

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de L'enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

M/P.G.A.05/12

Université de Jijel

Faculté des Sciences Exactes et des

Sciences de la Nature et de la Vie

Département de Biologie Animale et Végétale



جامعة جيجل

كلية العلوم الدقيقة

و علوم الطبيعة و الحياة

قسم البيولوجيا الحيوانية و النباتية

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme : Master

Option : Phytopharmacie et Gestion des Agro systèmes

01
01

classé

Thème

*Evaluation de La contamination des produits agricoles
par les résidus de pesticides*

Membres de Jury:

- ❖ Président : M Rouibah M
- ❖ Examineur : M Kermiche A
- ❖ Encadreur : M^{me} Roula M

Présenté par :

- ❖ Ben Belkacem Eatima
- ❖ Merouane Nabila



Session: Juin 2012

Numéro d'ordre:/....

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de L'enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université de Jijel

Faculté des Sciences Exactes et des

Sciences de la Nature et de la Vie

Département de Biologie Animale et Végétale



جامعة جيجل

كلية العلوم الدقيقة

و علوم الطبيعة و الحياة

قسم البيولوجيا الحيوانية و النباتية

جامعة محمد السادس بن يحيى
كلية علوم الطبيعة و الحياة
المكتبة
رقم الجرد : 1928

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme : Master

Option : Phytopharmacie et Gestion des Agro systèmes

Thème

*Evaluation de La contamination des produits agricoles
par les résidus de pesticides*

Membres de Jury:

- ❖ Président : M Rouibah M
- ❖ Examineur : M Kermiche A
- ❖ Encadreur : M^{me} Roula M

Présenté par :

- ❖ Ben Belkacem Fatima
- ❖ Merouane Nabila

Session: Juin 2012

Numéro d'ordre: /....

Sommaire

Remerciement	
Liste des abréviations	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des annexes	
Introduction.....	01
Synthèse bibliographique	
Chapitre I : Présentation des pesticides	
I-1- Définition des pesticides.....	02
I-2- Classification	02
I-2-1- Selon la nature de l'espèce nuisible.....	02
➤ Insecticides.....	02
➤ Herbicides.....	03
➤ Fongicides.....	03
➤ Autres pps	03
I-2-2- Selon la nature chimique de la substance active.....	03
➤ Organochlorés.....	03
➤ Organophosphorés.....	03
➤ Carbamates.....	04
➤ Pyréthriinoïdes.....	04
I-3 Utilisation les pesticides.....	04
I-4- Propriétés physico-chimiques des pesticides	06
I-5- Devenir des pesticides.....	07
I-5-1- Rétention.....	07
I-5-2- Transfert.....	07
I-5-2-1- Volatilisation.....	07
I-5-2-2 -Ruissellement et percolation.....	07
I-5-2-3- Lessivage.....	08
I-5-3- Dégradation.....	08
Chapitre II : Impact des pesticides.....	11
II-1- Impact des pesticides sur l'écosystème.....	11
II-1-1-Sur les organismes du sol.....	11
II-1-2 -Sur les invertébrés.....	12

II-1-3- Sur les poissons.....	12
II-1-4 - Sur les vertébrés.....	13
II-2- Impact des pesticides sur la santé	14
II-2-1- Toxicité aigue.....	14
II-2-2 -Toxicité chronique.....	15
II-2-2-1- Le cancer	15
II-2-2-2- Trouble de système nerveux.....	16
II-2-2-3- Trouble de reproduction.....	16
II-2-2-4- Les effets sur le système immunitaire.....	17
II-2-2-5 Perturbation de système endocrinien	17
Chapitre III : La contamination des produits agricoles par les résidus de pesticides	
III-1- Travaux antérieurs	19
III-2- Homologation et législation des pesticides	23
III-2-1- Elaboration des limites maximales des résidus.....	24
III-2-2- Dose Journalière Admissible	24
 Partie expérimentale	
Chapitre IV : Matériel et méthodes.....	
IV-1- Présentation de la zone d'étude.....	25
IV-1-1- Situation géographique	25
IV-1-2- Caractéristique climatique.....	27
IV-1-3- Activité agricoles.....	30
IV-2- Entretien	30
IV-3- Echantillonnage.....	30
IV-4- Méthodes d'extraction et de purification des résidus des pesticides dans les légumes.....	32
IV-4-1- Matériel et produits utilisés	33
IV-4-2- Extraction et concentration de résidus de pesticides.....	33
IV-4-3- Purification	34

IV-5- Analyse des échantillons par CPG-SM.....	36
VI-5-1- Principe du CPG-SM	36
VI-5-2- L'appareillage utilisé.....	36
Chapitre V : Résultats et discussion	39
V-1- Résultats de l'entretien.....	39
V-2- Résultat de l'analyse qualitative par CPG-SM.....	41
Conclusion et perspective.	51
Références bibliographiques	
Les annexes	

Remerciements

*Louange Allah, le tout puissant, qui a permis à ce travail
de voir le jour.*

*Nous remercions nos parents, pour tout leur amour, leur
encouragement, et leur soutien ...*

*Nous tenons à remercier chaleureusement et
respectivement, notre encadreur M^{me} Roula Massika non
seulement pour son aide et orientation tout au long de
notre travail, mais aussi pour son esprit d'encadrement et
sa volonté.*

*Notre témoignage le plus ardent et nos sincères
vont aussi aux*

*Membres du jury ayant accepté de juger notre travail à
savoir : « Mr. Rouibah.M » et de « Mr. Kermiche.A »*

*Nos vifs remerciements vont à tous les enseignants qui
nous ont suivis durant nos 5 ans d'études*

*A tous nos collègues de la promotion 2012
Enfin, nous adressons nos remerciements à toutes
personnes ayant contribué de près ou de loin à la
concrétisation de ce mémoire.*

Fatima, Nabila



La liste des abréviations

AFSCA : Agence fédérale pour la sécurité de la chaîne

BPA : Bonnes pratiques agricoles

CPG-SM : Chromatographie en phase gazeuse

DAR : Délai avant récolte

DBCP : Dibromochloropropane

DDT : Dichloro-diphényl-trichloroéthane

C° : Degré Celsius

DJA : Dose journalière admissible

DL50 : Dose létale 50

DT50 : Temps de la demi-vie 50

ECD : Détecteur à capture d'électron

FAO : Food and agriculture organisation

g : Gramme

Ha : Hectare

HCH : Hexachlorocyclohexane

Km : Kilomètre

Km² : Kilomètre carré

Kg: kilogramme.

LMR: Limite maximale de résidus

m : Mètre

mm : Millimètre

mg : Milligramme

Mn : Minute

ml : Millilitre

m/z : Masse sur charge

OMS : Organisation mondial de la santé

OP : Organophosphorés

P : Pression

PPS : Produits phytosanitaires

PP : Précipitation

PH : Potentiel d'hydrogène

PPm : Partie par million

%: Pourcentage

RN : Route national

RP : Résidu de pesticide

SAU : Superficie agricole utilisé

T° : Température

V : Volte

um : Micromètre

ul : Microlitre

ug/l : Microgramme par litre

Liste des tableaux

Tableau 1 : Pertes de rendement mondiales avec et sans protection phytosanitaire.....	04
Tableau 2 : La consommation des pesticides dans la wilaya de Jijel.....	05
Tableau 3 : Analyse des résidus des pesticides par CPG/SM.....	21
Tableau 4 : Moyennes mensuelles de la température (c°) à Jijel (période 2005-2011) ONM...	28
Tableau 5: Moyennes mensuelles de précipitation (mm) à Jijel (période 2005 à 2011 données ONM).....	29
Tableau 6: Echantillonnage des deux légumes sur les deux sites.....	32
Tableau 7 : Les pesticides les plus utilisés dans la wilaya de Jijel.....	40
Tableau 8: Les pesticides utilisant dans le traitement des poivrons et des courgettes au sein des deux sites.....	41
Tableau 9: Résultats de l'analyse des échantillons de légumes contaminés.....	48

Liste des annexes :

Annexe 1 : Structure de quelque pesticides

Annexe 2 : Classification toxicologique et phrases des risques

Annexe 3 : L'utilisation des pesticides en Algérie

Annexe 4 : La production du poivron et courgette

Annexe 5 : Les chromatogrammes des échantillons non contaminés

Introduction

L'utilisation des produits chimiques, en particulier les pesticides, est considérée dans l'agriculture moderne un moyen indispensable pour lutter contre les ravageurs. Il existe principalement trois catégories de pesticides à savoir : les herbicides, pour lutter contre les plantes adventices nuisibles, les fongicides pour lutter contre les champignons et les insecticides pour lutter contre les insectes. On trouve également des produits ayant une action sur les rongeurs (rodenticides) et les escargots (molluscicides) entre autres **(Thaim et Soulay, 2007)**.

Au XIXe et au début du XXe siècle, ces produits étaient essentiellement inorganiques, tel que le sulfate de cuivre, les sels arsenicaux et les huiles minérales. Leur toxicité pourrait être très élevée tant pour les organismes visés que pour l'homme. Après la deuxième guerre mondiale, sont apparus les pesticides organiques tels que le dichlorodiphényltrichloroéthane (DDT) qui est un insecticide organochloré qui allait devenir célèbre, tant par son efficacité que par sa toxicité et sa persistance environnementale. L'emploi des pesticides organiques s'est constamment accru au début des années 1990. Parmi ces pesticides, les herbicides sont les plus vendus avec 59% du marché suivi des insecticides 16% et des fongicides 10%. En terme de groupe chimique, ce sont les carbamates qui sont les plus commercialisés à raison de 14% du marché internationale. Plus l'agriculture est intensive, plus elle utilise les pesticides **(Cloude-Gatinole, 2006)**.

La présence de pesticides dans les aliments de consommation tels les fruits et les légumes frais ou transformés est de nos jours une source de préoccupation et un sujet très sensible pour les populations, si l'on considère les effets potentiels de certains de ces produits sur la santé **(Onil, 2010)**.

L'objectif de cette étude est d'évaluer des risques de contamination par des pesticides, épanchés sur les différentes cultures maraîchères sur deux sites le Nil et l'Achouat représentatifs. Deux légumes la courgette et le poivron sont prélevés pour faire une analyse multi résiduelle des pesticides par la chromatographie en phase gazeuse.

Pour ce faire nous partageons notre travail en deux parties :

- Une première partie volet relative aux données de la littérature, cette synthèse bibliographique inclut trois chapitres : Présentation des pesticides, impact et contamination des légumes
- Une deuxième partie consacrée à la mise en œuvre du matériel et des méthodes concernant l'extraction des pesticides, leur purification et l'analyse qualitative des légumes par CPG-SM.

Synthèse bibliographique

Capitre I.

Présentation des pesticides

I-Présentation des pesticides**I-1- Définition des pesticides :**

Le mot « pesticide » est un terme générique qui englobe les produits phytopharmaceutiques et les produits biocides. Ils sont les produits utilisés en milieu végétal (agricole et non agricole) pour la prévention, le contrôle ou l'élimination d'organismes vivants jugés indésirables (**Gatignol, 2010**).

Selon la Directive du conseil de l'Union Européenne 91/414/CE les produits phytopharmaceutiques sont définis comme les substances et les préparations contenant une ou plusieurs substances actives, qui sont destinées à :

- protéger les végétaux ou les produits végétaux contre tous les organismes nuisibles ou à prévenir leur action.
- exercer une action sur les processus vitaux des végétaux, pour autant qu'il ne s'agit pas de substances nutritives (par exemple, les régulateurs de croissance).
- assurer la conservation des produits végétaux, pour autant que ces substances ou produits ne font pas l'objet de dispositions particulières du Conseil ou de la Commission des communautés européennes concernant les agents conservateurs.
- détruire les végétaux indésirables ou détruire des parties de végétaux, freiner ou prévenir une croissance indésirable des végétaux (**Mercier et al., 2007**).

I-2- Classification des pesticides :

Les pesticides disponibles aujourd'hui sur le marché sont caractérisés par une telle variété de structure chimique, de groupes fonctionnels, de mode d'action et d'activité que leur classification est complexe (**El Mrabet et al., 2008**).

D'une manière générale, les pesticides peuvent être classés comme suite :

I-2-1- Selon la nature de l'espèce nuisible :**➤ Insecticides :**

Sont destinés à détruire les insectes nuisibles, ils se répartissent en trois grands groupes selon leur nature chimique : substances minérales, molécules organiques d'origine naturelle ou produits organiques de synthèse qui sont de loin les plus utilisés actuellement. Autres que les organochlorés (DDT, dieldrine, ...) qui sont bannis actuellement dans la plupart des pays du nord, les insecticides appartiennent à trois grandes familles chimiques : les organophosphorés (diméthoate, malation, ...), les carbamates (aldicarbe, carbofuran,) et les pyréthrinoïdes de synthèse (bifenthrine, perméthrine) (**Kesraoui, 2008**).

➤ **Herbicides :**

Les herbicides représentent les pesticides les plus utilisés dans le monde, toutes cultures confondues. Ils sont destinés à éliminer les végétaux rentrant en concurrence avec les plantes à protéger en ralentissant leur croissance. Les herbicides possèdent différents mode d'action sur les plantes, il peuvent être des perturbateurs de la régulation d'une hormone, de la photosynthèse ou encore des inhibiteurs de la division cellulaire, de la synthèse des lipides, de cellulose ou des acides aminés (El Mrabet, 2007). Ces produits sont destinés à la lutte contre les mauvaises herbes (Alain, 2007).

➤ **Fongicides**

Les fongicides, également appelés antimycosiques ou anticryptogamiques servent à détruire les champignons et moisissures parasites et à protéger les semences et les végétaux (Alain, 2007). Ce sont des pesticides qui tuent ou inhibent les champignons responsables de certaines maladies. Par contre, toutes les maladies fongiques ne sont pas contrôlables avec un fongicide, on peut penser à des maladies vasculaires comme la fusariose. Généralement, les maladies causées par des bactéries ou des virus ne sont pas contrôlées par les fongicides (Craisse, 2008).

On distingue aussi des PPS couramment utilisés pour lutter contre d'autres espèces nuisibles :

- Les rodenticides contre les rongeurs.
- Les molluscides détruiront les mollusques (escargots, limaces).
- Les nématicides efficaces contre les nématodes.
- Les corvicides tuant les corbeaux et autres corvidés (il existe aussi des corvifuges, les faisant fuir) (Prévoist, 2006).

I-2-2- Selon la nature chimique de la substance active :

➤ **Organochlorés :**

Sont des dérivés chlorés d'hydrocarbures cycliques et/ou aromatiques, ils sont parmi les plus anciens et les plus persistants (ex. DDT). Ils sont surtout utilisés comme insecticides en agriculture et dans les métiers du bois. Ils ont une action sur le système nerveux central (Magdelaine, 2010).

➤ **Organophosphorés :**

Ce sont des amides ou des esters d'acides phosphoriques, phosphoniques, thiophosphoriques et thiophosphoniques. L'efficacité des OPs, leur faible rémanence et l'interdiction de nombreux organochlorés ont permis un grand essor dans leur utilisation agricole. Ils se présentent sous forme de liquides huileux ou de solides globalement peu volatils, très lipophiles, très peu hydrosolubles

mais solubles dans la majorité des solvants organiques. Les OPs sont instables et subissent une hydrolyse rapide sur le sol et les plantes, le risque de contamination de l'eau et des aliments par des résidus est très limité, leur pénétration dans l'organisme est possible par toutes les voies aussi bien digestive que respiratoire, conjonctivale et cutanée (Testud, 2007).

➤ **Carbamates:**

Ce sont des dérivés de l'acide carbamique, tiocarbamique et ditiocarbamique, avec des propriétés herbicides et insecticides possédant une action semblable à celle des organophosphorés par inhibition de l'acétyl cholinestérase (Bazzi, 2010).

➤ **Pyréthrinoïdes :**

Sont des analogues synthétiques des alcaloïdes naturels, lipophiles, peu stables rapidement inactivés par les micro-organismes du sol, ils sont non rémanents (Testud, 2007 ; Alain, 2007). On trouve les pyréthrines naturels et les pyréthrinoïdes synthétiques qui attaquent le système nerveux des insectes en produisant hyper excitation et la paralysie (Bazzi, 2010).

La structure chimique de quelques pesticides est récapitulée dans l'annexe 1.

I-3- Utilisation des pesticides

La protection des cultures à l'aide de PPS est un des moyens mis à la disposition de l'agriculteur pour lutter contre les ravageurs et ennemis de ses cultures. Il est important de rappeler qu'elle ne confère pas une protection totale à la culture. Elle vise plutôt à limiter les pertes. Les pertes estimatives les rendements pour les cultures au niveau mondial sont repris dans le tableau 1.

Tableau 1 : pertes de rendement mondiales avec et sans protection phytosanitaire (Cluzeau-Moulay et Grillet, 2007).

	causes			Pertes totales avec protection(%)	Pertes sans protection des plantes(%)
	Maladie	ravageurs	Mauvaises herbes		
Blé	13,3	9,3	13,1	35,7	51,9
Coton	10,5	17,4	13,2	41,1	84,1
Mais	10,8	14,5	13,1	38,3	59,5
Pomme de terre	16,3	16,1	-	41,1	73,6
Riz	15,9	21,5	17,2	54,6	83,2

Les résultats annuels de l'Union européenne sur l'utilisation des pesticides montrent qu'on utilise 108 000 tonnes de fongicides, 84 000 tonnes d'herbicides, 21 000 tonnes d'insecticide, et 7 000 tonnes de régulateurs de croissance – ce qui représente environ un demi-kilo de substances actives pour chaque homme, femme et enfant vivant au sein de l'Union européenne (PAN. MDRGF, 2008).

En Algérie, la loi n° 87-17 du 1^{er} août 1987 (journal officiel 1995), relative à la protection phytosanitaire, a instauré au départ les mécanismes permettant une utilisation efficace des pesticides. Cette loi régie les aspects relatifs à l'homologation, l'importation, la fabrication, la commercialisation, l'étiquetage, l'emballage, et l'utilisation des pesticides (Index phytosanitaire, 2003).

La consommation des pesticides dans l'Algérie est environ de 6000-10000 tonnes par an. Les pesticides les plus employés sont les herbicides, les insecticides, les fongicides (Moussaoui et al., 1999). Le tableau 2 représenté la quantité de consommation des pesticides dans la wilaya de Jijel.

Les pesticides les plus utilisés dans l'Algérie sont récapitulés dans l'annexe 2.

Le tableau 2 : La consommation des pesticides dans la wilaya de Jijel (DSA, 2012)

PPS	2004/2005		2008/2009		2010/2011	
	Unités	Quantiques livrées aux produits	Unités	Quantiques livrées aux produits	Unités	Quantiques livrées aux produits
Fongicides	kg	1651	kg	1955	kg	1855
Herbicides	kg	29	kg	50	kg	30
Insecticides	kg	2500	kg	2694	kg	1310
Nématicides	kg	2251	kg	1336	kg	1125
Liquides						
Fongicides	litre	1099,5	litre	1412	litre	1554
Herbicides	litre	413	litre	464	litre	532
Insecticides	litre	2726	litre	3295	litre	2055
Nématicides	litre	19	litre	160	litre	157

I-4- Propriétés physico-chimiques des pesticides

Les propriétés physico-chimiques de chaque substance sont ses principales caractéristiques intrinsèques mesurables, indispensables notamment dans le domaine de l'évaluation des dangers et des risques. Elles permettent notamment de connaître l'affinité de chaque substance pour un compartiment environnemental donné (eau, air et sol) et de prévoir la distribution de la substance entre ces différents compartiments, après utilisation dans un milieu biophysique donné. Ainsi, les propriétés physico-chimiques vont conditionner non seulement le devenir de chaque substance, ses concentrations finales ou temporaires dans chaque compartiment, mais également ses propriétés toxicologiques et de danger (ex : corrosivité, explosivité, etc.). Les principales propriétés physico-chimiques sont présentées ci-dessous (**Afsset, 2010**).

- La constante de Henry permet d'évaluer la tendance d'un produit à se volatiliser à partir d'un milieu aqueux et même de sol, c'est-à-dire de passer de l'état dissout dans l'eau à l'état gazeux (**MCE, 2003**).
- Le coefficient de partage octanol/eau (K_{ow}). Ce coefficient est défini comme le rapport des concentrations d'équilibre d'une substance dissoute dans un système à deux phases constitué de deux solvants qui ne se mélangent pratiquement pas.
- Le coefficient de partage carbone organique/eau (L/kg) (pour les substances organiques) : il est égal au rapport entre la quantité adsorbée d'un composé par unité de masse de carbone organique du sol ou du sédiment et la concentration de ce même composé en solution aqueuse à l'équilibre (**Bison et al., 2005**).
- Etat physique : Solide, cristallisé ou amorphe, liquide ou gaz ou si la couleur et l'odeur peuvent être précisées.
- Le temps de demi-vie : durée au bout de laquelle la moitié de la substance initialement introduite est dégradée. Cette propriété donne une indication sur le temps de persistance dans le sol, l'eau ou l'air.
- Vitesse d'hydrolyse (ou stabilité dans l'eau) : Evaluée par le temps de dégradation de 50 % de la quantité initiale de substance active (DT50) dans l'eau, exprimé en jours ou en heures à un pH donné (**Afsset, 2010**).

Il y a plusieurs types et marques de pesticides appelés par différents noms dans les pays. Les pesticides sont fabriqués sous différentes formes : des poudres mouillables pour pulvérisation, des granulés et aérosols, des liquides pour pulvériser, des enduits pour graines, des granulés pour tuer les rongeurs et bien d'autres (**Thiam et Lawan, 2007**).

I-5- Devenir des pesticides :

La bonne compréhension de la répartition des pesticides entre les différents compartiments environnementaux "primaires" (sol, végétation et air) lors de l'épandage est essentielle pour un paramétrage correct des modèles de transfert dans l'environnement (eau, sol, air).

I-5-1- Rétention :

C'est l'ensemble des phénomènes qui font passer les molécules dans la phase solide d'un sol. La rétention renvoie prioritairement au processus d'adsorption, mais prend en compte également le processus de diffusion du produit à l'intérieur d'espaces occupés par de l'eau immobile au niveau des agrégats du sol ainsi que la biosorption par les organismes tel que les plantes et les micro-organismes (Schiavon et Barriso, 2005).

La propriété de rétention d'une molécule est généralement définie par le coefficient de partage, K_{oc} entre phase organique solide du sol et phase liquide. Ce coefficient est surtout pertinent pour les molécules non ionisées, dont la rétention dans un sol est proportionnelle à la teneur en matière organique du sol (Alix et al., 2005).

I-5-2- Transfert

I-5-2-1- Volatilisation :

L'atmosphère joue un rôle primordial dans la dispersion des pesticides aux échelles locale et globale. De nombreuses études font état de la présence de pps et de leurs produits de dégradation dans toutes les phases de l'atmosphère.

Le terme de volatilisation désigne l'ensemble des procédés physico-chimiques de transfert des composés à partir des végétaux ou du sol vers l'atmosphère.

Les PPS peuvent se volatiliser d'une part au niveau de la surface des plantes et d'autre part, au niveau des sols traités par érosion éolienne. Ils peuvent également être entraînés par le ruissellement des eaux de pluie dans les rivières, et ensuite se volatiliser dans l'atmosphère.

Ce phénomène dépend essentiellement des facteurs suivants : vitesses de vent, nature et humidité du sol, couvert végétal, taille des particules, et pratiques culturales (Deluca et al., 2007).

I-5-2-2- Ruissellement et percolation :

Le ruissellement de surface, provoqué soit par une intensité de pluie supérieure à la capacité d'infiltration du sol, soit par saturation du sol au-dessus de niveaux peu perméables. Il lave la couche de surface du sol, fortement chargée en matières actives et aboutit aux contaminations de l'eau les plus fortes (Alix et al., 2005).

I-5-3-1- Dégradation abiotique

En l'absence d'activité biologique, la molécule du pesticide peut se transformer soit par hydrolyse soit par photolyse (Harir, 2008). La dégradation abiotique se fait sous l'action de rayonnements solaires (Jolas, 2004). Elle peut intervenir dans la solution des sols ou l'hydrolyse, acides ou basique, est la plus fréquente, les processus réactionnels sont généralement catalysés au niveau des constituants du sol à savoir argiles et matières organiques (Schiavon et Barriuso, 2005).

I-5-3-1-1- Hydrolyse :

L'hydrolyse est par définition une réaction des molécules avec l'eau. C'est une réaction importante dans les eaux usées, à l'interface sédiments/eau des lacs et des rivières et dans les eaux souterraines. Dans les eaux de surface, elle apparaît souvent comme étant très lente, mais elle peut être influencée par la température, le pH et par la salinité ou par la teneur en matière organique de l'eau qui augmente la solubilité des pesticides notamment par complexation avec les substances humiques (Harir, 2008).

I-5-3-1-2- Photolyse ou la Photodégradation :

La photodégradation est la décomposition de pesticides sous l'action de la lumière en composés plus simples. Les pesticides qui se dégradent rapidement doivent, dans bien des cas, être mélangés au sol afin d'assurer une lutte antiparasitaire efficace (Frederickton et al., 2006). La photolyse transforme en général petit à petit les pesticides en produits obtenus dépendent en grande partie de l'énergie de la lumière solaire qui affecte la molécule initiale, le taux de photolyse dépend des différents facteurs comme la nature du produit appliqué, la nature du sol et la durée d'application (El Bakouri, 2006).

I-5-3-2 - Dégradation biotique :

Il existe divers mécanismes microbiens qui impliquent la dégradation des pesticides et qui résultent de transformations chimiques dues à des systèmes enzymatiques. La dégradation biotique a lieu dans les milieux naturels comme les sols, les sédiments et les eaux mais elle peut se produire dans les organismes végétaux et animaux. Dans les sols, les algues, les champignons, les protozoaires et les bactéries y sont impliqués. Les microorganismes qui dégradent les pesticides sont en majorité des bactéries et des champignons (Calvet et al., 2005).

L'ensemble de ces organismes est également impliqué dans la "bio-épuration" du sol vis-à-vis des pesticides et des autres xénobiotiques qu'il peut contenir. Ce rôle est aussi bien direct qu'indirect

comme dans le cas des vers de terre dont les galeries abritent une microflore abondante impliquée dans la dégradation des pesticides (Alix et al., 2005).

La figure 2 représente les différentes étapes de devenir des pesticides dans l'environnement :

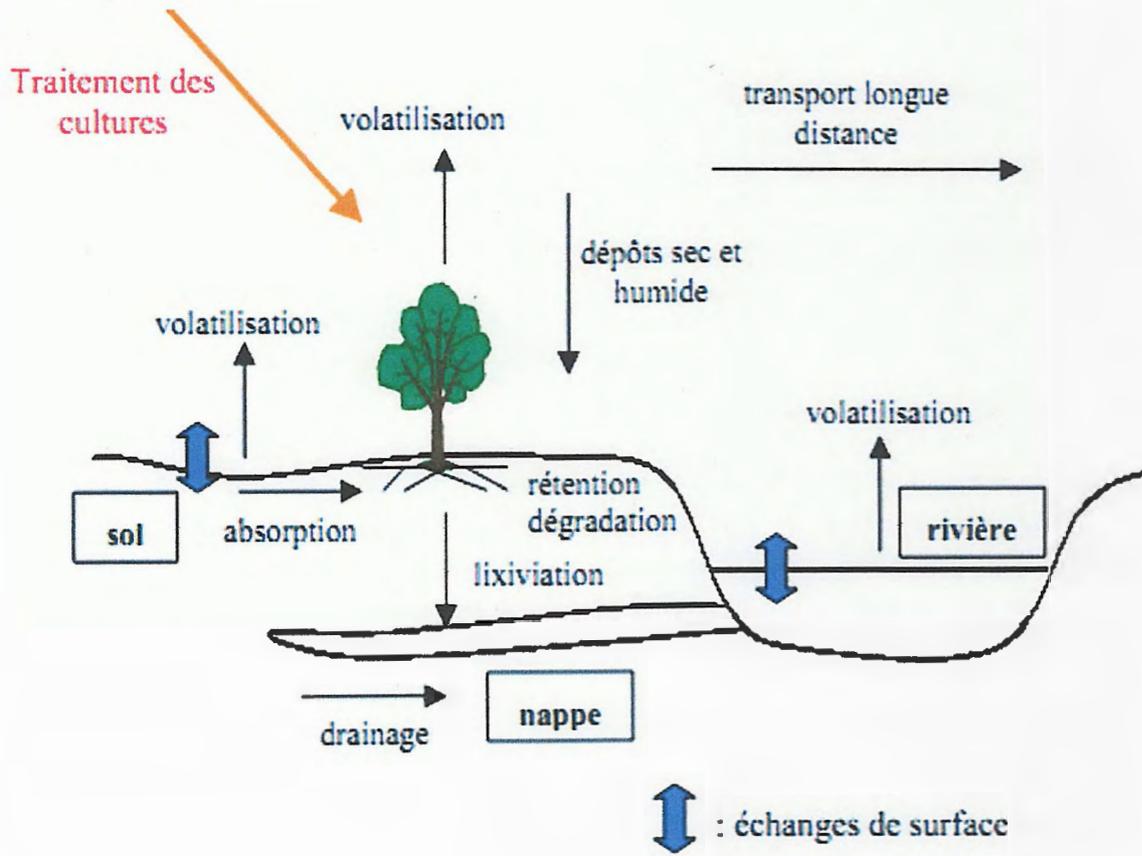


Figure 01 : Devenir des pesticides dans l'environnement (Marliere, 2000).

Chapitre II.

Impacts des pesticides

II- Impacts des pesticides

On sait depuis plusieurs décennies que les pesticides peuvent occasionner des risques pour l'environnement, la santé des organismes vivants et la santé humaine. Depuis les années 1970, certains pesticides largement utilisés ont été interdits après qu'on eut mis en évidence leurs propriétés particulièrement dangereuses par exemple : DDT, lindane (Tellier, 2006).

Tous les pesticides posent un problème de contamination à court ou à long terme, selon la nature des molécules utilisées dans les traitements et selon la manière d'application (Philogène, 2005).

II-1- Impacts des pesticides sur l'environnement

Les pesticides sont des substances dont les propriétés physiques chimiques et biologiques permettent de détruire ou de limiter le développement et la croissance d'organisme vivant, donc ils confrontée à plusieurs problématiques en relation avec l'aspect technologique des traitements, la pollution de l'environnement, la sécurité alimentaire (Calvet et al., 2005). Les pesticides constitue un problème majeur dans beaucoup de régions surtout les zones de cultures intensives, d'importantes quantités d'intrants chimiques sont employés. L'utilisation des pesticides est très répandue et les quantité s'applique sont quelquefois très élevés (Thiam et Sagna, 2009).

II-1-1- Impact des pesticides sur les organismes du sol :

La faune du sol regroupe trois ensembles d'organismes : les micro-organismes (bactéries, champignons mycorhiziens, protozoaires, nématodes, rotifères et tardigrades), la mésofaune (enchytréides, collemboles, acariens, protoures et diploures), la macrofaune (gastéropodes, lombrics, arachnides, isopodes, myriapodes, diptères (larves), lépidoptères (larves) et coléoptères (larves et adultes). L'ensemble de ces organismes est donc impliqué dans le recyclage de la matière organique, le maintien des cycles biogéochimiques des éléments et des qualités physico-chimiques de leur habitat (Isenring, 2010). L'impact potentiel des pesticides sur les organismes du sol dépend de divers paramètres environnementaux tels que le type de sol et la température, qui influent sur la persistance, la disponibilité et la toxicité des pesticides ainsi que sur le métabolisme microbien (Alix et al., 2005).

Les pesticides rémanents sont susceptibles d'avoir des effets à long terme sur la microflore. Il est possible de généraliser les risques et la sensibilité des populations (Grant, 2002).

Les pesticides parviennent jusqu'au sol et touchent bactéries, champignons, algues, vers de terre et insectes. Cela peut avoir un effet nocif pour la fertilité du sol. En effet les vers de terre sont des

agents actifs de la fertilité du sol. Ils sont atteints par les pesticides *via* l'eau polluée des retombées humides qui imbibent le sol (Marliere, 2000).

Les herbicides sulfonyles metsulfuron et, dans une moindre mesure, chlorsulfuron, sont à l'origine d'une réduction de la croissance des bactéries de sol *Pseudomonas*. Le bromoxynil inhibe la croissance des bactéries capables de dégrader les produits chimiques dans le sol (Isenring, 2010).

II-1-2- Impact sur les invertébrés :

Les organismes du zooplancton jouent un rôle fondamental dans le fonctionnement des écosystèmes aquatiques en tant que compartiments intermédiaires entre les producteurs primaires et les organismes situés au sommet des réseaux trophiques tels que les poissons et les oiseaux.

Des effets négatifs des pesticides ont parfois été mis en évidence en milieu naturel. Les premières études réalisées sur les effets des pesticides sur les invertébrés aquatiques ont été menées au Canada dans les années 1970 pour évaluer les conséquences de pulvérisations aériennes d'insecticides pour le traitement de zones forestières contre divers ravageurs. Le principal effet observé était une augmentation de la dérive des invertébrés (la dérive est un phénomène naturel, qui est amplifié lorsque les invertébrés ne sont plus capables de résister au courant, soit parce qu'ils sont morts, soit parce que leur intoxication ou d'une perte d'efficacité dans leur comportement de protection). Son augmentation a fréquemment été observée suite à l'emploi de substances neurotoxiques, et notamment d'inhibiteurs de l'acétylcholinestérase d'organophosphorés et carbamates (Alix *et al*, 2005).

En général, les composés organophosphorés sont plus toxiques pour les mammifères et les invertébrés que les composés organochlorés, mais ils sont moins longtemps actifs. Certaines données indiquent que les composés organophosphorés persistent assez longtemps dans l'environnement pour atteindre le milieu marin à des concentrations suffisamment élevées pour avoir des répercussions sur la faune et la flore. Ils sont toxiques pour les invertébrés et les animaux aquatiques vertébrés à de très faibles concentrations de l'ordre du nanogramme et microgramme par litre (Carvalho et Hance, 1993).

II-1-3- Impact sur les poissons :

Les pesticides peuvent pénétrer les sources d'eau par la dérive, les eaux de ruissellement, l'érosion des sols, le lessivage et parfois libération accidentelle ou délibérée. Ils sont hautement toxiques pour les poissons. Allant à des concentrations inférieures de 0,1 à 1,0 ppm, ces pesticides peuvent tuer les poissons (Fishel, 2005).

Les pesticides qui contaminent l'eau peuvent nuire à l'écosystème aquatique (poisson, larves d'insecte et vie végétale). La majorité des pesticides ont des effets nocifs sur les communautés aquatiques. Prendre de très grandes précautions à proximité des plans d'eau (Fredericton et al., 2006).

Les PPS aussi agir comme perturbation endocrinienne chez certaines poissons l'herbicides atrazine par exemple peut entrainer une réduction de la productivité des plante aquatique et une diminution de l'oxygène dans l'eau, ce qui risque d'affecter les populations des poissons en gênant leur capacité de respiration (Giroux, 2004).

II-1-4- Impact sur les vertèbres :

Les PPS sont plus particulièrement les insecticides sont dangereux aussi pour les prédateurs, parasites et compétiteurs des ravageurs cibles. Les morts de mammifères imputables aux pesticides sont généralement la conséquence de l'ingestion d'une nourriture contaminée. Les prédateurs accumulent des quantités de résidus plus élevées que les herbivores. Des mortalités massives ont été observées lors de grandes opérations de lutte menées avec des organochlorés. Pour ce qui est des oiseaux, de nombreux cas mortels ont été recensés par ingestion directe de granulés ou d'insectes ayant ingéré des toxiques. Ce phénomène avait son importance à l'époque car la pratique était de traiter les graines aux organochlorés. Les ours polaires sont aussi contaminés par la nourriture et certains produits comme le lindane, le chlordane ou le pp' DDE ont été retrouvés dans le sang (Scheyer, 2004; Marliere, 2000).

Trois phénomènes peuvent expliquer comment les déchets peuvent nuire à la faune et aux écosystèmes. Ces phénomènes sont la bioaccumulation bioconcentration et la bioamplification.

➤ Bioaccumulation :

La bioaccumulation est le processus d'absorption par lequel les être vivants peuvent accumuler dans leur organisme des nutriments, toute autre substance présente naturellement dans son environnement ou encore un polluant organique de synthèse, quelle que soit la voie de pénétration dans l'organisme considéré (Ramade, 2007).

La bioaccumulation est l'accumulation de substances toxiques dans les tissus des organismes vivants. Tous les organismes vivants sont ainsi capables, à divers degrés, d'accumuler des substances toxiques (Boucheseiche et al., 2002).

➤ **Bioconcentration :**

On désigne par bioconcentration le processus par lequel une substance prélevée dans un biotope par un être vivant va se rencontrer dans l'organisme de ce dernier à des concentrations supérieures à celles aux quelles il se trouve selon le cas dans les eaux, l'air et/ou sol (**Ramade, 2007**).

➤ **La bioamplification :**

Est un phénomène de transfert et d'amplification biologique de la pollution à l'intérieur des biocénoses contaminées. Par conséquence, toute la chaîne alimentaire en est affectée de la base car les effets toxiques se cumulent d'un animal à un autre par bioamplification (**Léger, 2010**).

II-2-Impacts sur la santé

II-2-1- Toxicité aiguë

Les pesticides dangereux sont définis comme des pesticides qui font peser un grave risque sur la santé, c'est-à-dire qu'un pesticide peut causer des préjudices graves à la suite d'une exposition pendant une courte période (**Weinberg, 2009**).

Lors de la manipulation des pesticides par les applicateurs (dosage, préparation, pulvérisation), les risques d'intoxication aiguë sont élevés. La toxicité à court terme des matières actives est évaluée à partir de :

La toxicité aiguë par voie orale (DL50 orale), la toxicité aiguë par voie dermale (DL50 dermale), la toxicité aiguë par voie inhalatoire (CL50 inhalatoire), le pouvoir irritant pour la peau, le pouvoir irritant pour les yeux, le pouvoir de provoquer une sensibilisation de la peau.

De ces différentes évaluations, effectuées en laboratoire, est déduite une classification des produits : « Très toxique », « Toxique », « Nocif » (**Magdelaine, 2010**).

Les effets liés à une intoxication aigue se produisent généralement tout de suite ou peu de temps après une exposition significative à des pesticides. Les malaises généraux peuvent être légers (maux de tête, nausées, étourdissements, fatigue, perte d'appétit, irritations de la peau et des yeux) ou graves telles que la fatigue chronique, coma et la mort (**Tellier, 2006**).

II-2-2- Toxicité chronique

L'intoxication chronique survient normalement suite à l'absorption répétée pendant plusieurs jours, plusieurs mois et même plusieurs années, de faibles doses de pesticides qui peuvent s'accumuler dans l'organisme. Elle peut être aussi le résultat d'intoxications aiguës répétées (**Onil et Saint-Laurent, 2001**).

Il est généralement beaucoup plus difficile de démontrer les effets chroniques sur la santé que de démontrer des effets toxiques aigus. Quand il y a une preuve sérieuse qui établit des liens entre un pesticide et un effet chronique grave sur la santé, ce pesticide est ainsi considéré comme un pesticide extrêmement dangereux. Les effets chroniques sur la santé liés aux pesticides concernent les cancers et tumeurs, les troubles du système nerveux, des problèmes de reproduction, les effets sur le système immunitaire, la perturbation du système endocrinien (**Weinberg, 2009**).

II-2 -2-1- Le cancer :

Dans la majorité des études, il est observé une augmentation du risque du cancer en relation avec une exposition aux pesticides, notamment les organochlorés aujourd'hui interdits dans de nombreux pays industrialisés (**Magdelaine, 2010**). Les personnes exposées aux pesticides peuvent contracter facilement un cancer. Cela ne veut pas dire que vous l'aurez, mais, travailler avec les pesticides augmente les risques de contracter la maladie (**Thiam et Lawan, 2007**).

Une longue liste de cancers qui sont : le myélome multiple, les sarcomes des tissus mous, le sarcome d'Ewing, le lymphome, le lymphome non hodgkinien, la leucémie, le mélanome, le neuroblastome ou de la tumeur de Wilm, les tumeurs à cellules germinales, le rétinopathie (tumeur de l'œil) et le cancer de l'œsophage, de l'estomac, de la prostate, du testicule, du sein, de l'ovaire, du col de l'utérus, de la vessie thyroïde, des poumons, du cerveau, des reins, du pancréas, du foie, du colon et du rectum (**Weinberg, 2009**).

A l'exception des lymphomes, les liens entre exposition aux pesticides et cancer chez l'adulte sont controversés. Par contre, chez l'enfant, des associations entre certaines pathologies telles que les tumeurs cérébrales et les leucémies et l'exposition de l'enfant ou de la mère durant sa grossesse sont fréquemment retrouvées (**ATMO, 2006**). Les pesticides organochlorés, en quantités suffisante ont été désignés comme cancérigènes par l'OMS en 1979 (**Jolas, 2004**).

II-2 -2-2- Troubles du système nerveux :

L'exposition aux pesticides a été associée à l'altération du développement du système nerveux qui peut entraîner une baisse de l'intelligence et des troubles du comportement. Il existe des preuves reliant divers pesticides aux effets sur le système nerveux central, le système nerveux périphérique et le développement prénatal du cerveau, notamment (Weinberg, 2009).

- * Un développement plus lent des aptitudes et une augmentation de l'agressivité chez les enfants.
- * Des polyneuropathies.
- * Des troubles neuropsychologiques.
- * Le maladie de Parkinson (Magdelaine, 2010)

L'exposition à long terme aux pesticides peut causer la perte de mémoire, l'anxiété, les changements d'humeur et les troubles de concentration (Thiam et Lawan, 2007). La maladie de Parkinson est un peu plus fréquente chez les hommes que chez les femmes, La prévalence de cette maladie est de 2 % après 65 ans et l'incidence de 10 à 15/100 000 personnes-années. Cette maladie est beaucoup moins fréquente que la maladie d'Alzheimer (Claude Gatignol et al., 2010).

Les insecticides plus particulièrement (organochlorés, pyréthriinoïdes, organophosphorés et carbamates) sont plus susceptibles de provoquer une neurotoxicité. Certains organophosphorés peuvent aussi causer une neuropathie retardée qui survient généralement suite à une intoxication aiguë très importante. Ce syndrome est caractérisé par des effets cliniques retardés, pouvant apparaître entre une et trois semaines après le début d'une intoxication (Onil et Saint-Laurent, 2001).

II-2-2- 3- Les problèmes de la reproduction :

Certains pesticides peuvent être liés à un certain nombre de problèmes de reproduction, y compris des anomalies congénitales, la stérilité, l'avortement spontané, les mort-nés, les naissances prématurées, le retard de croissance intra-utérin, mortalité périnatale, l'endométriose, et la baisse de spermatozoïdes (ATMO., 2006 ; Weinberg, 2009).

Des études animales et humaines ont démontré que les pesticides peuvent traverser la barrière placentaire et atteindre de cette manière le fœtus. Ainsi, les expositions aux pesticides chez les femmes avant ou après conception sont suspectées d'être à l'origine d'une augmentation d'avortements spontanés 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 (Magdelaine, 2010).

Les études seront menées sur deux générations au moins, avec un accouplement, de préférence sur le rat. Les observations porteront notamment sur la fertilité (mâles et femelles), les effets pré et post-nataux sur les jeunes et l'accroissement de la sensibilité au produit au cours des générations (CILSS, 2009).

L'utilisation de dibromochloropropane (DBCP) (nématocide) réduisait la production de spermatozoïdes et diminuant la fertilité masculine (Tron *et al.*, 2001).

II-2-2 -4- Les effets sur le système immunitaire :

Certains pesticides affaiblissent le système immunitaire qui protège le corps contre les maladies. Lorsque le système immunitaire est affaibli, il est plus facile d'avoir des allergies et des infections et plus difficile de soigner les maladies ordinaires. C'est pourquoi l'exposition aux pesticides peut aggraver d'autres problèmes de santé (Thiam et Lawan, 2007).

Par ailleurs, bien que les études concernant les effets des pesticides sur le système immunitaire soient encore très limitées certaines études récentes indiquent la probabilité d'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 pourraient aussi être associées à l'exposition à ces produits (Onil et Saint-Laurent, 2001; Onil, 2001).

Plusieurs pesticides communément utilisés en milieux résidentiel et agricole pourraient supprimer la réponse normale du système immunitaire humain suite à l'invasion de virus, de bactéries, de parasites et de tumeurs (Giroux, 2004).

Chez l'humain, une étude réalisée chez 10 fermiers a révélé une évidence d'effet sur le système immunitaire après une exposition à 2,4-D. Une réduction significative de certains types de cellules impliquées dans la réponse immunitaire (lymphocytes T4 et T8, lymphocytes cytotoxiques, etc.) a en effet été observée 1 à 12 jours après l'exposition (Onil et Saint-Laurent, 2006).

II-2-2 -5- Perturbation du système endocrinien :

Les perturbateurs endocriniens peuvent interférer avec la synthèse, le stockage, le transport dans l'organisme, le métabolisme, la fixation, l'action ou l'élimination des hormones naturelles. Le système endocrinien est composé de nombreux organes du corps humain (pancréas, surrénales, testicules, ovaires, thyroïde et parathyroïdes) qui sécrètent des hormones qui diffusent dans tout l'organisme par la circulation sanguine (Magdelaine, 2010). Certains pesticides, avec de très petites doses, peuvent imiter ou bloquer les hormones ou peuvent déclencher une activité hormonale inappropriée. Cela peut en rajouter aux effets nocifs sur la santé (Weinberg, 2009). Les pesticides

organochlorés tels que DDT, DBCP et Chlordécone sont des perturbateurs endocriniens fortement suspectés d'altérer la santé, la fertilité et les facultés intellectuelles (**Magdelaine, 2010**).

Une étude publiée avait également rapporté une diminution des hormones thyroïdiennes T3 et T4 chez des rats suite à l'administration de doses relativement élevées de 2,4-D. Des effets similaires ont été notés lors des études chroniques. Des effets toxiques ont également été observés chez les animaux de laboratoire dans les études à moyen et long terme au niveau des testicules, des ovaires, des glandes surrénales et du thymus. Chez les humains, une étude a révélé une corrélation entre l'exposition aux 2,4-D et les concentrations de certaines hormones liés à la reproduction ce qui pourrait être un indicateur d'effets endocriniens (**Onil et Saint-Laurent, 2006**).

Chapitre III :

La contamination des produits agricoles

par les résidus de pesticides

III-1- Travaux antérieurs

Les produits agricoles et alimentaires sont les meilleurs témoins d'une politique agricole commune orientée vers la qualité. Le respect des normes en matière d'environnement et aussi de sécurité des aliments doit se faire de façon rigoureuse pour protéger la consommation (CE, 2012).

On entend par "*résidus de pesticides*" toute substance présente dans les aliments, les produits agricoles ou les aliments pour animaux par suite de l'utilisation d'un pesticide (Arnich et al., 2005).

En agriculture, on porte également une attention soutenue aux résidus des produits phytosanitaires épandus dans les champs ou le lieu de stockage de la récolte. Ils sont constitués soit de reste du produit lui-même ; soit de molécules résultant de transformation physique ou chimique du produit appliqué (Mazoyer, 2002)

La présence de pesticides dans les aliments de consommation tels les fruits et les légumes frais ou transformés est une source de préoccupation et un sujet on ne peut plus sensible pour la population (Onil et al., 2010).

En octobre 2007, la Commission européenne a publié une analyse de plus de 62000 produits alimentaires achetés dans toute l'Union européenne, la Norvège, l'Islande et le Liechtenstein. Chaque échantillon de nourriture a été testé pour la présence de pesticides. Les résultats ont montré une contamination globale de la chaîne alimentaire européenne. Au total, plus de 349 pesticides différents ont été détectés. 41,0% des produits alimentaires contenaient des pesticides. 4,7% des échantillons analysés – soit près d'un sur 20 - contenait des pesticides à des concentrations au-delà des limites légales (PAN. MDRGF, 2008).

En Algérie une étude réalisée sur les échantillons d'eau, les pesticides détectés sont les organochlorés et les organophosphorés. Les organochlorés sont détectés dans tous les échantillons, 50% des échantillons dépassaient LMR par pesticide individuel et 80% des échantillons dépassaient LMR pour la totalité des pesticides. Les organophosphorés ne sont pas détectés dans les différents échantillons sauf le Chlorpyrifos-Méthyl à la limite de la LMR (Moussaoui et al, 1999).

En 2000, 4093 d'échantillons de fruit, de légume, de jus, de graine de céréales, des produits céréaliers ont été prélevés en vue de rechercher les RP. Les analyses permettent de contrôler environ 201 matières actives. La LMR était dépassée dans 306 échantillons soit 7,6% des prélèvements les

produits français ont présentés de dépassements de LMR pour 6,2% des échantillons analysés. 50% des échantillons ne contenaient pas des résidus de pesticide recherchés (MCE, 2003).

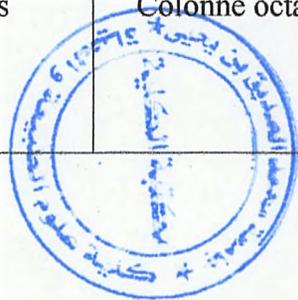
Un étude réalisée eu France sur l'analyse de RP des légumes indiquent que plus de la moitié des échantillons analysés (55,6%) ne contiennent pas de résidus. Les molécules les plus souvent retrouvées sont des insecticides et des fongicides. Pour 38,4 % des échantillons des teneurs en pesticides ont été retrouvées mais elles sont inférieures à la limite maximale de résidus (LMR). Enfin les LMR ont été dépassées dans 6 % des cas. Parmi les légumes, 65,2 % ne contiennent pas de résidus et en moyenne, 6,3 % sont non conformes. Les dépassements concernent essentiellement les poivrons et piments, les lentilles et les aubergines (Christophe, 2010).

Beaucoup des recherches axant sur le contrôle des RP dans les légumes sont réalisées par les scientifique eu vue de faire le contrôle des RP, comme le détaille le tableau suivant :



Tableaux 3 : Analyse des résidus des pesticides par CPG/SM :

Auteurs et années	Pesticides	Echantillons	Extraction/concentration		Analyse
			Au rotavapeur		
			Solvant utilisé	purification	
Anastassiales et <i>al.</i> , 2003	Organochlorés Organophosphorés	Légumes	Acétonitrile-sulfate de magnésium, chlorure de sodium	PSA-Mg SO ₄	CPG-SM
Ueno et <i>al.</i> , 2004	Organochlorés Organophosphorés	Fruits et légumes	Acétonitrile-chlore de sodium, l'acétate d'éthyle	Gel de silice /PSA	CPG-SM
Min lui et <i>al.</i> , 2005	Carbamates Organophosphoré	Fruits et légumes	Dispersive SPE Acétonitrile PSA	Sans purification	CPG-SM
Chang et <i>al.</i> , 2006	Organochlorés Organophosphorés Pyréthroïdes	Fruits et légumes	Acétone Ether de pétrole DCM	Florisil	CPG-SM
Pang et <i>al.</i> , 2006	Organochlorés Organophosphorés	Légumes	Acétonitrile toluène (3/1 :V/V)	Aminopropyl	CPG-SM
Araoud et <i>al.</i> , 2007	Organochlorés Organophosphorés Pyrethinoïdes	Légumes	Colonne octadécyl SPE (C18)	Florisil	CPG-SM



Auteurs et années	Pesticides	Echantillons	Extraction/concentration Au rotavapeur		Analyse
			Solvant utilisés	Purification	
Roula., 2009	Organochlorés Organophosphorés Pyréthroïdes	Légumes	Acétate d'éthyle		CPG-SM
Bazzi., 2010	Organochlorés Organophosphorés Pyréthroïdes	Légumes	Acétone	solution acétone/hexane (60%/40%) la solution éther/hexane (60%/40%).	CPG-SM
Kofi Bempah et <i>al.</i> , 2011	Organochlorés Organophosphorés Pyréthroïdes	Fruits et légumes	Acétate d'éthyle	florisil	CPG-SM
Chen et <i>al.</i> , 2011	Organochlorés Organophosphorés Pyréthroïdes	Fruits et légumes	Acétate d'éthyle	Sans purification	CPG-SM CPG-ECD

III-2- Homologation et législation des pesticides

Un processus par lequel les autorités nationales ou régionales compétentes approuvent la vente et l'utilisation d'un pesticide après examen de données scientifiques complètes montrant que le produit contribue efficacement aux objectifs fixés et qu'il ne présente pas de risques inacceptables pour la santé humaine et animale ou pour l'environnement (FAO, 2003).

L'homologation est une étape importante de la gestion des pesticides car elle permet aux autorités tout d'abord, de déterminer quels sont les produits autorisés à l'usage et en vue de quel objectif, mais aussi d'exercer un contrôle sur la qualité, les niveaux d'utilisation, les déclarations, l'étiquetage, l'emballage et la publicité des pesticides, garantissant ainsi les intérêts des utilisateurs finaux ainsi que la protection de l'environnement (FAO /OMS, 2010).

Tous les conteneurs de pesticides doivent être clairement étiquetés conformément aux directives applicables en respectant, au minimum, au moins celle de la FAO sur les bonnes pratiques en matière d'étiquetage (FAO, 2003).

L'étiquette est conçue comme un moyen de parvenir à un niveau élevé de communication entre le fournisseur et l'acheteur et ou l'utilisateur, il doit comporter en termes clairs et concis les informations fondamentales pour l'utilisation du pesticide en toute sécurité et avec la garantie d'efficacité pendant sa durée d'existence.

L'étiquette doit comprendre les données suivantes (CILSS, 1999).

➤ Indications pour l'identification du produit :

- Nom du produit: sur l'étiquette doit figurer le "nom distinctif" (nom commercial du produit, avec une formule brève désignant son utilisation)
- Déclaration des matières actives: énumération de toutes les matières actives en utilisant, dans la mesure du possible : Type de formulation, nom et adresse, lieu, date de fabrication ou de formulation, la date limite d'utilisation et des indications sur les conditions de stabilité et mises en garde écrites.
- Enregistrement officiel: dans les pays où la législation le requiert, il conviendra d'inclure la référence ou le numéro de l'homologation du produit (FAO, 1987 ; CILSS, 1999).

➤ Les étiquettes des pesticides devront comporter des informations concernant leur emploi, conformément à la nature de la préparation et à l'application spécifiée :

- Mode d'emploi: les instructions relatives au mode d'emploi doivent décrire clairement les conditions dans lesquelles le produit peut être utilisé ainsi que la manière de l'appliquer avec le maximum d'efficacité et le minimum de risques.
- Délai de sécurité: cette rubrique se réfère à la déclaration du délai qui doit s'écouler entre la dernière application du produit et le moment où les produits végétaux sont récoltés.

- Date de formulation et/ou "date d'échéance" : cette dernière devant être indiquée seulement lorsque le produit en question risque de se détériorer dans les conditions de stockage probables (FAO, 1987).
- Information relative aux risques potentiels :
 - "Symboles toxicités": ils doivent figurer sur l'étiquette en utilisant les symboles graphiques correspondants d'avertissement de danger et les indications claires et appropriées sur le degré et la nature de ce danger.
 - Précautions: il convient d'inclure dans l'étiquette les phrases types destinées à indiquer clairement à l'utilisateur comment il faut manipuler le produit avec un minimum de risque (par exemple: utilisation de vêtements protecteurs à enlever par la suite, mesures à prendre en cas de contamination, etc.)
 - Avertissements: ils concernent les mesures à prendre pour empêcher les effets nocifs sur les insectes utiles, comme les abeilles (CILSS, 2009).

Les symboles qui représentent les différentes formes de toxicités sont récapitulés dans l'annexe 2.

III-2-1- Elaboration des limites maximales des résidus :

Une "limite maximale de résidus" ou LMR est définie par le Codex Alimentarius²² comme la concentration maximale du résidu d'un pesticide (exprimée en mg/kg) autorisée officiellement dans/sur des produits alimentaires ou des aliments pour animaux (Arnich et al., 2005).

Selon le règlement européen 396/2005 LMR est définie comme :

Une concentration maximale du résidu d'un pesticide autorisée dans ou sur des denrées alimentaires ou aliments pour animaux, fixée conformément au présent règlement, sur la base des bonnes pratiques agricoles BPA et de l'exposition la plus faible possible de protéger tous les consommateurs vulnérables (Feinberg, 2006).

Chaque espèce végétale traitée par une substance active autorisée fait l'objet d'une LMR spécifique exprimée en mg/kg. Ces limites maximales sont généralement établies sur les denrées alimentaires brutes (y compris les parties non comestibles) telles qu'elles sont récoltées ou entreposées et concernent peu les produits transformés (Arnichet al., 2005).

III-2-2- Dose Journalière Admissible :

La DJA désigne la quantité de substance qui peut être quotidiennement ingérée par le consommateur, pendant toute sa vie, sans effet pour sa santé – il s'agit d'évaluer le risque chronique (dja2008). Elle s'exprime en milligramme par Kilo de poids corporel de personne et par jour (mg/kg/jour) (Mazoyer, 2002 ; MCE, 2003).

Partie expérimentale

Chapitre IV :

Matériel et méthodes

IV- Matériel et méthode

L'étude a été effectuée au:

- laboratoire de la faculté des sciences exactes et des sciences de la nature et de la vie à l'université de Jijel.

Notre travail a pour but d'évaluer la contamination des certains produits agricoles et de rechercher plus précisément les résidus de pesticides dans deux légumes poivrons et courgettes en vue de détecter leur éventuelle présence ou absence dans les prélèvements analysés.

IV-1- Présentation de la zone d'étude**IV -1-1- Situation géographique :**

La région de Jijel fait partie du Sahel littoral de l'Algérie ; elle est située au Nord-Est entre les latitudes 36° 10 et 36° 50 Nord et les longitudes 5° 25 et 6° 30 Est. Le territoire de la wilaya dont la superficie s'élève à 2396 km² est bordé:

- Au Nord par la méditerranée;
- Au Sud par la wilaya de Mila;
- Au Sud-Est par la wilaya de Constantine;
- Au Sud-Ouest par la wilaya de Sétif,

La wilaya de Skikda délimite la partie Est, tandis que celle de Bejaia borde la partie Ouest (DSA, 1997).

Notre étude s'est localisée sur deux sites agricoles :

- Site 1 représenté par les cultures maraîchères du Nil
- Site 2 représenté par les cultures maraîchères de l'Achouat à proximité de l'aéroport.

Site 1 : Le Nil

Le bassin versant de l'oued Nil qui s'étend à une vingtaine de kilomètres au Sud Est de la ville de Jijel occupe une superficie de 268 Km², subdivisée en deux sous bassins versants respectivement de 148 Km² et de 120 Km². Au sud, ce bassin versant est limité par les reliefs de la petites Kabylie qui dépassent très rapidement 500 m d'altitude, et constituent avec la mer méditerranée au nord, ses limites naturelles.

Notre point (p1) de prélèvement au Nord Est de Taher, est situé à une dizaine de mètre du chemin du pont de la RN n° 43. Le prélèvement de nos échantillons est représenté dans la figure 2.



Figure 2 : Site de prélèvement du Nil.

Site 2 : Achouat

Nos échantillons ont été collecté au niveau d'exploitation agricole localisée dans la commune de Taher qui est située à l'Est de Jijel à 18 km de chef lieu de la wilaya, cette exploitation occupe une superficie de 5 ha, cultivée du tomate, de poivron et de chou-fleur, courgette, elle renferme des tunnels légers de 400 m² (8 m de largeur et 50 m de longueur) recouvert d'un film de plastique en Ethylène vinyle acétate (EVA); les courbures sont en générale de forme demi-circonférence, la température à l'intérieur des serres est de 40 à 45 C°.

Le prélèvement de nos échantillons (p2) est représenté dans la figure 3.

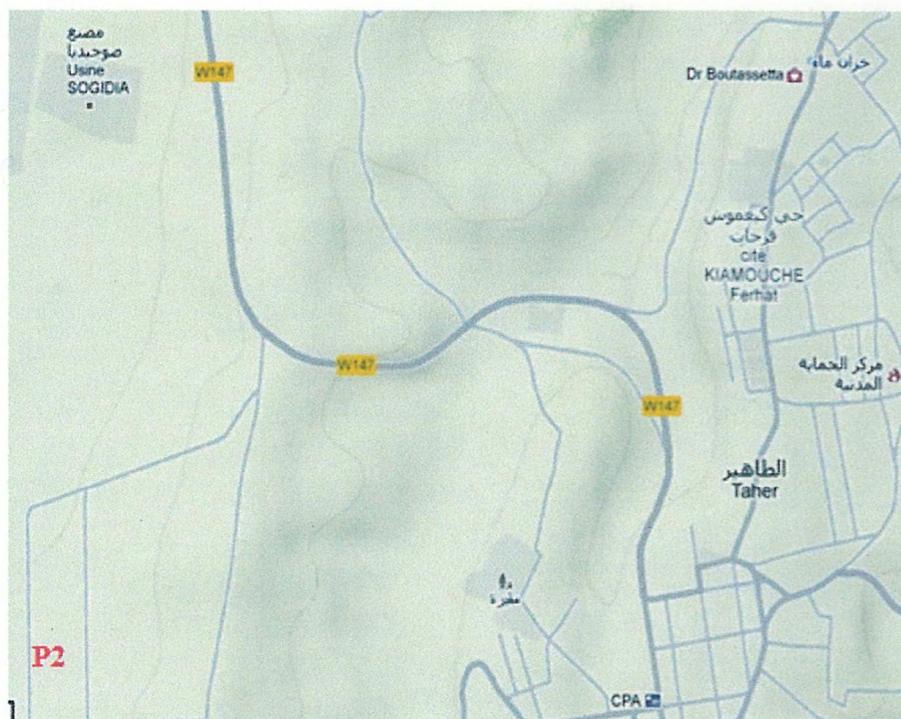


Figure 3 : Site de prélèvement de l'Achouat.

IV -1-2- Caractéristique climatique :

Le climat méditerranéen caractérisé par les étés chauds et secs et les hivers sont doux et pluvieux et parfois enneigés. La ville de Jijel bénéficie d'un climat tempéré et humide avec un hiver doux caractéristique des zones méditerranéennes et une pluviométrie importante, comme toutes les villes de la moitié Est du littoral algérien. Jijel est la ville la plus arrosée d'Algérie, avec en moyenne 1180mm de précipitations par an. Les températures moyennes mensuelles enregistrées à la station météorologique de Jijel se situent entre 12.2 C° en Janvier et de 26.3 C° en Aout.

Les données de climatologie sont représentées dans les tableaux (4, 5) et les figures (4, 5).

Tableau 4 : Moyennes mensuelles de la température (C°) à Jijel - période 2005 -2011

(données par ONM de Jijel, 2012).

MOIS	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc	moy
Années	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc	moy
2005	9	9.2	13	16	19.8	23.5	26.2	25.5	23.7	21	15.7	11.8	17.87
2006	10.9	11.3	14.2	17.8	20.8	23.4	26.1	25.4	23.4	22.1	17.9	13.6	18.91
2007	12.3	13.9	13.2	16.7	19.8	22.8	25.1	26.8	23.5	20	14.9	12.3	18.44
2008	12.4	13.1	9	16.6	18.9	22.3	25.9	26	24.2	20.3	15	11.9	17.97
2009	11.9	11.6	13.2	15.2	20.8	23.6	27.4	27	23.4	20.1	16.5	14.7	18.78
2010	12.5	13.9	14.4	16.4	18	21.5	25.5	25.5	23.3	20.1	17	13.2	18.3
2011	11.9	11.8	14.4	17.2	19.5	22.5	26.4	26.3	24.4	20.5	15.8	13.1	18.8
Moy	11.55	12.08	13.05	16.55	19.65	22.8	26.08	26.07	23.7	20.58	16.11	12.94	18.43

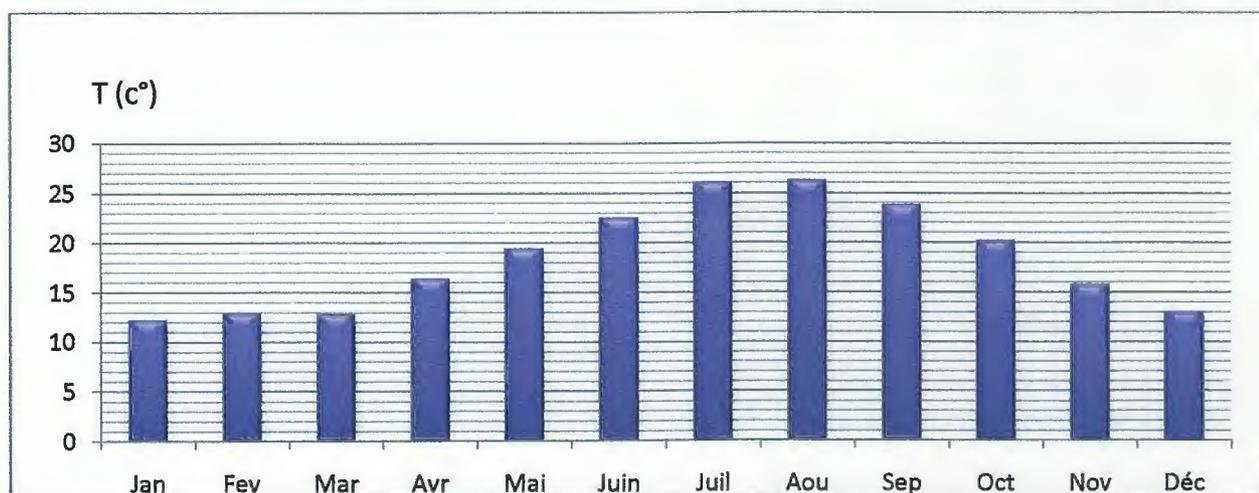


Figure 4 : Variations mensuelles de la température (C°) à Jijel -période 2005- 2011 (données par ONM de Jijel, 2012).

Tableau 5 : Moyennes mensuelles de précipitation (mm) à Jijel -période 2005- 2011 (données par ONM de Jijel, 2012).

MOIS	Jan	Fer	Mar	Avr	Mai	Juin	Jui	Auot	Sep	Oct	Nov	Dec
Années	Jan	Fer	Mar	Avr	Mai	Juin	Jui	Auot	Sep	Oct	Nov	Dec
2005	262.1	212.6	85.5	121.8	4.8	0	1.2	18.4	56.4	21.4	134.5	171.6
2006	178.2	165.5	54.9	24.1	32.7	2.8	0	34.8	45.3	37.9	39.6	215.4
2007	12.3	74.5	268.5	70.6	14.4	26.4	3.3	4.8	70.8	142.9	291.4	211.3
2008	34.3	27.4	172.1	18.8	144.7	3.7	0	1.3	86.7	30.8	109.8	145.9
2009	207.9	85.9	78.2	183.8	14.4	0.3	0.5	10.8	172.3	68.1	154.9	137.6
2010	121.4	60.2	105.4	69.7	33.4	27.0	8.1	0.0	14.7	274.1	134.5	160.0
2011	78.6	143.5	89.8	81.8	49.8	17.1	4.0	16.2	75.3	100.8	159.2	194.1
Moy men	127.83	109.94	122.05	81.51	42.02	11.04	2.44	12.32	74.5	96.57	146.27	176.55

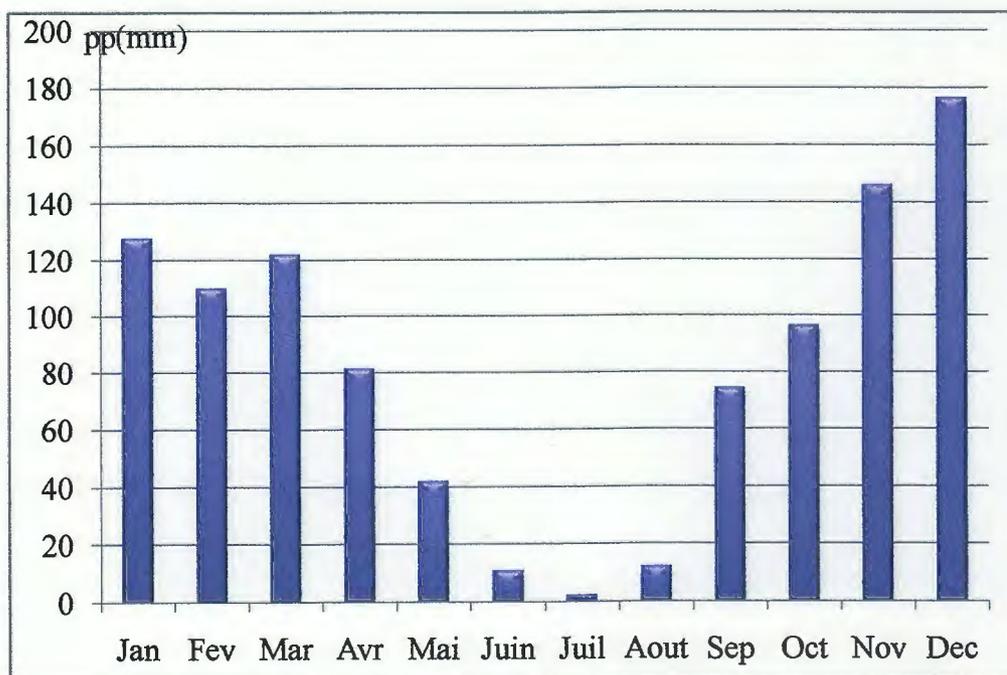


Figure 5 : Variations mensuelles de la précipitation (mm) à Jijel -période 2005 à 2011- (données par ONM de Jijel, 2012).

IV -1 -3- Activité agricoles :

La région de Jijel est caractérisée par une polyculture suite à une pluviométrie abondante et un climat méditerranéen très favorable. La superficie agricole totale est estimée à 98688 ha, soit la moitié de superficie totale de la wilaya mais la superficie agricole utilisable (SAU) n'est que de 43590 ha. Le système de production au niveau de la région de Jijel est diversifié ; en zone de montagnes l'agriculture de type extensif et de subsistance est pratiquée avec prédominance de l'oléiculture et élevage ovin et bovin local destiné dans la plupart des exploitations à l'engraissement (Mékircha, 2008).

Les activités agricoles des légumes à Jijel, en superficies exploitées et en production, sont récapitulées dans l'annexe 3.

IV-2- Entretien

Pour faciliter et orienter l'investigation nous avons fait un entretien avec les fournisseurs des PPS et les agriculteurs ayant pour objectif de lister les pesticides qui ont été pulvérisés sur les échantillons de légumes prélevés.

A partir de sorties sur terrains, nous avons pu sélectionner deux sites connus pour l'ampleur de leurs activités agricoles à Jijel notamment à l'Est de Jijel à savoir le Nil et le site agricole de l'Achouat. Nous avons dialoguer avec les agriculteurs et les vendeurs des produits phytosanitaires, en ce qui concerne les différents pesticides qui sont utilisées pour protéger les cultures maraîchères ainsi que les conditions de l'utilisation de ces pesticides au cours de l'épandage telles que la nature des PPS utilisés, la fréquence de leur utilisation, les délais avant récolte, l'utilisation des vêtements de protection tels que les gants et les masques.

IV -3- Echantillonnage

Un échantillonnage est une procédure utilisée pour prélever et constituer un échantillon. L'échantillon soumis à l'analyse est la quantité de produit prélevée à des fins d'analyse, qui est ensuite mélangée, moulue et hachée finement en vue du prélèvement de portions soumises à l'analyse avec une erreur d'échantillonnage minimale. La portion soumise à l'analyse est la quantité de produit représentative prélevée sur l'échantillon à analyser, d'une taille suffisante pour mesurer la concentration de résidus (FAO/WHO, 1993).

Des méthodes de prélèvement d'échantillons pour les résidus de pesticides dans les fruits et légumes avaient été définies par la directive 79/700/CEE de la Commission du 24 juillet 1979 fixant des méthodes communautaires de prélèvement d'échantillons pour le contrôle officiel des résidus de pesticides sur et dans les fruits et légumes (CE, 2002).

Le conditionnement se fera généralement dans de petits sacs ou des boîtes en plastique sur lesquels des références permettent de remonter aux informations descriptives de l'échantillon (localisation, date de prélèvement, masse). La référence de l'échantillon doit impérativement être fournie au laboratoire d'analyse. Il est recommandé de noter la référence de l'échantillon à l'extérieur du sachet (étiquette en évitant les marqueurs) et à l'intérieur sur un support neutre chimiquement (au crayon à papier sur un carton volant par exemple). Cette double identification préserve du risque de perdre l'information concernant l'échantillon entre le terrain et l'arrivée au laboratoire (ADEME, 2007).

L'échantillon de laboratoire doit être placé dans un récipient propre et chimiquement inerte qui le protège correctement contre toute contamination, dommage et fuite. Le récipient doit être scellé, solidement étiqueté et le document d'accompagnement doit y être joint. L'échantillon doit être envoyé au laboratoire le plus rapidement possible. Certaines précautions doivent être prises pour éviter la détérioration des échantillons en cours de transport, ainsi, les échantillons de produits frais doivent être tenus au frais et les échantillons congelés doivent rester congelés (CAC, 1999).

Des prélèvements de 1 à 2 kg de légumes sont fait au sein de chaque site, pour les fruits et les légumes, chaque échantillon de laboratoire doit peser au moins 1 kg et comprendre au moins 10 fruits ou légumes (FAO/OMS, 1984). Nos prélèvements, au nombre de 12 échantillons pour le poivron et la courgette, le prélèvement des légumes s'effectués entre le 27 Avril et 05 Mai 2012 (tableaux 6).

Tableau 6: Echantillonnage des deux légumes sur les deux sites.

N° échantillons	Légumes	Quantité	Sites	Nombre d'échantillons
1-3	Poivron	10-12 poivrons de différents plants	Site I	03
1-3	Poivron	10-12 poivrons de différents plants	Site II	03
1-3	Courgette	7-9 courgettes de différents plants	Site I	03
1-3	Courgette	7-9 courgettes de différents plants	Site II	03

IV-4- Méthodes d'extraction et de purification des résidus des pesticides dans les légumes

L'extraction des pesticides d'une matrice est une étape fondamentale dans le processus analytique ; les méthodes multi résiduelles présentent l'avantage de rechercher par une seule et unique technique plusieurs sortes de pesticides et de ce fait la sélection de la technique d'extraction est un aspect critique de l'analyse. En effet, la technique d'extraction doit être aussi spécifique que possible pour permettre d'isoler le plus sélectivement possible les pesticides sans altérer leur structure.

Les méthodes d'extraction appliquées généralement aux échantillons de fruits, légumes et céréales, consistent à mélanger ces derniers avec un solvant organique ou un mélange de solvant et/ou eau (Bazzi, 2010).

IV -4-1- Matériel et produits utilisés**➤ Matériel :**

- Balance analytique (Denver), Evaporateur rotatif (Buschuii), broyeur homogénéiseur (Reischt).
- Verrerie usuelle de laboratoire (ampoules à décanter, béchers, burettes, entonnoir, pipettes graduées...) et papier filtre Wathman n° 3.
- Matériels végétal : le poivron et la courgette.

➤ Produits chimiques :

Carbonate de sodium (NaHCO_3), Sulfate de sodium (Na_2SO_4), Acétate d'éthyle ($\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$), Florisil, Cyclohexane (C_6H_{12}).

IV -4-2- Extraction et concentration de résidus de pesticides

Dans ce travail on utilise une méthode analytique proposé par Pihström et *al.*, (2007) pour réaliser l'extraction. Nous avons modifié cette méthode en ajoutant l'étape de purification pour réduire au maximum l'effet de matrice et optimiser les chances de détections des RPs.

L'échantillon de légume (1Kg) est coupé et placé dans un mixeur pour être broyé. On pèse 70 g de poivron. A l'aide d'une spatule, on introduit cette quantité dans un erlen-meyer de 200 ml on ajoute 120 ml d'acétate d'éthyle et 20 g de NaHCO_3 et 20 g Na_2SO_4 et faire l'agitation traditionnelle à l'aide de l'ampoule à décanter pendant 20 mn. Après filtration (Wathman n° 3), la phase organique est recueillie dans un bécher puis transvaser dans un ballon à fond rond ; l'évaporation à sec du solvant se fait dans un évaporateur rotatif dont le bain-marie est fixé à 40 C°. Le résidu sec d'évaporation est repris par 5 ml du mélange d'acétate d'éthyle et de cyclohexane (1 : 1 v/v). L'étape de l'extraction est représentée dans la figure 6.



Figure 6: L'étape de l'extraction.

IV-4-3- Purification :

Un échantillon chargé qui contient de nombreux produits susceptibles d'interférer avec le pesticide, nécessite une étape préalable de purification qui peut s'effectuer par utilisation des techniques d'extraction précitées. L'intérêt réside alors dans le choix des conditions permettant d'éliminer les produits interférents et la conservation des produits à analyser. Les méthodes de purification des extraits les plus répandues sont basées sur l'extraction liquide-solide avec des adsorbants polaires tels que la silice, l'alumine et le florisol (Mawussi, 2008 ; Bazzi, 2010).

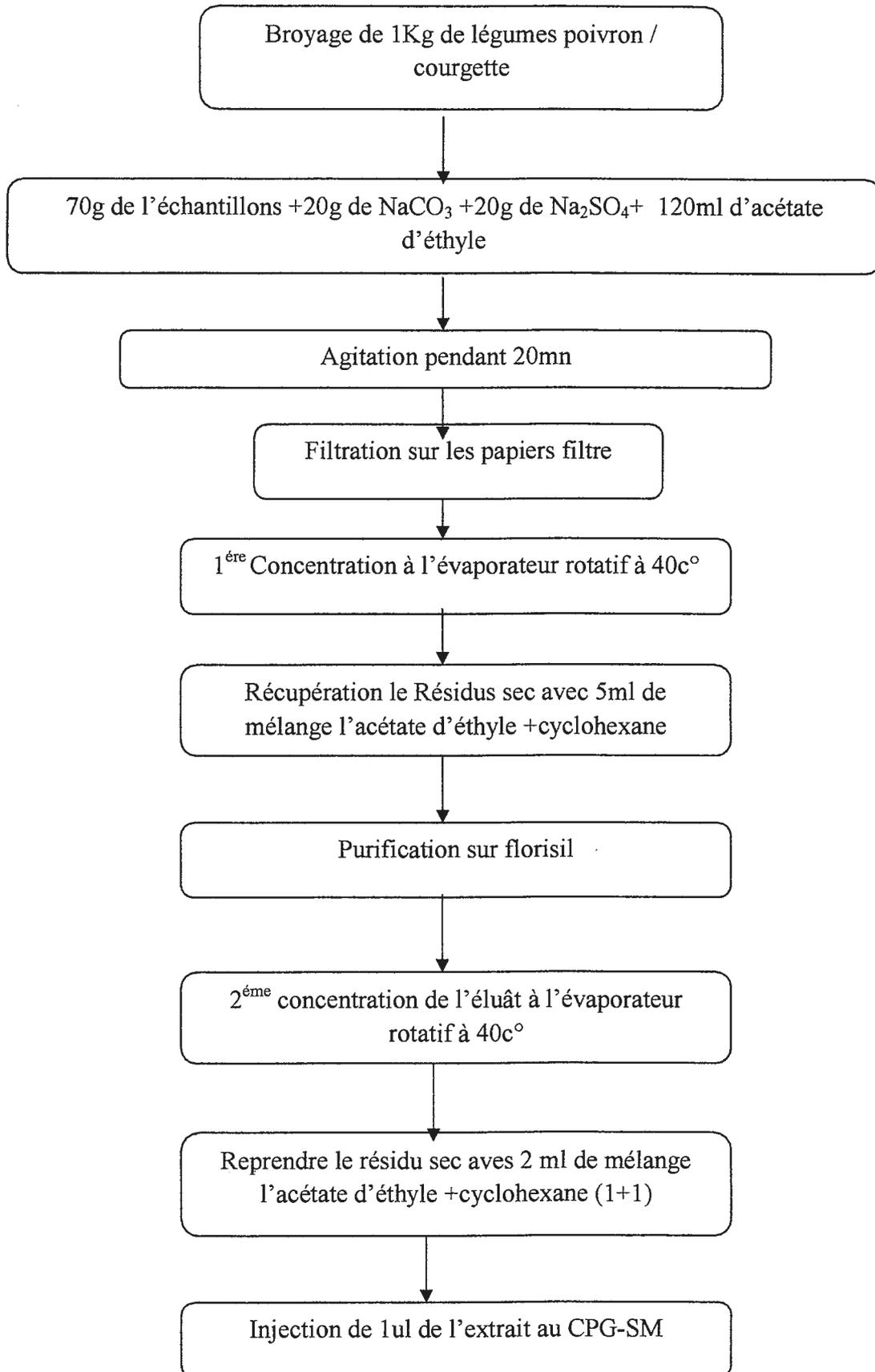
Nous avons utilisé une burette 250x10 mm en verre munie d'une valve d'arrêt. On met une fine couche de 2g de florisol qu'on humidifie avec le solvant cyclohexane en veillant à ce qu'il reste toujours au dessus du florisol 1 cm de solvant puis on dépose 2 ml de l'extrait préalablement recueilli à la surface de la colonne ainsi préparée. L'élution est faite avec 20 ml du mélange acétate d'éthyle -cyclohexane (1 : 1v/v). L'éluât récupéré est concentré à l'évaporateur rotatif à 40C°. Le résidu sec final est récupéré avec 2 ml du même mélange de solvant. L'extrait final est analysé en chromatographie à gaz couplé de spectrométrie de masse (CPG-SM). L'étape de purification est représentée dans la figure 7.



Figure 7: l'étape de purification

Les étapes les étapes de l'extraction des résidus des pesticides des échantillons prélevés sont schématisées dans la figure 8.

Figure 08 : Protocol d'extraction des résidus des pesticides (Pihström et al., 2007)



IV -5- Analyse des échantillons par CPG-SM**VI-5-1- Principe du CPG-SM :**

- Les méthodes chromatographiques consistent à séparer différentes substances en fonction de leurs propriétés physico-chimiques, et quantifier les produits séparés **(Soulaymani Bencheikh, 2010)**.

Le chromatographe en phase gazeux contient 3 parties :

- L'injecteur : L'échantillon est introduit avec une microsiringue, à travers un septum en élastomère, dans la chambre de vaporisation. L'injecteur a une double fonction : Il porte l'échantillon à l'état de vapeur, puis il l'amène dans le flux gazeux en tête de colonne.
- La colonne : Elle est placée dans une enceinte à température régulée. Elle se présente sous la forme d'un tube de silice, enroulée sur lui-même et de longueur allant de 1 à plus de 60 m. Entraînés par un gaz vecteur inerte, les analytes étudiés sont séparés en fonction de leur capacité d'interaction avec la phase stationnaire.
- Four : Le four permet de maintenir la colonne à une température constante ou de travailler avec un gradient de température. On peut ainsi travailler de -99°C à 250°C.
- Le détecteur : Il s'agit du module qui va permettre de détecter voire d'identifier les composés à la sortie de la colonne.

Les substances analysées par un méthode de spectre de masse qui permet d'identification et la quantification des composés analysés. C'est une technique basée sur le principe d'ionisation et fragmentation des molécules **(Dubois et Pourquet, 2006)**.

VI-5-2- L'appareillage utilisé :

Les chromatographes en phase gazeuse couplé de spectrométrie de masse que nous avons utilisé sont le Shimadzu CPG-SM QP 2010 et auto-sampler Perkin-Helmer.

Le CPG comprends :

- L'injecteur de type split / splitless.
- La colonne capillaire utilisée de type SE30 présente les caractéristiques suivantes :

Phase stationnaire à 5% phénylméthylsiloxane, Longueur de la colonne: 25 m, Diamètre interne: 0.25mm, Epaisseur du film: 0.25um, Température maximale : 280C°.

Le spectromètre de Masse utilisée est constitué de :

- Source à impact électronique.
- Quadripôle analyseur

- Système de détection
- Intégrateur enregistreur / logiciel / bibliothèque

Les conditions de la chromatographie gazeuse utilisée pour ce travail sont :

- Le gaz vecteur est l'Hélium
- La température de l'injection est 250 C°, l'énergie d'ionisation en impact électronique est de 70 eV.
- L'injection se fait en mode splitless pendant 30 secondes.
- La température de la source d'ionisation est à 150 C°, la température de la colonne est initialement de 60C° pendant 1mn.
- Le logiciel est doté d'une bibliothèque pour identifier les spectres des résultats.



Figure 9: l'appareil de CPG.

Chapitre V :

Résultats et discussion

V- Résultats et discussion

Notre objectif est de faire une analyse qualitative et d'identifier le ou les pesticides détectés dans les échantillons de poivrons et de courgettes que nous avons prélevés sur deux sites : l'Achouat et le Nil.

V-1- Résultats de l'entretien

Nous a permis de regrouper les informations suivantes :

- Les cultures maraichères couramment retrouvées dans la zone Est de Jijel sont : tomate, salade, haricot, courgette, poivron, oignon, chou-fleur, fève et concombre.
- Les personnes travaillant au sein des fermes sont généralement les membres d'une même famille.
- Ils travaillent sur la base de leur propre expérience ou celles de leurs prédécesseurs
- Au début ils portent des vêtements de protection, mais après ils n'achètent pas des nouveaux vêtements.
- Ils affirment que pour le respect du DAR, il n'existe pas de rigueur car les uns appliquent la réglementation et d'autres ne tiennent pas compte de ce délai et commercialisent leurs récolte aussitôt après l'épandage

Les pesticides les plus utilisés sont représentés dans le tableau 7.

Tableau 7 : Les pesticides les plus utilisés dans la wilaya de Jijel.

PPS	Nom commercial	Matière active
Fongicides	Curposate M45wp	Cynoxanil
	Trifidan 25wp	Tridimènal
	Vidan 25 EC	Traidimènal
	Manco c	Mancozeb+ Cymoxanil
Insecticides	Mectin 18 EC	Abamactine
	Duspzan	Chlorphosethyl
	Agromec	Abamectin
	Vertilmec	d'abamectine.
	Aceplan 20 SP	Acetamipride
	Chlorphos 48ec	Chlorphosethyl
	Deltacal 25 EC	Deltaméthone
	Karaté	Lambda-cyhalothrine
	Zoro	Abamectin
Herbicides	Kalach	Glyphosate

Les pesticides utilisant dans le traitement des poivrons et des courgettes prélevés au sein des deux sites sont représentés dans le tableau 8.

Tableau 8: Les pesticides utilisant dans le traitement des poivrons et des courgettes prélevés au sein des deux sites.

Le Nom commercial	Matière active	La famille chimique
Manco	Mancozeb+ Cymoxanil	Fongicide
Aceplan 20 SP	Acetamipride	Insecticide
Vertimec	d'abamectine.	Insecticide
Karaté	Lambda-cyhalothrine	Insecticide

V-2- Résultat de l'analyse qualitative par CPG-SM

Après extraction des pesticides et injection en CPG-SM nous avons obtenu 12 chromatogrammes relatifs aux échantillons des légumes analysés.

Notre analyse est uniquement qualitative ce qui nous permettra d'identifier toute matière active de pesticides décelée par CPG-SM. Cette identification est faite par comparaison avec la bibliothèque de spectre de masse NIST « The national Institute of standards and technology ».

Les chromatogrammes obtenus contiennent plusieurs composés chimiques similaires et d'autres spécifiques de chaque échantillon analysé.

Les résultats de l'étude qualitative peuvent être résumés comme suit:

Les substances organiques détectées sont :

➤ Les esters :

9-Octadecenoic acide, methyl ester :pic18, sulfurous acide, octadecyl2-propyl ester :pic (36 site 2 ech 2 poivron), 9-octadecenoin acide butyl ester :pic73, site1 ech1 poivron), Benzoic acid, undecyl ester :pic (33 site 1 ech2 poivron), Benzoic acid, 2-ethylhexyl ester :pic (30 site 2 ech2 courgette), Trichloroacetic acid, hexadecyl ester :pic (27site 2 ech1 courgette), Butanoic acid, (tetrahydro-2-furanyl)methyl ester :pic (19 site 1 ech3 courgette).

➤ Les alcanes :

Tetrapentacontane,1,54, dibromo pic (109 site 1 ech1 poivron) pic (69 site 1 ech 1 courgette, Tetracosane pic (36 site1 ech 2 poivron), Heptadecane : pic (12 site2 ech 1 poivron), Heptadecane, 1chloro: pic (34 site 2 ech 1 poivron), 1Cloroecosane: pic (17 site1 ech 3 courgette), 1Bromodecosane:pic (19 site 2 ech 1 courgette).

➤ Les alcools:

hyxanol,3-methyl: pic (13 site 1 ech 1 poivron), phynol,2,4-bis(1,1dimethylethyl) : pic (9 site 1 ech 2 ,site 2 ech 1 poivron), Phynol, 4-(1,1,3,3-tetramethylbutyl) pic (32,27 site 1 ech 2 courgette).

Les substances mis en évidence par le *full scan* sont de nature variables, les unes appartenant à la matrice végétale et les autres pouvant êtres de simples contaminants de diverses origines par pollution ou contamination au cours de l'étape expérimentale.

Notre étude révèle la présence d'un seul pesticide le même dans 07 échantillons, c'est un insecticide pyréthrinoides : lambda-cyhalothrine. Dans les cinq autres échantillons ont ne trouvent aucun pesticide recherché.

En effet au niveau du site 1 :

- Dans l'échantillon 2 de poivron, lambda-cyhalothrine est représenté par le pic 40 (fig. 10).
- Dans l'échantillon 1 de courgette, lambda-cyhalothrine est représenté par le pic 53-55 (fig11).
- Dans l'échantillon 2 de courgette, lambda-cyhalothrine est représenté par le pic 68 (fig 12)

Au niveau du site 2 :

- Le chromatogramme de l'échantillon 1 de poivron révèle la présence de lambda-cyhalothrine représenté par le pic 33 (fig 13)
- Le chromatogramme de l'échantillon 1 courgette révèle la présence de lambda-cyhalothrine représenté par le pic 72-73 (fig14)
- Le chromatogramme de l'échantillon 2 courgette révèle la présence de lambda-cyhalothrine représenté par le pic 65 (fig 15),
- Le chromatogramme de l'échantillon 3 courgette révèle la présence de lambda-cyhalothrine représenté par le pic 69 (fig16).

les restes des chromatogramme non contaminés sont récapitulés dans l'annexe 5.

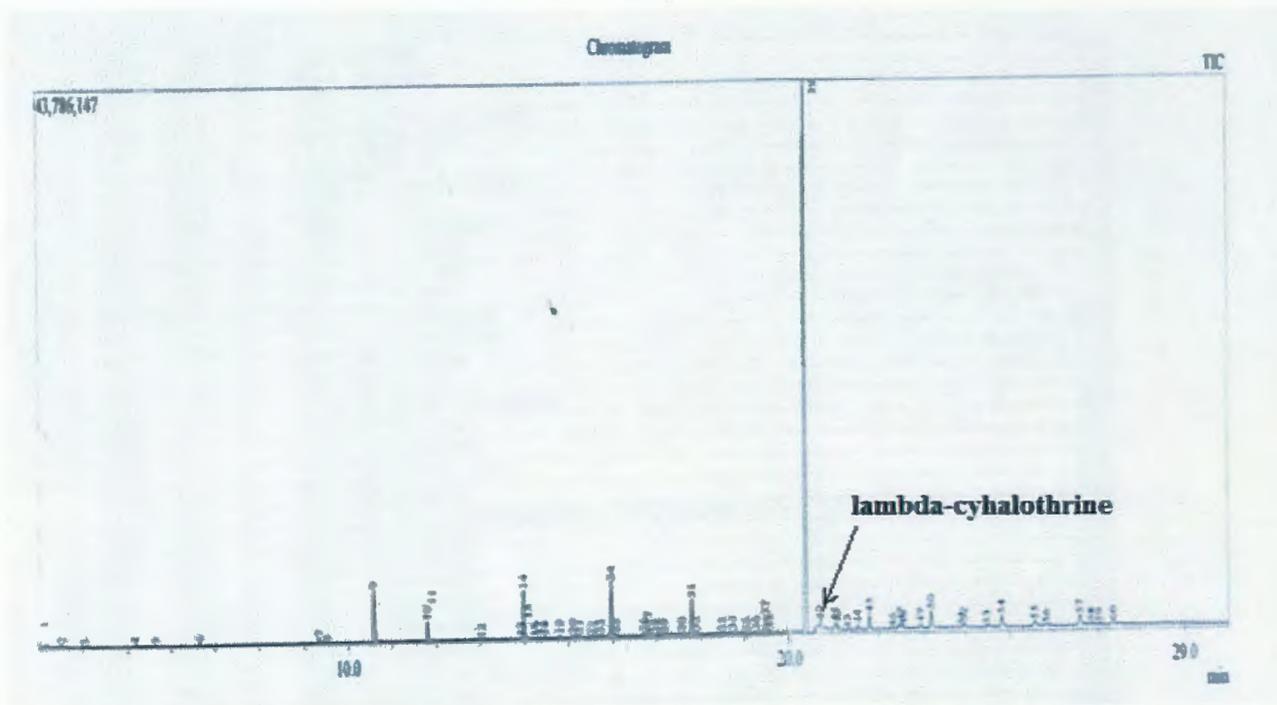


Figure 10: Chromatogramme de l'échantillon 2 de poivron, site 1.

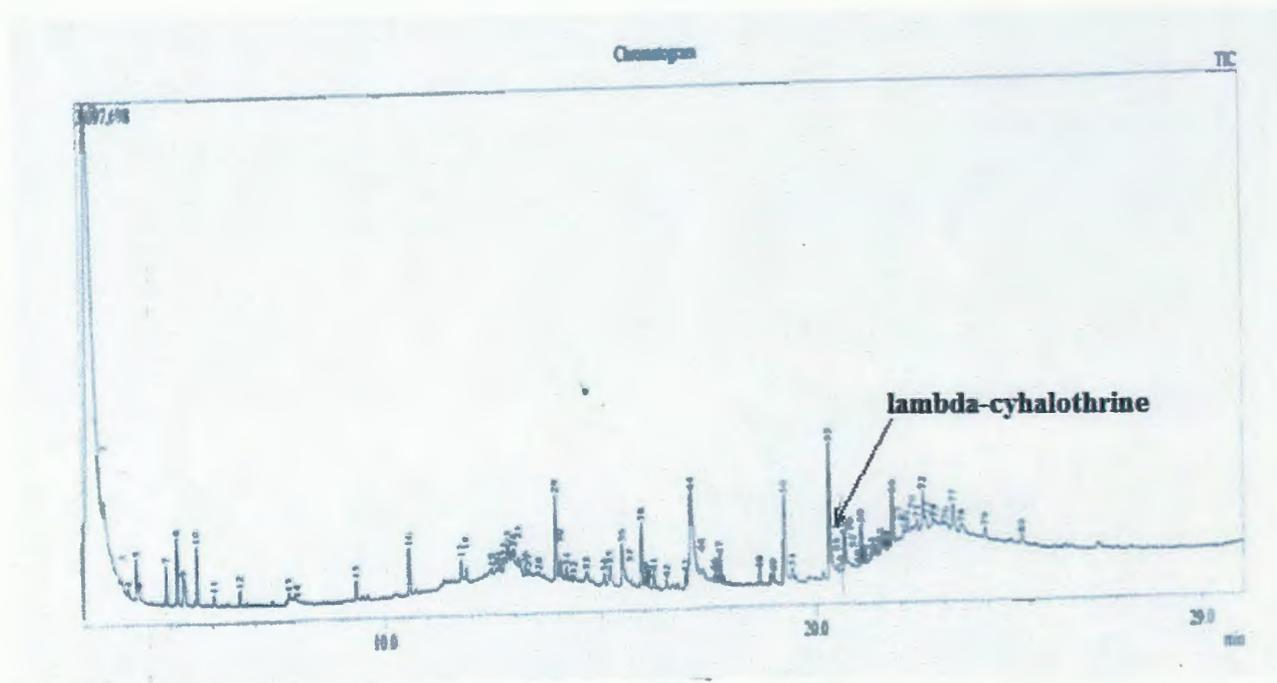


Figure 11: Chromatogramme de l'échantillon 1 de courgette, site 1.

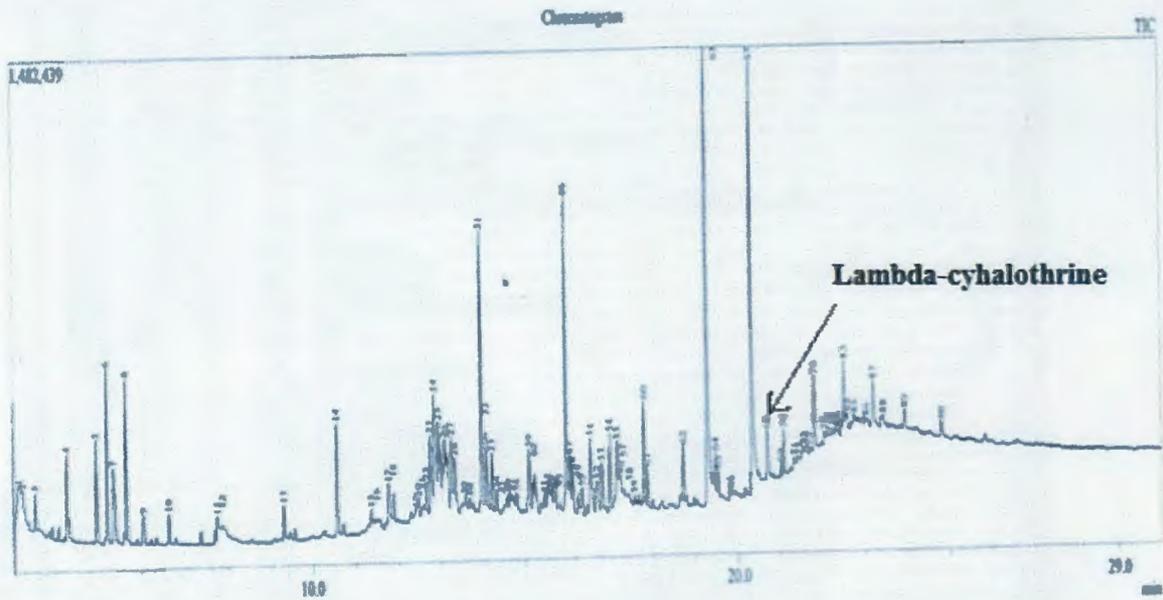


Figure 12: Chromatogramme de l'échantillon 2 de courgette, site 1.

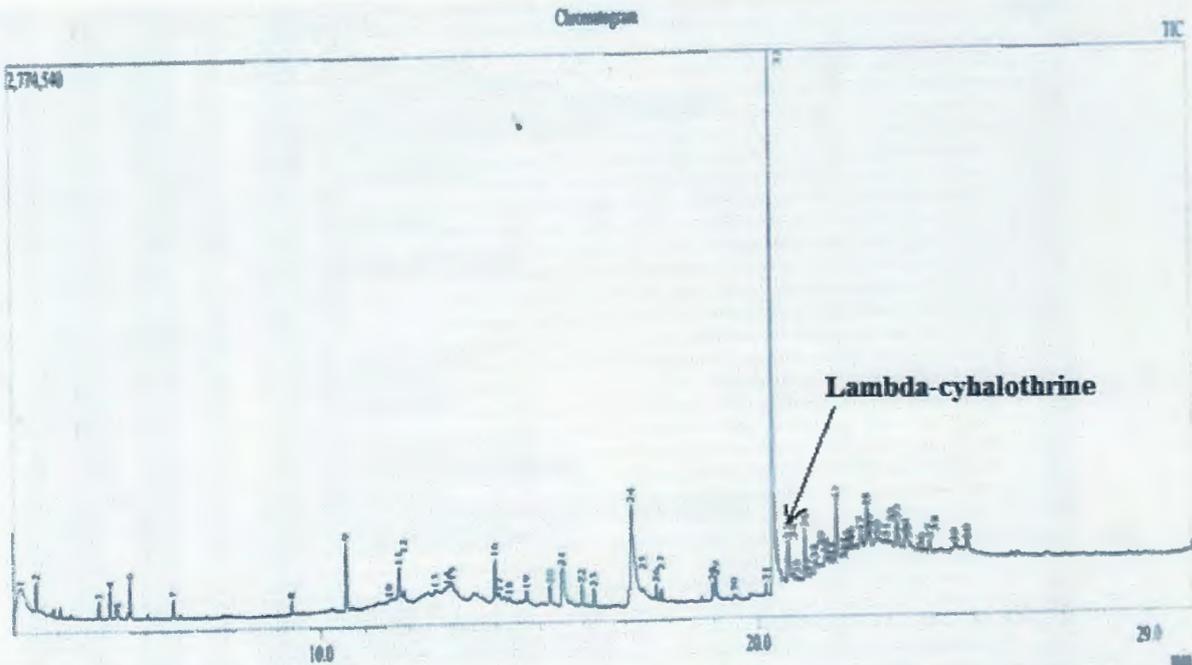


Figure 13: Chromatogramme de l'échantillon 1 de poivron, site 2.

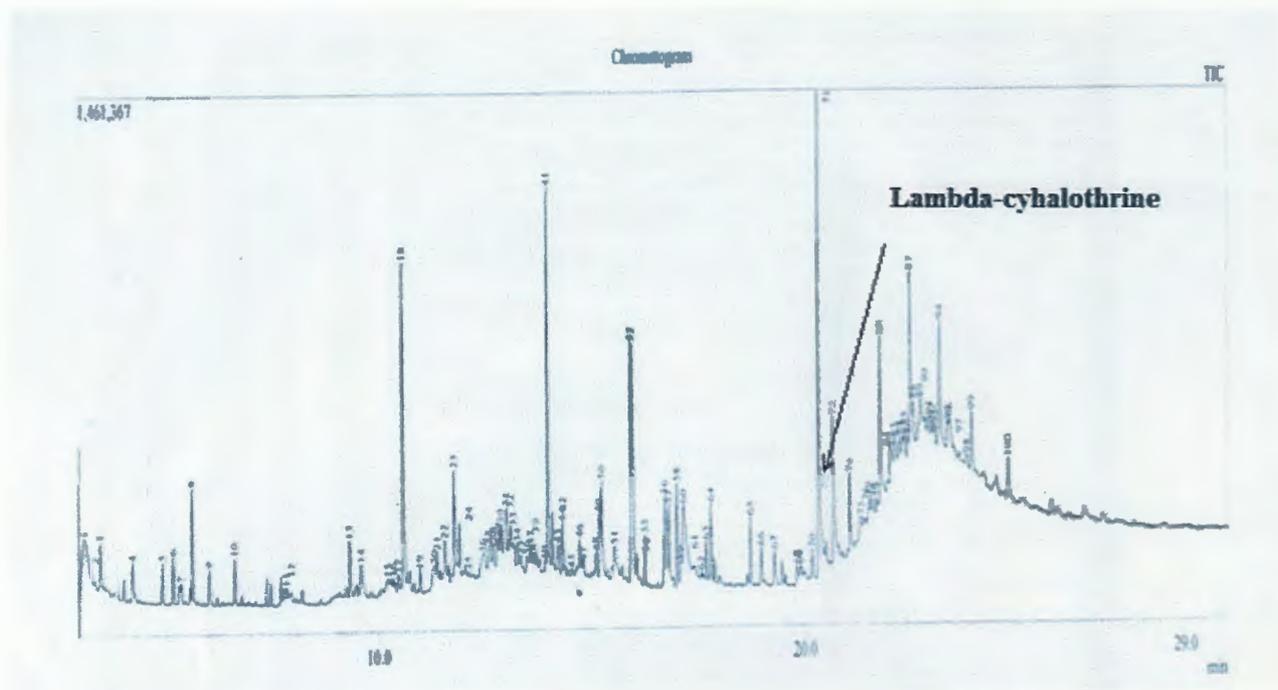


Figure 14: Chromatogramme de l'échantillon 1 de courgette, site 2.

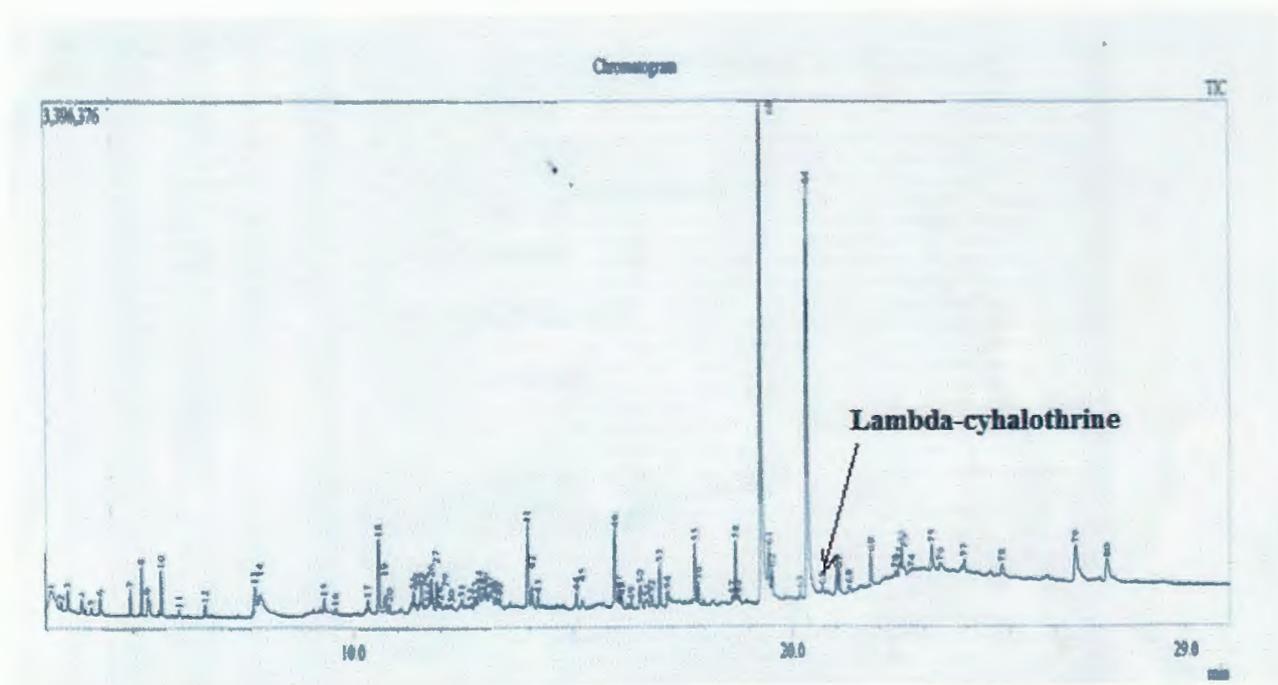


Figure 15: Chromatogramme de l'échantillon 2 de courgette, site 2.

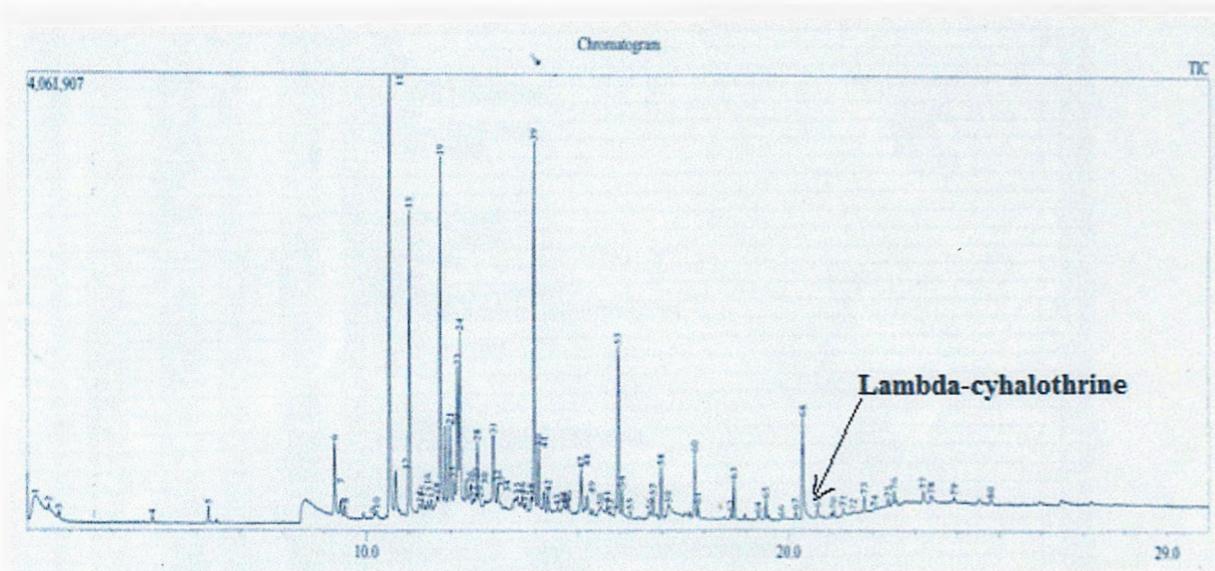


Figure 16: Chromatogramme de l'échantillon 3 de courgette, site 2.

La représentation du spectre de masse de lambda-cyhalothrine décelé dans nos échantillons de courgette et de poivron est illustrée par la figure 17.

Notre CPG-SM est doté d'une bibliothèque qui nous a permis de confirmer que notre matière active est bien lambda-cyhalothrine car les deux spectres sont similaires. Le spectre de masse de ce pyréthriinoïde élaboré par la bibliothèque du CPG-SM qui est représenté par la figure 18 et qui représente une référence confirmative.

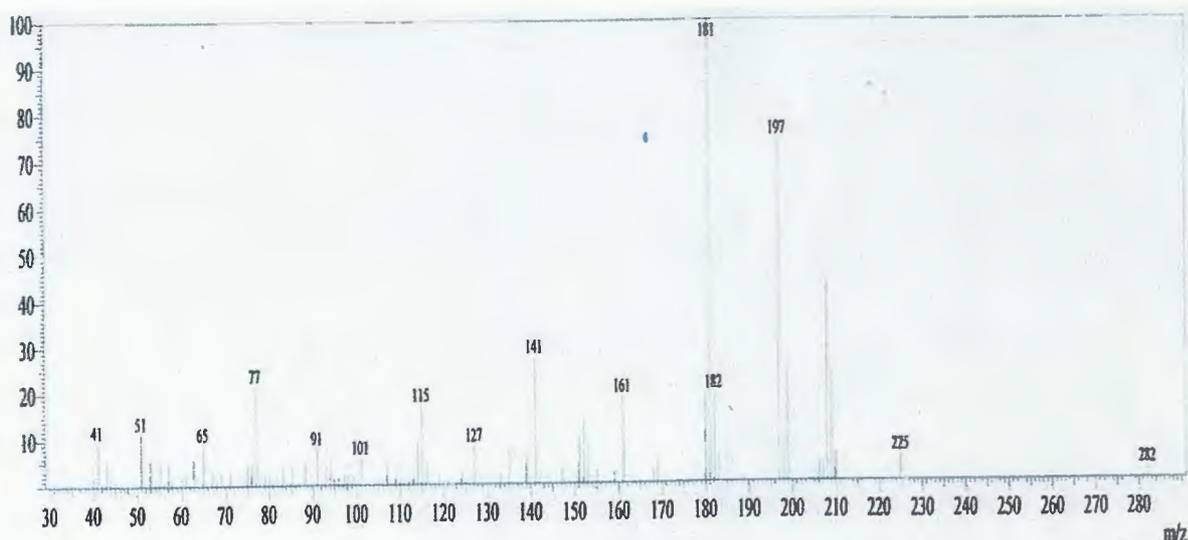


Figure 17 : Le spectre de masse de lambda-cyhalothrine de nos échantillons.

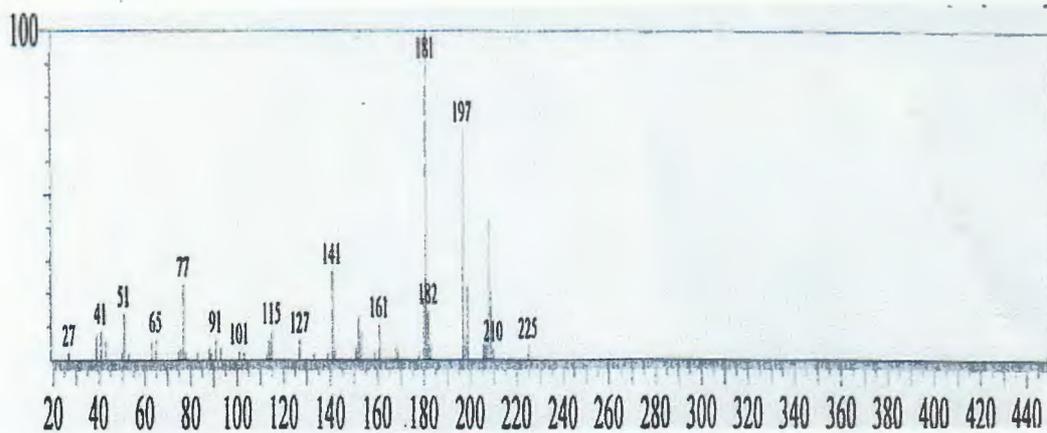


Figure 18: Spectre de masse de lambda-cyhalothrine confirmative.

Le contrôle des résidus des PPS dans les deux sortes de légumes analysés montre une contamination de certains échantillons au niveau des deux sites. Un seul pesticide qui est Lambda-cyhalothrine a été détecté. Le tableau 9 représente les échantillons de légumes contaminés.

Tableau 9: Résultats de l'analyse des échantillons de légumes contaminés

Légumes	Pesticide détecté	Nombre d'échantillons	
		Analysés	Contaminées
Poivron	Lambda-cyhalothrine	06	02
Courgette	Lambda-cyhalothrine	06	05

Sur un total de 12 échantillons de légumes prélevés sur les deux sites, 58.33% des l'échantillon analysés sont contaminés par les résidus du même insecticide « Lambda-cyhalothrine ».

Le lambda-cyhalothrine est un insecticide à base de pyréthrianoïde synthétique permet d'éliminer une large variété d'insectes nuisibles en agriculture. Ce produit peut être utilisé sur les céréales, les fruits, les légumes, le coton. Le lambda-cyhalothrine est également utilisé pour le contrôle des parasites dans la santé publique (INRS, 2011).

Beaucoup de travaux similaires ont été réalisé dans la même optique que notre travail tel que l'étude de Parveen et al en 2004 ont fait une analyse sur 27 légumes qui a montré que 24 échantillons sont contaminés dont 63% sont contiennent des RP inférieurs à LMR et 46% l'échantillon ont dépassé LMR. Les pesticides détectés dans les légumes sont : chlorpyriphos (ail), endosulfan et abamactine (la carotte), acitamibride (concombre), cypremethrine (salade).

- D'autre part l'étude de l'AFSCA en 2008, a contrôlé 1.413 échantillons de fruits et légumes. Dans environ 72 % d'entre eux, elle a détecté des résidus de pesticides, et dans environ 6 % des cas, les normes étaient dépassées (AFSCA, 2010).
- Kofi Bempah, (2011) a été réalisé une analyse de 240 échantillons de légumes, donnés que les résultants obtenue sont; 28.1% d'échantillons de légumes non détectés de RP, 40.42% d'échantillon contaminés par des traces des RP mais inférieur à LMR et 31.48% d'échantillon contiennent de RP dépassés LMR

Certains auteurs ont mis en évidence dans les légumes le même pesticides lambda-cyhaloythrine que nous avons décelé dans nos légumes.

- Un rapport français de 2004 sur la surveillance et le contrôle des RP sur les denrées alimentaires d'origine végétale montre que la lambda-cyhalothrine figure parmi les 14 pesticides les plus retrouvés sur les fruits et légumes à une fréquence de détection de 2.4% (**Aligan, 2010**).
- En 2002 au cours de l'analyse des insecticides ; lambda-cyhalothrine, cyperméthrine, perméthrine, fenvalérate, atrazine, endosulfan, chlorpyrifos, malathion. Elle a montré une contamination des légumes par ces pesticides avec des concentrations inférieures à LMR qui est établie par la FAO et OMS. La LMR de lambda-cyhalothrine est de 0.2 ppm. Par contre la concentration détectée est de 0.001 ppm dans la tomate, donc il y a une contamination qui ne dépasse pas la norme (**Mukherjee, 2002**).

Lambda-cyhalothrine figure sur la liste établie au cours de l'enquête et relatif à des pesticides utilisés au cours de la culture des courgettes et des poivrons sur les résidus proviennent à la suite d'épandage. Les taux résiduels lambda-cyhalothrine dans les produits agricoles dépendront aussi de plusieurs facteurs pouvant déclencher la dégradation, les propriétés physico-chimiques et les facteurs pédo-climatiques.

Nos prélèvements ont été faits après les pluies durant 3 semaines donc les pesticides épandus pourraient être lessivés. Plus le délai est court, plus le risque de lessivage du pesticide augmente. En effet, le pesticide aura peu ou pas assez de temps pour être absorbé par l'organisme nuisible ou par la plante, adsorbé par le sol ou décomposé (**Barrette, 2006**).

Cependant nos résultats ont montré une contamination par lambda-cyhalothrine qui est virtuellement insoluble dans l'eau, par conséquent, ce composé devrait avoir un faible potentiel de lessivage ce qui peut justifier sa présence (**Afsset, 2007**).

Le coefficient de partage octanol-eau de lambda-cyhalothrine ($\log K_{ow} = 7$) indique que ce composé possède un potentiel élevé de bioconcentration et de bioaccumulation (**ARLA, 2003**).

- Des études en laboratoire ont montré que la lambda-cyhalothrine est stable à la phototransformation à la surface du sol ce qui peut expliquer sa détection dans nos légumes suite à une éventuelle absorption par les racines. Cependant, dans l'eau, la phototransformation de la lambda cyhalothrine était évidente, avec une demi-vie de 23 jours. Dans de l'eau de rivière illuminée, la demi-vie de lambda-cyhalothrine était d'environ 20 jours donc on peut aussi supposer une probable contamination par les eaux d'irrigation (**Afsset, 2007**).
- D'autres travaux sur la biotransformation ont montré que la lambda-cyhalothrine est transformée dans un sol limoneux et dans des conditions aérobies, leur demi vie variant

de 21 à 42 jours à 20 C° jusqu'à 56 jours à 10 C°, et dans des conditions anaérobies, avec une demie vie de 74 jours à 20 C°. Ces valeurs montrent que la lambda-cyhalothrine est modérément persistante dans les sols et dans des conditions aussi bien aérobies qu'anaérobies ce qui explique sa présence dans les échantillons analysés (ARLA, 2003).

L'hydrolyse ne constitue pas une voie importante de transformation de la lambda-cyhalothrine à pH 5 et pH 7. À pH 9, il y a transformation rapide de la lambda-cyhalothrine, avec une demi-vie de 7 jours (ARLA, 2003).

Les résultats obtenus avec la collaboration du binôme de sol montrent que le sol prélevé présente un caractère neutre légèrement basique, le pH compris entre 7.94 dans le site 1 (Le Nil) et 8.08 dans le site 2 (L'Achouat) dans ce cas le pH est insuffisant de dégrader de lambda-cyhalothrine.

Notre analyse est seulement qualitative, ne passe pas à l'analyse quantitative pour déterminé des concentrations de LMR établie par l'organisation mondiale de la santé (OMS) et l'organisation des nations unies pour l'alimentation de l'agriculture (FAO); ceci nous empêche de conclure si la contamination a dépassé ou non la LMR qui est de 0.2 ppm pour lambda-cyhalothrine des légumes. L'ingestion d'aliments contaminés est vraisemblablement la voie majeure d'exposition au lambda-cyhalothrine (ARLA, 2011).

Des effets rapportés sur le système gastro-intestinal de personnes consommant des quantités jugées élevées de lambda-cyhalothrine sont les nausées, et la diarrhée, cet insecticide et aussi toxique lorsqu'il est appliqué sur la peau (Aligon, 2010).

Conclusion

Les pesticides sont des substances chimiques destinées à détruire des éléments vivants considérés comme nuisible des végétaux. L'utilisation excessive de pesticides dans l'agriculture affecte la santé humaine et l'environnement et peut causer de nombreuses maladies telles que le cancer, les maladies du système immunitaire, des effets sur le système de reproduction, et favorisé Alzheimer et la maladie de Parkinson. L'impact des pesticides sur la santé fait partie de consommation des légumes qui contaminés par des résidus des pesticides.

Pour cela, nous avons prélevé et analysé des échantillons de légumes provenant de deux sites à Jijel, le Nil et l'Achouat. Une enquête sur la nature des pesticides utilisés au cours de l'épandage nous a permis d'orienter notre recherche. Après extraction à l'acétate d'éthyle par une méthode multirésiduelle nous avons fait l'identification des résidus de pesticides détectés se fait par CPG-SM. Sur l'ensemble des 12 prélèvements de légumes poivrons et courgettes analysés, on a trouvé 7 échantillons contaminés par des résidus de pesticides c'est-à-dire 58,33 % de prélèvements sont contaminés par un même pyréthriinoïdes : lambda-cyhalothrine. Notre CPG-SM est doté d'une bibliothèque des spectres de masse qui nous a permis d'identifier le pesticide détecté à 96% de similarité et de confirmer ce résultat par le spectre de masse de la molécule, notre étude reste une analyse parement qualitative.

Une évaluation quantitative nous aurait permis de voir si les contaminations ont dépassé ou non LMR.

Pour lutter contre la contamination des légumes par les résidus des pesticides nous proposons :

- Il faut respecter constamment les doses au cours de l'épandage pour garantir la sécurité du consommateur.
- Respecter toutes les données sur l'emballage.
- La création d'associations d'agriculteurs avec de véritables démonstrations ayant pour but de sensibiliser les agriculteurs pour minimiser l'utilisation de ces produits chimiques dangereux.
- Respecter et tenir compte de la période du DAR, une période qui doit être observé entre la pulvérisation des pesticides et donc la consommation du légume.

- Contrôler les produits agricoles et faire l'analyse de l'évaluation des résidus de pesticides dans les légumes.
- Laver convenablement les légumes avec de l'eau pour se débarrasser des résidus de pesticides.
- Nous suggérons d'appliquer d'autres alternatives (lutte biologique, lutte intégrée) et de réduire l'utilisation des PPS.
- Respecter les différentes conditions climatiques avant et après le traitement de cultures.

Références bibliographiques :

A

- ✓ - **ADEME. Agence de l'environnement et de la mission d'énergie, 2007.** Guide d'échantillonnage de plantes potagères dans le cadre des diagnostics environnementaux, 21p.
- ✓ - **AFSCA. Comité Scientifique de l'Agence Fédérale pour la Sécurité de la Chaîne Alimentaire, 2010.** Exposition de la population belge aux résidus de pesticides via la consommation de fruits et légumes, 01p.
- **Afsset. Agence Française de Sécurité Sanitaire de l'Environnement et du Travail, 2009.** Colloque Observatoire des résidus de pesticides Mieux connaître les usages de pesticides pour comprendre les expositions, Paris, 10p.
- **Afssa. Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments, 2010.** Portail sur les bases de données de propriétés des pesticides.
- **Alain V., 2007.** Les pesticides, In toxicologie, Alain V. et Alain B., 2^{ème} édition. Médicales internationale, Paris, pp1015.
- **Aligaon D., Bounneau J., Garcia J., Gomez D., 2003.** Estimation de l'exposition population générale aux insecticides : Organochlorés, organophosphorés et pyréthrinoïdes, 267p.
- **Amiot Carlin M.J., 2006.** Fruits et légumes et couverture des besoins nutritionnels, In. Consommation de fruits et légumes et santé ("Les fruits et légumes dans l'alimentation") Amiot-Carlin.M J., Barberge-Gateau P., Dallongeville J., Dauchet L., Delcourt C., Demigné C., Dupont C, Latino-Martel P., Roy C. et Verger F. ESCO, Paris, 23p.
- **Alix A., Barriuso E., Bedos C., Monicelli B., Caquet E., Dubus I., Gascuel C., Gril J.J., Voltz M., 2005.** Devenir et transfert des pesticides dans l'environnement, In pesticides, agriculture, et l'environnement : Réduire l'utilisations pesticides et limiter les impacts environnementaux, .Aubertot J.N., Babier J.M., Gril J.J., Guicharel L., Lucas -Savary S., Savini N., Voltz. INRA et Cemgraf, France, pp33-51.
- ✓ - **ARLA. Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire, 2003.** Projet de décision réglementaire, Lambda-cyhalothrine Demand CS, insecticide, gouvernementaux Canada, pp18-20.
- **ARLA. Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire, 2011.** Lamda-cyhalothrine, 02p.
- **Arnich N., Cervantés P., Gallottis S., Loulrgue M.H., Solal C., 2005.** Evaluation des risques pour la santé humaine liés à une exposition au fipronil. Afssa-Afsse, 35p.

Références bibliographiques

- **ATMO. Association pour la mesure de la pollution l'atmosphérique de l'auvergne ., 2006.** Les pesticides dans l'aire en France et auvergne état et lieux, pp4-5.

B

- **Barrette E ., 2006.** Pesticide et eau souterraines : Prévenir la contamination en milieu agricole. Québec, pp7-28.

✶ - **Bazzi L., 2010.,** étude de la persistance de quelques pesticides dans la culture de l'haricot vert dans la région de Souss Massa, thèse de doctorat ,énergie et environnement, Université Ibn Zohr, Agadir, pp10-45.

- **Benzine M., 2006.** Les technologies de laboratoire : Les pesticides toxicités résidus et analyse, 20p.

- **Bonvallot N., Dor F., Duboudin S., 2006.** Elaboration des valeurs toxicologique de référence et relation dose réponse, In Analyse des risques alimentaires. Lavoisier, Paris, 154p.

- **Boucheseiche C., Cremille E., Pelte T., Pojer K., 2002.** Guide technique Quand les toxiques se jettent à l'eau..., l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée, 18p.

C

✶ - **CAC. Comité de codex alimentaire ,1999.** Méthodes recommandées pour l'échantionnage au dosage des résidus des pesticides en vue du contrôle de cconformité avec les LMR, CAC/GL33, p04-05.

- **Calvet R., Barriuso E., Benoit P., Charnay M.P.,Coquet Y., 2005.** Les pesticides dans les sols conséquence agronomique et environnementales.France Agricole, 274p.

- **Carisse Ph.D., 2008.** Comment bien utiliser ses fongicides-systémiques dans l'oignon, Agriculture et Agroalimentaire Canada, 01p.

- **Carvalho F.P. et Hance R.J., 1993.** Les pesticides dans les milieux marins tropicaux: tableau de la situation, Mexique, 17p.

✶ - **CE. Commission Européenne, 2008.** Nouvelle règles concernant les résidus des pesticides dans les denrées alimentaires, direction général de la santé et des consommations, 01p.

- **CE.Commission Européenne, 2012.** La promotion et l'information en faveur des produits agricoles: une stratégie à forte valeur ajoutée européenne pour promouvoir les saveurs de l'Europe; Bruxelles, 05p.

Références bibliographiques

- **Chen C., Yongzhong Q., Qiong C., Chuanjiang T., Chuanyong L., Yun L., 2011.** Evaluation of pesticide residues in fruits and vegetables from Xiamen journal Elsevier , China, 1115p.
- **CILSS.Comité permanent Inter états de Lutte contre la Sècheresse dans le Sahel 2009.** Composition du Dossier d'homologation des pesticides utilisés en Santé Publique, pp5-15.
- **Cluzeau-Moulay S. et Grillet. J.P., 2007.** Utilisation des produits phytosanitaires intoxication aiguës et risques professionnels, Testud .F .et Grillet J.P. ESKA, Paris, pp18-28.
- **CRP. Comite Régional Phyto., 2011.** Législation relative à l'utilisation des pesticides à usage agricole en agriculture, 10p.

D

- **Deluca M., Vallet A. et Borghi R., 2007.** Contribution à la modélisation de la pulvérisation d'un liquide phytosanitaire en vue de réduire les pollutions. Cemagerf, pp 2-4.
- **DSA : Directive des Service Agricoles., 1997.** Analyse du milieu agricole dans la wilaya de Jijel, 80p. .

E

- **El Bakouri H., 2006.** Développement des nouvelles techniques de détermination des pesticides et contribution à la réduction le leur impact sur les eaux par l'utilisation des substances organiques naturelles (S.O.N), thèse de doctorat, génie chimie, Université d'Abdelmalek Essaadi Tanger, 18p.
- **El Mrabet K., 2007.** Développement d'une méthode d'analyse des résidus de pesticide par dilution isotopique associe à la chromatographie à la phase liquide couplé spectrométrie de masse en tandem dans les matrice céréalière après l'extraction en solvant chaud pressurisé, thèse de doctorat, chimie analytique, Université Pierre et Marie Curie, 13/12/ 2007, Paris, 18p.
- **El Mrabet K., Charlet T., Lalère B ., 2008 .** Les pesticides, LNE, 03p.

F

- **FAO/OMS, 1984.** Codex alimentarius, commission, recomended methods of sampling for determination of pesticides résidues, CAC/PR5.
- **FAO, 1987.** Législation sur l'étiquetage des pesticides, Rome, pp17-19.
- **FAO/OMS, 1993.** Codex alimentarius, codex commmitte on pesticides residues, Rome supplement1,vol.2.

- **FAO, 2003.** Code international de conduite pour distribution et l'utilisation des pesticides Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Rome, 8p.
- **FAO, 2005.** Utilisation des engrais par culture en Algérie, 1^{ier} édition, publiée, Rome, pp9-10.
- **FAO /OMS, 2010.** Code international de conduite pour la distribution et l'utilisation des pesticides, Directives pour l'homologation des pesticides. Rome/ Genève Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture et Organisation mondiale de la santé, 08p.
- **Feinberg M., 2006 .** Composition des aliments, In Analyse des risques alimentaires. Lavoisier, Paris, pp55-94.
- **Fredericton N.B., Kenfington P.E., Halifa N., Jhon's., 2006.** Série de manuels de formation sur l'utilisation des pesticides au Canada atlantique ,Base d'Applicateur, 135p

G

- **Gatignole M. et Etienne J.C., 2010.** Pesticides et santé, Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et techniques, Paris, pp11-12.
- **Giroux I., 2004.** La présentation des pesticides dans l'eau en milieu de culture de Québec, Ministre de l'environnement, p32-35.
- **Grant L.F., 2002.** Les transformations dans le sol, In méthode de suivi écologique pour évaluer les effets des pesticides dans les tropiques. The University of Greenwich, 152p.
- **Grillet J.P., Gagey M., Testud F., 2007.** Effet à long terme des produits phytosanitaires : Neurotoxicité, cancers, et toxicité pour la reproduction .In produits phytosanitaires : Intoxication aiguës et risques professionnels, Testud F. et Grillet J.P. ESKA, Paris, pp407-411.

H

- **Harir M., 2008.** Phototransformation de l'imazomoxen milieux aqueux par excitation directe et indirecte : Etude cinétique et caractérisation des photoproduits, thèse de doctorat, chimie physique, Université Mohammed V, Maroc, pp122.

I

- **INERS. Institut National de Recherche et de Sécurité, 2011.** Fiche toxicologique, Lamda-cyhalothrine, 02p.
- **Isenring R., 2010.** Les pesticides et pertes de biodiversité, pesticides action network, Europe, Bruxelles, pp2-3.

J

- Jolas J.P., 2004. La question des pesticides. ALS, 82p.

K

- Kofi Bempah C., Buah-Kwofie A., Enimil E., Blewu B., Agyei-Martey G., 2011. Residues of organochlorine pesticides in vegetables marketed in Greater Accra Region of Ghana. Elsevier, Ghana, 538p.

L

- Léger D., 2010. L'impacte de la pollution chimique sur la biodiversité marine, pp7-58.

M

- Magdelaine C., Camad J.P., 2010. Produits phytosanitaires : Risques pour l'environnement et la santé. IAIDF /ORS, France, 08p.
- Marliere F., 2000. Mesure des pesticides dans l'atmosphère, Institut national de l'environnement industriel et des risques, 27p.
- 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 de doctorat, Sciences des agroressources, Université, Toulouse, 122p.
- Mazoyer M., 2002. Larousse agricole, le monde agricole au xx1e siècle, 545p.
- MCE. Maison de la consommation et l'environnement., 2003. Les pesticides : Réglementation et l'effet sur la santé et l'environnement, Renne, 30p.
- Mercier T., Grillet J.P., Odile C., 2007. Réglementation relative aux produits phytosanitaire, produits phytosanitaire : Intoxications aiguës et professionnels, Testud F. et Grillet J.P.ESKA, Paris, 37p.
- Mékircha F., 2008. Evaluation des risques de contamination environnementale par les métaux lourds susceptibles d'être présents dans les produits fertilisants agricoles, thèse de magister en écotoxicologie, Univ de Jijel, 44p.

- **Moussaoui K.M., Boussahel R., Tchoulak Y., Haouchine O., Benmami M., Dalachi N., 1999.** Utilisation, Evaluation, Impact des pesticides en Algérie, Laboratoire des Sciences et Techniques de l'Environnement, Ecole Nationale Polytechnique, 15p.

- **Mukherjee I., 2002.** Pesticides residues in vegetables and Around Delhi. Kluwet academic publishers netherlands, 267p.

O

- **Onil S., 2001.** Reflation sur l'utilisation des pesticides en milieu urbain, Institut national de santé publique du Québec, 08p.

- **Onil S., Saint-Laurent L., 2001.** Le guide de prévention pour l'utilisation des pesticides en agriculture maraichère, Institut de recherche en santé, 08p.

- **Onil S., Saint-Laurent L., 2006.** Profil toxicologique du 2,4-D et risque à la santé associés à l'utilisation de l'herbicide en milieu urbain, Institut national de santé publique du Québec, 12p.

- **Onil S., Saint Laurent L., Phaneuf D., Buteau S., Bourgault M.H., Belleville D., 2010.**

Mesures de réduction de l'exposition aux pesticides dans les aliments, institut national de la sante de Québec. Gouvernement du Québec, 06p.

- **PAN et MDRGF. Pesticide Action Network, Mouvement pour le Droit de Respects des Générations Futures., 2008.** Message dans une bouteille, étude sur la présence de résidus de pesticides, 04p.

- **Parveen Z., Khuhro M.L., Ratiq N., 2004.** Moniting of pesticides residues in vegetables (2000-2003) in Karachi, Pakistan. Journal environmental contaminatuin and toxicology. Springer science –business media, 171p.

- **Philogène B.J.R., 2005.** Effet s non international des pesticides organiques de synthèse : Impact sur les écosystèmes et la faune, In Enjeux phytosanitaires pour l'agriculture et l'environnement, Regnault-Roger.C. Lavoisier, Paris, p171.

- **Pihström T., Blomkris G., Friman P., Pagared V., Österdahl B.G., 2007.** Analysis of pesticide residues in fruits and vegetables with ethyl acetate extraction using gas and liquid chromatography with tandem mass spectrometric detection. Springer-verlag, vol.10, 20p.

- **Prévost P., 2006.** Les bases de l'agriculture, 3^{ème} éditions. Lavoisier, Paris, pp213-215.

R

- **Ramade F., 2007.** Introduction à l'écologie fondamentale et application. Lavoisier, Paris, pp64-65.

S

- **Scheyer A., 2004.** Développement d'une méthode d'analyse par CPG/MS/MS de 27 pesticides identifiés dans les phases gazeuse, particulaire et liquide de l'atmosphère. Application à l'étude des variations spatio-temporelles des concentrations dans l'air et dans les eaux de pluie. Université Louis Pasteur de Strasbourg, 16p.

- **Schiavon M., Barriuso E ., 2005.** Le devenir des produits phytosanitaires dans le sol et l'environnement : Rétention, dégradation, et dissipation, In enjeux phytosanitaires pour l'agriculture et l'environnement, Regnault-Roger C. Lavoisier, Paris, pp140-161..

- **Snoussi S.H., 2010.** Programme régional de gestion intégrée des ravageurs pour le Proche-Orient, Rapport de mission étude de base sur la Tomate en Algérie, organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture, Rome, pp3-4.

- **Soulaymani Bencheikh R., 2010.** Toxicologie Maroc ; les pesticides, définition, classification, données de toxicovigilance, Centre Anti Poison du Maroc, pp3, 10,61.

T

- **Tellier S., 2006.** Les pesticides aux milieux agricoles : Etat de situation environnemental et initiatives prometteuses. Gouvernement du Québec, 13p.

- **Testud F., 2007.** Organophosphorés, In produits phytosanitaires intoxication aiguës et risques professionnels, Testud F. et Grillet J.P. EESKA, Paris, pp87-88.

- **Thiam A. et Lawan S.M ., 2007.** Les pesticides et sont poisons .PAN Africa, pp5-626.

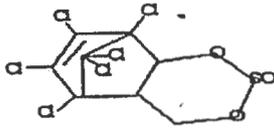
- **Tron I., Piquet O., Cohuet S ., 2001.** Effets chroniques des pesticides sur la santé : état actuel des connaissances. ORS (Observatoire Régional de Santé de Bretagne), 78p.

W

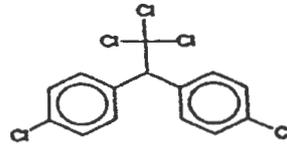
- **Weinberg P.J., 2009.** Une guide pour les ONG sur les pesticides dangereux et le SAICN. IPEN (International Pesticide Elimination Network), pp10-12.

La liste des annexes

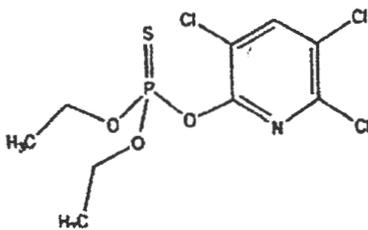
Annexe 1 : Structure de quelque pesticides



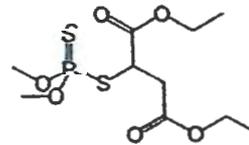
ENDOSULFAN
($C_9H_6Cl_6O_3S$)



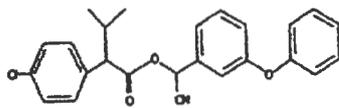
DDT
($C_{14}H_9Cl_5$)



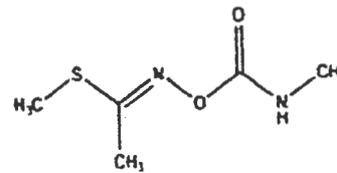
CHLORPYRIPHOS
($C_9H_{11}Cl_3NO_3PS$)



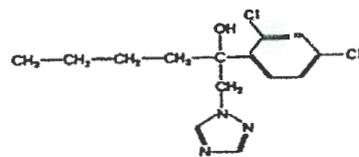
MALATHION
($C_{10}H_{19}O_6PS_2$)



FENVALERATE
($C_{25}H_{22}ClNO_3$)



METHOMYL
($C_5H_{10}N_2O_2S$)

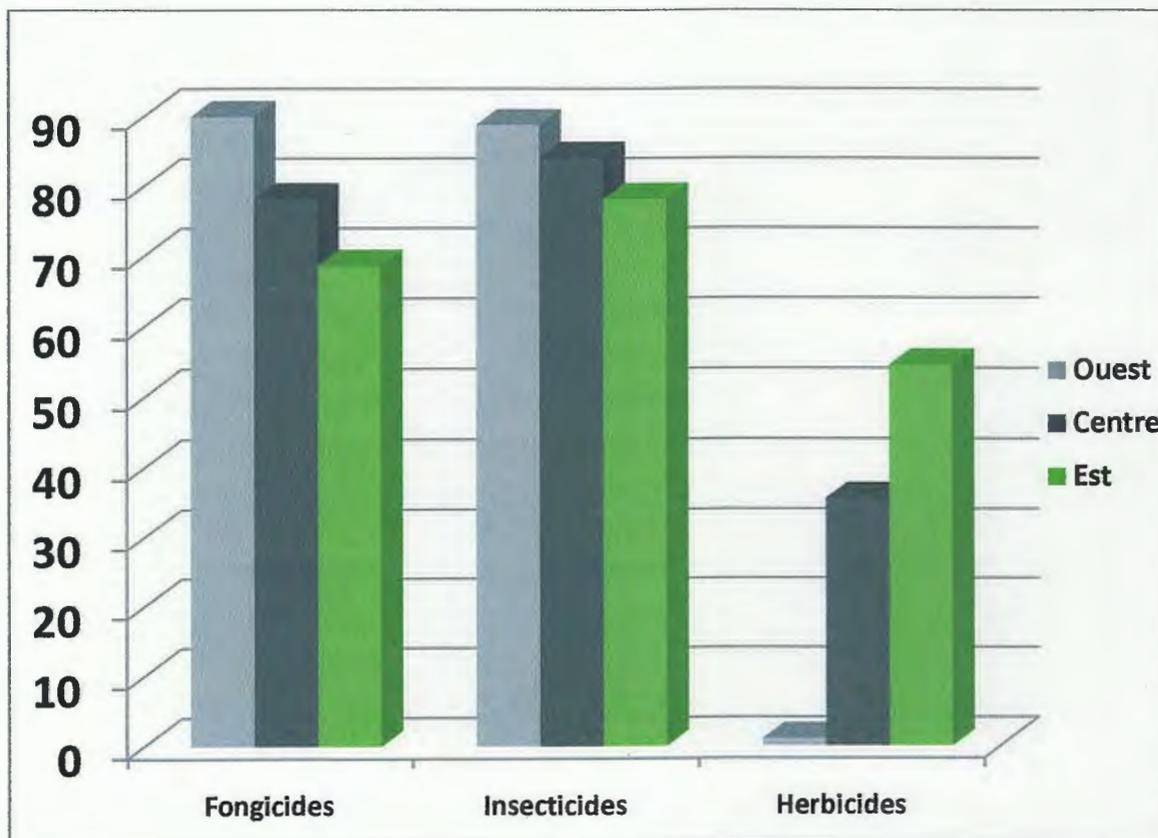


HEXAONAZOLE ($C_{14}H_{17}Cl_2N_3O$)

Annexe 2 : Les symboles représentent les différents formes de toxicités (CRP comite régional phyto , 2011)

Signification	Symbole	Description des risques
Toxique T Très Toxique T+		Produits qui, par inhalation, ingestion ou pénétration cutanée en petites quantités, entraînent la mort ou ces effets aigus ou chroniques.
Nocif Xn Irritant X		Produits qui, par inhalation, ingestion ou pénétration cutanée en petites quantités, entraînent la mort ou ces effets aigus ou chroniques. Produits non corrosifs qui en cas de contact ou d'inhalation peuvent provoquer une irritation de la peau et des voies respiratoires, une inflammation des yeux.
Facilement inflammable F Extrêmement inflammable F+		Produits pouvant s'enflammer facilement en présence d'une source d'inflammation à température ambiante.
Combustible C		Produits pouvant favoriser ou activer la combustion d'une substance combustible. Au contact de matériaux d'emballage (papier carton, bois) ou d'autres substances combustibles, ils peuvent provoquer un incendie.
Corrosif C		Produits pouvant exercer une action destructive sur les tissus vivants.
Explosif E		Ce sont des liquides ou des solides capables d'exploser sous l'action d'un choc, d'un frottement, d'une flamme ou de chaleur.
Dangereux pour l'Environnement N		Produits qui peuvent présenter un risque immédiat ou différé pour une ou plusieurs composantes de l'environnement (c.à.d. capables, par ex de causer des dommages à la faune, à la flore ou de provoquer une pollution des eaux naturelles et de l'air).

Annexe 3: Les pesticides les plus utilisés en Algérie (Moussaoui et al., 1999)

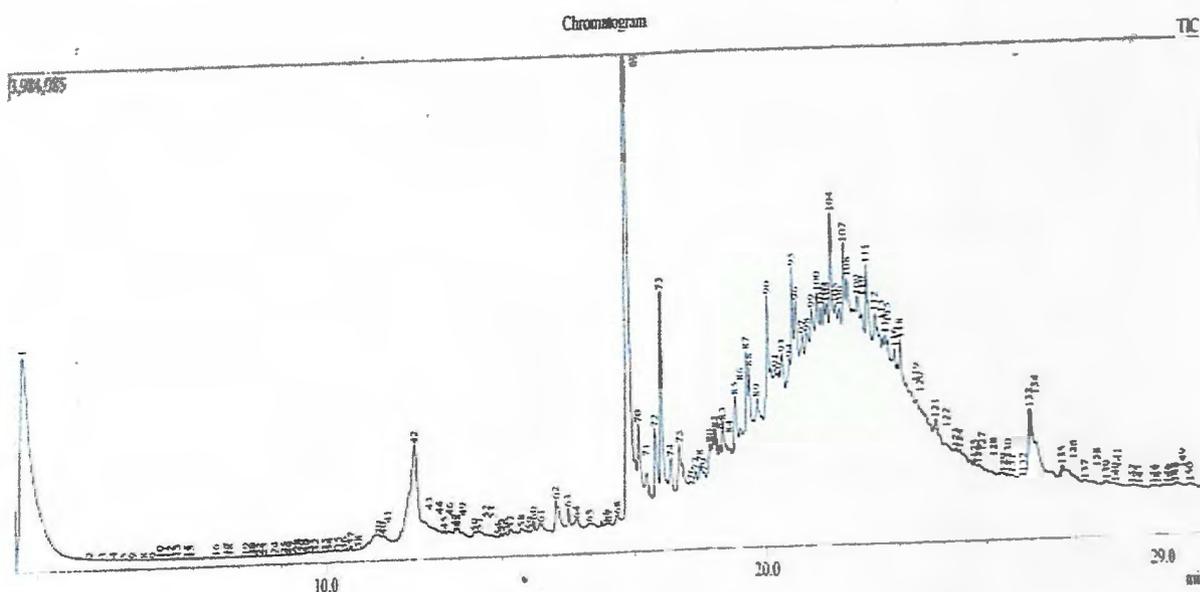


Annexe 4 : Les cultures maraîchères en wilaya de Jijel (poivron et courgette).

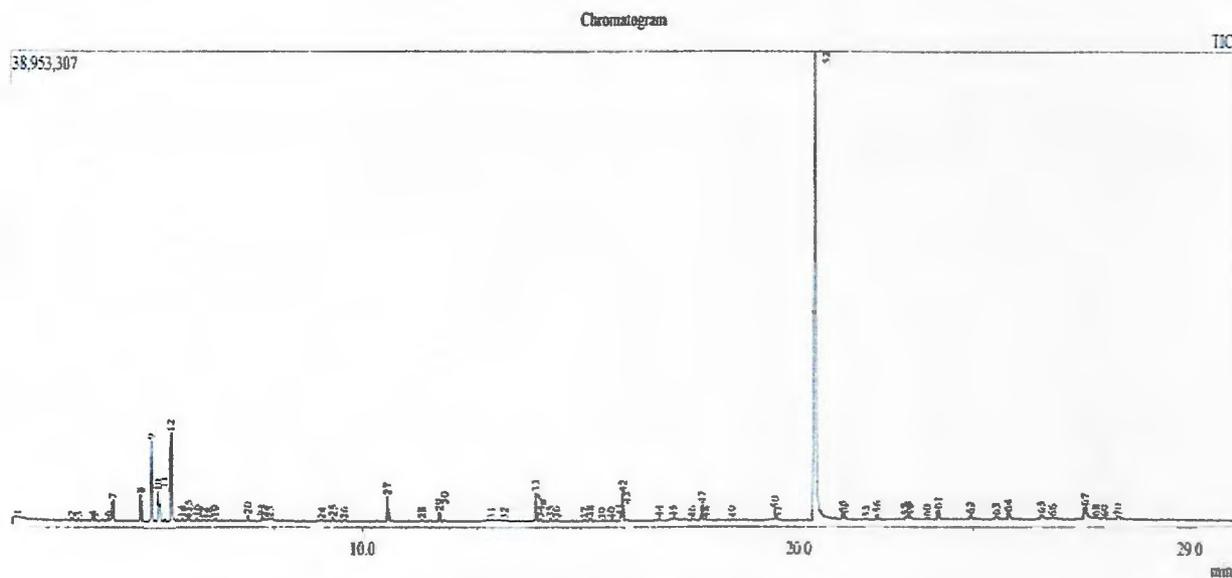
COMMUNES	POIVRONS		COUREGETTES		AGRICLES UTILES (SAU)	Terres Improductive	AGRICOLES TOTALES (SAT)
	Superficie Couverte	Production	Superficie Couverte	Production			
	Ha	Qx	Ha	Qx			
EL AOUANA	18.28	2560	22.8	3580	1817	855	5712
SELMA	1	120	3	420	749	60	2039
MANSOUR	1	120	5	690	865	1109	3374
ERRAGUENE	4	480	4	600	2138	1000	5102
JIJEL					63		63
	0.4	320	6	975	706	300	2613
KAOUS	0.2	160	39.4	6715	2580	250	3321
AR ABDELKA	42	30640	79	14750	2146	284	3759
TEXENNA	1	185	8	1754	1147	214	3904
DJIMLA	1.5	300	9	1850	1733	70	2626
BENI YADJIS	1.5	277.5	3	600	985	152	4205
TAHER					78	34	112
	56	51400	33	4370	1947	512	2930
OUADJANA			8	600	903	174	2078
CHAHNA			3	200	782	361	2980
CHAKFA	121	30920	52	10000	1316	290	3327
BOURDJ-THAR					307	425	3012
OULED ASKEUR	0.5	40			344	374	3151
SIDI ABDELAZIZ	7	3240	7.2	980	699	120	1197
EL KENNAR	51	34450	13	3010	595	92	1245
BENI HBIBI	4	1450	5	460	736	138	2873
EL ANCER					160		160
	3.2	1020	12.88	1720	2116	692	4008
OUED	4.32	1216	11.08	1395	1945	500	3575

ADJOUL							
BELHADEF	2	240	5	625	883	330	2045
EL MILIA	41	5900	50.4	6680	5239	1753	8800
SETTARA	4.16	612	4.5	585	3317	422	4100
OULED YAYIA	5	675	8	1040	2275	700	3775
SIDI MAAROUF	5	600	6	900	1485	1700	4384
OULED RABAH	4	480	6	900	2100	1150	6250
GHEBALA	7	840	6	900	1434	490	1966
TOTAL WILAYA	386	168248	410	66299	43590	14511	98688

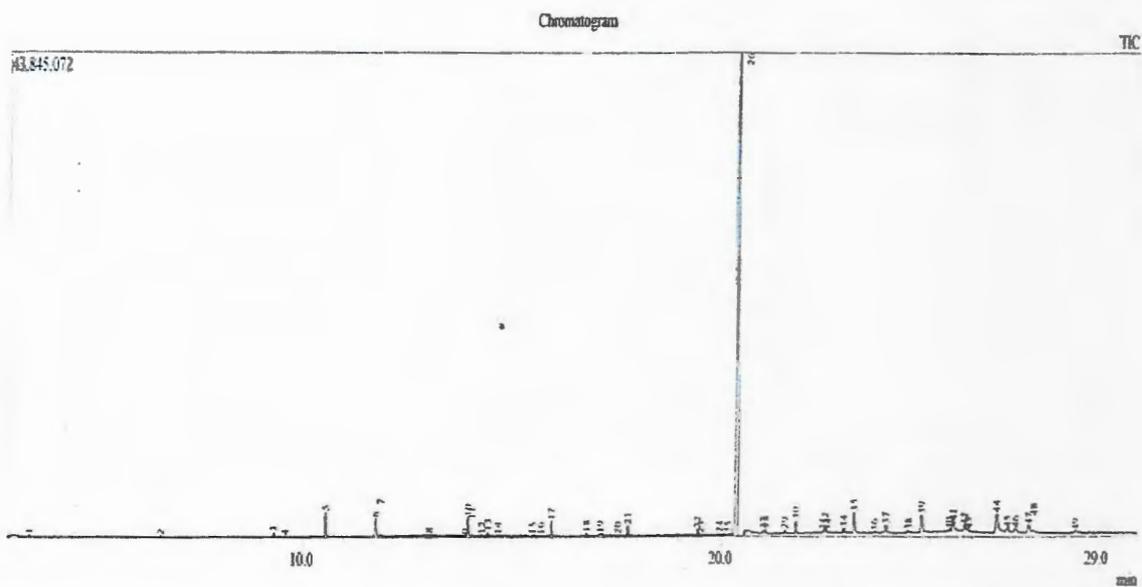
Annexe 5 : Chromatogrammes des échantillons non contaminés.



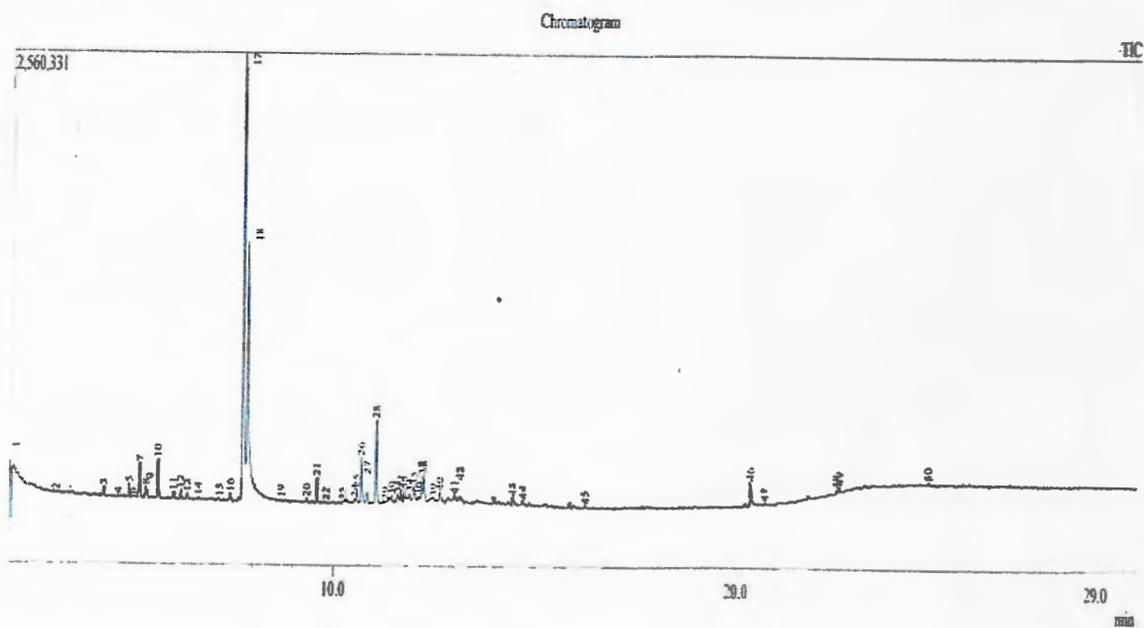
Chromatogramme de l'échantillon 1 de poivron, site 1.



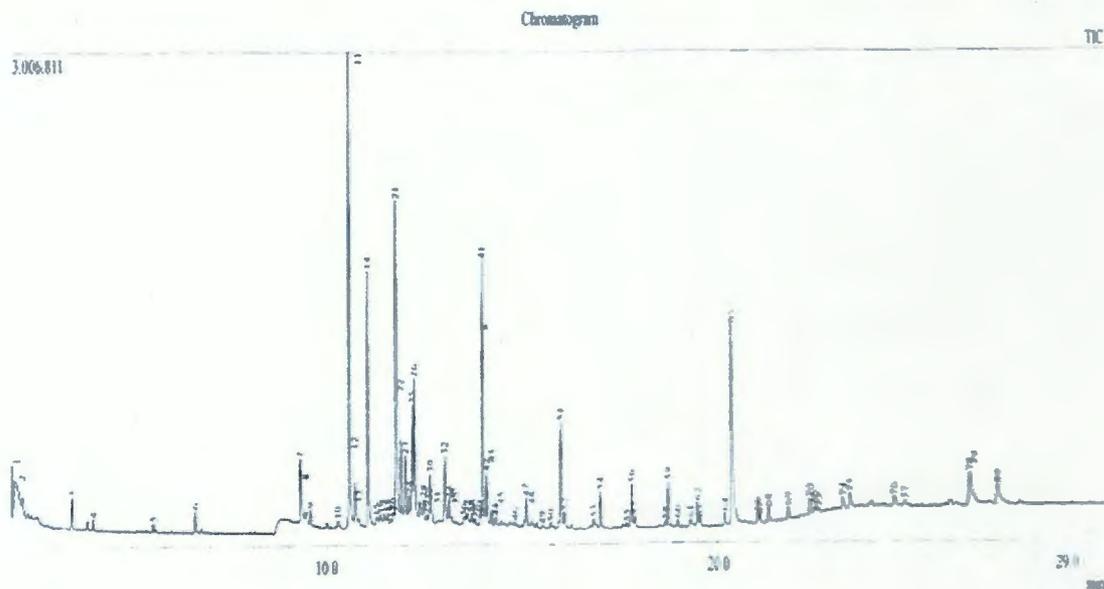
Chromatogramme de l'échantillon 3 de poivron, site 1.



Chromatogramme de l'échantillon 2 de poivron, site 2.



Chromatogramme de l'échantillon 3 de poivron, site 2.



Chromatogramme de l'échantillon 3 de courgette, site 1.

Résumé :

Malgré les nombreux avantages offerts par les pesticides agricoles à l'humanité, leur impact néfaste sur l'ensemble des populations et écosystème s'avèrent de nos jours être un problème difficile à résoudre. Pour évaluer le risque d'exposition des humains à ces produits chimiques toxiques, nous avons analysé des échantillons de légumes et rechercher les résidus de pesticides par CPG-SM. Les échantillons de légumes sont prélevés sur deux sites à Jijel, le Nil et l'Achouat. Nous avons acquis que ces légumes contiennent des résidus de pesticides. Après extraction à l'acétate d'éthyle par une méthode traditionnelle nous avons fait l'identification des résidus de pesticides détectés par CPG-SM. Sur l'ensemble des 12 prélèvements de légumes poivrons, courgettes, on a trouvé 7 échantillons contaminés par des résidus de pesticides c'est-à-dire 58,33 % échantillons sont contaminés par un même pyréthrinoïdes : lambda-cyhalothrine. Notre CPG-SM est doté d'une bibliothèque des spectres de masse qui nous a permis de reconnaître la molécule active détecté. En vue de protéger le consommateur, des contrôles du niveau de contamination des RP dans les aliments en l'occurrence les légumes sont nécessaires.

Les mots clés: résidus des pesticides, populations, légumes, CPG-SM, contamination.

Abstract :

Despite the many benefits of agricultural pesticides to mankind, their harmful impact on all populations and ecosystems today are proving to be a difficult problem. To assess the risk of human exposure to these toxic chemicals, we analyzed samples of vegetables and for the residues of pesticides by GC-MS. We collected and analyzed samples of vegetables from two sites in Jijel, the Nile and the Achouat. We assume that these vegetables contain pesticide residues. After extraction with ethyl acetate by a traditional method we made the identification of pesticide residues detected by GC-MS. Of the total 12 samples of vegetables peppers, zucchini, seven samples were found contaminated by pesticide residues is to say 58.33% of samples are contaminated by the same pyrethroids: lambda-cyhalothrin. Our GC-MS has a library of mass spectra allowed us to recognize the active matrix detected. To protect the consumer, controls the level of contamination of food RP in this case the vegetables are needed.

Key words: residues of pesticide, polulations, vegetables, CPG-SM, contamination.

المخلص :

بالرغم من الفوائد العديدة التي تقدمها المبيدات الزراعية للبشرية، إلا أن لها تأثير سيء على البيئة والانسان، ولتقييم المخاطر التي يتعرض لها الانسان من جراء هذه المواد الكيميائية السامة، قمنا بتحليل عينات من الخضار بواسطة الكروماتوغرافيا لمعرفة المخلفات التي تركتها المبيدات، هذه العينات من الخضار أخذت من موقعين بولاية جيجل هما أشواط والنيل، هذا الفحص تم بواسطة أسيتات الايثيل بالطريقة التقليدية وتم العثور على 7 عينات من اصل 12 عينة ملوثة ببقايا المبيدات، مما يعني 58.33 % من هذه العينات تحتوي على بقايا المبيد لامبدا سيهاالوترين. استطعنا التعرف على هذا المبيد بواسطة مكتبة شاملة لاطياف المواد النشطة . السيطرة على مستوى التلوث في الغذاء ببقايا المبيدات امر مهم لحماية المستهلك.

الكلمات المفتاحية: بقاء المبيدات، الانسان، الخضار، الكروماتوغرافيا، التلوث.