

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE DE JIJEL
FACULTE DES SCIENCES
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE MOLECULAIRE
ET CELLULAIRE

جامعة محمد السادس بن باديس
كلية علوم الطبيعة و الحياة
المكتبة
رقم الجرد : 1258



Mémoire de Fin D'étude

*Présenté pour l'obtention du diplôme d'études supérieures
(D.E.S)*

Option : Microbiologie

Thème

Les Biopesticides Microbiens : Application dans la Lutte Biologique

Jury:

- Encadreur : Dr. Houria OULED HADDAR
- Examineur : Mr Mostapha BOUHOUS

Présenté par :

- Yamina ATAMNA
- Hanane BOUCHKARA
- Roukja GHOUIL



Promotion juin 2008

A decorative border with intricate floral and scrollwork patterns in a brownish-gold color, framing the text. The border is composed of four corner pieces and two horizontal pieces, all featuring symmetrical designs of leaves and scrolls.

REMERCIEMENT

Nous remercions et louons Dieu qui nous a donné la force, la patience et la volonté tout au long des années de nos études et nous a honoré de sa science pour la réalisation de ce travail de recherche.

Nous tenons au terme de ce travail à exprimer notre plus grand remerciement à madame OUELD HADAR HOURIA qui a suivi et dirigé notre travail avec patience et beaucoup d'intérêt, nous lui exprimons vivement notre grand respect.

Notre remerciement s'adresse également aux membres de jury pour avoir accepté de critiquer notre travail.

Sans oublier les professeurs du département de biologie pour leurs efforts et leurs sincérité.



SOMMAIRE

Sommaire

INTRODUCTION.....	01
CHAPITRE I : LA LUTTE CHIMIQUE	
I.1. DEFINITION	02
I.2. LES PESTICIDES CHIMIQUES	02
I.2.1. DEFINITION	02
I.2.2. CLASSIFICATION	02
I.2.2.1. LES FONGICIDES	02
I.2.2.2. LES HERBICIDE	03
I.2.2.3. LES INSECTICIDE	03
I.3. IMPACT SANITAIRE DE LA LUTTE CHIMIQUE	03
A. TOXICITE AIGUE	04
B. TOXICITE CHRONIQUE	04
CHAPITRE II : LA LUTTE BIOLOGIQUE	
II.1. HISTORIQUE	05
II.2. PRINCIPE DE LA LUTTE BIOLOGIQUE	05
II.3. LES MODE D'APPLICATION DE LA LUTTE BIOLOGIQUE	06
II.3.1. L'UTILISATION DES BIOCIDES INERTES D'ORIGINES BIOLOGIQUE	06
II.3.2. L'UTILISATION DES BIOCIDES ENTOMOPHAGES AUTONOMES.....	07
II.3.2.1. LES NEMATODES	07
II.3.2.2. LES INSECTES PARASITOIDES ET PREDATEURS	08
II.3.2.2.1. LES PARASITOIDES	08
II.3.2.2.2. LES PREDATEURS	09
II.3.3. L'UTILISATION DES PLANTES TRANSGENIQUES RESISTANTES	10
II.3.3.1. PLANTES TOLERANTES AUX HERBICIDES	10
II.3.3.2. PLANTES RESISTANTES AUX INSECTICIDES	11
II.3.3.3. PLANTES RESISTANTES AUX CHAMPIGNONS	11
II.3.3.4. PLANTES RESISTANTES AUX VIRUS	11
II.4. AVANTAGES ET INCONVENIENTS DE LA LUTTE BIOLOGIQUE	11
II.4.1. LES AVANTAGES	11
II.4.2. LES INCONVENIENTS	12
CHAPITRE III : LES BIOPESTICIDES MICROBIENS	
INTRODUCTION	13
III.1. DEFINITION D'UN BIOPESTICIDE	13
III.2. DIFFERENTS TYPES DES BIOPESTICIDES	13
III.2.1. LES BIOPESTICIDES BACTERIENS	13
III.2.1.1. CARACTERES GENERAUX DE <i>BACILLUS THURINGIENSIS</i>	14
• LES TOXINES DE Bt	16
III.2.1.2. MODE D'ACTION DE Bt	18
III.2.1.3. METHODES DE PRODUCTION DE Bt	19
III.2.2. LES BIOPESTICIDES FONGIQUES	19
III.2.2.1. CARACTERES GENERAUX DES BIOPESTICIDES FONGIQUES	20
III.2.2.2. MODE D'ACTION	20
III.2.2.3. METHODES DE PRODUCTION	21

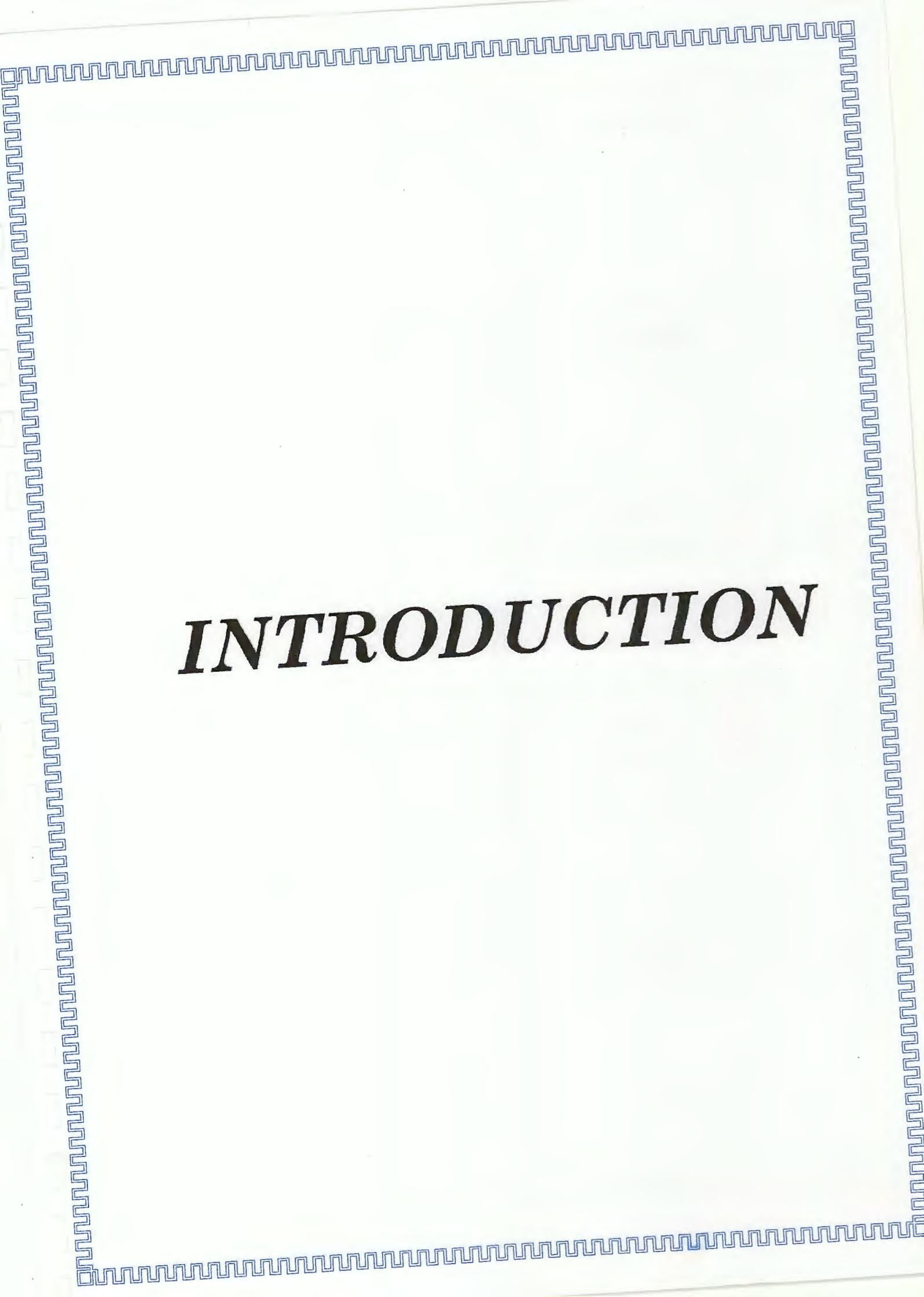
III.2.3. LES BIOPESTICIDES VIRAUX	21
III.2.3.1. LES CARACTAIRES GENERAUX DES BIOPESTICIDES VIRAUX	22
III.2.3.2. MODE D'ACTION	23
III.2.3.3. METHODES DE PRODUCTION	24
III.3. LES AVANTAGES ET LES INCONVINIETS DE L'UTILISATION DES BIOPESTICIDES	25
III.4 APPLICATION DES BIOPESTICIDES	26
III.4.1. LE PYRALE DE MAIS	26
• LUTTE BIOLOGIQUE PAR DES INSECTES	26
• LUTTE BIOLOGIQUE PAR DES CHAMPIGNONS	26
• LUTTE BIOLOGIQUE PAR DES BACTERIERS	26
III.4.2. QUEQUES EXAMPLES DE L'APPLICATION DES BIOPESTICIDES EN ALGERIE	26
III.4.2.1. LA LUTTE CONTRE LE CRIQUET PELERIN A EL OUED.....	26
III.4.2.2. LA LUTTE CONTRE LA PROCESSIONNAIRE DU PIN	27
IV. CONCLUSION	28

Liste des tableaux

Tableau 1 : Quelques espèces d'insectes prédateurs utilisées en agriculture	10
Tableau 2 : Liste des principaux sérotypes de <i>Bacillus thuringiensis</i>	14
Tableau 3 : Nomenclature des protéines des cristaux en fonction de leurs activités biologiques et de leur poids moléculaire.....	17
Tableau 4 : Quelques bios pesticides commercialisés à bas de Baculovirus	24
Tableau 5 : des avantages et inconvénients de l'utilisation des biopesticides	25

Liste des figures

Figure (01) : Un insecte parasitoïde des pucerons, la femelle vient pondre ces œufs directement dans le corps des pucerons	09
Figure (02) : Cycle biologique de Bt	15
Figure (03) : Spore et cristal de <i>Bacillus thuringiensis</i>	18
Figure (04) : <i>Beauveria bassiana</i>	20
Figure (05) : <i>Baculovirus</i>	22
Figure (06) : Etapes de multiplication des virions	23



INTRODUCTION

INTRODUCTION

Les dernières années ; la protection de l'environnement s'impose de plus en plus comme une préoccupation mondiale majeure. Dans le domaine de l'agriculture ; il est désirable que l'expansion et la productivité agricole doivent dorénavant passer par une gestion optimale des insectes nuisibles et des mauvaises herbes en minimisant les effets sur l'environnement.

Il est admis maintenant par tous que la lutte chimique à des conséquences néfastes sur l'environnement ; entre autre ; par la toxicité dans la chaîne trophique ; la pollution des eaux de surface et souterraine, sur la santé humaine par les résidus de pesticides, sur les aliments et les intoxications par inhalation.

La méthode classique de lutte chimique contre les insectes ravageurs des récoltes et des mauvaises herbes ; jadis considérée comme panacées fait appel de plus à la lutte biologique par l'utilisation de microorganismes ; de prédateurs et de parasitoïdes [1].

Les biopesticides sont l'objet d'une recherche considérable, le développement des biopesticides a augmenté en réponse au problème de l'impact des pesticides chimiques à large spectre sur l'environnement et la santé et l'apparition d'une résistance aux pesticides chimiques.

Les biopesticides sont maintenant considérés comme une composante des systèmes de lutte intégrée ; dans les quels, ils constituent une des méthodes de lutte que les agriculteurs peuvent utiliser pour lutter durablement contre les ennemis des cultures ; de manière économique et inoffensive pour l'environnement.

Le marché globale des biopesticide était de 200 million de \$ en 1995 ; dont plus de 99 % pour la lutte contre les insectes ; les insecticides microbiens dominant avec *Bacillus thuringiensis* qui occupe 92 % de ce marché ; et le marché des entomophages représente 40 million de \$ [2].

Le but de notre travail est d'étudier quelques méthodes de la lutte biologique pour combattre certain ravageurs en question en se basant sur l'emploi de biopesticide microbien.



Chapitre I :

***La lutte
chimique***

I.1. DEFINITION

La lutte chimique est la méthode, la plus couramment utilisée par ce qu'elle est très efficace ; elle s'effectue en tout temps à partir du semis jusqu'à la récolte.

Donc c'est l'usage de produits chimiques à fin de tuer ou d'arrêter la croissance des insectes et aussi d'autres ravageurs nuisibles aux cultures [3].

La lutte chimique est développée sur deux axes : améliorer d'une part la qualité des insecticides, et d'une autre part les techniques d'épandage. Les produits chimiques, utilisés en lutte antiacridienne sont généralement destinés à tuer les criquets soit immédiatement ; soit après un délais plus ou moins long ; ils sont utilisés contre les invasions et les populations acridiennes après s'être assuré du statut du ravageurs ; du niveau d'infestation et des surfaces envahies. Ces produits se présentent sous forme de poudre ; de suspension huileuse ou gaz, on distingue les organochlorés ; les organophosphorés ; les carbamates ; les pyrethrinoides et les dérégulateurs de croissance [4].

I.2. LES PESTICIDES CHIMIQUES

I.2.1. DEFINITION

Les pesticides modernes sont dans la plupart des substances organiques de synthèse ; le terme de pesticide provient de l'anglais peste qui signifie ravageurs ; prédateurs [5].

Les pesticides sont des produits obtenus le plus souvent par synthèses chimique et dont les propriétés toxiques permettent de lutter contre les ravageurs qui portent atteinte aux ressources végétales ou animales. Nécessaires à l'amélioration humaine les pesticides utilisés principalement pour la protection des végétaux ; appelés produits phytosanitaires ou phytopharmaceutiques ; se distinguent d'autre pesticides appelés « Biocides » [6].

I.2.2. CLASSIFICATION

Selon la cible ou la nature de l'espèce nuisible que l'on veut contrôler ; les produits phytosanitaires sont classés en herbicides, insecticides et fongicides [7].

I.2.2.1. LES FONGICIDES

Se sont des produits destinés à lutter contre les maladies dues aux champignons parasites des cultures [7], [8].

Ils peuvent être repartis en trois catégories principales ; en fonction de leur comportement au niveau des plantes en contacté ; pénétrant ou systémique mais une nouvelle classification proposée par P. LEROUX de l'INRA classe les fongicides selon les grandes fonctions métaboliques qu'ils perturbent dans la cellule des champignons puis plus précisément par le mode d'action [9].

I.2.2.2. LES HERBICIDES

Ils permettent d'éliminer les mauvaises herbes ou les plantes adventices des cultures ; les herbicides ont des modes d'action peu diversifiés car ils agissent sur une ou plusieurs étapes de la photosynthèse [7].

En peut citer quelques exemples d'herbicides :

- Les herbicides de contact (F8426) ; c'est un inhibiteur de la photoporphyrinogène oxydase et la thyroïdienne, découvert par SCHERING ce produit est sélectif des céréales [10].
- Les herbicides de synthèse ont aussi connu un extraordinaire essor de leur usage au dernier siècle : ce sont en tonnage les plus utilisés des pesticides dans les pays développés devant les insecticides [5].

I.2.2.3 LES INSECTICIDES

Ce sont toutes substances qui tuent les insectes ; empêchent l'éclosion des œufs ; altèrent le développement des larves ou la maturation sexuelle ; c'est le groupe des pesticides qui représente le plus de risque pour l'homme [7].

Les insecticides se repartissent en trois groupes principaux, les insecticides minéraux ; d'origine végétale et ceux de synthèses, ces derniers sont classés selon la structure chimique en organochlorés ; organophosphorés ; carbamates ; et pyréthroides nicotinique [3], [5], [11].

I.3. IMPACT SANITAIRE DE LA LUTTE CHIMIQUE

L'homme et les animaux en général absorbent les pesticides et les produits dérivés via la nourriture, l'eau, l'air respiré par contact avec la peau.

Les agriculteurs ont plus de risque que le reste de la population d'être atteints par contact de la peau ou par inhalation.

A. TOXICITE AIGUE

Les effets aigus des pesticides chez l'homme, c'est-à-dire suite à une exposition importante et unique, sont maintenant assez bien documentés, il s'agit de brûlures chimiques au niveau des yeux, de lésions cutanées, de troubles hépatiques, de troubles digestifs et respiratoires et encore plus fréquemment effets neurotoxiques [8], [12].

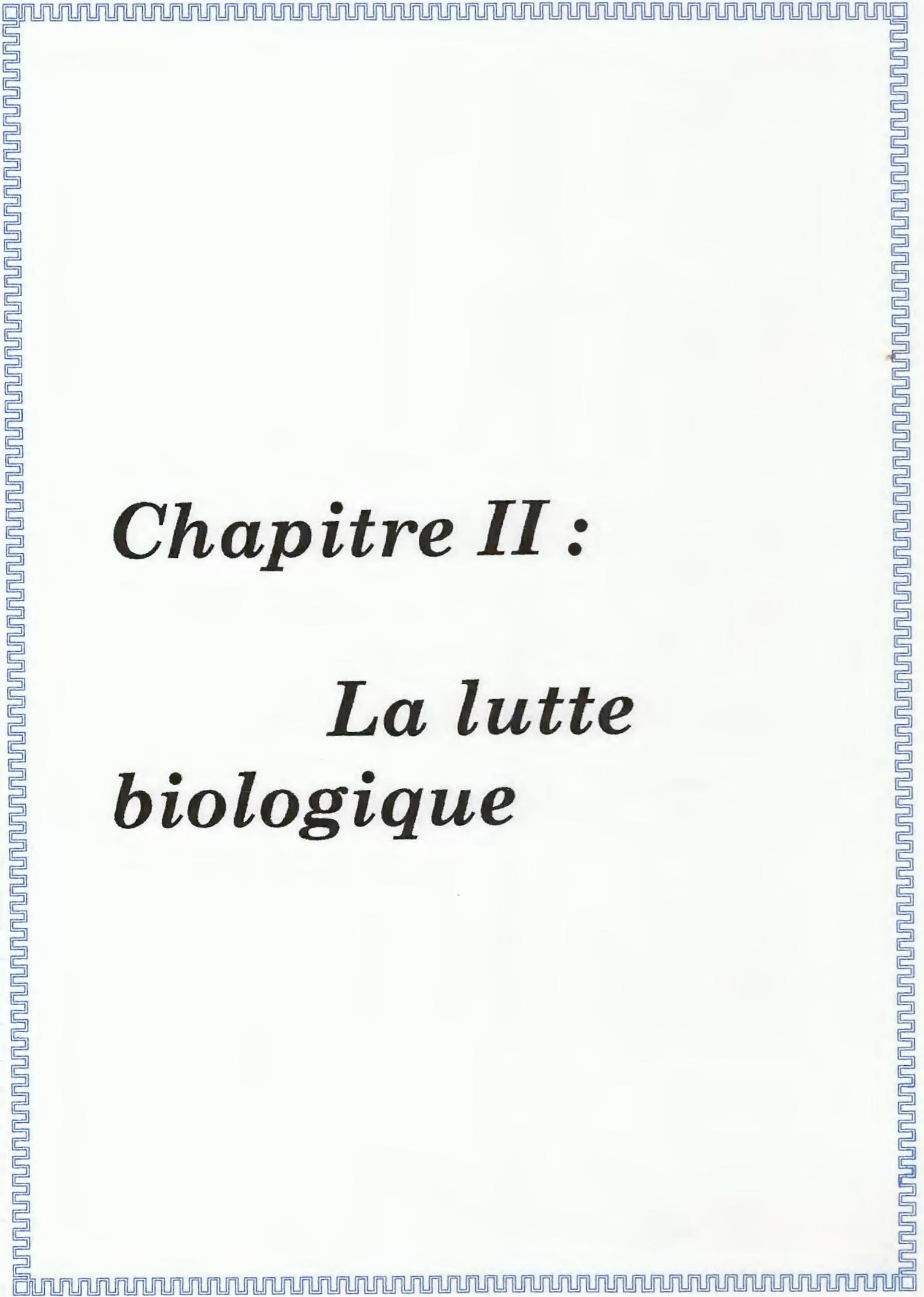
B. TOXICITE CHRONIQUE

Pour ce type d'expositions, les effets des pesticides sur la santé sont difficiles à estimer. Chez les agriculteurs, il a été remarqué que la mortalité et l'incidence de certains types de cancer ont augmenté, il s'agit en général de cancers peu fréquents voire rares tels que les cancers des lèvres, de l'ovaire, du cerveau et de la plupart des cancers des systèmes hématopoïétiques, le cancer de l'estomac et de la prostate sont également survenus. Pour les troubles de la reproduction, plusieurs études ont suggéré la possibilité d'un lien entre l'exposition aux pesticides et les risques de stérilité masculine, d'excès d'avortement spontané et de certains troubles fœtales. Les produits phytosanitaires entraîneraient lors de l'exposition des comportements en particulier des syndromes dépressifs et la maladie de Parkinson [12].

- L'utilisation des pesticides chimiques a des effets négatifs sur l'environnement, ce qui comprend la pollution de l'eau, la présence des résidus toxiques dans les aliments et l'impact sur la santé humaine, elle a contribué à une réduction du potentiel biologique qui se traduit par un inversement de la diversité génétique des espèces visées, mais aussi des organismes utiles.

La lutte chimique a également comme désavantages le fait que les organismes visés élaborent des mécanismes de résistance par rapport à ces produits. Alors que les êtres humains ont eu l'ingéniosité de mettre au point des milliers de produits de synthèse afin de protéger les cultures, les bétails et la santé humaine, plusieurs espèces nuisibles ont élaborés rapidement une réponse leur permettant de s'adapter à ce nouveau stress : la résistance [13].





Chapitre II :

*La lutte
biologique*

II.1. HISTORIQUE

La lutte biologique est souvent considérée sous trois formes qui correspondent à des étapes plus ou moins distinctes : respecter des auxiliaires existants ; acclimatation ; et traitements répétitifs par les agents ou substances biologiques ; les deux premières manières de procédés sont très anciennes, à partir de XVII^{ème} siècle de nombreux savants s'intéressent en particulier au rôle des insectes entomoparasites ou prédateurs ; Réaumer décrit aussi le rôle des prédateurs de certains chenilles et pucerons ; en 1799 un auteur indique le même rôle néfaste des hyperparasites ; au début du XIX^{ème} siècle de nombreux savants espèrent également pouvoir utiliser les **cryptogrammes** pour détruire les ennemies des récoltes ; cela deviendra une réalité avec les travaux et application d'Eugène Le Moût sur le hanneton à l'extrême fin du XIX^{ème} siècle [14].

Parmi les microorganismes ayant un potentiel de lutte biologique contre les insectes nuisibles plus de 500 espèces de champignons sont susceptibles d'infecter des insectes : *Metarhizium anisopliae* était le premier pathogène utilisé délibérément pour le contrôle d'insectes ravageurs par le Russe Elitchnikoff le père de la lutte microbiologique dans les années 1880 [15].

En 1986 Khachatourians reconnaissait environ 650 espèces de virus pathogènes d'insectes et les plus connus sont les *Baculovirus*.

Les bactéries sont des micro-organismes les plus souvent associées aux insectes ; une centaine d'espèces sont spécifiquement entomopathogènes mais seulement quelques types ont été considérés pour la production de biopesticides ; le bacille le plus connu est sans contredit le *Bacillus Thuringiensis* occupant environ 90 % du marché actuel des biocides [16].

II.2. PRINCIPE DE LA LUTTE BIOLOGIQUE

La lutte biologique c'est un peu combattre le feu par le feu. On utilise la nature pour lutter contre ses méfaits : cela va des recettes de grand-mère jusqu'à une technologie très sophistiquée ; sélection de cultivars résistants, lutte mécanique, aménagement de l'environnement et lutte biologique proprement dite ; c'est-à-dire l'utilisation d'organismes vivants ou de produits issus d'organismes vivants pour empêcher ou détruire la perte ou dommages causés par des ravageurs des cultures [17], [18]. Donc la lutte biologique c'est un moyen élégant, de réduire les effectifs d'un organisme animal ou

plante gênant, on le faisant dévorer par un de ses ennemis naturels. Les insectes sont très présentes dans la lutte biologique d'abord comme cible : contre ravageurs des cultures et vecteurs de maladies ; on a recours aux services de bactéries ; de champignons ; de virus ; de nématodes ; de poissons même et surtout d'autres insectes ; prédateurs ou parasites (insectes auxiliaires).

Il existe trois catégories de lutte biologique :

- L'emploi de pesticides élaborés à base de microorganismes.
- L'emploi direct d'organismes entomopathogènes.
- La réalisation des plantes transgéniques résistantes [19].

II.3. LES MODES D'APPLICATION DE LA LUTTE BIOLOGIQUE

La grande diversité des ressources biologiques en principe exploitables en lutte biologique donne lieu à divers modes aux tactiques possibles d'application de cette solution. La tactique qui sera retenue contre un ravageur donné dépendra de la nature exacte du problème et de la disponibilité d'agents biocides particuliers : il faudra aussi considérer des facteurs plus généraux comme les coûts exigés ou les limites imposées par la législation portant sur la répression des ravageurs [20].

II.3.1. L'UTILISATION DES BIOCIDES INERTES D'ORIGINE BIOLOGIQUE

Sous sa forme la plus simple, la lutte biologique consiste à réprimer le ravageur en faisant l'usage d'une substance toxique provenant d'un microorganisme. Ce type d'intervention se fonde sur les mêmes principes de base que la lutte chimique. Sauf que l'agent biocide du produit insecticide est une toxine d'origine biologique plutôt que synthétique. Il convient de désigner ce type d'insecticides en employant le terme biopesticide inerte. En principe, la lutte biologique par application d'un bio pesticide inerte repose sur des interventions plus directes et plus soutenues. En revanche, elle bénéficie des connaissances acquises en toxicologie des pesticides chimiques traditionnels et s'exerce avec la même technologie d'application [20].

II.3.2. L'UTILISATION DE BIOCIDES ENTOMOPHAGES AUTONOMES

D'une manière générale, la lutte biologique contre les insectes ravageurs repose sur et non sur celle de produits toxiques dérivés de tels organismes. L'intervention consiste à manipuler directement ou indirectement ces organismes, en les laissant agir de façon à profiter de leur capacités d'éliminer le ravageur visé sans assistance et sauf dans le cas de microorganismes de leur capacité d'établir un contact avec le ravageur par leur propre moyen de réparation et de locomotion. Une autre caractéristique majeure des biocides actifs par rapport aux biocides inertes et leur capacité d'auto propagation, et donc la possibilité d'avoir un effet prolongé sinon permanent, on appelle souvent « auxiliaires de lutte » les entomophages exploités en lutte biologique, en particulier lorsqu'il s'agit d'animaux plutôt que micro organismes ; cette expression souligne bien l'autonomie de leur action [20]

II.3.2.1. LES NEMATODES

On a connu plus de 3000 associations insectes nématodes, on trouve parmi celles-ci une variété de nématodes qui sont des parasites facultatifs ou obligatoires d'insectes, en particulier dans le sol et l'eau. Dans le contexte de la lutte biologique, les nématodes sont souvent considérés avec les micro-organismes pathogènes [21].

Pour la plus part d'elles, l'infection se fait à partir d'œufs déposés sur les feuilles des plantes. Les œufs éclosent et les larves regagnent l'hémocèle et au quatrième stade quittent l'hôte par perforation des tissus inters segmentaires, il s'en suit la mort de l'insecte.

Certains espèces *Steinermatidae* et *Heterorhabditidae* vivent en symbiose avec les bactéries du genre *Xenorhabdus*, les larves pénètrent l'hôte par les orifices naturels et même par la cuticule ou elle libèrent les bactéries qui tuent rapidement l'hôte, quoi que de bons agents en lutte biologique, l'utilisation des nématodes en zone sèche est limitée par les facteurs abiotiques particulièrement les UV qui sont détritmentales pour tous micro-organismes et peuvent entraver le processus d'infection de l'hôte [15].

II.3.2.2. LES INSECTES PARASITOÏDES ET PREDATEURES

Un auxiliaires est « une aide » en l'occurrence, en défense des cultures, c'est un être vivant qui aide l'homme à lutter contre les ennemis des cultures.

Certains auxiliaires sont prédateurs de ravageurs, c'est-à-dire qu'ils capturent leurs proies pour les consommer.

D'autres auxiliaires sont appelés parasitoïdes, c'est-à-dire qu'à un moment de leur cycle, ils inhibent le développement du ravageur et entraînent sa mort [18].

II.3.2.2.1. LES PARASITOÏDES

Selon VINCENT (1992), un parasitoïde est un entomophage intermédiaire entre le parasite et le prédateur, car il exploite son hôte comme un vrai parasite puis finit par le tuer comme un prédateur.

Les parasites sont les plus efficaces car les insectes sont très mobiles, ils ont une grande capacité de nuisance contre leur hôte, en plus, il s'agit du moyen le plus sûr pour la santé de l'homme et pour l'environnement car ne laissant aucun résidu sur les récoltes, de même qu'ils ont une spécificité parasitaire, sans effet donc sur les espèces utiles comme les agents pollinisateurs.

La plupart des insectes parasitoïdes sont concentrées au niveau de trois ordres principaux à savoir les hyménoptères *Chaladoïdes* et *Ichneumonoides*, les diptères, *Tachinides* et enfin certains cléoptères. Certains adultes parasitoïdes agissent comme ectoparasites on déposant leur œufs à la surface de l'hôte comme le cas pour les tachines, d'autres agissent par contre comme des endoparasites à l'instar de la plupart des hyménoptères.

Pour se développer, les larves se nourrissent à partir d'insectes parasitées en provoquant leur mort, par contre les nymphes se développent généralement indépendamment de leur hôte, mais parfois elles peuvent s'accroître au dépend du reste des insectes [19], [20].

La figure 1 représente un insecte parasitoïde des pucerons : *Aphidus*.



Figure (01)

Un insecte parasitoïde des pucerons, la femelle vient pondre ces œufs directement dans le corps des pucerons [2]. Deux espèces proposées :

- *Aphidius colemani*
- *Aphidius ervi*

IL3.2.2.2. LES PREDATEURS

Contrairement aux parasites qui affaiblissent leur hôte ou à la rigueur qui entraînent une mort lente, les prédateurs dévorent directement leurs proies. Ce type de lutte biologique est le plus fréquent dans la nature, contrairement aux parasitoïdes qui sont généralement sélectifs, les prédateurs peuvent éliminer un nombre considérable de proies.

La majorité des prédateurs entomophages employés en lutte biologique appartiennent à l'ordre des coléoptères, les hétéroptères ainsi que les diptères [20], [21]. Dans le tableau 1 sont citées quelques espèces d'insectes prédateurs utilisées en agriculture [21], [22] :

Tableau 1 : Quelques espèces d'insectes prédateurs utilisées en agriculture [20].

Prédateurs	Ordre	Mode d'interventions	Proie
<i>Adalia bipunctata</i> <i>Cyclona limbifer</i> <i>Coccinella</i> <i>Septempunctata</i>	Coléoptères	Libération inondative En serre	<i>Mysus persicae</i>
<i>Aphedoletes</i> <i>aphidimyza</i>	Diptères		<i>Mysus persicae</i>

II.3.3. L'UTILISATION DES PLANTES TRANSGENIQUES RESISTANTES

Il existe plusieurs méthodes pour transférer de l'ADN étranger dans le génome végétal. Chez les dicotylédones comme la tomate, le tabac, la pomme de terre, le plasmide Ti d'Agrobacterium tumefaciens est une méthode de référence, l'électroporation ou la transformation de protoplastes sont également appropriées chez les plantes mono ou dictylédones que l'on peut régénérer depuis des protoplastes. Des cellules de plantes intactes peuvent être transformées par micro-injection d'ADN ou par le procédé de la biolistique. Pour prouver la réussite de la transformation, on utilise des gènes rapporteurs ou des méthodes de PCR.

Dans la plupart des cas, on introduit des gènes apportant une tolérance aux herbicides, insecticides ou virus [23].

II.3.3.1. PLANTES TOLERANTE AUX HERBICIDES

Les plantes transgéniques tolérantes aux herbicides ont été modifiées génétiquement de manière à contenir une protéine à son site actif ou à le désactiver par sa dégradation par exemple, le soja résistant au glyphosate a été développé par isolement de souches d'*E. coli* résistantes au glyphosate [23].

II.3.3.2. PLANTES REISTANTES AUX INSECTICIDES

Il s'agit de l'obtention de plantes modifiées génétiquement par le transfert d'un gène qui code pour une toxine de *Bacillus thuringiensis* (Bt), la plante synthétise la toxine au cours de son développement et est de ce fait protégée de façon satisfaisant. Des attaques des insectes cibles. La première plante transgénique à caractère insecticides à été obtenue par l'équipe de « Plant Genetic Systems (PGS) » à Gengene 1986 ; il s'agit de plante de tabac synthétisant une toxine active contre le sphynx du tabac [24], [25].

II.3.3.3. PLANTES RESISTANTES AUX CHAMPIGNONS

Les maladies fongiques provoquent d'importantes pertes de rendement, un exemple historique de taille est la rouille de la pomme de terre (*Phytophthora infestant*) qui a provoqué de grandes famines en Europe entre autre en Irland. L'expression d'une protéine contre la paroi cellulaire du champignon a permis d'augmenter la résistance aux champignons chez le tabac. De bons résultats ont également été obtenus par l'expression de protéines inactivant les ribosomes (RIP) [23].

II.3.3.4. PLANTES RESISTANTES AUX VIRUS

Les virus peuvent provoquer d'importantes pertes de récoltes, par exemple le *Potatovirus 4* pour la pomme de terre ou le virus *Rhizomania* pour la bettrave sucrière.

Contre cela, on essaie d'intervenir dans le mécanisme de réplication du virus par l'expression de protéines virales non fonctionnelles chez la plante ou encore par l'expression d'anticorps anti-virus ou de ribozymes [23].

II.4. AVANTAGES ET INCONVENIENTS DE LA LUTTE BIOLOGIQUE

II.4.1. LES AVANTAGES

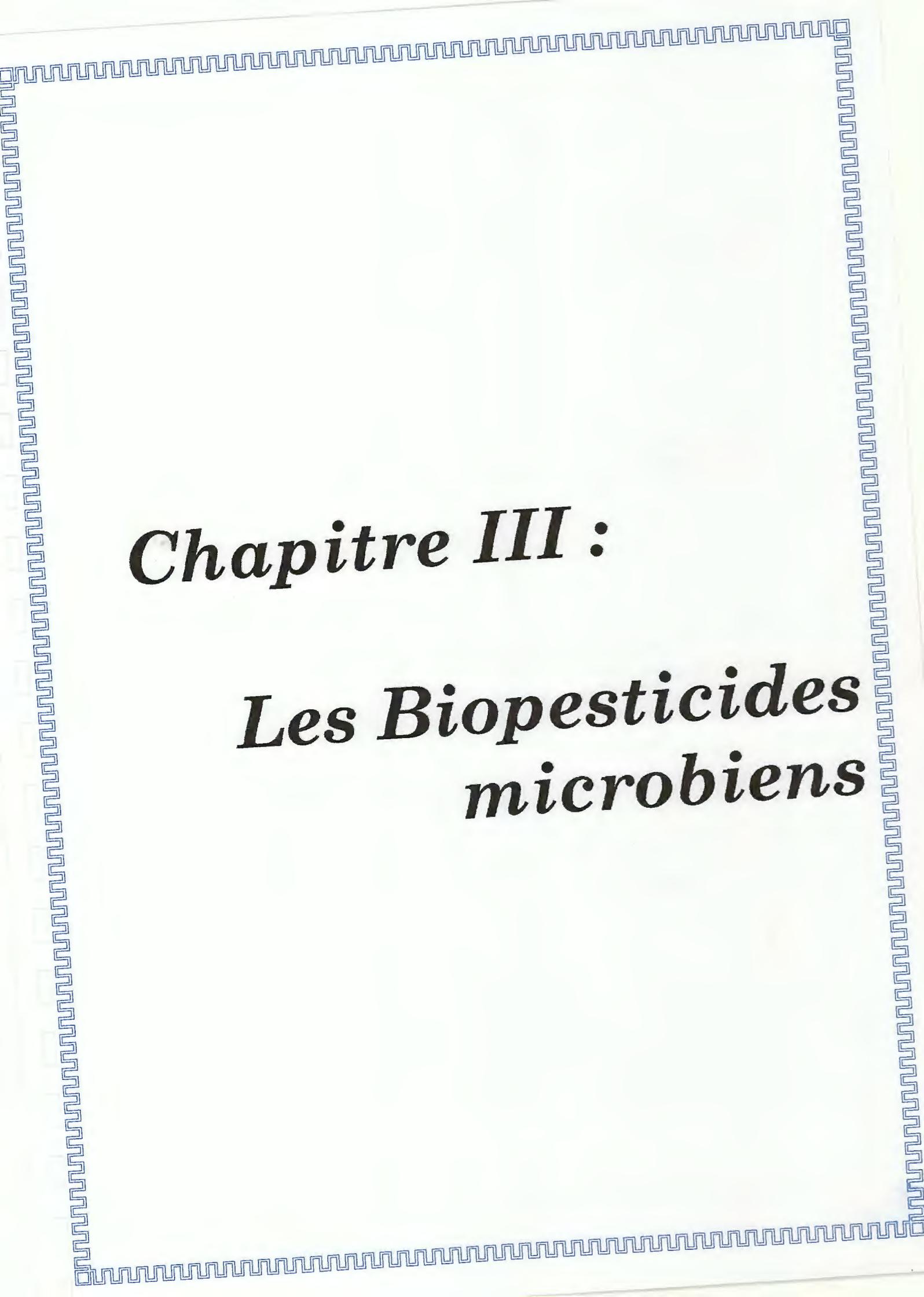
La lutte biologique présente les avantages suivants :

- ❖ Efficacité : la bonne utilisation d'un auxiliaire adapté est toujours plus efficace qu'un traitement chimique « globale » mettant en jeu la même matière active utilisée depuis 15 ou 20 ans ou bien un produit acheté faute d'avoir trouvé mieux ;
- ❖ L'insurmontable inconvénient de la résistance croissante des ravageurs aux matières actives est contournée ;
- ❖ Beaucoup moins de matières toxiques inhalées par utilisateur ;

- ❖ Nécessité d'une meilleure observation des plantes et des parasites entraînant une meilleure connaissance des sujets collectionnés, de leur cycle de leur besoins avec, au bout du compte, une culture évoluant dans le bon sens ;
- ❖ Ouverture d'esprit entraînant souvent de nouvelles idées pour la culture qui devient alors plus variée et plus adaptée [26].

II.4.2. LES INCONVENIENTS

- ❖ Si la plupart des techniques de la lutte intégrée peuvent être mises en œuvre simplement, la lutte biologique doit s'appuyer sur des compétences solides ;
- ❖ Intégrité esthétique des plantes potentiellement menacée ;
- ❖ Coût initial et accès aux auxiliaires biologiques ;
- ❖ Pour l'instant, pas de lutte biologique contre les ravageurs du sol ;
- ❖ Protection phytosanitaire demandant un minimum d'investissement personnel, lorsque les traitements chimiques globaux et systématiques sont abandonnés on ouvre la porte à des possibles ravageurs nouveaux [22], [26].



Chapitre III :

***Les Biopesticides
microbiens***

INTRODUCTION

Les besoins de sauver la nature des dangers causés par les produits chimiques d'un côté et de protéger la nourriture de l'homme contre les insectes nuisibles d'un autre côté, ont poussé les savants à orienter leur, recherches vers l'exploitation d'éléments, biologiques dans les programmes de lutte contre les insectes nuisibles.

Nous avons vu au cours des chapitres précédent que les bactéries, les virus, et les champignons sont des agents pathogènes pour les insectes ; l'utilisation accès éléments avec le développement des techniques biotechnologiques a parmi de produire ce que nous appelons : communément les biopesticides.

III.1. DEFINITION D'UN BIOPESTICIDE

Les biopesticides sont des pesticides dérivés d'organismes vivants comme les bactéries ; les champignons ou les virus ; ils ont les même principes de base que les pesticides chimiques sauf que l'agent biocide est un organisme vivant ou sa toxine [27].

III.2. DIFFERENT TYPES DES BIOPESTICIDES

Ils sont répartis en 03 classes principales à savoir : les biopesticides bactériens, fongique et virales.

III.2.1. LES BIOPESTICIDES BACTERIENS

Les bactéries sont les microorganismes les plus souvent associés aux insectes ; plus d'une centaine de bactéries ont été identifiée comme ayant un potentiel d'utilisation en lutte biologique. Les bactéries entomopathogènes appartiennent surtout a trois grandes familles qui sont les : *Bacillaceae*, *Enterobacteriaceae* ; et *Pseudomonaceae*, [15], [20] mais seulement quelques bacilles des type sporulant ont été considérés pour la production de bio pesticides [20].

Les bactéries entomopathogènes sont essentiellement présentées par deux espèces de *Bacillus* : *Bacillus thuringiensis* et *Bacillus popilliae* qui, l'un et l'autre sont utilises dans la pratique agricole depuis une vingtaine d'années [21], [26].

Selon Silvy et Riba (2001), la bactérie entomopathogène : *Bacillus thuringiensis* (BT) a été le premier microorganisme homologué dans le monde comme biopesticide ; elle a été découverte pour la première fois au Japon en 1902 dans un élevage de vers à

soie (*Bombyx mori*), en suite elle a été isolée en 1911 à Thuringe en Allemagne à partir de la pyrale de farine *Ephesia kuehniella* (lépidoptère) [28].

III.2.1.1. CARACTERES GENERAUX DE BT

Bacillus thuringiensis est une bactérie gram positive, aérobie.

Cette bactérie fait partie des bactéries a endospores ; elle reste très courante dans la nature : on la trouve dans près de 18 % des sols naturel [28], [29].

Bacillus thuringiensis est une bactérie insecticide utilisée pour contrôler des populations de ravageurs, principalement des chenilles de lépidoptères hétérocères et rhopalocères, des larves de diptères (moustiques et simulies) [4].

La classification de cette bactérie et basée sur le sérotypage de l’antigène H [30], dont nous pouvons compter au moins 69 sérotypes et 80 sous-espèces à l’IEBC (International Entomopathogenic *Bacillus* Centre) à l’Institut Pasteur de Paris (**Tableau 2**) [4], [31].

Tableau 2 : Liste des principaux sérotypes de *Bacillus thuringiensis* [2].

Sérotype	Sérovariété
1	Thuringien
2	Finiti
3	Alesti
3a ,3c	Kurstaki
3a,3b,3c	Dahota
15	Indiana
16	Tohokuensis
18a,18b	Kumama toensis
35	Séolinsis
36	Malaysiensis
37	Andalusiensis

A sa phase végétative, la croissance du nombre d’individus se fait de manière exponentielle par scissiparité, la sporulation et la création de spores sont une forme résistante qui assure la conservation et la dispersions de BT pendant les saisons difficiles,

et germent en suite pour donner naissance à une nouvelle phase végétative (figure 02) [29].

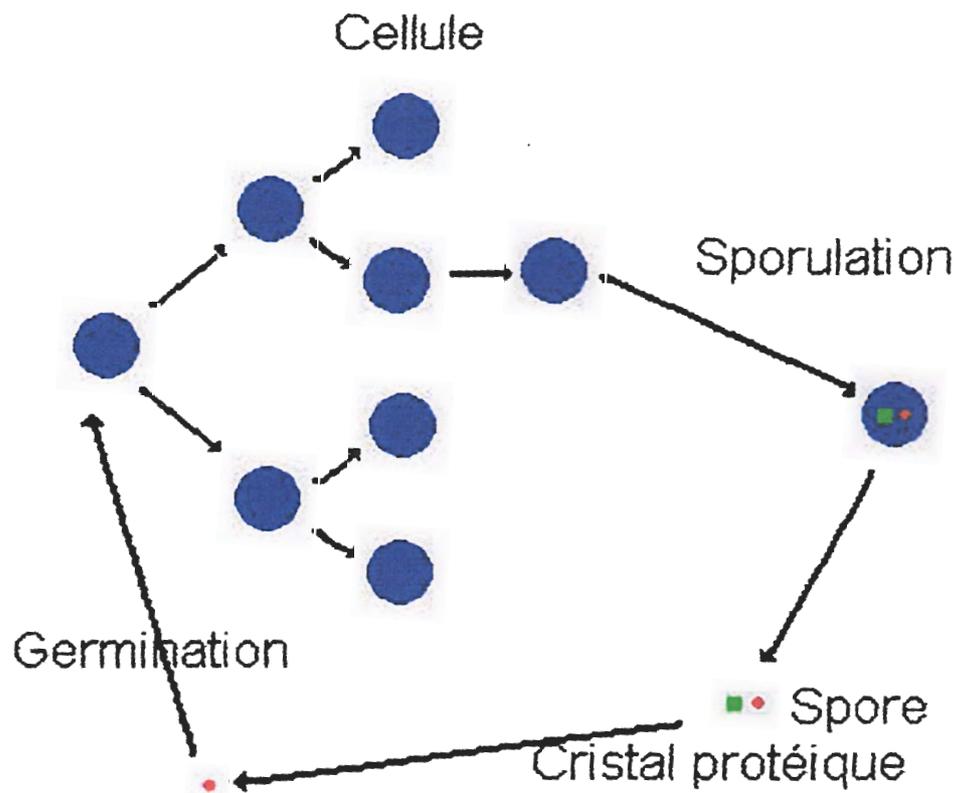


Figure (02) : Cycle biologique de Bt [29].

Dans sa forme végétative ; cette bactérie n'est que faiblement toxique pour les insectes mais pendant la sporulation elle produit un cristal intracellulaire de toxine protéique agissant comme insecticide microbien.

Les études actuelles indiquent fortement que les résidus du BT peuvent être trouvés sur les fruits et les légumes et que ceux-ci sont potentiellement entérotoxigènes [32].

• Les toxines de BT

Les souches de BT produisent deux types de toxines les (Cry) (cristal) toxines, sont les toxines majeures et servent à définir les différents types de BT. Les Cyt (cytolytic) toxines constituent la deuxième catégorie et augmente l'efficacité des précédentes dans le contrôle des insectes. La pathogénicité des toxines vis-à-vis des insectes dépend de la séquence des Cry protéines. Les protéines sont codées par une cinquantaine de gènes portés par des plasmides et ont été classées en Cry 1 ; Cry 2 ;ect. Cry 1 est une protéine de 130-138 kDA, dont les principales cibles d'activité sont les chenilles de lépidoptères et l'on y distingue plusieurs sous groupes appelés A(a), A(b), A(c), b ; c ; d ; e ; f ; g (**Tableau 3**). Le fait que les gènes soient portés par des plasmides a été mis à profit pour lutter contre les ravageurs des cultures en construisant des plantes transgéniques exprimant des Cry-toxines dans leurs tissus [4], [33].

En plus des cristaux, (figure 03), BT produits un certain nombre de composés extracellulaires (la couche S protéines [S.L.P]) qui contribue à la virulence. La couche S est une structure protéique paracrystalline, constitué par une gamme qui couvre entièrement la surface de nombreuses bactéries pathogènes, la couche S est directement impliquée dans la toxicité pour un coléoptère ravageur (*Epilachna varivestis* = *mexican bean beetle* ; *Coleoptera* : *Coccinllidae*) [4], [33].

Tableau 3 : Nomenclature des protéines des cristaux en fonction de leurs activités biologiques et de leur poids moléculaire [24].

Les protéines des cristaux		Poids moléculaire
protéines toxiques de larves de lépidoptères	Cry IA (a)	133 Kda
	Cry IA(b)	131 Kda
	Cry IA(c)	133 Kda
	Cry IB	138 Kda
	Cry IC	135 Kda
	Cry ID	133 Kda
	Cry IF	133 Kda
	Cry IF	134 Kda
Protéines toxiques de larves de lépidoptères et de diptères	Cry II A	71 Kda
	Cry II B	71 Kda
	Cry II C	69 Kda
Protéines toxiques de larves de coléoptères	Cry III A	
	Cry III B	
Protéines toxiques de larves de diptères	Cry IV A	73 Kda
	Cry IV A	74 Kda
	Cry IV A	134 Kda
	Cry IV A	128 Kda
	Cry IV A	78 Kda
	Cry IV A	72 Kda

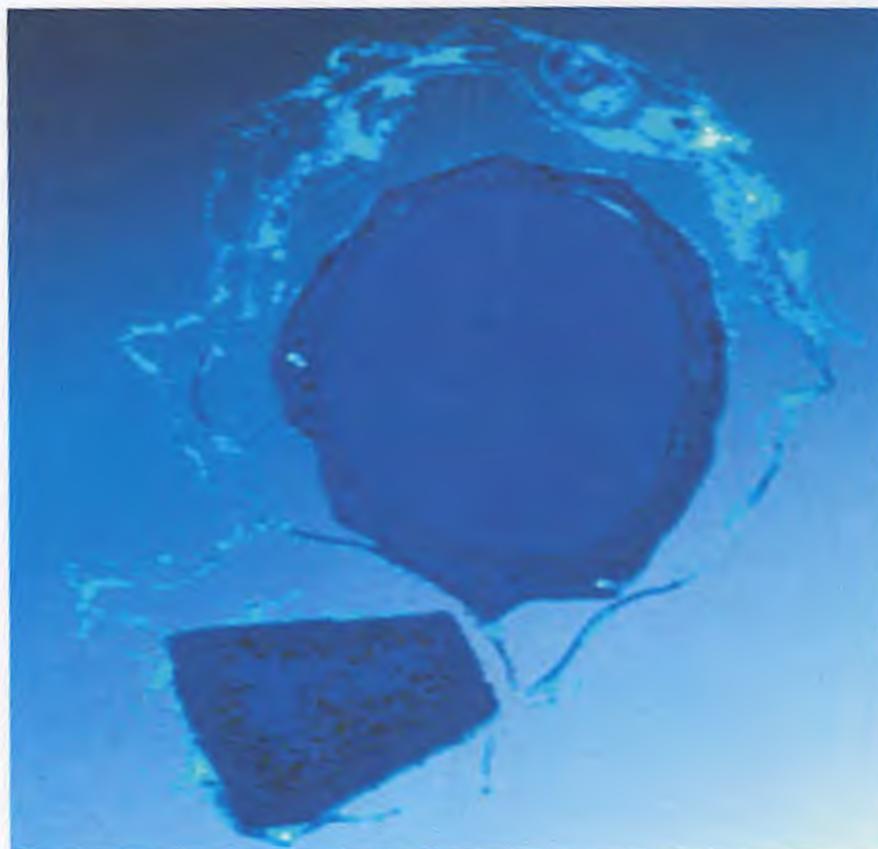


Figure (03) : Spore et cristal de *Bacillus thuringiensis* [24].

III.2.1.2. MODE D'ACTION

Les cristaux synthétisés par les bactéries sont constitués de protoxines, que une fois ingérées par l'insecte sont transformées en toxines polypeptidiques qui se fixent sur des récepteurs spécifiques des cellules de l'épithélium intestinal, l'intoxication de l'insecte se traduit très rapidement par une paralysie du tube digestif entraînant un arrêt immédiat d'alimentation ; la mort de l'insecte intervient en 24 ou 48 heures, elle peut être ou non accompagnée d'une septicémie.

Les aspects moléculaires du mécanisme qui aboutissent à la mort des insectes ne sont pas encore clairement définis Höfte et Whiteley (1989) et Lereclus et Sanchis (1989). On établit la classification des gènes codant pour les endotoxines actuellement connues. Ils sont regroupés en quatre classes en fonction du poids moléculaire des protéines synthétisées et en fonction de l'activité de ces protéines après activation [15], [24].

Seule les insectes possédant un pH suffisamment élevé dans le mésogastre ; solubilisent le cristal et libèrent la toxine [32].

III.2.1.3. METHODE DE PRODUCTION DE BT

BT se cultive en fermentation dans un milieu liquide contenant les mélasses comme source d'azote ; les préparations brutes des produits végétaux ou animaux comme source de vitamines ; et enfin les dérivés chimiques inorganiques bruts comme source de fer et d'oligo-éléments. La température du fermenteur est réglée dans le milieu de culture. Après la centrifugation ; le milieu est séché jusqu'à l'obtention d'une poudre ou d'une poussière prête à être humidifiée et donc à produire le biopesticide qui est commercialisé sous forme liquide ou en poudre.

Les recherches récentes sont orientées vers la production du cristal directement à 30° C. Lors de la lyse cellulaire ; les spores et les cristaux seront libérés à partir des gènes placés sur un plasmide ; les bio pesticides sont utilisés par pulvérisations sur les arbres attaqués tous comme les pesticides chimiques [2], [19].

III.2.2. LES BIOPESTICIDES FONGIQUES

Parmi les microorganismes utilisé en lutte biologique ; plus de 700 espèces de microchampignon sont entomopathogènes et jouent un rôle important dans la réalisation naturelle des populations d'insectes. Ils appartiennent au sous-taxon des *Mastigiomycotina* ; *Zygomictina* ; *Ascomycotina* et *Deuteromycotina* ; le plus grand nombre de pathogènes se trouve dans la classe des *Zygomycetes*, mais les plus utilisés en lutte biologique proviennent des *Deuteromycetes* ; les espèces des genres *Beavaria* ; *Methorgium* ; *Erwinia* ; *Hirsutella* : sont les plus utilisées [15], [20].

Les champignons infectent les insectes à travers la cuticule et non pas le tube digestif. Ils sont donc très sensibles aux conditions climatiques et nécessitent une humidité très élevée surtout au début de l'infection [34].

III.2.2.1. LES CARACTERES GENERAUX DES BIOPESTICIDES FONGIQUES

Comme les champignons : il s'agit d'organismes eucaryotes qui se développent sous forme d'hyphes mycéliens dans les milieux solides et sous forme de blastospores dans les milieux liquides : ils se reproduisent d'une façon sexuée ou asexuée par la production de spores qui sont l'unité principale de la contamination. La température optimale de leur développement est située entre 20 et 25° C [32], [35].

III.2.2. LE MONDE D'ACTION

Les pesticides fongiques à base de *Beauveria* (figure (04)) de *Métharizium* et de *Verticillium* sont très efficaces contre les homoptères (cochenille et pucerons); les lépidoptères en plus des hyménoptères.

Contrairement aux autres microorganismes ; les champignons infectent les insectes par pénétration directe à travers la cuticule ; le champignon croît rapidement dans l'hémocèle ; les insectes meurent dans un délai de 3 à 10 jours : quand l'insecte meurt ; le champignon entre dans un stade hyphal ; colonise les organes internes puis sporule à la surface de l'insecte [2], [19].

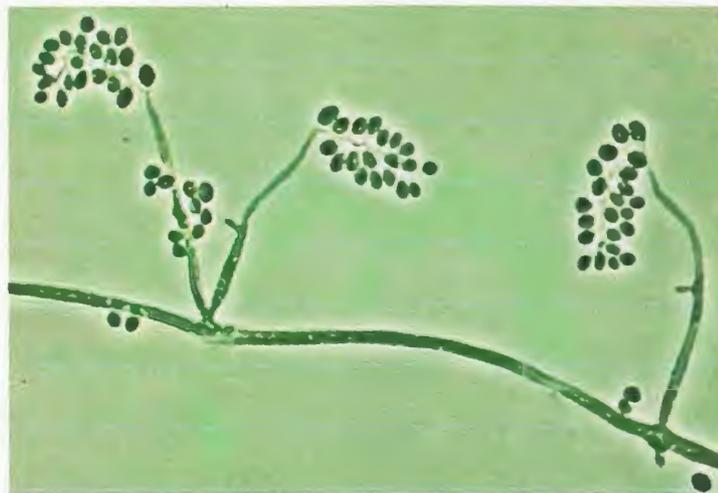


Figure (04) : *Beauveria bassiana* [2].

III.2.2.3 LA METHODE DE PRODUCTION

Les champignons entomopathogènes peuvent être produits de différentes façons. La fermentation en milieu solide était la méthode la plus efficace ; c'est à cause des spores qui sont plus stables comme préparation sèche : le milieu peut être constitué par des résidus de faible valeur marchande comme les déchets de canne à sucre ; paille hachée ; pulpe de betterave ; il sont humidifiés par une solution contenant de l'azote ; cependant de nombreuses techniques économiques peuvent apparaître (problèmes de stérilisations, échange de gaz ; contrôle de la température et du pH récupération du substrat). La fermentation liquide assure un environnement nutritionnel homogène ; la température qui doit être entre 20 et 25° C et le pH acide sont facilement contrôlables ; les formulations granulées peuvent être obtenues soit par enrobage des spores préalablement obtenues soit par la sporulation à la surface d'un support nutritif granulé, différentes stratégies d'utilisation de bio-fongicides sont étudiées expérimentalement : parmi celles-ci : les traitements par pulvérisation comme elles sont utilisées pour les insecticides chimiques sont les plus connus. C'est une méthode efficace et facile surtout pour la lutte contre les cochenilles qui sont des prédateurs ; immobiles [2], [19].

III.2.3 LES BIO PESTICIDES VIRAUX

L'étude des virus comme agents entomopathogènes a commencé à partir de l'année 1808 sur *Bombyx mori* (ver à soi) qui a été affecté par une maladie appelée « Jaudice » ; l'agent pathogène est défini au début comme une bactérie et c'est jusqu'aux années 1918 et 1919 que ACQUI démontra que cet agent est un virus capable de traverser les filtres bactériens ; à partir de cette année là, les recherches ont commencé à exploiter les virus dans la lutte contre les insectes ravageurs : le premier virus enregistré comme bio pesticide est mis en évidence en 1975 ; pour lutter contre le ver de l'amande (*Heliothis zea*). Actuellement les virus utilisés sont les Baculovirus (figure (05)) ; encore appelées les polyhédroses nucléaires [36].

III.2.3.1. LES CARACTERES GENERAUX

Les virus sont formés d'un acide nucléique protégé par une enveloppe protéique. Ce sont des entités acellulaires ; c'est-à-dire qu'ils ne forment pas de cellules ; ils ne sont donc pas considérés comme des organismes vivants, dont la propriété fondamentale et commune est justement de former des cellules qui constituent la structure biologique de base de tous les organismes vivant.

Les *Baculovirus* ont été isolés à partir des Lépidoptères ; des Diptères et des Hyménoptères ; ce sont des virus ayant une forme en bâtonnet et le génome est constituant d'une molécule circulaire bicaténaire ; le poids moléculaire variant de 70 à 85×10 dalton leur caractéristique essentielle est l'aptitude à former au cours de l'infection dans le noyau des cellules, des corps d'inclusion appelés polyèdres ; le polyèdre inclue plusieurs particules virales entourées d'une protéine constituée de peptides appelée polydrines [2], [36], [37].



Figure (05) : *Baculovirus*. [2]

III.2.3.2. MODE D'ACTION

Les Biopesticides à base de Baculovirus commencent leur action par l'ingestion des polyèdres : la période d'incubation dans le corps de l'insecte contaminé varie selon la température ; les polyèdres sont ensuite dégradés par les protéases du tube digestif les virions libérés (Figure (06)) traversent les cellules intestinales pour se multiplier dans les cellules à une autre par exocytose ; le virus attaque seulement le mésogastre : le tube digestif affecté présente un aspect blanchâtre avec un nombre élevé de virions dans les cellules : ces dernières vont se lyser pour libérer les virions dans le reste du corps de l'insecte : l'hémolymphe de l'insecte malade change de couleur et devient blanc : la diminution de la nourriture avec un affaiblissement de la croissance sont les principaux symptômes caractéristiques de l'insecte malade [2], [36].

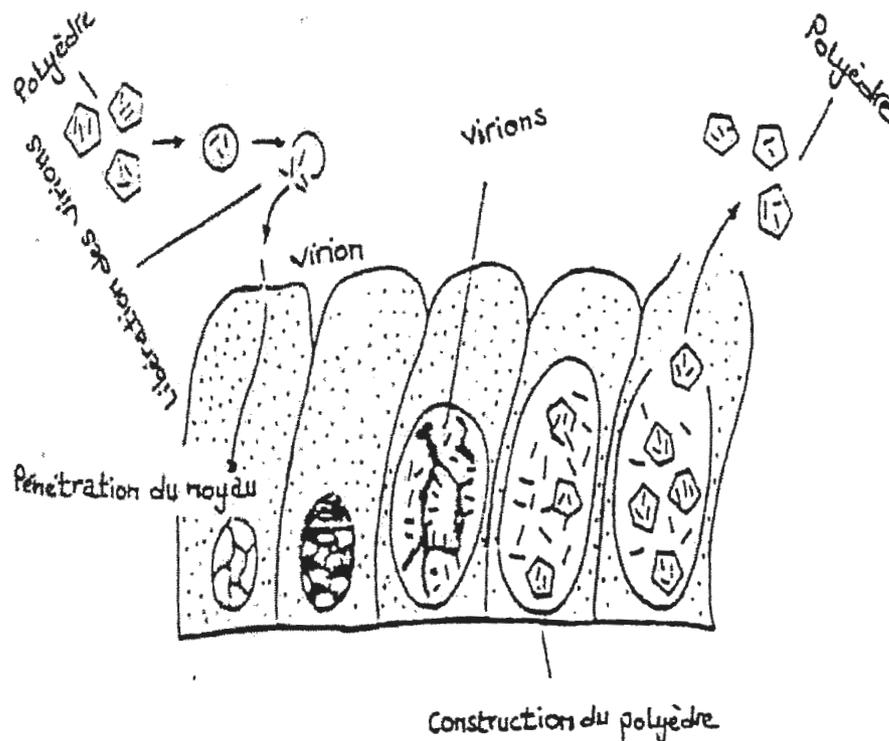


Figure (06) : Etapes de multiplication des virions [36].

III.2.3.3. METHODE DE PRODUCTION

Contrairement au biopesticides bactériens ou fongiques : la production de masse de virus sous formes de polyèdres ne peut être assurée qu'à partir de cellules hôtes vivantes. Le procédé consiste à élever les insectes hôtes sur milieu nutritif artificiel puis à faire la contamination de ces insectes par les Baculovirus ; pour qu'il puisse se multiplier. A titre d'exemple ; pour traiter un hectare de culture il faut en moyenne 10^{12} à 10^{13} polyédres. Des recherches récentes sont en cours pour optimiser l'efficacité des Baculovirus et améliorer ainsi les souches par la méthode de l'ADN recombinant. Faire échanger une partie de l'information génétique entre deux virus est l'une des méthodes appliquées ; les recombinants vont avoir alors aujourd'hui de nouvelles propriétés. Les insectes affectées cesseront de s'alimenter rapidement et le délai de mortalité sera plus rapide [2].

Dans le Tableau 04 sont cité quelques bios pesticides commercialisent à bas de Baculovirus.

Tableau 04 : Quelques bios pesticides commercialisés à bas de Baculovirus [2].

Type de virus	Insecte de l'élevage	Nom commercial	Ordre visé
Baculovirus (NPV)	<i>Neodipeion sertifer</i>	Minosarmio –virus	Lepidoptère
	<i>Cydia pomonella</i>	Viros Tm	
	<i>Mamestra brassicae</i>	Preserve TM	
	<i>Autographacalifornica spodoptera</i>	Spodoterin VPN82	

Malgré, toutes les recherches : la lutte biologique par le biais de virus n'a pas pu remplacer l'emploi d'insecticides chimiques ; ce ci est dû au coût économique très élevé de leur production en masse cependant leur utilisation reste probable dans les années à venir [2].

III.3. LES AVANTAGES ET LES INCONVENIENTS DE L'UTILISATION DES BIOPESTICIDES

Les biopesticides comme les pesticides chimiques présentent des avantages et des inconvénients qui sont cités dans le tableau 05.

Tableau 05 : des avantages et inconvénients de l'utilisation des biopesticides [16].

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> • Restreindre ou éliminer l'utilisation d'insecticides chimiques. • Moins toxiques que les pesticides chimiques • Favoriser lors d'une utilisation en serre . • Diminuer les risques de développer de la résistance. • Favorisé par le nombre restreint d'insecticides homologues en serre. • Plus grande spécificité d'action • Améliorer la qualité de vie des travailleurs • Prévoir aucun délai avant la récolte. • Défini aux consommateurs des produits sains. • Avoir une meilleure presse aux prés des consommateurs rapides des bio pesticides diminuant les risques de pollution. • Maintenir la biodiversité des biotopes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Lutte souvent fait a prévention et moins efficace lorsque curative. • Effet moins drastique sur les pesticides (plus d'application) • Seuil de tolérance très bas pour les ravageurs. • Efficacité pas toujours constante d'une production à l'autre. • Activité restreinte lors d'une grande pression du ravageur. • Conditions d'entre posage des produits biologiques. • Excellente connaissance dans la relation proie-prédateur.

III.3. APPLICATION DES BIOPESTICIDES

III.3.1. LE PYRALE DE MAIS

• LUTTE BILOGIQUE PAR DES INSECTES

On peut réaliser un "lâché" de trichogrammes ; insectes qui parasitent les œufs de pyrale présents sur les feuilles du maïs.

Cette technique est employée annuellement sur 30 000 ha au minimum mais ne présente pas d'efficacité suffisante en cas de forte infestation [2].

• LUTTE BILOGIQUE PAR DES CHAMPIGNONS

Un procédé consiste à disséminer des spores d'un champignon du sol : *Beauveria bassiana* ; qui parasite les larves de pyrale [2].

• LUTTE BILOGIQUE PAR DES BACTERIES

Les troisième procédé ; qui correspond à l'emploi d'une bactérie : BT, cette bactérie du sol ; très répandue dans le monde ; à une activité insecticide grâce à la synthèse d'une protoxine qui se présente sous forme de cristaux protéiques ; cette protoxine ; ingérée par les larves de pyrale ou de sésamie ; est transformée par les sucs digestifs (protéases) de la larve en une toxine qui bloque le fonctionnement de son appareil digestif [2].

III.3.2. QUELQUES EXEMPLES DE L'APPLICATION DES BIOPESTICIDES EN ALGERIE

III.3.2.1. LA LUTTE CONTRE LE CRIQUET PELERIN A EL OUED

Le 28 juin 2005, pour la première fois, un biopesticide respectueux de l'environnement a été testé avec succès contre le criquet pèlerin en conditions réelles, a annoncé l'agence des Nations Unies pour l'Agriculture et l'Alimentation.

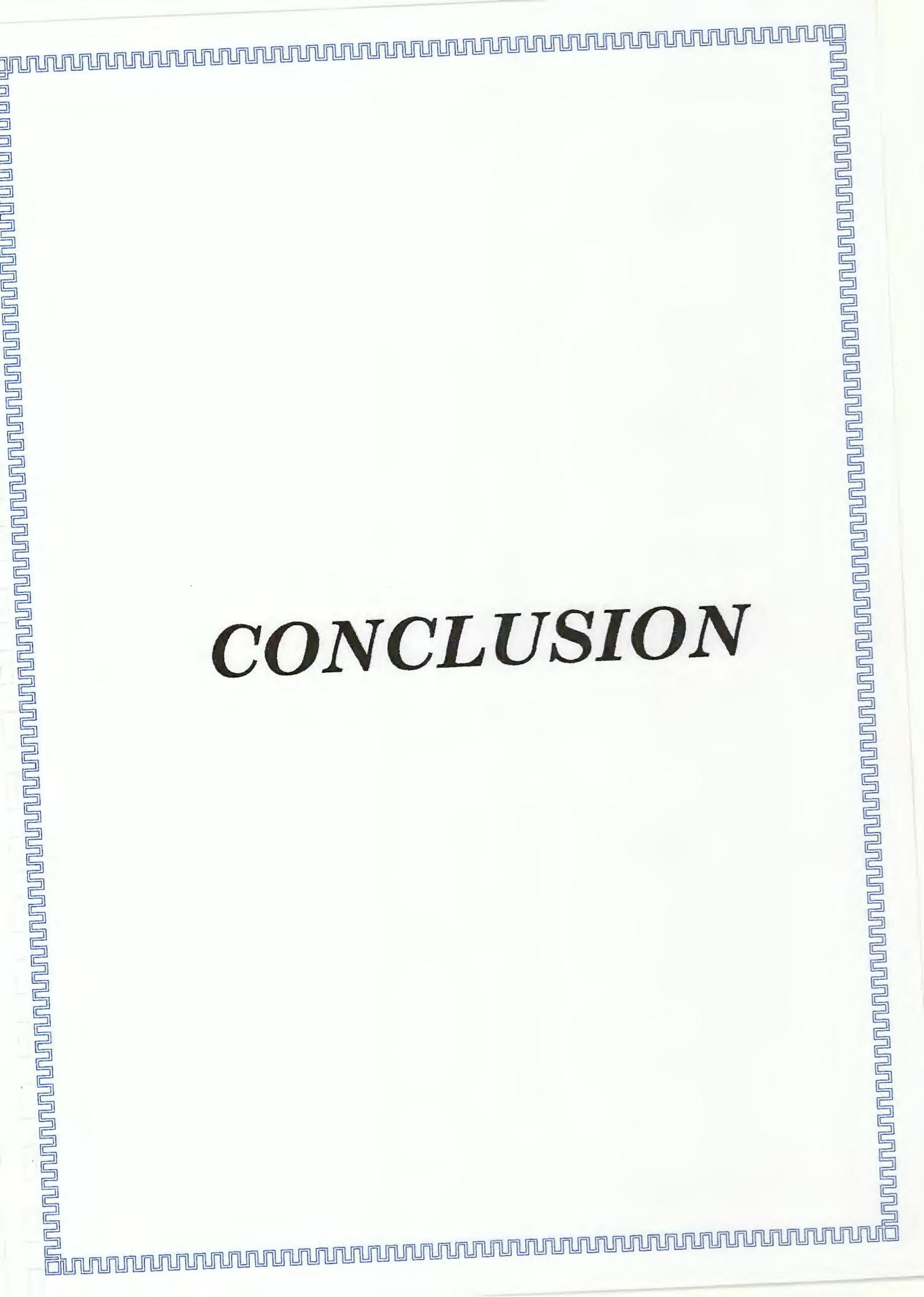
Durant un essai de terrain organisé conjointement par l'Institut National de la Protection des Végétaux de l'Algérie et la FAO près d'El Oued, dans l'est du pays, un biopesticide, formulé à partir de *Metarhizium anisopliae*, a été épandu sur plus de 1400 hectares de terres infestées de larves de criquet pèlerin. Les acridiens ont été nettement affaiblis et ont commencé à se déplacer lentement après quatre jours, avant d'être mangés par les oiseaux, les lézards et les fourmis.

Le *Metarhizium anisopliae* est un champignon naturel qui infecte les larves de telle sorte qu'elles arrêtent de se nourrir puis meurent au bout d'une à trois semaines.

Selon NIEK VAN DER GRAAFF (chef du service de protection de végétaux de la FAO), le succès de ce test de grande envergure est une percée significative dans la lutte antiacridienne, c'est la première fois que ce bio pesticide a démontré son efficacité contre le criquet pèlerin en conditions réelles de terrain sur une vaste zone [38].

III.3.2.2. LA LUTTE CONTRE LA PROCESSIONNAIRE DU PIN

Un traitement aérien a été effectué sur 1500 ha d'un reboisement de *Pinus halepensis* situé en zone subsaharienne algérienne. L'application a ciblé les chenilles de stades L3 et L4 de la processionnaire du pin à l'aide d'un insecticide à base de *Bacillus thuringiensis* var *kurstaki* (BtK). La mortalité immédiate a été contrôlée par prélèvements d'échantillons de colonies de chenilles 7 et 14 jours après le traitement et celle différée à 80 et 100 jours ainsi que sur les chrysalides et papillons issus des chenilles survivantes au BtK. Il a été noté une augmentation des taux de mortalité des chenilles du premier au quatrième prélèvement ; le taux d'efficacité global obtenu pour toute la surface traitée est de 93 %. Ensuite, l'étude comparée du devenir des chenilles survivant au traitement et celles non traitées a montré que dans les lots provenant des chenilles traitées, l'incidence de la mycose à *Beauveria bassiana* dépasse 20 %, celle des parasitoïdes larvonymphaux *Erigorgus femorator* Aub. (Hym ; tachinidae) a atteint 9,5 % et, en fin le sex -ratio calculé est de 1,7 en faveur des males, ce qui démontrait que les femelles sont plus vulnérables au BTK [39].

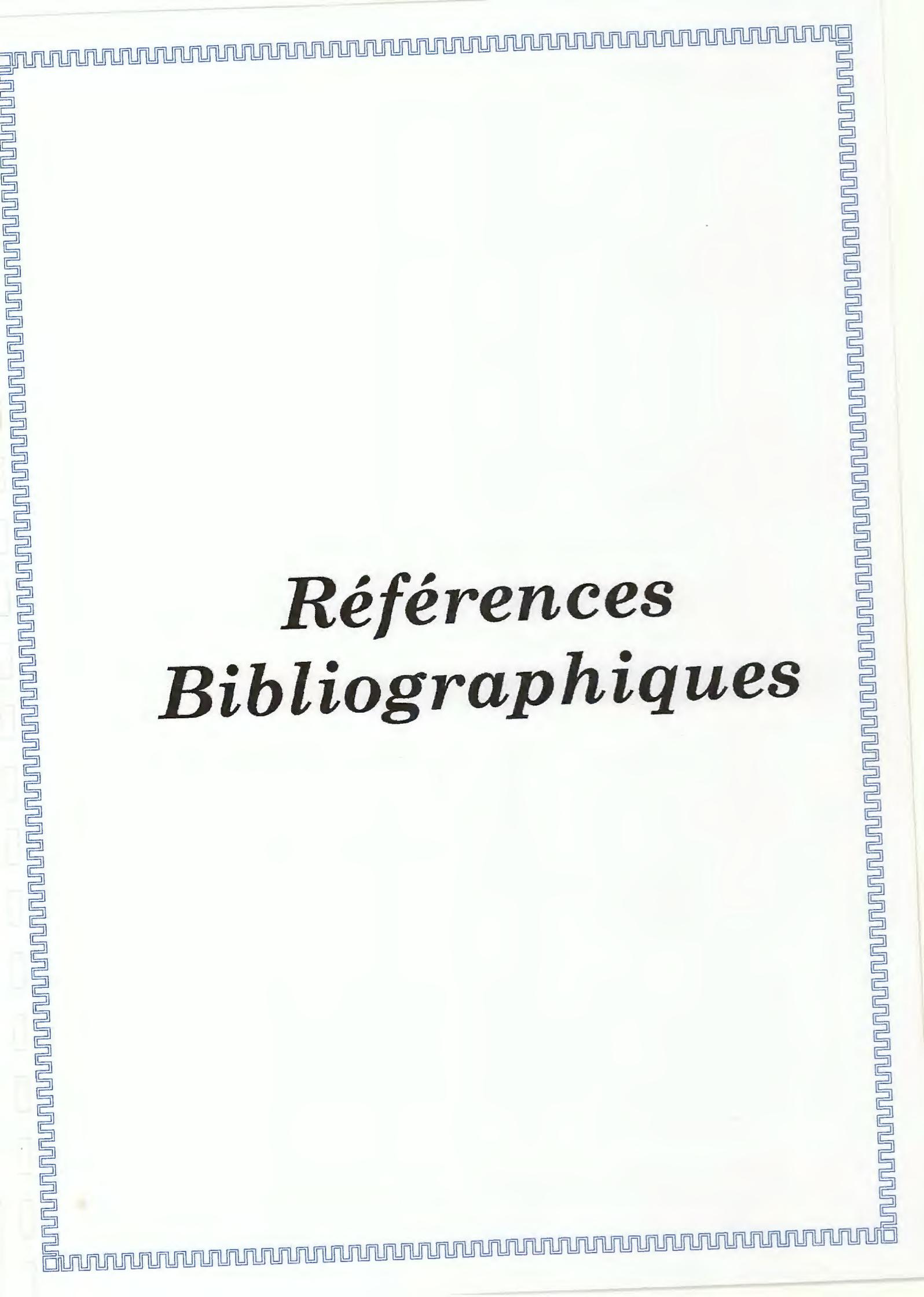


CONCLUSION

IV. CONCLUSION

La lutte biologique s'exerce de façon spontanée dans la majorité des écosystèmes. Qu'elle soit applicable en agro écosystème forestier, l'idée fondamentale sous-jacente à tout programme de lutte biologique est à la fois simple et attrayante : lutter contre un ravageur en manipulant un ou plusieurs organismes vivants. Il s'agit donc d'aller dans le sens de l'exploitation de ce qui est déjà en place ou de créer, de toutes pièces, des mécanismes de lutte n'existant pas en milieu naturel, avec la définition correspondant que nous avons déjà cité précédemment.

L'organisme utilisé peut être un parasite, un prédateur ou des microorganismes (bactéries, virus, champignons), l'art de la lutte biologique consiste, en fait, à sélectionner la meilleure stratégie, et le bio pesticides spécifique ; tous en respectant l'intégrité de l'écosystème traité.



*Références
Bibliographiques*

REFERENCES

- 1-De Kouassi.M.2001.La lutte biologique : une alternative viable à l'utilisation des pesticides. *Vertigo*. 2 (2) :11.
- 3- Marc.W and Paskoff. S. 1995. *Protozoologie Medicale*.Edition De Boeck and Larcier S.A. France: 259-261.
- 4- Allal Ben Fekih. L. 2006. Recherche quantitative sur le cricket migrateur *Locusta migratoria* dans le sahara Algérien : perspective de lutte biologique à l'aide de microorganismes pathogènes et de peptide synthétique. Thèse de Doctorat. **Institut National Agronomique d'El Harrach . Algerie.**
- 5- Ramade. F. 2005.Elément d'écologie : écologie appliquée. 6^{eme} édition Dunord. Paris: 864.
- 6- Chafik. N. 2002. Contribution à l'étude de comportement de l'herbicide triflusaluron méthyle dans le sol et dans les milieux aquatiques. Thèse de Doctorat. Université Hassan II Ain- Chock. Casablanca: 6-7.
- 7- Vellet. F. 2002. Mesure des pesticides dans l'atmosphère en Poitou-Charentes : Développement de la technique de biosurveillance des pesticides. *ATMO*: 8.
- 8- Garon boucher. C. 2003. Contribution à l'étude du devenir des produits phytosanitaire lors d'écoulements dans les fosses : Caractérisatio physico-chimique et hydrodynamique. Thèse de Doctorat Université Joseph Fourier-Grenoble: 18.
- 9- Maufra J., Maumené C., Hinriot F., Couleand G., Crosson P., Caron D and Couvreur F. 2002. Fongicides des céréales et protéagineux. Edition avec la participation de l'ANDA. Paris: 216.
- 10- My. J. 1994. Les herbicides de demain. *Phytoma*. La défense des végétaux. 457 : 18.
- 11- Even I., Berta J. I. and Volatier J. L. 2002. Evaluation de l'exposition théorique des nourrissons et des enfants en bas age aux résidus de pesticides apportés par les aliments courants et infantiles. Agence française de sécurité sanitaire des aliments. AFSSA : Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments.
- 12- Airp acif Surveillance de qualité de l'air en Ile-de-France. 2007. Evaluation des concentrations en pesticides dans l'air francilien: 8.
- 13- Coderre D. and Vincent C. 1992. La lutte biologique : Taille de fond de la situation. In : Coderre C. and Vincent C. *La lutte biologique*. Gaitan mori édition. Canada: 661.
- 15-De Kouassi. M. 2001. Les possibilités de la lutte microbiologique – en phase sur le champignon entomopathogène *Beauveria bassiana*. *Vertigo*. 2(2) :13-16.

- 16- Recherche et développement de biopesticides et pesticides naturels à faible toxicité pour les organismes non ciblés et respectueux de l'environnement. 2006. Rapport final – Volet Entomologie. Canada.
- 17- Meyer. S., Reed.C and Bosdeveix R. 2004. Biologie et physiologie végétale. Edition Maloine. Paris: 461.
- 18- Lachuer E. 2002. Les produits phytosanitaires : distribution et application. Les différentes méthodes de lutte et le choix d'un produit en lutte chimique : Tome1. Edition Educargi. France: 236.
- 20- Clotier C. and Clotier C. 1992. Les solutions biologiques de lutte pour la répression des insectes et acariens ravageurs des cultures. in : Coderre C. and Vincent C. La lutte biologique. Gaetan Morin. Canada: 661.
- 21- Bailly R. 1994. Guide pratique de défense des cultures : Reconnaissance des ennemis : Notion de protection des cultures. Université de Batna. Algérie: 68
- 23- Schmid R. D. 2005. Atlas de poche. Biotechnologie et de Génie génétique. Flammarion. Paris.
- 24-Chaufaux J.1993. Le cas du *Bacillus thuringiensis*. Phytoma. La défense des écosystèmes. 456 : 18-23.
- 25 Demarly Y. and Sibi M. 1996. Amélioration des plantes et biotechnologies. John Libbey Eurotext. Paris.
- 27- Heuzé V., Destain J. and Thonart P. 1995. Les biopesticides. Edition. AUPELF-UREF. John Libbey Eurotext. Paris.
- 28- Ben bouzide F., Djedid N. and Koalal D. 2004. la lutte contre les maladies cryptogamiques de la tomate sous serre : Efficacité de quelque fongicides. Université de Jijel.
- 30- Dunphy C. and Tibelius K. 1992. Les progrès biotechnologiques augmentant l'efficacité de *Bacillus turingiensis* et de *Bacillus sphaericus* en tant qu'insecticides microbiens. In : Coderre C .and. Vincent C. La lutte biologique. Gaetan morin. Canada. 661.
- 31- Fereriken K., Rosenquist H., Jorgensen K and Weplcks. A. 2006. Occurrence of Bacillus T and residues of BT-based insecticides on fresh fruits and vegetables. Appl. Environ Microbiol. 72(5): 3435-3440.
- 32- Prescott M, Harley P, and Klein A. 2003. Microbiologie. Edition de Boeck université. Paris: 848.
- 33- Pena G., Mirand-Rios J., Gustavot D., Perdo-lopes L., Sobero R., and Bravo A. 2006. A *Bacillus thuringiensis* S-layer protein involved in toxicity against *Epilachna varivestis* (coleopteran ; coccinellidae). Appl Environ Microbiol. 72(1): 353-360.

34- Rafanome R., Ave P., Papierok B.,Cavier M and Papierok M. 1992. Histologie de l'infection des insectes par les champignons entomopathogènes. Bulletin de la Société de Pathogènes Exotique. 85(1): 69-75.

35- Sinon H. 1994. Protection des cultures. Paris.

37- Bousseboua H. 2005. Eléments de Microbiologie. 2^{eme} édition : Office des publications universitaires. Algérie. 27.

39-Zamoum M., Demolin G., Martin G. and Bensidi A. 2005. Phytoma. La defense des végétaux. 585 : 38-41.

Les sites d'internet.

2- Site Web: www.inra.fr/dpenv/sribad19.htm

14- Site Web: www.inra.fr/iternet/Hebergement/OPIE-insectes/luttebio.htm

29- Site Web : www.Quasimodo.Versailles.Inra.Fr/inapg/ostrizone/pep.b1jp8

38- Site Web: www.FAO.Org/newsroom/fr/news/2005/103849/index.htm

المراجع باللغة العربية

19- الباروني م. أ. و، الحجازي ع. م. 1994. مكافحة الحيوية: ممرضات الحشرات. منشورات جامعة عمر المختار. ليبيا. 635

22- عيسى أ. س. و هلال. ه. أ. 2000. الآفات الحشرية و مكافحتها في العالم العربي: أسس مكافحة الحقلية. دار الكتاب الحديث. القاهرة. 567.

26- عثمان. ص. و برعي ح. 2002. مكافحة الحيوية. العلم و الإيمان للنشر. جامعة القاهرة. مصر. 475.

36- حجازي ع. م. 1990. مكافحة الحيوية: الحشرات آكلات الحشرات: منشورات جامعة عمر المختار. ليبيا. 547.

Nom et prénom :

- ATAMNA Yamina.
- BOUCHKARA Hanane
- GHOUIL Roukia

Les Jurys :

- Encadreur : Dr. OULED HADDAR Houria.
- Examineur : Mr BOUHOUS Mostapha.

Date de soutenance

21/06/2008

14 :00^h - 15 :00^h**Thème : Les Biopesticides Microbiens : Application dans la Lutte Biologique****Résumé :**

Notre travail vise à étudier le sujet de la lutte biologique qui contribue à l'élimination des ravageurs de culture, par l'utilisation des auxiliaires (les parasitoïdes, les prédateurs) et les microorganismes entomopathogènes (virus, bactéries, champignons), et des exemples sur leur application.

On a parlé de la lutte chimique et ces effets néfastes sur l'environnement et les êtres vivants.

Et pour terminer, il est conseillé de généraliser l'utilisation de la lutte biologique et ça pour ses multiples avantages.

Abstract:

Our work aims at studying biological control to eliminate insects that alter cultures, by the use of auxiliaries (parasitoids, predators), entomopathogenic microbial biopesticides (bacteria, fungi and viruses), and examples of their application.

We studied chemical control and its fatal effects on the environment and the living beings.

At the end it is necessary to generalize the use of biological control because of its multiple advantages.

ملخص:

هذا العمل يهتم بدراسة موضوع مكافحة البيولوجية الحشرية التي تساهم بقدر كبير في القضاء على الأعداء الحشرية وذلك باستخدام المساعدات الحشرية (الطفيليات و المفترسات)، و الكائنات الدقيقة الممرضة (البكتيريا، الفيروسات، الفطريات) كمبيدات حيوية ميكروبية مع إعطاء أمثلة على مختلف تطبيقاتها.

مع الذكر إننا تطرقنا إلى عنصر المكافحة الكيميائية من خلال آثارها السلبية على المحيط، الإنسان و الحيوان.

في الأخير ينصح بتعميم استعمال المكافحة الحيوية و ذلك استنادا لنتائجها الإيجابية.

MOTS CLES : La lutte biologique, les biopesticides, la lutte chimique, les microorganismes, entomopathogène