



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي



Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة محمد البشير الإبراهيمي برج بوعرييرج
Université Mohammed El Bachir El Ibrahimi B.B.A

كلية علوم الطبيعة والحياة وعلوم الأرض والكون
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers
قسم العلوم البيولوجية
Département des Sciences Biologiques

Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de Master

Domaine des Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Biologie

Spécialité : Toxicologie

Intitulé :

L'application de stratégie de lutte biologique avec des bioinsecticides
d'origine végétale (*Cleome arabica L*)

Présenté par :

BOUBAITHI Ahlam & HAMMOUDI Khouloud

Soutenu le 11 / 06 / 2024, Devant le Jury :

	Nom & Prénom	Grade	Affiliation / institution
Présidente :	Mme.MEBARKI Radhia	MAB__	Université de Bordj Bou Arreridj
Encadrante :	Mme.BOUBLATA Nour El Iméne	MAB__	Université de Bordj Bou Arreridj
Examinatrice :	Mme.MOUMENI Ouissem	MCB__	Université de Bordj Bou Arreridj

Année Universitaire 2023/2024

REMERCIEMENT

Nous sommes reconnaissantes envers la grâce de **Dieu** qui nous a accordé la santé et la volonté de débiter et de mener à terme ce mémoire.

Nous exprimons nos vifs remerciements à Madame **MEBARKI Radia** la présidente de jury, pour l'honneur qu'elle nous a fait en présidant le jury de soutenance, nous tenons à lui exprimer notre profonde reconnaissance.

Nous exprimons notre gratitude à Madame **MOUMENI Ouissem** l'Examinatrice pour le temps qu'elle a consacré à évaluer notre travail. Nous lui sommes profondément reconnaissantes pour ses précieux commentaires et ses conseils avisés qui ont grandement contribué à l'amélioration de notre recherche.

Ce travail n'aurait pas été aussi gratifiant ni abouti sans l'aide et le soutien exceptionnels de notre directrice de mémoire, Madame **BOUBLATA Nour El Imene**. Nous lui exprimons notre profonde gratitude pour la qualité de son encadrement, sa patience, sa rigueur, sa précision et sa disponibilité tout au long de la préparation de ce mémoire.

Nous souhaitons également adresser nos remerciements aux membres du jury pour l'honneur qu'elles nous ont accordées, ainsi qu'à tous les enseignants en toxicologie pour leur expertise, leur patience et leur dévouement envers l'enseignement. Leurs conseils et encouragements ont été essentiels à notre développement académique.

DÉDICACE

Avant tous, je remercie **Allah** le tout puissant de m'avoir donné le courage, la volonté et la patience pour réaliser ce travail malgré toutes les difficultés.

Je dédie ce mémoire au Roi et à la reine de mon cœur mes chers parents qui ont été toujours à mes côtés et m'ont toujours soutenu tout au long de ces longues années d'études. En signe de reconnaissance, qu'ils trouvent ici, l'expression de ma profonde gratitude pour tout ce qu'ils ont consenti d'efforts et de moyens pour voir réussir dans mes études.

A mon frère Zaki et mes sœurs Ismahane, Imane, Khadidja et Khalissa

A ma personne préférée dans la vie, qui m'a fait pleurer et m'a soutenu tout au long de mon parcours universitaire, Bachir.

Et A mes amies Amani, Chaima, Rahma, Kanza, Samira

Et à tous ceux qui aiment le bon travail et ne reculent pas devant les obstacles de la vie.



DÉDICACE

Louange à Dieu, cela suffit, et les prières oint sur l'élus Bien-Aimé, sur sa famille et sur ceux qui lui sont fidèles. Quant à ce qui suit

Je dédie cette humble œuvre à celui qui m'a endormi, qui m'a ressuscité, et m'a appris la bonne chose. Mon cher père, décédé pendant que j'étais à l'école

. Que Dieu le couvre de sa grande miséricorde. A l'ame pure de mon père, que Dieu ait pitié de lui

Merci papa....

A celui qui m'a appris la fermeté et l'espérance, à la personne la plus grande et la plus affectueuse qui soit, à celui qui m'a donné la force et la détermination de continuer sur mon chemin et qui a été la raison pour laquelle je poursuis mes études. à celui qui m'a donné m'a appris la patience et la diligence. à celle qui est chère à mon cœur. à ma mère bien-aimée. Que Dieu prolonge sa vie.

Merci maman....

*A mes frères **Ibtissam, Ayoub, Amina**, qui ont eu un grand impact sur de nombreux obstacles et difficultés. à mes jeunes frères **Mohammad et Malak**.*

*A toutes les personnes pour qui j'aime et apprécie, notamment mon amie **Assia Boudrouaz**.*

A tous mes chers professeurs, à ceux qui m'ont aidé à rédiger ce mémoire.

A tous ceux qui ont été oubliés par la plume et préservés par le cœur.



Liste des tableaux:

N° Tableau	Titre	Page
Tableau I	Les propriétés de Bt	12
Tableau II	Les propriétés de spinosad	13
Tableau III	Les propriétés de l'azadirachtine	13
Tableau IV	Position systématique de <i>Cleome arabica L</i> selon (Quezel et Santa, 1963)	29
Tableau V	Position systématique de <i>Cleome arabica L</i> selon (Ozenda, 1991)	29
Tableau VI	Les composants principaux identifiés dans la plante <i>Cleome arabica L</i>	31

Liste des figures :

N° Figure	Titre	Page
Figure 01	La structure fondamentale des Organochlorés	07
Figure 02	Structure générale des organophosphorés	08
Figure 03	Structure générale des carbamates	08
Figure 04	Structure générale des pyréthriinoïdes	09
Figure 05	<i>Cleome arabica L</i>	27
Figure 06	<i>Cleome arabica L</i> .au stade de fructification, oued Zergoune, région de Ghardaïa.	28
Figure 07	<i>C. arabica L</i> en pied isolé à Oued Metlili, Wilaya de Ghardaïa; Janvier 2019(Cherif., 2020).	30

Liste des abréviations :

DDT : Dichlorodiphényltrichloréthane

DDD : Dichlorodiphényldichloréthane

DDE : Dichlorodiphényldichloroéthylène

OP : Organophosphorés

Ache : Acétylcholinestérase

Ach : Acétylcholine

EPA : Agence américaine de protection de l'environnement

Bt : *Bacillus thuringiensis*

LMR : Limites Maximale de Résidus

C.Arabica L : *Cleome Arabica L*

D.Melanogaster : *Drosophila melanogaster*

B.Germanica : *Blattella germanica*

CL : Concentration létale

TL : Temps létal

ECD : Coefficient de conversion digestive

DL : dose létale

GPI : glycosyl-phosphatidylinositol

nAChRs : les récepteurs de l'acétylcholine nicotinyll

ARNi : acide ribonucléique interférent

Sommaire :

Remerciement...../	
Dédicace/	
Liste des tableaux:/	
Liste des figures :...../	
Liste des abréviations :...../	
Introduction 1	
Chapitre 01 : Les insecticides et leurs classifications..... 5	
I. Définition: 6	
II. Classification des insecticides organique de synthèse: 6	
II.1 Les organochlorés : 6	
II.2. Les organophosphorés (OP):..... 7	
II .3. Les carbamates:..... 8	
II.4. Les pyréthrinoïdes:..... 9	
II.5. Les néonicotinoïdes: 9	
II .6. Les insecticides biologiques ou naturels:..... 10	
Chapitre: 02 Propriétés des insecticides biologique 11	
I Propriétés des insecticides biologiques utilisés dans la lutte contre insectes:..... 12	
I_ 1. propriété des <i>Bacillus thuringiensis</i> (Bt) :..... 12	
I_ 2. Propriétés du spinosad: 13	
I_03. Propriétés du l'azadirachtine : 13	
II_ faible toxicité pour les organismes non ciblés : 14	
II_01. <i>Bacillus thuringiensis</i> : 14	
II_02. le spinosad :..... 14	
II_03 . AZADIRACHTINE :..... 15	
III_ Dégradation rapide dans l'environnement : 15	
III_01. <i>B.thuringiensis</i> :..... 15	
III_02. Spinosad :..... 16	
III_03. AZADIRACHTINE :..... 16	
IV_ Moins de risque de résistance des ravageurs :..... 16	

IV_01. <i>B.thurigiensis</i> :.....	16
IV_02.Spinosad :	17
IV_03. <i>Azadirachtine</i> :	17
V_Compatibilité avec les pratique agricoles durables :	18
V_01. <i>B.thurigiensis</i> :	18
V_02.Spinosad :	18
V_03. <i>Azadirachtine</i> :	19
VI_Modes d'action :	19
VI_01. <i>B.thurigiensis</i> :	19
Formation de la spore :	19
Sensibilisation et activation:	19
Liaison sur le site récepteur:	19
Formation des pores:.....	20
VI_02.Spinosad :	20
VI_03. <i>Azadirachtine</i> :	21
VII_Réduction des résidus dans les produits alimentaires :	21
Chapitre 03 : Les plants insecticides	23
I_Les plantes insecticides:	24
I_1.Description des plantes insecticides :	24
I_2. Les plantes insecticides en Algérie:.....	25
I_3.Famille <i>capparidaceae</i> :	25
I_3.1.Description :	26
Chapitre 04 : <i>Cleome arabica</i> .L.....	27
I_Cas de <i>Cleome arabica</i> .L.....	28
I_1.Description générale de <i>Cleome arabica</i> L :	28
I_2.Position systématique:	29
I_3.Répartition géographique:	30
I_4.Intérêts socioéconomiques:	31
I_5.Utilisation en médecine traditionnelle:.....	31
I_6.Travaux antérieurs:	32
I_6.1.Composition chimique:.....	32
I_7. Description botanique de <i>C. arabica</i> :.....	33
CHAPITRE 05 : LES EFFETS DE CLEOME ARABICA LSUR LES INSECTES NUISIBLES.....	34
Chez La mouche du vinaigre <i>Drosophila melanogaster</i>	35

Chez La Blatte <i>Blattella germanica</i> :	36
Chez Les moustiques « <i>Culiseta Longiareolata</i> »:.....	37
Chez les criquets :« <i>Schistocerca gregaria</i> »	37
Conclusion.....	39
Conclusion:.....	40
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE :	42

INTRODUCTION

INTRODUCTION

Introduction

Actuellement, environ deux tiers de la population mondiale dépendent de l'agriculture pour leur subsistance. Cependant, la croissance et la production des cultures agricoles sont de plus en plus entravées chaque jour (**Elumalai et Rengasamy, 2012**).

La seconde moitié du XXe siècle a été marquée par une utilisation croissante et généralisée des produits phytosanitaires à travers le monde. Afin de protéger leurs cultures contre les ravageurs et d'augmenter leur production, les agriculteurs ont massivement eu recours aux pesticides de synthèse. Ces produits chimiques sont largement considérés comme l'arme la plus efficace pour lutter contre ces ravageurs (**Kouassi, 2001; Thakore, 2006**).

L'utilisation des pesticides constitue un enjeu majeur de santé publique, entraînant le décès d'au moins 250 000 à 370 000 personnes chaque année (**Behrend *et al.*, 2003; Ehrmann, 2012**). Les produits phytosanitaires, ou pesticides, sont utilisés pour lutter contre divers types d'agresseurs tels que les virus, les bactéries, les champignons, les mauvaises herbes, les insectes, les acariens, les nématodes, ainsi que les rongeurs et les oiseaux (**Ehrmann, 2012**). Ces pesticides sont regroupés en grandes catégories selon leur fonction (insecticides, herbicides, fongicides) ou leur composition chimique, en fonction de la principale molécule active utilisée (**Aligon *et al.*, 2010**). Toutes les études récentes convergent vers les effets et les risques des pesticides chimiques sur la santé humaine et l'environnement.

Les pesticides sont responsables d'intoxications chez les agriculteurs et les consommateurs, tout en contribuant à la pollution des eaux, de l'air et des sols. Cette utilisation systématique des produits phytosanitaires est largement remise en question (**Mensah *et al.*, 2017**). Il est vrai que les effets des pesticides sur la santé humaine ne font pas l'objet d'un consensus au sein de la communauté scientifique. La recherche scientifique est cruciale, et des milliers d'études sont menées pour établir un lien, ou son absence, entre l'exposition à ces substances et le développement de certaines maladies, y compris le cancer. Pour le cancer, aucune preuve épidémiologique d'un effet significatif sur le risque n'a été apportée jusqu'à présent. (**Aligon *et al.*, 2010**).

Fort heureusement, ces dernières années, la sensibilisation accrue du public aux effets néfastes de la surexposition aux produits chimiques de synthèse a entraîné une recherche croissante de "solutions vertes". Cela inclut notamment les produits alimentaires issus de l'agriculture biologique, qui excluent l'utilisation de produits chimiques organiques et synthétiques. Cette évolution témoigne d'un changement positif vers des pratiques agricoles plus durables et respectueuses de l'environnement (**Moreno *et al.*, 2006**).

INTRODUCTION

La recherche et le développement de nouvelles méthodes de lutte contre les insectes ravageurs des cultures, tout en minimisant les impacts sur l'environnement, demeurent une préoccupation majeure pour la communauté internationale, en raison des enjeux environnementaux, de santé et de la résistance croissante aux insecticides chimiques. Cependant, les études dans ce domaine mettent en lumière les possibilités des métabolites secondaires végétaux en tant qu'insecticides (**Kemassi et al., 2018**). Cette approche favorise une agriculture plus respectueuse de l'environnement tout en réduisant les effets néfastes sur la santé humaine et les écosystèmes (**Dalgaard et al., 2003**).

Certes, bien que le développement des biopesticides, en particulier ceux d'origine végétale, pour le contrôle des maladies des plantes progresse, il demeure encore précaire. L'adoption de biopesticides d'origine végétale comme solution alternative reste encore timide pour une généralisation à grande échelle. Cela peut être attribué à divers facteurs, tels que la disponibilité limitée de produits commerciaux, les défis liés à la formulation et à la stabilité des biopesticides, ainsi que les perceptions et les préférences des agriculteurs envers les méthodes de lutte conventionnelles. Malgré ces obstacles, il est crucial de continuer à soutenir la recherche et le développement dans ce domaine, ainsi qu'à promouvoir des politiques et des incitations qui encouragent l'adoption de solutions alternatives plus durables pour la protection des cultures (**Mensah et al., 2017**). L'utilisation des biopesticides végétaux repose largement sur des huiles essentielles qui sont souvent non miscibles dans l'eau et difficiles à appliquer sous forme de formulation phytosanitaire sur un couvert végétal (**Mensah et al., 2017**). Les biopesticides désignent, en gros, les produits de lutte contre les ennemis des cultures qui proviennent de matières naturelles, comme les animaux, les plantes, les bactéries et les minéraux. Ils peuvent être microbiens - l'ingrédient actif est alors un microorganisme bénéfique - ou biochimiques - l'ingrédient actif est dérivé d'une substance naturelle qui permet de lutter contre les ennemis des cultures de façon différente (**Mehaoua, 2014**).

De plus, les recherches sur les produits naturels d'origine végétale susceptibles d'avoir une activité phytosanitaire (biopesticides) connaissent un regain d'intérêt (**Mordue et al., 2010 ; Bezzar-Bendjazia, 2016**). L'usage des plantes en médecine est très ancien. Les plantes médicinales font partie du savoir de base de toutes les sociétés humaines (**Paul, 2001**). Les plantes produisent des substances actives ayant des propriétés insecticides, aseptiques ou encore régulatrices de la croissance des insectes. Le plus souvent, ces substances actives sont des métabolites secondaires qui, à l'origine, protègent les végétaux des herbivores et elles affectent profondément le comportement des insectes phytophages (**Benayad, 2008 ; Derave et al., 2014**).

INTRODUCTION

Les biopesticides, en général, et ceux d'origine végétale, en particulier, présentent de nombreux avantages. Ils sont beaucoup plus écologiquement compatibles que les produits chimiques et possèdent une spécificité accrue vis-à-vis des espèces ciblées (**Derave *et al.*, 2014**). De plus, les biopesticides sont souvent efficaces même en faible quantité, et leurs molécules bioactives utilisent plusieurs modes d'action, ce qui les rend particulièrement intéressants pour prévenir l'émergence de bio-agresseurs résistants (**Derave *et al.*, 2014**).

Yang et Tang (1988) ont étudié les plantes utilisées pour le contrôle des insectes nuisibles et ont constaté qu'il existe une forte corrélation entre les plantes médicinales et les pesticides (**Jbilou *et al.*, 2006**). Ainsi, plus de 2000 espèces végétales dotées de propriétés insecticides ont été répertoriées, dont le produit le plus utilisé est l'huile de neem, un insecticide extrait des graines d'*Azadirachta indica* (**Schmutterer, 1990**). Les molécules du métabolisme secondaire des plantes appartiennent à des familles chimiques très diverses telles que les alcaloïdes, les phénols, les flavonoïdes, les terpénoïdes et les stéroïdes (**Benayad, 2008**). Ces produits ont également été étudiés pour leur toxicité aiguë, leurs effets antiappétants, répulsifs ou attractifs et fumigants, ainsi que l'inhibition de la reproduction de nombreux espèces ravageurs (**Habbachi, 2020**).

L'Algérie, du fait de sa situation géographique, de son relief et de sa grande diversité climatique et pédologique, abrite une flore variée dans ses régions côtières, ses massifs montagneux, ses hauts plateaux, sa steppe et ses oasis sahariennes, comptant plus de 3000 espèces végétales (**Saad *et al.*, 2006**). La flore algérienne, riche de ses 3000 espèces appartenant à différentes familles botaniques, compte 15% d'espèces endémiques (**Habbachi, 2020**), reste encore largement inexploitée sur le plan phytochimique (**Ayad, 2008**). Ainsi, grâce à leurs propriétés insecticides et à leurs pouvoirs intrinsèques, les plantes du Sahara algérien offrent une biodiversité floristique exceptionnelle, comptant plus de 500 espèces, dont 162 sont endémiques dans le Sahara septentrional seul. Cette biodiversité s'accompagne d'une tradition séculaire de pharmacopée traditionnelle (**kemassi *et al.*, 2012**). Nombreuses sont les espèces reconnues pour leurs remarquables propriétés thérapeutiques (**kemassi *et al.*, 2012**). Les plantes spontanées des zones arides sont considérées comme l'une des ressources phytogénétiques les plus précieuses, offrant des avantages agronomiques, économiques, écologiques et stratégiques (**kemassi *et al.*, 2012**).

C'est dans cet esprit que nous aborderons le cas des plantes spontanées réputées toxiques, et nos recherches visent à valoriser les plantes spontanées en Algérie. La plante choisie pour ce mémoire est *Cleome arabica*, l'une des espèces végétales fortement tolérantes à la sécheresse, que l'on trouve dans de nombreux pays d'Afrique, du Moyen-Orient et

INTRODUCTION

d'Asie. Ce choix a été fait sur la base de l'utilisation de cette plante en médecine traditionnelle.

La *Cleome arabica*, par définition, est une plante faisant partie de la famille des *Capparidaceae* (ou *Capparaceae*), une famille d'importance numérique sur le plan taxonomique. Cette famille compte pas moins de quarante-cinq genres et environ sept cents espèces, principalement réparties dans les zones tropicales et subtropicales. Dans le Sahara méridional, environ 20 espèces sont répertoriées, regroupées dans les genres *Capparis*, *Maerua* et *Cleome* (Cherif., 2020).

L'objectif de ce travail bibliographique est de rapporter des informations de la littérature scientifique relatives à l'utilisation des plantes en tant qu'insecticides et ce tout en insistant sur leurs avantages dans l'agriculture moderne et leurs éventuels effets nocifs par rapports à la santé humaine et animale et par rapport à l'équilibre des écosystèmes. Nous étudions le cas de l'utilisation de *Cleome arabica* en tant qu'insecticides sur différents modèles d'insectes nuisibles (mortalité des insectes, effets sur le comportement des insectes).

**CHAPITRE 01 : LES
INSECTICIDES ET
LEURS
CLASSIFICATIONS**

CHAPITRE 01 : LES INSECTICIDES ET LEURS CLASSIFICATIONS

I. Définition:

Les insecticides sont des produits biocides spécialement formulés pour éliminer les insectes, largement utilisés en agriculture pour contrôler les ravageurs et présents dans les produits domestiques pour combattre les poux, par exemple (**Aligon et al., 2010**). Ils constituent de loin la catégorie de produits phytosanitaires la plus fréquemment associée à des effets sur la santé humaine (**Aligon et al., 2010**). Ces substances sont également considérées comme des neurotoxiques qui ciblent les insectes nuisibles, notamment ceux affectant les cultures. Les insecticides sont conçus pour être inhalés, en contact avec la peau ou ingérés par l'insecte. Certains d'entre eux suppriment la sensation de faim chez l'insecte, le conduisant ainsi à mourir de faim, tandis que d'autres agissent comme des poisons ou étouffent l'insecte (**Hordé, 2015**).

II. Classification des insecticides organique de synthèse:

Ce groupe constitue la catégorie la plus significative parmi les pesticides, englobant diverses familles telles que les insecticides organochlorés, les insecticides carbamates, les insecticides organophosphorés, les insecticides d'origine végétale, ainsi que d'autres produits (**Belmonte, 2005**).

II.1 Les organochlorés:

Ces insecticides représentent la première génération de produits synthétiques largement utilisés. Leur efficacité est indiscutable. Cependant, en raison de leur persistance élevée et de leur propension à s'accumuler dans les écosystèmes, ainsi qu'à impacter la santé humaine, leur utilisation a été progressivement et quasiment entièrement abandonnée. Les organochlorés peuvent être classés en trois catégories distinctes de composés. Le premier groupe comprend les dichlorodiphényléthanes, parmi lesquels le plus célèbre est le dichlorodiphényltrichloroéthane (DDT), ainsi que ses produits de dégradation anaérobies, le dichlorodiphényldichloroéthane (DDD), et aérobie, le dichlorodiphényldichloroéthylène (DDE) (**Hildebrandt et al., 2008**).

Le deuxième groupe comprend les cyclodiènes, tandis que le troisième regroupe les autres composés présentant des structures différentes (**Chernyak et al., 1996**). La figure 1 résume les structures chimiques générales des différents groupes d'organochlorés.

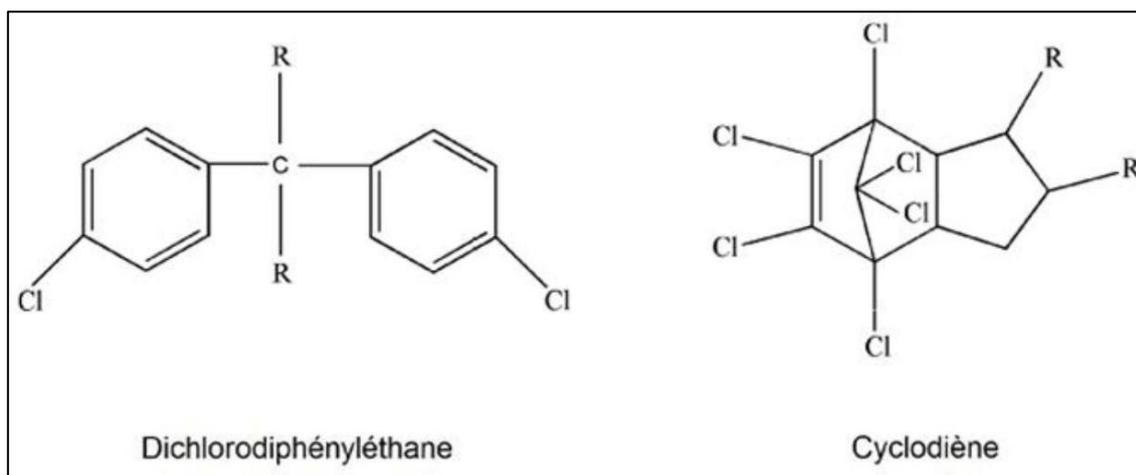


Figure 01: La structure fondamentale des Organochlorés (Lopez *et al.*, 2005)

Le DDT reste l'un des insecticides les plus célèbres du XXe siècle, largement utilisé entre les années 1940 et 1960, avant que ses puissants effets non intentionnels ne soient pleinement reconnus. Le lindane a également connu un succès considérable. Bien qu'il ne soit plus autorisé dans de nombreux pays, certains pays en développement continuent à l'utiliser (Pedigo, 2002; ACTA, 2005).

Tous les organochlorés ne partagent pas le même mode d'action. Le DDT semble perturber les flux transmembranaires de sodium et de potassium, ce qui affecte la transmission de l'influx nerveux le long de l'axone. Les cyclodiènes, le lindane et l'endosulfan semblent agir sur la synapse GABAergique en inhibant les flux membranaires de chlore à travers les récepteurs canaux post-synaptiques au GABA (Callec *et al.*, 1986; Bloomquist, 1996).

II.2. Les organophosphorés (OP):

Les insecticides organophosphorés (OP) sont des composés chimiques dérivés d'amides ou d'esters d'acides phosphoriques, phosphoniques, thiophosphoriques et thiophosphoniques. Leur structure générale est schématisée dans la Figure 2. Simultanément, les recherches menées pour développer les OP en tant qu'armes chimiques ont abouti à la création du tabun et du sarin (Grillet *et al.*, 2007).

En 1944, le parathion est introduit, devenant ainsi le premier composé largement utilisé en agriculture et dans la lutte antivectorielle. L'efficacité des organophosphorés (OP), leur faible persistance dans l'environnement et l'interdiction de nombreux organochlorés au début des années 1970 ont contribué à leur large adoption. En conséquence, la production mondiale a été multipliée par dix entre 1955 et 1985. La plupart des organophosphorés (OP) sont assez instables et subissent une hydrolyse rapide dans le sol et sur les plantes. Par

CHAPITRE 01 : LES INSECTICIDES ET LEURS CLASSIFICATIONS

conséquent, le risque de contamination de l'eau et des aliments par des résidus est très limité (Grillet *et al.*, 2007).

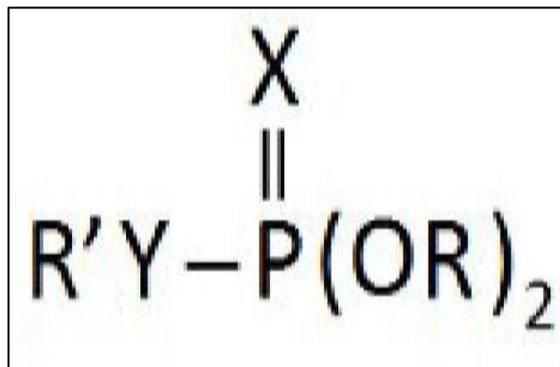


Figure 02: Structure générale des organophosphorés (Lopez *et al.*, 2005)

Les organophosphorés (OP) inhibent l'enzyme acétylcholinestérase (AChE) à la fois chez les insectes et chez les humains. Cette enzyme est responsable de l'hydrolyse de l'acétylcholine (ACh), un neurotransmetteur du système nerveux central, du système nerveux parasympathique et d'une partie du système sympathique. Les effets muscariniques, nicotiques et centraux observés sont dus à l'accumulation d'acétylcholine (ACh) dans la synapse et au niveau de la plaque motrice (Grillet *et al.*, 2007).

II .3. Les carbamates:

Les carbamates, développés dans les années cinquante, sont des insecticides à large spectre largement utilisés et couramment appliqués. Dérivés de l'acide carbamique, ils sont généralement peu hydrosolubles. Cependant, des molécules telles que l'aldicarbe et le carbofurane présentent une structure aliphatique, les rendant plus solubles dans l'eau et leur conférant des propriétés systémiques. Ces insecticides sont souvent très toxiques pour les vertébrés et les hyménoptères auxiliaires, tels que les abeilles (Bloomquist, 1996).

Les carbamates sont des neurotoxiques appartenant au groupe des inhibiteurs du cholinestérase. Ils agissent en inactivant de manière réversible cette enzyme en carbamylant un résidu sérine du site actif. En conséquence, l'acétylcholine n'est plus dégradée et s'accumule dans l'espace intersynaptique. Cette situation entraîne une hyperstimulation postsynaptique, conduisant à des symptômes tels que des convulsions, des tremblements et une hyperexcitabilité, pouvant évoluer vers la mort (Bloomquist, 1996).

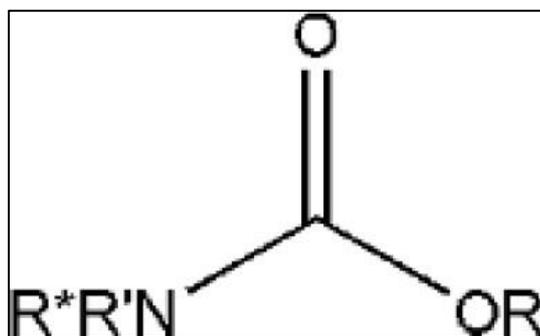


Figure 03: Structure générale des carbamates (Lopez *et al.*, 2005)

II.4. Les pyréthrinoïdes:

Les pyréthrinoïdes sont des dérivés synthétiques des alcaloïdes naturels présents dans la fleur jaune du *Chrysanthemum cinerariaefolium*, tels que les pyréthrines I et II, la cinérine I et II, ainsi que la jasmoline I et II (Grillet *et al.*, 2007).

Les pyréthrines naturelles ont pour inconvénient d'être très rapidement inactivées par la lumière, ce qui limite considérablement leur utilisation en extérieur. L'alléthrine, premier dérivé synthétique développé en 1949, a été mis sur le marché en 1952. Leur efficacité à très faible dose et la faible tendance des insectes à développer des résistances sont des caractéristiques notables des pyréthrinoïdes. La faible toxicité chez les mammifères et l'absence de persistance dans l'environnement ont positionné les pyréthrinoïdes comme les insecticides de choix, adaptés à toutes les applications possibles (Grillet *et al.*, 2007).

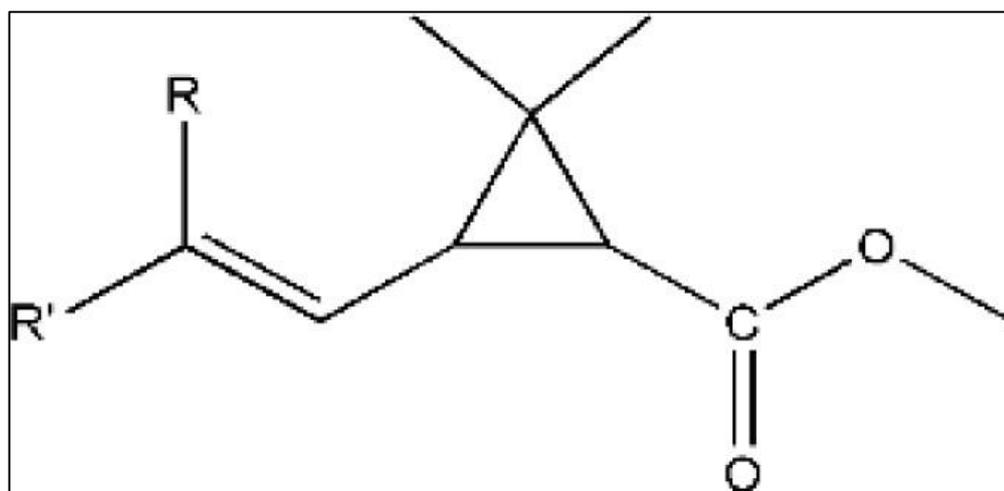


Figure 04: Structure générale des pyréthrinoïdes (Hildebrandt *et al.*, 2008)

II.5. Les néonicotinoïdes:

Les néonicotinoïdes sont des versions synthétiques de la nicotine, un alcaloïde naturel provenant des feuilles de tabac et utilisé depuis des siècles comme insecticide. Comme la plupart des insecticides disponibles, les néonicotinoïdes sont des neurotoxiques. Ils agissent en bloquant le récepteur post-synaptique à l'acétylcholine, ce qui entraîne la paralysie et la mort de l'insecte.

Le processus de développement des néonicotinoïdes visait à reproduire l'activité pharmacologique de la nicotine tout en augmentant leur sélectivité envers les insectes pour

CHAPITRE 01 : LES INSECTICIDES ET LEURS CLASSIFICATIONS

réduire leur toxicité chez les mammifères, suivant une approche similaire à celle utilisée pour les pyréthrinoïdes. Ces derniers sont des versions synthétiques des pyréthrines naturelles, présentes dans les fleurs de certaines variétés de chrysanthèmes.

Les néonicotinoïdes ont été introduits sur le marché à partir des années 1990 dans le but de remplacer les organophosphorés et les carbamates anticholinestérasiques, qui sont fortement toxiques (**Testud, 2014**).

II .6. Les insecticides biologiques ou naturels:

Les insecticides biorationnels sont élaborés à partir de substances naturelles telles que des animaux, des plantes, des micro-organismes et des minéraux, ou de leurs dérivés. Leur utilisation dans la lutte contre les insectes nuisibles s'est considérablement développée ces dernières années, ce qui a accru leur popularité et leur part de marché sur l'échiquier mondial des insecticides (**Haddi et al., 2020**).

La réglementation des insecticides varie d'un pays à l'autre en raison de divergences dans les évaluations de la sécurité. Les termes souvent utilisés comme synonymes de "bioinsecticide" comprennent "insecticide biologique", "insecticide biorationnel", "biopesticide" et "agent de lutte biologique". Selon la définition du biopesticide établie par l'Agence de protection de l'environnement des États-Unis (EPA américaine) (**Mingbo et al., 2022**).

CHAPITRE: 02
PROPRIÉTÉS DES
INSECTICIDES
BIOLOGIQUE

I Propriétés des insecticides biologiques utilisés dans la lutte contre insectes:

Selon l'Agence américaine de protection de l'environnement (EPA), il y a plus de 192 biopesticides actifs répertoriés (Cantrell *et al.*, 2012). Ces biopesticides occupent une place privilégiée parmi les méthodes de lutte biologique en raison de leur adaptabilité à une production en masse nécessaire à l'industrie et de leur application possible avec un pulvérisateur conventionnel, ce qui facilite leur adoption par les producteurs agricoles.

Les biopesticides peuvent être élaborés à partir de diverses sources telles que des bactéries, des champignons, des virus, des nématodes et des extraits de plantes (Vincent, 1998). Bien qu'ils soient généralement compatibles avec les méthodes de lutte biologique classiques, comme les lâchers de prédateurs ou de parasites, il est important de noter qu'ils peuvent avoir des effets néfastes sur les organismes utiles (Giroux *et al.*, 1994; Roger *et al.*, 1995).

Parmi les bio-insecticides disponibles, on trouve le spinosad, l'azadirachtine, *Bacillus thuringiensis*, ainsi que divers extraits de plantes toxiques, entre autres.

I_ 1. Propriété des *Bacillus thuringiensis* (Bt) :

La particularité de Bt réside dans le besoin de certaines enzymes spécifiques présentes dans l'estomac de certains insectes pour activer les protéines sous forme de cristaux, les rendant toxiques. Dans des conditions normales, la protéine cristalline est insoluble (inerte) et donc non toxique pour les humains, les mammifères et la plupart des insectes. La toxine de Bt est principalement efficace contre les jeunes larves d'insectes, qui sont plus sensibles. Une fois dans l'environnement, la protéine insecticide de Bt se dégrade rapidement (environ 1 à 4 jours) sous l'effet de l'exposition à la lumière du soleil et aux microorganismes (Boiteau, 2004). Les propriétés de Bt sont présentées dans le tableau I.

Tableau I: les propriétés de Bt (Certis, 2012)

Propriété	Résultats
Etat	Solide Granulé
Couleur	Brun
Odeur	Farine de poisson
Ph	6,63 à 25°C
Pression de vapeur	Non disponible
Point de fusion	Non applicable
Solubilité dans l'eau	Dispersible
Coefficient de partage n-octanol/eau	Non disponible

I _ 2. Propriétés du spinosad:

Le spinosad, insecticide d'origine naturelle, fait partie de la famille des spinosoides, semble représenter une solution plus appropriée par rapport aux molécules classiques. En effet, il montre une faible toxicité pour l'Homme, les mammifères, les invertébrés aquatiques et les organismes non visés (**Kirst, 2010**). Les propriétés de spinosad sont présentées dans le tableau II.

TableauII: Les propriétés de Spinosad (**DASD, 1997**)

Propriété	Tracer
Couleur	Blanc cassé à ocre
Odeur	Odeur faible de peinture au latex
Suspension liquid	480 g / litre de matière active
Ph	7,69
Point d'ébullition	100°C
Densité	1,09 g/ml à 20°C
Solubilité	Spinosyn A soluble (pH 9) à très soluble (pH 5 à 7) Spinosyn D insoluble (pH 9) à soluble (pH 5)

I_03. Propriétés du l'azadirachtine:

L'azadirachtine ou *Azadirachta indica*, substance naturelle dérivée du Neem (membre de Miliaceae) est un tetranortritéropénoïdes, structurellement semblable aux ecdysones d'insectes (**Mordue et Blackwell, 1993**). Cette molécule inhibe l'hormone prothoracicotropique et l'hormone allatotropique (**Banken et Stark, 1997**), stimulant les ecdystéroïdes et l'HJ respectivement, affectant ainsi le développement et la reproduction, L'azadirachtine peut également agir en paralysant le mouvement naturel de l'intestin, provoquant le dépérissement des insectes. Le mode d'action de l'azadirachtine reste encore méconnu, une étude récente montre une association à l'épuisement cytosquelettique de l'actine. Différents travaux ont noté les impacts négatifs de l'azadirachtine sur les organismes visés (**Mordue et Blackwell, 1993**). Les propriétés de l'azadirachtine sont présentées dans le tableau III.

Tableau III: les propriétés de l'azadirachtine (**Biocontrol, 2008**)

Propriétés	Résultats
Etat	Liquide
Couleur	Brun
Odeur	Neem-odeur
pH (20°C)	7±0 ,02
Pression de vapeur (20°C)	3,6x10 ⁻¹¹ hP (estimatif pour azadirachtine A)
Point de fusion	Non determine
Solubilité dans l'eau/miscibilité avec l'eau	Emulsionnable
Point d'inflammation	171°C

II_ faible toxicité pour les organismes non ciblés:

II_01. *Bacillus thuringiensis*:

Des études ont révélé que l'exposition prolongée au pollen de maïs Bt (maïs transgénique produisant la toxine du *Bacillus thuringiensis*) affecte le comportement et la survie du papillon monarque, une espèce emblématique d'Amérique du Nord. Toutefois, les répercussions sur les papillons européens demeurent largement méconnues en raison de la limitation des recherches dans ce domaine. Ces lacunes soulèvent des inquiétudes quant aux éventuels effets des plantes génétiquement modifiées pour résister aux insectes sur les populations de papillons en Europe (**Lang et Vojtech, 2006**).

II_02. Le spinosad:

Comparativement aux insecticides synthétiques conventionnels, le Spinosad présente une toxicité réduite pour les humains, les mammifères, les invertébrés aquatiques et les organismes non ciblés (**Liu et al., 2000; Sarfraz et al., 2005; Kirst, 2010; Biondi et al., 2012**). En effet, les tests effectués chez les mammifères n'ont révélé aucun effet carcinogène, tératogène, mutagène ou neurotoxique du Spinosad. Cependant, des études récentes ont signalé des effets toxiques du Spinosad sur des organismes non ciblés, notamment chez l'abeille *Apis mellifera* (**Carvalho et al., 2013**).

L'utilisation de pesticides peut compromettre les ennemis naturels, ce qui entraîne une inefficacité des programmes de lutte intégrée (**Biondi et al., 2013**). Des recherches supplémentaires doivent être menées dans des conditions naturelles afin de vérifier la compatibilité du Spinosad avec les parasitoïdes dans le cadre des programmes de lutte intégrée. Bien que le Spinosad ait été classé comme non nocif pour les prédateurs, il a été considéré comme modérément nocif ou nocif pour les parasitoïdes hyménoptères (**Penagos et al., 2005; Costa et al., 2014**).

II_03. AZADIRACTINE:

Des études récentes dans la littérature révèlent des divergences quant à l'innocuité du produit vis-à-vis des organismes non ciblés, soulignant ainsi l'importance de ne pas négliger la possibilité de risques potentiels à l'avenir (**Qi et al., 2001; Medina et al., 2003; Aggarwal et Brar, 2006; Cordeiro et al., 2010; Scudeler et Santos, 2013; Gontijo et al., 2015**). Des effets toxiques ont été observés chez certains insectes non ciblés, notamment chez *Ceraeochrysa claveri*, *Neoseiulus baraki*, *Amphiareus constrictus* et *Bombus terrestris* (**Scudeler et al., 2014; Lima et al., 2015; Gontijo et al., 2015; Barbosa et al., 2015**).

En revanche, pour les organismes aquatiques, l'azadirachtine est mentionnée comme une molécule relativement inoffensive, présentant un potentiel immunostimulant et étant considérée comme un agent prometteur dans la lutte contre les parasites (**Kumar et al., 2013; Banerjee et al., 2014**).

III_Dégradation rapide dans l'environnement:

III_01. *B. thuringiensis*:

Le *Bacillus thuringiensis*, lors de sa phase stationnaire de croissance, génère des protéines cristallines connues sous le nom de delta-endotoxines ou pro-toxines Cry. Ces protéines sont libérées dans l'environnement après la lyse des parois bactériennes lors de la phase de sporulation. Une fois ingérées par les ravageurs, ces protéines deviennent actives et expriment leur action insecticide (**Rosas-Garcia, 2009**).

III_02. Spinosad:

Le Spinosad se décompose dans l'environnement à travers divers processus, comprenant l'hydrolyse, la phototransformation, la photolyse et la biotransformation aérobie (ARLA, 2003).

III_03. AZADIRACTINE:

Ces composés sont aisément biodégradés par des enzymes. Leur demi-vie dans les composés végétaux est particulièrement courte, s'étalant de quelques heures à quelques jours (Isman, 2005; Kleeberg, 2006).

IV_Moins de risque de résistance des ravageurs:

IV_01. *B. thurigiensis*:

Jusqu'à présent, aucun mode de résistance aux toxines du Bt n'a été observé chez les diptères. En revanche, plusieurs mécanismes de résistance aux toxines Cry ont été identifiés chez les lépidoptères (Morin *et al.*, 2003), les coléoptères (Fabrick *et al.*, 2009) et les nématodes (Griffitts *et al.*, 2001).

La modification métabolique de l'activation des protoxines n'a pas encore été décrite chez les diptères (Keller *et al.*, 1996; Oppert *et al.* 1997; Rukmini *et al.*, 2000; Rajagopal, 2009). De même, la modification des récepteurs cibles au niveau des membranes des cellules épithéliales n'a pas encore été observée chez les diptères (Gahan *et al.*, 2001; Morin *et al.*, 2003; Jurat-Fuentes *et al.*, 2004; Herrero *et al.*, 2005).

À ce jour, les principaux mécanismes impliqués dans la résistance aux toxines Cry sont principalement la modification des récepteurs cibles au niveau des membranes des cellules épithéliales et la modulation métabolique de l'activation des protoxines. L'implication directe de mécanismes de détoxification dans la résistance aux toxines du Bt n'a pas encore été formellement démontrée. Cependant, il a été observé que certaines enzymes de détoxification peuvent être surexprimées en présence de toxines Cry (van Munster *et al.*, 2007). En effet, certaines estérases semblent capables de séquestrer les toxines Cry (Gunning *et al.*, 2005). De plus, d'autres mécanismes potentiels de résistance peuvent intervenir à toutes les étapes du mode d'action des toxines, y compris la modification du comportement alimentaire et des mécanismes de réparation cellulaires, qui pourraient notamment impliquer des estérases (Gunning *et al.*, 2005; Meunier *et al.*, 2006). En outre, la modification du système

immunitaire peut également être un mécanisme potentiel de résistance aux toxines du Bt (Huffman *et al.*, 2004; Rahman *et al.*, 2004).

IV_02. Spinosad:

Comme c'est le cas avec la plupart des autres pesticides, l'augmentation de la résistance aux lactones macrocycliques comme le Spinosad est en partie attribuable à l'utilisation intensive de ces pesticides (Wolstenholme et Kaplan, 2012). Effectivement, la résistance au Spinosad a été observée chez plusieurs espèces d'insectes (Wolstenholme et Kaplan, 2012). Plus précisément, la résistance au Spinosad a été rapportée chez plusieurs espèces d'insectes, notamment chez le doryphore de la pomme de terre (*Leptinotarsa decemlineata*) (Mota-Sanchez *et al.*, 2006), la tordeuse du tabac, *Heliothis virescens* (Young *et al.*, 2003) et la mouche domestique *Musca domestica* (Shono et Scott, 2003).

Chez ces espèces devenues résistantes, les études suggèrent que cela est dû soit à un métabolisme accru (Markussen et Kristensen, 2011) ou à des changements dans le site cible (Roe *et al.*, 2010). Les études menées avec le modèle d'espèce insecte *Drosophila melanogaster* ont impliqué la sous-unité nAChR dans la détermination du site cible de la résistance au Spinosad (Perry *et al.*, 2007; Watson *et al.*, 2010).

IV_03. Azadirachtine:

Les pesticides naturels, tout comme toute molécule exogène à l'organisme, sont potentiellement capables d'induire un mécanisme de résistance. En effet, plusieurs travaux ont rapporté des phénomènes de résistance au Spinosad chez *Tuta absoluta*, *Musca domestica* et *Spodoptera litura* (Reyes *et al.*, 2012; Khan *et al.*, 2014; Rehan et Freed, 2014), mais aussi aux néonicotinoïdes tels que l'imidaclopride (Kaufman *et al.*, 2010; Abbas *et al.*, 2012; Kavi *et al.*, 2014; Matsuura et Nakamura, 2014; Abbas *et al.*, 2015).

Jusqu'à présent, de nombreuses études antérieures ont démontré l'efficacité insecticide du neem, en le présentant comme la principale source de pesticides d'origine botanique (Isman *et al.*, 1991; Jarvis *et al.*, 1999; Boeke, 2002; Boeke *et al.*, 2004; Koul, 2004; Lesueur, 2006; Aminatou, 2009). Le neem ne présente aucun effet néfaste sur les insectes ravageurs, et aucune résistance n'a été observée envers l'azadirachtine A (Mordue *et al.*, 2005; Wang *et al.*, 2014). Cependant, des contradictions émergent dans la littérature récente concernant l'innocuité du neem vis-à-vis des organismes non ciblés, et il est crucial de ne pas ignorer la possibilité de risques futurs (Qi *et al.*, 2001; Medina *et al.*, 2003; Aggarwal et Brar, 2006; Cordeiro *et al.*, 2010; Scudeler et Santos, 2013; Gontijo *et al.*, 2015).

Effectivement, des études ont signalé des effets toxiques chez certains insectes non ciblés, tels que *Ceraeochrysa claveri*, *Neoseiulus baraki*, *Amphiareus constrictus* et *Bombus terrestris* (Scudeler *et al.*, 2014; Lima *et al.*, 2015; Gontijo *et al.*, 2015; Barbosa *et al.*, 2015). Contrairement aux effets observés chez certains organismes terrestres, chez les organismes aquatiques, l'azadirachtine est citée comme une molécule relativement inoffensive, démontrant même un potentiel immunostimulant. Elle est considérée comme un agent prometteur dans la lutte contre les parasites aquatiques (Kumar *et al.*, 2013; Banerjee *et al.*, 2014).

V_Compatibilité avec les pratique agricoles durables:

V_01. *B. thuringiensis*:

La lutte biologique consiste à utiliser des organismes vivants pour contrôler ou combattre les ravageurs. Les organismes utilisés appartiennent à quelques groupes taxonomiques spécifiques, notamment certains arthropodes tels que les insectes et les arachnides, les nématodes, les protozoaires, les bactéries et les champignons. Ces organismes, comme *B. thuringiensis*, qui sont des ennemis naturels des ravageurs ciblés, sont également appelés auxiliaires de lutte. Certains auteurs envisagent également l'utilisation de vertébrés tels que les poissons ou les oiseaux comme agents de lutte biologique (Raymond, 1992; Brown, 2004).

La lutte biologique utilisant *B. thuringiensis* peut également cibler d'autres ravageurs, tels que les insectes piqueurs, dans le but de limiter la propagation de maladies telles que le virus du Nil occidental ou le paludisme (Skovmand, 2004). De même, la lutte biologique utilisant *B. thuringiensis* peut être dirigée contre d'autres cibles, telles que les plantes invasives pouvant menacer la biodiversité, comme par exemple la Salicaire pourpre (*Lythrum salicaria* Linnaeus) (Bourchier, 2004).

V_02. Spinosad:

En raison de sa faible toxicité pour les mammifères, les oiseaux et les poissons, ainsi que de sa toxicité relativement faible pour les organismes bénéfiques et les auxiliaires présents dans l'environnement, le Spinosad est considéré comme hautement compatible avec les programmes de lutte intégrée. Ces programmes comprennent diverses techniques telles que les pratiques culturales, le piégeage de masse et les lâchers de trichogrammes oophages (Lebdi Grissa *et al.*, 2011).

V_03. Azadirachtine:

Cette lutte consiste à combiner plusieurs méthodes de lutte afin de réduire ou de maintenir la population des insectes nuisibles en dessous d'un seuil préjudiciable (**Cruz et al., 2002**). Le but de cette lutte est de réduire le recours aux pesticides tout en minimisant leurs effets secondaires (**Panneton et al., 2000**). Pour parvenir à un résultat efficace sans danger pour l'homme et pour l'environnement, on combine généralement l'utilisation d'auxiliaires tels que les parasitoïdes et les prédateurs, l'emploi de pesticides sélectifs, l'optimisation des propriétés des structures de stockage, ainsi que, dans certains cas, la sélection de variétés résistantes (**Seck, 1991**).

Effectivement, le neem est efficace pour contrôler les attaques d'insectes ravageurs tout en se montrant non toxique pour les parasitoïdes, les insectes auxiliaires et bénéfiques (**Vallet, 2006**). Il est donc essentiel de préserver ces auxiliaires bénéfiques. L'utilisation du neem dans les cultures maraîchères s'intégrerait donc parfaitement dans les stratégies de lutte intégrée développées à travers le monde.

VI_ Modes d'action:

VI_01. *B. thuringiensis*:

Formation de la spore:

La formation d'une endospore est un processus de division cellulaire qui inclut la formation de proto plastes dans le cytoplasme de la cellule (**Bulla et al., 1975**). La séquence du développement des spores et de la formation des cristaux parasporaux chez Bt (**Bechtel et Bulla, 1976**) se fait selon les étapes classiques de la sporulation (cycle de vie de sporulation)

Sensibilisation et activation:

Une fois ingérées, les protéines cristallines du biopesticide à base de *B. thuringiensis* sont solubilisées dans l'intestin de l'insecte à un pH basique (compris entre 10 et 12). Les protéines pro-toxines libérées sont ensuite transformées en toxines actives après une lyse partielle par les enzymes présentes dans le tube digestif (**Whalon et McGaughey, 1998**).

Liaison sur le site récepteur:

Une fois activée, la toxine traverse la barrière de la membrane péri-trophique et se lie à des récepteurs spécifiques situés sur les microvillosités des cellules épithéliales de l'intestin moyen de l'insecte (**Schenpt et al., 1998**).

Formation des pores:

L'interaction entre la toxine et son récepteur conduit à la création d'un canal dans la membrane de la cellule cible. Cette action perturbe les échanges ioniques, altère le pH intestinal et entraîne finalement la destruction de la cellule épithéliale de l'intestin. Cette destruction provoque une paralysie du système digestif de l'insecte, leet privant ainsi de sa capacité à s'alimenter (**Gill et al., 1992**). Après l'ingestion du cristal, l'insecte meurt de faim trois jours plus tard, incapable de se nourrir en raison de la paralysie de son système digestif (**Whalon et McGaughey,1998**) La protéine activée se lie d'abord aux récepteurs glycosylphosphatidylinositol (GPI), puis la protéine Cry se lie à un récepteur cadhérine (glycoprotéine). Cette liaison robuste favorise l'insertion de l'oligomère dans la membrane, créant ainsi un pore qui entraîne ultérieurement la mort cellulaire par lyse osmotique.

VI_02. Spinosad:

Le Spinosad exerce un mode d'action neurotoxique novateur et distinct en ciblant simultanément les récepteurs de l'acétylcholine nicotinyll (nAChRs) (**Kirst, 2010; Rinkevich et Scott, 2012**) et les récepteurs GABAergiques (**Ishaaya, 2001; Jacquet et al., 2002**). Il agit soit par contact ou par ingestion, cette dernière méthode étant 5 à 10 fois plus efficace que le simple contact. En effet, le Spinosad provoque une excitation du système nerveux chez l'insecte, entraînant un arrêt de l'alimentation, des contractions musculaires involontaires, puis une paralysie. Ces effets découlent de l'activation des récepteurs nicotiniqes de l'acétylcholine, essentiels pour la transmission des signaux nerveux. Lorsque le Spinosad stimule ces récepteurs, l'acétylcholine ne peut plus jouer son rôle habituel dans la communication cellulaire. Par ailleurs, le Spinosad peut également agir sur les récepteurs GABAergiques, ce qui pourrait potentiellement augmenter son efficacité, bien que cet aspect n'ait pas été évalué jusqu'à présent (**Watson, 2001**).

Ce pesticide, efficace tant par contact que par ingestion, se révèle particulièrement efficace contre les Lépidoptères et les Diptères (**Pineda et al., 2004; Wang et al., 2009; Besard et al., 2011**). Le Spinosad est hautement efficace contre une multitude d'insectes nuisibles et se montre compatible avec de nombreux ennemis naturels des insectes. Il peut ainsi être intégré dans un programme de gestion intégrée des ravageurs, permettant une approche holistique pour contrôler les populations d'insectes nuisibles (**Legwaila et al., 2013**).

VI_03. *Azadirachtine*:

L'azadirachtine, qui partage une structure similaire avec les ecdysones des insectes, bloque l'action de l'hormone prothoracicotrope (**Schmutterer, 1990; Mordue et Blackwell, 1993**) ainsi que de l'hormone allatotrope (**Banken et Stark, 1997**). En stimulant respectivement les ecdystéroïdes et l'hormone juvénile, elle agit comme un régulateur de croissance en perturbant les processus physiologiques et le cycle hormonal via ses effets antagonistes sur ces hormones. Cette perturbation entraîne des malformations lors de la mue, entravant un développement normal, une croissance optimale et une reproduction adéquate (**Mordue et al., 2005; Morgan, 2009**).

En outre, l'azadirachtine peut également exercer des effets anti-appétants en perturbant les mouvements naturels de l'intestin, ce qui induit une paralysie et le dépérissement des organismes ciblés (**Stark et al., 1990; Schmutterer et Singh, 1995; Andreu et al., 2000; Senthil-Nathan et al., 2004, 2005, 2006**). Ces effets ont été observés chez diverses familles d'insectes, notamment les Lépidoptères (papillons), les Diptères (mouches, taons, moustiques, etc.), les Orthoptères (sauterelles, criquets, etc.), les Hyménoptères (avec une sensibilité très faible chez les abeilles) ainsi que certaines espèces de pucerons. La DL50 (dose létale pour 50 % de la population d'insectes) varie selon les espèces, allant de 1 à 4 grammes d'azadirachtine par gramme d'insecte (**Mouffok et al., 2008**). De plus, l'extrait aqueux de graines de neem présente une faible toxicité pour les mammifères. L'azadirachtine est rapidement absorbée par les tissus végétaux, ce qui lui confère une action systémique efficace (**Bernard et al., 2008; Kleeberg, 2006**).

VII_Réduction des résidus dans les produits alimentaires:

Les préoccupations de santé publique liées à l'exposition aux pesticides sont un défi majeur pour la sécurité alimentaire, en raison du manque d'harmonisation mondiale des législations et des normes de sécurité relatives aux pesticides (**Kubiak-Hardiman et al., 2022**). Les limites maximales de résidus (LMR) de pesticides dans les denrées alimentaires et les aliments pour animaux varient considérablement, notamment entre les pays développés et les pays en développement. Ces différences réglementaires entraînent également des problèmes commerciaux, car de nombreux pays en développement utilisent des pesticides non autorisés ou appliquent des LMR différentes (**Kubiak-Hardiman et al., 2022**).

De plus, les LMR de l'Union européenne sont plus strictes que celles du Codex, soulevant ainsi des interrogations sur la capacité des valeurs de LMR du Codex à protéger adéquatement la santé des consommateurs (**Kubiak-Hardiman et al., 2022**). Alors que la

plupart des pays développés ont établi leurs propres politiques en matière de LMR, il est particulièrement difficile pour les pays en développement de satisfaire aux exigences des pays développés en la matière (**Hejazi et al., 2022**).

Les stratégies générales pour le développement de nouveaux pesticides efficaces et respectueux de l'environnement incluent: (i) le développement de pesticides rapidement dégradables et moins persistants dans l'environnement; (ii) le développement de pesticides efficaces à des doses extrêmement faibles; et (iii) le développement de produits chimiques sélectifs efficaces contre les parasites mais non toxiques pour l'homme ou les espèces non ciblées (**Umetsu et Shirai., 2020**). Au cours de la dernière décennie, au moins 105 pesticides, comprenant des fongicides, insecticides, nématicides, acaricides et herbicides, ont été lancés ou sont en cours de développement (**Umetsu et Shirai., 2020**).

Cependant, bien que la plupart de ces produits semblent sûrs pour l'homme et l'environnement, seuls quelques-uns ont été développés pour une utilisation pratique. Le développement des pesticides a progressivement évolué des pesticides chimiques vers les pesticides biologiques, y compris les pesticides à ARNi (acide ribonucléique interférent), les agents de contrôle du stress abiotique, les cultures et les semences génétiquement modifiées, considérés comme ayant un impact moindre sur l'environnement que les pesticides chimiques (**Umetsu et Shirai., 2020**). On estime que les pesticides biologiques égaleront les pesticides chimiques sur le marché d'ici les années 2050 (**Damalas et Koutroubas., 2018**).

CHAPITRE 03 :

LES PLANTS

INSECTICIDES

I_ Les plantes insecticides:

Les végétaux produisent naturellement diverses substances dotées de propriétés insecticides, antiseptiques, voire régulatrices de la croissance des plantes et des insectes. Ces composés, souvent des métabolites secondaires, se sont originellement développés pour protéger les plantes des herbivores (Deravel *et al.*, 2014). Depuis longtemps, certains extraits végétaux sont reconnus pour leur utilisation comme insecticides. Par exemple, le pyrèthre, la nicotine et la roténone sont déjà établis comme des agents efficaces dans la lutte contre les insectes (Acheuk *et al.*, 2017). De plus, contrairement aux insecticides conventionnels basés sur un seul ingrédient actif, les insecticides d'origine végétale, contenant des mélanges de composés chimiques, peuvent influencer à la fois les processus comportementaux et physiologiques des insectes. Ainsi, le risque de développement de résistance chez les organismes nuisibles à ces substances est considérablement réduit. Il apparaît donc crucial de rechercher des bio-insecticides efficaces, adaptés et évolutifs aux conditions écologiques afin d'assurer une lutte adéquate contre les insectes (Ghosh *et al.*, 2012).

I_1. Description des plantes insecticides:

Bien que les propriétés insecticides de diverses espèces végétales soient connues depuis longtemps, seules quelques-unes ont été efficacement exploitées dans des programmes de lutte contre les insectes. L'azadirachtine, extraite de l'*Azadirachta indica* A. Juss, la nicotine provenant de la *Nicotiana tabacum* L., les pyréthrinines issues du *Chrysanthemum cinerariaefolium* L., et la roténone extraite des rhizomes/racines de Derris et Lonchocarpus, comptent parmi les composés insecticides d'origine végétale les plus remarquables en raison de leur large spectre d'activité. De nombreux produits végétaux font actuellement l'objet d'études en vue de leur utilisation dans la lutte contre les parasites. Parmi eux, le neem (*A. indica*) et le chinaberry (*Melia azedarach* L.) ont fait l'objet de nombreuses recherches au cours des trois dernières décennies. Ils contiennent des terpénoïdes qui agissent comme répulsifs, antifeedants, inhibiteurs de croissance et supprimeurs de ponte (Sharma *et al.* 1984, 1999; Parmar et Singh 1993). Les acétogénines d'*Annona* spp. et d'*Asimina* sp. se sont également révélées prometteuses dans la lutte contre les parasites (Sharma *et al.*, 1999). Ces acétogénines agissent sur les mitochondries, induisant des effets toxiques chez les insectes nuisibles (Gonzalez-Coloma *et al.* 2002). La limonine issue de *Citrus paradisi* Macfad agit comme un antifeedant/inhibiteur de croissance (Bentley *et al.*, 1990). Enfin, la plumbagine de *Plumbago zeylanica* L. et le karanjin de *Pongamia glabra* (L.) possèdent des propriétés toxiques et antiféodales pour les insectes (Sharma *et al.*, 1984; Kumar et Singh, 2002).

I_2. Les plantes insecticides en Algérie:

Du fait de sa position géographique, de son relief varié et de sa grande diversité climatique et pédologique, l'Algérie abrite une flore abondante répartie dans ses régions côtières, ses massifs montagneux, ses hauts plateaux, sa steppe et ses oasis sahariennes, comprenant plus de 3000 espèces végétales (Saad *et al.*, 2006). Cette richesse floristique, comprenant 15% d'espèces endémiques (Quezel et Santa, 1963), reste en grande partie inexploitée sur le plan phytochimique (Ayad, 2008). Les plantes du Sahara algérien, grâce à leurs propriétés insecticides et à leur potentiel intrinsèque, offrent une biodiversité floristique remarquable, avec plus de 500 espèces, dont 162 sont endémiques au Sahara septentrional seul. Cette diversité est accompagnée d'une longue tradition de pharmacopée traditionnelle (Ozenda, 1991), où de nombreuses espèces sont reconnues pour leurs propriétés thérapeutiques remarquables (Quezel, 1978). Diverses études ont été réalisées en Algérie afin d'identifier les plantes possédant des propriétés insecticides et d'évaluer leur potentiel dans ce domaine.

Une recherche sur le potentiel bio-insecticide de l'extrait brut de la plante saharienne *Artemisia judaica* dans la lutte anti-vectorielle a été menée par Acheuk *et al.* en 2017. Une autre étude ethnobotanique réalisée dans la région de M'sila a identifié plusieurs plantes pour leurs propriétés insecticides, notamment le thym, la menthe, le romarin et la lavande (Hadda *et al.*, 2018).

I_3. Famille *capparidaceae* :

La famille des *Capparidaceae* (ou *Capparaceae*) regroupe environ 40 à 45 genres et compte entre 700 et 900 espèces. Les membres de cette famille se distinguent par une grande variété d'habitudes de croissance, de types de fruits et de caractéristiques florales (Heywood, 1993). Elles sont parfois appelées les "crucifères des pays chauds" (Kerharo, 1974) et sont originaires des régions chaudes, à l'exception de l'Amérique du Nord. Le genre comprend plus de 200 espèces (Calis *et al.*, 2002). Parmi ces espèces figurent *Capparis aphylla*, *C. brevispina*, *C. cleghornii*, *C. decidua*, *C. divaricata*, *C. floribunda*, *C. fusifera*, *C. grandiflora*, *C. grandis*, *C. heyneana*, *C. humitis*, *C. mooni*, *C. olacifolia*, *C. ovale*, *C. parviflora*, *C. rotundifolia*, *C. roxburghii*, *C. sepiaria*, *C. spinosa*, *C. stylosa*, *C. tenera*, *C. tomentosa*, *C. zeylanica*, etc. (Dehradun, 1997).

I_3.1. Description:

Les *Capparidaceae* se présentent généralement sous forme d'herbes, d'arbustes ou de lianes, et leurs fruits peuvent être des capsules, des baies ou des siliques. Ce sont des plantes généralement à feuillage persistant, souvent caractérisées par des feuilles coriaces (**Ouetian, 1994**). Leurs feuilles sont disposées de manière alternative, avec un calice composé de 4 sépales. Le nombre de pétales et d'étamines peut varier selon les espèces (**Quezel et Santa, 1962**). Souvent, les étamines sont portées à l'extrémité d'un segment allongé de l'axe floral, appelé androphore. De manière similaire, le pistil est souvent supporté par un long pédoncule appelé gynophore (**Ozenda, 1977**). Le gynécée est composé de 2 à 6 carpelles fusionnés pour former un ovaire supère, généralement à 1-3 loges, souvent situé sur un gynophore. La placentation est pariétale, et les stigmates sont sessiles et simples. Les graines sont souvent de forme réniforme (**Short et Cowie, 2011**).

CHAPITRE 04 :
CLEOME ARABICA
.L

I_Cas de *Cleome arabica L*:I_1. Description générale de *Cleome arabica L* :

Cleome arabica L est une plante faisant partie de la famille des *Capparidaceae* (ou *Capparaceae*), une famille botanique d'importance numérique significative sur le plan taxonomique. Cette famille compte pas moins de quarante-cinq genres et environ sept cents espèces, principalement réparties dans les zones tropicales et subtropicales. Environ vingt espèces sont répertoriées dans le Sahara méridional, regroupées principalement dans les genres *Capparis*, *Maerua* et *Cleome* (Cherif., 2020).



Figure 05: *Cleome Arabica L* (Chahma, 2006)

La plante *Cleome arabica L* est une herbe verte annuelle mesurant de 30 à 50 cm de hauteur. Elle est brièvement poilue, glanduleuse et visqueuse. Ses tiges sont dressées et ramifiées, avec des feuilles trifoliolées. Les fruits sont des silicules allongées s'ouvrant par deux valves, et les graines sont recouvertes de poils aussi longs que le diamètre de la graine (Ozenda., 1991). La fleur de *Cleome arabica* présente un calice composé de 4 sépales et 4 pétales, qui peuvent être de couleur brun pourpre ou jaune bordés de brun pourpre. Elle possède soit 6 étamines, soit 4 ovaires à une loge, portés par un pied court ou nul appelé podogyne. Le fruit est une capsule stipitée, siliquiforme, de plus de 20 mm de long, avec 2 valves se séparant des placentas. Le nom *Cleome* dérive du grec "kleio", signifiant "entourer". Localement, elle est appelée "Netten" et "Netteina", faisant référence à l'odeur nauséabonde dégagée par la plante (Quezel et Santa., 1963, Baba Aissa., 2000).

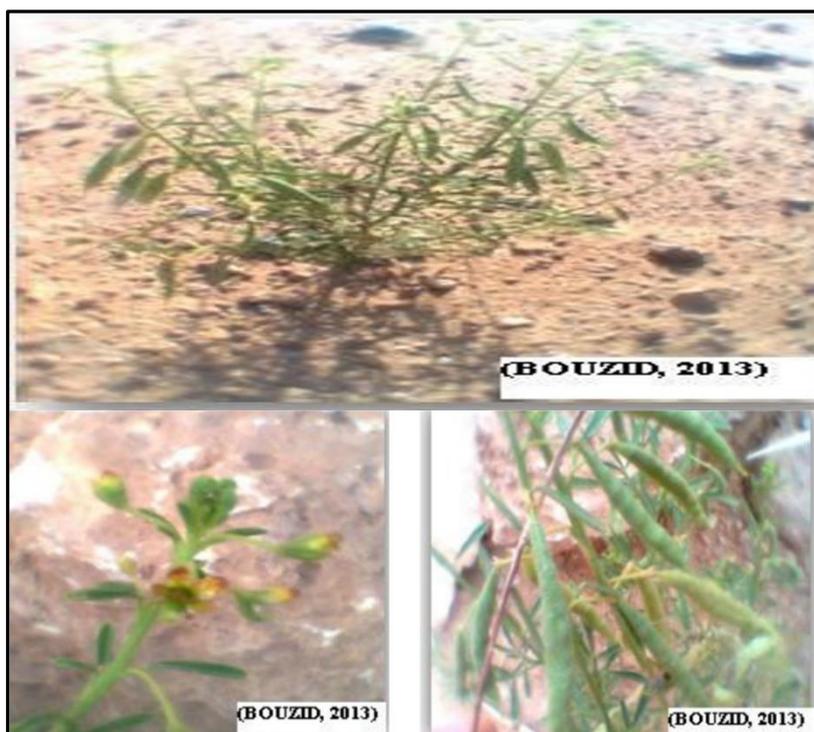


Figure 6: *Cleome arabica L.* au stade de fructification, oued Zergoune, région de Ghardaïa (Bouزيد, 2013)

I_2. Position systématique:

La classification systématique de *Cleome arabica L.*, selon (Quezel et Santa , 1963) est présentée dans le tableau IV.

Tableau IV: Position systématique de *Cleome arabica L.*

Règne	Plantes
Sous règne	Plantes vasculaires
Embranchement	<i>Spermaphytes</i>
Sous embranchement	<i>Angiospermes</i>
Classe	<i>Dicotylédones</i>
Sous classe	<i>Dialypétales</i>
Ordre	<i>Pariétales</i>
Famille	<i>Capparidacées</i>
Genre	<i>Cleome</i>
Espèce	<i>Cleome arabica L.</i>
Sous espèce	<i>Arabica</i>

La classification systématique de *Cleome arabica L.*, selon (Ozenda., 1991) est présentée dans le tableau V.

Tableau V : Position systématique de *Cleome arabica L.*

Embranchment	<i>Spermaphytes</i>
Sous- Embranchment	<i>Angiospermes</i>
Classe	<i>Dicotylédones</i>
Sous-classe	<i>Dillenidae</i>
Ordre	<i>Capparales</i>
Sous- ordre	<i>Capparidineae</i>
Famille	<i>Capparidaceae</i>
Tribu	<i>Cleomoideae</i>
Genre	<i>Cleome</i>
Espèce	<i>Cleome arabica L</i>

I_3.Répartition géographique:

Cette espèce est courante dans les savanes désertiques et les tamarisiers de l'étage tropical. Elle se trouve également dans les ravines sablonneuses et est commune dans le Sahara septentrional, en Égypte et dans diverses régions de l'Afrique tropicale (**Ozenda, 1991**).

- **En Algérie:**

Elle pousse dans les régions sahariennes, notamment commune dans la région de la Hodna (M'sila) ainsi que dans quelques régions du Sahara algérien, où elle est désignée sous le nom de *C. arabica* (**Ozenda., 1991**).



Figure 07 : *C. arabica L* en pied isolé à Oued Metlili, Wilaya de Ghardaïa; Janvier 2019 (Cherif., 2020).

I_4. Intérêts socioéconomiques:

D'après MAIRE (1933), les chameaux, les chèvres et les moutons évitent cette plante et n'en consomment que très peu. Les populations locales l'utilisent comme diurétique et pour traiter les rhumatismes. Effectivement, elle est employée en médecine traditionnelle par les nomades du Sahara pour soulager les douleurs névralgiques en tant qu'analgésique (Sharaf *et al.*, 1992).

I_5. Utilisation en médecine traditionnelle:

C. arabica L est en effet largement utilisée en médecine traditionnelle par les populations locales et les nomades du Sahara. Elle est réputée pour ses propriétés analgésiques, soulageant les douleurs névralgiques et rhumatismales, ainsi que pour ses effets diurétiques (Sharaf *et al.*, 1992). Les habitants de la région de Boussaâda utilisent les feuilles de *C. arabica L* pour préparer des cataplasmes à application externe, les appliquant sur la peau pour traiter certaines formes de rhumatismes (Djeridane *et al.*, 2010).

I_6.Travaux antérieurs:

Des recherches scientifiques ont été menées pour identifier les différents groupes de métabolites secondaires présents dans l'espèce *Cleome arabica L*, ainsi que pour étudier ses propriétés biologiques et pharmacologiques.

I _6.1.Composition chimique:

Des recherches ont confirmé à plusieurs reprises la présence de polyphénols, de terpénoïdes, d'alcaloïdes et d'autres composés dans *Cleome arabica L* (Madi ,2018).les composants principaux identifiés dans la plante *Cleome arabica L* est présentée dans le tableau VI.

TableauVI: Les composants principaux identifiés dans la plante *Cleome arabica L*.

Composes	Références
<p>Des flavonoides : Quercetine dirhamnoside ; Isorhamnetine dirhamnoside ; Kaempferol rhamnoside acylhexoside ; Catechine ; Calycopterine ; Quercetine glucoside ; Quercetine 3,7 diglucoside ; Kaempferol 3-G-7 Rhamnoside ; Quercetine 7- Rhamnoside ; Apigenine 6,8-di-C- Glycoside ; Kaempferol 3,7- diRhamnoside ; Quercetine 3- G-7- rhamnoside ; Keampferol 3'methoxy- 3,7 diRhamnoside ; Keampferol 7- Rhamnoside ; Isohamnetine ; Apigenine 6-C-hexoside-8C-hexoside ; Isorhamnetine pentoside rhamnoside</p> <p>Des acides phénols : Acide 3,4-dihydroxybenzoïque hexoside ; acide 3,4-dihydroxybenzoïque ; Acide p coumarique Dimere ; Acide p-OH benzoïque ; Dérivé acide ferulique ; dérivé acide Sinapique ; dérivé acide p coumarique ; Dérivé acide vanillique ;</p>	<p>Touil et Rhouati., 1998.</p> <p>Selloum et al., 2001.</p> <p>Selloum et al., 2003.</p> <p>Ismail et al., 2005.</p> <p>Khalafallah et al., 2009.</p> <p>Djeridane et al., 2010.</p> <p>Ladhari et al., 2013.</p> <p>Madi., 2018.Cherif., 2020.</p>

<p>Dérivé acide gallique ; acide tricaffeoylquinique.</p> <p>Des triterpenes :</p> <p>1-α-acetylbrachy-carpone-22(23)-ene ; Amblyone ; 17- α -hydroxycabraleactone</p> <p>Des tanins condensés et galliques</p> <p>Des Coumarines</p> <p>Des alcaloïdes totaux</p> <p>Des sucres : glycosides et désoxyoses</p>	
--	--

I_7. Description botanique de *C. arabica*:

Les constituants extraits des parties aériennes comprennent le stigma 4-3 one, le lupéol, le taraxastérol, ainsi que divers triterpènes de type dammarane tels que l'amblyone, le 15 α acétoycléoambnol A, le cléoamblynol A et B, le cléocarpanol, et la cabraléahydroxy lactone. Le lutéoline 3-méthyl éther (une flavone) et son 7-glycoside ont également été identifiés. Les extraits éthanoliques des parties aériennes ont démontré une activité antifongique variable contre divers champignons pathogènes (**Schmelzer et Gurib., 2013**).

CHAPITRE 05 :
LES EFFETS DE
CLEOME ARABICA L
SUR LES INSECTES
NUISIBLES

La recherche sur les effets de *Cleome arabica* L sur les insectes nuisibles est un domaine important dans les sciences agricoles et environnementales. Ces études offrent des informations essentielles sur l'impact de *C. arabica* sur divers insectes et sur son utilisation efficace dans la lutte contre les parasites dans les exploitations agricoles et les jardins. Elles incluent souvent l'évaluation des composants chimiques de la plante et de leurs effets biologiques sur les insectes. De plus, ces études examinent les implications environnementales et les aspects de sécurité liés à l'utilisation de *C. arabica* comme méthode de lutte contre les ravageurs.

- **Chez La mouche du vinaigre *Drosophila melanogaster***

Dans une étude portant sur la valorisation des composés secondaires de la plante saharienne *Cleome arabica* L. (*Capparidaceae*) et leurs effets insecticides sur un modèle d'insecte de laboratoire, nous avons choisi d'examiner la *Drosophila melanogaster*, une mouche du vinaigre, en raison de son importance en tant que modèle de recherche scientifique. En effet, cette espèce est reconnue pour son système immunitaire robuste face aux micro-organismes, ce qui en fait un sujet privilégié pour étudier la virulence des agents pathogènes humains et les mécanismes de défense de l'organisme (**Lozec, 2013**).

La *D. melanogaster* est également connue pour les dommages directs qu'elle peut causer aux cultures fruitières et maraîchères, indépendamment de l'action de micro-organismes ou de blessures préalables (**Delbac et al., 2014**). Ainsi, la recherche sur ces insectes et les moyens de les contrôler revêtent une importance capitale dans le domaine scientifique (**Senevet et Andarelli, 1956**).

Au cours du siècle dernier, malgré les avancées dans la synthèse de pesticides, les insecticides synthétiques ont démontré leur agressivité envers des organismes non ciblés, leur persistance dans l'environnement et leurs effets néfastes sur les écosystèmes. Cela a conduit à l'émergence d'une nouvelle approche axée sur l'évaluation de composés alternatifs tels que les biopesticides, notamment face aux risques écotoxicologiques associés aux insecticides conventionnels (**Ouakid, 2006**).

Ainsi, la recherche en lutte antiparasitaire évolue vers des solutions botaniques non toxiques et biodégradables, offrant une gestion durable et efficace des ravageurs (**Philogene, 1991**). En Algérie, l'utilisation de produits naturels, comme les extraits de plantes aqueux ou éthanoliques, dans la lutte contre les insectes, a connu un développement croissant au fil des décennies, illustré par de nombreuses études récentes (**Aouint et al., 2006; Lebouz, 2010; Habbachi et al., 2013; Kemassi et al., 2014; Merabti et al., 2015; Benhissen, 2016; Masna, 2016; El-Bah et al., 2016; Bekhakheche, 2018**).

Dans cette perspective, une étude récente s'est penchée sur l'utilisation des extraits aqueux et éthanoliques de *C. arabica* pour leur potentiel en tant que bio-insecticides, tout en explorant leurs propriétés médicinales. Les résultats ont montré une corrélation positive entre la concentration des extraits et la mortalité des larves de *D. melanogaster*, ainsi que des altérations du comportement sexuel et de la ponte chez les adultes (**Habbachi, 2020**).

Il est important de noter que cette étude ne vise pas uniquement à évaluer la mortalité des insectes, mais aussi à comprendre les impacts subtils sur leur comportement, ce qui est crucial dans une approche de lutte biologique intégrée. Enfin, une analyse chimique plus poussée des extraits de *C. arabica* pourrait fournir des informations supplémentaires sur les composés responsables de ces effets, ouvrant ainsi la voie à des stratégies de lutte plus ciblées et respectueuses de l'environnement (**Habbachi, 2020**).

- **Chez La Blatte «*Blattella germanica*»:**

L'étude récente menée par **Hedjouli (2022)** se concentre sur l'évaluation de l'effet toxique des extraits aqueux de feuilles de plantes toxiques sur le ravageur *Blattella germanica*, communément appelé la *blatte germanique*. Cette espèce, vieille et très réussie sur le plan évolutif, appartient à l'ordre des *Blattodeae*, comprenant diverses familles, dont les *Blattellinae*, qui sont au cœur de cette étude.

Les résultats de l'étude révèlent que l'extrait aqueux de feuilles de *Cleome arabica* influence la mortalité des adultes de *B. germanica*, avec une sensibilité accrue des femelles par rapport aux mâles. Les concentrations létales et sublétales de l'extrait réduisent significativement le taux de survie, avec une diminution de la CL16%, CL50%, CL84%, CL90%, TL16%, TL50%, TL84% et TL90% en fonction de la concentration et de la durée d'exposition. De plus, le bio-insecticide affecte le comportement sexuel des individus, empêchant les accouplements réussis et les séquences comportementales habituelles, ce qui pourrait être lié à des altérations au niveau des sécrétions tergaux et des cires cuticulaires.

En outre, l'étude explore l'effet des extraits aqueux sur le comportement grégaire de *B. germanica*, révélant une perturbation significative de la perception olfactive chez les individus traités, suggérant une altération du signal chimique. Ces résultats soulignent le potentiel des extraits de *C. arabica* en tant que bio-insecticide pour contrôler la prolifération de la blatte germanique, mais soulèvent également des questions sur leurs impacts sur l'ensemble des populations et des écosystèmes dans lesquels ces insectes sont présents.

- **Chez Les moustiques «*Culiseta Longiareolata*»:**

Dans une étude récente menée par **Nia et Nia (2020)**, l'objectif était d'évaluer l'effet larvicide des extraits méthanoliques de *Cleome arabica* sur les larves du moustique *Culiseta longiareolata*, une espèce répandue dans la région méditerranéenne et considérée comme une nuisance pour les humains en raison de sa capacité à transmettre des maladies.

Les résultats de cette étude ont révélé que l'extrait de *Cleome arabica* induit une mortalité variable chez les larves, dépendant à la fois de la concentration utilisée et de la durée du traitement. Les concentrations létales (CL50 et CL90) ont montré une diminution progressive avec l'augmentation de la durée du traitement. Après 10 jours, les taux de mortalité ont significativement augmenté, atteignant parfois 100% avec la concentration la plus élevée de 35 g/l. La CL50 a été estimée à 16,21 g/l et la CL90 à 33,11 g/l.

Ces résultats soulignent le potentiel de l'extrait de *Cleome arabica* en tant que moyen de lutte contre les larves de *Culiseta longiareolata*. Ils mettent en lumière l'efficacité de cet extrait dans la réduction de la population de moustiques, offrant ainsi une alternative prometteuse aux insecticides conventionnels.

- **Chez les criquets «*Schistocerca gregaria* » :**

L'étude menée par **Kemassi et ses collègues en 2018** s'est concentrée sur les effets biotoxiques des extraits de *Cleome arabica L.* sur le criquet pèlerin *Schistocerca gregaria*, un insecte qui représente une menace constante pour l'agriculture en Afrique en raison de sa capacité à former des essaims et à ravager les cultures.

Les résultats de l'étude ont mis en évidence l'efficacité insecticide des extraits acétoniques et alcaloïdiques des feuilles de *Cleome arabica* sur les larves de cinquième stade et les adultes du criquet pèlerin.

Effet sur la mortalité : Les résultats ont montré des pourcentages de mortalité élevés chez les larves et les adultes du criquet pèlerin nourris avec des feuilles traitées aux extraits de *Cleome arabica*. Les taux de mortalité varient en fonction du type d'extrait utilisé, avec des pourcentages atteignant parfois 100%. De plus, les imagos survivants présentent des symptômes tels qu'un noircissement de la face ventrale.

Effet sur la consommation : Les criquets exposés aux feuilles traitées présentent des symptômes tels qu'une diminution de l'activité motrice, des épisodes de diarrhée et une incapacité à mouvoir leurs articulations tarsiques. Ces symptômes sont attribués à la présence de toxines dans les extraits de *Cleome arabica*.

Effet sur la digestion : Les extraits de *Cleome arabica* entraînent des perturbations significatives dans le métabolisme et la digestion des criquets, avec des valeurs négatives du coefficient de conversion digestive (ECD) et une diminution du poids corporel chez les individus exposés aux extraits.

Effet sur le tube digestif : L'analyse des sections du tube digestif montre une diminution significative des bols alimentaires chez les criquets exposés aux extraits de *Cleome arabica*, ainsi que des irrégularités dans la structure de l'épithélium et la présence d'ulcérations.

En résumé, les extraits de *Cleome arabica* ont démontré des effets biotoxiques importants sur le criquet pèlerin, ce qui suggère leur potentiel en tant qu'outil de lutte contre cette espèce nuisible pour l'agriculture.

CONCLUSION

CONCLUSION

Conclusion:

Les bio-insecticides dérivés de plantes représentent une alternative viable et écologique aux pesticides chimiques conventionnels. Leur adoption dans les pratiques agricoles contemporaines peut non seulement atténuer les effets nuisibles des produits chimiques sur l'environnement et la santé humaine, mais également promouvoir une agriculture plus durable et résiliente. Pour exploiter pleinement leur potentiel, une collaboration continue entre les chercheurs, les agriculteurs, les industries et les décideurs politiques est crucial.

Cependant, il est essentiel de reconnaître que le passage aux bio-insecticides ne constitue pas une solution immédiate et universelle. Cela nécessite une adaptation des pratiques agricoles, des investissements en recherche et développement pour améliorer l'efficacité de ces produits, ainsi qu'une sensibilisation accrue des agriculteurs et des consommateurs aux avantages des solutions biologiques

REFERENCES

BIBLIOGRAPHIQUES

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

- Abbas, N., Khan, H. et Shad, S.A. 2015.** Cross-resistance, stability, and fitness cost of resistance to imidacloprid in *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae). *Parasitol Res* **114**(1): 247-255.
- Abbas, N., Shad, S.A. et Razaq, M. 2012.** Fitness cost, cross resistance and realized heritability of resistance to imidacloprid in *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae). *Pestic Biochem Physiol.* **103**(3): 181-188.
- Acheuk F, Abdellaoui K, Lakhdari W, Dehliz A, Ramdani M, Barika F et Allouane R. 2017.** Bioinsecticidal potential of the crude extract of the Saharian plant *Artemisia judaica* in vector control: case of the common mosquito *Culiseta longiareolata*. *Journal Algérien des Régions Arides (JARA)* No° 14, 109-116.
- ACTA, 2005.** Index Phytosanitaire. 41ème éd. Paris. Association de Coordination Technique Agricole. France. 820 p.
- Aggarwal, N. ET Brar, D.S. 2006.** Effects of different neem preparations in comparison to synthetic insecticides on the whitefly parasitoid *Encarsia Sophia* (Hymenoptera: Aphelinidae) and the predator *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae) on cotton under laboratory conditions. *J Pest Sci.* **79**(4): 201-207.
- Aligon D., Bonneau J., Garcia J., Gomez D., Le Goff D., 2010.** Projet d'estimation des risques sanitaires : Estimation des expositions de la population générale aux insecticides «les organochlorés, les organophosphorés et les pyréthrinoides». EHESP.
- Aminatou, B. 2009.** Inventaire des phytoinsecticides pour la protection des grains au cours du stockage contre les ravageurs dans la zone sahéenne (cas de l'Extrême Nord du Cameroun). *Rapport final, Réseau Anafe/Raft-AHT.* 32p.
- Andreu, J., Albert, S. & Magi, R. 2000.** Antifeedant activity of *Melia azadirachta* and *Azadirachta indica* on larvae of *Sesamionagroides*. *Phytoparasitica.* **28** (4): 311- 319.
- Aouinty B, Oufara S, Mellouki F et Mahari S., 2006.** Évaluation préliminaire de l'activité larvicide des extraits aqueux des feuilles du ricin (*Ricinus communis* L.) et du bois de thuya (*Tetraclinis articulata* (Vahl) Mast.) sur les larves de quatre moustiques culicidés: *Culex pipiens* (Linné), *Aedes caspius* (Pallas), *Culiseta longiareolata* (Aitken) et *Anopheles maculipennis* (Meigen), *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* **10** (2), 67 - 71.
- Ayad R., 2008.** Recherche et Détermination structurale des métabolites secondaires de l'espèce : *Zygophyllum cornutum* (Zygophyllaceae). Mémoire de Magister. Université Mentouri de Constantine, Algérie. 124 pp.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

- Ayad, N. (2008).** Etude éco-Phytochimique et apport nutritionnel de l'armoise blanche (*Artemisia herba-alba* Asso) du sud Oranais, dans l'aliment du cheptel - Thèse de doctorat. Univ. Djillali Liabes. Sidi-Bel-Abbès. 98 P.
- Baba-aissa F.,** 2000- Encyclopédie des plantes utiles, flore d'Algérie et du Maghreb, substances végétales d'Afrique, d'Orient et d'Occident. Ed. EDAS, Alger. Algérie. 368 p.
- Banerjee, A., Manna, S. et Saha, S.K. 2014.** Effect of aqueous extract of *azadirachta indica* A. Juss (neem) leaf on oocyte maturation, oviposition, reproductive potentials and embryonic development of a freshwater fish ectoparasite *Argulus bengalensis* Ramakrishna, 1951 (Crustacea: Branchiura). *Parasitol Res.* **113**(12): 4641-4650.
- Banken, J.A.O. & Stark, J.D. 1997.** Stage and age influence on the susceptibility of *Coccinella septempunctata* (Coleoptera: Coccinellidae) after direct exposure to Neemex, a neem insecticide. *J Econ Entomol.* **90** (5): 1102-1105.
- Barbosa, W.F., De Meyer, L., Guedes, R.N. & Smagghe, G. 2015.** Lethal and sublethal effects of azadirachtin on the bumblebee *Bombus terrestris* (Hymenoptera: Apidae). *Ecotoxicology.* **24**(1): 130-142.
- Bechtel, D.B., Bulla, L.A. 1982.** L'analyse ultra structurale du développement de la membrane pendant *Bacillus thuringiensis* sporulation. *J Ultra struct Res.* **79**: 121-132.
- Bekhacheche M., 2018.** Perturbation du comportement animal sous stress induit par les insecticides. Cas de deux modèles (invertébrés : les blattes et vertébrés : les rats Wistar). Doctoral Thesis. University of Annaba (Algeria). 229 pp.
- Belmonte, K. E. (2005).** Cholinergic pathways in the lungs and anticholinergic therapy for chronic obstructive pulmonary disease. *Proceedings of the American Thoracic Society*, 2(4), 297-304.
- Benayad N., 2008.** Les huiles essentielles extraites des plantes médicinales marocaines, moyen efficace de lutte contre les ravageurs des denrées alimentaires stockées. Thèse de Doctorat. Université Mohammed V-Agdal de Rabat, Maroc. 200 pp.
- Benhissen S., 2016.** Identification, composition et structure des populations Culicidiennes de la région d'Ouled-Djellal (Biskra). Effet des facteurs écologiques sur l'abondance saisonnière. Essais de lutte. Doctoral These. University of Annaba (Algeria). 126 Pp.
- Benkobi, R. Meghezi, N. (2016).** Etude de l'impact biologique et toxicologique de 3 types de Biopesticides : Azadirachtine, Spinosad et *Bacillus thuringiensis* sur les insectes. Mémoire de Master en *Toxicologie et Santé*. Unive. Frères Mentouri Constantine. 48P.
- Bentley MD, Rajab MS, Mendel MJ, Alford AR. 1990.** Limonoid model insect antifeedants. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 38: 1400-1403.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIES :

- Bernard, R. Philogène, Cathérine, Regnault-Roger et Charles Vincent, 2008.** Biopesticides d'origine végétale : bilan et perspectives. In *Wlsh-Tipioi Towlijicityppol*, 2e édition, Edition Tec & Doc, 1-24 pp.
- Besard, I., Mommaerts, V., Abdu-Alla, G. & Smagghe, G. 2011.** Lethal and sublethal side effect assessment supports a more benign profile of spinetoram compared with spinosad in the bumble bee *Bombus terrestris*. *Pest Manag Sci* .67(5): 541-547.
- Bezzar-Bendjazia R., 2016.** Effets d'un biopesticide, l'azadirachtine, sur un modèle de référence, *Drosophila melanogaster* (Diptera): Toxicité, Développement et Digestion. Thèse de Doctorat en Biologie Environnementale. Université Badji Mokhtar d'Annaba, Algérie. 101 pp.
- Biocontrôle, 2008.** Biocontrol andermatt (30.01.2008) ,Fiche de données de sécurité selon 1907/2006/CE, Article 31 p3.
- Biondi A, Desneux N, Amiens-Desneux E, Siscaro G, Zappalà (2013).** Biology and developmental strategies of the parasitoid *Bracon nigricans* (Hymenoptera: Braconidae) on the Neotropical moth *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). *J Econ Entomol* 106: 1638–1647.
- Biondi A, Desneux N, Siscaro G & Zappalà L (2012).** Using organic certified rather than synthetic pesticides may not be safer for biological control agents: selectivity and side effects of 14 pesticides on the predator *Orius laevigatus*. *Chemosphere* 87, 803–812.
- Bloomquist J.R. 1996.** Insecticides : chemistries and characteristics. In: E. B. Radcliffe and W. D. Hutchison [eds.], *Radcliffe's IPM World Textbook*. [consulté le, 10/10/2011]. <http://ipmworld.umn.edu>, University of Minnesota, St. Paul, MN.
- Boeke, S. J. 2002.** Traditional african plant products to protect stored cowpeas against insect damage; the battle against the beetle. *Ph D thesis, Wageningen University*. 151 p.
- Boeke, S.J. Boersma, M.G. Alink, G.M. VanLoon, J.J.A. Huis, A Dicke, M. Rietjens, I.M.C.M. 2004.** Safety evaluation of neem (*Azadirachta indica*) derived pesticides, *Journal of Ethnopharmacology*. 94: 25-41.
- Boiteau, G. communication personnelle .2004.** Débat actuel sur l'acceptation du Bt production biologique. Date de la communication : mars 2004.
- Bourchier, R. 2004.** Bio contrôles des plantes nuisibles et des espèces invasives. Dossiers Biocontrôle, décembre, p. 2.
- Bouzerida K, Mandi R, Lahlouh B. 2016.** La lutte biologique contre les insectes nuisibles : Utilisation des plantes et des extraits de plantes. Mémoire de master en sciences biologie. Université des Frères Mentouri Constantine.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIES :

- Bouزيد D.**2013. Evaluation du pouvoir allélopathique des extraits aqueux de *Cleome arabica* L. (Cappariadaceae). Master académique en sciences agronomiques.
- Brown, R. A. (2004).** Motivation for Learning English among Japanese University Students. *Information & Communication Studies*, 31, 1-12.
- Bulla, L.A., Bechtel, D.B., Kramer, K.J., Shethna, Y.I., Aronson, A.I., Fitz James, P.C. 1980.** Ultra structure, la physiologie et la biochimie de *Bacillus thuringiensis*. *Crit Rev Microbiol.* **8**:147-204.
- Cantrell, C.L., Dayan, E.F. & Duke, S.O. 2012.** Natural products as sources for new pesticides. *J Nat Prod.* **75**(6): 1231-1242.
- Carvalho, W. D.; Godoy, M. S. M.; Adania, C. H. & Esbérard C. E. L. 2013.** Assembléia de mamíferos não voadores da Reserva Biológica Serra do Japi, Jundiá, São Paulo, sudeste do Brasil. *Bioscience Journal* 29(5):1370-1387.
- Cherif, R. 2020.** Etude comparative des activités biologiques des extraits aqueux de deux plantes spontanées récoltées au sahara Algérien. Thèse de Doctorat en Sciences biologiques. Université de Ghardaïa.
- Chernyak, S. M., Rice, C. P., et McConnell, L. L. (1996).**Evidence of currently-used pesticides in air, ice, fog, seawater and surface microlayer in the Bering and Chukchi Seas. *Marine pollution bulletin*, 32(5), 410-419.
- Cordeiro, E.M.G., Corrêa, A.S., Venzon, M. & Guedes, R.N.C. 2010.**Insecticide survival And behavioral avoidance in the lacewings *Chrysoperla externa* and *Ceraeochrysa cubana*. *Chemosphere.* **81**(10): 1352–1357.
- Costa, J.T., Forim, M.R., Costa, E.S., De Souza, J.R., Mondego, J.M. & Junior, A.L.B. 2014.** Effects of different formulations of neem oil-based products on control *Zabrotes subfasciatus* (Boheman, 1833) (Coleoptera: Bruchidae) on beans. *J Stored Prod Res.* **56**(1): 49-53.
- Cox P.D., 2004.** Potential for using semiochemicals to protect stored products from insect infestation. *Journal of Stored Products Research*, 40: 1-25.
- Cruz Renon., Degune, J.P., Carburet, A., Hekimian, C. & Ahmadi, N., 2002.** Lutte contre les ravageurs des cultures. *Memento de l'agronomie* : **100**-123.
- Damalas, C.A.; Koutroubas, S.D.** Current Status and Recent Developments in Biopesticide Use. *Agriculture* **2018**, 8, 13. [CrossRef].
- DASD; 1997.** Dow AgroSciences Distribution S.A.S BP 1220-06254 Mougins Cedex.
- Delbac L., Cusch A., Rouzes R, Ravidat M.L. & Launes S., 2014.** *Drosophila suzukii* est elle une menace pour la vigne *Phytoma*, 679: 16-21.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIES :

- Dervel J, Krier F, Jacques P.** (2014). *les biopesticides , compléments et alternatives aux produits phytosanitaires chimiques (synthèse bibliographique)*. biotechnol.Agron.Soc.Environ.2014 18(2),220-232.
- El-Bah D., Habbachi W., Ouakid M.L., Tahraoui A., 2016.** Sublethal effects of *Peganum harmala* (Zygophyllaceae) on sexual behavior and oviposition in fruit fly *Drosophila melanogaster* (Diptera: Drosophilidae). *Journal of Entomology and Zoology Studies*. 4(6): 638-642.
- Elumalai, L. K., et Rengasamy, R.** (2012). Synergistic Effect of Seaweed Manure and *Bacillus* sp. on Growth and Biochemical Constituents of *Vigna radiata* L. *Journal of Biofertilizers & Biopesticides*, 3(3) ,121-128.
- Fabrick, J., Oppert, C., Lorenzen, M.D, et al. 2009.** A Novel *Tenebrio molitor* Cadherin Is a Functional Receptor for *Bacillus thuringiensis* Cry3Aa Toxin. *Journal of Biological Chemistry*. **284**: 18401-18410.
- Gahan, L.J., Gould, F., Heckel, D.G. 2001.** Identification of a gene associated with bit resistance in *Heliothis virescens*. *Science*. **293**, 857-860.
- Ghosh A, Chowdhury N, Chandra G.** Plant extracts as potential mosquito larvicides. *Indian J Med Res*. 2012;**135**(5):581–98. [PubMed: 22771587] .
- Gill, SS., _Cowles, EA., _Pietrantonio, PV. (1992).** The Mode of Action of *Bacillus Thuringiensis* Endotoxins. *Annual Review of Entomology* 37, pp. 615 - 634 .
- Gontijo, L.M., Celestino, D., Queiroz, O.S., Guedes, R.N.C. & Picanço, M.C. 2015.** Impacts of azadirachtin and chlorantraniliprole on the developmental stages of pirate bug predators (Hemiptera: Anthocoridae) of the tomato pinworm *Tuta absoluta*(Lepidoptera: Gelechiidae). *Fla Entomol.***98**(1): 59-64.
- Griffitts JS, Whitacre JL, Stevens DE, Aroian RV. 2001.** Bt toxin resistance from loss of a putative carbohydrate-modifying enzyme. *Science* 293: 860–864.
- Grillet J.-P ; Testud F.** Insecticides organophosphorés, carbamates, pyréthrinoïdes de synthèse et divers. EMC(Elsevier Masson SAS, Paris), Toxicologie- Pathologie professionnelle, 16-059-C-10, 2007.
- Gunning, R.V., Dang, H.T., Kemp, F.C., Nicholson, I.C., Moores, G.D. 2005.** New resistance mechanism in *Helicoverpa armigera* threatens transgenic crops expressing *Bacillus thuringiensis* Cry1Ac toxin. *Applied And Environmental Microbiology* .**71**:2558-2563.
- Habbachi S., 2020.** Valorisation des composés secondaires de la plante saharienne *Cleome arabica* L. (Capparidaceae) :Effets insecticides direct et différé sur un insecte de laboratoire. Thèse de

REFERENCES BIBLIOGRAPHIES :

Doctorat en Neurobiologie (Eco-éthologie). Université Badji Mokhtar d'Annaba, Algérie. 112pp.

Habbachi W., Benhissen S., Ouakid M.L. & Farine J.P., 2013. Effets biologiques d'extraits aqueux de *Peganum harmala* (L.) (Zygophyllaceae) sur la mortalité et le développement larvaire de *Drosophila melanogaster* (Diptera : Drosophilidae). *Algerian journal of arid environment*, 3: 82-88.

Habbachi, S. Amri, N. Habbachi, W. Benhissen, S. Tahraoui, A. Rebbas, K. (2019). Toxic effects of *Cleome arabica* L. (Capparidaceae) aqueous extracts on mortality and sexual behavior of *Drosophila melanogaster* (Diptera: Drosophilidae). *J. Anim Behav Biometeorol.*, 7:137-143.

Haddi K., Turchen LM., Viteri jumbo L., Guedes R., Pereira E., Aguiar R., Oliveira E.2020.Rethinking biorational insecticide for pest management : unintended effects and consequences. *Pest Management Science* N°76 :2286-2293.

HEDJOULI Z., 2022. Abondance et distribution des blattes dans les différents écosystèmes Algériens : Inventaire, lutte intégrée et comportement. Thèse de Doctorat en Comportement et Adaptation. Université Badji Mokhtar d'Annaba, Algérie.140pp.

Hejazi, M.; Grant, J.H.; Peterson, E. Trade impact of maximum residue limits in fresh fruits and vegetables. *Food Policy* **2022**, 106, 102203. [CrossRef].

Herrero, S., Gechev, T., Bakker, P.L., Moar, W.J., de Maagd, R.A. 2005.Bacillus thuringiensis Cry1 Caresistant Spodoptera exigua lacks expression of one of four Aminopeptidase N genes. *Bmc Genomics* 6.

Hershman D.E., Vincelli P. et Kaiser C.A. (2011). Foliar Fungicide Use in Corn and Soybeans. Plant Pathology Fact Sheet, University of Kentucky, Plant Pathology

Heywood V. H., 1993- Flowering plants of the world. Oxford University Press, New York. USA. 336p.

Hildebrandt, A., Guillamón, M., Lacorte, S., Tauler R., Barceló D. (2008). Impact of pesticides used in agriculture and vineyards to surface and groundwater quality (North Spain). *Water research*, 42(13), 3315-3326.

Hort P.S, et Cowie I.D., 2011- Flora of the Darwin Region Volume 1 Capparaceae. Ed. Northern Territory Government, Canberra. Australia. 24 p.

I. Calis, A. Kurzuum-Uz, A. piergiorgio, Lorenzetto and Peter Ruedi,(2002). (6S)-Hydroxy-oxo- α -ionol glucosides from *Capparis spinosa* fruits. *J. Phytochemistry.*, **59**: 451-457.

Ishaaya, I. 2001. Biochemical processes related to insecticide action: An overview. In: Ishaaya, I. (Ed). Biochemical sites of insecticides action and resistance. *Springer.Berlin.* 1–16.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIES :

- Isman, 2005.** Botanical insecticides, deterrents and repellents in modern agriculture and increasingly regulated world. *AnnuRev Entomol*, **50p**.
- Isman, M., Koul, O., Arnason, J., Stewart, J. and Salloum, G. (1991).** Developing a neem-based insecticide for Canada. *Memoirs of the Entomological Society of Canada*, 123, 39-46.
- J.S. Gamble. **Flora of the presidency of Madras**, (Dehradun, 1997) **1**: PP. 43-47.
- Jacquet V.F.Guéguen, R.Dutton, 2002.**intérêt du spinosad en viticulture pour lutter contre les lépidoptères, les thrips et la drosophile. *Annales.6e CIRA, montpellier*, 46. decembre 2002, 8p.
- Jbilou R., Ennabili A. et Sayah F., 2006.** Insecticidal activity of four medicinal plant extracts against *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera : Tenebrionidae). *Afr. J. Biotechnol*, 5(10): 936-940.
- Jurat-Fuentes, Adang, M.J. 2004.**Characterization of a Cry1Ac-receptor alkaline phosphatase in susceptible and resistant *Heliothis virescens* larvae. *European Journal of Biochemistry*. **271**, 3127-3135.
- Kaufman, M.T., Churchland, M.M., Santhanam, G., Yu, B.M., Afshar, A., Ryu, S.I., and Shenoy, K.V. (2010).** Roles of monkey premotor neuron classes in movement preparation and execution. *J. Neurophysiol.* 104, 799–810.
- Kavi, L.A.K., Kaufman, P.E. & Scott J.G. 2014.**Genetics and mechanisms of imidacloprid resistance in house flies. *PesticBiochem Physiol.* **109**: 64–69.
- Keller, M., Sneh, B., Strizhov, N et al. 1996.**Digestion of delta-endotoxin by gut proteases may explain reduced sensitivity of advanced instar larvae of *Spodoptera littoralis* to CryIC. *Insect Biochemistry And Molecular Biology***26**, 365-373.
- Kemassi A, Boual Z, Hadjseyd A, BOUZIANE N, Herouini A, Mensouri K, Bouras N, Ould EL Hadj-kelil A et Ould EL Hadj M.2018.** Effets biotoxiques des extraits de *Cleome arabica* L. (Capparidaceae) sur le criquet pelrin *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) (Orthoptera, Acrididae) *Algerian journal of arid environment*, vol. 8(2): 79-98.
- .Kemassi A., Bouziane N., Boual Z. et Ould El Hadj M. D., 2014.** Activité biologique des huiles essentielles de *Peganum harmala* L. (Zygophyllaceae) et de *Cleome arabica* L. (Capparidaceae) sur *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775). *Phytothérapie*, vol 12(6) : 348-353.
- Kerharo J., Adam J.C., 1974-** La pharmacopée sénégalaise traditionnelle. Plante. médicinales et toxiques. Ed. Vigot frères, Paris. France.1011 p.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIES :

- Khan, H.A., Akram, W. & Shad, S.A. 2014.** Genetics, cross-resistance and mechanism of resistance to spinosad in a field strain of *Muscadomestica* L. (Diptera: Muscidae). *Acta Trop.* **130**:148-154.
- Kirst, H.A. 2010.** Spinosyn family of insecticides: realizing the potential of natural products research. *J Antibiot.* (Tokyo). **63**(3): 101-111.
- Kleeberg, H., 2006.** Demands for plants protection products-Risk assessment botanicals and semiochemicals. REBECA work shop. fin de cycle pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur des Techniques Agricoles, Ecole supérieure d'Agronomie de Yamoussoukro, **56p.**
- Kouassi, M. D. (2001).** La lutte biologique : une alternative viable à l'utilisation des pesticides , Vertigo-la revue électronique en sciences de l'environnement, **2**(2).
- Koul, O. (2004)** Biological Activity of Volatile D-n-Propyl Difulside from Seeds of Neem, *Azadirachta indica* (Meliaceae), to Two Species of Stored Grain Pests, *Sitophilus oryzae* (L.) and *Tribolium oryzae* (Herbst). *Journal Economic Entomology*, **97**, 1142-1147.
- Kubiak-Hardiman, P.; Haughey, S.A.; Meneely, J.; Miller, S.; Banerjee, K.; Elliott, C.T.** Identifying Gaps and Challenges in Global Pesticide Legislation that Impact the Protection of Consumer Health: Rice as a Case Study. *Expo. Health* **2022**, **14**, 1–22. [CrossRef].
- Kumar M, Singh R. 2002.** Potential of *Pongamia glabra* Vent as an insecticide of plant origin. *Biological Agriculture and Horticulture* **20**: 29-50.
- Kumar, S., Raman, R.P., Pandey, P.K., Mohanty, S., Kumar, A. & Kumar, K. 2013.** Effect of orally administered azadirachtin on non-specific immune parameters of goldfish *Carassius auratus* (Linn. 1758) and resistance against *Aeromonas hydrophila*. *Fish. Shell fish. Immunol.* **34** (2): 564-573.
- Lang, A. et Vojtech, E. 2006.** The effects of pollen consumption of transgenic Bt maize on the common swallowtail, *Papilio machaon* L. (Lepidoptera, Papilionidae). *Basic and Applied Ecology* **7**: 296:306
- Lebdi Grissa K., M. Skander, M. Mhafdh, R. BelHadj, (2011).** La lutte intégrée contre la mineuse de la tomate, *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera, Gelechiidae) en Tunisie. *Entomologie faunistique - Faunistic Entomology*, vol. **63**(3), pp. 125-132.
- Lebouz I., 2010.** Activité biologique des extraits foliaires de *Cleome arabica* L. (Capparidaceae) chez *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) (Orthoptera, Acrididae). *Mém. Mag. Université de Biskra.* **165p.**
- Legwaila GM, Karikari SK, Mogamisi K, Mathowa T. (2013).** Response of three bambara groundnut landraces to presowing hydration in Botswana. *Agriculture and Biology Journal of North America* **4**: 430–434.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIES :

- Leng P., Zhiming Z., Guangtang P. et Maojun Z.**, (2011). Applications and development trends in biopesticides. *Afr. J. Biotechnol.*, 10(86), 19864-19873.
- Lesueur, F.** 2006. Elaboration de formulations à base d'extraits de neem *Azadirachta indica* A. Juss pour la protection de la pomme de Terre (*Solanum tuberosum* L.) contre le *Myzus persicae*, un puceron colonisateur et vecteur de virus circulants et non Circulants. *Mémoire de Maîtrise, Université de Laval- Québec*, 139p.
- Lima, D.B., Melo, J.W., Guedes, N.M., Gontijo, L.M., Guedes, R.N. & Gondim, M.G. Jr.** 2015. Bioinsecticide-Predator Interactions: Azadirachtin Behavioral and Reproductive Impairment of the Coconut Mite Predator *Neoseiulus baraki*. *PLoS One*. 10(2):118-343.
- Liu , YB , Tabashnik , BE , Masson , L , Escriche , B and Ferré , J .** 2000 . Binding and toxicity of *Bacillus thuringiensis* protein Cry1C to susceptible and resistant diamondback moth (Lepidoptera:Plutellidae) . *Journal of Economical Entomology* , 93 : 1 – 6 .
- López-Blanco, C., Gómez-Álvarez, S., Rey-Garrote, M., Cancho-Grande, B., et Simal Gándara, J.** (2005). Determination of carbamates and organophosphorus pesticides by SDME–GC in natural water. *Analytical and bioanalytical chemistry*, 383(4), 557-561.
- Lorec A.,** 2013. Un outil idéal pour décrypter les mécanismes d'attaques bactériennes et nos propres défenses. Les défis du CEA. *Le magazine de la recherche et de ses applications*. 180: 15-21.
- Madi A.** 2018. Caractérisation phytochimique et évaluation des activités biologiques de *Cleome arabica*. Thèse de Doctorat en science Biotechnologie Végétale. Université des frères mentouri. Constantine1.
- Markussen, M.D.K, Kristensen, M.** 2011. Spinosad resistance in female *Muscadomestica* L. from a field-derived population. *Pest Manag Sci.* 68:75–82.
- Masna F.,** 2016. Inventaire de la faune Blattoptère urbaine et forestière dans la région aride de Laghouat. Caractérisation des principales espèces nuisibles et essais de lutte. Thèse de Doctorat en Ecologie Animale. Université Badji Mokhtar d'Annaba, Algérie. 94 pp.
- Matsuura, A. & Nakamura, M.** 2014. Development of neonicotinoid resistance in the cotton aphid *Aphis gossypii* (Hemiptera: Aphididae) in Japan. *Appl Entomol and Zool.* 49(4) :535-540.
- Mayer A.M.,** 2004- Resistance to herbivores and fungal pathogens: Variations on a common theme, A review comparing the effect of secondary metabolites, induced and constitutive, on herbivores and fungal pathogens. *Israel Journal Of Plant Sciences* . Vol. (52): 279-292
- Medina, P., Smagghe, G., Budia, F., Tirry, L. et Viñuela, E.** 2003. Toxicity and absorption of Azadirachtin, Diflubenzuron, Pyriproxyfen, and Tebufenozide after Topical Application in

REFERENCES BIBLIOGRAPHIES :

- predatory larvae of *Chrysoperlacarnea* (Neuroptera: Chrysopidae). *Environ Entomol.* **32**(1): 196-203.
- Mehaoua M. S.**, 2014. Abondance saisonnière de la pyrale des dattes (*Ectomyeloisceratoniae* Zeller., 1839), bioécologie, comportement et essai de lutte. Thèse de Doctorat en Sciences Agronomiques. Université Mohamed Khider de Biskra, Algérie. 109 pp
- Mensah A, A. A.-c.** (2017). etude de biopesticides à base d'ortie (*Urtica dioica* L.:Rhéologie d'application et test du pouvoir fongicide . revue maracaine de protection des plants, 2017,N° 11-: 41-53.
- Merabti B., Lebouz I., Adamou A., Ouakid M. L., 2015.** Effet toxique de l'extrait aqueux des fruits de *Citrullus colocynthis* (L.) Schrad sur les larves des *Culicidae*. *Rev. Bio. Ress.* **5** (2) : 120- 130.
- Meunier, Prefontaine, G., Van Munster, M., Brousseau R, Masson L. 2006.** Transcriptional response of *Choristoneura fumiferana* to sublethal exposure of Cry1Ab protoxin from *Bacillus thuringiensis*. *Insect Molecular Biology.* **15**: 475-483.
- Mingbo QU., Merzendofer H., Moussian B., Yang Q.** Bioinsecticides as future mainstream pest control agents: Opportunities and Challenges. *Front. Agr. Sci. Eng.* 2022, 9(1): 82–97.
- Mordue L.A.J., Morgan E.D. et Nisbet A.J., 2010.** Addendum: Azadirachtin, a natural product in insect control : An update. In: Gilbert L.I., & Gill S.S. (Eds). *Insects Control*. Elsevier, Oxford, UK. 204-206 pp.
- Mordue, A.J. et Blackwell, A. 1993.** Azadirachtin: an update. *J Insect Physiol.* **39**(11): 903-924.
- Mordue, L.A.J., Morgan, E.D. et Nisbet, A.J. 2005.** Azadirachtin, a natural product in insect control. In: Gilbert, L.I., Iatrou, K. et Gill, S.S. (Eds). *Comprehensive Molecular Insect Science. Elsevier, Oxford, UK.* **6**: 117–135.
- Moreno, S., Scheyer, T., Romano, C. S., et Vojnov, A. A. (2006).** Antioxidant and antimicrobial activities of rosemary extracts linked to their polyphenol composition. *Free radical research*, **40**(2), 223-231.
- Morgan, E.D. 2009.** Azadirachtin, a scientific gold mine. *Bioorg Med Chem.* **17**(12): 4096-4105.
- Morin, S., Biggs, R.W., Sisterson, M.S et al. 2003.** Three cadherin alle les associated with resistance to *Bacillus thuringiensis* in pink bollworm. *Proceedings of The National Academy of Sciences of The United States of America* .**100**: 5004-5009.
- Mota-Sanchez, D., Holling worth, R.M., Grafius, E.J., Moyer, D.D. 2006.** Resistance and cross-resistance to neonicotinoid insecticides and spinosad in the Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Coleoptera: Chrysomelidae). *Pest Manag Sci.* **62**:30-37.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIES :

- Mouffok, B., Raffy, E., Urruty, N., Et Zjcola, J., 2008.** Le NEEM, un insecticide Biologique efficace. *Université Paul-Sabatier-IUT- S2*, 16p.
- Nia F. Z., Nia M., 2020.** Etude des insectes nuisibles (moustiques) dans la région de M'sila avec des essais de lutte. Mémoire de Master Académique en Ecologie des Milieux Naturels. Université Mohamed Boudiaf - M'sila, Algérie. 69pp.
- Oppert, B., Kramer, K.J., Beeman, R.W., Johnson, D., McGaughey, W.H. 1997.** Proteinase-mediated insect resistance to *Bacillus thuringiensis* toxins. *Journal Of Biological Chemistry*. **272** :23473- 23476.
- Ouakid M.L., 2006.** Bioécologie de *Lymantria dispar* L. (Lepidoptera, Lymantriidae) dans les subéraies d'El Tarf : comportement alimentaire et essais insecticides. Thèse de Doctorat d'État en Sciences Naturelles. Université Badji Mokhtar de Annaba, Algérie. 150 pp.
- Ouetian B., 1994-** Intérêt alimentaire et fourrager des capparidaceae du burkinafaso. *Journal d'agriculture traditionnelle et de botanique appliquée*. Vol. XXXVI (1), n°1: 45-56.
- Ozenda P (1991).** Flore de Sahara. Mise à jour et augmentée. Third Edition Dunod, CNRS, Paris, 662p.
- Ozenda, P., 1991.** Flore et végétation du Sahara. Ed. CNRS, Paris. 662 p.
- Rajasha P, Selvamanib P, Lathab S, Saraswathyc A, Rajesh Kannana V(2009).** A review on Chemical and Medicobiological Applications of Capparidaceae Family. *Phcog Rev.* 3 (6):378-387.
- Panneton, B., Vincent, C. et Fleurat-Lessard, F. 2000.** Place de la lutte physique en phyto protection. In: Un point sur la lutte physique en phyto protection. *Institut national de la recherche agronomique. Paris* : 1-25.
- Parmar BS, Singh RP. 1993.** *Neem in Agriculture*. Indian Agricultural Research Institute, New Delhi, India. 85 pp.
- Paul I., 2001.** Plantes médicinales, Edition Larousse, p14. *J Nat Prod*, 75(6): 1231-1242
- Penagos DI, Cisneros J, Hernández O, Williams T (2005).** Lethal and sublethal effects of the naturally derived insecticide spinosad on parasitoids of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noc-tuidae). *Biocontrol Sci Technol* 15:81–95.
- Perry, T., McKenzie, J.A., Batterham, P. 2007.** A D α 6 knockout strain of *Drosophila melanogaster* confers a high level of resistance to spinosad. *Insect Biochem. Mol. Biol.* **37**:184–188.
- Philogene B. J. R., 1991.-** L'utilisation des produits naturels dans la lutte contre les insectes: problèmes et perspectives. La lutte antiacridienne. Ed. AUPEL-UREF, Paris, Pp 269-278.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIES :

- Pineda, S., Martínez, A.M., Figueroa, J.I., Schneider, M.I., Del Estal, P., Viñuela, E., Gómez, B., Smagghe, G. & Budia, F. 2009.** Influence of azadirachtin and methoxyfenozide on life parameters of *Spodopteralittoralis* (Lepidoptera: Noctuidae). *J EconEntomol.***102**(4):1490-1496.
- Qi, B., Gordon, G. & Gimme, W. 2001.** Effects of neem-fed prey on the predacious insects *Harmonia conformis* (Boisduval) (Coleoptera: Coccinellidae) and *Mallada signatus* (Schneider) (Neuroptera: Chrysopidae). *Biol Control.* **22**(2): 185–190.
- Quezel P (1978).** Peuplement végétal des hautes montagnes de l'Afrique du nord. Encyclopédie biogéographique et écologique. Ed, Paul Lechevalier, Paris, 463p.
- Quezel P, Santa S (1962-1963).** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. CNRS, Ed, Paris, v.2, 1170p.
- Rahman, M., Roberts, H.L.S., Sarjan, M., Asgari, S., Schmidt, O. 2004.** Induction and transmission of *Bacillus thuringiensis* tolerance in the flour moth *Ephesia kuehniella*. *Proceedings Of The National Academy Of Sciences Of The United States Of America* .**101**: 2696-2699.
- Rajagopal, R., Arora, N., Sivakumar, S et al. 2009.** Resistance of *Helicoverpa armigera* to Cry1Ac toxin from *Bacillus thuringiensis* is due to improper processing of the protoxin. *Biochemical Bibliographie Journal.* **419**, 309-316.
- Raymond, M. 1992.** La lutte biologique contre les mammifères. In Vincent, C. et Coderre, D. (éd.), *La lutte biologique* (chap. 31, p. 573-583). Boucherville (Québec), Gaëtan Morin Éditeur.
- Rehan, A. & Freed, S. 2014.** Selection, mechanism, cross resistance and stability of spinosad resistance in *Spodopteralitura* (Fabricius) (Lepidoptera: Noctuidae). *Corp Prot.***56**:10-15.
- Reyes, M., Rocha, K., Alarcon, L., Siegwart, M. & Sauphanor, B. 2012.** Metabolic mechanisms involved in the resistance of field populations of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) to spinosad. *PesticBiochem Physiol.* **102**(1): 45-50.
- Rinkevich, F.D. & Scott, J.G. 2012.** Reduction of dADAR activity affects the sensitivity of *Drosophila melanogaster* to spinosad and imidacloprid. *Pest BiochemPhysiol.***104**(2): 163-169.
- Roe, R.M., Young, H.P., Iwasa, T., Wyss, C.F., Stumpf, C.F., Sparks, T.C., Watson, G.B., Sheets, J., Thompson, G.D. 2010.** Mechanism of resistance to spinosyn in the tobacco budworm, *Heliothis virescens*. *Pest.Biochem. Physiol.* **96**:8-13.
- Rosas-Garcia, N.M. 2009.** *Biopesticide production from Bacillus thuringiensis: an environmentally friendly alternative.* *Recent Pat.Biotechnol.* **3**(1): 28-36.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIES :

- Rukmini, Reddy, C.Y., Venkateswerlu, G. 2000.** Bacillus thuringiensis crystal deltaendotoxin: Role of proteases in the conversion of protoxin to toxin. *Biochimie.* **82**, 109-116.
- Saad A., Cheriti A., Belboukhari N., 2006.** L'apport des NTIC à l'Ethnopharmacologie du Sud Algérien. *Annals of Bechar University (Algeria).* 2 : 149- 154
- Saad, B., Azaizeh, H., Abu-Hijleh, G. and Said, O. (2006).** Safety of Traditional Arab Herbal Medicines. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 3, 433-439.
- Sarfraz M , Dossdall LM , Keddie BA . 2005 .** Spinosad: a promising tool for integrated pest management . *Outlooks on Pest Management* 16 : 78 – 84 .
- Schmutterer, H. & Singh, R.P. 1995.** List of insect pests susceptible to neem products. In: Schmutterer H. (Ed). *The Neem Tree Azadirachta indica A. Juss, And other Meliaceae Plants.* VHC, Verlag, Weinheim Germany. **696**.
- Schmutterer, H. 1990.** Properties and potential of natural pesticides from the neem tree, *Azadirachta indica.* *Annu Rev Entomol.* **35**: 271-297.
- Schnepf, E., Crickmore, N., Van Rie, J., Lereclus, D., Baum, J ., Feitelsol, J. & Dean, D. H. 1998.** Bacillus thuringiensis and its pesticid alcrystal proteins. *Microbiology and moleculal biology reviews.* **62**(3):775-806.
- Scudeler, E.L. & Santos, D.C.D. 2013.** Effects of neem oil (*Azadirachta indica* A. Juss) on midgut cells of predatory larvae *Ceraeochrysa claveri* (Navas, 1911) (Neuroptera: Chrysopidae). *Micron.* **44**: 125–132.
- Scudeler, E.L., Padovani, C.R. & Santos, D.C. 2014.** Effects of neem oil (*Azadirachta Indica* A. Juss) on the replacement of the midgut epithelium in the lacewing *Ceraeochrysa claveri* during larval-pupal metamorphosis. *Acta Histochem.* **116**(5): 771- 780.
- Seck, D. 1991.** Etude de l'infestation initiale de *Sitotrogacerealleva* Oliv. (Lepidoptera: Gelechiidae) en fonction de la localisation des champs de mil. *Insects and Science z'application.* **12** (56): 507-509.
- Senevet G., Andarelli L., 1956.** Les Anopheles de l'Afrique du Nord et du bassin méditerranéen. *Ency. Entomol.* Lechevalier. Paris. (ed). **33** : 280 p.
- Senthil Nthan, S., Kalaivani, K., Murugan, K. et Chung, P.G. 2005.** The toxicity and physiological effect of neemlimonoids on *Cnaphlocrocismedinalis* (Guinée) the rice leaf folder. *Pestic Biochem Physiol.* **81**(2): 113-122.
- Senthil-Nathan, S., Chung, P.G. et Murugan, K. 2004.** Effect of botanicals and bacterial toxin on the gut enzyme of *Cnaphlocrocismedinalis*. *Phytoparasitica.* **32**(5):433-443.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIES :

- SenthilNthan, S., Kalaivani, K. et Murugan, K. 2006.**Effect of biopesticides on the lactate deshydrogenase (LHD) of the rice leaffolder, *Cnaphlocrocismedinalis* (Guinée) (Insecta: Lepidoptera: Pyralidae).*Ecotoxicol Environ Saf.* **65**(1): 102-107.
- SHARAF M., MANSOUR R.M.A., SALEH N.A.M., 1992-** Exudate flavonoïds from aerial parts of four Cleome species. *Biochemical Systematics & Ecology.* Vol(20): 443-448.
- Sharma HC, Leuschner K, Sankaram AVB, Gunasekhar D, Marthanda Murthy M, Bhaskaraiah K, Subramanayam M, Sultana N. 1984.** Anitfeedants and growth inhibitors from *Azadirachta indica* and *Plumbago zeylanica*. In: *Natural Pesticides from Neem Tree and Other Tropical Plants* (Schmutterer H, Ascher KRS, eds.). German Society for Technical Cooperation, Eschborn, Germany, pp. 291-320.
- Sharma HC, Sankaram AVB, Nwanze KF. 1999.** Utilization of natural pesticides derived from neem and custard apple in integrated pest management. In: *Azadirachta indica* A. Juss, *Proceedings of International Neem Conference* (Singh RP, Saxena RC, eds.). Oxford and IBH Publishing Co. Pvt. Ltd., New Delhi, India, pp. 199-213.
- Sharma, H.C. Abdul Rashid, W. Sahrawat, K.L.** Botanical Pesticides: Environmental Impact. International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics (ICRISAT), 160-190P.
- Shono, Scott, J.G. 2003.** Spinosad resistance in the housefly, *Muscadomestica*, is due to a recessive factor on autosome 1. *Pest.Biochem. Physiol.***75**:1-7.
- Skovmand, O. 2004.** Le Bti pour contrôler les moustiques et les mouches noires. *Dossiers Biocontrôle, décembre*, p. 7.
- Stark, J.D., Vargas, R.I. & Thalman, R.K. 1990.** Azadirachtin: effects on metamorphsis, longevity and reproduction of three tephritid fruit fly species. *J Econ Entomol.***83**(6): 2168-2174.
- Testud F. 2014.** Insecticides néonicotinoïdes. EMC - Pathologie professionnelle et de l'environnement;9(1):1 6 [Article 16-059-C-15].
- Thompson G,
- Thakore, Y. (2006).** The biopesticide market for global agricultural use. *Industrial Biotechnology.* 2(3), 294-208.
- Umetsu, N.; Shirai, Y.** Development of novel pesticides in the 21st century. *J. Pestic. Sci.* **2020**, 45, 54-74. [CrossRef].
- Vallet, C., 2006.** Le neem : insecticide naturel, petit guide pratique. HSF-France :**14**p.
- van Munster, M., Prefontaine, G, Meunier, L, et al .2007.**Altered gene expression in *Choristoneura fumiferana* and *Manduca sexta* in response to sublethal intoxication by *Bacillus thuringiensis* Cry1Ab toxin. *Insect Molecular Biology.* **16**: 25-35.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIES :

- Wang, D., Qiu, X., Ren, X., Zhang, W. & Wang, K. 2009.** Effects of spinosad on *Helicoverpa amirigera* (Lepidoptera: Noctuidae) from China: tolerance status, synergism and enzymatic responses. *Pest ManagSci.* **65**(9): 1040-1046.
- Wang, H., Lai, D., Yuan, M. & Xu, H. 2014.** Growth inhibition and differences in protein profiles in azadirachtin-treated *Drosophila melanogaster* larvae. *Electrophoresis.* **35**(8): 1122-1129.
- Watson, Chouinard, S.W., Cook, K.R., et al. 2010.** A spinosyn-sensitive *Drosophila melanogaster* nicotinic acetylcholine receptor identified through chemically induced target site resistance, resistance gene identification, and heterologous expression. *Insect Biochem. Mol. Biol.* **40**:376–384.
- Watson. 2001.** Actions of insecticidal spinosyns on gamma-amino butyric acid responses from small-diameter cockroach neurons. *Pesticide Biochemistry and Physiology.* **71**: 20–28.
- WALON, M.E. & Mcgaughey, W.H. 1998.** *Bacillus thuringiensis*: use and resistance management. Insecticide with Novel Mode of Action. *Springer-Verlag*, **106-137**.
- Wolsten holme, Kaplan, R.M. 2012.** Resistance to macrocyclic lactones. *Curr.Pharm. Biotechnol.* **13**:873–887.
- Young, Bailey, W.D., Roe, R.M. 2003.** Spinosad selection of a laboratory strain of the tobacco bud worm, *Heliothis virescens* (Lepidoptera: Noctuidae), and characterization of resistance. *Crop Protection.* **22**:265–273.

Résumé:

Les pesticides sont des produits chimiques employés pour prévenir, contrôler ou éliminer les organismes considérés comme nuisibles, tels que les champignons, les mauvaises herbes et les insectes, mais leur usage comporte des risques pour la santé et l'environnement. Cette situation a incité les chercheurs à explorer des alternatives naturelles pour maîtriser les populations d'insectes.

Cette étude bibliographique vise à présenter les données relatives à l'utilisation des plantes comme insecticides, en se concentrant sur l'efficacité de *Cleome arabica L* sur divers insectes nuisibles (mesurée par leur taux de mortalité et les effets sur leur comportement). Les résultats indiquent une corrélation positive entre la concentration des extraits aqueux et éthanoliques de *C. arabica* et la mortalité des larves de *Drosophila melanogaster*. De plus, l'extrait aqueux des feuilles de *C. arabica* a un impact sur la mortalité des adultes de *Blattella germanica*. Ces résultats mettent en lumière le potentiel de l'extrait de *C. arabica* comme moyen de lutte contre les larves de *Culiseta longiareolata*.

Mots-clés: Pesticides, Alternatives naturelles, *Cleome arabica*, *Drosophila melanogaster*, *Blattella germanica*, *Culiseta longiareolata*.

Abstract:

Pesticides are chemical products used to prevent, control, or eliminate organisms considered harmful, such as fungi, weeds, and insects, but their use poses risks to health and the environment. This situation has prompted researchers to explore natural alternatives to control insect populations.

This bibliographic study aims to present data regarding the use of plants as insecticides, focusing on the effectiveness of *Cleome arabica L* against various harmful insects (measured by their mortality rate and effects on their behavior). The results indicate a positive correlation between the concentration of aqueous and ethanolic extracts of *C. arabica* and the mortality of *Drosophila melanogaster* larvae. Additionally, the aqueous extract of *C. arabica* leaves impacts the mortality of *Blattella germanica* adults. These findings highlight the potential of *C. arabica* extract as a means of combating *Culiseta longiareolata* larvae.

Keywords: Pesticides, Natural alternatives, *Cleome arabica*, *Drosophila melanogaster*, *Blattella germanica*, *Culiseta longiareolata*.

ملخص:

المبيدات الحشرية هي منتجات كيميائية تستخدم لمنع، ومراقبة، أو القضاء على الكائنات الحية التي تعتبر ضارة، مثل الفطريات والأعشاب الضارة والحشرات، لكن استخدامها يشكل مخاطر على الصحة والبيئة. هذا الوضع دفع الباحثين إلى استكشاف بدائل طبيعية للسيطرة على تعداد الحشرات

تهدف هذه الدراسة البليوغرافية إلى تقديم البيانات المتعلقة باستخدام النباتات كمبيدات حشرية، مع التركيز على فعالية نبات الكليوم العربي (*Cleome arabica L*) ضد مجموعة متنوعة من الحشرات الضارة (المقاسة من خلال معدل الوفيات لديها وتأثيراتها على سلوكها). تشير النتائج إلى وجود علاقة إيجابية بين تركيز الاستخراجات المائية والإيثانولية لنبات الكليوم العربي ومعدل وفيات يرقات ذبابة الفاكهة (*Drosophila melanogaster*). بالإضافة إلى ذلك، فإن الاستخراج المائي لأوراق نبات الكليوم العربي له تأثير على معدل وفيات بالاتين الألماني (*Blattella germanica*) البالغة.

تبرز هذه النتائج إمكانية استخدام استخراج الكليوم العربي كوسيلة لمحاربة يرقات *Culiseta longiareolata*.
الكلمات الرئيسية: مبيدات حشرية، بدائل طبيعية، كليوم العربية، ذبابة الفاكهة، بالاتين الألماني، *Culiseta longiareolata*.