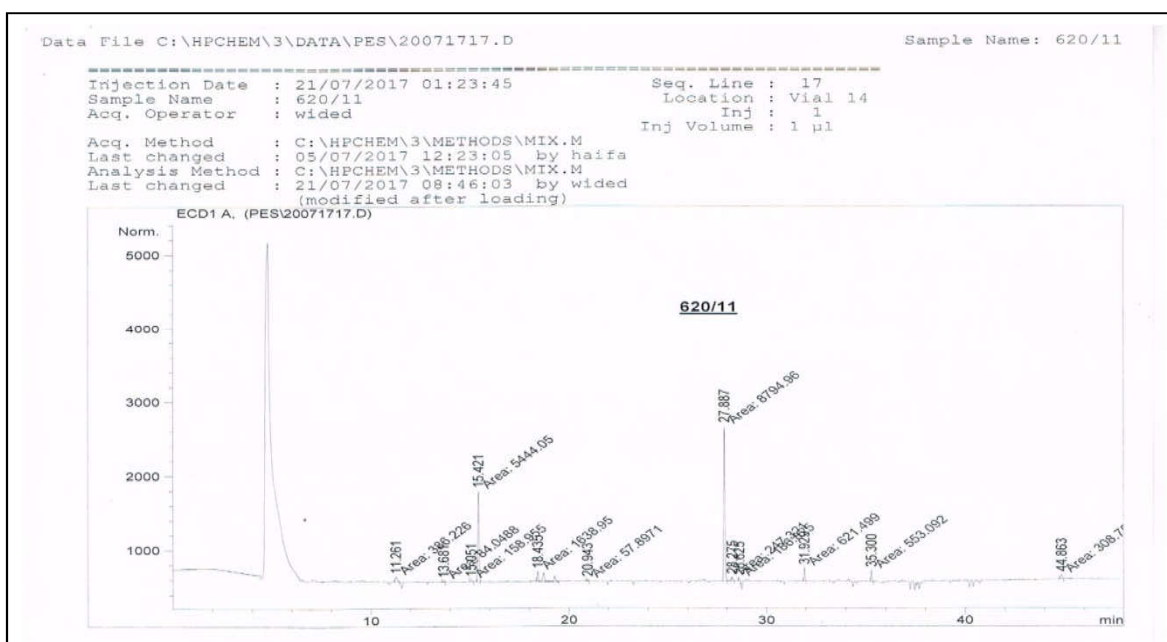


Figure 35: Chromatogramme du 2^{ème} échantillon de la région d'El Ghrous

Les analyses chromatographiques des échantillons du sol prélevés ont montré que, la concentration des pesticides étudiés était en dessous de limite de détection de 0.05 ppm.

La non détection des résidus de ces pesticides dans le sol peut s'expliquer par plusieurs théories :

- Le nombre limité des molécules analysées où nous avons effectué les analyses des pesticides les moins importants par rapport à d'autres à cause de manque des standards et des équipements surtout HPLC.
- La période entre l'application des pesticides et le prélèvement des échantillons du sol, dont le prélèvement est effectué après 4-5 mois de l'application de ces pesticides, c'est une période suffisante pour la dégradation total des pesticides.
- D'autre hypothèse peut s'expliquer la non détection est l'augmentation de la température, cette dernière joue un rôle important dans la dégradation des pesticides surtout sous serre où généralement la température est élevée. En effet, Savadago *et al.* (2008), ont rapporté que l'endosulfan se dégrade plus rapidement dans les sols où la température élevé quelques soit la nature du sol. La vitesse de dégradation de molécules étudiées peut également augmenter par le rayonnement solaire. Schuphan *et al.* (1972) in Zue Abaga (2012) indiquent que l'endosulfan est assez résistant à la photodégradation, mais ses métabolites sont facilement dégradables par les radiations solaires, Walker et Keith (1992) a rapporté que Cyperméthrine peut se dégrader rapidement avec une demi-vie de 8-16 jours sous l'effet de radiation solaire.
- Le conditionnement et la conservation des échantillons durant toutes les étapes qui précèdent l'analyse (prélèvement, transport, stockage) sont importants.
- L'absence de résidus des pesticides dans nos échantillons peut être aussi liée aux caractéristiques physico-chimiques du sol qui peut agir aussi sur la dégradation et l'adsorption des pesticides dans le sol. Mourabit (2003) indique que 70% de l'endosulfan se dégrade après 7 jours dans un pH compris entre (7.3 et 8), dont notre analyse montre que le pH de tous les échantillons est alcalin (compris entre 7.31 et 8.19). Mukherjee (2012) a rapporté que la dégradation de l'endosulfan augmente avec l'augmentation de pH et peut aboutir à la dégradation totale (tout l'endosulfan a transformé en endosulfan diol). En effet Savadago *et al.* (2008) ont signalé que, la dégradation de l'endosulfan est importante dans les sols à forte teneur en argile et en matière organique et au contraire pour cyperméthrine, Chapnan et Harris (1981) ont rapporté que la vitesse de dégradation diminue dans le sol où le pourcentage d'argile et de matière organique sont élevés.

Conclusión générale

Conclusion

L'intensité du pesticide reste très élevée en Algérie. Les types de pesticides étaient typiques pour les pays en développement, y compris même des composés à une toxicité élevée et des structures chimiques stables.

Dans cette étude 80 agriculteurs de la région de Biskra ont été interrogés. L'âge moyen des participants était de $39,5 \pm 11,4$ ans. La totalité des participants étaient des hommes. Un certain nombre de pesticides non homologués, voire interdits, et obsolètes, comme dicofol et l'endosulfan ont été trouvés. L'acétamepride, abamectine, penconazole, triadimenol était les substances couramment utilisées.

Les connaissances et les comportements liés aux règles de sécurité des pesticides sont restés faibles chez les agriculteurs enquêtés, dont un nombre considérable d'agricultures ont déclarés ne pas utiliser l'équipement de protection de façon régulière, seulement 11,25% des serristes portent la tenue complète. Ce comportement expose les serristes à de nombreux problèmes sanitaires où la majorité d'entre eux a déjà ressenti un malaise suite à un traitement phytosanitaires. Les principaux malaises recensés sont: maux de tête, la fatigue, maux d'estomac, le douleur lombaire, les difficultés respiration, irritation cutanés, les troubles de vision. 78,75% des serristes disent que n'ont pas respecté la dose recommandée et 47,5% ont déclaré avoir récolté le même jour après traitement.

L'élimination des contenants vides dans les champs ou en les jetant à proximité ou dans des contenants de déchets locaux est une pratique totalement dangereuse et a été signalée comme un problème majeur.

Les sols étudiés se caractérisent par un pH alcalin pour la plupart des échantillons. Les résultats granulométriques montrent la dominance de limon grossier au niveau de la région d'El Ghrous et de sable grossier à Mziraa. La matière organique est présente avec un taux faible à moyenne. 83,33% des sols étudiés de Mziraa sont salé contre 33,33% à El Ghrous. Le taux de calcaire varie entre modérément à fortement calcaire.

Les résultats des analyses de Zn indiquent que la présence de Zn avec proportion élevée, mais reste toujours lointaine au seuil de toxicité.

Les analyses chromatographiques effectués à l'aide d'une chromatographie en phase gazeuse couplé à un détecteur ECD, équipé d'une colonne capillaire HP5 (longueur 30m, diamètre 0,25mm, épaisseur d'un film 0,25 μ m). Ces analyses n'ont révélé aucuns résidu des pesticides analysés. Les facteurs qui s'expliquent la non-détection peut-être liée au nombre limité des échantillons et des substances analysés ou à la faible quantité de pesticide utilisé, ou à la dégradation totale ou partielle de ces molécules sous l'effet de plusieurs facteurs (climatiques, édaphiques...).

Comme perspective et a pour la complémentarité de notre travail, des enquêtes futures doivent porter sur plusieurs stations et communes.

- Élargir les échantillons et la gamme de substances analysée dans différentes matrices (sol, eau, air, fruit).
- Des études approfondies liées au comportement des pesticides dans l'environnement seraient une perspective intéressante.

Afin de favoriser une gestion rationnelle des pesticides et réduire leurs effets néfastes sur l'homme et l'environnement, il est recommandé de:

- ❖ élaborer de programme d'intervention visant à accroître la sensibilisation aux règles de sécurité et à l'information pratique sur l'utilisation des pesticides dans les populations rurales.
- ❖ Rechercher les alternatives à l'utilisation des pesticides tels que : la lutte biologique, la lutte raisonné.
- ❖ faire des contrôles des pesticides vendus dans le marché.

Références

bibliographiques

Références bibliographiques

Adamou R., Abdoulaye A., Soumaïla M., Moussa I., Coly A., Tine A., Ikhiri K., 2010. Dégradation abiotique de la Deltaméthrine et de l'Étofenprox dans les eaux naturelles du Niger. *Journal de la Société Ouest-Africaine de Chimie*, 29, 45-54.

Agritox., 2012. Base de données sur les substances actives phytopharmaceutiques. Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail.

Ahouangninou C., Fayomi B.E., Martin T., 2011. Évaluation des risques sanitaires et environnementaux des pratiques phytosanitaires des producteurs maraîchers dans la commune rurale de Tori-Bossito (Sud-Bénin). *Cahiers Agricultures*, 20 (3), 216-222.

Aissaoui H., 2012. Effet des produits phytosanitaires et les engrais, sur l'abondance des métaux lourds (Cu, Zn) dans le sol et le végétal dans la région de Biskra. Mémoire magistère, université de Biskra, 86p.

Akessa E.N., Ouali-n'goran S-W. M., Tano Y., 2015. Insectes ravageurs du piment *Capsicum chinense* Jacq. (Solanaceae) à Port-Bouët (Abidjan Côte d'Ivoire) : Pratiques de lutte par les pesticides chimiques. *Journal of Applied Biosciences*, 93, 8667- 8674.

Aktar M.W., Sengupta D., Chowdhury A., 2009. Impact of pesticides use in agriculture: their benefits and hazards. *Interdisciplinary Toxicology*, 2 (1), 1-12.

AL Rajab A.J., 2007. Impact sur l'environnement d'un herbicide non sélectif, le glyphosate. Approche modélisée en conditions contrôlées et naturelles. Thèse doctorat, Institut National Polytechnique de Lorraine, 148p.

Alder L., Greulich K., Kempe G., Vieth B., 2006. Residue analysis of 500 high priority pesticides: Better by GC-MS or LC-MS/MS? *Mass Spectrometry Reviews*, 25(6), 838-865.

Amirad J.C., 2011. Les risques chimiques environnementaux : méthodes d'évaluation et impacts sur les organismes. Edition TEC & DOC, Lavoisier, Paris, 775p.

ANAT., 2002. Etude schéma directeur des ressources en eau Wilaya de Biskra. Rapport préliminaire, 100p.

ANAT., 2003. Schéma directeur des ressources en eau de la Wilaya de Biskra, Dossiers Agro-pédologique, 231p.

ANAT., 2006. Monographie de la wilaya de Biskra, rapport régional, 150p.

Andreu V., Pico Y., 2004. Determination of pesticides and their degradation products in soil: critical review and comparison of methods. Trends in Analytical Chemistry, 23, 772-789.

Aouidane L., 2017. Origines de la salinisation des eaux et des sols d'une zone à climat semi-aride : Cas de Remila (W. Khenchela). Thèse Doctorat, Université de Biskra, 190p.

Arzul G., Quiniou F., 2014. Plancton marin et pesticides: quels liens. Éditions Quæ, Versailles, 124p.

Astiz M., de Alaniz M.J.T., Marra C.A., 2009. Effect of pesticides on cell survival in liver and brain rat tissues. Ecotoxicology and Environmental Safety, 72, 2025-2032.

Aubert G., 1978. Méthode d'analyses des sols. C.R.P, Marseille, 118 p.

Aubertot J.N., Barber J. M., Carpentier A., Gril J.J., Guichard L., Lucas P., Savary S., Voltz M., 2005. Pesticides, agriculture et environnement : réduire l'utilisation des pesticides et en limiter les impacts environnementaux. Rapport d'Expertise scientifique collective, INRA et Cemagref, France, 64 p.

Awasthi N., Ahuja R., Kumar A., 2000. Factors influencing the degradation of soil-applied endosulfan isomers. Soil Biology & Biochemistry, 32, 1697-1705.

Bahrouni H., 2010. Caractérisation de l'efficacité technique des systèmes de pulvérisation et des pertes de pesticides appliqués aux cultures basses dans les régions méditerranéennes : cas de la Tunisie. Thèse doctorat, Centre International d' Etudes Supérieures en Sciences Agronomique "Montpellier Sup Agro" / INAT-Tunisie, 122p.

Baize D., 1988. Guide des analyses courantes en pédologie. INRA, Paris, 172 p.

Baize D., 2000. Guide des analyses en pédologie. 2^e édit. INRA, Paris, 257 p.

Bakary T., Abel T., François T., Bernadette S.P., Ousman A.H., Oumar D.A., Maxim D.K., Yves T., Aly S., 2017. Évaluation des pratiques agricoles des légumes feuilles : le cas

des utilisations des pesticides et des intrants chimiques sur les sites maraîchers d'Ouagadougou, Burkina Faso. *Journal of Applied Biosciences*, 117, 11658-11668.

Baldi I., LEBAILLY P., Jean S., Rougetet L., Dulaurent S., Marquet P., 2006. *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology*, 16, 115-124.

Baldi I., Mohammed-Brahim B., Brochard P., Salamon R., 1998. Delayed health effects of pesticides: review of current epidemiological knowledge. *Revue d'Épidémiologie et de Santé Publique*, 46(2), 134-42.

Baldock J.A., Oades J.M., Waters A.G., Peng X., Vassallo A.M., Wilson M.A., 1992. Aspects of the chemical structure of soil organic materials as revealed by solid-state ^{13}C NMR. spectroscopy. *Biogeochemistry*, 16, 1-42.

Barriuso E., 2004. Estimation des risques environnementaux des pesticides. INRA, Paris, 117p.

Barriuso E., Calvet R., 1992. Soil type and herbicides adsorption. *International Journal of Environmental Analytical Chemistry*, 46, 117-128.

Barriuso E., Calvet R., Schiavon M., Soulas G., 1996. Les pesticides et les polluants organiques des sols: transformations et dissipation. *Etude et gestion des sols*, 3, 279-296.

Barriuso E., Laird D.A., Koskinen W.C., Dowdy R.H., 1994. Atrazine Desorption from Smectites. *Soil Science Society of America Journal*, 58, 1632-1638.

Beaumont J., Godin S., Riem N., Lestremau F., 2012. Application de la méthodologie Quechers sur l'extraction des pesticides et des polybromodiphényléthers (PBDE) dans les sédiments - Evaluation préliminaire - Rapport AQUAREF, 69 p.

Beghdadli B., Ghomari O., Hamimed M.E.A., Azza A., Edjekouane I., Ider M., Baraka F., Abdi L., Taleb A., Benabadji S., Kandouci B.A., 2016. Maladie de parkinson et facteurs de risque professionnels et environnementaux : enquête cas-témoins dans l'Ouest Algérien. *Archives des maladies professionnelles et de l'environnement*, 77 (1), 21-26.

Belhadi A., Mehenni M., Reguieg L., Yakhlef H., 2016. Pratiques phytosanitaires des serristes maraîchers de trois localités de l'est des Ziban et leur impact potentiel sur la santé humaine et l'environnement. *Revue Agriculture*, Numéro spécial 1, 09-16.

Benbakhta B., Fekhaoui M., El Abidi A., Idrissi L., Lecorre P., 2007. Résidus de pesticides organochlorés chez les bivalves et les poissons de la lagune de Moulay Bousselham (Maroc). *Afrique SCIENCE*, 03(1), 146-168.

Bencheikh A., Nourani A., Chabaca M.N., 2017. Sustainability evaluation of agricultural greenhouse structures in southern of Algeria using AHP, case of study: Biskra province. *Agricultural Engineering International: The CIGR e-journal*, 19(1), 56-64.

Berg H., Söderholm A.E., Söderström A-S., Tam N.T., 2017. Recognizing wetland ecosystem services for sustainable rice farming in the Mekong Delta, Vietnam. *Sustainability Science*, 12 (1), 137-154.

Berkok N., 2008. Evaluation de la pollution des eaux superficielles du Bassin versant de la Tafna par les pesticides. Mémoire de magister, Université des Sciences et de la Technologie d'Oran- Mohamed Boudiaf.

Bettiche F., Grunberger O., Belhamra M., 2017. Contamination des eaux par les pesticides sous système de production intensive (serres), cas de Biskra, Algérie. *Courrier du Savoir*, 23, 39-48.

Boland J., Koomen I., van Lidth de Jeude J., Oudejans J., 2004. Les pesticides: composition, utilisation et risques. *Agrodok* 29, Wageningen. 124p.

Bouchemal F., 2017. Diagnostic de la qualité des eaux souterraines et superficielles de la région de Biskra. Thèse Doctorat, Université Mohamed Khider- Biskra, 153p.

Boumedine K., 2012. Etude de la photo dégradation directe et photo induite de quelques pesticides dans l'eau. Mémoire Magister, USTHB, 73p.

Bourbia –Ait Hamlet S., 2013. Évaluation de la toxicité de mixtures de pesticides sur un bioindicateur de la pollution des sols *Helix aspersa*. Thèse du Doctorat, Université Badji Mokhtar, Annaba, 144p.

Bouziani M., 2007. Le guide de la médecine et de la santé en Algérie. L'usage immodéré des pesticides : De graves conséquences sanitaires. Faculté De Médecine d'Oran.

Briand O., Seux R., Millet M., Clément M., 2002. Influence de la pluviométrie sur la contamination de l'atmosphère et des eaux de pluie par les pesticides. Revue des sciences de l'eau, 15(4), 767-787.

Calvet C., 1980. Manuel de protection des végétaux. Editions J-B Ballière, Paris.

Calvet R., 2003. Le sol : propriétés et fonction, Tome 1- phénomènes physiques et chimiques : applications agronomiques et environnementales. Edition France Agricole, Paris, 507p.

Calvet R., 2013. Le sol. 2^{ème} Edition, France Agricole, Paris, 678p.

Calvet R., Barriuso E., Bedos C., Benoit P., Charnay M. P., Coquet Y., 2005. Les pesticides dans le sol : conséquences agronomiques et environnementales. Edition France Agricole, Paris, 594p.

Calvet R., Charnay M.P., 2002. Le devenir dans le sol des substances phytopharmaceutiques. In pesticide et protection phytosanitaire dans une agriculture en mouvement. Acta, Paris, 805-833.

Camard J-P., Magdelaine C., 2010. Produits phytosanitaires risques pour l'environnement et la santé: connaissances des usages en zone non agricole. Institut d'aménagement et d'urbanisme, Observatoire régional de santé d'Île-de-France (IAU îdF / ORS), 58p.

Caplat J., Labriet J., Moy A.C., Soulaile F., Lauverjat N., Veillertte F., 2011. Cultivons les alternatives aux pesticides. Le passager clandestin. 112p.

Carles C., Jannoyer M., Mottes C., 2013. Mise en place d'un dispositif de suivi de la pollution des eaux de surface par les pratiques en horticulture, à l'exutoire d'un petit bassin versant. Pôle de recherche agro-environnementale de la Martinique. 54p.

Carlile B., 2006. Pesticide selectivity, health and the environment. Cambridge University Press, 310p.

Casas E., Bonilla E., Ducolomb Y., Betancourt M., 2010. Differential effects of herbicides atrazine and fenoxaprop-ethyl, and insecticides diazinon and malathion, on viability and maturation of porcine oocytes in vitro. *Toxicology in Vitro*, 24, 224-230.

Centre d'Expertise en Analyse Environnementale., 2015.Détermination de la granulométrie. MA.100- Gran. 2.0, Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la lutte contre les changements climatiques, Québec, 11 p.

Chaplain V., Mamy L., Vieubl -Gonod L., Mougin C., Benoit P., Barriuso E., N lieu S., 2011. Approche intégrée pour l'étude du comportement des pesticides dans les sols. 41 me congrès du Groupe Français des Pesticides, Orléans, 1-6 p.

Chapman R.A.T.U C M., Harris C.R., Cole C., 1981.Persistence of five pyrethroid insecticides in sterile and natural, mineral and organic soil. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 26, 513-519.

Charbonnier E., Ronceux A., Carpentier A-S., Soubelet H., Barriuso E., 2015. Pesticides des impacts aux changements de pratiques. Edition Qu , Versailles, 400p.

Clément M., Françoise P., 2003. Analyse chimique des sols : méthodes choisiss es. Edition Technique et conditionne, Paris, 387 p.

Coïc Y., Coppenet M., 1989. Les oligo-éléments en agriculture et élevage: Incidence sur la nutrition humaine. Editions Qu e.

Colin F., 2000. Approche spatiale de la pollution chronique des eaux de surface par les produits phytosanitaires cas de l'atrazine dans le bassin versant du Sousson (Gers, France). Thèse Doctorat, l'Unité Mixte de Recherche Cemagref-ENGREF "Structures et Systèmes Spatiaux", Montpellier, 233p.

Conso F., Cormis J-P.C., Bouneb F., Delemotte B., Antoinette G., Grillet J-P., Pairon J-C., 2002. Toxicologie: impact des produits phytosanitaires sur la santé humaine. In pesticides et protection phytosanitaire dans une agriculture en mouvement. ACTA, Paris, 659-706.

Cun C., Ollivier J.M., Danjou J., Brisset C., Chartier L., 2004. Pollution des eaux de surface par les carbamates. *European Journal of Water- quality*, 35 (1) ,75-88.

Damalas C.A, Eleftherohorinos I.G. 2011. Pesticide exposure, safety issues, and risk assessment indicators. *International Journal of Environmental Research and Public Health*,, 8(5), 1402–1419.

Daoud Y., Halitim A., 1994. Irrigation et salinisation au Sahara Algérien. *Sécheresse*, 3(5): 151-160.

De Luca M., Vallet A., Borghi R., 2007. Contribution à la modélisation de la pulvérisation d'un liquide phytosanitaire en vue de réduire les pollutions. *Journées Interdisciplinaires sur la Qualité de l'air, Villeneuve d'ASCQ. France.* 1-18.

Debbab M., 2014. Contribution à l'étude de résidus d'une formulation de cyperméthrine dans certains légumes et leur effet sur l'activité antioxydant de ces denrées. Thèse Doctorat, Université Mohammed V, Rabat, 154 p.

Desgranges N., 2015. Développement d'échantillonneurs passifs de type pocis pour l'évaluation de la contamination en pesticide des eaux de bassins versants languedociens. Thèse doctorat, université de Bordeaux. 361p.

Desmots S., Brulez C., Lemazurier E., 2005. Perturbateurs de la fonction endocrinienne et santé: un point non exhaustif sur les connaissances. *Environnement, Risques & Santé*, 4(3), 195-204.

Diop A., 2013. Diagnostic des pratiques d'utilisation et quantification des pesticides dans la zone des Niayes de Dakar (Sénégal). Thèse Doctorat, Université du Littoral côte d'opale, France, 211p.

Domange N., 2005. Étude des transferts de produits phytosanitaires à l'échelle de la parcelle et du bassin versant viticole (Rouffarch, Haut- Rhin). Thèse Doctorat, Université Louis Pasteur, Strasbourg. 327 p.

Domínguez I., Romero González R., ArrebolaLiébanas F.J., Martínez Vidal J.L., GarridoFrenich A., 2016. Automated and semi-automated extraction methods for GC–MS determination of pesticides in environmental samples. *Trends Environmental Analytical Chemistry*, 12, 1–12.

Doumbia M., Kwadjo K.E., 2009. Pratiques d'utilisation et de gestion des pesticides par les maraîchers en Côte d'Ivoire : Cas de la ville d'Abidjan et deux de ses banlieues (Dabou et Anyama). *Journal of Applied Biosciences* 18, 992 – 1002.

DPVCT., 2015. Index des produits phytosanitaires à usage agricole. Direction de la protection des végétaux et des contrôles techniques, édition 2015, 216p.

Dreux P., 1980. Précis d'écologie. PUF, Duvigneaud, Paris, 231p.

DSA., 2014. Direction d Services agricoles.

Eddaya T., Boughdad A., Becker L., Chaimbault P., Zaïd A., 2015. Utilisation et risques des pesticides en protection sanitaire de la menthe verte dans le Centre-Sud du Maroc (Use and risks of pesticides in sanitary protection of spearmint in south-central Morocco). *Journal of Materials and Environmental Science*, 6 (3), 656-665.

Edwards C.A., 1993. The impact of pesticides on the environment. In **Pimentel D., Lehman H.** The pesticide question: Environment, Economics. Chapman & Hall, New York, 13- 46.

El Arfaoui Benaomar A., 2010. Etude des processus d'adsorption et de désorption de produits phytosanitaires dans des sols calcaires. Thèse Doctorat, Université de Reims Champagne-Ardenne, 161p.

El Azzouzi M., 1999. Persistance, mobilité et photodégradation de l'imazapyr dans le sol et l'eau. Thèse Doctorat, Université Mohammed V, Rabat, 107p.

El Bakouri H., 2006. Développement de nouvelles techniques de détermination des pesticides et contribution à la réduction de leur impact sur les eaux par utilisation des substances organiques naturelles. Thèse Doctorat, Université Abdelmalek Essaadi, Tanger, 200p.

El baz A., Clavel J., Rathouz P.J., Moisan F., Galanaud J-P., Delemotte B., Alpérovitch A., Tzourio C., 2009. Professional exposure to pesticides and Parkinson disease. *Annals of Neurology*, 66(4), 494-504.

El Mrabet K., 2008. 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 Doctorat, Université Pierre et Marie Curie, 292p.

El Sebai T., Lagacherie B., Soulas G., Martin-Laurent F., 2007. Spatial variability of isoproturon mineralizing activity with in an agricultural field : Geostatistical analysis of simple physicochemical and microbiological soil parameters. *Environmental Pollution*, 145(3), 680-690.

El yadini A., 2013. Photo-transformation du phénamiphos en milieu aqueux. Etude cinétique en photolyse et en photocatalyse. Thèse doctorat, université Mohamed V – AGDAL, Rabat. 152p.

Errami M., Salghi R., Zarrouk A., Chakir A., Al-Deyab S. S., Hammouti B., Bazzi L., Zarrok H., 2012. Electrochemical combustion of insecticides endosulfan and deltamethrin in aqueous medium using a boron-doped diamond anode. *International Journal of Electrochemical Science*, 7, 4272-4285.

Fagot M., Larrat J.P., 2002. Application des produits phytosanitaires sur les cultures. In pesticides et protection phytosanitaire dans une agriculture en mouvement. ACTA, Paris, 517-530.

Falgayrac P., 2014. Manuel de lutte raisonnée contre les nuisibles dans l'hôtellerie et la restauration : dératisation - désinsectisation - désinfection - lutte contre les oiseaux - dégraissage des hottes d'aspiration - traitement des odeurs. Lexitis Editions, France, 512p.

FAO., 2002. Directives sur la bonne pratique de l'application aérienne des pesticides, Rome, 42p.

Farhi A., 2001. Macrocéphalie et pôles d'équilibre : la wilaya de Biskra, *L'Espace géographique*, 3(30), 245-255.

Fournier J., 1988. Chimie des Pesticides. Cultures et Techniques, Agence de Coopération Culturelle et Technique, Paris, 351p.

Françoise A-K., Prudent A., Enoch A., Rachidatou S., Adrien B., Charlotte A., Victoire A., Raymond V., Ayémou A., 2007. Pratiques culturelles et teneur en éléments

anti nutritionnels (nitrates et pesticides) du *Solanum macrocarpum* au sud du Bénin. African Journal of Food Agriculture Nutrition and Développement, 4, 1-21.

Gauvrit C., 1996. Efficacité et sélectivité des herbicides. INRA, Paris, 152p.

Getenga Z.M., Kengara F.O., 2004. Mineralization of glyphosate in compost-amended soil under controlled conditions. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 72, 266-275.

Gobat J.M., Grosvernier P.H., Matthey Y., Buttler A., 1991. Un triangle granulométrique pour les tourbes: analyse semi-automatique et représentation graphique. Science du sol, 29. (1), 23-35.

Gomgnimbou A.P.K., Savadogo P.W., Nianogo A.J., Millogo-Rasolodimby J., 2009. Usage des intrants chimiques dans un agrosystème tropical : diagnostic du risque de pollution environnementale dans la région cotonnière de l'est du Burkina Faso. Biotechnology, Agronomy, Society and Environment , 13(4), 499-507.

Goulson D., 2013. REVIEW: An overview of the environmental risks posed by néonicotinoïdes insecticides. Journal of Applied Ecology, 50, 977-987.

Grébil G., Novak S., Perrin-Ganier C., Schiavon M., 2001. La dissipation des produits phytosanitaires appliqués au sol. Ingénieries N° spécial Phytosanitaires, 31-44.

Grünberger O., 2015. Dynamiques salines des sols des milieux arides et semi-arides. Thèse Doctoral, Université de Montpellier. 133p.

Guimeur K., Rahmoune H., Messak M.R., 2017. Les pratiques phytosanitaires des serristes dans la région de Biskra (Algérie) : cas de la commune de Tolga. Revue des Régions Arides, 3 (43), 807-813.

Guimont., 2005. Devenir des pesticides dans les sols en fonction de l'état d'humidité et du mode de circulation de l'eau dans le sol. Thèse Doctorat, Université Lorraine. 211p.

Gupta P.K., 2004. Pesticide exposure - Indianscene. Toxicology, 198, 83-90.

Halitim A., 1988. Les sols des régions arides d'Algérie. Edition O.P.V, Alger, 385p.

Hashemi S.M., Rostami R., Hashemi M.K., Damalas C.A., 2012. Pesticide use and risk perceptions among farmers in southwest Iran. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*, 18, 456-470.

Hénault-Ethier L., 2015. Health and environmental impacts of pyrethroid insecticides: What we know, what we don't know and what we should do about it. *Executive summary and literature review*. Équiterre. Montréal, Canada. 68pp.

Houmel S., 2013. Etude bioécologique des thrips inféodés aux cultures sous serre dans la région d'El Ghrous. Thèse Magister, Université Mohamed khider, Biskra, 68p.

Hura C., Leanca M., Rusu L., Hura B.A., 1999. Risk assessment of pollution with pesticides in food in the Eastern Romania area (1996-1997). *Toxicology Letters*, 107, 103-107.

INPV., 2012. Evolution du contrôle des produits phytosanitaires à usage agricole. *Info phyto: Bulletin d'informations phytosanitaires*, 29, 4p.

ITA., 1977. Laboratoire du sol: méthode d'analyses physiques et chimiques du sol et eau. Mostaganem, 106p.

Jayashree R., Vasudevan N., Chandrasekaran S., 2006. Surfactants enhanced recovery of endosulfan from contaminated soils. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 3 (3), 251-259.

Jeschke P., Nauen R., Schindler M., Elbert A., 2011. Overview of the status and global strategy for néonicotinoïdes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59 (7), 2897-2908.

Joly P., 2014. Etude des effets de mélanges d'herbicides employés sur le maïs, sur les communautés microbiennes édaphiques: approche en microcosmes. Thèse doctorat, université Blaise Pascal - Clermont-Ferrand II, 190p.

Juc L., 2007. Etude des risques liés à l'utilisation des pesticides organochlorés et impact sur l'environnement et la santé humaine. Thèse doctorat, université Claude Bernard, Lyon, 184p.

Kamrin M A., 1997. Pesticide profile: toxicity, environmental impact, and fate. Edition CRC Press, New York, 685p.

Kanazawa J., 1989. Relationship between the soil sorption constants for pesticides and their physicochemical properties. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 8, 477-484.

Kerle E.A., Jenkins J.J., Vogue P.A., 1994. Understanding pesticide persistence and mobility for groundwater and surface water protection. Oregon State University (OSU).

Khachai S., 2001. Contribution à l'étude du comportement hydro-physique des sols des périmètres d'I.T.D.A.S, plaine de l'Outaya. Mémoire de Magister, université de Batna, 223p.

Kheddam-Benadjal N., 2012. Enquête sur la gestion des pesticides en Algérie et recherche d'une méthode de lutte alternative contre *Meloidogyne incognita* (Nematoda : Meloidogynidae). Mémoire Magister, INA, El Harrach, 81p.

Khiari A., 2002. Une région pionnière dans le Sahara algérien: El Ghrouss. *Méditerranée*, 99, 27-30.

Khoury R., Geahchan A., Coste C.M., AbiAntoun M., Kawa N. S., 2002. Behavior of triadimefon in two Lebanese soils, *Journal of Environmental Science and Health, Part B: Pesticides, Food Contaminants, and Agricultural Wastes*, 36:6, 741-754.

Kim K-H., Kabir E., Jahan S.A., 2017. Exposure to pesticides and the associated human health effects. *Science of the Total Environment*, 575, 525-535.

Kookana R.S., Baskaran S., Naidu R., 1998. Pesticide fate and behaviour in Australian soils in relation to contamination and management of soil and water. *Australian Journal of Soil Research*, 36, 715-764.

Koriko M., Tchegueni S., Koledzi K.E., Tchangbedji G., Hafidi M., Sarakha M., 2014. Cinétique de la photodégradation induite du profenofos (PFF) en solution aqueuse par excitation des substances humiques naturelles des sols. *Journal de la Société Ouest-Africaine de Chimie*, 38, 73-82.

Kovač I.D., Paraskeva C.A., Koutsoukos P.G., Payatakes A.C.H., 2006. Adsorption of atrazine on soils: Model study. *Journal of Colloid and Interface Science*, 299, 88-94.

Kumar M., Philip L., 2006. Adsorption and desorption characteristics of hydrophobic pesticide endosulfan in four Indian soils. *Chemosphere*, 62, 1064-1077.

Kurek M., Barchanska H., Turek M., 2016. Degradation processes of pesticides in potato cultivations: In **De Voogt P.** Reviews of environmental contamination and toxicology. Springer international Publishing Switzerland, 242, 106-143.

Laird D.A., Yen P.Y., Koskinen W.C., Steinhelmer T.R., Dowdy R.H., 1994. Sorption of atrazine on soil clay components. Environmental Science & Technology, 28, 1054-1061.

Leroux P., 2003. Mode d'action des produits phytosanitaires sur les organismes pathogènes des plantes. Comptes Rendus Biologies, 326, 9-21.

Levine M.J., 2007. Pesticide: a toxic time Bomb in Our Midst. Westport, Connecticut, London. 256p.

Li H., Sheng G., Teppen B.J., Johnston C.T., Boyd S.A., 2003. Sorption and desorption of pesticides by clay minerals and humic acid-clay complexes. Soil Science Society of America Journal, 67, 122-131.

Louchahi M.R., 2015. Enquête sur les conditions d'utilisation des pesticides en agriculture dans la région centre de l'algérois et la perception des agriculteurs des risques associés à leur utilisation. Mémoire Magister, INA, El Harrach, 90p.

Loué A., 1993. Oligo-éléments en agriculture. SCPA. Nathan. 210p.

Mackenzie A., Ball S., 2000. L'essentiel en écologie. Edition BERTI, Paris, 263-297.

Maire E., Laffly D., 2015. Abeilles et paysage : enjeux apicoles et agricoles. Editions Quæ, Versailles, 192p.

Mansour S.A., 2004. Pesticide exposure-Egyptian scene. Toxicology, 198, 91-115.

Matthews G.A., 2016. Pesticides: Health, Safety and the Environment. Edition WILEY Blackwell, 284p.

Mawussi G., 2008. Bilan environnemental de l'utilisation de pesticides organochlorés dans les cultures de coton, café et cacao au Togo et recherche d'alternatives par l'évaluation du pouvoir insecticide d'extraits de plantes locales contre le scolyte du café (*Hypothenemus hampei* Ferrari). Thèse Doctorat, Université de Toulouse, 174p.

Mebdoua S., Lazali M., Ounane S. M., Tellah S., Nabi F., Ounane G., 2017. Evaluation of pesticide residues in fruits and vegetables from Algeria. Food Additives & Contaminants Part B. 1-8.

Merabti M., 2016. Identification, composition et structure des populations Culicidiénne de la région de Biskra (Sud-est Algérien). Effets des facteurs écologiques sur l'abondance saisonnière. Essais de lutte. Thèse doctorat, Université Kasdi Merbah-Ouargla, 169p.

Meziane Moulay. A., 2011. Statut oxydant /antioxydant chez les agriculteurs consommateurs de pesticides dans la région de Tlemcen. Mémoire Magister, Université Abou Bekr Belkaid – Tlemcen, 105p.

Moundosso A., 2013. Message de la sécurité santé au travail. Edition Publibook, Paris, 378p.

Mourabit F., 2003. Etude de la vulnérabilité des eaux souterraines du périmètre Loukkos et contribution à l'étude analytique de détection et d'élimination de certains pesticides. Thèse Doctorat, Université AbdemalekEssaadi, Tetouan.

Moussaoui K.M., Boussahe R., Tchoulak Y., Haouchine O., Benmami M., Dalachi A.N., 2001. Utilisation, évaluation et impacts des pesticides en Algérie. Ecole Nationale Polytechnique.

Mukherjee I., 2012. Influence of Organic Amendments on the Degradation of Endosulfan. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 89, 334-339.

Muliele T.M., Manzenza C.M., Ekuke L.W., Diaka C.P., Ndikubwayo D.M., Kapalay O.M., Mundele A.N., 2017. Utilisation et gestion des pesticides en cultures maraîchères : cas de la zone de Nkolo dans la province du Kongo Central, République démocratique du Congo. Journal of Applied Biosciences, 119, 11954-11972.

Multigner L., 2005. Effets retardés des pesticides sur la santé humaine. Environnement, Risques & Santé, 4 (3), 187-194.

Mutin L., 1977. La Mitidja, Décolonisation et espace géographique. Ed. off. Pub, Université d'Alger, 607p.

Ndao T., 2008. Etude des principaux paramètres permettant une évaluation et une réduction des risques d'exposition des opérateurs lors de l'application de traitements phytosanitaires en culture maraîchère et cotonnière au Sénégal. Thèse Doctorat, Faculté des sciences agronomiques, Université de Gembloux, 104p.

Nicot P.C., 2008. Protection intégrée des cultures maraîchères sous serre : expérience et atouts pour un contexte en évolution. Cahiers Agricultures, 17, 45-49.

Ntow W., 2001. Organochlorine pesticides in water, sediment, crops and human fluids in a farming community in Ghana. Archive of Environmental Contamination and Toxicology, 40, 557-563.

Pesticide Properties Database, 2016. University of Hertfordshire.

Petrovic A.M., Borromeo N.R., Carroll M.J. 1994. Fate of pesticides in the turfgrass environment. In: **Leslie A.R.**, Handbook of integrated pest management for turf and ornamentals. Edition CRC Press, USA, 29-44.

Pimentel D., 1995. Amounts of pesticides reaching target pests: environmental impact and ethics. Journal of Agricultural and Environmental Ethics, 8 (1), 17-29.

Pimentel D., 2005. Environmental and economic costs of the application of pesticides primarily in the United States. Environnement, Development and Sustainability, 7, 229-252.

Pousset J., 2003. Agricultures sans herbicides: principes et méthodes. Editions Agridécisions, Paris, 703p.

Queyrel, W., 2014. Modélisation du devenir des pesticides dans les sols à partir d'un modèle agronomique: évaluation sur le long terme. Thèse de Doctorat, Université Pierre et Marie Curie, 233 p.

Rahmoune H., Guimeur K., Henouda M., 2017. The risk of agricultural origin pollutants on soil. Journal of new sciences, Agriculture and Biotechnology, CSIEA (21), 2756-2761.

Ramade F., 1984. Eléments d'écologie. Ecologie fondamentale. Edition Mc.Graw Hill, Paris, 690p.

Ramade F., 2003. Eléments d'écologie. Ecologie fondamentale. 3^{ème} Edition Dunod, Paris, 690p.

Ramade F., 2005. Éléments d'écologie, écologie appliquée. 6^e Edit, Dunod, Paris, 864p.

Ramade F. 2011. Introduction à l'écochimie : les substances chimiques de l'écosphère à l'homme. Editions TEC & DOC, Paris, 831p.

Ramdani N., Tahri N., Belhadi A., 2009. Pratiques phytosanitaires chez les serristes maraichers des localites de Tolga et de Sidi Okba (Wilaya de Biskra). Journal Algérien des Région Arides, 8, 73-80.

Raven P.H., Berg L.R., Hassenzahl D.M., 2009. Environnement. Edition De Boeck, Bruxelles, 681p.

Regnault Roger C., 2005. Enjeux phytosanitaires pour l'agriculture et l'environnement : Pesticides et biopesticides - OGM - Lutte intégrée et biologique - Agriculture durable. Editions TEC & DOC, Paris, 1013 p.

Relyea R.A., 2003. Predator cues and pesticides: a double dose of danger for amphibians. Ecological Applications, 13(6), 1515-1521.

Renou A., Deguine J-P., 2002. La protection contre les maladies et les ravageurs. In : Mémento de l'agronome. CIRAD, GRET, Montpellier, 685-744.

Ribeiro M.G., Colasso C.G., Monteiro P.P., PedreiraFilho W.R., Yonamine M., 2012. Occupational safety and health practices among flower greenhouses workers from Alto Tietê region (Brazil). Science of the Total Environment, 416, 121-126.

Richer de Forges A., Feller C., Jamagne M., ArrouaysD., 2008. Perdus dans le triangle des textures. Etude et Gestion des Sols, 15, 2, 97-112.

Rifai A., 2013. Etude de la dégradation par photolyse directe de pesticides - Caractérisation structurale et toxicité potentielle des photoproduits. Thèse Doctorat, Ecole polytechnique. 236p.

Sakata S., Mikami N., Matsuda T., Miyamot J., 1986. Degradation and leaching behavior of the pyrethroid insecticide Cypermethrin in soils. Journal of Pesticide Science, 11, 71-79.

Salameh P.R., Baldi I., Brochard P., Saleh B. A., 2004. Pesticides in Lebanon: a knowledge, attitude, and practice study. *Environmental Research*, 94, 1, 1-6.

Samuel O, Saint-Laurent L, 2001. Guide de prévention pour les utilisateurs de pesticides en agriculture maraîchère. Institut de Recherche en Santé, Québec, 92p.

Sanborn M., Cole D., Kerr K., Akil C., Sanin L.H., Bassil K., 2004. Pesticides literatureReview. Toronto : Ontario College of FamilyPhysicians.

Savadogo P.W., Lomp F., Bonzi-Coulibaly Y.L., Traoré A.S., Michel S.P., 2008. Influence de la Température et des Apports de Matière Organique sur la Dégradation de l'Endosulfan dans trois types de Sols de la Zone Cotonnière du Burkina Faso. *Journal de la Société Ouest-Africaine de Chimie*, 026, 79 – 87.

Schrack D., Coquil X., Ortar A., Benoît M., 2009. Rémanence des pesticides dans les eaux issues de parcelles agricoles récemment converties à l'Agriculture Biologique. *Innovations Agronomiques*. 4, 259-268.

Sedrati N., 2011. Origines et caractéristiques physico-chimiques des eaux de la wilaya de Biskra-sud est Algérien. Thèse Doctorat, Université d'Annaba. 153p.

Sheng G., Jhonston C.T., Teppen B.J., Boyds A., 2001. Potential contributions of smectites clays and organic matter to pesticide retention in soils. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49, 2899-2970.

Soliman M.M.M., 2011. Effect of UV-light, temperature, indoor dark and day light storage, on the stability and biological effectiveness of some insecticides. *Egyptian Academic Journal of Biological Sciences.*, 3 (1), 33- 42.

Son D., Somda I., LegreveA., Schiffers B., 2016.Pratiques phytosanitaires des producteurs de tomates du Burkina Faso et risques pour la santé et l'environnement. *Cahiers Agricultures*, 26, 1-7.

Spark K.M., Swift R.S., 2002. Effect of soil composition and dissolvedorganicmatter on pesticide sorption. *The Science of the Total Environment*, 298, 147-161.

Srivastava A.K., Kesavachandran C., 2016. Health effects of pesticides. TERI, New Delhi, 171p.

Srivastava S., Goyal P., Srivastava M.M., 2010. Pesticides: past, present and future. In: **Nollet L.M.L., Rathore H.S.** handbook of pesticides: methods of pesticide residues analysis. Editions CRC Press, Boca Raton, 47-64.

Stewart P., 1969. Quotient pluviométrique et dégradation biosphérique: quelques réflexions. Bulletin de la Société d'histoire naturelle d'Afrique du Nord, 24-25.

Stéphane B., 2009. La spectrométrie de masse en couplage avec la chromatographie en phase gazeuse. Editions TEC & DOC, Paris, 194p.

Stéphanie T., 2006. Les pesticides en milieu agricole : état de la situation environnementale et initiatives prometteuses. Direction des politiques en milieu terrestre, Service des pesticides, Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, 90 p.

Sudhakar Y., Dikshit A K., 2001. Methodology for management of endosulfan contaminated eluent. Journal of Environmental Science and Health, Part B: Pesticides, Food Contaminants, and Agricultural Wastes, 36(3), 355-364.

Tapsoba H.K., Bonzi-Coulibaly Y.L., 2006. Production Cotonnière et pollution des eaux par les pesticides Journal de la Société Ouest-Africaine de Chimie, 21, 87-93.

Tasei J-N., 1996. Impact des pesticides sur les abeilles et les autres pollinisateurs. Courrier de l'environnement de l'INRA, 29, 9-18.

Tchamadeu N.N., Nkontcheu D.B.K., Nana E.D., 2017. Évaluation des facteurs de risques environnementaux liés à la mauvaise utilisation des pesticides par les maraîchers au Cameroun : le cas de Balessing à l'Ouest Cameroun. Afrique SCIENCE, 13(1), 91-100.

Testud F., 2014. Insecticides néonicotinoïdes. EMC - Pathologie professionnelle et de l'environnement. 9 (1), 1-6.

Testud F., Grillet J.P., 2007. Produits phytosanitaires ; intoxications aiguës et risques professionnels. Editions ESKA, 426 p.

Toé A.M., 2010. Étude pilote des intoxications dues aux pesticides agricoles au Burkina Faso. Secrétariat de la Convention de Rotterdam, 94 p.

Torstensson L., 2000. Degradation studies. In: Cornejo J., Jamet P. Pesticide/ soil interactions: some current research methods. INRA, Paris, 207-214p.

Van der Werf H.M. G., 1997. Évaluer l'impact des pesticides sur l'environnement. Courrier de l'environnement de l'INRA, 31, 5-22.

Viaux P., 1999. Une 3^{ème} voie en grande culture : environnement, qualité, rentabilité. Editions Agridécisions, Paris, 209 p.

Villaverde J.,Rubio-Bellido M.,Lara-MorenoA., Merchan F.,Morillo E., 2017. Combined use of microbial consortia isolated from different agricultural soils and cyclodextrin as a bioremediation technique for herbicide contaminated soils. Chemosphere, 193, 118-125.

Villeneuve J.P., Banton O., Lafrance P., Blanchette C., Deschênes S., 1987. Développement d'un nouvel outil simple et adaptable pour l'évaluation de la vulnérabilité des eaux souterraines à la contamination par les pesticides. Rapport scientifique INRS-Eau n°32, 277p.

Voutsas E., Vawa C., Magoulas K., Tassios D., 2005. Estimation of the volatilization of organic compounds from soil surfaces. Chemosphere, 58(6), 751-758.

Walker A., Cotterill E. G., Welch S. J., 1989. Adsorption and degradation of chlorsulfuron and metsulfuron-methyl in soils from different depths. Weed Research, 29(4), 281-287.

Walker M.H., Keith L.H., 1992.EPA's Pesticide Fact SheetDatabase. Lewis Publishers, Chelsea.

Walkley A., Black C.A., 1934. An examination of the degtjareff method for determining soil organic matter and a proposal modification of the chromic acid titration method. Soil Science, 37, 29-38

Wognin A.S., Ouffoue S.K., Assemand E.F., Tanko K., Koffi-Nevry R., 2013. Perception des risques sanitaires dans le maraîchage à Abidjan, Côte d'Ivoire. International Journal of Biological and Chemical Sciences, 7(5), 1829-1837.

Xu M.L., GaoY., HanX.X., ZhaoB., 2017., Detection of Pesticide Residues in Food Using Surface-Enhanced Raman Spectroscopy: A Review. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 65 (32), 6719-6726.

Youness M., 2013. Impact de la formulation et du mélange de deux pesticides (mésotrione et tébuconazole) sur leur biodégradation et la croissance de microorganismes. Thèse Doctorat, Université Blaise Pascal - Clermont-Ferrand II, France, 308p.

Yu M-H., Tsunoda H., Tsunoda M., 2011. *Environmental Toxicology: biological and health effects of pollutants.* Third edition, CRC Press, New York. 397p.

Zongo S., Ilboudo Z., Waongo A., Gnankiné., Doumma A., Sembène M., Sanon A., 2015. Risque liés à l'utilisation d'insecticides au cours du stockage du Niébé (*Vigna unguiculata* L. Walp), dans la région centrale du Burkina-Faso. *Rev, CAMES*, 3(1), 24-31.

Zue Abaga N.O., 2012. Efficacité du vétiver (*Vetiveria zizanioides*) pour limiter la dispersion de trois micropolluants dans les sols cotonniers et maraîchers du Burkina Faso : endosulfan, cuivre et cadmium. Thèse Doctorat, Université de Lorraine. 184p.

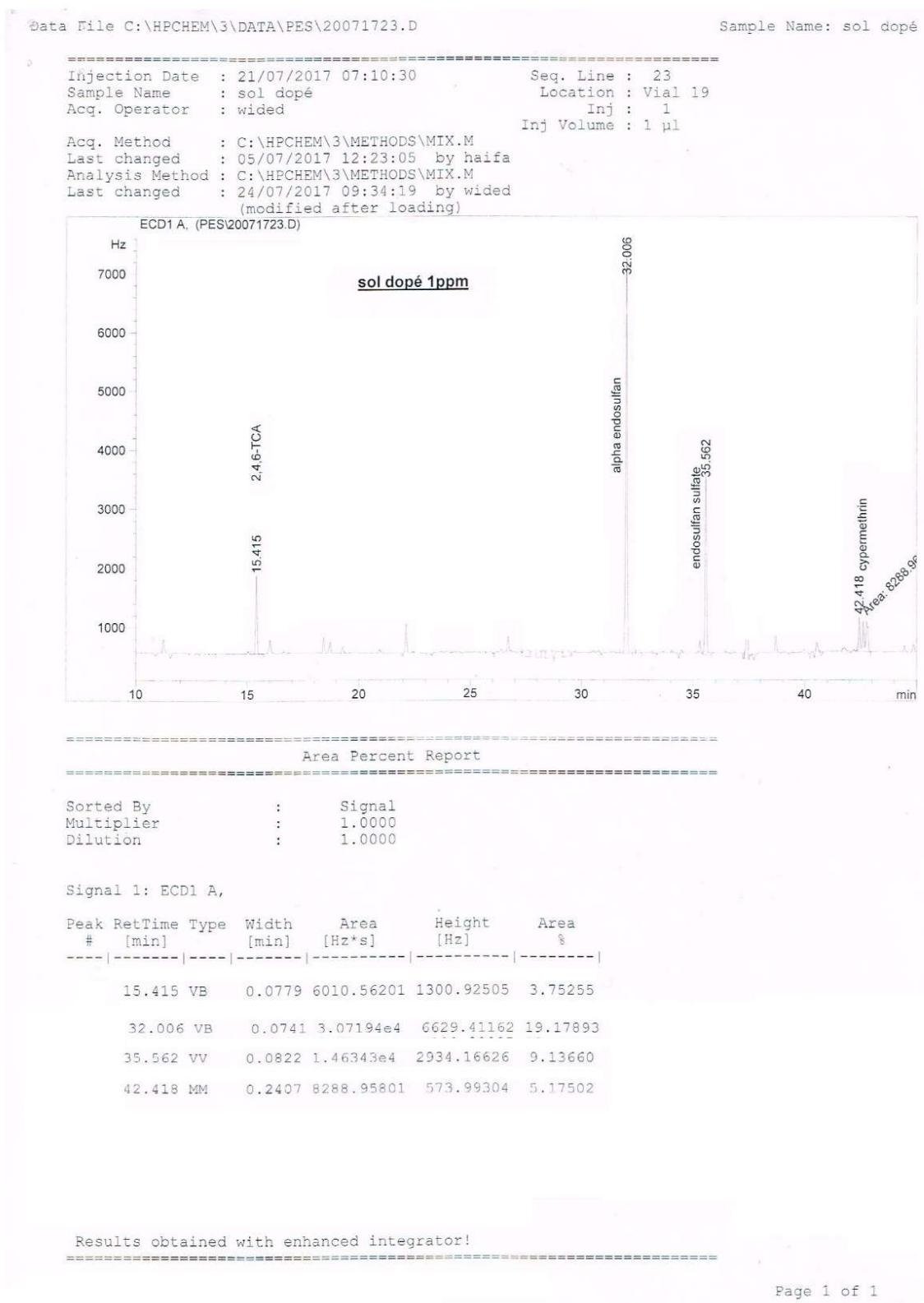
Annexes

Annexe I**Les résultats des analyses****Tableau 01:** Les analyses physico-chimiques de sols

Echantillons	pH	CE (ms/cm)	CaCO ₃ (%)	C (%)	MO (%)	K échang (meq/100g)	Na échang (meq/100g)	Mg échang (meq/100g)	Ca échang (meq/100g)	500 µm	250µm	45µm	<45µm	Zn (µg/g)
TrL1	7,81	1,4	27,58	0,93	1,6	0,29	0,72	6,6	14	32,54	34,3	29,96	1,87	2,29
TrL1	8,26	0,4	23,1	1,05	1,8	0,46	0,54	7,8	7,2	26,18	34,21	35,9	3,07	2,38
TrL1	7,67	1,7	22,65	1,28	2,21	0,43	0,09	6	15	15,88	36,03	42,66	4,73	2,12
TL1	8,2	0,2	32,05	0,77	1,34	0,77	0,009	7,8	9	11,12	21,54	55,36	10	0,27
TL1	8,07	0,3	23,1	0,58	1	0,63	0,39	7,8	7,8	7,78	30,85	56,47	4,32	0,25
TL1	8,29	0,2	27,49	0,89	1,54	0,69	0,24	4,2	12	17,88	36,86	39,7	4,85	0,2
TrL2	7,78	1,7	22,56	1,55	2,68	0,52	0,24	6	16,8	17,53	28,31	41,06	12,5	1,91
TrL2	7,83	0,8	14,14	1,36	2,34	0,66	0,09	1,2	18,6	10,45	26,01	54,57	7,97	3,16
TrL2	7,63	0,7	14,14	0,77	1,34	0,23	2,76	5,4	16,2	8,24	23,22	57,43	10,43	3,27
TL2	7,64	1,4	27,22	0,93	1,6	0,2	0,24	6,6	22,8	7,86	21,86	61,92	7,48	0,38
TL2	8,13	0,1	18,26	1,36	1,34	0,77	0,87	14,4	9	4,27	14,87	63,87	15,82	0,23
TL2	8,25	0,2	18,71	4,32	0,67	0,2	0,24	4,2	10,8	7,79	20,24	52,42	18,42	0,27
TrL3	7,71	4,5	27,4	1,94	3,75	0,007	1,5	6,6	18,5	16,45	26,06	47,99	8,6	1,92
TrL3	7,68	4,5	27,67	2,02	3,48	0,15	0,87	5,79	20,21	16,75	26,49	39,24	17	0,26
TrL3	7,66	4,6	31,88	2,1	3,61	0,06	1,02	10	7	18,11	18,33	41,79	20,53	5,27
TL3	8,39	4,1	36	1,67	2,88	1,83	10,71	12,33	12,65	8	10,69	44,78	35,63	0,18
TL3	7,83	4	23,1	1,94	3,35	0,94	1,8	10,06	8,22	7,61	12,26	43,03	36,18	1,52
TL3	7,72	3,9	31,79	2,06	3,55	0,54	1,65	5	17	12,1	13,22	26,57	42,21	4,07

Tr: échantillon traité, T: échantillon témoin, L: El Ghrous

Les chromatogrammes



Les chromatogrammes des échantillons de Mziraa

Data File C:\HPCHEM\3\DATA\PES\20071712.D

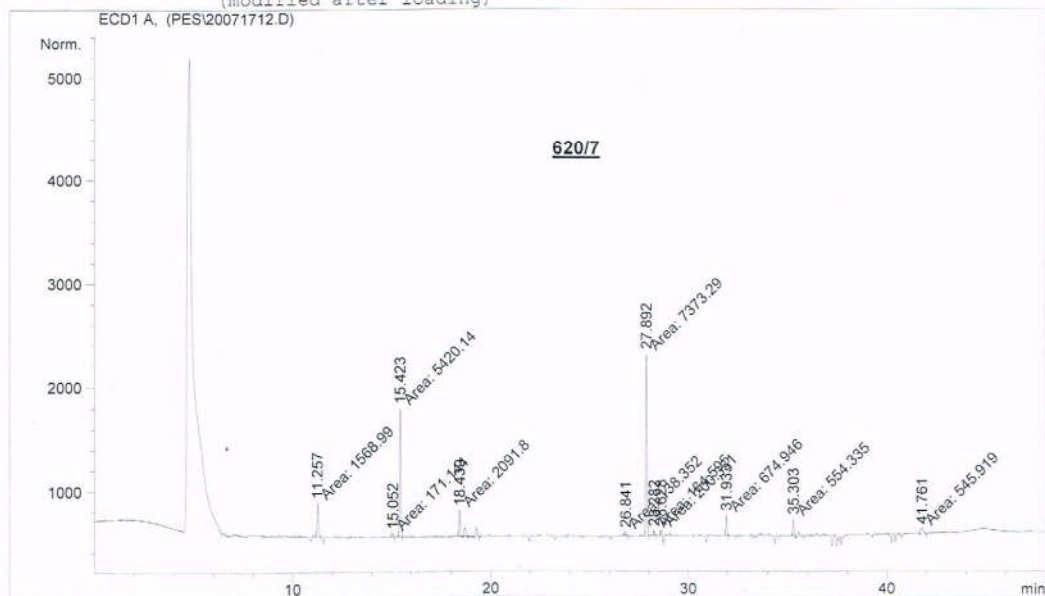
Sample Name: 620/7

```

=====
Injection Date   : 20/07/2017 20:34:29      Seq. Line :   12
Sample Name     : 620/7                    Location  : Vial 10
Acq. Operator   : wided                     Inj       :    1
                                           Inj Volume: 1 µl

Acq. Method     : C:\HPCHEM\3\METHODS\MIX.M
Last changed    : 05/07/2017 12:23:05 by haifa
Analysis Method : C:\HPCHEM\3\METHODS\MIX.M
Last changed    : 21/07/2017 08:46:03 by wided
                  (modified after loading)
=====

```



Area Percent Report

```

=====
Sorted By      : Signal
Multiplier     : 1.0000
Dilution       : 1.0000
=====

```

Signal 1: ECD1 A,

Peak #	RetTime [min]	Type	Width [min]	Area [Hz*s]	Height [Hz]	Area %
1	11.257	MM	0.0808	1568.98755	323.46918	8.29984
2	15.052	MM	0.0880	171.14442	32.42960	0.90534
3	15.423	MM	0.0732	5420.13818	1234.38721	28.67216
4	18.439	MM	0.1408	2091.79590	247.52521	11.06546
5	26.841	MM	0.0658	138.35213	35.01918	0.73187
6	27.892	MM	0.0703	7373.29395	1748.44592	39.00422
7	28.282	MM	0.0606	164.59500	45.28346	0.87070
8	28.628	MM	0.0635	200.33118	52.57226	1.05974
9	31.933	MM	0.0577	674.94641	195.12091	3.57042
10	35.303	MM	0.0587	554.33466	157.45959	2.93239
11	41.761	MM	0.1656	545.91870	54.92802	2.88787

Totals : 1.89038e4 4126.64054

Results obtained with enhanced integrator!

*** End of Report ***

Data File C:\HPCHEM\3\DATA\PES\20071713.D

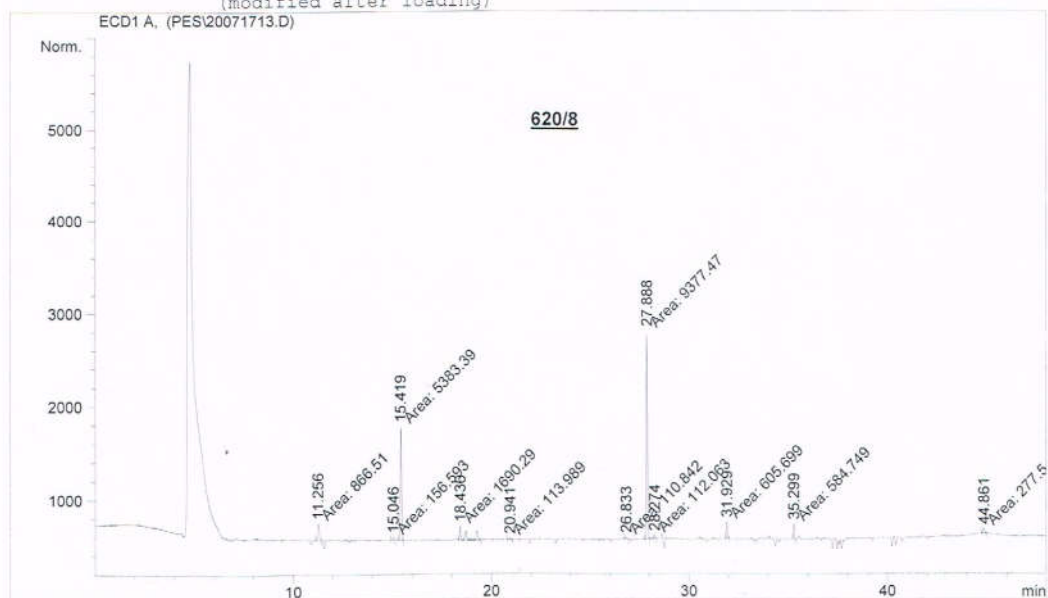
Sample Name: 620/8

```

=====
Injection Date : 20/07/2017 21:32:40      Seq. Line : 13
Sample Name    : 620/8                    Location  : Vial 11
Acq. Operator  : wided                     Inj      : 1
                                           Inj Volume: 1 µl

Acq. Method    : C:\HPCHEM\3\METHODS\MIX.M
Last changed   : 05/07/2017 12:23:05 by haifa
Analysis Method: C:\HPCHEM\3\METHODS\MIX.M
Last changed   : 21/07/2017 08:46:03 by wided
                (modified after loading)
=====

```



=====
Area Percent Report
=====

```

Sorted By      : Signal
Multiplier     : 1.0000
Dilution       : 1.0000

```

Signal 1: ECD1 A,

Peak #	RetTime [min]	Type	Width [min]	Area [Hz*s]	Height [Hz]	Area %
1	11.256	MM	0.0829	866.51050	174.29794	4.49456
2	15.046	MM	0.0839	156.59337	31.09663	0.81224
3	15.419	MM	0.0738	5383.38721	1214.96338	27.92345
4	18.436	MM	0.1894	1690.29150	148.77606	8.76749
5	20.941	MM	0.1035	113.98859	18.35528	0.59126
6	26.833	MM	0.0839	110.84200	22.02274	0.57493
7	27.888	MM	0.0701	9377.46582	2228.04639	48.64060
8	28.274	MM	0.0569	112.06339	32.84229	0.58127
9	31.929	MM	0.0572	605.69916	176.33775	3.14174
10	35.299	MM	0.0598	584.74854	162.87668	3.03307
11	44.861	MM	0.0892	277.50009	51.86244	1.43938

Totals : 1.92791e4 4261.47757

Results obtained with enhanced integrator!

*** End of Report ***

Data File C:\HPCHEM\3\DATA\PES\20071714.D

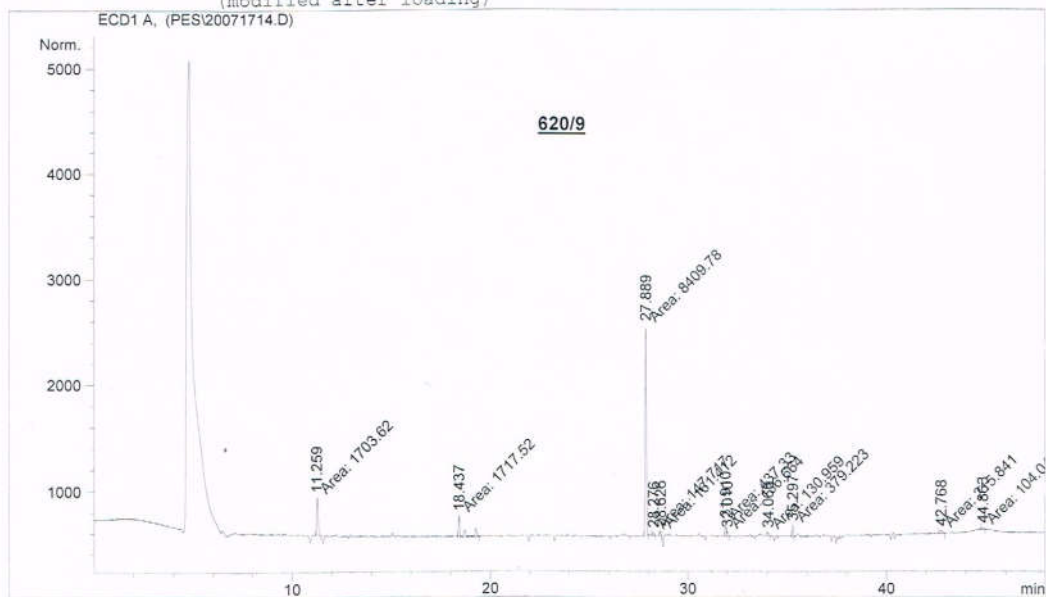
Sample Name: 620/9

```

=====
Injection Date   : 20/07/2017 22:30:40      Seq. Line :   14
Sample Name     : 620/9                    Location  : Vial 12
Acq. Operator   : wided                    Inj       :    1
                                           Inj Volume: 1 µl

Acq. Method     : C:\HPCHEM\3\METHODS\MIX.M
Last changed    : 05/07/2017 12:23:05 by haifa
Analysis Method : C:\HPCHEM\3\METHODS\MIX.M
Last changed    : 21/07/2017 08:46:03 by wided
                  (modified after loading)
=====

```



=====
Area Percent Report
=====

```

Sorted By      : Signal
Multiplier     : 1.0000
Dilution       : 1.0000

```

Signal 1: ECD1 A,

Peak #	RetTime [min]	Type	Width [min]	Area [Hz*s]	Height [Hz]	Area %
1	11.259	MM	0.0791	1703.61926	359.01074	12.57831
2	18.437	MM	0.1433	1717.52234	199.70990	12.68096
3	27.889	MM	0.0708	8409.77539	1978.45239	62.09177
4	28.276	MM	0.0721	147.71701	34.15861	1.09064
5	28.626	MM	0.0642	161.41226	41.93340	1.19175
6	31.910	MF	0.0566	437.32953	128.87431	3.22893
7	32.010	FM	0.0619	136.66370	36.78362	1.00903
8	34.060	MM	0.0701	130.95923	31.15185	0.96691
9	35.297	MM	0.0610	379.22266	103.68187	2.79991
10	42.768	MM	0.1351	215.84146	26.62337	1.59362
11	44.863	MM	0.0912	104.04276	19.01260	0.76818

Totals : 1.35441e4 2959.39266

Results obtained with enhanced integrator!

*** End of Report ***

Les chromatogrammes des échantillons d'El Ghrous

Data File C:\HPCHEM\3\DATA\PES\20071715.D

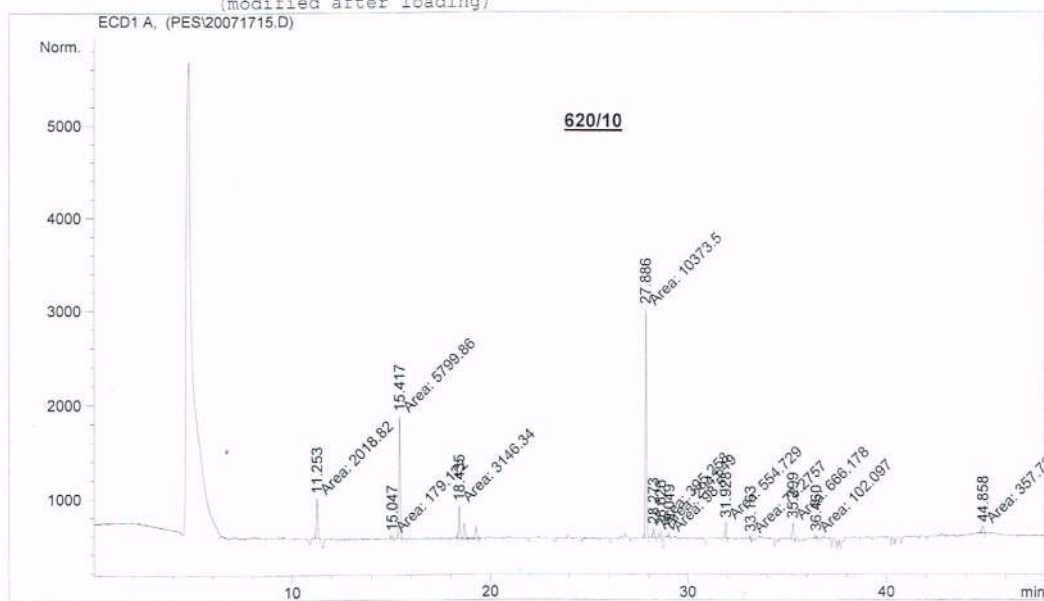
Sample Name: 620/10

```

=====
Injection Date   : 20/07/2017 23:28:47      Seq. Line :   15
Sample Name     : 620/10                  Location  : Vial 13
Acq. Operator   : wided                   Inj       :    1
                                           Inj Volume: 1 µl

Acq. Method     : C:\HPCHEM\3\METHODS\MIX.M
Last changed    : 05/07/2017 12:23:05 by haifa
Analysis Method : C:\HPCHEM\3\METHODS\MIX.M
Last changed    : 21/07/2017 08:46:03 by wided
                  (modified after loading)
=====

```



Area Percent Report

```

=====
Sorted By       : Signal
Multiplier     : 1.0000
Dilution       : 1.0000
=====

```

Signal 1: ECDD1 A,

Peak #	RetTime [min]	Type	Width [min]	Area [Hz*s]	Height [Hz]	Area %
1	11.253	MM	0.0784	2018.81519	428.89673	8.38899
2	15.047	MM	0.0842	179.12212	35.45668	0.74432
3	15.417	MM	0.0739	5799.86182	1307.77527	24.10076
4	18.435	MM	0.1462	3146.34399	358.70181	13.07433
5	27.886	MM	0.0709	1.03735e4	2439.23047	43.10608
6	28.273	MM	0.0658	395.25793	100.12388	1.64246
7	28.626	MM	0.0626	294.64890	78.41379	1.22438
8	29.049	MM	0.0579	98.50004	28.35354	0.40931
9	31.928	MM	0.0549	554.72888	168.42538	2.30512
10	33.163	MM	0.0469	78.27570	27.79771	0.32527
11	35.299	MM	0.0636	666.17810	174.69641	2.76824
12	36.460	MM	0.0566	102.09736	30.04923	0.42426
13	44.858	MM	0.0870	357.72192	68.55121	1.48648

Totals : 2.40651e4 5246.47211

Results obtained with enhanced integrator!

Data File C:\HPCHEM\3\DATA\PES\20071717.D

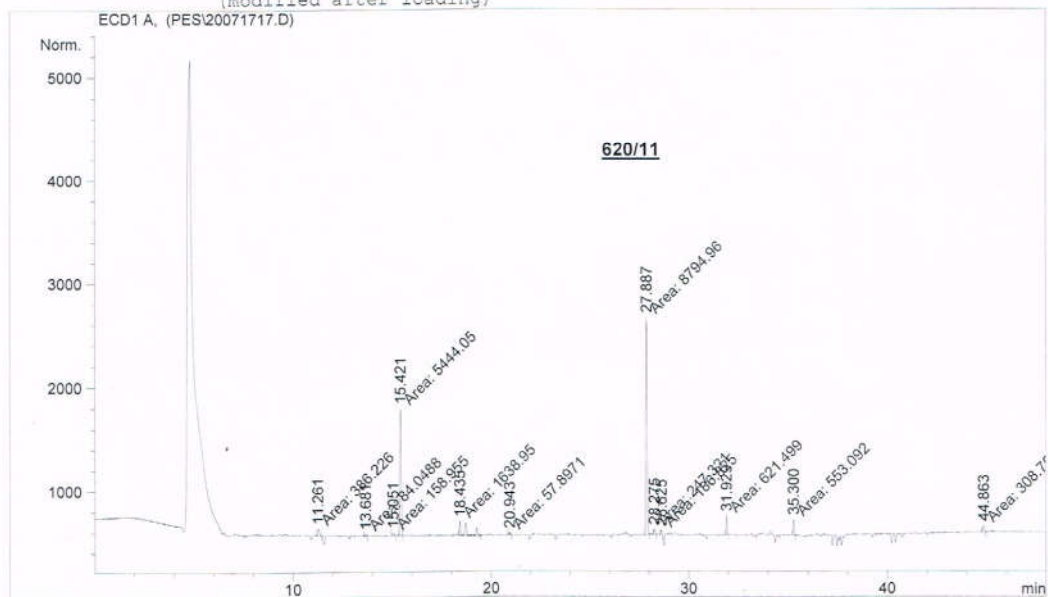
Sample Name: 620/11

```

=====
Injection Date   : 21/07/2017 01:23:45      Seq. Line :   17
Sample Name     : 620/11                   Location  : Vial 14
Acq. Operator   : wided                    Inj       :    1
                                           Inj Volume: 1 µl

Acq. Method     : C:\HPCHEM\3\METHODS\MIX.M
Last changed    : 05/07/2017 12:23:05 by haifa
Analysis Method : C:\HPCHEM\3\METHODS\MIX.M
Last changed    : 21/07/2017 08:46:03 by wided
                  (modified after loading)
=====

```



=====
Area Percent Report
=====

```

Sorted By      : Signal
Multiplier     : 1.0000
Dilution       : 1.0000

```

Signal 1: ECD1 A,

Peak #	RetTime [min]	Type	Width [min]	Area [Hz*s]	Height [Hz]	Area %
1	11.261	MM	0.0951	386.22623	67.69835	2.08968
2	13.681	MM	0.0788	84.04879	17.77952	0.45475
3	15.051	MM	0.0899	158.95491	29.45552	0.86003
4	15.421	MM	0.0741	5444.04883	1224.42761	29.45503
5	18.435	MM	0.2008	1638.95093	136.01212	8.86755
6	20.943	MM	0.0542	57.89714	17.80400	0.31325
7	27.887	MM	0.0701	8794.95703	2091.51123	47.58512
8	28.275	MM	0.0723	247.32091	56.98584	1.33813
9	28.625	MM	0.0708	186.82544	43.95583	1.01082
10	31.929	MM	0.0570	621.49890	181.59048	3.36262
11	35.300	MM	0.0603	553.09161	152.90707	2.99250
12	44.863	MM	0.0842	308.75635	61.13380	1.67053

Totals : 1.84826e4 4081.26138

Results obtained with enhanced integrator!

=====
*** End of Report ***

Data File C:\HPCHEM\3\DATA\PES\20071718.D

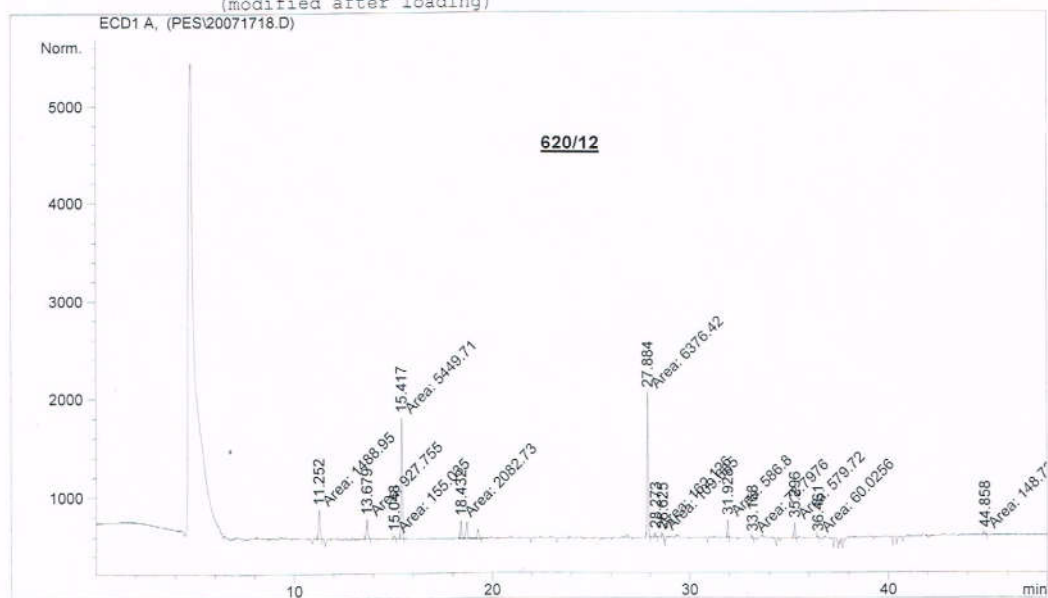
Sample Name: 620/12

```

=====
Injection Date : 21/07/2017 02:21:40      Seq. Line : 18
Sample Name    : 620/12                    Location  : Vial 15
Acq. Operator  : wided                     Inj       : 1
                                           Inj Volume: 1 µl

Acq. Method    : C:\HPCHEM\3\METHODS\MIX.M
Last changed   : 05/07/2017 12:23:05 by haifa
Analysis Method : C:\HPCHEM\3\METHODS\MIX.M
Last changed   : 21/07/2017 11:06:32 by wided
                (modified after loading)
=====

```



=====
Area Percent Report
=====

```

Sorted By      : Signal
Multiplier     : 1.0000
Dilution       : 1.0000

```

Signal 1: ECD1 A,

Peak #	RetTime [min]	Type	Width [min]	Area [Hz*s]	Height [Hz]	Area %
1	11.252	MM	0.0832	1488.95215	298.43060	8.17813
2	13.679	MM	0.0779	927.75525	198.58189	5.09574
3	15.048	MM	0.0846	155.03494	30.53907	0.85154
4	15.417	MM	0.0738	5449.71387	1231.02954	29.93279
5	18.432	MM	0.1915	2082.72900	181.28050	11.43948
6	27.884	MM	0.0721	6376.42188	1474.11340	35.02278
7	28.273	MM	0.0595	162.12611	45.39041	0.89048
8	28.625	MM	0.0536	109.68533	34.09390	0.60245
9	31.928	MM	0.0546	586.80023	178.97775	3.22303
10	33.168	MM	0.0496	78.79755	26.46264	0.43280
11	35.296	MM	0.0606	579.71991	159.31540	3.18414
12	36.461	MM	0.0504	60.02563	19.85111	0.32969
13	44.858	MM	0.0848	148.73840	29.21640	0.81695

Totals : 1.82065e4 3907.28263

Results obtained with enhanced integrator!
=====

Annexe II**Les normes d'interprétation:****1. pH:** Selon Baize (1988) rapport 1/5

pH	Interprétation
<3.5	Hyper acides
3.5-5	Très acides
5-6.5	Acide
6.5-7.5	Neutre
7.5-8.5	Basique
>8.5	Très basique

2. CE: Selon Aubert (1978) rapport 1/5

CE (ms/cm)	Interprétation
<0.6	Non salé
0.6-1.2	Peu salé
1.2-2.4	Salé
2.4-6	Très salé
>6	Extrêmement salé

3. CaCO₃total: Selon Baize (1988)

CaCO₃%	Interprétation
<1	Non calcaire
1-5	Peu calcaire
5-25	modérément calcaire
25-50	fortement calcaire
50-80	Très fortement calcaire
>80	Excessivement calcaire

4. CEC:Selon Calvet et Villemen (1986)

CEC (méq/100g)	Interprétation
<6	Très faible
6 -12	Faible
12 -20	Moyenne
20 -30	Elevée
>30	Très élevée

5. Matière Organique (MO):Selon I.T.A 1977

MO (%)	Interprétation
<1	Très pauvre
1 -2	pauvre
2 -4	Moyenne
>4	riche

6. Métaux lourds (Zn):SelonCoïc et Coppenet (1989) et Coppenet (1980) in Baize (2000)

Métaux	Seuil de phytotoxicité (µg/g)
Zn EDTA	50

الملخص

المبيدات هي مواد كيميائية فعالة، تسمح بزيادة المردود. و تعتبر أنجع وسيلة للقضاء على آفات الزراعة ولكن استعمالها قد يسبب أضرار على الإنسان والبيئة. القليل من الدراسات التي تطرقت إلى تلوث التربة بالمبيدات في منطقة بسكرة والجزائر بصفة عامة. الغرض من دراستنا أولا هو تحديد المبيدات المستعملة وطريقة استعمالها لدى فلاحي البيوت البلاستيكية لمنطقة بسكرة عن طريق استقصاء أجري معهم. ثانيا هو تحليل المبيدات في التربة لتقييم مدى تلوثها. نتائج استقصائنا أظهر بأن الفلاحين يستعملون مجموعة من المواد الفعالة، حتى الممنوعة في بلدنا. أغلبية الفلاحين صرحوا بعدم احترامهم للجرعة المحددة ولا لفترة ما قبل الجني. لوحظ عدم الامتثال للمعايير السليمة في استعمال المبيدات عند الفئة المدروسة. □ 58,75 من بينهم لا يحمون أنفسهم أثناء المعالجة. أغلبية الفلاحين يرمون العبوات الفارغة في الطبيعة (45%). تحاليل المبيدات عن طريق CPG/ECD بينت عدم وجود أي نوع من المبيدات.

الكلمات المفتاحية: تعيين، معايرة، مبيدات، مزارعين، تربة، استقصاء، بسكرة

Résumé

Les pesticides sont des produits chimiques efficace et fiable, a permis d'augmentation les rendements. Ce sont le principal moyen de lutte contre les ennemis des cultures. Mais leurs usages peuvent être à l'origine des risques graves pour l'homme et l'environnement. Peu d'études réalisées sur la contamination du sol par les pesticides à Biskra et en Algérie de façon générale. L'objectif de notre travail en premier lieu est de déterminer les pesticides les plus utilisés et leurs pratiques d'emploi chez les serristes maraîchères de la région de Biskra par la réalisation d'une enquête du terrain. En deuxième lieu : évaluer le niveau de contamination des sols par les pesticides. Les résultats de notre enquête indique que: les serristes utilisent différentes matières actives, même des produits non homologués et interdits dans notre pays ont été trouvé. La majorité des serristes déclarent le non-respect ni la dose recommandé, ni le délai d'attente avant la récolte. Le manque de conformité aux règles de base en matière d'innocuité des pesticides a été observé chez la population de l'étude. 58.75% d'entre eux ne se protègent pas lors traitement. Les emballages vides sont jetés dans la nature par la majorité des serristes (45%). Le dosage des pesticides (alpha endosulfan, endosulfan sulfate, cyperméthrine) par CPG/ECD révèle la non détection d'aucun résidu des pesticides.

Mots clés : Identification, dosage, les pesticides, les serristes, sol, enquête, Biskra

Abstract

Pesticides are effective and reliable chemicals, allowed to increase yields. These are the main means of fighting pests. But their uses can be at the origin of the serious risks for the man and the environment. Few studies done on soil contamination by pesticides in Biskra and Algeria in general. The aim of our work in the first place is to determine the most used pesticides and their employment practices among vegetable growers in the Biskra region by carrying out a field survey. Secondly, to evaluate the level of soil contamination by these products.

The results of our survey indicate that: greenhouse operators use different active ingredients, even products not approved and banned in our country were found. The majority of greenhouse operators report either the missed or the recommended rate, or the preharvest interval. Lack of compliance with basic pesticide safety rules was observed in the study population. 58.75% they do not protect themselves during treatment. Empty packaging is thrown into the air by the majority of greenhouse operators (45%). The determination of pesticides (alpha endosulfan, endosulfan sulfate, Cypermethrin) by CPG / ECD reveals the non-detection of no pesticide residues.

Key word: Identification, dosage, pesticides, greenhouse, soil, Investigation, Biskra.