

**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche
Scientifique**

Université Kasdi Merbah-Ouargla

Faculté des Mathématiques et des Sciences de la matière

Département de Chimie



Mémoire

Présenté pour l'Obtention du diplôme de Master Académique

Spécialité : Chimie

Option : Pollution Chimique et Gestion de l'Environnement

Présenté par :

BOULAHIA LAZHAR

Encadré par :

Dr. MOUSSAOUI YACINE

Thème :

**ANALYSE DES RESIDUS EN TRACES DES PRODUITS
PHYTOSANITAIRES DANS LES LEGUMES ET FRUITS CULTIVES
DANS LES SERRES MULTICHAPELLES (REGION DE BISKRA)**

Soutenu le : 20/05/2017 devant la commission d'examen :

ZAOUI Manal	M.C.B	Président
ZOGHDI Saad	M.A.A	Examineur
MOUSSAOUI Yacine	M.C.A	Rapporteur

Année universitaire: 2016/2017

DEDICACE

A mes Parents

*A ma femme : qu'elle m'aidé énormément dans ce travail, et mes deux enfants ;
Djed et Louye, Dont le mérite, les sacrifices et les qualités humaines m'ont permis
de vivre ce jour. A qui je souhaite aussi un avenir radieux plein de réussite*

A mes Frères et mes sœurs,

*ainsi que ma belle sœur Mahboub Fayrouz qui fait partie de la famille universitaire
d'Ouargla, sans Oublier mon Directeur Monsieur Kafi Abdelhak au niveau du
travail, qui me permettre de suivre mes études sans obstacles pendant deux ans,*

REMERCIEMENTS

A Mes Enseignants

J'ai eu l'honneur d'être parmi vos élèves et de bénéficier de votre riche enseignement. Vos qualités pédagogiques et humaines sont pour moi un modèle. Votre gentillesse, et votre disponibilité permanente ont toujours suscité mon admiration.

Veillez bien monsieur recevoir mes remerciements pour le grand honneur que vous m'avez faites d'accepter l'encadrement de ce travail.

A Mon Encadreur

Mr Moussaoui Yacine

Votre compétence, votre encadrement ont toujours suscité mon profond respect. Je vous remercie pour votre accueil et vos conseils. Veuillez trouver ici, l'expression de mes gratitude et de ma grande estime. Mes profondes gratitude s'orientent vers L'ensemble du personnel du département chimie.

Et Je tiens à

a remercier chaleureusement A Monsieur le chef service analyse au niveau de LCAE Tunisie pour son aide et ses orientations, et tout ceux qui, de près ou de loin, m'ont apporté leurs sollicitudes pour accomplir ce Travail.

SOMMAIRE

	Page
Dédicace	
Remerciements	
Sommaire	
Liste des figures	
Liste des abréviations	
Abstract	01
ملخص	02
Introduction générale	
	03
I. Données générales sur la région d'étude	
1. Situation géographique et administrative	04
2. Etude climatique	05
3.1 La précipitation	05
3.2 La température	05
3.3 Le vent	06
3.4 L'humidité relative	06
3.5 L'insolation	07
II. Aperçue sur les serres à la région de Biskra	
1. Définition	08
2. Avantage de la culture sous serres	09
III. Les principales maladies de la culture maraichères sous serres	
1. Les Champignons	10
1.1 Les Champignons foliaires	10
1.1.1 l'Oïdium	10
1.1.2 Le Milidiou	11
1.1.3 l'Alternariose	12
1.1.4. La pourriture grise	13
1.2 Les Champignons telluriques	14
1.2.1 La Fusariose solani	14
1.2.2 Le Verticilliose	15
1.2.2.1 Le Verticilliose dahliae	15
1.2.2.2 Le Verticilliose attaque	15
1.2.3 La fonte des semis	16
2. Les Bactéries	17
2.1 La moucheture bactérienne	17

	Page
2.2 Le chancre bactérien	18
3. Les Virus	19
3.1 TYLC virus	19
3.2 CMT virus	19
4. Les Insectes	20
4.1 La mouche blanche	20
4.2 Le Thrips	21
IV. Aperçue sur les pesticides	
1. Définition	23
2. Principales familles des pesticides	23
2.1 Les Fongicides	24
2.1.1 Les Fongicides minéraux	24
2.1.1.1 Les Fongicides à base de cuivre	24
2.1.1.2 Les Fongicides à base de soufre	24
2.1.1.3 Les Fongicides à base permanganate de potassium	25
2.1.2 Les Fongicides organiques	25
2.1.2.1 Les carbamates	25
2.1.2.1.1 Les dérivés de l'acide carbinique et benzimidazoles	25
2.1.2.1.2 Les dérivés de l'acide thiocarbamique et dithiocarbonique	25
2.1.2.1.3 Les dérivés du Phénol	26
2.1.2.2 Les dicarboximides	26
2.1.2.2.1 Les phitamides	26
2.1.2.2.2 Les imides cycliques	26
2.1.2.3 Les anilides	26
2.1.2.4 Les phynylamides	27
2.1.2.4.1 Les inhibiteurs de la biosynthèse des stérols	27
2.1.2.4.2 Les anilimopyrimidines	27
2.1.2.4.3 Les méthosocrylates et fongicides apparentes	27
2.2. Les insecticides	28
2.2.1 Les organochlorés	28
2.2.2 Les organophosphorés	28
2.2.3 Les carbamates	28
2.2.4 Les pyréthrinoides de synthèse	29
2.3 Les herbicides	29
2.3.1 Les herbicides appliqués au niveau foliaire	29
2.3.2 Les herbicides appliqués au niveau du sol	30
V. Analyses et synthèses	
1. Echantillonnage	31

	Page
2. Préparation de l'échantillon	31
2.1. Protocole d'extraction	31
3. Analyses	32
3.1. Description de la Chromatogramme en phase gazeuse GC	32
4. Résultats des analyses des pesticides organochlorés et organophosphorés	34
5. Résultats et discussions	37
VI. Conclusion générale et Recommandations	
1. Conclusion générale	39
2. Recommandations	39
Références Bibliographiques	
Annexe	
1. Tableau Pesticides Organophosphorés	
2. Tableau Pesticides Organochloré	
3. Analyse par chromatographie en phase gazeuse	

LISTE DES FIGURES

Figure	Titre	Page
01	Situation géographique et administrative de la région d'étude	04
02	Précipitation moyenne mensuelles pour la période (2006 - 2016).	05
03	Températures moyenne mensuelles pour la période (2006 - 2016)	06
04	Vitesse moyenne mensuelle du vent pour la période (2006 à 2016)	06
05	Humidité relative moyenne mensuelle pour la période (2006 à 2016)	07
06	L'insolation moyenne mensuelle pour la période (2006 à 2016)	07
07	Architecture d'une serre en bloc unique	08
08	Architecture d'une serre en bâtiment isolé	08
09	Serre en bloc unique (Vue externe	08
10	Serre en bloc unique (Vue interne	08
11	Champignon foliaire sur une courgette	10
12	l'Oïdium sur le pastèque	11
13	Le Mildiou sur la tomate	12
14	l'Alternariose sur la tomate	13
15	La pourriture grise sur la fraise	13
16	La Fusariose sur l'aubergine	14
17	La Fusariose sur les racines	14
18	Le Verticilliose sur le melon	15
19	Le Verticilliose attaque sur les feuilles de tomate	16
20	Le Verticilliose attaque sur la tomate	16
21	La Fonte des semis sur la tomate	16
22	La moucheture bactérienne sur la tomate	17
23	Le chancre bactérien sur la tomate	18
24	TYLC virus sur les feuilles de la tomate	19
25	CMV virus sur la tomate	20
26	La mouche blanche	21
27	Le thrip	22
28	Chromatographe avec Electric Captor Detector GC/ECD	33
29	Chromatographe avec Flame Photometric Detector GC/ECD	33
30	Chromatogramme GC/MS d'un mélange étalon de pesticides organochlorés	34
31	Chromatogramme GC/MS d'un mélange étalon de pesticides organophosphorés	35

LISTE DES TABLEAUX

Tableau	Titre	Page
01	Temps de rétention de pesticides organochlorés d'un standard étalon	35
02	Temps de rétention de pesticides organophosphorés d'un standard étalon	36
03	Concentration de pesticides organochlorés dans les échantillons de piment fort frais	36
04	Concentration de pesticides organophosphorés dans les échantillons de tomate fraîche	37

LISTE DES ABREVIATIONS

- APRIFEL : Agence pour la recherche et l'information en fruit f et légumes frais
- APS : Ammonium Persulfate
- BVA ; Brûlé Ville Associé (Institut d'études de marché et d'opinion)
- **C.A.C.Q.E** : le Centre Algérien de Contrôle de la Qualité et de l'Emballage
- CMV : Cucumber Mosaic Virus
- FAO : Food and Agriculture Organization
- GC/MS (Gas Chromatography-Mass Spectrometry)
- GC/MS/MS (Gas Chromatography-Mass Spectroscopy)
- GC/ECD : Le Chromatographe avec Electron Capture Detector
- GC-FPD : Le Chromatographe GC avec Flame Photometric Detector
- I.N.PV : Institut National de la protection des Végétaux
- LC/MS (Liquid Chromatography-Mass Spectrometry)
- LC/MS/MS (Liquid Chromatography Tandem-Mass Spectrometry)
- LCAE : Laboratoire Central d'Analyses et d'Essais (Tunisie)
- OMS : Organisation Mondiale de la Santé
- QueCHERS : Quick (rapide), Easy (facile), Cheap (peu cher), Effective (efficace), Rugged (robuste) et Safe (sûr).
- SPE : Solid Phase Extraction
- TOMV : Tomato Mosaic Virus
- TYLC : Virus des feuilles jaunes en cuillère
- XRF (X-Ray Fluorescence)

Abstract

The present research paper proposes a reflection built on (based on) a scientific bibliography issues concerned with pesticides and their residual traces on fruits and veggies at the agricultural greenhouses (confined space), also the study focuses on the consequences of these chemicals on the environment and the human's health. The study aims to evaluate the quality of some fruits and vegetables that already have been treated by those pesticides according to the agricultural norms or routines followed by the Wilaya of Biskra, those products are also sold through all the Algerian territory. The supposedly existence of pesticides in fruits and veggies is increasingly preoccupy the Algerian consumers. The consumers frequently ask many questions in relation with the supposed risks or dangers of some traces and residuals of the pesticides on nutrition. The idea of protecting consumers' health and economic interests by improving the quality and the safety of foods, especially that resolutions of who and its all branches around the world that restrict those residuals.

A set of analyses were conducted on some samples of fruits and veggies originates from greenhouses at the Wilaya of Biskra. To achieve these analyses, the following methods were accepted:

- GC/MS (Gas Chromatography-Mass Spectrometry)
- GC/MS/MS (Gas Chromatography-Mass Spectroscopy)
- LC/MS (Liquid Chromatography-Mass Spectrometry)
- LC/MS/MS (Liquid Chromatography Tandem-Mass Spectrometry)
- XRF (X-Ray Fluorescence)

The extracts to analyze, have as a content pesticides and some interferon's. This stage allows the simplification and the purification of the matrix, such as the wash of the sample.

Generally, the methods of purification are based on liquid extraction. To determine the residues of pesticides, it is necessary to know its environmental future impacts and mainly its residual traces on human nutrition, fruits and veggies. Studying their existence on foods is a recent issue, which proves that some phytosanitary elements pass to the foods. The national authorities seem in failure to establish a serious control, nor before, neither after the sold of these veggies and fruits all over the country.

ان هذه الدراسة المقترحة لمعرفة مدى بقايا من جزيئات المبيدات الكيميائية ضد الافات النباتية في المنتجات الفلاحية للخضر والفواكه في البيوت البلاستيكية وكذا تأثيرها على المحيط وصحة الفرد, وهذا يعرض تقدير النوعية الصحية لبعض الخضر والفواكه المعالجة بالمبيدات حسب الطرق المنتهجة من طرف فلاحي ولاية بسكرة والتي تباع في أسواقنا الجزائرية .

هذا الطرح لدراسة تراكم المبيدات في الأغذية أصبح يشكل هاجس لدى المستهلك مع مرور الوقت, ومن هنا منطلق الفكرة الحماية الصحية وكذا الأهداف الاقتصادية المترتبة عنها لدى المستهلك, وبالخصوص بعدما الوصاية الأمم المتحدة في التغذية والفلاحة وما يترتب من تراكمات لعناصر المبيدات في المنتجات الغذائية, ومن هذا كانت هناك مجموعة من التحاليل المجراة على عينات من الخضر والفواكه المنتجة في البيوت البلاستيكية لولاية بسكرة وذلك وفق الطرق التالية

- **GC/MS (Gas Chromatography-Mass Spectrometry)**
- **GC/MS/MS (Gas Chromatography-Mass Spectroscopy)**
- **LC/MS (Liquid Chromatography-Mass Spectrometry)**
- **LC/MS/MS (Liquid Chromatography Tandem-Mass Spectrometry)**
- **XRF (X-Ray Fluorescence)**

- المستخلصات الخاضعة للتحاليل تحتوي على مبيدات لهذه المرحلة يعتبر تبسيط المادة الأولية التي تخضع للتحليل وفق المراحل منها, الغسل, الاستخلاص السائل. لهدف تحليل نسبة التراكم لهذه المادة وكذا نسبة تأثيرها على المحيط.

INTRODUCTION GENERALE

Au cours de leur cycle végétatif, la culture des légumes et fruits est continuellement menacée par les ravageurs et maladies obligeant ainsi l'agriculteur à traiter chimiquement. Ainsi et compte tenu de l'impact de l'utilisation des pesticides, la présente étude a été conduite afin de recueillir, en premier lieu, les pratiques phytosanitaires, dans la région de Biskra ; qui sa compte actuellement la Première fournisseuse nationale de produits agricole, vue l'importance de contrôle des produits agricole, l'étude des résidus de pesticides aux légumes et fruits est deviens primordiale aujourd'hui, par son effet sur la santé et l'environnement.

A notre région d'étude l'historique des serres datées depuis l'année 1982 que les services de l'agriculture de la wilaya distribuent gracieusement 22 serres en plastique à des fellahs qui ne connaissent rien à cette nouvelle technique et qui acceptent avec circonspection de l'expérimenter. ¹

Ils on installés les serres, et adaptés les techniques d'irrigation et plantés quelques variétés de légumes à titre expérimental. Les récoltes dépassent les espérances des responsables comme des fellahs. Le reste est facile à deviner : le bouche à oreille crée un effet boule de neige dans le désert. Une nouvelle vocation est née. Les 22 serres de 1982 se sont multipliées et sont, aujourd'hui, au nombre de 130 000 couvrant plus de 5000 hectares ².

¹ D.S.A Biskra 2017

² D.S.A Biskra 2017

I. Données Générales sur la Région d'Etude

Données générales sur la région d'étude

I. Données générales sur la région d'étude

I.1. Situation géographique et administrative

La wilaya de Biskra est située dans le Sud-Est d'Algérie, au piémont Sud de l'Atlas saharien. Elle s'étend sur 21.671,20 Km². Elle se trouve à une altitude de 87 mètres, sa latitude est de 34° 48' N et sa longitude est de plus de 5° 44'E Administrativement, elle est limitée au Nord par la wilaya de Batna, à l'Est par la wilaya de Khenchela, au Sud par la wilaya de Ouargla et El-Oued et à l'Ouest par la wilaya de M'Sila et Djelfa. Issue du découpage administratif 1974, Avec le récent découpage administratif de 1984, la Wilaya de Biskra se composait de douze daïra et trente-trois communes¹.

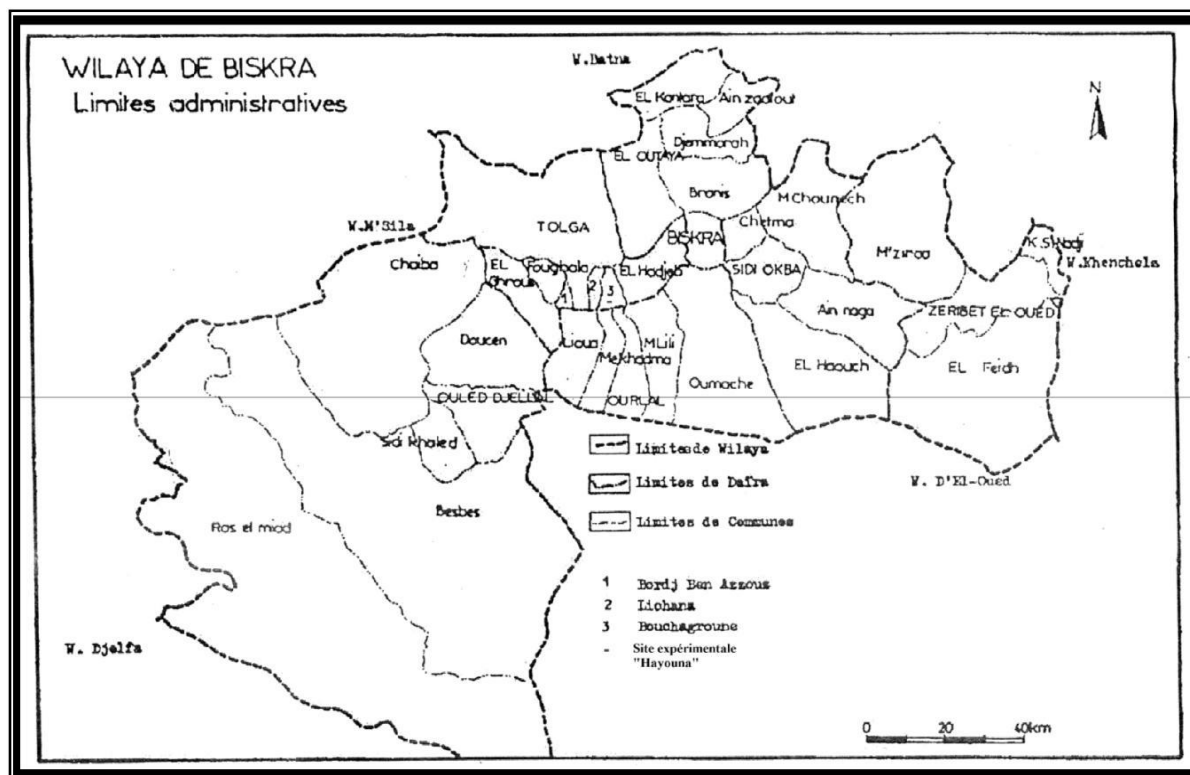


Figure 01 : Situation géographique et administrative de la région d'étude

¹ (A.N.A.T. 2002)

I.2. Étude climatique

Toute plante a des exigences vis-à-vis du climat au sein duquel elle pousse. Celles-ci se traduisent par un certain nombre de besoins climatiques, et comme notre cas dans un milieu des serres multi chapelles, les facteurs climatiques basés à étudier des données climatiques recueillies au niveau de la station météorologique de Biskra¹.

I.2.1. La précipitation

D'après les valeurs de la pluviométrie moyenne annuelle allant de l'année 2006 à l'année 2016. Sont très faibles et irrégulières. Avec une moyenne Mensuelle (2006 - 2016) 10,73 mm ; et une moyenne annuelle de 129,5 mm.

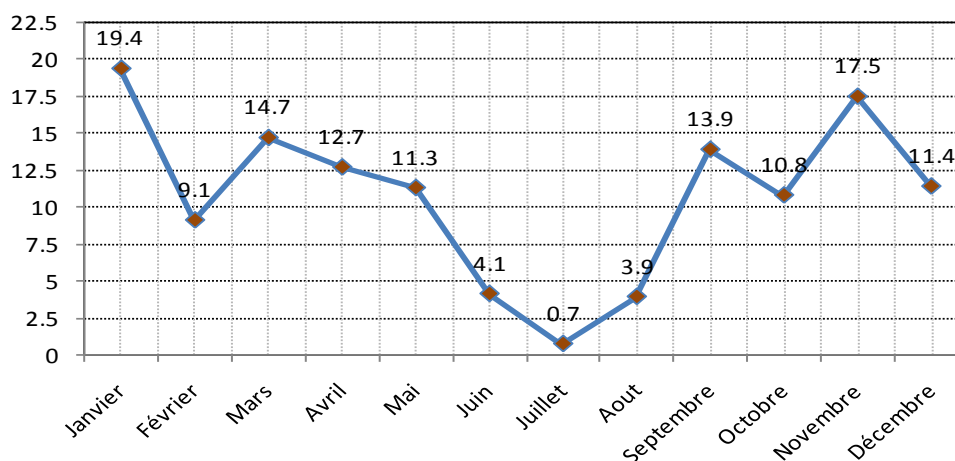


Figure 02: Précipitation moyenne mensuelle pour la période (2006 - 2016)

I.2.2. La température

La température est un facteur très important à étudier ce dernier matérialise le pouvoir évaporant du climat. Elle joue un rôle primordial dans le développement des végétaux dans les serres, D'après la Figure (03) la région de Biskra se caractérise par une forte température aux mois d'été ; dont la moyenne annuelle est de 22,82 °C.

¹ (O.N.M, 2017)

Données générales sur la région d'étude

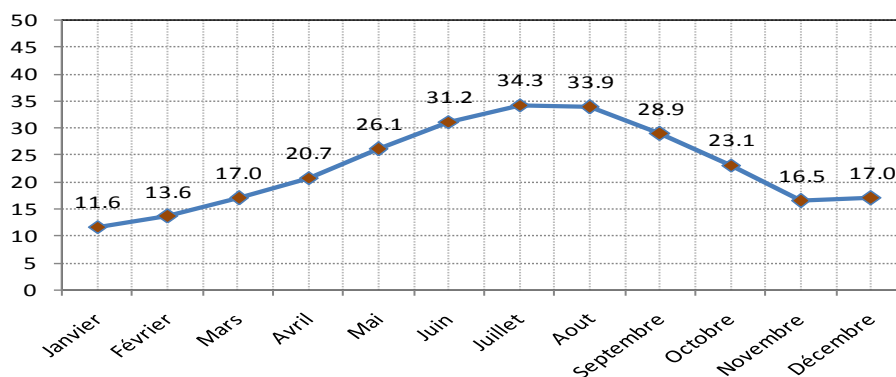


Figure 03: Températures moyenne mensuelles pour la période (2006 - 2016)

I.2.3. Le vent

Le vent est relativement fréquent dans cette région en fin du printemps et en été, surtout le vent de sable venant du Sud – Ouest qu'est le plus dominant. En période hivernal et principalement le vent froid et humide venant du Nord – Ouest¹, avec une moyenne annuelle pour la période (2006 2016) est de 16,88 km/h

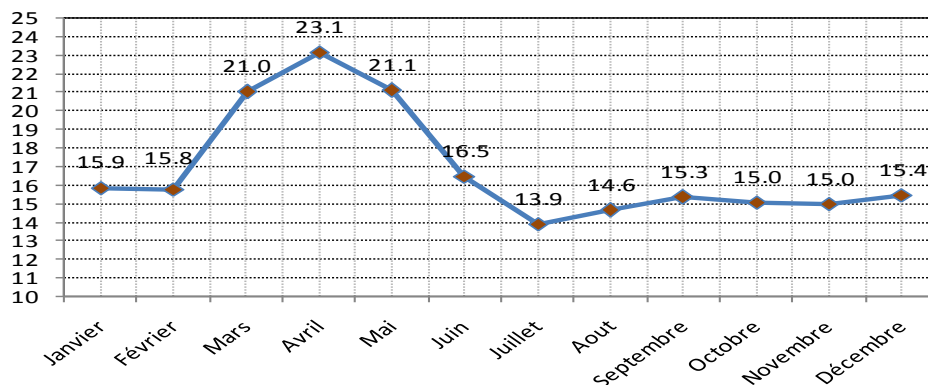


Figure 04: Vitesse moyenne mensuelle du vent pour la période (2006 à 2016)

I.2.4. L'humidité relative

L'examen de la Figure (05) montre qu'un taux d'humidité relative moyenne pour la période 2006-2016) est de 44,16%.

¹ (O.N.M. Biskra)

Données générales sur la région d'étude

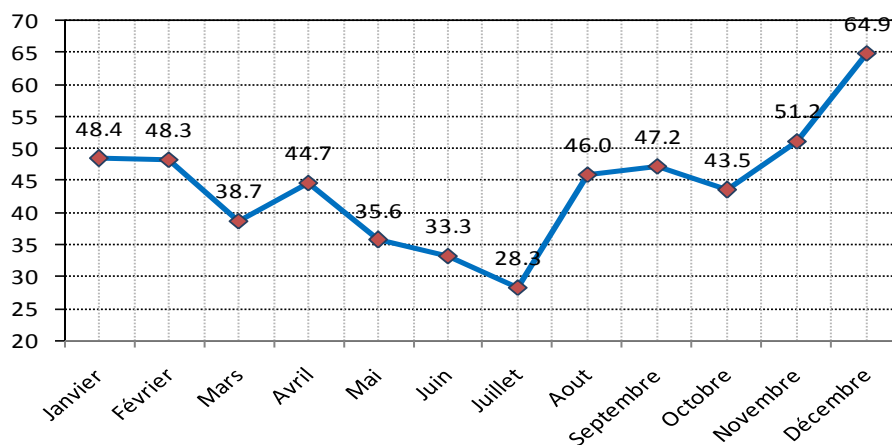


Figure 05: Humidité relative moyenne mensuelle pour la période (2006 à 2016)

I.2.5. L'insolation

La radiation solaire est importante dans la région car l'atmosphère présente une grande clarté durant toute l'année. La moyenne annuelle (2006-2016) est de l'ordre de 277,5 heures/mois

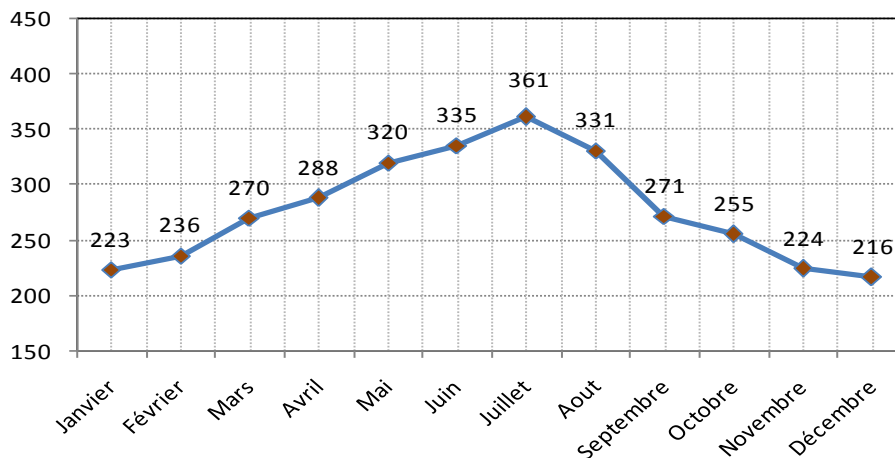


Figure 06: L'insolation moyenne mensuelle pour la période (2006 à 2016)

II. Aperçu sur les Serres

Aperçu sur les serres

II. Aperçu sur les serres

II.1. Définition

Serre : construction en bois, fer ou autre matériel couvert par des vitres ou matériaux plastiques, qui peuvent avoir un système de chauffage et/ou réfrigération, et parfois illuminé artificiellement, dans laquelle peuvent être cultivés des légumes, fleurs, plantes vertes, dans des périodes où la température et la lumière du lieu seraient insuffisantes pour leur croissance végétative et/ou fructification¹.

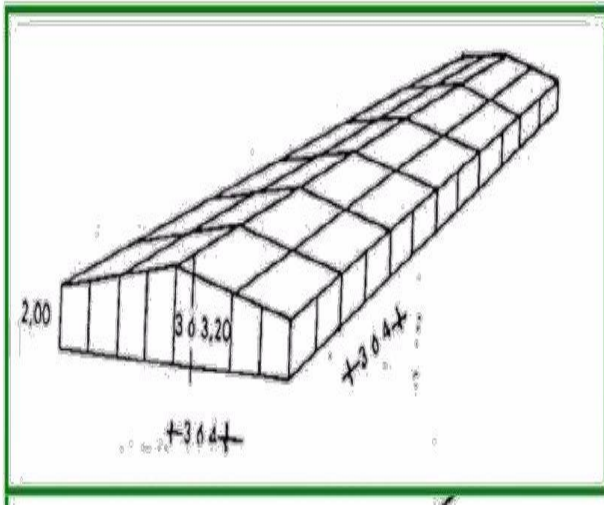


Figure 07: Architecture d'une serre en bloc unique

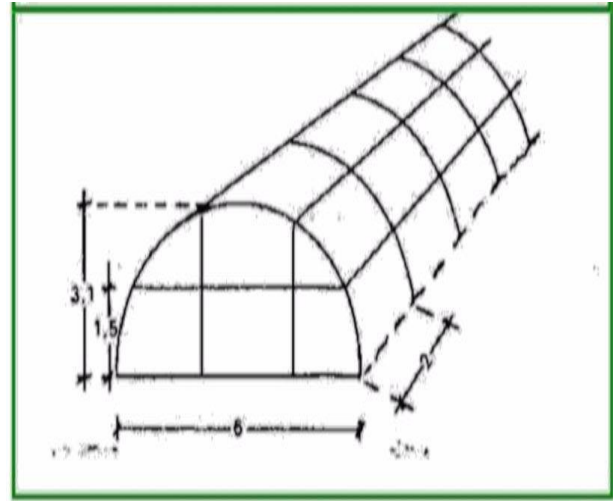


Figure 08 : Architecture d'une serre en bâtiment isolé

Les serres peuvent être des bâtiments isolés. Ou un ensemble de bâtiments unis l'un à la suite de l'autre, formant une Batterie (serres en bloc unique).



Figure 09: Serre en bloc unique : Vue externe



Figure 10: Serre en bloc unique : vue interne

¹ (DEL PILAR, Sebastian 2017)

II.2. Avantage de la culture sous serre

- Protéger les cultures des basses températures. Effet de serre
- Etendre les cycles de production et obtenir une récolte hors époque (tardives), lorsque les conditions à l'air libre sont défavorables.
- Obtenir une meilleure précocité dans la récolte. Ayant des températures plus élevées l'on atteint l'intégrale thermique plus rapidement et l'on raccourcit le cycle végétatif.
- Obtenir une meilleure production. Meilleurs soins à la culture + meilleures conditions du moyen physique (favorisent l'activité racinaire et la croissance de la plante).
- Rendements de 3 à 5 fois supérieurs qu'à l'air libre
- Réduire les dommages causés par le vent..
- Obtenir une amélioration dans la qualité commerciale des récoltes (propreté, couleur, santé, uniformité).
- Réduire les besoins en eau/ économie d'eau. L'on réduit l'évapotranspiration des cultures (70% de celle enregistrée à l'extérieur en hiver) et l'on réduit la consommation.
- Meilleure défense et contrôle de maladies, ravageurs et mauvaises herbes.
- Contrôle de l'environnement (température, CO₂ et humidité relative, principalement).
- Semences de variétés sélectionnées et certifiées, avec rendements maximum. Elles sont très chères et nécessitent beaucoup de soins.
- Intensification de la culture. Possibilité d'obtenir dans la même parcelle de culture deux ou trois récoltes par année.

III. Les principales maladies de la culture maraîchères sous serres

III. Les principales maladies de la culture maraîchères sous serres

Il existe plusieurs sortes de maladie de la culture maraîchère qui viennent attaquer et détruire les cultures potagères. A notre cas, les principales maladies sont divisées en quatre catégories comme suite :

III.1. Les Champignons

III.1.1. Les Champignons foliaires

Ils créent des dégâts sur les feuilles. Les pathogènes foliaires les plus fréquents (et probablement les plus dommageables) sont des parasites soit introduits (oïdium des chênes, brunissure des feuilles de peuplier, anthracnose du merisier), soit qui se développent sur des essences introduites (rouilles foliaires sur peupliers interaméricains,...), soit qui présentent ces deux caractéristiques (maladie des bandes rouges des aiguilles des pins, rouille suisse du douglas). La confrontation in situ et sur de larges surfaces de deux organismes n'ayant pas co-évolué s'exprime ainsi de façon souvent spectaculaire et peut entraîner certaines sylvicultures dans des impasses¹.



Figure 11 : Champignons foliaires sur une courgette

III.1.1.1. L'Oïdium

L'oïdium sont regroupées plusieurs maladies cryptogamiques (dus à des champignons) qui touchent de nombreux légumes mais aussi des espèces d'arbres. Il touche surtout les cucurbitacées : courgettes, courges, concombres et cornichons ... Mais il peut aussi s'attaquer aux fraisiers, aux tomates, aux pois ou à la vigne, il est de la famille des érysiphacées².

¹(Paitier, 1980).

²(Lambian et al, 2006).



Figure 12: L'Oïdium sur le pastèque

- *Erysiphe cichoracearum* : oïdium des concombres et des courgettes
- *Podosphaera aphanis* : oïdium du fraisier, tomatesetc.

On le reconnaît facilement au feutre blanc qui s'étend sur les feuilles et les tiges.

• Symptômes et dégâts

Par temps chaud et humide, les feuilles sont recouvertes de mycélium blanc, sur les deux faces, une sorte de poudre blanche. La feuille s'enroule, se dessèche. Privée de possibilité de synthétiser la chlorophylle la plante végète.

De petites taches blanches apparaissent sur les feuilles de certains légumes. Elles ont un aspect feutré et poudreux et peuvent atteindre les tiges et les fleurs. Si rien n'est fait l'infestation s'étend, les spores de champignons se propageant par contact ou par le vent. Les feuilles jaunissent, sèchent puis finalement la plante meurt¹. Pour les arbres fruitiers c'est le volume de la récolte qui se voit grandement diminué.

III.1.1.2. Le Mildiou

Plusieurs champignons parasites pour plusieurs espèces de plantes sont à l'origine du "mildiou"
Il est des taches jaunes ou brunes d'aspect huileux sur le dessus des feuilles et la marque blanchâtre ou grise correspondante sur le dessous des feuilles, visibles par temps humide².

¹ (Lambian et al., 2006).

² (Lambian, 2006).

❖ Symptômes et dégâts

Les feuilles se recroquevillent et dessèchent. Taches brunes sur les tiges et les plantes rabougrissent et meurent. Les légumes atteints présentent bosses et taches brunes¹.

La forte humidité ambiante, pluies successives sans séchage, et selon les espèces de mildiou, fraîcheur (petits pois) ou chaleur (pomme de terre, tomate)



Figure 13: Le Mildiou sur la tomate

- Phytophthora infestans : pommes de terre et tomates
- Peronospora destructor : oignons, ail
- Phytophthora cactorum : fraisiers...etc. (Paitier, 1980)

III.1.1.3. L'Alternariose

Champignon parasite des solanacées (tomate, pomme de terre) et de la courgette. de la famille des Pleosporaceae provoquant chez les plantes de la famille des Solanaceae, notamment la tomate et la pomme de terre, mais aussi le piment et l'aubergine, une maladie appelée «alternariose» ou «brûlure alternarienne»².

❖ Symptômes et dégâts

Responsable de petites taches foliaires brunes, et de pourritures le plus souvent oculaires des fruits.

Infection favorisée par tout évènement affaiblissant les plants. Une infection importante des feuilles peut entraîner leur chute. Les fruits en développement sont plus fragiles que les fruits mûres³.

¹ (Paitier, 1980)

² (Defranco, 1984).

³ (Lambian et al., 2006).



*

Figure 14: L'Alternariose sur la tomate

III.1.1.4. La Pourriture grise « le botrytis cinerea »

Ce qu'on appelle pourriture grise est dû au botrytis cinerea. C'est un champignon qui s'attaque aux feuilles et aux tiges et aux fruits de nombreuses plantes : Fraisiers, salades, tomates, aubergine, fabacées...vigne¹



Figure 15: La pourriture grise sur la fraise

❖ Symptômes et dégâts

Les parties atteintes se couvrent d'un feutrage gris à une température entre 15 et 20 °C et une forte humidité ambiante, peu de lumière. Le champignon affectera des plantes étiolées, déjà affaiblies et endommagées par des plaies. Les terres trop azotées constituent un terrain favorable au développement. Il s'installera aussi sur les plantes lésées par du gel².

¹ (Lambian et al , 2006)

² (Lambian et al., 2006)

III.1.2. Les Champignons telluriques

III.1.2.1. La Fusariose « *Fusarium solani* »

Fusarium solani qui, en se combinant avec des bactéries (par exemple : *Rhizobium radiobacter*, *Aeromonas* et *Pseudomonas*) peut former des bio films très résistants au chlore, dans les piscines y compris¹.



Figure 16: Fusariose sur l'aubergine



Figure 17: Fusariose sur les racines

La pourriture sèche fusarienne, ou fusariose, est une maladie fongique qui affecte la pomme de terre, et particulièrement les tubercules en période de conservation. Cette maladie est causée par diverses espèces de champignons appartenant au genre *Fusarium*².

❖ Symptômes et dégâts

La pourriture sèche (fusariose) des tubercules est provoquée par des champignons du genre *Fusarium* (notamment *Fusarium roseum* var. *sambucinum* et *Fusarium solani* var. *coeruleum*). Cette maladie peut exceptionnellement être observée dès la récolte mais généralement, elle se manifeste en cours de conservation, provoquant la destruction du tubercule chez la pomme de terre. Le tubercule et la terre contaminés véhiculent le champignon et sont ses vecteurs de propagation ; grâce à sa forme de conservation, les chlamydospores, le champignon peut aussi se conserver dans les locaux de conservation et sur le matériel³.

¹ (Defranco, 1984).

² (Defranco, 1984).

³ (Defranco, 1984).

III.1.2.2. La Verticilliose

III.1.2.2.1. La Verticilliose dahliae

La verticilliose dahliae est une maladie cryptogamique qui affecte le système vasculaire (l'ensemble des vaisseaux qui assurent la circulation de la sève) des plantes, causée par un champignon : *Verticillium dahliae*.



Figure 18: Verticilliose dahliae sur le melon

❖ Symptômes et dégâts

Les champignons pathogènes responsables de la verticilliose survivent dans le sol, ou sur des restes de plantes contaminées, plusieurs années (jusqu'à 14 ans) sous une forme appelée micro sclérote, qui se compose de mycélium compact. Lorsque le micro sclérote entre en contact avec les racines d'une plante hôte et lorsque les conditions sont favorables (température avoisinant 20°C et sol humide), il germe et produit le mycélium qui se propage dans la plante. *Verticillium dahliae* produit ensuite de nouveaux micro sclérotés dans les parties contaminées de la plante. Lorsque celle-ci meurt et se décompose, ces nouveaux micro sclérotés sont relâchés dans le sol.

III.1.2.2.2 La Verticilliose attaque

Plantes potagères : artichaut, aubergine, fraisier, lin, cucurbitacées (melon), poivron, pomme de terre, tomate, tournesol, luzerne...



Figure 19: Verticilliose attaque sur les feuilles de tomate



Figure 20: Verticilliose attaque sur la tomate

❖ Symptômes et dégâts

Les premiers symptômes visibles de la maladie apparaissent par secteur, généralement sur les feuilles les plus basses : d'abord de petites taches jaunes entre les nervures sur une partie du limbe qui vont peu à peu s'étendre et se transformer en de larges nécroses brunes. Sur les tiges, des bandes sombres longitudinales peuvent apparaître et le bois des arbres se teinte généralement de brun-rougeâtre.

Dans sa globalité, une plante malade peut être atteinte de nanisme, de jaunissement puis de dépérissement.

III.1.2.3. La fonte des semis « Pythium »

La fonte des semis peut être provoquée par divers champignons du sol. Parmi eux le genre *Pythium*



Figure 21: Fonte des semis sur la tomate

❖ Symptômes et dégâts

La levée ne se fait pas du tout, ou la jeune la plantule jaunit ou brunit surtout au niveau du sol, devient molle, "pincée" à la base et s'affaisse, puis "disparaît".

Principalement au semis trop précoces températures fraîches, sol froid, excès d'humidité stagnante et substrat trop riche en matières azotées récentes.

Les terreaux, les semences, les pots utilisés peuvent être eux-mêmes infectés¹.

III.2. Les Bactéries

III.2.1. La moucheture bactérienne

La moucheture bactérienne causée par la bactérie *Pseudomonas syringae* sur la tomate Les lésions dues à la moucheture bactérienne peuvent apparaître partout sur le feuillage, les tiges ou le fruit seuls, les fruits verts, et non les fruits rouges, sont vulnérables aux infections

❖ Symptômes et dégâts

Sur les fruits sont des petites ponctuations (<2 mm) noires, légèrement en relief, souvent entourées d'une fine auréole verte ou jaune. Les lésions sont d'ordinaire superficielles et se détachent par un simple coup d'ongle. Les infections graves peuvent entraîner une défoliation des plants².



Figure 22: La moucheture bactérienne sur la tomate

¹ (Laumonnier, 1979).

² (CIP, 2004).

III.2.2. Le chancre bactérien

Le chancre bactérien est causé par *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*. Le chancre bactérien, qui peut faire suite à une infection primaire (systémique) ou à une infection secondaire (foliaire), se manifeste par un éventail de symptômes.

❖ Symptômes et dégâts

Les infections primaires sont attribuables à des semences infectées ou à l'invasion par les bactéries des tissus vasculaires des plantules. Les symptômes, qui ne se manifestent plusieurs semaines après l'infection : le flétrissement des feuilles inférieures qui s'enroulent vers le bas.

Les feuilles de tomate qui sont infectées ont des pourtours noirs caractéristiques, sans autres taches sur le limbe, si ce n'est, parfois, un liséré jaune étroit entre les pourtours nécrosés et les tissus sains.

Sur les fruits, peuvent apparaître des taches ocellées relativement petites. Ces taches ont un centre brun pâle et sont ordinairement entourées d'une auréole blanche d'aspect huileux (de 3-6 mm de diamètre).

Dans le cas des infections secondaires, il se forme sur la bordure des feuilles, des taches brun ou noir délimitées par un liséré jaune (chlorotique) étroit. Il arrive que les folioles s'enroulent vers le haut.

Les infections se propagent par les éclaboussures d'eau, la pluie poussée par le vent et l'eau en fines gouttelettes ou en aérosol accompagnant les épisodes de pluie intense¹.



Figure 23: Le chancre bactérien sur la tomate

¹ (CIP, 2004).

III.3. Les Virus

III. 3.1. TYLC Virus (feuilles jaunes en cuillère -TYLCV)

Le TYLCV est un redoutable Begomovirus, décrit pour la première fois sur tomate il y a plusieurs décennies. Il est maintenant retrouvé dans de nombreux pays sous la forme de souches, amplifiés par la présence de son vecteur, *Bemisia tabaci*,

❖ Symptômes et dégâts

Les plantes infectées par le virus des feuilles jaunes en cuillère (Tomato yellow leaf curl virus, TYLCV) ont les folioles de taille réduite, incurvées en forme de cuillère, parfois enroulées (Figures 5 et 6). Elles jaunissent progressivement et ce jaunissement se généralise à terme à l'ensemble de la portion du feuillage touché. Certains tissus affectés peuvent devenir plus dur et/ou anthocyanés. Que les plantes soient affectées tôt ou plus tardivement, leur croissance est plus ou moins stoppée. De nombreux rameaux axillaires, aux entrenœuds courts, se développent et confèrent aux plantes un aspect buissonnant¹.



Figure 24: TYLC virus sur les feuilles de la tomate

III.3.2. CMV Virus

Le virus de la mosaïque du concombre (CMV, sigle de Cucumber mosaic virus) est un phytovirus pathogène du groupe des Cucumovirus appartenant à la famille des Bromoviridae.

Le virus de la mosaïque du concombre (Cucumber mosaic virus, CMV), transmis par pucerons,

¹(CIP, 2004).

Les principales maladies de la culture maraîchère sous serres

est présent dans le monde entier, en particulier dans les régions tempérées et sous climat méditerranéen. Il est extrêmement polyphagie, affectant plusieurs centaines d'espèces végétales différentes.



Figure25: CMV virus sur la tomate

❖ Symptômes et dégâts

Une marbrure ou une mosaïque verte à jaune sur les jeunes feuilles. Des déformations foliaires et une réduction du limbe qui peut prendre parfois, comme pour le **TOMV**, un aspect en feuilles de fougères. Les folioles deviennent filiformes et sont parfois réduites à leurs nervures principales, prenant alors un aspect en lacets de chaussure (shoestring). On observe parfois plusieurs étages de feuilles déformées, successifs ou non, séparés par des feuilles d'apparence normale. Dans certains cas, ce sont toutes les feuilles apicales qui sont atteintes. La croissance des plantes peut être ralentie ou bloquée. Leur fertilité et la taille des fruits en formation peuvent être réduites ; des lésions nécrotiques plus ou moins étendues confluent parfois sur le limbe, voir aussi le chapitre Flétrissements des feuilles).

Les fruits, comme les feuilles, présentent des symptômes assez variés : des boursouflures, des altérations plus ou moins nécrotiques et annulaires ; de couleur olivâtre à brune¹.

III.4. Les Insectes

III.4.1. La mouche blanche « *Trialeurodes vaporariorum* »

L'aleurode des serres (*Trialeurodes vaporariorum*) est un insecte hémiptère de la famille des aleyrodidae, communément appelé mouche blanche. De très petite taille (2 mm), l'imago jaune pâle est un parasite des plantes et est nuisible aux cultures.

¹ (CIP, 2004)



Figure 26: La mouche blanche

La femelle pond ses œufs à l'intérieur des feuilles, après la ponte, les œufs prennent une couleur foncée. L'éclosion a lieu 9 jours plus tard à 21°C, les nouvelles larves passent par une courte période de mobilité avant de commencer à s'alimenter. Cette espèce passe par 3 stades larvaires puis demeure dans le puparium durant 18 jours. En conditions optimales (21-24°C) le cycle est achevé en moins de trois semaines¹.

Le *Macrosiphum euphorbiae* (synonyme : *Macrosiphum solani*), est une espèce d'insectes de l'ordre des hémiptères, de la famille des Aphididae, originaire d'Amérique du Nord. C'est un puceron de grande taille, polyphage et cosmopolite qui est surtout dangereux parce qu'il est le vecteur de maladies à virus.

Ces pucerons ont pour hôtes diverse plantes potagères (pomme de terre, tomate, pois, haricot, céleri, etc.), ornementales (rosier, iris, dahlia, etc.) ainsi que des plantes sauvages (bourse-à-pasteur). Ils hivernent sous forme d'œufs sur diverses plantes-hôtes et dans les serres.

La pullulation de ce puceron peut entraîner une sénescence des plantes, mais surtout le puceron vert et rose de la pomme de terre est le vecteur de diverses viroses².

III.4.2. Le Thrips « *Frankliniella occidentalis* »

L'insecte attaque les plantes de plusieurs manières. Les principaux dommages sont causés par les adultes lorsqu'ils pondent dans les tissus de la plante. Les plantes sont également dévorées par l'insecte, ce qui laisse dans les feuilles des trous et des marques de décoloration argentées lorsque

¹ (Laumonnier, 1979).

² (Laumonnier, 1979)

Les principales maladies de la culture maraîchère sous serres

la plante réagit à la salive des insectes.



Figure 27 : Le thrip

Les nymphes se nourrissent abondamment des jeunes fruits commençant à peine leur développement à partir des fleurs. Le thrips des petits fruits est aussi le principal vecteur de la maladie bronzée de la tomate, grave maladie virale des cultures de tomates¹.

¹ (Laumonnier, 1979)

IV. Aperçu sur les Pesticides

IV. Aperçu sur les pesticides

IV.1. Définitions

Le terme de pesticide dérive de "Pest", mot anglais désignant tout organisme vivant (virus, bactéries, champignons, herbes, vers, mollusques, insectes, rongeurs, mammifères, oiseaux) susceptible d'être nuisible à l'homme et/ou à son environnement. Les pesticides, dont la traduction étymologique est "tueurs de fléaux" sont des molécules dont les propriétés toxiques permettent de lutter contre les organismes nuisibles.

Selon la définition de **la FAO**, un pesticide est "une substance utilisée pour neutraliser ou détruire un ravageur, un vecteur de maladie humaine ou animale, une espèce végétale ou animale nocive ou gênante au cours de la production ou de l'entreposage de produits agricoles.

Les pesticides, encore appelés produits phytopharmaceutiques sont donc toutes les substances chimiques naturelles ou de synthèse utilisées en agriculture pour contrôler les différentes sortes de nuisibles (pests) (maladies, ravageurs et mauvaises herbes) à l'exception des produits à usage médical et vétérinaire. Mais un certain nombre de produits peuvent être à usage mixte. Certains usages ne sont pas spécifiquement agricoles (traitement du bois à l'extérieur ou à l'intérieur, voies ferrées, allées des cimetières et jardins, usage "militaire"...) et peuvent entraîner une accumulation identique. De même l'éradication des maladies transmises par des insectes (paludisme, trypanosomiase, fièvre jaune) a justifié le recours très large à des insecticides. Les pesticides sont le plus souvent classés en fonction du ravageur visé (insecticides (insectes), acaricides (acariens), aphicides (puçerons), ovicides (œufs), larvicides (larves), herbicides (plantes indésirables), fongicides (champignons), molluscicides (mollusques), hélicides (escargots), rodenticides (rongeurs), taupicides (taupes), corvicides (oiseaux), termicides (termites), les produits répulsifs...).

IV.2. Principales familles des pesticides utilisés dans la culture maraîchère

Pour la rédaction de ce paragraphe, concernant les substances actives les plus utilisées en cultures légumière et fruitière, nous nous sommes adressés à deux Services de la Protection des Végétaux (Orléans et Rhône Alpes) spécialisés dans l'utilisation des pesticides dans les cultures de fruits et légumes. Les experts de la protection des végétaux nous ont remis une liste des

Aperçu sur les pesticides

substances actives les plus utilisées selon leurs estimations personnelles sans précision de quantités, de fréquences ou de surfaces traitées.

Il est à noter qu'il existe un panel BVA (Institut d'études de marché et d'opinion) qui sont des enquêtes menées par l'institut pour estimer les molécules actives les plus utilisées. Ces panels sont commandités par les industries phytosanitaires et nous n'avons pas pu y avoir accès.

Les principales familles de pesticides utilisées en agriculture fruitière et légumière sont les fongicides, les herbicides et les insecticides.

IV2.1. Les fongicides

Très fréquemment employés contre les maladies cryptogamiques, les fongicides assurent une excellente protection contre le développement des champignons parasites et permettent l'obtention de plantes saines.

On distingue deux grands groupes de fongicides : les fongicides minéraux et les fongicides organiques qui sont majoritairement des produits de synthèse.

IV.2.1.1. Les fongicides minéraux

IV.2.1.1.1. Les fongicides à base de cuivre

Ce sont les plus nombreux et les plus fréquents. Le plus connu est la bouillie bordelaise, mélange de sulfate de cuivre, de chaux et d'eau. Il existe également des préparations à base d'oxychlorure de cuivre.

Les sels de cuivre agissent sur un très grand nombre de champignons qui sont responsables des tavelures, des mildious, chancre, et/ou pourriture grise

IV.2.1.1.2. Les fongicides à base de soufre

Les vapeurs de soufre pénètrent dans les cellules et entrent en compétition avec l'oxygène dans les chaînes respiratoires.

La qualité des sulfures employés a une importance dans l'efficacité du traitement. On fait intervenir la finesse qui augmente la surface couverte et l'adhérence, la persistance, la densité qui doit être faible et enfin la fluence grâce à l'ajout d'un produit qui facilite l'épandage, améliore la répartition et accroît le pouvoir couvrant et pénétrant.

Aperçu sur les pesticides

La toxicité de ce type de fongicide est presque nulle vis à vis de l'homme et des animaux. Il existe 3 types de fongicides soufrés : les soufres triturés utilisés sous forme de poudre, les soufres sublimés obtenus par condensation des vapeurs et employés en poudrage et les soufres mouillables utilisés en pulvérisations qui contiennent 80% de soufre à l'état pur et qui sont rendus miscibles à l'eau par l'adjonction de d'agents mouillants.

IV.2.1.1.3. Les fongicides à base de permanganate de potassium

Ils agissent uniquement à titre curatif sur les oïdiums qu'ils détruisent par contact.

IV.2.1.2. Les fongicides organiques

Les fongicides organiques sont arrivés sur le marché vers 1950, et se sont rapidement développé. Très efficaces, ils possèdent un large spectre d'action. Les fongicides organiques représentent un groupe important de molécules dont la structure chimique est variée.

IV.2.1.2.1. Les carbamates

IV.2.1.2.1.1 Les dérivés de l'acide carbamique et benzimidazolés

A partir des années 1970, l'introduction du groupe des benzimidazolés a révolutionné le traitement de nombreuses maladies des plantes. Ce groupe comprend le bénomyl, le thiophanate-méthyl et le carbendazime (qui est aussi le principe actif des deux précédents). Les benzimidazolés ont une action inhibitrice sur la biosynthèse des microtubules et plus précisément sur la polymérisation de la tubuline. De ce fait, ils inhibent la mitose du champignon¹.

IV.2.1.2.1.2. Les dérivés de l'acide thiocarbamique et dithiocarbamique

Les dérivés de l'acide thiocarbamique constituent une famille chimique très importante du point de vue phytosanitaire. Ces fongicides ont en commun leur absence totale de phytotoxicité, une polyvalence assez grande et une faible écotoxicité (Index phytosanitaire, 2001). On trouve dans cette famille : le mancozèbe, le manèbe, le propinèbe, le zinèbe et le zirame.

Les dithiocarbamates ont une action inhibitrice sur la respiration des champignons. Ils agiraient

¹ (Hutson et Myamoto, 1998).

Aperçu sur les pesticides

également par le biais d'espèces réactives de l'oxygène à l'origine d'un stress oxydant. Ce groupe est surtout représenté par le thirame.

IV.2.1.2.1.3. Les dérivés du phénol

Ce groupe chimique, proche des dérivés du benzène est assez restreint. Son principal représentant est le dinocap qui agit sur la respiration (Index phytosanitaire, 2001). Le dinocap est phytotoxique si la température est supérieure à 35 °C¹.

IV.2.1.2.2. Les dicarboximides

IV.2.1.2.2.1. Les phtalimides

Ces molécules ont une action sur la respiration du champignon. Les principaux représentants sont le captane et le folpel. Le folpel est un fongicide de contact multi-site homologué sur la vigne contre le mildiou, l'excoriose et le rougeot parasitaire.

IV.2.1.2.2.2. Les aimides cycliques

Ces molécules causent des désordres dans les cellules du champignon spécialement quand celui-ci croît et se multiplie² L'iprodione, le procymidone et la vinchlozoline sont les plus utilisés.

IV.2.1.2.2.3. Les anilides

Les fongicides de cette classe ont une action sur les Basidiomycètes. Ils inhibent la respiration du champignon par inhibition de la succinate déshydrogénase. Le carboxine et le flutolanil sont utilisés pour le traitement des plants et des semences, le mépronil sert au traitement du sol et des parties aériennes de la laitue ou de la scarole.

¹ (Galet, 1999).

² (Hutson et Miyamoto, 1998).

IV.2.1.2.4. Les phénylamides

Cette classe, qui comprend le bénomyl utilisé dans le traitement des parties aériennes de la tomate et de l'oignon contre le mildiou, et le métalaxyl pour traiter par exemple les parties aériennes des carottes contre la maladie de la bague ou de la tache ou sur les parties aériennes du cornichon ou du concombre contre le mildiou, tient une position importante dans le contrôle des attaques dues aux Oomycètes, pour lesquels de nombreux autres groupes sont peu efficaces.

IV.2.1.2.4.1. Les inhibiteurs de la biosynthèse des stérols

Cette classe de fongicides agit sur les cellules du champignon en inhibant la synthèse des stérols. Ils ont un effet sur les attaques dues aux ascomycètes, aux basidiomycètes et aux champignons. Imparfait mais ils n'ont pas d'activité sur les Oomycètes¹. Ils peuvent être utilisés lors de phénomènes de résistances aux benzimidazolés.

IV.2.1.2.4.2. Les anilinopyrimidines

Ce groupe comprend le cyprodinil et le pyriméthanil utilisé contre le développement de la pourriture grise au niveau des parties aériennes du fraisier. Leur mécanisme d'action est encore mal connu², rapportent que le pyriméthanil inhibe la sécrétion d'enzymes hydrolysantes³, qu'il est possible qu'ils inhibent la biosynthèse de la méthionine.

IV.2.1.2.4.3. Les méthoxyacrylate et fongicides apparentés

Ces produits ont été développés à partir de substances naturelles secrétées par des champignons de forêts. Le mode d'action de ces anti-fongiques est l'inhibition de la chaîne respiratoire du cytochrome⁴. Ce groupe est composé de l'azoxystrobine, du krésoxim-méthyl, de la picoxystrobine et de la trifloxystrobine

¹ (Hutson et Miyamoto, 1998)

² (Milling et Richardson 1995)

³ (Masner et al. 1994)

⁴ (Galet, 1999).

IV.2.2 Les insecticides

Les trois plus grandes familles auxquelles appartiennent les insecticides organiques de synthèse sont :

IV.2.2.1. Les organochlorés

Les organochlorés sont des insecticides qui contiennent du carbone, de l'hydrogène et des atomes de chlore. Ces sont les insecticides les plus anciens même s'il persiste actuellement peu de substances actives encore autorisées.

IV.2.2.2. Les organophosphorés

Les organophosphorés sont des pesticides utilisés en milieu agricole comme insecticides. Ils appartiennent à la famille chimique des anticholinestérasiques. Ce sont des esters de l'acide phosphorique dont les noms de substances actives sont le plus souvent identifiables par leur terminaison en "phos" ou en "thion". Les organophosphorés pénètrent dans la plante et ont soit une action de surface et ne sont pas véhiculés dans la plante, soit un effet systémique et diffusent dans la plante. Au niveau de l'insecte, la pénétration des organophosphorés peut se faire par contact, digestion ou inhalation. Ce sont des molécules neurotoxiques qui bloquent l'activité enzymatique des acétylcholinestérases et empêchent ainsi la transmission de l'influx nerveux. Les organophosphorés sont très toxiques pour les vertébrés et la plupart des substances actives sont chimiquement instables. On retrouve trois grands groupes d'organophosphorés: Les organophosphorés aliphatiques tels que le malathion, le diméthoate ou le dichlorvos ; Les dérivés phényles tels que le parathion, le méthylparathion ou le profenofos et qui sont généralement plus stables que leurs congénères aliphatiques ; Les hétérocycles dont le chlorpyrifos, le méthidathion et le phosmet font partie.

IV.2.2.3. Les carbamates

Ce sont des insecticides dérivés de l'acide carbamique, qui agissent en inhibant l'activité enzymatique de l'acétylcholinestérase, inhibition qui peut être réversible dans certains cas. Le carbaryl est le carbamate le plus utilisé en raison de son spectre d'action très étendu pour les contrôles des insectes et en raison de sa faible toxicité chez les mammifères. Le carbofuran, l'aldicarbe, le carbosulfan ou encore le fénoxycarbe sont également des carbamates plus utilisés.

IV.2.2.3.1. Les pyréthriinoïdes de synthèse

Ils agissent sur le système nerveux central et périphérique des insectes en provoquant une excitation nerveuse répétée aux travers des pompes à sodium. On les considère donc comme des poisons axoniques. Ce sont des insecticides particulièrement efficaces, dont l'utilisation est très répandue, tant dans le domaine agricole qu'en milieu domestique.

IV.2.3 Les herbicides

Par souci de simplicité, les herbicides seront traités en fonction de leur mode d'application et de leur mode d'action.

IV.2.3.1. Les herbicides appliqués au niveau foliaire

- **Les régulateurs de croissance**

Les substances actives de ces composés affectent la croissance des plantes en agissant sur la synthèse des protéines et la division cellulaire. En fait ces herbicides vont entraîner une croissance anormalement rapide des plantes pour arriver à leur sénescence. Les substances actives les plus connues et utilisées est le dichloprope.

- **Les inhibiteurs de la synthèse d'acides aminés**

Parmi les herbicides qui altèrent la synthèse d'acides aminés aromatiques on retrouve le glyphosate qui est un herbicide de contact employé en post-levée sur les plantes annuelles, bisannuelles ou vivaces, les graminées...

- **Les destructeurs de la membrane cellulaire**

Les bypyridilium et les diphényl esters sont les deux principales familles d'herbicides qui altèrent la membrane cellulaire, pénètrent dans le cytoplasme, sont métabolisés en peroxydes et en espèces radicalaires réactives responsables de stress oxydant. Parmi les substances actives qui agissent ainsi on retrouve le paraquat, le diquat ou le fomesafen.

- **Les inhibiteurs de la photosynthèse**

Les herbicides de la famille des triazines et des phénylurées agissent en interférant avec la photosynthèse ; les triazines bloquent la réaction de Hill et empêchent le transport des électrons, tandis que les phénylurées bloquent les réactions de photophosphorylation. L'atrazine, la simazine, la cyanazine ou encore le diuron et le linuron entrent dans cette catégorie d'herbicides.

IV.3.3.2 Les herbicides appliqués au niveau du sol

- **Les inhibiteurs de la division cellulaire**

Certains herbicides de la famille des dinitroanilines (dinitrobenzenamines) comme la trifluraline, la prodiamine ou la pendiméthaline agissent en inhibant les étapes de division cellulaire responsables de la séparation des chromosomes et de la formation de la paroi cellulaire au niveau des racines de la plante.

- **Les conséquences**

Étant un nombre de racines trop faible pour pouvoir correctement assurer la nutrition de la plante. D'autres herbicides de la famille des thiocarbamates (butylate, cycloate, ...) et de la famille des amides substituées (alachlore, métolachlore...) agissent en interférant avec la division cellulaire des tissus méristématiques, ils agissent donc sur les plantules après absorption racinaire et empêchent l'évolution vers la plante adulte.

*V. Echantillonnage,
Extraction et Analyse*

V.1.Echantillonnage

Il est impossible de définir un plan d'échantillonnage valable pour toutes les circonstances ; les conditions locales devront être prises en compte pour chaque cas. Cependant, la section suivante résume les points clés à garder à l'esprit lors du prélèvement et de la conservation des échantillons de l'environnement. L'analyse des résidus peut être considérée comme faisant partie de l'étude de l'environnement¹.

A notre cas. Le choix des échantillons a été effectué sur plusieurs points de prélèvement, repartis d'une façon homogène ; les échantillons prélevés sont: de la tomate et le piment; dont l'équidistance des serres entre eux a été respectée ; pour obtenir des échantillons représentatifs ; ces derniers pèsent des poids presque égaux ; et dans son état brutes (prélèvement direct au serre). Les échantillons ont été transportés à l'état brute dans des récipients neufs, dans des bonnes conditions de conservation.

V.2. Préparation de l'échantillon

Concernant la méthode d'analyse: c'est selon la norme EN 15662 (Novembre 2008): Aliment d'origine végétale, méthode polyvalente de détermination des résidus de pesticides par GC/MS avec extraction/partition avec de l'acétonitrile et nettoyage par SPE dispersés - méthode QuEChERS. Est l'acronyme de Quick (rapide), Easy (facile), Cheap (peu cher), Effective (efficace), Rugged (robuste) et Safe (sûr). La combinaison de la technique QuEChERS à l'extraction en phase solide en mode dispersif ou d-SPE constitue une méthode simple et rapide pour la préparation des échantillons ; elle est idéale pour l'analyse des résidus de pesticides.

V.2.1. Protocole d'extraction

L'échantillon homogénéisé est prélevé congelé à l'aide d'acétonitrile. Les échantillons présentant une teneur en eau faible (<80%) nécessitent une addition d'eau avant de procéder à l'extraction initiale, de manière à obtenir une quantité d'eau totale d'environ 10g. Après addition du sulfate de magnésium, du chlorure de sodium et des sels de citrate tampons, le mélange est secoué vigoureusement et centrifugé afin de séparer les phases. Un aliquot de la phase organique est nettoyé par SPE dispersive. A l'aide d'adsorbants en vrac et de sulfate de magnésium pour

¹(John R.Cox.2002)

retirer l'eau résiduelle. Après nettoyage à l'aide des amino-adsorbants (par exemple adsorbant à amines primaires et secondaires (APS), les extraits sont acidifiés par addition d'une petite quantité d'acide formique, afin d'améliorer la stabilité au stockage de certains pesticides sensibles aux bases. L'extrait final peut être utilisé directement pour l'analyse et la détermination par la Chromatographie en phase Gazeuse.

V.3. Analyses

Vue l'utilisation intense des Herbicide à notre région d'étude "Biskra" d'une part, et la disponibilité d'un nombre limité des éléments indicateurs de la présence des pesticide par ce laboratoire LCAE d'autre part, il s'est avéré nécessaire de choisir l'analyse pour les deux éléments majeurs qui sont les Organophosphorés et les Organochlorés, ces deux éléments qui se rentre dans la composition des insecticides en générale.

Les analyses des résidus en traces des pesticides "insecticides" ont été effectuées à l'aide de la Chromatographie en phase Gazeuses sur deux échantillons : ils s'agissent de la tomate et du piment.

V.3.1 Description de la Chromatographie en phase gazeuse (GC)

Est une méthode de séparation des constituants présents dans des mélanges variés. Elle sert en analyse pour purifier, identifier et quantifier des composés au sein d'échantillons divers. Le principe de base repose sur les équilibres de concentration qui apparaissent lorsqu'un composé est mis en présence de deux phases non miscibles, l'une dite à des vitesses différentes, provoquant leur séparation¹.

¹(BEN ABDELLAH, Hassiba.2016).



Figure 28 : Chromatographe avec un Détecteur à Capture d'Electron (GC/ECD) « Pour détecter les Organochlorés »



Figure 29: Chromatographe avec un Détecteur à Photométrie de Flamme (GC-FPD) «Pour détecter les Organophosphoré »

V.4. Résultats des analyses des pesticides organochlorés et organophosphorés

Les Figure 32 et 33 représentent respectivement les chromatogrammes GC/MS de deux étalons standards de mélange de pesticides organochlorés et organophosphorés de concentration 100 ppb, obtenus par injection de 2 microlitre et avec un chromatographe en phase gazeuse couplé à la spectrométrie de masse GC/MS.

Les Tableaux 1 et 2 regroupent les temps de rétention des pesticides éluées dans une colonne capillaire GC/MS.

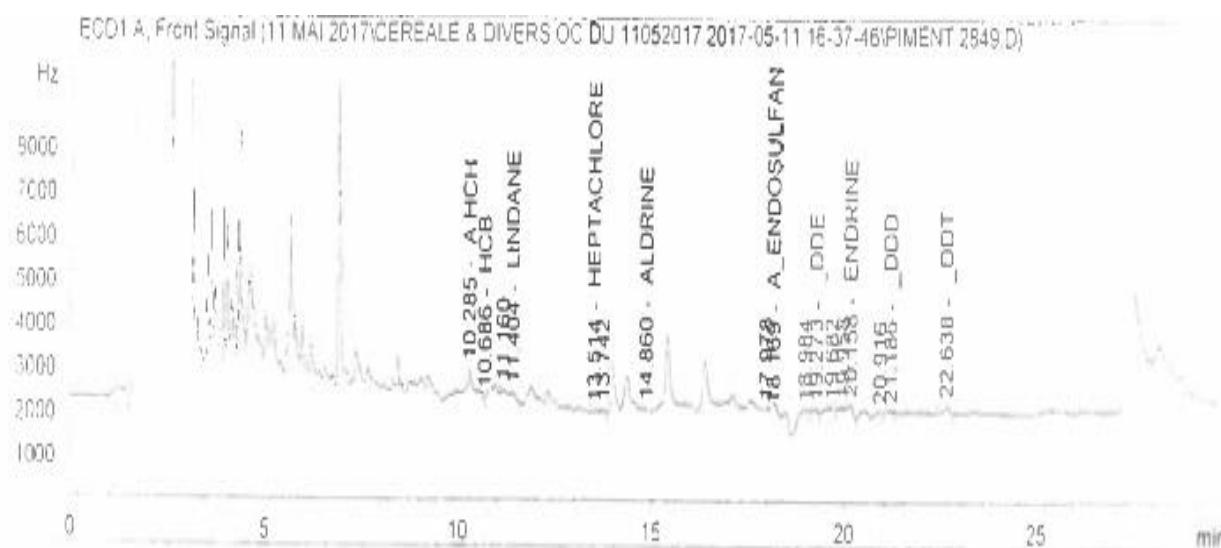


Figure 30 : Chromatogramme GC/MS d'un mélange étalon de pesticides organochlorés

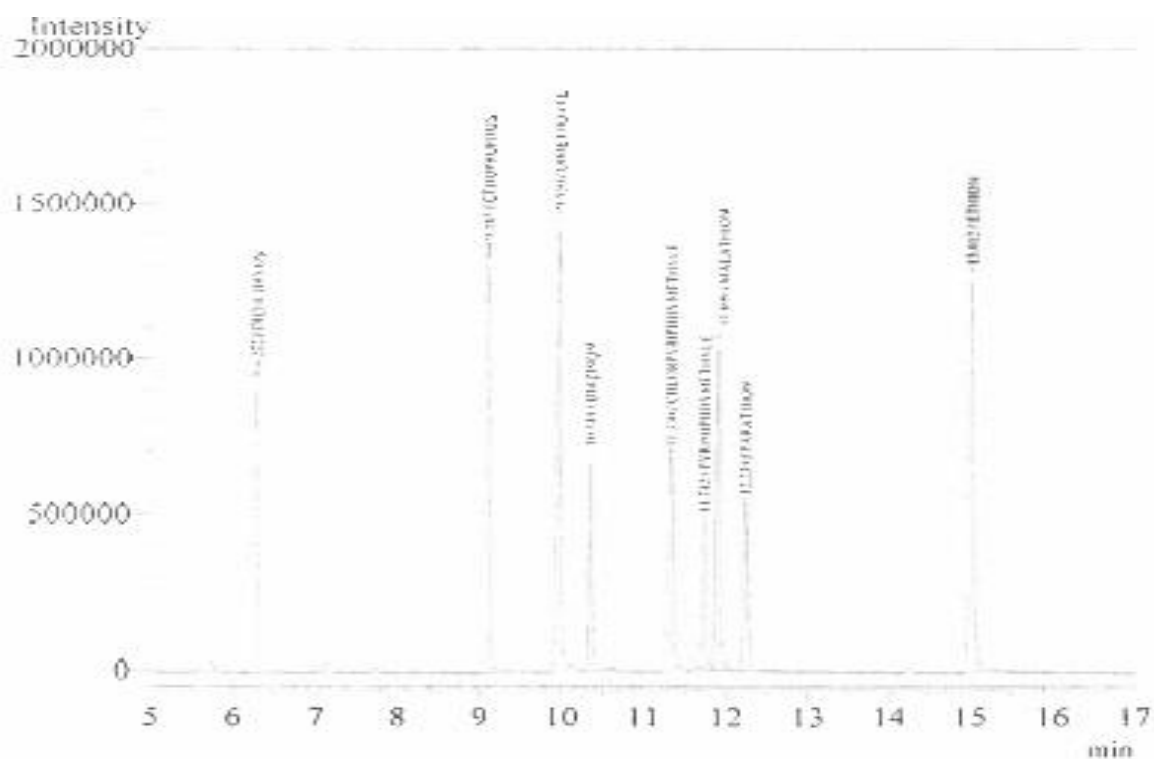


Figure 31 : Chromatogramme GC/MS d'un mélange étalon de pesticides organophosphorés

Tableau 1 : Temps de rétention de pesticides organochlorés d'un standard étalon

N° de Pic	Temps de rétention (minute)	Aire de pic	Concentration (ng/ μ l)	Composé
1	10,285	5898,71436	1,62706	α -HCH
2	10,686	26,07798	0,00000	HCB
3	11,404	2109,37280	3,60830E-1	Lindane
4	13,514	371,07852	0,00000	Heptachlore
5	14,860	256,96078	1,91645E-1	Aldrine
6	16,686	-	-	Heptachlore Epoxide
7	18,169	1216,43457	0,00000	α -Endosulfan
8	19,273	705,49854	0,00000	<i>p,p'</i> -DDE
9	20,158	2392,49854	6,77025E-1	Endrine
10	21,186	350,93246	0,00000	<i>p,p'</i> -DDD
11	22,638	1749,82373	5,65371E-1	<i>p,p'</i> -DDT
Total			3,42193	

Tableau 2 : Temps de rétention de pesticides organophosphorés d'un standard étalon

N° de Pic	Temps de rétention (minute)	Aire de pic	Concentration (ppb)	Composé
1	6,272	2194207	229,177	Dichlorovs
2	9,085	3371734	209,717	Ethoprophos
3	9,950	4934731	599,937	Dimethoate
4	10,349	1788256	171,695	Diazinon
5	11,330	2198852	233,687	Chlorpyriphos Méthyle
6	11,742	1407690	107,658	Pyrimiphos Méthyle
7	11,899	3299443	320,312	Malathion
8	12,239	1935682	111,828	Parathion
9	15,012	4618768	249,713	Ethion
Total		25749363		

Les Tableaux 3 et 4 regroupent les concentrations de pesticides identifiés et quantifiés dans des échantillons de tomate fraîche et piment fort frais. Les pesticides organochlorés ont été ciblés dans les échantillons piment fort frais, par contre, les pesticides organophosphorés ont été ciblés dans les échantillons de tomate fraîche.

Tableau 3: Concentration de pesticides organochlorés dans les échantillons de piment fort frais

N° de Pic	Unités	Méthode	Résultats
α -HCH	mg/kg	EN 15662 (2008)	< 0,010
HCB			< 0,010
Lindane			< 0,010
Heptachlore			< 0,015
Aldrine			< 0,015
Heptachlore Epoxide			< 0,015
α -Endosulfan			< 0,015
<i>p,p'</i> -DDE			< 0,015
Endrine			< 0,020
<i>p,p'</i> -DDD			< 0,020
<i>p,p'</i> -DDT			< 0,015

Tableau4: Concentration de pesticides organophosphorés dans les échantillons de tomate fraîche

Pesticides	Unités	Méthode	Résultats
Dichlorovs	mg/kg	EN 15662 (2008)	< 0,020
Ethoprophos			< 0,030
Dimethoate			< 0,030
Diazinon			< 0,030
Chlorpyriphos Méthyle			< 0,010
Pyrimiphos Méthyle			< 0,030
Malathion			< 0,030
Parathion			< 0,020
Ethion			< 0,020

V.6. Discussions des résultats

Les chromatogrammes GC/MS de l'analyse des pesticides organochlorés dans les échantillons de piment fort et frais et organophosphorés dans les échantillons de tomate fraîche et révélée la présence de 11 pesticides organochlorés dans les de piment fort et frais et 09 pesticides organophosphorés dans les échantillons de tomate fraîche. La présence de ces pesticides dans les échantillons de tomate et piment était avec des concentrations inférieures à la limite de détection, cette dernière variée de 0,010 à 0,020 mg.kg⁻¹ pour les organochlorés et de 0,010 à 0,030 mg.kg⁻¹ pour les organophosphorés.

La détection de ces pesticides organochlorés et organophosphorés à des concentrations de l'ordre des traces restant toujours inquiétante et constitue un risque pour la santé des individus, malgré leurs présence à l'ordre des traces et ultra-traces, les pesticides organochlorés et phosphorés sont des produits extrêmement toxique, d'ailleurs les pesticides détectés sont bannis de toute utilisation dans le domaine agricole dans le monde entier et compris notre pays l'Algérie. Ces pesticides sont listés dernièrement dans la liste des Polluants Organique Persistants (POPs) et qui sont ratifiés dans la convention de Stockholm. La présence de ce type de pesticides est dû essentiellement a leurs utilisation dans le passé, et en tenant compte de leurs caractère persistant, ces derniers peuvent séjournée plus d'un siècle dans l'environnement avant d'être dégradée, la

présence de ce type de pesticide à déjà été mis en évidence par les travaux de Moussaoui et al, où des forte teneurs de pesticides organochlorés et organophosphorés ont été détectés et quantifiés dans l'air atmosphérique des milieux urbains et ruraux. Les POPs y compris les pesticides peuvent être transférées et échangée dans les trois matrices environnementales (eau, air et sol), en plus ils peuvent être accumulés dans les tissus adipeux des animaux et finalement transposées sur des longues distances via la voie aérienne ou aquatique. La surveillance de la présence de ces pesticides dans les denrées alimentaire doit être régulière et une limite maximale en résidus (LMR) pour chaque pesticide dans chaque type de denrée alimentaire doit être défini par une réglementation, vue le danger sanitaire que représente les produits phytosanitaires.

VI. Conclusion Générale et Recommandation

VI. Conclusion générale et recommandations

VI.1. Conclusion générale

Aujourd'hui, l'utilisation systématique de ces pesticides est remise en question, avec la prise de conscience croissante des risques qu'ils peuvent générer. L'utilisation des pesticides, incontournable pour l'activité agricole, surtout à notre région d'étude ; comporte encore un potentiel de risque pour le citoyen et pour l'environnement aggravé par la faiblesse du cadre juridique et l'absence d'un contrôle rigoureux soit de la part des services agricoles ou du **CACQE**.

Et en comparaison avec les normes Algériennes ainsi que du l'OMS, on trouve un grand écart entre les deux. A travers cette étude ; des solutions ont été proposées de notre part en but de minimiser le risque des pesticides et améliorer la qualité des produits agricoles en générale. Cette étude va rester comme un moyen de sensibilisation pour les autorités d'agricultures ainsi que pour les Fellah à la wilaya de Biskra, et pour quoi non au niveau de l'échelle nationale. vue que l'utilisation des méthodes classiques et héritées depuis des dizaines d'années.

VI.2. Recommandations

Comme des solutions prélevées et proposées a travers notre étude :

- Faire des campagnes de sensibilisation par les services agricoles, sur le mode d'utilisation et les doses respectées pour chaque produit.
- Renforcer l'aide de la prévention, c'est à dire l'utilisation d'organismes vivants pour atténuer les effets des organismes nocifs; éviter la propagation des maladies par l'utilisation des moyen Biotechniques, avant de passer à l'utilisation du moyen chimique.
- Elaborer les méthodes de contrôle des maladies, surtout pour les insectes (pièges).
- Faire un bon diagnostic pour la maladie afin de choisir le produit traitant (pesticide)
- Utiliser les méthodes de contrôle Biotechnique
- Contrôle génétique (Qualité de semonce avec une bonne résistance aux maladies)
- Utilisation des moyens physiques en but de minimiser les insectes (couvertures des mailles anti insectes, pièges chromotables ou lumineuses.....etc.)
- Changer la culture maraichère sous serres au sol à la culture sous serres hors sol (Substrats)
- Assurer le bon drainage des eaux d'irrigations.

NB: manque la liaison entre le théorique et la pratique au domaine de l'agriculture algérienne. La plus parts des fellahs utilisent des méthodes classiques et irritées ; dans la culture sous serres ou autres, et en parallèles ; ils existent des études et des techniques modernes bien développées ; qui sont restent loin à ces fellahs.

Références Bibliographiques

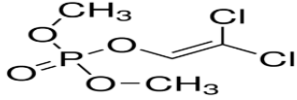
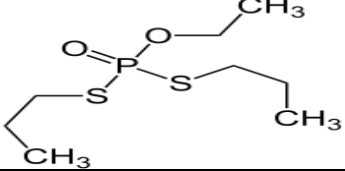
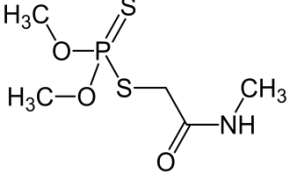
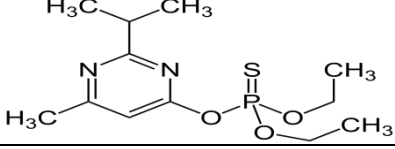
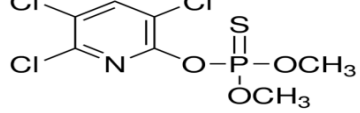
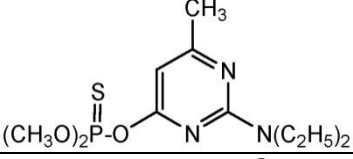
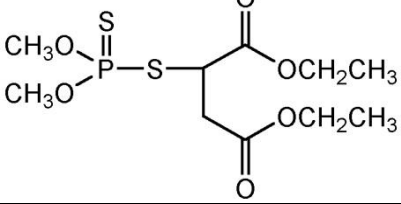
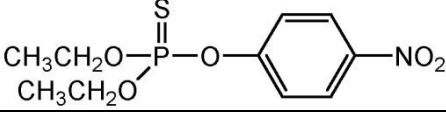
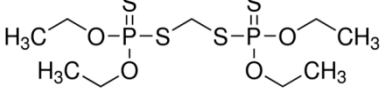
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- A.N.A.T (Agence Nationale d'Aménagement de Territoire). Rapport annuel. 2002.
- Algérie Watch. 2016. Disponible en ligne : <http://www.algeria-watch.de/fr>. visité le 09/03/2017 à 10h35min.
- BEN ABDELLAH, +Hassiba. Polycopie du cours : Techniques d'extraction de purification de conservation. Sétif. 2016. P : 37.
- CIFUENTES ROME, Dina. Problèmes phytosanitaires et leur contrôle : Ravageurs et maladies des solanacées et cucurbitacées. Espagne. L'université de polytechnique de Cartagena. 2017.
- CIP, Principales maladies : Insectes et Nématodes des solanacées. Centre International de la Pomme de terre. Ed. Apartado. Lima-Pérou. 2004. 75-124p.
- Comité sécurité alimentaires d'Aprifel. Pesticides : risque de sécurité alimentaire. disponible en ligne : visité le 01/03/2017 à 09h18min. France. 2004
- D.S.A (Direction Services Agricoles). Biskra. Rapport annuel 2016.
- DEFRANCO, M. les principales maladies bactériennes et cryptogamiques de la pomme de terre : Cours International sur la culture de la Pomme de Terre. Cambérène. 1984 21-33p.
- DEL PILAR, Sebastian. Production végétale. Université polytechnique de Cartagena Espgna : Calcul de la solution nutritive. Espagne. L'université de polytechnique de Cartagena. 2017.
- Direction de la protection des Végétaux et des contrôles techniques. Index des produits phytosanitaire à Usage agricole. Alger. 2015.
- LAMBIAN J, Taulet A, Traentle M, Protection phytosanitaire en culture sous serres biologique : Fiche N° 5 : lutte contre les ravageurs. ITAB, 2006. 42-112p.
- LAUMONNIER. Les cultures légumières et maraichères, tome III, Paris : Ed J.-B Bailliere. 1979, 66-127p.
- O.N.M (Office National de la Météorologie). Biskra. annuel 2016.
- PAITIER, G. Le mildiou de la pomme de terre. Phytoma. 1980. n°4. p : 23-27.
- PIP / COLEACP. Fondements de la protection des cultures. Disponible en ligne : www.colencp.org/pip. Visité le 22/03/2017 à 13h17min.

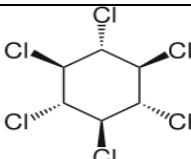
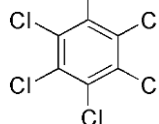
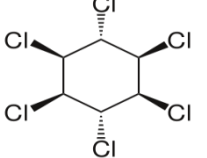
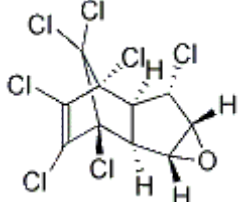
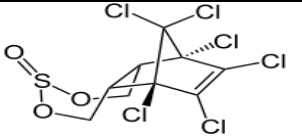
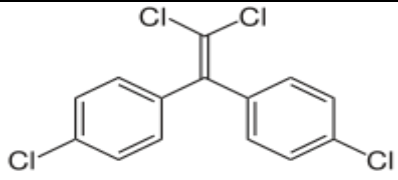
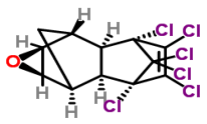
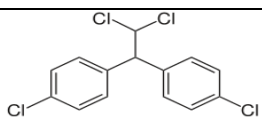
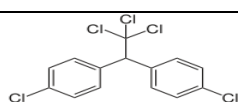
- LCAE (Laboratoire Central d'Analyses et d'Essais). disponible en ligne : <http://tn.kompass.com/c/laboratoire-central-d-analyses-et-d-essais/tn7414/>. visité le 02/05/2017 09h21min.
- Technique QuECHERS Simplifiée. disponible en ligne : <http://www.waters.info/webassets/cms/library/docs/720003048fr.pdf>. visité le 04/05/2017 à 14h20min.
- OMS. L'utilisation des pesticides en agriculture et ses conséquences pour la santé publique. disponible en ligne <http://apps.who.int/iris/bitstream/fre.pdf>. visité le 02/05/2017. visité le 02/05/2017 à 9h20min.

Annexes

Pesticides Organophosphorés

Nom	Formule Brute	Structure
Dichlorvos	$C_4H_7Cl_2O_4P$	
Ethorprophose	$C_8H_{19}O_2PS_2$	
Dimethoate	$C_5H_{12}NO_3PS_2$	
Diazinon	$C_{12}H_{21}N_2O_3PS$	
Chlorpyrifos Méthyle	$C_7H_7Cl_3NO_3PS$	
Pyrimiphos Méthyle	$C_{13}H_{24}N_3O_3PS$	
Malathion	$C_{10}H_{19}O_6P S_2$	
Parathion	$C_{10}H_{14}NO_5PS$	
Ethion	$C_9H_{22}O_4P_2S_4$	

Pesticides Organochloré

Nom	Formule Brute	Structure
Hexachlorocyclohexane HCH	$C_6H_6Cl_6$	
Hexachlorobenzene (HCB)	C_6Cl_6	
Lindane (gamma HCH)	$C_6H_6Cl_6$	
Heptachlore époxyde	$C_{10}H_5Cl_7O$	
Endosulfan	$C_9H_6Cl_6O_3S$	
Dichlorodiphényldichloroéthylène (DDE)	$C_{14}H_8Cl_4$	
Endrine	$C_{12}H_8Cl_4$	
Dichlorodiphényltrichloroéthane (DDD)	$C_{14}H_{10}Cl_4$	
Dichlorodiphényltrichloroéthane (DDT)	$C_{14}H_9Cl_5$	

❖ Analyse par chromatographie en phase gazeuse

LA quantité d'extrait injectée: (2 µl) dans un chromatographe équipé d'un détecteur à photométrie de flamme (FPD) pour les pesticides organophosphorés, de même pour le CPG/ECD utilisé pour les organochlorés.

○ Conditions chromatographiques

● Mode d'injection:

- Splittes avec un rapport de division : 1/100.
- Temps de purge : 1 minute
- Température de l'injecteur : 300°C
- Gaz vecteur : Hélium
- Température du détecteur FPD : 300°C

❖ Programmation de température de la colonne chromatographique

70°C (1 min) ----- 20°C /min----> 200°C -----8°C/min----->260°C (12 min)

Flow control mode: Velocity

Pression: 70.7 KPa

On utilise la colonne capillaires suivante (ou équivalente) pour l'analyse des résidus de pesticides organophosphorés :

DB – 5 : Fused Silica capillary column , 30m, 0.25 mm DI, 0,25 µm film thickness

pour les pesticides organochlorés:

○ Conditions chromatographiques

● Mode d'injection : Splitless avec un rapport de division : 1/100.

Temps de purge : 1 minute

Température de l'injecteur : 230°C

Gaz vecteur : Hélium N60 Pression : 116.2 KPa

Température du détecteur **ECD** : 300°C Gaz Additionel (make up gas) : Azote N60

➤ Programmation de température de la colonne chromatographique :

60°C (1 min) ----- 40°C /min----> 160°C -----4°C/min----->240°C (7 min)

On utilise la colonne capillaire suivante (ou équivalente) pour l'analyse des résidus de pesticides organochlorés et des PCB:

- DB-5 : Fused Silica capillary column , 30m, 0.25 mm DI, 0.25 µm film thickness