

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE 8 MAI 1945 GUELMA
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET SCIENCES DE LA TERRE
ET DE L'UNIVERS
DEPARTEMENT D'ECOLOGIE ET GENIE DE L'ENVIRONNEMENT



Mémoire de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie
Filière : Sciences agronomiques
Spécialité/Option : Phytopathologie et Phytopharmacie

Thème :

Enquête sur l'utilisation des pesticides dans la région de l'Est Algérien (Guelma, Annaba et Skikda)

Présenté par : -HADJAR Haroun
-OUAHAB Samir

Membres du jury :

Président : Mr. KHALADI O. (Université de Guelma)

Examineur : Mr. BENAADA M. (Université de Guelma)

Encadreur : Melle ALLIOUI N. (Université de Guelma)

Invité : Mme BENALIOUCHE F. (S.R.P.V. d'EL TARF)

Juin 2015

Résumé :

En vue de connaître les fréquences des traitements et l'utilisation des produits phytosanitaires dans les programmes de protection phytosanitaires par nos agriculteurs, une enquête a été menée au niveau de la région de l'Est Algérien, et a concerné 08 fermes pilotes installées au niveau de trois wilayas (Guelma, Annaba et Skikda). Plusieurs paramètres ont été pris en considération : La superficie traitée, la quantité de pesticides utilisée, le nombre de produits utilisés et le nombre d'applications.

Les résultats obtenus montrent que toutes les fermes impliquent la lutte chimique dans leurs programmes de protection phytosanitaire, la quantité utilisée, le nombre de produits et le nombre d'applications diffèrent d'une ferme à l'autre et d'une culture à l'autre.

Cependant, le traitement chimique des cultures s'est répercuté positivement sur le rendement des cultures traitées.

Mots clés : Pesticides, nombre de produits, nombre d'applications, quantité, rendement.

Résumé :

En vue de connaître les fréquences des traitements et l'utilisation des produits phytosanitaires dans les programmes de protection phytosanitaires par nos agriculteurs, une enquête a été menée au niveau de la région de l'Est Algérien, et a concerné 08 fermes pilotes installées au niveau de trois wilayas (Guelma, Annaba et Skikda). Plusieurs paramètres ont été pris en considération : La superficie traitée, la quantité de pesticides utilisée, le nombre de produits utilisés et le nombre d'applications.

Les résultats obtenus montrent que toutes les fermes impliquent la lutte chimique dans leurs programmes de protection phytosanitaire, la quantité utilisée, le nombre de produits et le nombre d'applications diffèrent d'une ferme à l'autre et d'une culture à l'autre.

Cependant, le traitement chimique des cultures s'est répercuté positivement sur le rendement des cultures traitées.

Mots clés : Pesticides, nombre de produits, nombre d'applications, quantité, rendement.

Summary:

In order to know treatment frequencies and the use of pesticides in phytosanitary protection programs by our farmers, a survey was conducted at the East Algerian region, and concerned 08 farms, in three locations (Annaba, Guelma and Skikda). Several parameters have been evaluated: the treated area, the quantity of pesticides used, the number of products used and the number of applications.

The results show that all farms involve chemical control in their control programs. The amount used, the number of products and the number of applications differ from one farm to another, and from one culture to the other.

However, the chemical treatment of crops is reflected positively on the yield of the treated crop.

Key words : Pesticides, number of products, number of applications, quantity, Yield..

Remerciements :

Nous remercions tout d'abord « ALLAH » tout puissant de nous avoir donné la patience, la santé et la volonté pour réaliser ce mémoire.

Nous tenons particulièrement à remercier notre promoteur Melle ALLIOUI N., pour avoir accepté de diriger ce travail, nous la remercions pour sa disponibilité, ses pertinents conseils et pour les efforts qu'elle avait consentis durant la rédaction de ce mémoire.

Nous exprimons également nos profonds respects aux membres du jury : M .KHALADI O. et Mr. BENAADA M. Pour avoir accepté de juger et d'évaluer ce modeste effort.

Nous voudrions remercier aussi Melle BENALLIOUECHE F. Chef de Service à l'S.R.P.V. de Tarf pour nous avoir facilité l'accès à la station, pour son accueil, ses encouragements et son aide efficace pour la réalisation de ce travail.

Comme nous remercions tous le personnel du département d'écologie et génie de l'environnement. Nous tenons également à remercier tous les personnel au niveau des fermes visitées pour leur générosité et leur informations, techniciens et gérants des fermes pilotes dans les trois wilayas GUELMA, SKIKDA, et ANNABA .

En fin, et c'est pour nous un plaisir autant qu'un devoir de retirer notre gratitude a toutes les personnes qui nous ont aidé, de près ou de loin à réaliser ce travail.

Sommaire

LISTE DES ABREVIATION

LISTE DES FIGURES

LISTE DES TABLEAUX

INTRODUCTION

Partie I: Partie bibliographique	03
1- Généralités sur les pesticides	04
1-1- Définition	04
1-2- Historique	05
1-3- Utilisation mondial des pesticides	06
1-4- Utilisation des pesticides en Algérie	06
1-5- Composition ou formulation chimique	06
1-6- Les différentes formes des produits phytosanitaires	06
6-1- Les liquide	07
6-2- Les granulés	07
6-3- Les poudres	07
6-4- Les mélanges	10
1-7- Classifications des pesticides	11
7-1- Classification biologique	11
7-1-1- Les insecticides	11
7-1-1-1- Définition	12
7-1-1-2- Types d'insecticides	17
7-1-1-3- Modes d'action	17
7-1-2- Les fongicides	17
7-1-2- 1-Définition	19
7-1-2-2-Types des fongicides	21
7-1-2-3- Modes d'action	22
7-1-3- Les herbicides	22
7-1-3-1- Définition	23
7-1-3-2-Types des herbicides	23
7-1-3-3- Modes d'action	23
7-1-4- Les Nématocides	23
7-1-5- Les Molluscicides :.....	24
7-1-6- Les Rodenticides :.....	24
7-1-7- Autre Classes Des Produits :.....	25
7-2- Classification selon la Dispersion du produit sur ou dans la plante	25
7-2-1 - Produit de contact	25
7-2-2 - Produit systémique	25
1-8 - Le Stockage	26
1-9- Les firmes de production des pesticides	26

Partie II : partie expérimentale

2-1- Cadre scientifique et objectifs de l'enquête.....	27
2-2- Présentation de la zone de l'étude :.....	27
2-2-1- Missions et zones d'action de la S.R.P.V. d'El Tarf.....	27
2-2-2- Zones de l'étude	29
2-3- Résultats et discussions.....	30
2-3-1- Quantités de pesticides utilisés	30
2-3-1-1- Pour les cultures maraichères	30
2-3-1-2- Pour les cultures céréalières	36
2-3-1-3- Pour l'arboriculture fruitière	40
2-3-2- Nombre de pesticides utilisés et nombre d'applications	41
CONCLUSION	61
REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE	62
ANNEXE	
Résumé	
Abstract	

A ma mère ***DJIDJIGUA***

Aucune dédicace ne pourra
exprimer l'affection

de l'amour que j'éprouve envers elle; puisse ce travail soit la
récompense de tes soutien morale et sacrifices.

Que dieu te garde et t'accorde santé et bonheur pour que tu
restes la splendeur de ma vie

A mon père ***SAID***

Puisse ce travail constituer une légère compensation pour
tous le noble sacrifice que tu t'es imposé pour rassurer mon
bien être et mon éducation Qu'il soit l'expression pour ma
profonde gratitude et ma grande considération

A deux personnes spéciales qui m'ont supporté tout au
long de mes études avec qui j'ai partagé des moments forts ;
mes Soeurs **LINA** et **HANA** et sans oublier le petit oiseau

MIRALE MAILISSE

A toute la famille **HADJAR** et **MEFTAHI**

A mes amis **MEHDI ; Cherif ; Nasro ; Samir ; A/razek**

A tous ce qui m'ont soutenu de loin et de près

Je dédis ce travail

Haroun

Dédicace

Avant tout je remercie mon dieu qui ma donne la force pour accomplir ce travail.

A celle qui a été la raison de mon existence ;

A celle que j'ai ouvert mes yeux sur son visage sympathique ;

A la fleur qui n'avait pas un autre homologue dans tout le monde ;

A qui m'a envahit de sa tendresse ;

« A ma mère »

A celui qui m'a appris de ne pas se désespérer devant les difficultés et de garder toujours la tête haute.

Au symbole de la sagesse et de la bravoure ;

« Mon père »

A mes odorables grands-parents : Rabah, Kharfia et Ahmed pour leurs bontés et leurs générosités, qui je les souhaite une longue vie, et surtout à l'esprit de ma grand-mère : Rebaiha qui n'a pas malheureusement assisté et vu ma réussite.

A mes très cher frères : Moustafa, Kamel, Nadjib, et le petite bougie Abdelouahab.

A mes chère sœurs : Karima, Amel, Imen Nesrine, Nour.

A toute ma famille ; mes oncles et leurs familles, et surtout mon oncle Souileh qui est malheureusement n'a pas assisté. Et mes tantes et leurs familles.

A mes camarades d'enfances : Farouk, A. Errahmen, et ma tante Souad.

A mes collègues du master phytopathologie et phytopharmacie de promotion 2014 / 2015 avec mes meilleurs vœux de réussite.

A tous qui m'aimes et lien de mon coeur.

A tous qui m'ont donné l'aide et l'encouragement de près ou de loin.

Je dédie ce modeste travail.

SAMIR

Liste des Abréviations

Partie I: Partie bibliographique

-Généralités sur les pesticides

J.C: Jésus-Christ

kg/ha: kilogramme par hectare

Fig : figure

DC: concentré dispersable

SL: concentré soluble

H/E: huile dans eau

SC: suspensions concentrées

E/H : eau dans huile

EC : concentrés émulsionnables

WG : Les granulés auto-dispersibles

EG : Les granulés émulsionnables

SG : Les granulés solubles dans l'eau

mm : millimètre

DS : poudre pour traitement des semences

SP : poudre soluble dans l'eau

OP : poudre à disperser dans un liquide organique

HCH : les hexachlorocyclohexanes

POP : Polluants Organiques Persistants

L'ONU : organisation des nations unis

ATP: adénosine triphosphate,

TCPN: tétrachloroisophtalonitrile

NADH : Nicotinamide adénine dinucléotide

H+: ion hydrogène

ARN : acide ribose nucléique

MCPA: acide chloro-4 méthyl-2 phénoxy acétique

MCPB: acide chloro-4 méthyl-2 phénoxy-4 butyrique.

PH : potentiel hydrogène

TP S : triazolopyrimidines

DL : Les doses létales

Mg : milligramme

Kg : kilogramme

PH3: phosphure d'hydrogène

Partie II : Partie expérimentale

- Méthodologie de travail et résultats et discussion

S.R.P.V : station régionale de la protection des végétaux

Tab : tableaux

F : ferme

G : Guelma

A : Annaba

S : Skikda

Liste des figures

N°	Titre	Page
01	Quantités de pesticides importés en Algérie de 1975 à 2007 (Ayad, 2012)	05
02	Répartition des insecticides existant selon leur famille chimique (Regnault, 2005)	09
03	Action des fongicides sur les processus respiratoires (Regnault, 2005)	17
04	Quantité totale de pesticides utilisés sur les cultures maraichères au niveau des différentes fermes.	31
05	Quantité de pesticides utilisés pour les cultures maraichères au niveau des différentes fermes.	32
06	Quantité totale de pesticides utilisés sur les cultures céréalières au niveau des différentes fermes.	38
07	Quantité de pesticides utilisés pour les cultures céréalières au niveau des différentes fermes.	40
08	Quantité totale de pesticides utilisés en arboriculture fruitière au niveau des différentes fermes.	41
09	Quantité de pesticides utilisés en arboriculture fruitière au niveau des différentes fermes des 03 wilayas	42
10	Nombre de pesticides utilisés pour l'ensemble des cultures au niveau des différentes fermes	43

Liste des tableaux

N°	Titre	Page
01	Autres classes de produits pesticides (Gastinel et Kerlorch, 2010)	25
02	Fermes pilotes visitées lors de l'étude	30
03	Pourcentage (%) de la quantité moyenne (moyenne des fermes) des pesticides utilisés pour les cultures maraichères au niveau des trois wilayas	32
04	Quantité de pesticides utilisés au niveau des fermes de la wilaya de Guelma.	34
05	Quantité de pesticides utilisés au niveau des fermes de la wilaya de Skikda.	35
06	Quantité de pesticides utilisés au niveau des fermes de la wilaya d'Annaba.	36
07	Pourcentage (%) de la quantité moyenne (moyenne des fermes) des pesticides utilisés pour les cultures céréalières au niveau des trois wilayas.	39
08	Pourcentage (%) de la quantité moyenne (moyenne des fermes) des pesticides utilisés pour l'arboriculture fruitière au niveau des trois wilayas	41
09	Tableau récapitulatif des résultats pour la Ferme 1 de Guelma (FIG).	44
10	Tableau récapitulatif des résultats pour la Ferme 2 de Guelma	46
11	Tableau récapitulatif des résultats pour la Ferme 3 de Guelma	47
12	Tableau récapitulatif des résultats pour la Ferme 1 de Skikda	48
13	Tableau récapitulatif des résultats pour la Ferme 2 de Skikda	50
14	Tableau récapitulatif des résultats pour la Ferme 3 de Skikda	51
15	Tableau récapitulatif des résultats pour la Ferme 1 d'Annaba	52
16	Tableau récapitulatif des résultats pour la Ferme 2 d'Annaba	53
17	Nombre de produits utilisés et nombre d'applications des pesticides en cultures maraichères, pour les différentes fermes	55
18	Nombre de produits utilisés et nombre d'applications des pesticides en cultures céréalières pour les différentes fermes	57
19	Nombre de produits utilisés et nombre d'applications des pesticides en cultures céréalières pour les différentes fermes	59
20	Tableau récapitulatif des rendements enregistrés au niveau des différentes fermes	61

Introduction

Chaque année, les cultures sont soumises à des attaques par des parasites et des ravageurs, qui peuvent engendrer des pertes considérables de rendements, en l'absence de moyens de contrôles efficaces.

Pour lutter contre ces ennemis des cultures, plusieurs méthodes sont préconisées :

- Les méthodes préventives, appliquées avant l'apparition de la maladie parasitaire, ou le ravageur, et qui reposent plus particulièrement sur des pratiques culturales visant à éviter le parasite ou le ravageur.

- Les méthodes curatives, appliquées après l'installation de la maladie parasitaire, ou le ravageur sur la culture, et qui reposent sur la destruction de l'ennemi par différentes modalités, notamment, la lutte chimique, la lutte physique, la lutte biologique.....

La lutte chimique, par utilisation de pesticides demeure la méthode la plus utilisée, en raison de la disponibilité de molécules chimiques efficaces contre les différents types d'ennemis des cultures, et aussi en raison de la facilité d'utilisation et d'application des produits pesticides dans le contrôle phytosanitaire des cultures.

Le terme pesticide désigne les produits phytosanitaires destinés à protéger les végétaux contre tous les organismes nuisibles et les biocides qui sont, d'une manière large, destinés à détruire, repousser ou rendre inoffensifs les organismes nuisibles.

L'utilisation des pesticides a connu un développement important au cours des dernières décennies. Elle a fortement contribué à l'amélioration des rendements agricoles et permis un énorme progrès dans la maîtrise des ressources alimentaires.

Cependant, l'utilisation des pesticides doit être soumise à des réglementations très rigoureuses, qui régissent aussi bien l'efficacité des matières actives et la protection des cultures, que la protection de l'environnement, en vue de prévenir les risques de pollution des écosystèmes par les pesticides à usage agricole.

L'Algérie est l'un des principaux utilisateurs de produits phytosanitaires au monde. Mais peu d'informations existent sur les fréquences d'utilisation de la lutte chimique dans les programmes de contrôle phytosanitaire au niveau des différentes régions de l'Algérie.

Cette étude entre dans le cadre de la collaboration entre l'université 8 mai 1945 de Guelma et la Station Régionale de la Protection des Végétaux d'El Tarf (SRPV). Elle a concerné 08 fermes pilotes, installées dans 3 wilayas de l'Est Algérien (Guelma, Annaba et Skikda) et elle vise pour objectifs :

- Connaitre la fréquence d'utilisation des pesticides dans la région Est Algérien, par le biais d'un sondage au niveau de quelques fermes pilotes de cette région, portant sur :

- Le type de cultures installées au niveau des différentes fermes.
- les quantités des produits utilisés pour le traitement des cultures.
- Le type de produits utilisés (Fongicides, insecticides/acaricides, ou herbicides).
- Le nombre de produits utilisé par culture.
- Le nombre d'application pour les différents produits.

- Déduire des résultats obtenus, si l'application des pesticides au niveau de la zone d'étude peut être supposée, suffisante, excessive ou insuffisante, et faire des recommandations aux agriculteurs, dans le but de réussir le contrôle phytosanitaire de nos cultures, sans avoir des effets secondaires sur les différents écosystèmes.

2- Méthodologie de travail

2-1- Cadre scientifique et objectifs de l'enquête :

Cette étude entre dans le cadre d'une collaboration entre l'université 08 mai 1945 de Guelma et la station régionale de la protection des végétaux (S.R.P.V. d'El Tarf), et elle vise pour objectifs :

- Connaître l'impact de la vulgarisation sur la sensibilisation des agriculteurs en vue de traitements des cultures.
- Déduire l'effet du traitement sur l'amélioration des rendements des cultures.
- Avoir une idée sur la consommation des produits phytopharmaceutiques en Algérie.
- Faire des recommandations aux agriculteurs, pour une utilisation raisonnée des pesticides, en vue de protéger les cultures et augmenter les rendements, tout en veillant à ne pas polluer et endommager notre environnement, et maintenir le bon état sanitaire des utilisateurs (agriculteurs) et des consommateurs.

2-2- Présentation de la zone de l'étude :

2-2-1- Missions et zones d'action de la S.R.P.V. d'El Tarf.

La circonscription de la station régionale de la protection des végétaux (S.R.P.V. d'El Tarf) englobe 05 wilayas de l'Est Algérien (Annaba, Skikda, Jijel, Guelma, Souk Ahras, El Tarf) et les frontières Algéaux-Tunisienne.

La région Est Algérien se caractérise par une grande diversité des espèces cultivées (Maraîchages, cultures industrielles, arboriculture fruitière, vigne, agrumes, céréales).

Ces cultures sont sujettes d'un grand nombre de parasites (Maladies et ravageurs) qui sont susceptibles de les attaquer et provoquer des pertes considérables dans les rendements. C'est dans ce contexte que l'S.R.P.V dispose, en son siège, d'un complexe de laboratoires de diagnostics et d'analyses spécialisés dans les différentes disciplines de la biologie phytosanitaire :

- **Laboratoire de Phytopathologie** : Sa mission principale est la détection et l'identification des maladies bactériennes, mycologiques et virales d'origines phytopathogènes.

- **Laboratoire d'Entomologie** : Ses activités reposent sur l'étude des insectes nuisibles des cultures et la promotion des méthodes alternatives de lutte contre ces bio-agresseurs.

- **Laboratoire de Nématologie** : est orienté vers l'étude de différentes espèces de nématodes nuisibles qui possèdent une incidence économique sur les cultures.

- **Laboratoire de Malherbologie** :
vise le contrôle et la lutte contre les principales plantes parasites les plus souvent rencontrées.

- **Service de la lutte contre les fléaux agricoles** :
Sa mission repose sur le contrôle des ravageurs qui sont classés comme fléaux, car, lorsqu'ils pullulent, ils causent des pertes qui mettent en péril l'économie des exploitations et des régions du fait de leur voracité et de leur aptitude à la migration.

Les fléaux les plus redoutables sont : Criquet marocain, Sautereaux, Punaise des céréales, Oiseaux nuisibles, Rongeurs arvicoles, et autres ravageurs : Boufaroua et Myéloïis du palmier dattier)

Ces fléaux font l'objet d'une surveillance exercée par un réseau mis en place au niveau des wilayas, qui s'appuie sur les agents de stations régionales et les agents des services phytosanitaires ainsi les agriculteurs.

- **Appui technique pour l'avertissement agricole** :
Sa mission s'appuie sur l'accompagnement, conseille et assiste les agriculteurs dans la conduite phytosanitaire de leurs exploitations agricoles.

2-2-2- Zones de l'étude :

Cette enquête a concerné trois wilayas de l'Est Algérien (Guelma, Annaba et Skikda), qui entrent dans la zone d'action de la station régionale de la protection des végétaux d'El Tarf, et a porté sur huit (08) fermes pilotes, 03 fermes au niveau de la wilaya de Guelma, 03 fermes au niveau de la wilaya de Skikda et 02 fermes au niveau de la wilaya d'Annaba (**Tab. 02**).

Le tableau 02 montre que les différentes fermes prospectées se caractérisent par une diversité des cultures ; ces cultures sont regroupées en trois types :

- Les cultures maraichères
- L'arboriculture fruitière (A pépins et a noyaux).
- Les cultures céréalières.

L'enquête a été réalisée après élaboration d'un questionnaire (copie en annexe), comportant un certain nombre de questions, regroupées en plusieurs séries, et portant surtout, sur les types de cultures et les modalités d'interventions phytosanitaires, notamment la lutte chimique contre les ennemis des cultures :

- Superficies des cultures,
- Types de pesticides utilisés,
- Nombre de produits utilisés,
- Nombre de traitements appliqués,
- Quantité de pesticides utilisée
- Rendements enregistrés.

Tableau 02 : Fermes pilotes visitées lors de l'étude

Wilayas	Ferme	Cultures	Espèces	Superficie (ha)	Superficie totale utilisée (ha)
Guelma	F1G	Cultures maraichères	Tomate	10	114
			Pomme de terre	10	
			Fenouil	04	
			Piment	04	
		Arboriculture fruitière	A Pépins	36	
		A noyau			
	Culture céréalière	Blé dur	50		
	F2G	Cultures maraichères	Tomate	66	159.5
			Pomme de terre	07	
			Piment	03	
		Arboriculture fruitière	A noyau	33.5	
			Agrumes		
Culture céréalière	Blé dur	50			
F3G	Cultures maraichères	Tomate	10	128	
		Pomme de terre	10		
		Piment	05		
	Arboriculture fruitière	Agrumes	03		
	Culture céréalière	Blé dur	50		
		Blé tendre	50		
Skikda	F1S	Cultures maraichères	Ail	4.5	130
			Pomme de terre	5.5	
		Arboriculture fruitière	A noyau +A pépins	20	
	Culture céréalière	Blé dur	100		
	F2S	Cultures maraichères	Pomme de terre	37.5	290.5
			Fèverole	18	
			Pois chiche	15	
	Culture céréalière	Blé dur	220		
	F3S	Cultures maraichères	Tomate	03	65
			Arboriculture fruitière	Agrumes	
A pépins				7.75	
	A noyau	19.5			
Annaba	F1A	Cultures maraichères	Tomate	03	210
			Fèverole	30	
			Melon	02	
		Arboriculture fruitière	A pépins	02	
		Culture céréalière	Blé dur	133	
	Blé tendre		40		
	F2A	Cultures maraichères	Fèverole	60	496
			Pois chiche	80	
Arboriculture fruitière		A noyau	06		
Culture céréalière	Blé dur	250			
	Blé tendre	100			

2-3- Résultats et discussions.

2-3-1- Quantités de pesticides utilisés :

2-3-1-1- Pour les cultures maraichères :

- Comparaisons entre wilayas

Les données relatives à la quantité totale des pesticides utilisés pour le traitement des cultures maraichères (Fig.04) montrent que, toutes les fermes visitées lors de cette enquête, au niveau des trois wilayas, utilisent des pesticides en cultures maraichères, en vue de combattre les ennemis des cultures et améliorer la production.

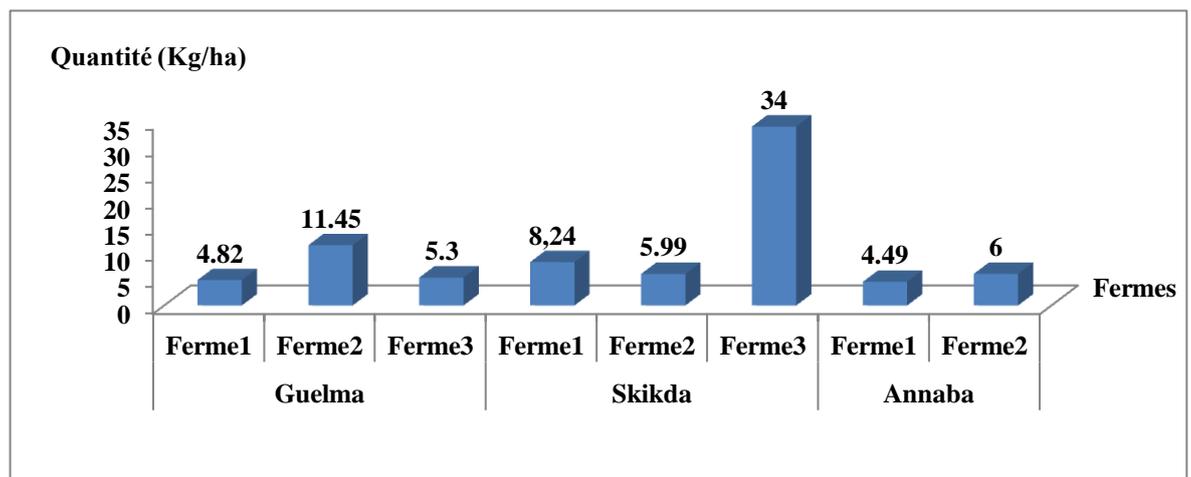


Figure 04 : Quantité totale de pesticides utilisés sur les cultures maraichères au niveau des différentes fermes.

La wilaya de Skikda utilise plus de pesticides que les deux autres wilayas, la quantité moyenne à l'hectare est de l'ordre de 16.07 kg/ha. La wilaya de Guelma occupe la deuxième position, avec une moyenne à l'hectare de l'ordre de 07.19 kg/ha. La wilaya d'Annaba occupe la dernière position, avec une moyenne de 05.24 kg/ha.

Pour les wilayas de Guelma et de Skikda, les pesticides utilisés sont surtout, les fongicides (Fig.05), qui représentent respectivement, 70.42 % et 71.90 % des quantités totales de pesticides utilisés pour les cultures maraichères ; puis ce sont les insecticides et les acaricides qui viennent en deuxième position, avec une valeur représentant une proportion de 20.44 % au niveau des fermes de Guelma, et 21.58 % au niveau des fermes de Skikda. Les herbicides, quant à eux sont faiblement utilisés pour les cultures maraichères au niveau des fermes visitées dans

ces deux wilayas ; la quantité utilisée ne représente que 04.38 % à Guelma et 2.49 % à Skikda (Tab.03). Alors que pour la wilaya d'Annaba, ce sont les herbicides qui représentent le pourcentage d'utilisation le plus élevé (80.74 %), puis les insecticides/acaricides, avec une valeur de 11.25 %, et les fongicides représentent le pourcentage le plus faible (08 %).

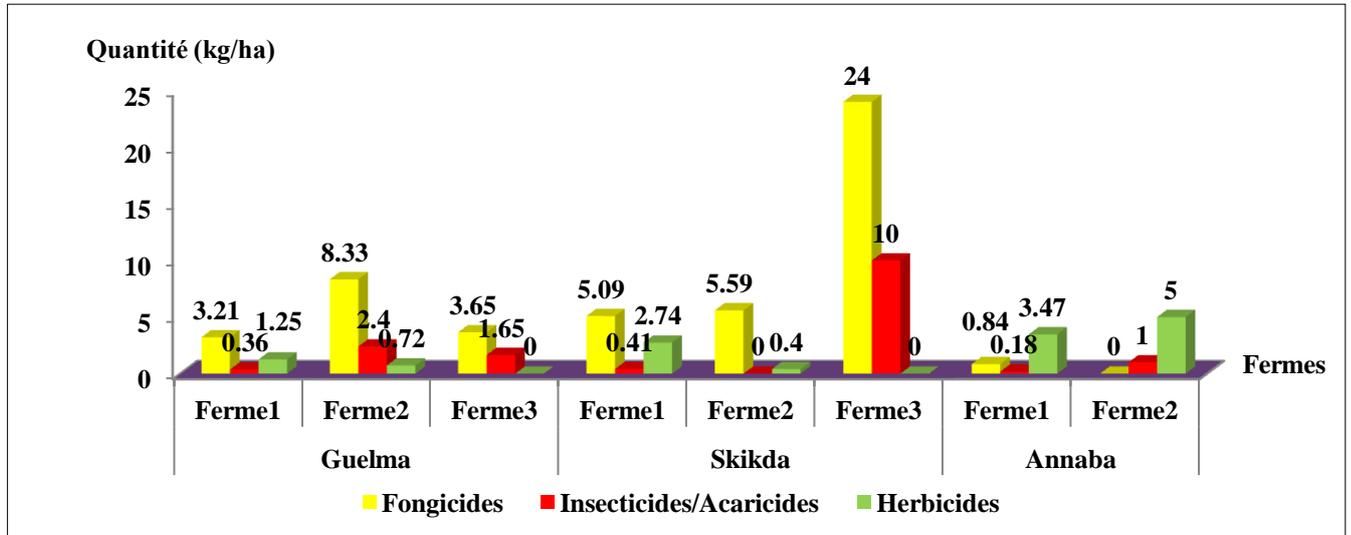


Figure 05 : Quantité de pesticides utilisés pour les cultures maraichères au niveau des différentes fermes.

Tableau 03 : Pourcentage (%) de la quantité moyenne (moyenne des fermes) des pesticides utilisés pour les cultures maraichères au niveau des trois wilayas

		Fermes de Guelma	Fermes de Skikda	Fermes d'Annaba
Fongicides	Quantité Moy. (kg /ha)	05.06	11.56	0.42
	Pourcentage (%)	70.42	71.90	08
Insecticides/Acaricides	Quantité Moy. (kg /ha)	1.47	3.47	0.59
	Pourcentage (%)	20.44	21.58	11.25
Herbicides	Quantité Moy. (kg /ha)	0.66	1.04	4.23
	Pourcentage (%)	04.38	2.49	80.74
	Quantité Totale de pesticides (kg /ha)	07.19	16.07	5.24

- Comparaison entre les Fermes de chaque wilaya.

➤ **Wilaya de Guelma :**

La quantité la plus élevée, de pesticides utilisés pour les cultures maraichères a été notée au niveau de la ferme 2 (Tab.04), et les fongicides représentent les produits les plus utilisés par cette ferme (72.75 %). Les cultures maraichères cultivées au niveau de cette ferme sont : la tomate, la pomme de terre et le piment. Alors que pour les deux autres fermes les quantités de pesticides utilisés sont plus ou moins faibles, notamment pour les fongicides, par rapport à la ferme 2, malgré que, presque, ce sont les mêmes cultures qui sont cultivées au niveau des trois fermes (tomate, pomme de terre et fenouil, pour la ferme 1 ; et tomate, pomme de terre et piment pour la ferme 3).

➤ **Wilaya de Skikda :**

La quantité la plus élevée, de pesticides utilisés pour les cultures maraichères pour cette wilaya a été notée au niveau de la ferme 3 (Tab.05; Fig.04), et les fongicides représentent les produits les plus utilisés par cette ferme (70.58 %). Parmi les cultures maraichères, cette ferme ne cultive que la tomate, et les produits utilisés sont pour la majorité, sous forme de poudre. Alors que pour les deux autres fermes les quantités de pesticides utilisés sont plus ou moins faibles. Pour ces fermes, la culture qui prédomine est la pomme de terre.

➤ **Wilaya d'Annaba :**

Pour les fermes de cette wilaya, c'est la ferme 2 qui utilise plus de pesticides par rapport à la ferme 1, et les herbicides sont les plus utilisés en comparaison avec les fongicides et les insecticides/acaricides (Tab.06; Fig.04). La ferme 1 cultive la tomate, le melon et la féverole, et la ferme 2 cultive la féverole et le pois chiche.

➤ **Comparaison inter-fermes dans les 3 wilayas :**

a- Les fongicides :

La ferme 2 de Guelma a enregistré la valeur la plus élevée pour les fongicides utilisés (08.33 kg/ha), ainsi que la ferme 3 de Skikda avec une quantité de 24 kg/ha ; ces quantités élevées peuvent être attribuées aux nombres élevés des applications, ainsi que, les doses d'applications élevées de certains produits.

La ferme 2 d'Annaba n'a pas utilisé de fongicides au cours de l'année précédente, malgré que la superficie cultivée en cultures maraichères étant importante (140 ha), et les cultures installées étaient, le pois chiche et la fèverole.

b- Les insecticides /acaricides :

La ferme 3 de Skikda a enregistré une valeur de 10 kg/ha en ce qui concerne la quantité d'insecticides/acaricides, appliquée sur les cultures maraichères, ensuite la ferme 2 de Guelma avec une utilisation de 2.4 kg/ha (Fig.05).

La ferme 2 de Skikda n'a pas appliqué des insecticides /acaricides durant la campagne précédente.

c- Les herbicides :

Les quantités d'herbicides utilisés étaient plus importantes dans les fermes d'Annaba (80.74 % de la quantité de pesticides utilisée/ha), notamment la ferme 2. Pour les fermes des autres wilayas, les quantités d'herbicides utilisés sont généralement faibles (Fig.05; Tab.03).

2-3-1-2- Pour les cultures céréalières :

- Comparaisons entre wilayas

La figure 06 montre que, toutes les fermes visitées lors de cette enquête, au niveau des trois wilayas, utilisent des pesticides en cultures céréalières, à l'exception de la ferme 3 de Skikda, qui ne dispose pas de cultures céréalières dans ses parcelles au cours de saison précédente.

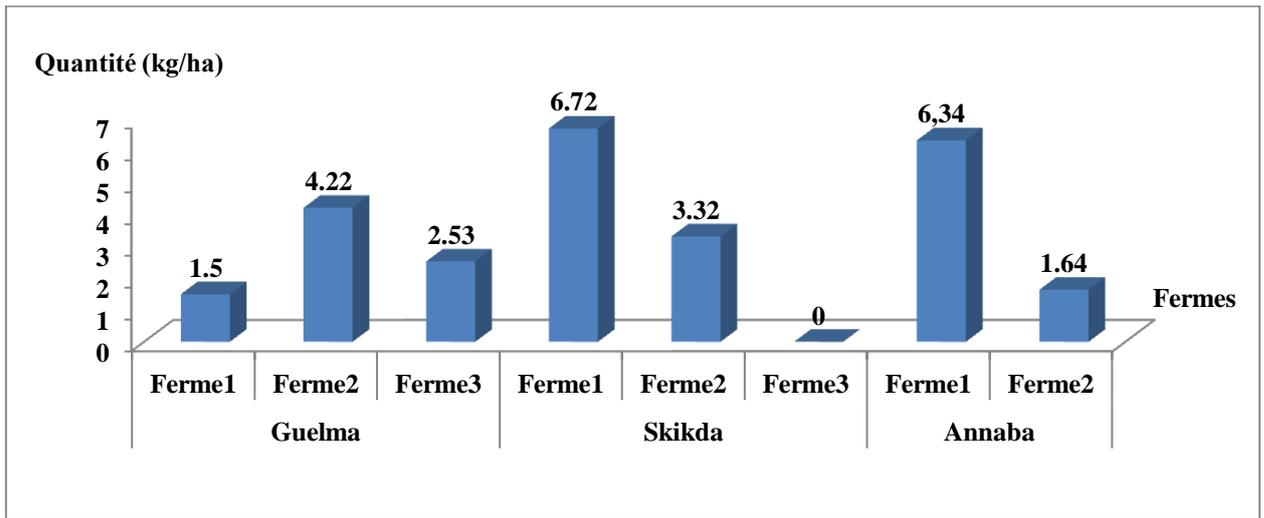


Figure 06 : Quantité totale de pesticides utilisés sur les cultures céréalières au niveau des différentes fermes.

La wilaya de Skikda utilise plus de pesticides que les deux autres wilayas, la quantité moyenne à l’hectare sur les cultures céréalières est de l’ordre de 5.02 kg/ha. La wilaya d’Annaba occupe la deuxième position, avec une moyenne à l’hectare de l’ordre de 3.99 kg/ha. La wilaya de Guelma occupe la dernière position, avec une moyenne de 2.75 kg/ha (Tab.07).

Pour les wilayas de Skikda et d’Annaba, les pesticides utilisés sont surtout, les fongicides, qui représentent respectivement, 64.74 % et 50.18 % des quantités totales de pesticides utilisés pour les cultures céréalières ; puis ce sont les herbicides qui viennent en deuxième position, avec une valeur représentant une proportion de 31.28 % au niveau des fermes de Skikda, et 49.68 % au niveau des fermes d’Annaba. Les insecticides/acaricides, sont faiblement utilisés à Skikda (03.98 %), et non utilisés à Annaba (0.00%). Alors que pour la wilaya de Guelma, ce sont les herbicides qui représentent le pourcentage d’utilisation le plus élevé (68.48 %), puis les Fongicides, avec une valeur de 31.51 %, alors que les insecticides/acaricides, n’ont pas été utilisés dans les fermes de cette wilaya sur les cultures céréalières, durant la campagne précédente (0.00 %) (Tab.07).

Tableau 07 : Pourcentage (%) de la quantité moyenne (moyenne des fermes) des pesticides utilisés pour les cultures céréalières au niveau des trois wilayas.

		Fermes de Guelma	Fermes de Skikda	Fermes d'Annaba
Fongicides	Quantité Moy. (kg /ha)	0.87	3.25	2.01
	Pourcentage (%)	31.51	64.74	50.18
Insecticides/Acaricides	Quantité Moy. (kg/ha)	0.00	0.2	0.00
	Pourcentage (%)	0.00	3.98	0.00
Herbicides	Quantité Moy. (kg/ha)	1.88	1.57	1.98
	Pourcentage (%)	68.48	31.27	49.68
	Quantité Totale de pesticides (kg/ ha)	2.75	5.02	3.99

- Comparaison entre les Fermes de chaque wilaya.

➤ **Wilaya de Guelma :**

La quantité la plus élevée, de pesticides utilisés pour les cultures céréalières a été notée au niveau de la ferme 2 sur le blé dur (Tab.07; Fig.06), et les herbicides représentent les produits les plus utilisés par cette ferme (88.15 %). Alors que pour les deux autres fermes les quantités de pesticides utilisés sont plus ou moins faibles, notamment pour la ferme 1.

➤ **Wilaya de Skikda :**

La quantité la plus élevée, de pesticides utilisés pour les cultures céréalières (blé dur) pour cette wilaya a été notée au niveau de la ferme 1 (Fig.06), et les fongicides représentent les produits les plus utilisés par cette ferme (74.40 %). La ferme 2 a utilisé des quantités moyennes par rapport à la ferme 1, alors que la ferme 3 n'a pas utilisé des pesticides, à cause de l'absence des cultures céréalières dans cette ferme.

➤ **Wilaya d'Annaba :**

Pour les fermes de cette wilaya, la ferme 1 utilise plus de pesticides que la ferme 2. Les fongicides et les herbicides sont utilisés avec des quantités plus ou moins similaires au niveau de cette ferme. Les deux fermes de cette wilaya cultivent du blé dur et du blé tendre (Fig.06; Fig.07).

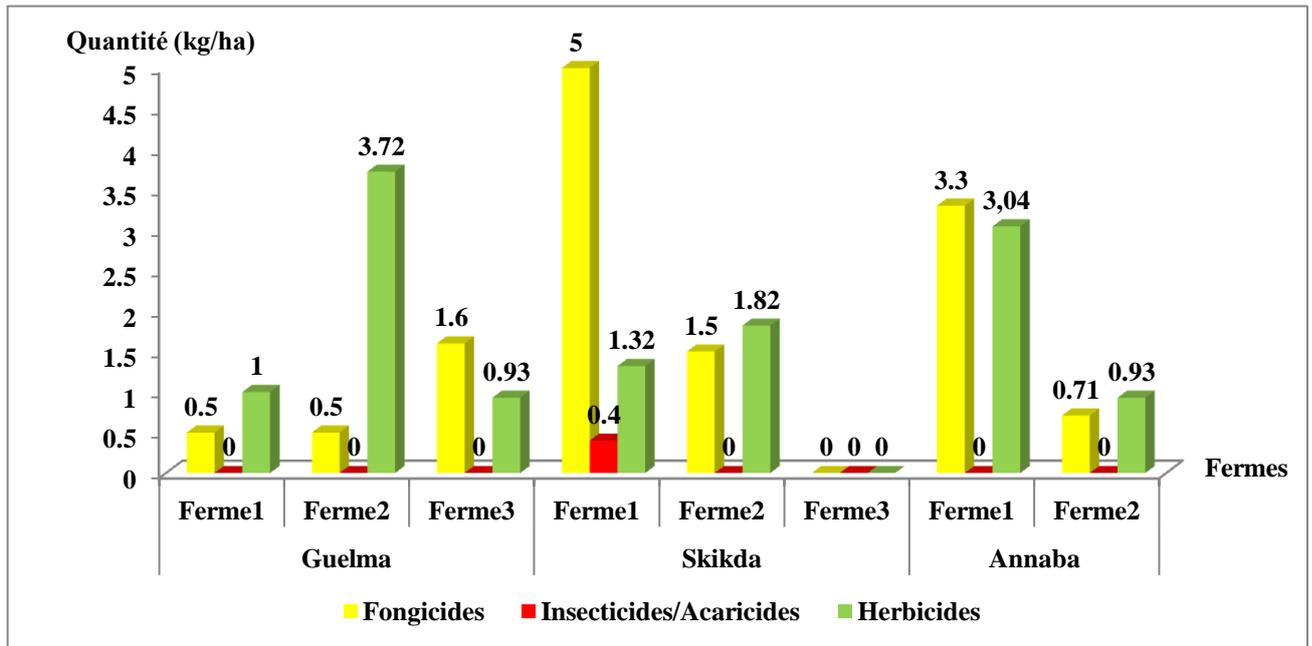


Figure 07 : Quantité de pesticides utilisés pour les cultures céréalières au niveau des différentes fermes.

- Comparaison inter-fermes dans les 3 wilayas :

a- Les fongicides :

La ferme 1 de Skikda a enregistré la valeur la plus élevée pour les fongicides utilisés (5 kg/ha), suivi de la ferme 1 d'Annaba avec une quantité de 3.3 kg/ha ; la ferme 3 de Guelma et la ferme 2 de Skikda ont enregistré des quantités moyennes en fongicides, alors que pour les autres fermes les quantités de fongicides utilisées étaient faibles, notamment la ferme 1 et la ferme 2 de Guelma (Fig.07).

b- Les insecticides /acaricides :

La seule ferme qui a utilisé les insecticides/acaricides sur les cultures céréalières est la ferme 1 de Skikda, avec un taux de 0.4 kg/ha (5.95 % de la quantité de pesticides utilisée à l'hectare (Fig.07).

c- Les herbicides :

Les quantités d'herbicides utilisés en cultures céréalières, étaient plus importantes dans la ferme 2 de Guelma (3.72 kg/ha) et la ferme 1 d'Annaba (3.04 kg/ha). Pour les autres fermes, les quantités d'herbicides utilisés sont généralement faibles (de 0.93 à 1.82 kg/ha) (Fig.07).

2-3-1-3- Pour l'arboriculture fruitière :

- Comparaisons entre wilayas

La figure 08 et le tableau 05 montrent que seules les fermes 1 et 2 de Skikda utilisent des pesticides en arboriculture fruitière, malgré que toutes les fermes aient des vergers installés, à l'exception de la ferme 2 de Skikda qui ne dispose pas de vergers d'arboriculture dans ses parcelles.

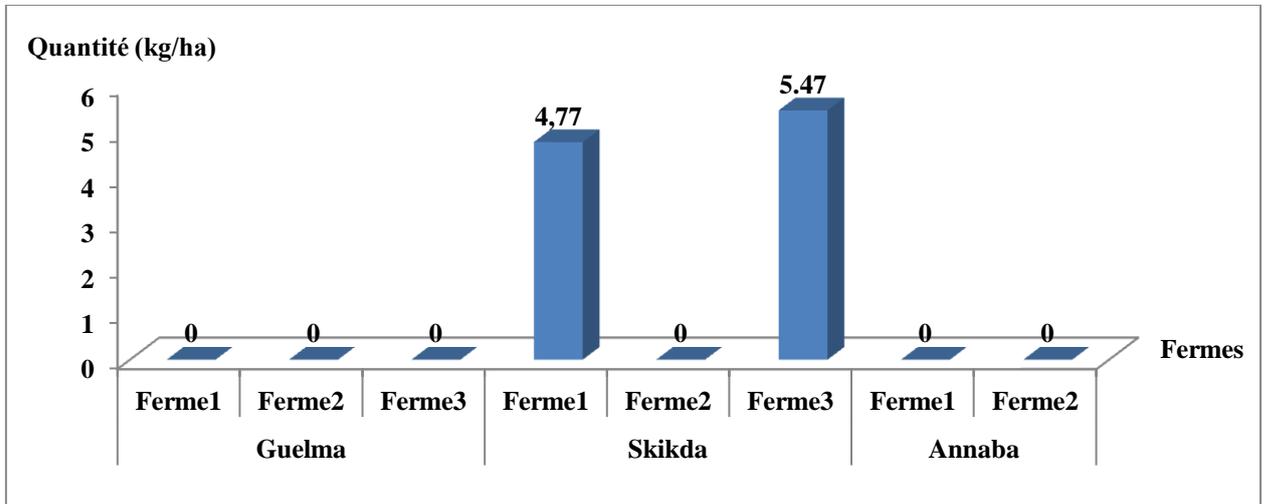


Figure 08 : Quantité totale de pesticides utilisés en arboriculture fruitière au niveau des différentes fermes.

Tableau 08 : Pourcentage (%) de la quantité moyenne (moyenne des fermes) des pesticides utilisés pour l'arboriculture fruitière au niveau des trois wilayas

		Fermes de Guelma	Fermes de Skikda	Fermes d'Annaba
Fongicides	Quantité Moy. (kg /ha)	0.00	2.99	0.00
	Pourcentage (%)	0.00	58.45	0.00
Insecticides/Acaricides	Quantité Moy. (kg/ha)	0.00	2.13	0.00
	Pourcentage (%)	0.00	41.64	0.00
Herbicides	Quantité Moy. (kg/ha)	0.00	0.00	0.00
	Pourcentage (%)	0.00	0.00	0.00
	Quantité Totale de pesticides (kg/ ha)	0.00	5.12	0.00

- Comparaison entre les Fermes de Skikda.

La quantité la plus élevée, de pesticides utilisés pour l'arboriculture fruitière a été notée au niveau de la ferme 3 (Fig.09), les fongicides et les insecticides/acaricides sont utilisés en quantités similaires (50.09 % pour les insecticides/acaricides, et 49.90 % pour les fongicides). Les herbicides ne sont pas utilisés par cette ferme en arboriculture.

Pour la ferme 1 de Skikda, les fongicides représentent les 68.27 % des pesticides utilisés, et les insecticides/acaricides représentent 31.93 % des pesticides utilisés.

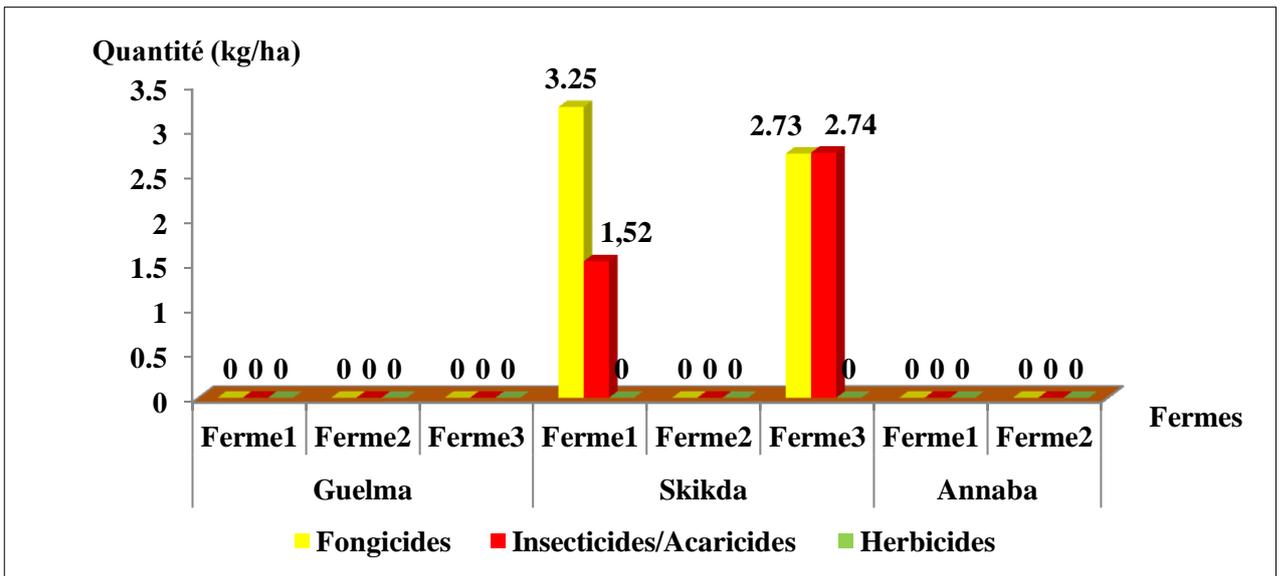


Figure 09 : Quantité de pesticides utilisés en arboriculture fruitière au niveau des différentes fermes des 03 wilayas

2-3-2- Nombre de pesticides utilisés et nombre d'applications :

La figure 10 représentant le nombre de produits pesticides utilisés dans les différentes fermes sur les différentes cultures, montre que le nombre de produits utilisés pour le traitement des cultures dans les trois wilayas est de l'ordre de 0 à 6 produits. Le nombre de produits le plus élevé a été enregistré pour les fongicides et les insecticides (6 produits dans certaines fermes). Ceci indique que ces fermes utilisent une grande diversité des produits. Cependant le nombre le plus faible de produits utilisés est enregistré au niveau des fermes d'Annaba (0 à 4 produits).

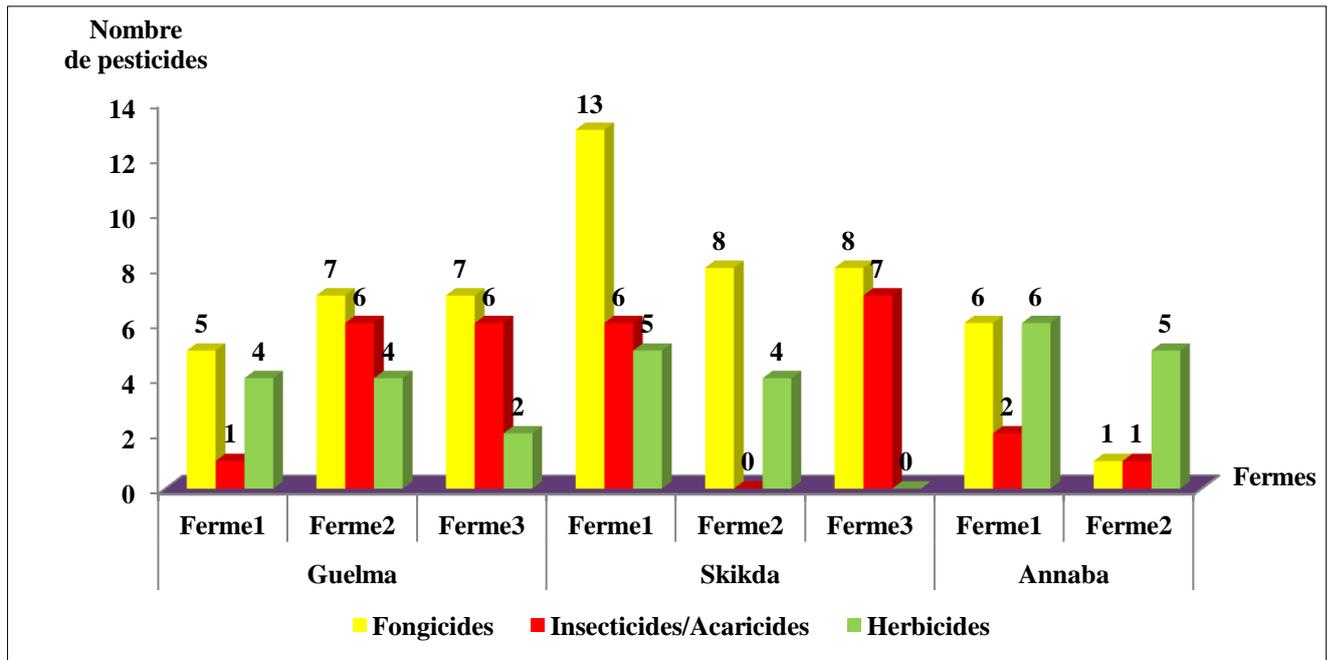


Figure 10 : Nombre de pesticides utilisés pour l'ensemble des cultures au niveau des différentes fermes

➤ **Au niveau de la wilaya de Guelma**

Le tableau 09 montre que pour la ferme 1 de Guelma (FIG), le nombre de produits utilisés est de 10, pour 05 produits fongicides, 01 produit insecticide et 04 produits herbicides. Le nombre de produits le plus utilisé a concerné les fongicides utilisés pour les cultures maraichères (4 produits). Pour les insecticides/acaricides, un seul produit a été utilisé sur les cultures maraichères également. Quatre produits herbicides dont trois (03) ont été utilisés sur les cultures maraichères et un produit (01) a été utilisé en céréaliculture.

Le nombre total d'applications est de 11, 09 applications sur les cultures maraichères, et 02 applications sur les céréales.

Pour la ferme 2 (F2G), le tableau 10 , affiche que le nombre de produits est de 17, 07 produits fongicides, dont huit (06) utilisés sur les cultures maraichères et un (01) produit utilisé en céréaliculture. Le nombre d'insecticides/acaricides étant de : six (06), utilisés tous pour le traitement des cultures maraichères. Le nombre d'herbicides est de quatre (04), un (01) utilisé sur les cultures maraichères et trois (03) utilisés pour le traitement des céréales.

Le nombre total d'applications est de 33, 29 applications sur les cultures maraichères, et 05 applications sur les céréales.

Pour la ferme 3 (F3G), le tableau 11 montre que, le nombre total de produits étant de 15, 07 fongicides, 06 insecticides/acaricides et 02 herbicides. 05 produits fongicides sur les 07 sont utilisés pour les cultures maraichères, et 02 sur les cultures céréalières. Les insecticides/acaricides (06) sont tous utilisés sur les cultures maraichères, alors que les herbicides (02 produits) ont été appliqués sur les céréales.

Le nombre total d'applications est de 21, 17 applications sur les cultures maraichères, et 04 applications sur les céréales.

➤ **Au niveau de la wilaya de Skikda**

Le tableau 12 représentant le nombre de produits utilisés au niveau de la ferme 1 (F1S), montre que cette ferme a utilisé 24 produits, dont 13 fongicides dont, 06 ont été utilisés sur cultures maraichères, 03 sur l'arboriculture fruitière et 04 sur les céréales . 06 insecticides/acaricides dont, 02 ont été appliqués sur les cultures maraichères, 03 sur l'arboriculture fruitière et 01 produit sur les céréales. Pour les herbicides, 05 produits ont été utilisés, dont 03 sur les cultures maraichères et 02 sur les céréales.

Le nombre total d'applications est de 28, 14 applications sur les cultures maraichères, 06 en arboriculture fruitière et 08 applications sur les céréales.

Au niveau de la ferme 2 (F2S), le tableau 13 montre que le nombre de produits utilisés par cette ferme est de 12, dont 08 fongicides et 04 herbicides. 06 fongicides ont été utilisés sur les cultures maraichères et 02 produits sur les céréales. Pour les herbicides, 03 produits ont été utilisés sur les céréales et 01 produit sur les cultures maraichères.

Le nombre total d'applications est de 15, 10 applications sur les cultures maraichères, et 05 applications sur les céréales.

Pour la ferme 3 (F3S), le nombre de produits utilisé est de 17 (Tab.14), 10 fongicides et 07 insecticides/acaricides. 03 fongicides utilisés sur les cultures maraichères et 07 sur les céréales. 01 insecticide/acaricide utilisé sur les cultures maraichères et 06 produits sur l'arboriculture fruitière.

Le nombre total d'applications est de 25, 07 applications sur les cultures maraichères, et 18 applications sur l'arboriculture fruitière.

➤ **Au niveau de la wilaya d'Annaba.**

Pour la ferme 1 (F1A), le nombre de produits utilisé est de 15 (Tab.15), 07 fongicides, dont 04 ont été utilisés sur les cultures maraichères et 03 sur les céréales. 02 insecticides/acaricides appliqués sur les cultures maraichères et 06 herbicides dont 02 appliqués sur les cultures maraichères et 04 sur les céréales.

Le nombre total d'applications est de 20, 12 applications sur les cultures maraichères, et 08 applications sur les céréales.

Pour la ferme 2 (F2A), le nombre de produits étant faible en comparaison avec toutes les autres fermes (Tab.16), il est de l'ordre de 07, dont 01 fongicide , appliqué sur céréales, 01 insecticide, appliqué sur les cultures maraichères et 05 herbicides, dont 02 sont utilisés en traitement des cultures maraichères et 03 produits ont été utilisés en céréaliculture.

Le nombre total d'applications est de 07, 03 applications sur les cultures maraichères, et 04 applications sur les céréales.

L'analyse globale de ces résultats relatifs aux paramètres : Nombre de produits et Nombre d'application, révèle que :

Le nombre le plus élevé des produits utilisés a été enregistré au niveau de la ferme 1 de Skikda (F1S), où le nombre de produits est de 24, alors que le nombre le plus faible a été noté pour la ferme 2 d'Annaba (07 produits). La ferme 1 de Skikda (F1S) dispose dans ses parcelles différents types de cultures et utilise une diversité importante des produits pesticides, aussi bien pour les cultures maraichères (11 produits), pour l'arboriculture fruitière (06 produits), et pour les cultures céréalières (07 produits), et au niveau de cette ferme, ils utilisent également les différents types des pesticides (fongicides, insecticides/acaricides, et herbicides) ; ce qui induit pour conséquence l'augmentation du nombre de produits utilisés.

La ferme 2 d'Annaba (F2A), au niveau de laquelle nous avons noté un nombre faible de produits utilisés (07), ne dispose pas au niveau de ses parcelles l'arboriculture fruitière, utilise surtout des herbicides (05 produits herbicides, 1 produit insecticide/acaricide et 01 produit fongicide), mais, on remarque qu'il y a une diversité dans les produits herbicides utilisés, aussi bien pour les cultures maraichères (02 produits), que pour les céréales (03 produits).

➤ **Fréquences de diversification et d'application des produits phytosanitaires au niveau des différentes fermes, pour les différentes cultures :**

A- Les cultures maraichères :

Le tableau 17 affiche les fréquences de diversification et d'application des produits pesticides sur les cultures maraichères, au niveau des différentes fermes.

Sur les cultures maraichères le nombre de produits utilisés est très élevé, et la valeur maximale (13 produits) a été notée pour la ferme 2 de Guelma (F2G), ceci s'est répercuté sur le nombre d'application, où nous avons enregistré également la valeur la plus élevée pour cette ferme (29 applications), alors que les valeurs les plus basses ont été notées au niveau de la ferme 2 d'Annaba (F2A), pour laquelle nous avons noté , l'utilisation de 03 produits sur les cultures maraichères, avec une fréquence de 03 applications [03 produits/03 applications] (Tab.17).

Tableau 17 : Nombre de produits utilisés et nombre d'applications des pesticides en cultures maraichères, pour les différentes fermes.

Wilaya	Fermes	Nombre total de produits / Nombre d'applications	Produits pesticides	Nombre de produits / Nombre d'applications
Guelma	01	[08/09]	Fongicides	[04/04]
			Insecticides /Acaricides	[01/01]
			Herbicides	[03/04]
	02	[13/29]	Fongicides	[06/18]
			Insecticides /Acaricides	[06/10]
			Herbicides	[01/01]
	03	[11/17]	Fongicides	[05/07]
			Insecticides /Acaricides	[06/10]
			Herbicides	[00/00]
Skikda	01	[11/14]	Fongicides	[06/07]
			Insecticides /Acaricides	[02/02]
			Herbicides	[03/05]
	02	[07/10]	Fongicides	[06/09]
			Insecticides /Acaricides	[00/00]
			Herbicides	[01/01]
	03	[04/07]	Fongicides	[03/05]
			Insecticides /Acaricides	[01/02]
			Herbicides	[00/00]
Annaba	01	[08/12]	Fongicides	[04/09]
			Insecticides /Acaricides	[02/03]
			Herbicides	[02/02]
	02	[03/03]	Fongicides	[00/00]
			Insecticides /Acaricides	[01/01]
			Herbicides	[02/02]

En ce qui concerne la diversité et la fréquence des traitements avec les différents pesticides, les résultats obtenus au cours de cette enquête révèlent que :

*** Pour les fongicides :**

Les fermes F₂G, F₁S, F₂S et F₁A ; sont les fermes qui utilisent beaucoup de fongicides, avec des nombres d'application différents ; et la ferme F₂G, qui a utilisé le nombre le plus élevé de produits, a enregistré le nombre d'applications le plus élevé (6 fongicides/ 18 applications). Cette diversité dans les produits utilisés est due à la diversité des cultures maraichères installées au niveau de cette ferme (piment, tomate, pomme de terre).

La F₂S vient en deuxième position après F₂G, dans l'utilisation des fongicides sur les cultures maraichères] 06 produits / 09 applications].

F₂A n'utilise pas les fongicides malgré qu'elle possède une grande superficie de deux espèces de cultures maraichères (80 ha de pois chiche et 60 ha de fèverole).

*** Pour les insecticides /acaricides :**

Les résultats obtenus montrent que les insecticides /acaricides sont moins utilisées par rapport aux fongicides en cultures maraichères, les fermes 2 et 3 de Guelma (F₂G et F₃G) ont noté un nombre élevé de produits, associés à un nombre d'applications élevé, les valeurs enregistrées sont,] 6/10]. Ces deux fermes disposent des superficies importantes de cultures maraichères dans leurs parcelles.

La ferme 2 de Skikda (F₂S) n'utilise aucun type d'insecticides/acaricides malgré la présence d'une grande superficie de cultures maraichères.

L'analyse des résultats montre que les fermes qui cultivent la tomate, sont les fermes qui utilisent plus de produits insecticides/acaricides.

*** Pour les herbicides :**

Les herbicides sont les moins utilisés en cultures maraichères. Les exploitations F₁G et F₁S sont les fermes qui utilisent plus d'herbicides que les autres fermes, la F₂G est celle qui utilise le moins d'herbicides] 01/01] ; car au niveau de cette ferme, ils procèdent par désherbage mécanique des cultures maraichères.

B- Les cultures céréalières :

Le tableau 18 affiche les fréquences de diversification et d'application des produits pesticides sur les cultures céréalières, au niveau des différentes fermes.

Sur les cultures céréalières, le nombre de produits utilisés est de 2 à 7, la valeur maximale (7 produits) a été notée pour la ferme 1 de Skikda (F₁S) et la ferme 1 d'Annaba (F₁A), cependant le nombre d'applications le plus élevé est noté pour ces deux fermes précédentes où il a atteint la valeur de 8 applications. Les valeurs les plus basses ont été notées au niveau de la ferme 1 de Guelma (F₁G), pour laquelle nous avons noté, l'utilisation de 01 produit avec une fréquence d'une application (Tab.18).

Tableau 18 : Nombre de produits utilisés et nombre d'applications des pesticides en cultures céréalières pour les différentes fermes.

Wilaya	Fermes	Nombre total de produits / Nombre d'applications	Produits pesticides	Nombre de produits / Nombre d'applications
Guelma	01	[02/02]	Fongicides	[01/01]
			Insecticides /Acaricides	[00/00]
			Herbicides	[01/01]
	02	[04/05]	Fongicides	[01/01]
			Insecticides /Acaricides	[00/00]
			Herbicides	[03/04]
	03	[04/04]	Fongicides	[02/02]
			Insecticides /Acaricides	[00/00]
			Herbicides	[02/02]
Skikda	01	[07/08]	Fongicides	[04/04]
			Insecticides /Acaricides	[01/02]
			Herbicides	[02/02]
	02	[05/05]	Fongicides	[02/02]
			Insecticides /Acaricides	[00/00]
			Herbicides	[03/03]
	03	[00/00]	Fongicides	[00/00]
			Insecticides /Acaricides	[00/00]
			Herbicides	[00/00]
Annaba	01	[07/08]	Fongicides	[03/03]
			Insecticides /Acaricides	[00/00]
			Herbicides	[04/05]
	02	[04/04]	Fongicides	[01/01]
			Insecticides /Acaricides	[00/00]
Herbicides	[03/03]			

En ce qui concerne la diversité et la fréquence des traitements avec les différents pesticides, les résultats obtenus au cours de cette enquête révèlent que :

*** Pour les fongicides :**

Les fermes F1S est la ferme qui utilise plus de produits fongicides sur céréales (4 produits), suivi de la ferme F1A (3 produits) ; les fermes 1 et 2 de Guelma et la ferme 2 d'Annaba utilisent moins de produits fongicides sur céréales (1 produit). Les fréquences d'applications au niveau des différentes fermes sont proportionnelles au nombre de produits utilisés : 4 applications pour la ferme 1 de Skikda et 3 applications pour la ferme 1 d'Annaba (Tab.18).

*** Pour les insecticides /acaricides :**

Les résultats obtenus montrent que la seule ferme qui utilise des insecticides /acaricides sur les céréales est la ferme 1 de Skikda (F1S), le nombre de produits est faible (01 produit), avec deux (02) applications.

*** Pour les herbicides :**

Les résultats obtenus montrent que toutes les fermes qui cultivent des céréales, utilisent des herbicides. Le nombre de produits le plus élevé est noté pour la ferme 1 d'Annaba (04 produits), pour les autres fermes, le nombre d'herbicides utilisés et de l'ordre de 1 à 3. Le nombre le plus faible a été noté pour la ferme 1 de Guelma (01 produit).

Le nombre d'applications est de 01 (F1G) à 05 (F1A).

C- L'arboriculture fruitière:

Le tableau 19 affiche les fréquences de diversification et d'application des produits pesticides en arboriculture fruitière, au niveau des différentes fermes.

Seules les fermes 1 et 3 de Skikda (F1S et F3S), utilisent des pesticides en arboriculture fruitière, le nombre de produits utilisés est de 03 à 07 (Tab.19). La valeur maximale (07 produits) a été notée pour la ferme 3 de Skikda (F3S), et le nombre d'application est très élevé pour cette dernière ferme (09 applications).

En ce qui concerne la diversité et la fréquence des traitements avec les différents pesticides, nous signalons que seules les insecticides/acaricides et les fongicides sont utilisés pour le traitement en arboriculture fruitière. Les résultats obtenus au cours de cette enquête révèlent que :

Tableau 19 : Nombre de produits utilisés et nombre d'applications des pesticides en arboriculture fruitière pour les différentes fermes.

Wilaya	Fermes	Nombre total de produits / Nombre d'applications	Produits pesticides	Nombre de produits / Nombre d'applications
Guelma	01	[00/00]	Fongicides	[00/00]
			Insecticides /Acaricides	[00/00]
			Herbicides	[00/00]
	02	[00/00]	Fongicides	[00/00]
			Insecticides /Acaricides	[00/00]
			Herbicides	[00/00]
	03	[00/00]	Fongicides	[00/00]
			Insecticides /Acaricides	[00/00]
			Herbicides	[00/00]
Skikda	01	[06/06]	Fongicides	[03/03]
			Insecticides /Acaricides	[03/03]
			Herbicides	[00/00]
	02	[00/00]	Fongicides	[00/00]
			Insecticides /Acaricides	[00/00]
			Herbicides	[00/00]
	03	[13/18]	Fongicides	[07/09]
			Insecticides /Acaricides	[06/09]
			Herbicides	[00/00]
Annaba	01	[00/00]	Fongicides	[00/00]
			Insecticides /Acaricides	[00/00]
			Herbicides	[00/00]
	02	[00/00]	Fongicides	[00/00]
			Insecticides /Acaricides	[00/00]
			Herbicides	[00/00]

*** Pour les fongicides :**

La ferme F3S, utilise plus de produits fongicides (07 produits) par rapport à la ferme F1S (03 produits). Le nombre d'application est également élevé au niveau de la ferme 3 (09 applications) en comparaison avec la ferme 1 (F1S) pour laquelle, le nombre d'applications des produits fongicides est de 03 (Tab.19). Cette différence dans le nombre de produits et le nombre d'application entre les deux fermes peut être attribuée à la diversité des espèces cultivées dans les deux fermes ; la ferme 3 (F3S) a plus d'espèces (Agrumes, Arbres fruitiers à noyaux et arbres fruitiers à pépins), en comparaison avec la ferme 1 (F1S), qui ne possède que des vergers d'arbres fruitiers à noyaux.

*** Pour les insecticides /acaricides :**

Des résultats similaires à ceux obtenus pour les fongicides, ont été également notés pour les insecticides /acaricides. La ferme 3 (F3S) utilise plus d'insecticides/acaricides par rapport à la ferme 1 (F1S) et les valeurs enregistrées sont respectivement 06 et 03. Le nombre d'applications est de 09 au niveau de la ferme 3, et 03 applications au niveau de la ferme 1 (F1S).

2.3.3. Impact de l'utilisation des pesticides sur le rendement des cultures.

Le tableau 20 montre que l'utilisation des pesticides dans les programmes de protection phytosanitaire a enregistré des effets remarquables dans l'amélioration des rendements de culture, ceci est noté plus précisément dans les fermes qui ont utilisés des quantités de produits pesticides plus ou moins élevées, avec une diversité modérée dans le nombre de produits et le nombre d'applications ; c'est le cas plus particulièrement des cultures maraichères au niveau de la ferme 2 de Guelma (F2G), où sur la tomate, à titre d'exemple, le nombre de produits utilisés au niveau de cette ferme étant 13, avec un nombre d'application concernant tous les produits utilisés qui de l'ordre de 29, les rendements enregistrés pour la tomate sont de l'ordre de 484 Qx/ha, alors que pour la ferme 1 d'Annaba (F1A) pour laquelle le nombre de produits et le nombre d'application était faible (6/9), par rapport à la ferme F2G, le rendement de la tomate a été de 108.33 Qx/ha (Tab.20).

Tableau 20 : Tableau récapitulatif des rendements enregistrés au niveau des différentes fermes

Wilayas	Fermes	Cultures	Espèces	Nombre de produits / Nombre d'applications	Rendement (Qx/ha)
Guelma	01	C.M	Tomate	4/4	400
			Pomme de terre	4/4	150
			Fenouil	/	200
			Piment	/	/
		A.C.F	Arbre Fruitiers à Pépins	/	110
			Arbre Fruitiers à Noyau	/	79
	C.C	Blé dur	2/2	35	
	02	C.M	Tomate	10/10	484
			Pomme de terre	13/13	250
			Piment	06/06	270
		A.C.F	Arbre Fruitiers à Noyau	/	12
			Agrumes	/	26
		C.C	Blé dur	4/5	35
	03	C.M	Tomate	5/6	450
			Pomme de terre	/	120
			Piment	6/12	200
		A.C.F	Agrumes	/	1
		C.C	Blé dur	4/4	40
Blé tendre			4/4	55	
Skikda	01	C.M	Ail	5/5	35
			Pomme de terre	6/9	200
		A.C.F	Arbre Fruitiers à Noyau	2/2	69
		C.C	Blé dur	7/8	92
	02	C.M	Pomme de terre	7/11	122.29
			Fèverole	/	9.58
			Pois chiche	/	6.24
		C.C	Blé dur	5/5	28.27
	03	C.M	Tomate	4/7	250
		A.C.F	Agrumes	7/9	80
			Arbre Fruitiers à Pépins	5/7	150
			Arbre Fruitiers à Noyau	5/5	100
Annaba	01	C.M	Tomate	6/9	108.33
			Fèverole	1/1	9.05
			Melon	2/2	30
		A.C.F	Arbre Fruitiers à Pépins	/	6.36
		C.C	Blé dur	8/8	14.77
	Blé tendre		8/8	27.38	
	02	C.M	Fèverole	3/3	13.5
			Pois chiche	3/3	3.76
		A.C.F	Arbre Fruitiers à Noyau	/	1
		C.C	Blé dur	2/2	31.97
Blé tendre			2/2	25.72	
Avoine	1/1	23.10			

1- Généralités sur les pesticides

1-1-Définition

Les produits phytosanitaires, d'origine minérale, végétale ou organique de synthèse, plus couramment appelés pesticides, sont des "produits destinés à lutter contre les parasites animaux et végétaux des cultures" (ARPSAH, 1995).

1-2-Historique

L'introduction des pesticides dans les cultures remonte à l'antiquité. L'usage du soufre paraît remonter à 1000 ans avant J.C. ; l'arsenic était déjà recommandé par les naturalistes latins ; et les produits arsenicaux sont connus en Chine au 16^{ème} siècle. L'utilisation plus généralisée des pesticides a suivi les progrès de la chimie minérale. Au 19^{ème} siècle, les traitements fongicides sont à base de sulfate de cuivre (bouillie bordelaise) ou à base de mercure ; les insecticides tels l'arsénite de cuivre, l'acétoarsénite de cuivre, l'arséniate de plomb font aussi leur apparition [1] et [2].

Entre les deux guerres mondiales, l'élaboration des produits phytosanitaires s'appuie sur le développement de l'extraction de produits organiques en provenance des colonies. C'est le cas du pyrèthre, une poudre provenant de fleurs du genre *Chrysanthemum*, cultivées dans les colonies africaines, ou de la roténone, extraite de certaines légumineuses exotiques d'Asie tropicale [1] et [2].

C'est au cours de la seconde guerre mondiale que naissent de nombreuses molécules. Les recherches militaires, qui avaient déjà perfectionné des gaz de combat, ont mis en évidence les propriétés insecticides de certains composés chlorés. A la fin de la guerre, l'industrie du chlore a connu une forte expansion en développant de nombreux pesticides organochlorés. Dans les années 50, des insecticides comme le DDT sont utilisés en grandes quantités pour détruire les moustiques responsables entre autres de la malaria, et en agriculture (élimination du doryphore) (ATMO, 2003).

D'autres pesticides sont mis au point pour l'industrie des textiles et du bois, pour l'usage domestique (aérosols tue-mouches), pour l'entretien des routes et pour une utilisation en médecine [1].

Progressivement, L'usage des pesticides a augmenté de 50 fois depuis 1950, et 2,3 à 2,5 millions de tonnes de pesticides industriels sont maintenant utilisés chaque année (ATMO, 2003).

1-3-Utilisation mondiale des pesticides

Le marché mondial en pesticides compte environ 40 milliards de dollars, et ce chiffre est à peu près stable depuis les années 2000 [2] :

- Les Etats-Unis sont le premier consommateur mondial de pesticides, suivi par l'Inde, la France, premier consommateur en Europe, puis l'Allemagne.

- Le Japon est le premier consommateur de pesticides à l'hectare, il utilise 12 kg/ha ; l'Europe, 3 kg, les Etats-Unis, 2,5 kg, l'Inde, 0,5 kg/ha.

- En Europe et en Amérique du Nord, les herbicides représentent 70 à 80% des produits utilisés (notamment à cause de la forte augmentation des cultures de maïs) tandis que sous les tropiques, 50% des produits appliqués sont des insecticides. La diversification des cultures, avec l'amélioration du niveau de vie dans certains pays, modifie également cet équilibre, ainsi la Chine a converti l'équivalent de la surface de l'Angleterre de rizières en cultures maraîchères, entraînant une diversification des produits mis en œuvre.

- La consommation mondiale de pesticide est en augmentation constante depuis les années 40, passant de 0,49 kg/ha en 1961 à 2 kg/ha en 2004. 20% de la surface totale des Etats-Unis, et 35% de celle de la France, sont soumis à des traitements.

1-4-Utilisation des pesticides en Algérie

L'Algérie est un grand consommateur de pesticides (Fig. 01) : 30 000 tonnes sont « épandues » chaque année [3].

Le marché algérien en pesticides ne cesse d'augmenter ; en 2009, les importations en pesticides de l'Algérie étaient de l'ordre de 67 millions de dollars, et en 2008, 77 millions de dollars contre 49.4 millions de dollars en 2007 (Ayad, 2012).

Une enquête réalisée par (Ayad, 2012) auprès des fellahs de la chambre d'agriculture d'Oran, et de l'institut de la protection des végétaux de la wilaya d'Oran a montré que les pyréthriinoïdes, les organophosphorés et les carbamates sont les pesticides les plus utilisés en Algérie. Selon les données de l'institut de la protection des végétaux de la wilaya d'Oran, la plus grande quantité d'insecticides est utilisée contre la lutte antiacridienne.

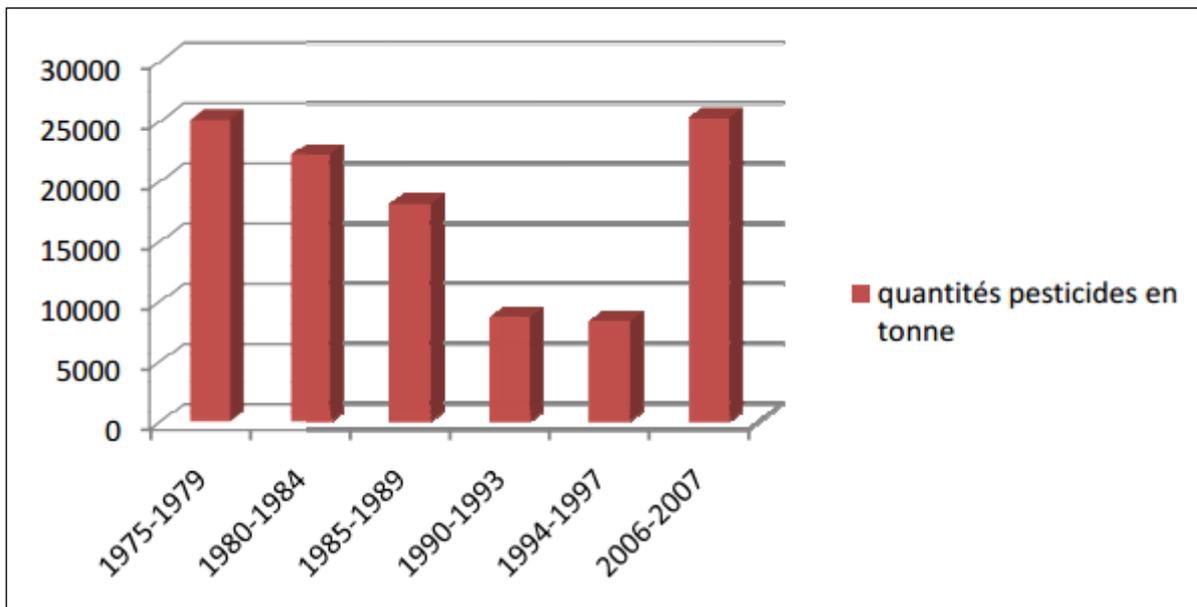


Figure 01 : Quantités de pesticides importés en Algérie de 1975 à 2007 (Ayad, 2012)

1-5- Composition et formulation chimique des pesticides

Le produit commercial est composé de plusieurs matières :

a. la substance active

Il s'agit de la molécule qui combat réellement l'ennemi d'une culture. La teneur d'un produit commercial en substance active est toujours mentionnée sur l'étiquette de ce produit. La concentration en substance active est exprimée en pourcentage ou en masse de substance active par quantité de produit commercial. Plusieurs substances actives peuvent être incorporées dans un même produit commercial. Dans ce cas, la concentration de chaque substance active est précisée sur l'étiquette (Gastinel et Kerlorch, 2010).

b. Les adjuvants :

Plusieurs substances peuvent entrer dans la composition des produits pesticides, en vue d'améliorer l'efficacité de la matière active et les caractéristiques des produits, notamment, la facilité d'utilisation, le stockage ... (FREDEC, 2004).

Les adjuvants comportent différentes matières :

- **Le support** : substance liquide (solvant) ou solide (charge) qui facilite la dilution, la dispersion..., et permet l'application de la matière active.
- **Le tensio-actif** : améliore les qualités physico-chimiques de la préparation en assurant une meilleure adhérence sur le végétal.
- **Le stabilisant** : limite la dégradation de la matière active.

c. Les dénaturants

Ils évitent la confusion avec un produit alimentaire ou empêchent l'absorption accidentelle : colorant, odorisant ou vomitif (**FREDEC, 2004**).

1-6- Les différentes formes des produits phytosanitaires

Actuellement un des grands challenges des industriels est de trouver la meilleure formulation des produits au meilleur coût possible. Les produits phytosanitaires sont généralement des produits concentrés qu'il est nécessaire de diluer dans l'eau au préalable. Mais parfois les industriels préfèrent des formulations sèches comme les poudres ou les granulés qui sont « imbibés » du produit. Le produit peut également être dispersé dans un gaz en aérosol. Plusieurs formes de pesticides sont commercialisées (**Carrier, 2009**) :

1-6-1- Les produits liquides

Ces produits exigent une bonne connaissance de la part des utilisateurs tant pour leur sécurité à cause des éclaboussures lors du remplissage, que pour le choix et la réalisation des dilutions. Il faut qu'ils aient été bien informés et qu'ils n'hésitent pas à se référer à la notice pour connaître les doses d'emploi. Les formes liquides se présentent sous différents types :

- **Le concentré soluble (SL)** : C'est une formulation qu'il est possible de retrouver lors de l'utilisation des produits phytosanitaires. Il correspond à un concentré liquide homogène applicable sous forme de solution vraie de la substance active, après dilution dans l'eau (**Testud et al, 2007**).

- **Le concentré dispersable (DC)** : C'est un concentré liquide homogène, applicable sous forme de dispersion de la substance active, après dilution dans l'eau. (**Couteux et Lejeune, 2006**).

- **Les concentrés émulsionnables (EC) :** Il s'agit de formulations liquides homogènes destinées à être appliquées après dilution dans l'eau sous forme d'émulsion.

- **Les suspensions concentrées (SC) :** Il s'agit de suspensions de substance(s) active(s) dans un liquide, qui peut contenir d'autre(s) substance(s) active(s) dissoute(s), pour emploi après dilution dans l'eau (**Fournier, 1988 ; Carrier, 2009**).

- **Les émulsions :** Ce sont soit des mélanges « huile dans eau (H/E) » ou « eau dans huile (E/H) ». La phase huile est constituée par un liquide non miscible à l'eau. Afin d'obtenir une émulsion suffisamment stable, un émulsionnant est ajouté au sein du produit (**Fournier, 1988**).

1-6-2- Les granulés

Les granulés sont à disperser dans l'eau au moment de l'emploi. Ce sont des poudres additionnées de tensioactifs sous forme de poudres mouillables en mélange homogène et qui sont agglomérées puis passées au travers d'une grille pour obtenir ces formes caractéristiques. Ils ont des tailles différentes comprises entre 0,1 mm et 6 mm. Ils ont l'avantage d'être simples pour la manipulation et présentent peu de risques pour le manipulateur puisqu'ils ne produisent pas de poussières (**Fournier, 1988**).

Les formulations disponibles sur le marché sont multiples :

- **Les granulés auto-dispersibles (WG) :** Correspondant à des formulations solides destinées à être appliquées après délitage et dispersion dans l'eau.

- **Les granulés solubles dans l'eau (SG) :** Ce sont des granulés applicables sous forme de solutions dans l'eau de la substance active, mais pouvant contenir des matières inertes insolubles (**Couteux et Lejeune, 2006**).

- **Les granulés émulsionnables (EG) :** qui sont des granulés pouvant contenir des formulants insolubles dans l'eau, applicables sous forme d'émulsion aqueuse après délitage et dispersion dans l'eau.

1-6-3- Les poudres

Elles correspondent à des dispersions solides du produit phytosanitaire dans une charge inerte. Elles présentent un inconvénient essentiel lors de la manipulation qui est la production de poussières. Ces poussières peuvent être inhalées par le manipulateur si des précautions adéquates ne sont pas prises lors de la préparation. Quelques formulations sont aussi disponibles sur marché (**Fournier, 1988**):

- **La poudre pour traitement des semences (DS)** : qui est une poudre, prête à l'emploi, applicable en l'état sur les semences.

- **La poudre à disperser dans un liquide organique (OP)** : une poudre applicable après dispersion dans un liquide organique.

- **La poudre soluble dans l'eau (SP)** : est une poudre applicable après dissolution dans l'eau sous forme de solution vraie de la substance active mais pouvant contenir des formulants insolubles.

1-6-4- Les mélanges

L'emploi de produits en mélange ne doit pas se faire sans précaution préalable. L'utilisateur doit s'assurer que le mélange qu'il s'apprête à réaliser est compatible, c'est-à-dire que les produits sont physiquement compatibles et qu'ils ne présentent pas de contre-indications entre eux. Parce que s'ils ne sont pas compatibles, il pourra y avoir un phénomène de floculation qui va apparaître et qui risque de boucher les buses ou les filtres des engins de pulvérisation. De plus, les mélanges ne sont généralement pas stables dans le temps ce qui indique une utilisation rapide dans le temps (**Bourgeois, 2008**).

1-7- Classifications des pesticides

Les produits pesticides peuvent être classés selon différentes modalités :

1-7-1- Classification biologique

Le choix des produits peut se faire plus ou moins facilement selon le type de nuisible par lequel la culture est infestée.

1-7-1-1- Les insecticides

1-7-1-1-1- Définition

Un insecticide est une substance destinée à détruire les insectes, leurs larves, et leurs œufs, les acariens, et les pucerons (**Rappe, 1992**). Les insecticides peuvent être subdivisés selon (**Regnault, 2005**) en deux catégories chimiques :

- **Insecticides inorganiques ou minéraux** : Quasiment disparus à cause de leur retrait du marché, d'une efficacité moindre par rapport à la seconde classe.

- **Insecticides organiques de synthèse** : Classés selon leur famille chimique et comportent différents groupes (**Fig.2**), représentés en pourcentage, en fonction de leur importance sur le marché. En 2005, la famille d'insecticides la plus importante, était celle des Organophosphorés suivi d'un peu plus loin par les carbamates. A eux seuls ils représentaient les deux tiers des ventes de produits. Le tiers restant se partageant entre les organochlorés, les pyréthriinoïdes et les autres familles.

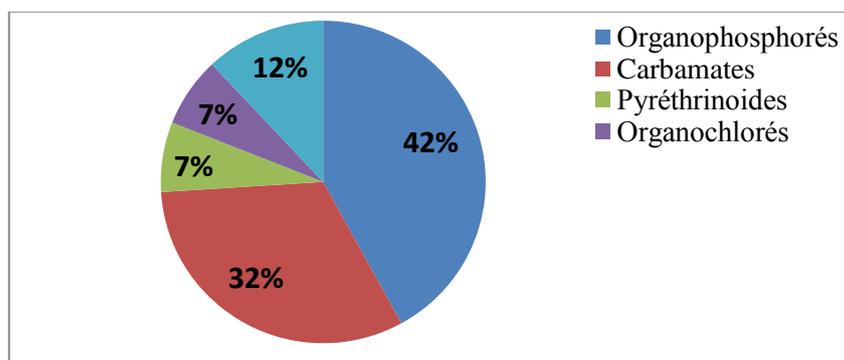


Figure 2 : Répartition des insecticides existant selon leur famille chimique (Regnault, 2005)

1-7-1-1-2-Types d'insecticides

Les principales familles d'insecticides sont les suivantes : [4]

A- Les organochlorés :

Ils sont reconnaissables à leur structure chimique qui comporte au minimum une liaison carbone-chlore. Les molécules appartenant à cette famille ont : le dichloro diphenyle éthane (DDT), les hexachlorocyclohexanes (HCH), le lindane qui est le composé chimiquement actif sur les arthropodes, et les cyclodiènes (l'endosulfan par exemple)...

Ces produits ont fait la gloire des insecticides durant la seconde guerre mondiale grâce au DDT qui a montré une efficacité spectaculaire sur les poux, les tiques, les puces, mais également sur les insectes vecteurs du paludisme, du typhus, de la fièvre jaune et de la peste.

Ce sont des neurotoxiques très stables, très persistants et bio-accumulables. Bien qu'interdit progressivement d'utilisation actuellement dans les pays industrialisés, on les retrouve encore dans l'environnement et nos organismes. Ils sont classés POP (Polluants Organiques Persistants) par l'ONU par la Convention de Stockholm du 22 mai 2001. Ils sont tous reconnus comme perturbateurs endocriniens [4].

B- Les organophosphorés

Ils constituent la classe d'insecticides la plus représentée en nombre de produits, mais leur utilisation commence à se restreindre car leur responsabilité a été démontrée dans de nombreuses intoxications (**Testud *et al*, 2007**).

Ils sont facilement identifiables par la présence d'un atome de phosphore au sein de leur structure chimique. L'ensemble des produits de cette famille est issu de dérivés de l'acide phosphorique. Ils agissent par contact, ingestion et parfois par inhalation. De plus, ils ont une composante systémique. Ces produits sont extrêmement toxiques pour les mammifères. On distingue trois groupes de produits [5] :

- **les dérivés aliphatiques**, les plus connus étant le malathion et le dichloro.
- **les dérivés phényles**, avec en supplément de l'atome de phosphore, un noyau phényle dans leur squelette chimique, par exemple le parathion, le chlorpyrifos...
- **les dérivés hétérocycliques**, comme l'endosulfan, la phosalone ou le phosmet qui ont des cycles avec des atomes d'oxygène, d'azote ou de soufre dans leur structure chimique.

Les organophosphorés sont des inhibiteurs du cholinestérase, empêchant ainsi la transmission de l'influx nerveux et entraînant la mort de l'insecte. Ce mode d'action explique leur haute toxicité vis-à-vis de l'homme et des animaux à sang chaud [5].

C- Les carbamates et les Thio-carbamates

Ces substances constituent des dérivés de l'acide carbamique, de l'acide thiocarbamique ou encore de l'acide dithiocarbamique. Ce sont des esters de l'acide méthylcarbamique. Ils agissent par contact, ingestion et parfois inhalation.

Cette famille d'insecticides compte trois groupes de composés distincts (**Regnault, 2005**): les carbamates carboxyliques (carbaryl), hétérocycliques (pyrimicarbe) et aliphatiques (aldicarbe) qui sont représentés par dix molécules environ et qui permettent le traitement de 11 cultures comme les céréales, les betteraves, le maïs, mais qui permettent également le traitement des semences. Deux groupes représentent presque tous les carbamates.

Ce sont les oxime-carbamates (aldicarbe, méthomyl...) et les phénylméthyl-carbamates (propoxur...).

Ils contrôlent les organismes nuisibles en agissant sur le système nerveux. (Ils perturbent la transmission des impulsions nerveuses en déstabilisant l'enzyme [cholinestérase] qui régule l'acétylcholine [un neurotransmetteur]). En général, ils sont moins persistants dans l'environnement que la famille des composés organochlorés [6].

D- Les pyréthrinoïdes

Les pesticides pyréthrinoïdes sont les analogues synthétiques des pyréthrines, qui sont des substances naturelles présentes dans les fleurs de chrysanthème. Les pyréthrinoïdes synthétiques ont une structure et une action similaires aux pyréthrines naturelles mais, contrairement à elles, ils présentent l'avantage d'être stables à la lumière tout en gardant un pouvoir insecticide, une action plus sélective sur certaines espèces et une faible toxicité pour les mammifères. Leur apparition remonte aux années 1970, c'est-à-dire après l'interdiction des pesticides organochlorés comme le DDT, qui s'accumulaient dans l'environnement et l'organisme humain. Ils représentaient alors une alternative aux molécules plus anciennes (organochlorés, organophosphorés, carbamates...), dont l'écotoxicité commençait à être décriée [7].

E- Les Néonicotinoïdes

C'est un groupe d'insecticides récent apparu depuis une trentaine d'années environ. Des produits tels que l'imidaclopride, la clothianidine font partie de cette famille. Ces molécules ont un large spectre d'action et agissent par contact et par ingestion. Ils peuvent être employés sur de nombreuses cultures comme le riz, les cultures légumières ou les cultures fruitières. L'imidaclopride est un analogue structural de la nicotine. Il est doué de propriétés

systémiques dans la plante. Il permet de traiter les arbres fruitiers, les rosiers... (**Simon et al, 2014**)

F- Autres insecticides

Dans cette catégorie, les insecticides apparus les plus récemment sur le marché des produits phytosanitaires sont les plus représentés (**Rappe, 1992**) : Il y a la famille des pyroles, celle des pyridazidones, les phényl pyrazoles avec comme représentant le plus connu, le fipronil, les benzoylurées et enfin les oxidiazines avec comme unique molécule l'indoxacarbe. Le fipronil est un dérivé phényl pyrazolé et il est utilisé pour traiter les sols contre les fourmis, pour faire la désinsectisation professionnelle contre les termites.

1-7-1-1-3-Modes d'action des insecticides

Aujourd'hui, dans le but d'avoir une sélectivité maximale vis-à-vis du but à atteindre, les nouveaux insecticides ont des modes d'action basés sur des cibles spécifiques d'insectes, ce qui n'était pas le cas des premières molécules mises sur le marché. Les insecticides ont une action basée sur trois entités principales (**Carrier, 2009**) :

A- Action sur le système nerveux

C'est le mécanisme d'action principal des insecticides. La neurotoxicité se manifeste par le blocage de la propagation de l'influx nerveux, tant au niveau du système nerveux central que périphérique au niveau des neurones et des synapses. Les symptômes d'intoxication sont les suivants : période de latence, hyperexcitation, manque de coordination, tremblements, convulsions, prostration et mort de l'insecte (**Regnault, 2005**).

B-Action sur le système respiratoire

Les insecticides utilisant ce mode d'action affectent la chaîne respiratoire à différents niveaux telle que la phosphorylation oxydative. Cette chaîne respiratoire permet le cheminement des électrons libérés au cours du métabolisme oxydatif avec la mise en jeu du cycle de Krebs vers l'oxygène dont la réduction conduit à la production d'eau. Dans le même temps, un gradient de protons se crée de part et d'autre de la membrane interne ce qui permet la sortie d'ions hydrogène et la synthèse d'ATP, adénosine triphosphate, par un mécanisme de phosphorylation oxydative (**Carrier, 2009**).

C-Régulateurs de croissance de l'insecte

La croissance d'un insecte implique de nombreux métabolismes biochimiques dont la production de composés responsables de régulations enzymatiques et hormonales. Tous les hormones de croissance interviennent dans la mue ou la métamorphose des insectes. Chez un insecte, sa cuticule est un élément essentiel de sa constitution car elle est en quelque sorte son « squelette ». Elle est fabriquée à base de chitine qui possède sa pigmentation, sa mélanisation et la dureté de sa cuticule grâce à des hormones juvéniles. Trois catégories de produits peuvent être distinguées :

- Une première catégorie de produits dont le but est de mimer la structure des hormones juvéniles des insectes, permettent de perturber la physiologie de reproduction de l'insecte, son cycle de développement et sa métamorphose.

- Une deuxième classe de produits agit par inhibition de mue et des éléments déclencheurs de mue.

- Un troisième type de mode d'action est mis en jeu avec les inhibiteurs de chitine. Ce sont des insecticides qui agissent sur la synthèse de la chitine par l'intermédiaire de cibles hormonales ou de médiateurs chimiques. Ces différents produits empêchent sa biosynthèse qui se fait habituellement à partir de glucides et d'une enzyme finale, la chitine synthétase et aboutit à une élongation de la chaîne polysaccharidique (**Carrier, 2009**).

1-7-1-2-Les fongicides

1-7-1-2-1-Définition

Un fongicide est une substance destinée à détruire les champignons parasites de culture. Les fongicides peuvent être appliqués préventivement à la surface du végétal afin de tuer les spores avant qu'elles ne se développent (**Rappe, 1992**).

1-7-1-2-2- Types de Fongicides

Les fongicides agricoles sont classés à l'aide d'une nomenclature alphabétique basée sur leur mode d'action biochimique. Les principaux groupes correspondent à des processus majeurs comme la production d'énergie cellulaire, la biosynthèse des glucides, des lipides, des protéines ou des acides nucléiques. Plusieurs groupes ont été constitués avec des fongicides au mode d'action inconnu. La dernière catégorie regroupe des molécules stimulant directement ou indirectement les réactions de défense des plantes. Au sein de ces groupes, des subdivisions ont été réalisées en fonction des cibles et/ou des mécanismes d'interaction des fongicides avec celles-ci ; généralement c'est à ce niveau qu'il est possible d'observer des cas de résistance

croisée. Parallèlement à ce regroupement par mode d'action se trouve associée une classification chimique des fongicides [8].

A- Les dérivés soufrés

Le soufre est un fongicide minéral de contact, spécifique des oïdiums : il stoppe la croissance mycélienne par inhibition de la phosphorylation oxydative mitochondriale, sans induire de phénomène de résistance. De plus, il a une activité acaricide. Son usage est très répandu, notamment en viticulture, bien que son utilisation par temps sec et chaud provoque des effets photo-toxiques, c'est pourquoi il est nécessaire de prendre des précautions en fonction des conditions météorologiques avant épandage. Les traitements s'effectuent également sur blé, orge, betterave ou tomate par exemple (**Carrier, 2009**)

B- Le sulfate de cuivre

La découverte des fongicides remonte au XIX^{ème} siècle, au moment où les vignes françaises étaient touchées par le mildiou, causé par le champignon *Phytophthora infestans*. C'est Pierre Millardet qui a découvert que la bouillie bordelaise et les produits cupriques présentaient une bonne efficacité sur ce champignon. La bouillie bordelaise est encore beaucoup utilisée actuellement, en partie parce qu'elle bénéficie d'une méthode de préparation simple. Il suffit de verser du lait de chaux dans une solution de sulfate de cuivre. En plus de son activité sur le mildiou, elle agit sur de nombreuses autres infections fongiques. Il est possible de trouver sur le marché actuel de nombreuses spécialités à l'intérieur desquelles le sulfate de cuivre est associé à d'autres fongicides comme le cymoxanil, les dithiocarbamates, le soufre ou les thiophthalimides. Cela permet de bénéficier d'un plus grand spectre d'action. Cependant, le sulfate de cuivre est un composé qui est toxique chez certaines espèces végétales par interruption de la synthèse chlorophyllienne, indispensable à la vie de la plante (**Carrier, 2009**).

C- Les fongicides arsenicaux

Ces produits sont interdits dans certains pays depuis 2001 à cause de la toxicité de l'arsenic (**Carrier, 2009**).

D- Les benzimidazoles

Ils comportent dans leur formule chimique un groupement benzimidazole. Leur principal représentant était le bénomyl, retiré du marché en 2003. Aujourd'hui, d'autres molécules comme le thiabendazole appartiennent à cette famille.

C'est une classe de fongicides systémiques polyvalents d'action préventive et curative. Ils sont absorbés par la plante au niveau des organes verts et des racines puis ils sont transportés au sein de la plante par la sève. Ils agissent sur le champignon par inhibition de la formation des microtubules. Ces substances sont utilisées sur les cultures de céréales, pour le traitement des semences par exemple (**Carrier, 2009**).

E- Les dithiocarbamates

Leur principale action se situe sur une inhibition de la germination des spores de champignons responsables de la rouille, du mildiou, de la cercosporiose. Parfois en plus de leur composante fongicide, ils ont une faible activité acaricide.

C'est une classe qui présente une parfaite innocuité pour la plante sauf chez les arbres fruitiers et les jeunes semis. Un de ces produits est le manèbe. Ce sont des composés organométalliques dérivés de l'acide dithiocarbamique, formant des complexes tétraédriques du manganèse ou du zinc, sauf pour le thirame qui ne possède pas d'atome métallique. Les molécules faisant partie de cette catégorie sont aussi le mancozèbe, le propinèbe... Ils sont eux aussi associés à d'autres fongicides comme les anthraquinones, les carbamates, les dicarboximibes, le cymoxamil, le soufre ou encore les sels de cuivre (**Mulkey, 2001**).

F- Les dicarboximibes

Ils ont une action par inhibition de la germination des spores parce qu'ils interfèrent avec l'énergétique cellulaire, notamment avec le métabolisme des glucides et des polyols, indispensables au développement du champignon. Ils sont dirigés contre le mildiou, l'excoriose... Il faut des traitements fréquents pour que ces produits soient à leur optimum d'utilisation. Ceci en raison d'une demi-vie courte, de 1 à 10 jours dans le sol et de quelques heures dans l'eau. Deux sous-familles distinctes existent (**Carrier, 2009**) :

- **Les thiophthalimides** : Leur caractéristique principale est la présence du groupement thiotrichlorométhyle dans leur formulation chimique. Dans ce groupe, le folpel peut également être rencontré.

- **Les imides cycliques :** Ils sont dérivés de l'hydantoïne. En plus de l'action générale de cette famille d'antifongiques, ils inhibent la croissance du mycélium. La vinchlozoline et l'iprodione font partie de ce groupe.

G- Le Chlorothalonil :

Cette molécule est parfois rencontrée sous l'appellation TCPN, de, tétrachloroisophthalonitrile. Il agit par inhibition des réactions enzymatiques des spores fongiques. Il permet de traiter les blés, les pommes de terre... Ce produit n'est généralement pas utilisé seul mais en association à des carbamates, des dicarboximibes ou des imidazoles (**Carrier, 2009 ; April et al, 2014**).

H- Les hétérocycles azotés

Ils font partie de la famille des azotés. C'est l'une des familles les plus représentées au niveau des fongicides.

1-7-1-2-3-Modes d'action des fongicides

Les fongicides ont des modes d'action très divers qui sont soit directs par une toxicité pour le champignon, ou indirects lorsque leur mécanisme fait appel à la stimulation des moyens de défense de la plante touchée afin d'atteindre le champignon. Cinq modes d'action principaux constituent la base des fongicides (**Carrier, 2009**) :

A-Action sur les processus respiratoires du champignon

Au sein des cellules eucaryotes, les processus respiratoires permettent d'aboutir à la génération d'énergie sous forme d'ATP nécessaire à ces cellules. Cette synthèse s'effectue grâce à la chaîne respiratoire mitochondriale.

Les divers types de molécules fongicides caractérisées par ce mode d'action, agissent soit à plusieurs endroits de la chaîne respiratoire pour les molécules les plus anciennes, soit à des endroits précis de celle-ci (**Fig. 03**).

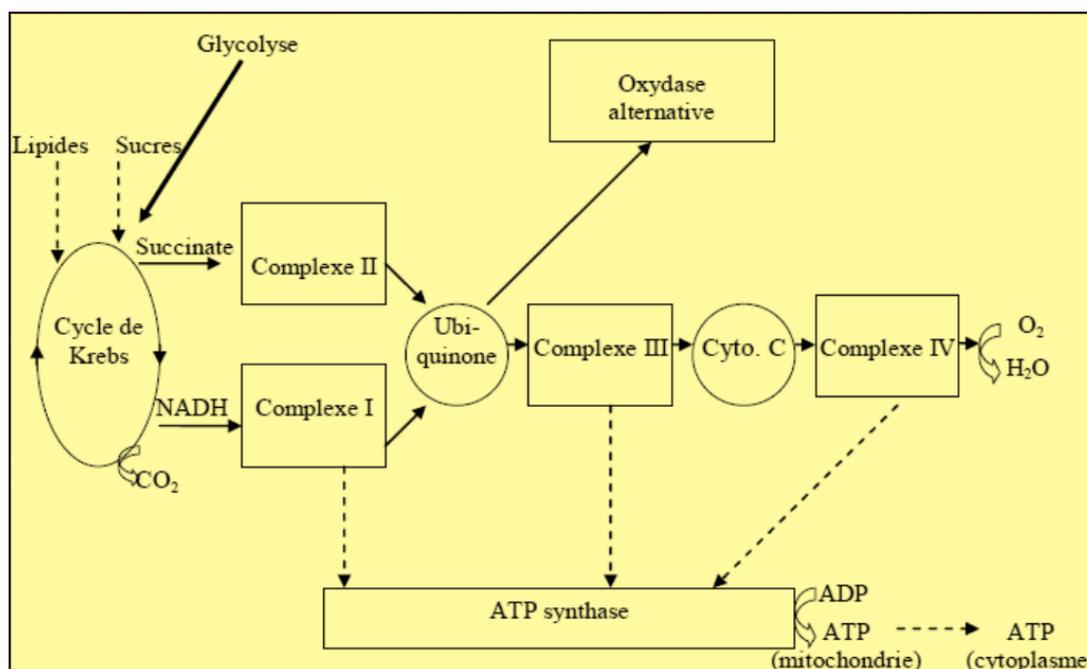


Figure 3 : Action des fongicides sur les processus respiratoires (Regnault, 2005).

Avec : Complexe I : NADH-ubiquinone réductase impliqué dans l'oxydation du NADH, H⁺ en NAD⁺. Complexe II : succinate-ubiquinone réductase agissant dans l'oxydation du succinate en fumarate, Complexe III : ubiquinone-cytochrome c réductase qui transfère les électrons du coenzyme Q au cytochrome c. Complexe IV : cytochrome c oxydase permettant le transfert final d'électrons vers l'oxygène.

B-Action par inhibition de la biosynthèse des stérols

Les stérols constituent des substances indispensables aux membranes cellulaires des champignons dont ils régulent la fluidité et les enzymes présentes à l'intérieur de ces membranes. Certains fongicides ont pour but d'empêcher la biosynthèse de ces stérols en inhibant l'élongation des hyphes mycéliens. Pour cela, ils vont bloquer par exemple la squalène époxydase qui permet la transformation du squalène (précurseur initial des stérols) en 2,3-oxydosqualène. Ils ont également la possibilité d'agir au niveau d'une autre enzyme, la 14 α -déméthylase. Les fongicides sont également capables d'empêcher la déméthylation du carbone en position 4 ou l'isomérisation de $\Delta 8$ en $\Delta 7$ (Françoise, 2004).

C- Action sur les microtubules

Les microtubules sont aussi des constituants essentiels à la survie des champignons car ils constituent leur cytosquelette et le fuseau achromatique. Les fongicides anti-microtubules empêchent le bon fonctionnement de ces microtubules ce qui aura pour conséquence un arrêt de l'élongation des hyphes mycéliens et une déformation de ceux-ci (Carrier, 2009).

D-Autres actions des fongicides.

Certaines molécules ont la capacité de modifier la coloration des champignons par inhibition de la biosynthèse de mélanines. Ainsi, le champignon n'est plus en mesure de produire des hyphes mycéliens capables d'infecter les cellules de la plante hôte. D'autres produits entraînent le blocage de l'ARN polymérase, ce qui empêche l'obtention des ARN ribosomiaux donc la multiplication du champignon. De plus, les fongicides peuvent inhiber la biosynthèse des acides aminés, et intervenir sur l'osmo-régulation des champignons en modifiant la morphologie des hyphes mycéliens en les faisant augmenter de volume ou de taille. Ceci aura pour conséquence une accumulation de polyols, et augmentera la pression osmotique entraînant une fragilité du champignon (Carrier, 2009).

E-Action par stimulation des réactions de défense

En théorie, une plante hôte ne se laisse pas parasiter, elle développe divers moyens afin de contrer ce phénomène, comme la production de substances toxiques, la solidification de ses parois pour éviter le parasitage, ou encore la production de protéines de défense susceptibles d'endommager le champignon. Une des possibilités d'action des fongicides est la stimulation de production de ces protéines de défense en appliquant des substances naturelles ou synthétiques qui vont permettre à la plante de synthétiser ces protéines (Carrier, 2009).

1-7-1-3- Les herbicides

1-7-1-3-1- Définition

Selon **Rappe (1992)**, un herbicide est une substance destinée à détruire ou limiter la croissance des végétaux (herbes et buissons).

Ce sont des produits destinés à limiter ou interdire l'installation d'espèces végétales concurrentes, dites "mauvaises herbes", dans les parcelles de culture (**ARPSAH, 1995**).

1-7-1-3-2- Types d'Herbicides

De très nombreuses familles chimiques offrent des substances présentant des propriétés herbicides ; parmi les principales figurent selon **Carrier (2009)**:

A- Les acides chlorophénoxy-alcanoïques

Ces herbicides agissent par pénétration des feuilles, plus ou moins des racines et ils entraînent une croissance anarchique, létale pour les adventices traités à cause d'une activation de la division et surtout de l'élongation cellulaire. Ils fonctionnent uniquement chez les plantes dicotylédones. Ces molécules sont des esters de chlorophénols et d'acides carboxyliques aliphatiques. Les principaux produits sont le 2,4-D, le dichlorprop, le mécoprop, le MCPA (acide chloro-4 méthyl-2 phénoxy acétique), le MCPB (acide chloro-4 méthyl-2 phénoxy-4 butyrique)... Le dicamba ou acide 3,6-dichloro-2-méthoxybenzoïque, est également associé à cette famille, mais il est classé à part car ce n'est pas à proprement parlé un chlorophénoxy. Ces substances sont épandues sur les céréales, les arbres fruitiers et bien d'autres cultures (**Carrier, 2009 ; Fdil et al, 2003**).

B- Les aminophosphonates

Ce sont des herbicides systémiques très utilisés sur le chiendent, le liseron, la renouée bistorte... Ces produits circulent dans la plante par la sève après avoir été absorbés par les feuilles. Ils agissent par inhibition de la biosynthèse des acides aminés aromatiques ou de la glutamine au niveau du chloroplaste végétal, ce qui provoque la désorganisation du métabolisme de la mauvaise herbe, puis son dessèchement et enfin sa mort. Le plus connu de ces produits est le Roundup ou glyphosate qui est un analogue structural de l'acide glutamique (**Carrier, 2009 et Przemysław et al 2012**).

C- Les bipyridiles

Ce sont des herbicides de contact actifs sur toutes les plantes à chlorophylle. Ils bloquent la photosynthèse. Le diquat fait partie de cette famille. Ce composé a la particularité d'être photodégradable (**Carrier, 2009**).

D- Les benzonitriles

Le bromoxynil et l'ioxynil font partie de ce groupe, agissent par contact avec une pénétration au niveau des feuilles et inhibent la photosynthèse. Ces produits existent sous forme de phénol libre, de sels de sodium et de potassium et sous forme d'octanoate. Ils peuvent être associés à d'autres herbicides tels que le mécoprop, le dicamba, le 2,4-D, le dichlorprop (**Carrier, 2009**).

E- Les triazoles

Une molécule importante de cette famille est l'aminotriazole ou amitrole. Cet herbicide est absorbé par les feuilles et les racines et inhibe la formation des caroténoïdes qui sont des pigments protecteurs des chlorophylles, et empêche la croissance des végétaux. Grâce à ces produits, le chiendent, le pissenlit et le chardon peuvent être éliminés dans les champs de blé, et de pois, juste avant les semis (**Carrier, 2009**).

F- Les diazines et triazines

Ces deux groupes contiennent des substances de synthèse comprenant 3 ou 4 atomes de carbone et 2 ou 3 atomes d'azote. Absorbées par les racines, ces substances inhibent la photosynthèse. Parmi les plus utilisées, l'atrazine et la simazine appartiennent au groupe des chlorotriazines (3 atomes de carbone, 3 atomes d'azote). Ces produits ont une grande persistance dans le milieu ; on en retrouve actuellement des traces importantes (> 0,1 microgramme/litre) dans 10 à 20 % des réserves souterraines d'eau potable. On craint des risques cancérigènes à long terme pour des teneurs supérieures à 2 microgrammes par litre (**ARPSAH, 1995 ; Berard et Pelte, 1998**).

G- Les phénylurées ou urées substituées

Les substances dérivées de l'urée pénètrent dans les plantes par les racines. Elles sont véhiculées par la sève, s'accumulent dans le feuillage où elles inhibent la photosynthèse. Ces substances sont appliquées au sol ; leur toxicité aiguë est réduite, mais leur faible solubilité leur confère une grande rémanence dans le sol (3 à 6 mois).

Elles sont utilisées dans de nombreuses activités autres que l'agriculture comme l'Équipement pour le désherbage des bords de routes. Leur action se situe sur les graminées comme le ray gras, le vulpin. Les molécules autorisées sont le diuron, le chlortoluron, l'isoproturon, le linuron, le méthabenzthiazuron. Ces substances sont pulvérisées sur les blés, les orges, les arbres tropicaux tels que le bananier, ou encore les vignes (ARPSAH, 1995).

1-7-1-3-3- Modes d'action des herbicides

Le but des herbicides est d'endommager la plante afin qu'elle meure. Ils agissent pour cela sur des cibles biochimiques très nombreuses :

A-Action sur la photosynthèse

Les herbicides agissent à différents niveaux et aboutissent à la mort de la cellule à cause de réactions de photo-oxydation, et aussi par la production d'oxygène sous forme réactive. Il se produit des ions superoxyde et de peroxyde d'hydrogène qui entraînent la formation de radicaux hydroxyles. Les espèces chimiques réactives produites, déclenchent la peroxydation des lipides et la destruction des pigments photosynthétiques (Carrier, 2009).

B- Action sur les membranes cellulaires

L'action des herbicides se fait par une augmentation de la perméabilité des membranes de la plante aux ions H⁺ ; comme ils bloquent la synthèse d'ATP nécessaire au fonctionnement des ATPases qui permettent la sortie des ions H⁺ en excès. Le pH de la cellule végétale ne pouvant plus se faire, il en résulte une mort de la plante (Carrier, 2009).

C- Action au niveau de la synthèse des lipides

Deux sites d'action sont des cibles lors de cette synthèse. Le premier site consiste en une inhibition de l'acétyl-coenzyme A carboxylase qui est une enzyme intervenant lors de la première étape de la synthèse des lipides. L'autre site d'action consiste en une inhibition de l'élongation des acides gras à longue chaîne carbonée nécessaires à la

formation de la cuticule des plantes induisant une perte d'eau et de molécules de faible masse moléculaire nécessaires à la santé de la plante. Parmi ces produits, on retrouve, les acétamides et les benzofuranes (**Carrier, 2009**).

D- Action sur la synthèse des acides aminés

Ce sont essentiellement les Imidazolinones, les Sulfonylurées et les Sulfonanilides (mobiles dans le phloème) encore appelés triazolopyrimidines ou TPS, qui ont ce mode d'action.

Ces herbicides peuvent causer l'atrophie des graminées et leur jaunissement (chlorose) ou la coloration violacée des régions internervaires. Chez les plants de maïs, ils peuvent causer le rabougrissement du plant, la mort ou l'atrophie d'une partie des racines. Les feuilles émises par le verticille peuvent être jaunes ou d'aspect translucide. Les dicotylédones peuvent subir un arrêt de croissance, souffrir de chlorose ou prendre une coloration violacée. Les feuilles peuvent prendre un aspect jauni et les nervures, une couleur rouge ou violette. Les symptômes mettent de 1 à 2 semaines à apparaître [9].

E-Action sur la synthèse des pigments

Les herbicides agissant par ce mécanisme n'ont qu'une action sur les caroténoïdes qui seront formés après leur pulvérisation, ceux présents avant l'épandage ne seront pas touchés. L'application de ces herbicides aboutit à la formation de tissus albinos, qui ne sont alors plus capables de synthétiser la chlorophylle. D'autres herbicides inhibent la protoporphyrinogène oxydase, enzyme de la voie de synthèse des chlorophylles (**Carrier, 2009**).

F- Action par blocage de la division cellulaire

Certains herbicides, les dinitroanilines, les benzamides, se fixent sur l' α -tubuline ce qui empêche sa polymérisation en microtubules. Ils bloquent de ce fait la division cellulaire au niveau des racines de la plante. De plus, ils entraîneront une dépolymérisation des microtubules nécessaires lors de la division cellulaire [9].

G-Action sur l'auxine

La synthèse de l'auxine s'effectue dans les apex des tiges et les entrenœuds des tiges et des rameaux, elle doit être diffusée dans tous les tissus de la plante, y compris les racines où elle s'accumule. Sa conduction est polarisée, elle va de l'apex

vers la base de l'organe. Cela a des conséquences sur les différentes parties de la plante, vers la base on trouve les racines (forte concentration d'auxine) et à l'apex les bourgeons (faible concentration d'auxine).

Les herbicides ayant ce mode d'action, doivent être utilisés à forte dose car à faible dose, ils ont les mêmes propriétés que l'auxine naturelle synthétisée par la plante. Ceci, empêche la plante de réguler ses concentrations en auxine, ainsi, la croissance de la plante sera anarchique, avec une totale incohérence, comme des tiges qui s'enroulent sur elles mêmes. Toutes ces modifications conduisent à la compression des vaisseaux conducteurs de la sève et tuent la plante. Par ailleurs, un herbicide, le naptalame, inhibe le transport de l'auxine car il inverse son géotropisme, c'est-à-dire que l'auxine va aller préférentiellement vers les apex à la place des racines [8].

Ce groupe d'herbicides comporte les dérivés de l'Acide phénoxyacétique (très mobiles dans le phloème). Chez les dicotylédones, on observe des tiges tordues et des feuilles malformées (feuilles à bords relevés en « cuillère », crispées, rubanées, à nervures parallèles). Chez les plants de maïs, on voit des feuilles enroulées en « feuilles d'oignon », des racines d'ancrage soudées, des tiges fragiles et recourbées en « col de cygne », des grains manquants sur l'épi. Chez les céréales à paille, les feuilles de l'épi sont tordues, les fleurs stériles ou dédoublées, les barbes vrillées et les épis malformés. Il y a aussi les Acides benzoïques (très mobiles dans le phloème). Les lésions causées par le Dicamba ressemblent à celles causées par les acides phénoxyacétiques, mais chez les dicotylédones, la déformation des feuilles en « cuillère » est plus fréquente que les taches rubanées des tissus foliaires. Comparativement aux acides phénoxyacétiques, les acides benzoïques peuvent causer plus de déformation des tiges en « col de cygne » chez le maïs et plus de verse chez les petites céréales (surtout le blé).

Enfin les Acides pyridiniques (très mobiles dans le phloème). Les pyridines sont également appelées acides carboxyliques. Elles causent les mêmes lésions que les phénoxy [9].

1-7-1-4- Les Nématicides :

Les nématodes sont des "vers cylindriques" de très petite taille, d'un millimètre de longueur pour quelques microns de diamètre. Ils possèdent un stylet buccal qui leur permet de perforer les parois des plantes. Les nématodes peuvent causer des dégâts à toutes les parties des plantes ; ils sont cependant particulièrement actifs sur les organes souterrains (ARPSAH, 1995).

Une douzaine de matières actives sont commercialisées sur le marché sous diverses appellations. Les nématicides sont appliqués sur le sol dans lequel ils pénètrent généralement sous forme gazeuse. La plupart sont très toxiques ; certains ne peuvent être appliqués qu'après

agrément de l'utilisateur (bromure de méthyle). Ces produits sont appliqués à des doses/ha élevées, à la différence d'autres produits phytosanitaires, mais disparaissent très rapidement. Les substances les plus utilisées selon **ARPSAH (1995)** sont:

- Le dazomet (production dans le sol de vapeur de thiocyanate),
- Le dichloropropène (fumigant du sol dérivé du propène),
- L'éthoprophos (famille des organophosphorés agissant par contact),
- Lemétam-sodium (famille des dithiocarbamates, très polyvalent).

1-7-1-5- Les Molluscicides

Escargots et surtout limaces sont redoutés dans les cultures horticoles et maraîchères. Les molluscicides sont épandus sous forme de granulés, micro-granulés et appâts. Ils agissent par neurotoxicité en inhibant les capacités de réhydratation des limaces. La plupart des molluscicides sont dangereux pour les chiens les chats et le gibier (notamment la forme "appât"). Certaines préparations contiennent des répulsifs. Trois substances principales entrent dans la composition d'une trentaine de spécialités commerciales (**ARPSAH, 1995**):

- Le mercaptodiméthur (famille des carbamates),
- Le métaldéhyde (produit unique dans 95 % des spécialités commerciales),
- Le thiodicarbe (famille des carbamates).

1-7-1-6- Les Rodenticides

Ils sont destinés à éliminer les rongeurs, rats, souris, mulots et surmulots responsables d'attaques contre les cultures et les denrées stockées. Il existe une quinzaine de molécules actives contre les rongeurs ; elles participent à l'élaboration d'environ 150 préparations commerciales.

Les "produits anticoagulants" représentent 85 % du marché des rodenticides. Après consommation dans des appâts, ces produits provoquent et entretiennent des hémorragies dans le corps du rongeur ; ils empêchent la formation du caillot sanguin ; l'animal meurt par asphyxie dans un délai de quelques jours.

Les principales matières actives anticoagulantes sont : le brodifacoum, la bromadiolone, la chlorophacinone, le coumachlore, le coumafène. Les doses létales (DL 50) sont de l'ordre de 1 à 3 mg/kg chez le rat. Des produits anticoagulants de deuxième génération ont fait leur apparition

sur le marché suite à des phénomènes de résistance aux molécules anticoagulantes classiques (difénacoum, diféthialone). L'apparition des résistances aux anticoagulants a conduit également à l'élaboration d'autres types de produits : le colécalciférol à base de vitamine D3 provoque une calcification des vaisseaux sanguins et des poumons ; la scilliroside (extraite de la plante "scille maritime") ralentit et arrête en 12 heures les battements cardiaques des rongeurs.

Quelques produits de gazage sont encore utilisés (phosphore de calcium, phosphore d'aluminium) dans les galeries et terriers ; ils libèrent essentiellement du phosphore d'hydrogène (PH₃) toxique (ARPSAH, 1995).

1-7-1-7-Autres classes des produits

En plus des différents groupes de pesticides cités ci-dessous, d'autres produits existants sur le marché sont indiqués dans le **tableau 01**.

Tableau 01 : Autres classes de produits pesticides (Gastinel et Kerlorch, 2010).

Acaricides	Lutte contre les acariens
Taupicides	Lutte contre les taupies
Répulsifs	Eloignement des animaux sans les détruire
Hormones	Nanifiants, anti-transpirants, ...
Moyens biologiques	Acarophages, entomophages, préparations bactériennes, fongiques ou virales, phéromones de piégeage et d'agrégation.

1-7-2-Classification des pesticides selon la dispersion du produit sur ou dans la plante

1-7-2-1- Produits de contact

Seules les parties végétales en contact avec le produit sont protégées. Pour être efficace, le contact entre le parasite et la substance active est nécessaire. L'application doit être très rigoureuse, sur toutes les parties à protéger (Gastinel et Kerlorch, 2010).

Les produits de contact sont inadaptés aux végétaux à croissance rapide (rosier, haricot). Dans ce cas, ils nécessitent de nombreuses interventions qui entraînent un surcoût de la lutte.

1-7-2-2-Produits systémiques

Ces produits sont capables de traverser les tissus végétaux jusqu'aux vaisseaux conducteurs de sève, qui est ensuite véhiculé dans toute la plante. La majorité des produits est absorbée par les parties vertes, mais il existe des produits d'absorption racinaire (Gastinel et Kerlorch, 2010).

1-8- Le stockage des produits phytosanitaires

Un stockage sûr et ordonné évite tout risque d'intoxication accidentelle ; il conserve aux produits leur efficacité (**ARPSAH, 1995**).

-Dans la mesure du possible, le local sera placé de façon à ce qu'il soit éloigné des habitations, points d'eau, stockages alimentaires, lignes électriques, mais à proximité de l'aire de préparation de la bouillie (**Carrier, 2009**).

*** Quelques règles simples doivent être respectées**

- Tenir les produits hors de portée des enfants.
- Conserver les produits dans leur emballage d'origine.
- Choisir des produits au conditionnement solide, étanche et de manipulation commode.
- Identifier à la peinture les ustensiles servant à la préparation des produits.
- Remiser dans un autre local les vêtements et équipements de protection du personnel ; les nettoyer soigneusement.
- Classer les produits selon leur usage (herbicides, fongicides, insecticides, divers...).
- Regrouper en hauteur (étagère haute) les produits les plus dangereux.
- Ne jamais ôter les étiquettes sur les emballages
- Vérifier régulièrement d'éventuelles détériorations des emballages.
- Le premier produit entré doit être le premier sorti.
- Ne pas fumer dans le local de stockage.
- Maintenir l'installation électrique en bon état
- Installer un extincteur à poudre à proximité du stockage.

Prévoir une réserve de matière absorbante (sciure, sable) à proximité du stockage, en cas de fuite ou renversement accidentel de produits nocifs.

- Afficher en grand dans le local.
- Le rappel des consignes de sécurité, ainsi que les numéros d'urgence (médecin, pompiers, centres anti-poison).
- Tenir un livre de bord des produits stockés (dates d'achat, dates d'utilisation...) (**ARPSAH, 1995**).

1-9-Firmes de production des pesticides

Il existe plusieurs firmes de production des pesticides à travers le monde. Parmi lesquelles certaines sont très actives en Algérie : Syngenta, Bayer, ACI,

Conclusion :

L'analyse globale de résultats obtenus lors de cette enquête a fait ressortir les points suivants :

- Toutes les fermes prospectées lors de cette enquête utilisent des produits pesticides pour combattre les ennemis des cultures et améliorer les rendements.
- Il existe une grande diversité entre les fermes et entre les wilayas dans les différents paramètres pris en considération lors de cette enquête :
 - Le type de pesticides utilisé : Certaines fermes n'utilisent pas d'insecticides ou d'herbicides sur certaines cultures.
 - Les insecticides sont les pesticides les moins utilisés par les différentes fermes et au niveau des différentes wilayas, par rapport aux fongicides et aux herbicides, et ce pour les différentes cultures.
 - Le nombre de produits utilisés pour le traitement des cultures diffère d'une ferme à l'autre sur le même type de culture, il a atteint des valeurs élevées chez certaines fermes, notamment celles qui disposent des parcelles cultivées en cultures maraichères et/ou en céréaliculture.
 - Il en ressort que, plus le nombre de produits est élevé, plus le programme de lutte est réussi, et une augmentation dans le rendement des cultures est enregistrée.
 - Les quantités utilisées en pesticides sont plus ou moins élevées chez certaines fermes en comparaison à d'autres ; ceci s'explique par le fait que certaines fermes utilisent des produits pesticides sous formes solides, pour lesquels les doses recommandées à l'hectare sont élevées.
 - Pour le nombre d'application des produits, les résultats obtenus ont montré que, ce sont surtout les produits appliqués sur les cultures maraichères, et plus particulièrement les fongicides qui sont appliqués à des fréquences répétées plusieurs fois le long du cycle biologique de la culture.

L'application des pesticides pour le traitement des cultures, au niveau des différentes fermes s'est répercutée positivement sur le rendement, qui a atteint des valeurs très satisfaisantes pour certaines cultures, au niveau de certaines fermes.

Toutefois, l'utilisation des pesticides doit se faire d'une manière adéquate et raisonnée, conformément aux recommandations des organismes spécialisés, en vue de réussir les programmes de lutte phytosanitaires, sans nuire à la santé du consommateur, et avec moins de dommage pour l'environnement.

MINISTERE DE L'AGRICULTURE ET DU DEVELOPPEMENT RURAL
INSTITUT NATIONAL DE LA PROTECTION DES VEGETAUX
LABORATOIRE D'ANALYSE ET DE CONTROLE DES PESTICIDES

Enquête phytosanitaire N°1

- Date de l'enquête :
- Nom et adresse de l'exploitation :
- Wilaya : Daïra : Commune :

Type de culture

Maraichage

L'espece :

- Type de conduite de la culture : S/Serre Plein champs
- Superficie (Superficie réelle traitée).....
- Variété.....
- Stade phénologique (pour les céréales celle de la mauvaise herbe)
- Système d'irrigation.....
- Nature de la production (Semence /**Consommation**)

Tomate

- Type de conduite de la culture : S/Serre Plein champs
- Superficie (Superficie réelle traitée).....
- Variété.....
- Stade phénologique (pour les céréales celle de la mauvaise herbe)
- Système d'irrigation.....
- Nature de la production (Semence /**Consommation**)

Pomme de terre

L'espece :
.....
.....

- Type de conduite de la culture : S/Serre Plein champs
- Superficie (Superficie réelle traitée).....
- Variété.....
.....
.....
- Stade phénologique (pour les céréales celle de la mauvaise herbe)
-
-
- Système d'irrigation.....
- Nature de la production (Semence /**Consommation**)

Arboricultures fruitière AFN AFP Vigne Agrumes

L'espece :
.....
.....

- Type de conduite de la culture : S/Serre Plein champs
- Superficie (Superficie réelle traitée).....
- Variété.....
.....
.....
.....
.....
.....
- Stade phénologique (pour les céréales celle de la mauvaise herbe)
-
-
- Système d'irrigation.....
- Nature de la production (Semence /**Consommation**)
- Age du verger.....

Céréaliculture blé orge avoine

L'espece :
.....
.....

- Type de conduite de la culture : S/Serre Plein champs
- Superficie (Superficie réelle traitée).....
- Variété.....
.....
.....
- Stade phénologique (pour les céréales celle de la mauvaise herbe)
-
-
- Système d'irrigation.....
- Nature de la production (Semence /**Consommation**)

Palmier dattier

- Type de conduite de la culture : S/Serre Plein champs
- Superficie (Superficie réelle traitée).....
- Variété.....
- Stade phénologique (pour les céréales celle de la mauvaise herbe).....
- Système d'irrigation.....
- Nature de la production (Semence /**Consommation**).....
- Age du verger.....

Autres, précisé

L'espece :

.....

.....

- Type de conduite de la culture : S/Serre Plein champs
- Superficie (Superficie réelle traitée).....
- Variété.....
-
-
- Stade phénologique (pour les céréales celle de la mauvaise herbe)
-
-
-
- Système d'irrigation.....
- Nature de la production (Semence /**Consommation**)
- Age du verger.....

Références bibliographiques :

- Livres, mémoires et articles :

1. **April R., Van S., and Ronald S., 2014.** Environmental Fate and Toxicology of Chlorothalonil, Department of Environmental Toxicology, Collège of Agricultural & Environmental Sciences, University of California, Davis :26p.
2. **ARPSAH (Association Régionale des Pays de la Loire pour la promotion de la Santé par l'amélioration de l'Hygiène), 1995.** Les produits phytosanitaires, la santé et l'environnement : 13, 15.
3. **ATMO, 2003.** Mesure des produits phytosanitaires dans l'air ; Edition : la Direction Régionale de l'Agriculture et de la Forêt Champagne Ardenne : 2.
4. **Ayad N., 2012.** Identification et dosage des pesticides dans l'agriculture et les problèmes d'environnement liés. Mémoire de magistère, option chimie organique (environnement), université d'Oran : 87p.
5. **Bérard A., et Pelte, 1998.** Les herbicides inhibiteurs du photosystème II, effets sur les communautés algales et leur dynamique. Revue des sciences de l'eau. Agence de l'eau Adour Garonne, Toulouse France: 29p.
6. **Couteux A., Lejeune V., 2006.** Index phytosanitaire ACTA 2007, Editions : ACTA : 212p.
7. **F.R.E.D.E.C. (La Fédération Régionale de Défense contre les Ennemis des Cultures).** Guide technique sur les bonnes pratiques phytosanitaires, **2004.** Edition : Direction de l'infrastructure et de l'environnement de France : 48p.
8. **Fdil F., Aaron J. J., Oturan N., Chaouch A., et Oturan M. A., 2003.** Revue des sciences de l'eau / Journal of Water Science, vol. 16, n° 1, : 123-142.
9. **Fournier J., 1988.** Chimie des pesticides, éditions cultures et techniques : 351p.
10. **Françoise R., 2004.** Lutte chimique contre les champignons pathogènes des plantes : évaluation de la systémie phloémienne de nouvelles molécules a effet fongicide et d'activateurs de réactions de défense. La France Agricole : 163p.
11. **Gastinel A. et Kerlorch G., 2010.** Guide pratique : utilisation des produits phytosanitaires à l'usage des communes. Edition : Direction de l'environnement. C.G.F.P.T.D.L. (Centre de Gestion de la Fonction Publique Territoriale des Landes) : 11.

- 12. Carrier H., 2009.** L'emploi des produits phytosanitaires par les agriculteurs. Edition : Université Henri Poincaré - Nancy I. faculté de pharmacie. thèse de Doctorat en Pharmacie : 157p.
- 13. Le Bourgeois M., 2008.** Utiliser les mélanges phytosanitaires en toute sécurité, La France Agricole : 221p.
- 14. Mulkey E., 2001.** The Determination of Whether Dithiocarbamate Pesticides Share a Common Mechanism of Toxicity : 46p.
- 15. Przemysław J., Boratyński S., and Łukasz S., 2012.** Stereochemistry of hydrophosphonylation of 9-aminoquinine Schiff bases Department of Organic Chemistry, Wrocław University of Technology, Wyspiańskiego 27, Wrocław 50-370 Poland :12.
- 16. Rappe A., 1992.** Pesticides et santé : les pesticides en balance, édition association pharmaceutique belge : 320p.
- 17. Regnault R., 2013.** Produits de Protection des Plantes : Innovation et sécurité pour une agriculture durable : 368p.
- 18. Simon D., Amaral R., et Belzunces P., 2014.** Systemic insecticides (neonicotinoids and fipronil): trends, uses, mode of action and metabolites world wide integrate assessment of the impact of systemic pesticides on biodiversity and ecosystem: 30p.
- 19. Testud F., Garnier R. et Delemotte B., 2001.** Toxicologie humaine des produits phytosanitaires (tome I), éditions ESKA : 272p.

-Sites web :

- [1] [notre-planete.info,file:///K:/phyto/2/Les%20pesticides%20ou%20produits%20phytosanitaires%20-%20notre-planete.info.htm](file:///K:/phyto/2/Les%20pesticides%20ou%20produits%20phytosanitaires%20-%20notre-planete.info.htm) (consulté le : 16/05/2015)
- [2] <http://observatoire-pesticides.gouv.fr/index.php?pageid=61> (consulté le : 16/05/2015)
- [3] http://www.memoireonline.com/11/12/6459/m_Etude-sur-les-pesticides1.htmlhttp://www.memoireonline.com/11/12/6459/m_Etude-sur-les-pesticides1.html (consulté le : 22/05/2015)
- [4] <http://fr.horticalia.org/Wiki/Fongicides>(consulté le : 29/05/2015)
- [5] <http://tpe-pesticides.e-monsite.com/pages/pesticides/i-domaines-et-differents-types-de-pesticides.html>(consulté le : 22/05/2015)
- [6] <http://www.apieee.org/pesticide/dos/pest11.php>(consulté le : 10/05/2015)
- [7] <http://www.cchst.com/oshanswers/chemicals/pesticides/general.html> (consulté le : 13/04/2015)
- [8] <http://www.monsanto.com/global/fr/qui-sommes-nous/pages/1-histoire-de-monsanto.aspx>(consulté le : 02/06/2015)
- [9] <http://www.pleinchamp.com/grandes-cultures/actualites/syngenta-affiche-son-optimisme-pour-2012>(consulté le : 02/06/2015)
- [10] <http://www.omafra.gov.on.ca/french/crops/facts/00-062.htm>(consulté le : 09/06/2015)

Tableau 04 : Quantité de pesticides utilisés au niveau des fermes de la wilaya de Guelma .

Fermes	Cultures	Sup. (ha)	Pesticides	Qtité / Pesticide (kg)	Qtité / Pesticide (kg/ha)	Qtité totale de pesticides (kg)	Qtité Totale de pesticides (kg/ha)
F _{1G}	Cultures maraichères	28	Fongicides	90	3.21	135	4.82
			Insecticides-Acaricides	10	0.36		
			Herbicides	35	1.25		
	Arboriculture fruitière	36	Fongicides	00	00	00	00
			Insecticides-Acaricides	00	00		
			Herbicides	00	00		
	Céréaliculture	50	Fongicides	25	0.5	75	1.5
			Insecticides-Acaricides	00	00		
			Herbicides	50	1		
F _{2G}	Cultures maraichères	76	Fongicides	633.08	8.33	870.46	11.45
			Insecticides-Acaricides	182.63	2.4		
			Herbicides	54.75	0.72		
	Arboriculture fruitière	33.5	Fongicides	00	00	00	00
			Insecticides-Acaricides	00	00		
			Herbicides	00	00		
	Céréaliculture	50	Fongicides	25	0.5	211	4.22
			Insecticides-Acaricides	00	00		
			Herbicides	186	3.72		
F _{3G}	Cultures maraichères	26	Fongicides	95	3.65	137.8	5.3
			Insecticides-Acaricides	42.8	1.65		
			Herbicides	00	00		
	Arboriculture fruitière	03	Fongicides	00	00	00	00
			Insecticides-Acaricides	00	00		
			Herbicides	00	00		
	Céréaliculture	103	Fongicides	164.8	1.6	260.59	2.53
			Insecticides-Acaricides	00	00		
			Herbicides	95.79	0.93		

Tableau 05 : Quantité de pesticides utilisés au niveau des fermes de la wilaya de Skikda.

Ferme	Cultures	Sup. (ha)	Pesticides	Qtité / Pesticide (kg)	Qtité / Pesticide (kg/ha)	Qtité totale de pesticides (kg)	Qtité Totale de pesticides (kg/ha)
F _{1S}	Cultures maraichères	10	Fongicides	50.91	5.091	82.41	8.24
			Insecticides-Acaricides	4.125	0.4125		
			Herbicides	27.375	2.7375		
	Arboriculture fruitière	20	Fongicides	65	3.25	95.5	4.76
			Insecticides-Acaricides	30.5	1.525		
			Herbicides	00	00		
	Céréaliculture	100	Fongicides	500	5	672	6.72
			Insecticides-Acaricides	40	0.4		
			Herbicides	132	1.32		
F _{2S}	Cultures maraichères	70.5	Fongicides	393.75	5.59	421.875	5.99
			Insecticides-Acaricides	00	00		
			Herbicides	28.125	0.40		
	Arboriculture fruitière	00	Fongicides	00	00	00	00
			Insecticides-Acaricides	00	00		
			Herbicides	00	00		
	Céréaliculture	220	Fongicides	330	1.5	730.4	3.32
			Insecticides-Acaricides	00	00		
			Herbicides	400.4	1.82		
F _{3S}	Cultures maraichères	03	Fongicides	72	24	102	34
			Insecticides-Acaricides	30	10		
			Herbicides	00	00		
	Arboriculture fruitière	66.75	Fongicides	182	2.73	365.1	5.47
			Insecticides-Acaricides	183.1	2.74		
			Herbicides	00	00		
	Céréaliculture	00	Fongicides	00	00	00	00
			Insecticides-Acaricides	00	00		
			Herbicides	00	00		

Tableau 06 : Quantité de pesticides utilisés au niveau des fermes de la wilaya d'Annaba.

Ferme	Cultures	Sup. (ha)	Pesticides	Qtité / Pesticide (kg)	Qtité / Pesticide (kg/ha)	Qtité totale de pesticides (kg)	Qtité Totale de pesticides (kg/ha)
F _{1A}	Cultures maraichères	35	Fongicides	29.5	0.84	157.2	4.49
			Insecticides-Acaricides	6.2	0.18		
			Herbicides	121.5	3.47		
	Arboriculture fruitière	02	Fongicides	00	00	00	00
			Insecticides-Acaricides	00	00		
			Herbicides	00	00		
	Céréaliculture	173	Fongicides	570.9	3.3	1097.69	6.35
			Insecticides-Acaricides	00	00		
			Herbicides	526.785	3.045		
F _{2A}	Cultures maraichères	140	Fongicides	00	00	840	6
			Insecticides-Acaricides	140	1		
			Herbicides	700	5		
	Arboriculture fruitière	06	Fongicides	00	00	00	00
			Insecticides-Acaricides	00	00		
			Herbicides	00	00		
	Céréaliculture	350	Fongicides	250	0.71	576.5	1.64
			Insecticides-Acaricides	00	00		
			Herbicides	326.5	0.93		

Tableau 09 : Tableau récapitulatif des résultats pour la Ferme 1 de Guelma (F1G).

Ferme	Cultures	Sup. (ha)	Fongicides	Nbr. Appl.	Qtité (kg)	Insecticides - Acaricides	Nbr. Appl.	Qtité (kg)	Herbicides	Nbr. Appl.	Qtité (kg)	Nbr. Total Prod.	Nbr Total d'appl.
F _{1G}	Cultures maraichères	28	VERITA flash	01	20	ZELZBON	01	10	SENCOR	02	20	08	09
			RIDOTOP	01	20				CHOKÉ	01	10		
			NEORAM	01	30				METRIXONE	01	05		
			MELODY compact	01	20								
	Total	28	04	04	90	01	01	10	03	04	35	08	09
	Arboriculture fruitière	36	/	00	00	/	00	00	/	00	00	00	00
	Total		00	00	00	00	00	00	00	00	00		
	Céréaliculture	50	ARTEA	01	25	/	00	00	COSSACK	01	50	02	02
	Total		01	01	25	00	00	00	01	01	50		
	Total /Ferme	114	05	05	115	01	01	10	04	05	85	10	11

- Sup.(ha) : Superficie en hectare.
- Nbr. Appl. : Nombre d'applications
- Qtité (kg) : Quantité (Kg)
- Nbr. Total Prod. : Nombre total de produits utilisés.
- Nbr. Total d'appl. : Nombre Total d'applications de pesticides

Tableau 10 : Tableau récapitulatif des résultats pour la Ferme 2 de Guelma (F2G).

Ferme	Cultures	Sup. (ha)	Fongicides	Nbr. Appl.	Qtité (kg)	Insecticides-Acaricides	Nbr. Appl.	Qtité (kg)	Herbicides	Nbr. Appl.	Qtité (kg)	Nbr. Total Prod.	Nbr Total d'appl.	
F _{2G}	Cultures maraichères	76	BRAVO	03	152	VOLION targo	02	32.85	SENCOR	01	54.75	13	29	
			RIDOMIL	03	190	ANGEO	02	18.25						
			FOLIO gold	03	190	VERTIMEC	02	36.5						
			ORTIVA	03	60.8	OBERON	02	54.75						
			SCORE	03	38	FORCE	01	35						
			BAYFIDAN	03	2.28	ACTARA	01	5.28						
	Total	06	18	633.08	06	10	182.63	01	01	54.75				
	Arboriculture fruitière	33.5	/	00	00	/	00	00	/	00	00	00	00	
	Total		00	00	00	00	00	00	00	00	00			
	Céréaliculture	50	01	ARTEA	01	25	/	00	00	TRAXOS	01	60	04	05
										ZOOM	01	06		
										M.A	02	120		
	Total	01	01	25	00	00	00	00	03	04	186			
Total /Ferme	159.5	07	19	658.08	06	10	182.63	04	05	240.75	17	33		

- Sup.(ha) : Superficie en hectare. - Nbr. Appl. : Nombre d'applications
- Qtité (kg) : Quantité (Kg) - Nbr. Total Prod. : Nombre total de produits utilisés.
- Nbr. Total d'appl. : Nombre Total d'applications de pesticides.

Tableau 11 : Tableau récapitulatif des résultats pour la Ferme 3 de Guelma (F3G).

Ferme	Cultures	Sup. (ha)	Fongicides	Nbr. Appl.	Qtité (kg)	Insecticides-Acaricides	Nbr. Appl.	Qtité (kg)	Herbicides	Nbr. Appl.	Qtité (kg)	Nbr. Total Prod.	Nbr Total d'appl.
F _{3G}	Cultures maraichères	26	PREVICUR	02	20	DURSBAN	02	10	/	00	00	11	17
			ALIAS flash	02	10	AMPLIGO	02	3.3					
			BRAVO	01	20	KARATE zeon	02	2.5					
			FOLIO gold	01	25	MATCH	01	10					
			MELODY compact	01	20	VERTIMEC	01	5					
	Total	05	07	95	06	10	42.8	00	00	00			
	Arboriculture fruitière	03	/	00	00	/	00	00	/	00	00	00	00
	Total		00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
	Céréaliculture	103	PUNCH	01	82.4	/	00	00	TRAXOS	01	82.4	04	04
	FALCON		01	82.4	ZOOM				01	13.39			
Total	02	02	164.8	00	00	00	02	02	95.79				
Total /Ferme	132	07	09	259.8	06	10	42.8	02	02	95.79	15	21	

- Sup.(ha) : Superficie en hectare.
- Nbr. Appl. : Nombre d'applications
- Qtité (kg) : Quantité (Kg)
- Nbr. Total Prod. : Nombre total de produits utilisés.
- Nbr. Total d'appl. : Nombre Total d'applications de pesticides

Tableau 12 : Tableau récapitulatif des résultats pour la Ferme 1 de Skikda (F1S).

Ferme	Cultures	Sup. (ha)	Fongicides	Nbr. Appl.	Qtité (kg)	Insecticides-Acaricides	Nbr. Appl.	Qtité (kg)	Herbicides	Nbr. Appl.	Qtité (kg)	Nbr. Total Prod.	Nbr Total d'appl.
F _{1S}	Cultures maraichères	10	ORTIVA	01	13.2	SHERPA	01	1.375	GOAL	01	4.5	11	14
			SCORE	01	2.25				SUPERGALON	03	18.75		
			AZOL	01	2.16								
			MELODY compact	01	8.25	CONFIDOR	01	2.75	METRIXONE	01	4.125		
			CONSENTO	02	16.5								
			INFINITO	01	8.25								
	Total	10	06	07	50.91	02	02	4.125	03	05	27.375		
	Arboriculture fruitière	20	VERITA flash	01	15	BIFEN quick	01	8	/	00	00	06	06
			MILOR MZ	01	20	KARATE zeon	01	2.5					
			CURZATE	01	30	BOUILLIE bordelaise	01	20					
			Total	20	03	03	65	03					
	Céréaliculture	100	ARTEA	01	50	GONG FU	02	40	TRAXOS	01	12	07	08
			AMISTAR extra	01	100				ZOOM	01	120		
			AMISTAR top	01	300								
			TILT	01	50								
Total	100	04	04	500	01	02	40	02	02	132			
Total /Ferme	130	13	14	615.91	06	07	74.625	05	07	159.375	24	28	

- Sup.(ha) : Superficie en hectare.

- Nbr. Appl. : Nombre d'applications

- Qtité (kg) : Quantité (Kg)- Nbr. Total Prod. : Nombre total de produits utilisés.

- Nbr. Total d'appl. : Nombre Total d'applications de pesticides.

Tableau 13 : Tableau récapitulatif des résultats pour la Ferme 2 de Skikda (F2S).

Ferme	Cultures	Sup. (ha)	Fongicides	Nbr. Appl.	Qtité (kg)	Insecticides - Acaricides	Nbr. Appl.	Qtité (kg)	Herbicides	Nbr. Appl.	Qtité (kg)	Nbr. Total Prod.	Nbr Total d'appl.
F _{2S}	Cultures maraichères	70.5	GALBEN	02	75	/	00	00	METRIBUZINE	01	28.125	07	10
			MELODY diou	02	112.5								
			CONSENTO	01	56.25								
			FOLIO gold	01	75								
			REVUS	02	37.5								
			OURAGAN	01	37.5								
	Total	06	09	393.75	00	00	00	01	01	28.125			
	Arboriculture fruitière	00	/	00	00	/	00	00	/	00	00	00	00
	Total		00	00	00	00	00	00	00	00			
	Céréaliculture	220	ARTEA	01	110	/	00	00	PALLAS	01	110	05	05
			AMISTAR extra	01	220				TRAXOS	01	264		
			Total	02	02				330	00	00		
	Total /Ferme	290.5	08	11	723.75	00	00	00	04	04	428.525	12	15

- Sup.(ha) : Superficie en hectare.
- Nbr. Appl. : Nombre d'applications
- Qtité (kg) : Quantité (Kg)- Nbr. Total Prod. : Nombre total de produits utilisés.
- Nbr. Total d'appl. : Nombre Total d'applications de pesticides.

Tableau 14 : Tableau récapitulatif des résultats pour la Ferme 3 de Skikda (F3S).

Ferme	Cultures	Sup. (ha)	Fongicides	Nbr. Appl.	Qtité (kg)	Insecticides-Acaricides	Nbr. Appl.	Qtité (kg)	Herbicides	Nbr. Appl.	Qtité (kg)	Nbr. Total Prod.	Nbr Total d'appl.
F _{3S}	Cultures maraichères	03	MELODY diou	02	09	ALMOCAP	02	30	/	00	00	04	07
			TOUTIA	02	60								
			CURTINE	01	03								
			Total	03	05								
	Arboriculture fruitière	66.75	THIRAM	01	38.75	DECIS	03	77.25	/	00	00	13	18
						VABCOR	01	7.75					
			ZIRAM	01	38.75	OBERON	01	7.75					
			MELODY diou	01	05	BENIOFF	01	34.75					
						MOBISTOP	01	27.8					
			TOUTIA	01	50	DURSBAN	02	27.8					
			MANEBE	01	06								
			ANTRACOLE	03	06								
	REDOMIL	03	37.5										
	Total	07	09	182	06	09	183.1	00	00	00			
	Céréaliculture	00	/	00	00	/	00	00	/	00	00	00	00
Total	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	
Total /Ferme	69.75	10	14	254	07	11	213.1	00	00	00	17	25	

- Sup.(ha) : Superficie en hectare.
- Nbr. Appl. : Nombre d'applications
- Qtité (kg) : Quantité (Kg)- Nbr. Total Prod. : Nombre total de produits utilisés.
- Nbr. Total d'appl. : Nombre Total d'applications de pesticides.

Tableau 15 : Tableau récapitulatif des résultats pour la Ferme 1 d'Annaba (F1A).

Ferme	Cultures	Sup. (ha)	Fongicides	Nbr. Appl.	Qtité (kg)	Insecticides-Acaricides	Nbr. Appl.	Qtité (kg)	Herbicides	Nbr. Appl.	Qtité (kg)	Nbr. Total Prod.	Nbr Total d'appl.	
F _{1A}	Cultures maraichères		BLIN exa	02	01	DIMETHON	01	3.2	GEZA gard	01	120			
			POLYRAME	03	18									
			APACHE	01	06									
			MILOR Mz	03	4.5	APACHE	02	3	METRIXONE	01	1.5			
	Total	35	04	09	29.5	02	03	6.2	02	02	121.5	08	12	
	Arboriculture fruitière		/	00	00	/	00	00	/	00	00			
	Total	02	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	
	Céréaliculture			ARTEA	01	86.5	/	00	00	TRAXOS	02	346		
				POLYRAME	01	346				GRAN star	01	2.595		
				FALCON	01	138.4				TOPICK	01	5.19		
						COSSACK				01	173			
Total	173	03	03	570.9	00	00	00	04	05	526.785	07	08		
Total /Ferme	210	07	12	600.4	02	03	6.2	06	07	648.29	15	20		

- Sup.(ha) : Superficie en hectares.
- Nbr. Appl. : Nombre d'applications
- Qtité (kg) : Quantité (Kg)
- Nbr. Total Prod. : Nombre total de produits utilisés.
- Nbr. Total d'appl. : Nombre Total d'applications de pesticides