

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE

SCIENTIFIQUE UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF-M'SILA

FACULTE : DES SCIENCES

DEPARTEMENT : SCIENCES DE LA  
NATURE ET DE LA VIE

N°:.....



DOMAINE : SCIENCE DE LA  
NATURE ET DE LA VIE

FILIERE: BIOTECHNOLOGIE

OPTION: BIOTECHNOLOGIE  
VEGETALE

**Mémoire présenté pour  
l'obtention Du diplôme  
de Master Académique**

**Par:**

BOUAIED Souad

ACHOUR Souad

MIDOUNA Imane

**Intitulé**

**Synthèse bibliographique de la recherche sur  
les plantes insecticides en Algérie**

**Soutenu devant le jury composé de:**

BENHISSEN Saliha

MCA Université de M'sila

Présidente

ARAB Radhia

MCB Université de M'sila

Rapporteuse

MERABTI Karim

MAA Université de M'sila

Examineur

**Année universitaire : 2021 /2022**

# Remerciements

*Merci Dieu Tout-Puissant de nous avoir donné le courage, la force, la patience et la détermination pour accomplir cet humble travail.*

*à notre superviseur. Radhia Arab*

*Merci pour vos conseils et pour le bon fonctionnement de notre mémoire. Ce fut un plaisir de travailler sous votre supervision. Nous vous sommes très reconnaissants et reconnaissants à travers ce travail pour l'attention, la patience et la participation dont vous avez fait preuve, merci pour les conseils dont nous avons pu bénéficier.*

*Nos remerciements à*

*Aux membres du jury BENTHISSEN Saliha (Président), radhia arab, MERABTI Karim (Examineur) Merci de nous honorer en tant que membre de Par ces mots, nous exprimons notre gratitude et notre respect pour tout ce que vous nous avez donné pour faire cet humble travail*

# DEDICACES

*Nous remercions Dieu Tout-Puissant de m'avoir donné la force de continuer ce cheminement académique et je dédie mes remerciements particuliers à mon père, à qui je dois beaucoup, qui a cru en moi, est la lumière de ma vie et l'espoir de mon existence, et qui m'a donné les moyens d'aller aussi loin. À ma mère qui a éclairé mon chemin, m'a encouragée et soutenue tout au long de mes études. Elle est la fleur et la magie de ma vie, la source de mes efforts, la flamme de mon cœur, mon bonheur. À mon unique soeur Aishaet son mari tayeb, à mes deux frères Younes et Muhammad, mon mari Ishak, et au sucre de ma vie Haythem et Enas.  
et à toute ma famille. Chers amis.  
BOUAYED SOUAD.*

# DEDICACES

*Surtout à mon père à qui je dois tant, qui a cru en moi, qui est la lumière de ma vie et l'espoir de mon existence, et qui m'a donné les moyens d'aller aussi loin. À ma mère qui a éclairé mon chemin, m'a encouragée et soutenue tout au long de mes études. Elle est la fleur et la magie de ma vie, la source de mes efforts, la flamme de mon cœur, mon bonheur. À mes soeurs Sabrina et ahlem et badra et marwa à mes frères hamoudi et nouari, à mon mari khier et à toute ma famille. Chers amis.*

*Achour Souad.*

# DEDICACES

*Je dédis ce mémoire à mes chères parents .*

*A mon père pour sa confiance et son soutien quasi  
inconditionnel durant ces années de thèse. Il m'a en  
particulier aidé à comprendre qu'il est nécessaire de travailler  
pour atteindre ses objectifs .*

*A mère qui m'a encouragé à aller de l'avant et qui m'a  
donnée tout son amour pour reprendre mes études*

*Je dois remercier chaque membre de ma famille pour leurs  
Encouragement et plus particulièrement mes sœurs *ahlam* et  
*zahra* et son mari *kadour* et son mari *el haouri* et mon bien  
amie *djana**

*Pour leurs intérêts envers mon travail et au sucre de ma vie  
*sirine, hanine, adame, bakar, manassa,**

*Ames frères *mohammed* et sa femme *karima*, *riyad, mahdi**

*A mes meilleurs amies *bouaied souad*, *achour souad* et tous  
mes camarades de la promotion 2022.*

*Tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce  
projet soit possible je vous dis merci*

*Midouna Imane*

# *Liste des tableaux*

---

<b>Tableau 01:</b> Les différents types des pesticides.....	11
<b>Tableau 02:</b> Plantes insecticides et leurs types d'extraits évalués dans des bio-tests.....	31
<b>Tableau 03 :</b> Plantes insecticides et espèces d'insectes ciblées dans les bio-tests.....	35
<b>Tableau 04 :</b> Répartition des plantes insecticides selon la nature de l'étude.....	40

# *Listes des figures*

---

<b>Figure 01:</b> Les insecticides commerciaux.....	8
<b>Figure 02:</b> Les herbicides commerciaux.....	8
<b>Figure 03:</b> Fonicide commercial.....	9
<b>Figure 04:</b> Nématicide commercial.....	10
<b>Figure 05:</b> Algicide.....	10
<b>Figure 06:</b> Intoxication par poison rodenticide commercial.....	11
<b>Figure 07:</b> Les différents types des pesticides.....	13
<b>Figure 08:</b> Classification de pesticides.....	13
<b>Figure 09:</b> <i>Phasmarhabditis hermaphrodita</i> et les coccinelles.....	21
<b>Figure 10:</b> <i>Bacillus thuringiensis</i> .....	23
<b>Figure 11:</b> Baculovirus (Alphabaculovirus) le cycle d'infection.....	26
<b>Figure 12:</b> <i>Beauveria bassiana</i> .....	27

# *Sommaire*

---

<b>Introduction</b>	1
---------------------	---

## **CHAPITRE 1 : LES PESTICIDE**

2. Les pesticides	4
2.1. Définition	4
2.2. Historique	5
2.3. Les différents types des pesticides	7
2.3.1. Insecticides	7
2.3.2. Herbicides	8
2.3.3. Fongicides	9
2.3.4. Nématicides	10
2.3.5. Algicides	10
2.3.6. Rodenticides	11
2.4. Classification	12
2.5. Avantages et désavantages de l'utilisation des pesticides	13
2.5.1. Les désavantages	13
2.5.1.1. Impact sur la santé humaine	14
2.5.1.2. Impact sur l'environnement	14
2.5.1.3. Impact sur la biodiversité	15
2.5.2. Les avantages	16

## **CHAPITRE 2 : LES BIOPESTICIDES**

3. les biopesticides	18
3.1. Définition	19
3.2. Les différentes catégories de biopesticides	19
3.2.1. Biopesticides végétaux	19
3.2.2. Biopesticides animaux	20

3.2.3. Biopesticides microbiens	22
3.2.3.1. Bactéries	22
a. Pathogènes obligatoires	24
b. Pathogènes facultatifs	24
c. Agents pathogènes potentiels	24
3.2.3.2. Les virus	25
3.2.3.3. Champignons	26
3.3. Les avantages et les inconvénients des biopesticides	27
3.3.1. Inconvénients	27
3.3.2. Avantages	28

### **CHAPITRE 3 : APPROCHES METHODOLOGIQUES**

4.1. Choix des espèces végétales	31
4.2. Choix de la partie utilisé de la plante	31
4.3. Choix d'extrait	31
4.2. Choix des insectes ciblent	35
4.3. Choix du test biologique	40
<b>Conclusion</b>	45
<b>Référence bibliographique</b>	47

# **Introduction**

## **Introduction**

L'utilisation des pesticides a des effets nocifs sur l'environnement et la santé publique. Les pesticides occupent une position unique parmi les contaminants environnementaux en raison de leur activité biologique et de leur toxicité élevée. Ils sont potentiellement nocifs pour les humains, les animaux, les autres organismes vivants et l'environnement s'ils sont utilisés de manière incorrecte. On estime qu'environ 5 000 à 20 000 personnes sont mortes et qu'environ 500 000 à 1 million de personnes sont empoisonnées chaque année par les pesticides (**Yadav et al., 2015 ; FAO, 2000**)

Ces différents impacts négatifs des pesticides chimiques sur la santé et sur l'environnement sont les résultats directs de leur utilisation non contrôlée. Certaines études ayant examiné ce comportement (**Huan et al., 2000; Dung et Dung, 1999; Dung et al., 1999**) ont montré que les abus dans l'utilisation des pesticides sont souvent dus au mauvais étiquetage des produits et à un manque d'information (**Dasgupta et al., 2005**) et de formation des producteurs sur les méthodes alternatives.

Parmi les méthodes de lutte biologique, les biopesticides occupent une place de choix car ils se prêtent souvent à la production de masse requise pour l'industrie et ils s'appliquent avec un pulvérisateur conventionnel, ce qui en facilite l'adoption par les producteurs agricoles. Les biopesticides peuvent être à base de bactéries, champignons, virus, nématodes et d'extraits de plantes (**Vincent, 1998**)

À côté de molécules susceptibles d'avoir des actions insecticides, fongicides ou herbicides, les recherches récentes ont souligné les activités des composés végétaux dans les mécanismes de défense des plantes. Elles ont ouvert de nouveaux horizons en matière de stimulation des défenses des plantes ou de nouveaux procédés chimiques et biologiques d'ordre industriel pour valoriser ces molécules en tant que produits ou stratégies phytosanitaires (**Regnault-Roger et al., 2008**).

Une des approches de recherche consiste à étudier ces plantes et leurs extraits pour identifier une source possible d'insecticides naturels. Ce travail est une synthèse des principaux travaux réalisés en Algérie dans ce domaine. Approches méthodologiques dans les choix des plantes testées, les insectes nuisibles ciblés, les extraits, les doses et les essais biologiques réalisés par les chercheurs ont été discutés. Ce travail constituerait une base de données pour de futures recherches sur les bioinsecticides en Algérie.

# **Chapitre01:**

# **Les pesticides**

### **2.1. Définition**

Les pesticides sont des substances utilisées par les êtres humains pour tuer ou dissuader les organismes (ravageurs) qui menacent notre santé et notre bien-être, la santé et le bien-être des animaux de compagnie et du bétail, ou causent des dommages aux cultures. Les antibiotiques au sens médical sont exclus, mais sont inclus les insecticides, les herbicides, les fongicides, les acaricides, les nématicides, les molluscicides et les rodenticides, entre autres. Parmi ceux-ci, les insecticides (pour contrôler les insectes) et les herbicides (pour contrôler la végétation indésirable) sont les plus utilisés<sup>1</sup> et ont le plus grand impact sur l'environnement (**Giliomee, 2014**).

Un pesticide est une substance chimique toxique ou un mélange de substances ou d'agents biologiques qui sont intentionnellement libérés dans l'environnement afin d'éviter, de dissuader, de contrôler et/ou de tuer et de détruire des populations d'insectes, de mauvaises herbes, de rongeurs, de champignons ou d'autres ravageurs nuisibles. Les pesticides agissent en attirant, en séduisant puis en détruisant ou en atténuant les ravageurs. Les ravageurs peuvent être définis au sens large comme « les plantes ou les animaux qui compromettent notre alimentation, notre santé et/ou notre confort ».

L'utilisation de pesticides a été multipliée par plusieurs au cours des dernières décennies. Selon une estimation, environ 5,2 milliards de livres de pesticides sont utilisés chaque année dans le monde. L'utilisation de pesticides pour lutter contre les ravageurs est devenue une pratique courante dans le monde entier. Leur utilisation n'est pas seulement limitée aux champs agricoles, mais ils sont également employés dans les maisons sous forme de sprays, de poisons et de poudres pour contrôler les cafards, les moustiques, les rats, les puces, les tiques et autres insectes nuisibles. Pour cette raison, les pesticides se retrouvent fréquemment dans nos produits alimentaires en plus de leur présence dans l'air.

Les pesticides peuvent être des composés naturels ou ils peuvent être produits synthétiquement. Ils peuvent appartenir à l'une quelconque des différentes classes de pesticides. Les principales classes comprennent les organochlorés, les carbamates, les organophosphorés, les pyréthriinoïdes et les néonicitinoïdes auxquels appartiennent la plupart des pesticides actuels et largement utilisés. Les formulations de pesticides contiennent des ingrédients actifs ainsi que des substances inertes, des contaminants et parfois des impuretés. Une fois rejetés dans l'environnement, les pesticides se décomposent en substances appelées métabolites qui sont plus toxiques pour les ingrédients actifs dans certaines situations (**Mahmood, 2016**).

### **2.2. Historique**

La première utilisation enregistrée d'insecticides remonte à 2500 av. par les Sumariens, qui utilisaient des composés soufrés pour lutter contre les insectes et les acariens. D'autres méthodes sont apparues au fil du temps, telles que le contrôle des poux de corps en Chine avec du mercure et des composés arsenicaux en 1200 avant JC, la combustion du soufre pour tuer les insectes et l'utilisation de sel pour contrôler les mauvaises herbes dans la Rome antique, le contrôle des fourmis avec du miel et de l'arsenic en 1600. Soufre élémentaire, encore utilisé aujourd'hui comme insecticide, ainsi que d'autres produits chimiques inorganiques, tels que l'arsenic, le mercure et le plomb, sont souvent appelés les pesticides de "première génération", qui ont été appliqués sur les cultures pendant de nombreux siècles, jusqu'au début du XXe siècle.

L'utilisation des pesticides de première génération a été largement abandonnée car ils étaient soit trop inefficaces soit trop toxiques, montrant aussi une grande tendance à s'accumuler dans le sol au point d'inhiber la croissance des plantes. De plus, avec le temps, les ravageurs sont devenus résistants et tolérants à ces pesticides. L'expansion de l'agriculture pour répondre aux besoins d'une population croissante a nécessité l'application de pesticides plus efficaces; ainsi, les pesticides de « deuxième génération » tels qu'ils ont été connus ont été développés, comprenant des produits chimiques organiques synthétiques, qui ont fait leurs débuts dans les années 1930.

L'ère moderne des pesticides a essentiellement commencé avec l'introduction en 1939 de l'insecticide DDT (dichlorodiphényl trichloroéthane). L'étonnante efficacité du DDT a conduit au développement d'une variété d'hydrocarbures chlorés, tels que le gamma-lindane et le toxaphène qui ont été rapidement adoptés dans la pratique agricole (**Daly et al., 1998**).

Dans les années 1940, les fabricants ont également commencé à produire de grandes quantités d'autres pesticides de synthèse, comme les organophosphorés, qui, malgré leur plus grande toxicité pour les mammifères et d'autres espèces non ciblées, jouissaient d'une popularité considérable en raison de leur efficacité à large spectre et de leur coût plutôt faible (**Casida et Quistad, 1998**). L'utilisation de pesticides à ce jour a été multipliée par 50 depuis 1950 et il existe actuellement des milliers de produits pesticides synthétiques composés de plus de 1 000 produits chimiques différents et leurs combinaisons (**Miller, 2002**).

Le livre de Rachel Carson, *Silent Spring*, publié en 1962 (**Carson, 1962**), a d'abord

attiré l'attention sur le danger de l'utilisation massive et généralisée des pesticides pour l'environnement (notamment les oiseaux) et aussi pour la santé humaine. Le livre a entraîné de grandes modifications de la politique sur les pesticides, conduisant à l'interdiction du DDT et de certains autres pesticides. L'interdiction urgente des principaux pesticides de « deuxième génération » pour des raisons valables a apparemment créé le besoin de réévaluer l'applicabilité des pesticides et de développer un cadre juridique réglementant leur production et leur utilisation. À la fin des années 1960, ce besoin a culminé avec la création de l'Environmental Protection Agency (EPA) aux États-Unis, qui était la première agence gouvernementale à prendre des mesures contre l'utilisation des pesticides à l'époque (Walker et al., 2003).

En juillet 1991, après de grandes difficultés rencontrées dans l'élaboration d'un cadre harmonisé pour l'autorisation, l'utilisation et le contrôle des produits phytopharmaceutiques, le Conseil européen adopte la directive 91/414/CEE du Conseil concernant la mise sur le marché des pesticides. Cette directive a été l'un des premiers éléments majeurs de la législation européenne mettant en œuvre non seulement le principe de subsidiarité, mais également le principe de précaution. Dès le départ, elle a explicitement placé la protection de la santé humaine et de l'environnement au-dessus des besoins de la production agricole. Conformément à ses dispositions, les substances actives contenues dans les formulations pesticides ne sont approuvées pour une utilisation dans l'UE que si elles ont subi une évaluation de la sécurité évaluée par des pairs. Les substances actives couvertes par le programme de révision ont été classées comme suit :

– Existantes : les substances actives qui étaient déjà sur le marché en juillet 1993 (date d'entrée en vigueur de la directive) ;

– Nouvelles : les substances actives introduites ou en cours de demande commercialisation, depuis juillet 1993. Une disposition essentielle de la directive 91/414/CEE du Conseil est l'évaluation de toutes les substances actives et autres produits phytopharmaceutiques existants (920 au total) et la création d'une liste (appelée annexe I) des substances actives substances considérées comme acceptables eu égard à leur impact sur l'environnement, la santé humaine et animale, et dont l'utilisation dans les formulations pesticides est donc autorisée dans la Communauté. Environ 704 substances actives ont été interdites, dont 26 % étaient des insecticides, 23 % des herbicides et 17 % des fongicides (Karabelas et al., 2009). De nos jours, les données requises pour étayer une demande d'enregistrement doivent couvrir tous les aspects pertinents du produit phytopharmaceutique tout au long de son cycle de vie. Elles doivent inclure :

- l'identité et les propriétés physiques et chimiques de la matière active et du produit formulé,
- les méthodes d'analyse,
- la toxicité pour l'homme et l'environnement,
- l'étiquette et les utilisations proposées,
- les fiches de données de sécurité,
- l'efficacité pour l'utilisation prévue, ainsi que les résidus résultant de l'utilisation du produit pesticide, de la gestion des conteneurs et de l'élimination des déchets (**Karabelas et al., 2009**).

La génération de telles données pour un seul composé peut prendre plusieurs années et coûte beaucoup d'argent (**Damalas et Eleftherohorinos, 2011 ; Kovalkovicova, 2014**).

### 2.3. Les différents types des pesticides

#### 2.3.1. Insecticides :

Les insecticides (**figure 01**) sont des biocides destinés à détruire les insectes : largement utilisés en agriculture et en santé communautaire (lutte antivectorielle), ils sont également présents dans l'environnement domestique sous forme de spécialités contre les poux, de médicaments vétérinaires, d'insecticides ménagers, de produits de jardinage ou encore de xyloprotecteurs. Les insecticides sont la famille de produits phytosanitaires la plus souvent responsable d'effets sur la santé (**Testud et Grillet,.**).



**Figure 01:** Les insecticides commerciaux

### 2.3.2. Herbicides

Les herbicides (**figure 02**) sont l'un des principaux groupes de pesticides qui fournissent un out que l'homme peut utiliser pour promouvoir et maintenir son statut préféré sur terre de plusieurs façons. Ils contribuent à la minimisation du travail humain dans la production agricole et à la gestion positive de notre environnement pour le plus grand bénéfice de l'humanité. Les mauvaises herbes ont été un problème persistant dans le riz depuis le début de l'agriculture sédentaire pour l'Asie dans son ensemble les mauvaises herbes causent une réduction estimée de 10 à 15 des rendements de riz équivalent à environ 50 millions de tonnes de riz brut par an (**Pingali et Roger ,1995 ; Abid subhani, 2000**).



**Figure 02:** Les herbicides commerciaux

### 2.3.3. Fongicides

Ce sont des substances utilisées pour éliminer l'infection fongique sur les cultures et détruire les pathogènes fongiques. Les fongicides inorganiques comprennent la bouillie bordelaise, la Burgandy Mixtue, le soufre, le chlorure mercurique, etc. Les fongicides organiques sont le dithane S-21, le dithane M-22, le dithane Z-78 (tous les carbamates), les oxanthiines (par exemple, le vitavax), les composés du mercure (par exemple, agrosan, tillex), dérivés de benzimidiazole (par exemple, benlate). Thiram et Ziram est fongicide mais toxique pour les zooplanctons aquatiques. L'extraction phytochimique telle que l'huile de Neem contenant de l'azadirachtine et du nimbin a des propriétés antifongiques. La fentine est un autre exemple de fongicide (**figure 03**) (**Ishan et Pandya, 2018**).



**Figure 03** : Fongicide commercial

#### 2.3.4. Nématicides

L'activité nématocidique s'exprime de l'inhibition de l'éclosion des larves de première étape au blocage du développement des nématodes à l'intérieur des racines et varie considérablement selon les conditions expérimentales. Dans des conditions de terrain, l'effet principal des produits anticholinestérase semble être sur la pénétration des larves infestant dans la plante. Cela découle de plusieurs niveaux d'interaction biochimique de la paralysie totale aux perturbations comportementales, selon la dose appliquée. L'effet est réversible sur une large gamme de concentrations et de temps d'exposition. Les benzimidazoles ont un mode d'action différent: ils affectent principalement le développement dans la racine, leur action n'est pas réversible et IHEV peut, dans certaines conditions, réduire réellement les populations de nématodes. Les implications de ces résultats sur des stratégies de protection des cultures des nématodes sont discutées (figure 04) (Cavelie, 1987).



**Figure 04:** Nématicide commercial

### 2.3.5. Algicides

Les algicides peuvent être utilisés pour contrôler de nombreuses espèces d'algues, mais ils sont généralement appliqués une fois que les algues ont été identifiées et sont présentes dans un plan d'eau. Ils ne sont pas utilisés dans les barrières chimiques permanentes. Les algicides peuvent réduire le risque de propagation d'algues nuisibles, cependant.



**Figure 05:** Algicide

### 2.3.6. Rodenticides

Les rodenticides anticoagulants sont des choix populaires. Mais ces rodenticides peuvent également nuire aux autres animaux de la maison. Le pronostic pour les animaux de compagnie ayant ingéré des rodenticides anticoagulants dépend du délai entre l'exposition et le traitement (**figure 06**) (Merola, 2002).



Figure 06: Intoxication par poison rodenticide commercial

Tableau 1 : Les différents types des pesticides (Miglani, 2019).

Types de pesticides	Utilisation et action	Exemples
<b>Insecticides</b>	Une substance utilisée pour contrôler ou éliminer ou pour empêcher l'attaque des insectes qui détruit/tue/atténue la plante/l'animal.	DDT, méthyl parathion, phorate, chloropyrifos, imidaclopride, cyperméthrine, diméthoate
<b>Herbicides</b>	Substances utilisées pour lutter contre les mauvaises herbes nuisibles et les autres végétaux qui poussent avec les espèces souhaitées, provoquant une mauvaise croissance des plantes.	Acétochlore, Butachlore, Terbis, Glyphosate, 2,4-D et 2,4,5-T.
<b>Fongicides</b>	Substances utilisées pour détruire ou inhiber la croissance des champignons/maladies qui infectent les plantes/animaux.	Carbendazime, Ampropylfos, Carboxine
<b>Rodenticides</b>	Produits chimiques utilisés pour tuer les rongeurs, c'est-à-dire les souris, les rats, etc.	Warfarine, Oxyde d'arsenic
<b>Nématicides</b>	Substances utilisées pour repousser ou inhiber les nématodes qui endommagent diverses cultures.	Aldicarbe, Carbofurane

<b>Molluscicides</b>	Substances utilisées pour inhiber la croissance et tuer les escargots et les limaces et les petits sans-culottes noirs.	Gardene, Fentine, Sulfate de cuivre.
----------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------

### 2.4. Classification des pesticides

Ils sont classés en différentes classes en fonction des besoins. Actuellement, il existe trois méthodes de classification des pesticides les plus populaires. Ces trois méthodes comprennent :

- classement selon le mode d'entrée,
- classification basée sur la fonction des pesticides et l'organisme nuisible qu'ils tuent, et
- classification basée sur la composition chimique du pesticide

#### Classement des pesticides

La méthode la plus courante et la plus utile de classification des pesticides est basée sur leur composition chimique et la nature des ingrédients actifs (**figure 07**). C'est ce type de classification qui donne une idée de l'efficacité, des propriétés physiques et chimiques des pesticides respectifs. Les informations sur les caractéristiques chimiques et physiques des pesticides sont très utiles pour déterminer le mode d'application, les précautions à prendre lors de l'application et les taux d'application. Sur la base de la composition chimique, les pesticides sont classés en quatre groupes principaux, à savoir ; organochlorés, organophosphorés, carbamates et pyrèthrine et pyréthroides. La classification chimique des pesticides est assez complexe. En général, les pesticides modernes sont des produits chimiques organiques. Ils comprennent des pesticides d'origine à la fois synthétique et végétale. Cependant, certains composés inorganiques sont également utilisés comme pesticides. Les insecticides sont des pesticides importants qui peuvent être classés en plusieurs sous-classes (Organochlorine, Carbamates, Fipronil).

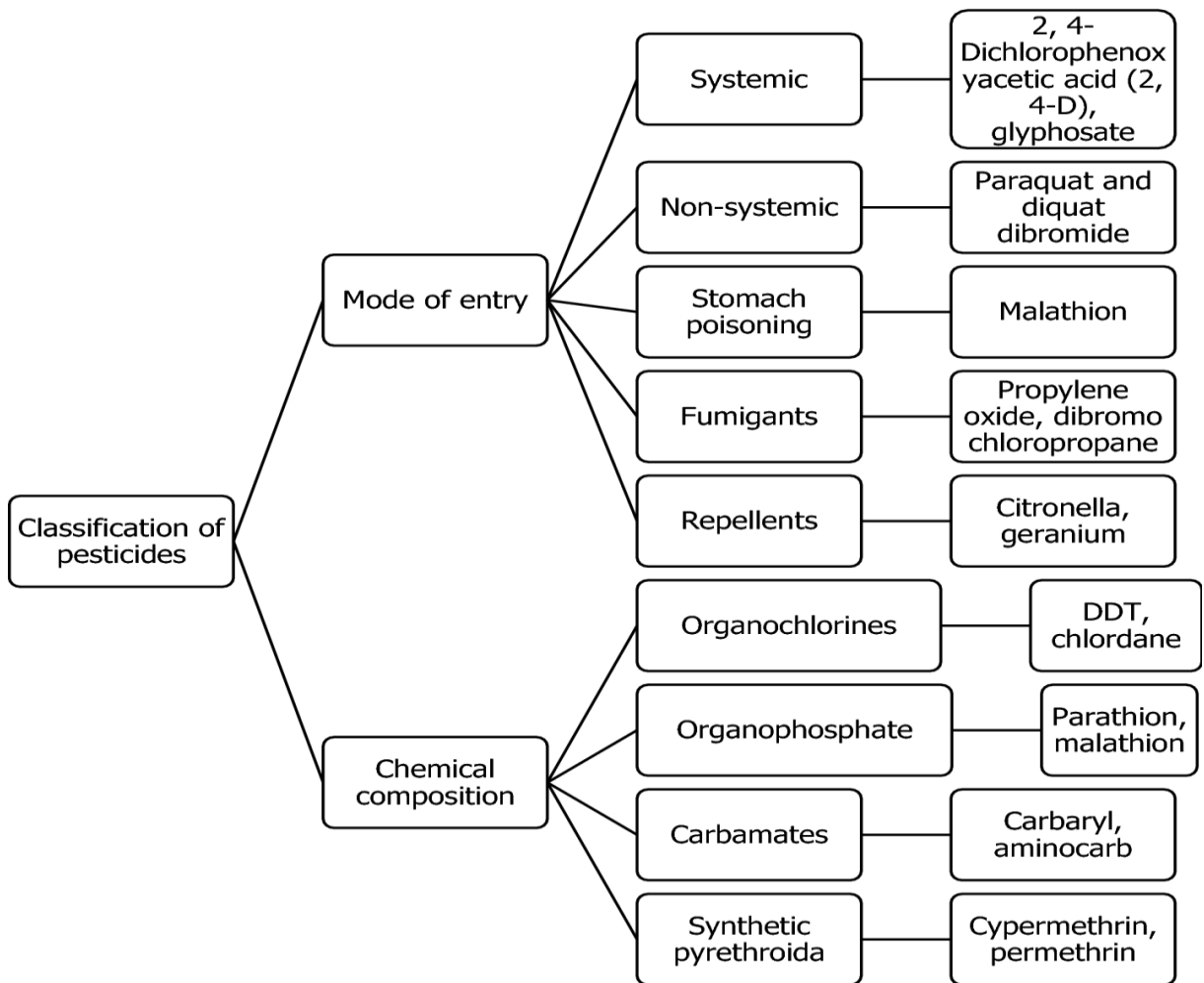


Figure 07 : Classification de pesticides

## 2.5. Désavantages et avantages de l'utilisation des pesticides

### 2.5.1. Les désavantages

Malgré les résultats bénéfiques de l'utilisation des pesticides dans l'agriculture et le secteur de la santé publique, leur utilisation invite également des effets délétères sur l'environnement et la santé publique.

L'évaluation des risques de l'impact des pesticides sur la santé humaine ou sur l'environnement n'est pas un processus facile et particulièrement précis en raison des différences dans les périodes et les niveaux d'exposition, les types de pesticides utilisés (concernant la toxicité et la persistance) et les conditions environnementales. Caractéristiques des zones où les pesticides sont habituellement appliqués (**Damalas et Eleftherohorinos, 2011**).

### **2.5.1.1. Impact sur la santé humaine**

Les pesticides peuvent pénétrer dans le corps humain par inhalation d'air pollué contenant des pesticides ; par exposition orale; et par exposition cutanée par contact direct avec des pesticides (**Sacramento, 2008**). Les pesticides sont pulvérisés sur les aliments, en particulier les fruits et les légumes, ils sécrètent dans les sols et les eaux souterraines qui peuvent se retrouver dans l'eau potable et les pulvérisations de pesticides peuvent dériver et polluer l'air. La toxicité des produits chimiques, la durée et l'ampleur de l'exposition déterminent le degré d'impact nocif sur la santé humaine (**Lorenz, 2009**). La toxicité des produits chimiques dépend de la nature de la substance toxique, des voies d'exposition (orale, cutanée et par inhalation), de la dose et de l'organisme (**Yadav, 2017**).

### **2.5.1.2. Impact sur l'environnement**

L'application à grande échelle de pesticides par les agriculteurs, les institutions et le grand public offrent de nombreuses sources possibles de pesticides dans l'environnement. Il est presque impossible de limiter la zone d'effet des pesticides. Même lorsqu'il est appliqué sur une très petite surface, il se répand dans l'air, est absorbé dans le sol ou se dissout dans l'eau et finit par atteindre une surface beaucoup plus grande. Une fois rejetés dans l'environnement, les pesticides peuvent avoir de nombreux destins différents. Lorsque des pesticides sont pulvérisés sur des cultures agricoles, ils peuvent se retrouver dans l'air et éventuellement se retrouver dans d'autres segments de l'environnement, comme le sol ou l'eau. Les pesticides qui sont appliqués directement sur le sol peuvent être lessivés et atteindre les plans d'eau de surface à proximité par le ruissellement de surface ou peuvent percoler à travers le sol vers les couches inférieures du sol et les eaux souterraines (**Harrison, 1990**).

Les effets des pesticides sur le système environnemental peuvent aller d'une déviation mineure du fonctionnement normal de l'écosystème à la perte de diversité des espèces. Parfois, l'utilisation de pesticides peut avoir des effets résiduels à long terme et des effets mortels aigus. Par exemple, la plupart des pesticides organochlorés qui persistent longtemps dans l'environnement, entraînant ainsi une contamination des eaux souterraines, des eaux de surface, des produits alimentaires, de l'air et du sol.

- Impacts sur les organismes non ciblés
- Perte de biodiversité Biodiversité
- Impacts sur la microflore du sol
- Impacts sur l'écosystème de l'eau et de l'air.

Évaluation des risques sanitaires et écotoxicologiques Avant qu'un pesticide puisse être utilisé commercialement, plusieurs tests sont effectués pour déterminer si un pesticide a le potentiel de provoquer des effets indésirables

- y compris les espèces menacées et autres organismes non ciblés,
- potentiel de contamination des eaux de surface et des eaux souterraines par lessivage, ruissellement et dérive de pulvérisation.
- Les effets sur toute espèce non ciblée peuvent se traduire par un déséquilibre de l'écosystème et une perturbation du réseau trophique qui, à terme, peuvent affecter la santé humaine et les espèces comestibles (**Damalas et Eleftherohorinos, 2011**).
- évalue les effets d'une exposition de courte durée à une dose unique de pesticide (exposition orale, cutanée et par inhalation, irritation oculaire, irritation cutanée, sensibilisation cutanée, neurotoxicité),
- le test de toxicité subchronique, qui évalue les effets d'expositions intermédiaires répétées (voie orale, cutanée, inhalation, atteinte du système nerveux) sur une durée plus longue (30 à 90 jours),
- l'essai de toxicité chronique, qui évalue les effets d'une exposition répétée à long terme durant la majeure partie de la vie de l'animal d'essai et destiné à déterminer les effets d'un produit pesticide après des expositions prolongées et répétées (par exemple, effets chroniques non cancéreux et cancérogènes ),
- les tests de développement et de reproduction, qui évaluent tout effet potentiel sur le fœtus d'une femelle gestante exposée
- le test de mutagénicité qui évalue le potentiel d'un pesticide à affecter les composants génétiques de la cellule,
- le test de perturbation hormonale, qui mesure le potentiel du pesticide à perturber le système endocrinien (constitué d'un ensemble de glandes et des hormones qu'elles produisent qui régulent le développement, la croissance, la reproduction et le comportement des animaux dont l'homme).

### 2.5.1.3. Impact sur la biodiversité

Pesticides porte toutefois un préjudice considérable à l'environnement et en particulier à la biodiversité. En dépit de certaines lacunes, les répercussions indésirables sont bien documentées. La présente fiche d'information aborde spécifiquement les incidences de l'usage de pesticides sur l'environnement, la biodiversité et les services écosystémiques et propose des pistes d'action possibles pour la politique et la société, visant à réduire les effets indésirables. Elle ne thématise pas, par exemple, l'importance des

pesticides pour la production agricole ou les incidences sur la santé humaine, les pesticides sont avant tout admis sous forme de produits phytosanitaires (PPS) et de biocides. Ils sont principalement utilisés dans l'agriculture, mais aussi dans le milieu urbain (horticulture, commerce et artisanat, communes, particuliers) ainsi que dans l'industrie alimentaire et fourragère et la sylviculture, en vue de lutter contre les organismes indésirables. Comme les pesticides sont des substances biologiquement actives et sont en général directement épandus dans l'environnement, les effets indésirables produits sur les organismes non cibles sont pratiquement inévitables ( **Meissle et al., 2021**).

### **2.5.2. Les avantages**

- protéger les végétaux ou produits végétaux contre tous organismes nuisibles ou empêcher l'action de tels organismes, dans la mesure où ces substances ou préparations ne sont pas autrement définies ci-après ;
- influencer les processus vitaux des plantes, autrement qu'en tant que nutriment (par exemple régulateurs de croissance);
- conserver les produits végétaux, dans la mesure où ces substances ou produits ne font pas l'objet de dispositions particulières du conseil de la commission en matière de conservateurs ;
- détruire les plantes indésirables ;
- détruire des parties de plantes, contrôler ou empêcher la croissance indésirable des plantes ;
- sont largement utilisés dans la production agricole pour prévenir ou contrôler les ravageurs, les maladies, les mauvaises herbes et autres agents pathogènes des plantes
- éliminer les pertes de rendement, maintenir une haute qualité des produits (**Oerke et Dehne, 2004 ; Cooper et Dobson, 2007**)
- améliorer la valeur nutritionnelle des aliments et parfois leur sécurité (**Boxall, 2001 ; Narayanasamy, 2006**)
- Les pesticides sont également appliqués dans la foresterie, la santé publique, les maisons et les jardins (**Aktar et al., 2009**). Ils aident à contrôler des centaines d'espèces de mauvaises herbes, plus d'un million d'espèces d'insectes nuisibles et environ 1 500 maladies des plantes (**NACA, 1993; Ware et Whitacre, 2004**)

- Bien que les pesticides figurent en tête de liste des polluants dangereux, les pesticides modernes agissent rapidement, certains d'entre eux peuvent être uniques dans leur action contre un ravageur spécifique,
- ils peuvent contrôler de grandes infestations, ils sont généralement faciles à appliquer et entraînent une augmentation du rendement des cultures en réduisant les pertes de récoltes.
- les pesticides peuvent être considérés comme un outil économique, économe en main-d'œuvre et efficace de lutte antiparasitaire avec une grande popularité dans la plupart des secteurs de la production agricole (**Cooper et Dobson, 2007; Damalas, 2009 ; Kovalkovicova, 2014**).

# **Chapitre02 :**

## **Les**

# **Biopesticides**

### 3.1. Définition

Les biopesticides sont des organismes vivants ou des produits naturels qui contrôlent les ravageurs agricoles, y compris les bactéries, les champignons, les mauvaises herbes, les virus et les insectes. Les biopesticides peuvent être classés en différentes catégories, telles que les pesticides microbiens, les protecteurs incorporés dans les plantes et les produits biochimiques. Les biopesticides sont un élément crucial des programmes de lutte intégrée contre les ravageurs, qui conduisent à des alternatives plus naturelles aux pesticides chimiques qui sont écologiques et plus sûres. Depuis l'émergence des biopesticides pour la lutte antiparasitaire potentielle, de nombreux produits ont été commercialisés et certains d'entre eux dominent le marché (**Samada et Tambunan, 2020**).

### 3.2. Les différentes catégories de biopesticides

Sur la base de la classification par l'Environmental Protection Agency du type d'ingrédient utilisé, les biopesticides sont classés en trois grandes classes : biopesticide microbiens, biopesticide végétaux et biopesticide animaux.

#### 3.2.1. Biopesticides végétaux

Depuis des siècles les communautés humaines ont utilisé des biopesticides d'origine végétale pour lutter contre les ravageurs des cultures et des denrées stockées. Ces produits constituent sans doute une des clés du développement durable des activités agricoles dans le monde. Les récents progrès enregistrés dans les techniques de chimie analytique et de biologie moléculaire ont en effet permis une meilleure compréhension des interactions entre plantes et phytovirus ou entre elles (allélopathie), ainsi que des mécanismes de communication entre les organismes et la découverte des gènes de résistance des plantes.

Ils sont également connus sous le nom de pesticides à base de plantes (**Pal et Kumar, 2013**) sont des substances naturelles utilisées pour lutter contre les ravageurs par un mécanisme non toxique et parce qu'il est parfois difficile d'évaluer si un pesticide naturel peut contrôler le ravageur par un mode d'action non toxique (**Salma et Jogen, 2011**). Les plantes (**figure 08**) qui produisent des métabolites secondaires sont également considérées comme des biopesticides (**Schumutterer, 1990**).

Protecteurs de végétaux incorporés (PIP) : Les PIP, également connus sous le nom de cultures génétiquement modifiées, sont des substances biopesticides produites par des plantes à partir de matériel génétique qui a été ajouté ou incorporé dans leur constitution

génétique. Un exemple typique de ceci est l'utilisation de la protéine Bt pour développer le PIP dans un processus appelé génie génétique. La toxine Bt est spécifique à l'hôte et est capable de provoquer la mort en peu de temps, généralement 48 heures (Siejel, 2001). Sans danger pour les organismes bénéfiques, les humains, l'environnement et ne nuit pas aux vertébrés.



Figure 08: Quelques plantes utilisées comme biopesticide

### 3.2.2. Biopesticides animaux

Ces biocides sont des animaux tels que des prédateurs ou des parasites, ou des molécules dérivées d'animaux, souvent des invertébrés comme le venin d'araignée ou de scorpion, des hormones d'insectes et des phéromones (Goettel et al., 2001 ; Saidenberg et al., 2009 ; Aquiloni et al., 2010). Le coléoptère est l'insecte auxiliaire le plus célèbre. La coccinelle *Rodolia cardinalis* (figure 09) récoltée en Australie est couramment utilisée comme prédateur de la cochenille *Icerya buyi*. Bien qu'il ait été introduit au XIXe siècle en Californie pour stopper la destruction des agrumes, les Galápagos n'ont autorisé son introduction qu'en 2002 (Calderón Alvarez et al., 2012).

Les effets des biocides d'origine animale, notamment des insectes utiles, sur les animaux domestiques ont été soigneusement étudiés avant leur utilisation. Comme les coccinelles, les acariens utilisent la prédation pour se nourrir de certains phytoravageurs insectivores. C'est l'activité parasitaire des nématodes tels que *Phasmarhabditis hermaphrodita* qui est utilisée pour lutter contre les mollusques et les gastéropodes en général. Le troisième stade du nématode juvénile *P. hermaphrodita* initie l'infection en pénétrant dans les cavités des coquilles sous le manteau de son hôte. Après cette pénétration, les nématodes juvéniles transmettront leurs bactéries associées qui se multiplieront et libéreront des endotoxines qui entraîneront la mort des gastéropodes entre 4 et 7 jours. Les nématodes juvéniles acquerront leur forme hermaphrodite dans Cette

cavité et s'y multiplier. Ils continueront à se développer jusqu'à ce que tout le corps du gastéropode soit consommé et que la prochaine génération de nématodes trouve de nouveaux hôtes pour le parasitisme (Grewal et al., 2003).

Les biocides d'origine animale qui sont des signaux chimiques produits par un organisme qui modifient le comportement d'individus de la même espèce ou d'espèces différentes sont également inclus sous le terme « produits semi-chimiques ». Les produits semi-chimiques ne sont pas des "pesticides" au sens strict du terme. En fait, ils ne causeront pas la mort d'agresseurs biologiques, mais créeront plutôt une confusion entre eux. Cette confusion les empêchera de se propager à la zone traitée. Les phéromones d'insectes sont de bons exemples de molécules semi-chimiques utilisées comme alternative à l'utilisation d'insecticides. Ce sont de petites particules que les insectes produisent naturellement et qui sont détectées au niveau des antennes de leurs congénères. Ces particules peuvent être éphémères ou persistantes, mais dans tous les cas elles véhiculent un message. Ils peuvent marquer une zone, avertir de la disponibilité de nourriture ou être un signal pour l'accouplement. Les phéromones d'insectes sont largement utilisées pour réduire les insectes nuisibles grâce à des techniques de piégeage ou de confusion sexuelle et pour surveiller leur nombre ( Deravel, 2014).



**Figure 09:** *Phasmarhabditis hermaphrodita* et les coccinelles

### 3.2.3. Biopesticides microbiens

Ceux-ci sont dérivés de micro-organismes, notamment des bactéries, des champignons et des virus. Les molécules/composés actifs isolés de ces organismes attaquent des espèces de ravageurs spécifiques ou des nématodes entomopathogènes. Ceux connus sous le nom de bioinsecticides ciblent les insectes qui nuisent aux cultures, tandis que ceux qui contrôlent les mauvaises herbes via des micro-organismes, tels que les

champignons, sont appelés bioherbicides. Au cours de la dernière décennie, des activités de recherche approfondies sur les biopesticides microbiens ont conduit à la découverte et au développement d'un bon nombre de biopesticides et ont ouvert la voie à leur commercialisation (Ruiu, 2018 ; Kumar et al., 2021).

Cette catégorie comprend les bactéries, champignons, oomycètes, virus :

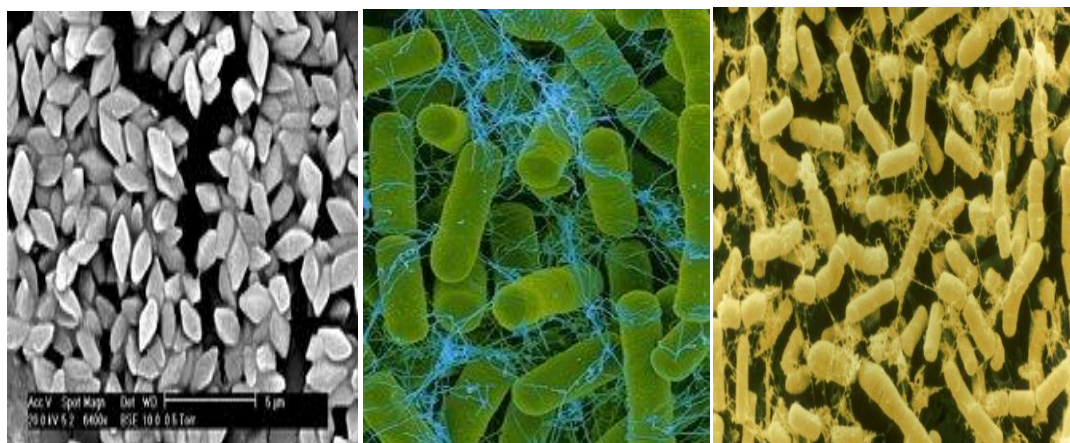
### 3.2.3.1. Bactéries

*Bacillus thuringiensis*(Bt), une espèce de bactérie naturellement présente partout dans le sol et sur les plantes. Il y a près de 100 ans, on a découvert que cette bactérie avait des propriétés pesticides si elle était consommée par les larves d'insectes spécifiques. De nombreuses sous-espèces, variétés et souches de Bt ont été identifiées depuis lors, et il est probable que d'autres n'ont pas encore été découvertes. Bien que les gènes de Bt aient également été utilisés dans des organismes génétiquement modifiés

*Bacillus thuringiensis* (**figure 10**) est largement utilisé depuis plus de quatre décennies comme biopesticide « leader » en raison de sa biodégradabilité, de sa spécificité vis-à-vis des parasites, du faible risque de développement de résistance pour les populations d'insectes traités et de sa sécurité pour l'homme et non pour les organismes cibles. Le développement et la commercialisation de produits à base de *Bacillus thuringiensis* sont souvent entravés par les coûts de production et de formulation. Divers milieux de culture optimisés ont été utilisés avec succès et pourraient remplacer les milieux synthétiques coûteux. Cependant, le coût de la formulation reste une réelle contrainte. La formulation est un lien crucial entre la production et l'application des produits à base de *B. thuringiensis*. Plusieurs facteurs environnementaux tels que le rayonnement ultraviolet, la pluie, le pH, la température et la physiologie foliaire entravent l'efficacité des produits de *B. thuringiensis*. Pour surmonter ces effets négatifs, il y a eu des développements de diverses formulations qui dépendent du domaine d'application et de la cible. Cet article passe en revue les avancées récentes dans la formulation de biopesticides à base de *Bacillus thuringiensis* pour la maîtrise du coût des produits, l'amélioration de leur durée de vie, l'amélioration de leur efficacité au champ et la facilitation de leur application.

Les souches de Bt caractérisées jusqu'à présent affectent les membres de trois ordres d'insectes : les lépidoptères (papillons et mites), les diptères (moustiques et mouches piqueuses) et les coléoptères. Les produits Bt disponibles dans le commerce et enregistrés auprès de l'Environmental Protection Agency comprennent : Bt *aizawai* (Lepidoptera) -

utilisé pour les larves de teignes de la cire dans les nids d'abeilles, *Btisraelensis* (Diptera) fréquemment utilisé pour les moustiques, *Bt kurstaki* (Lépidoptères) fréquemment utilisé contre la spongieuse, la tordeuse des bourgeons de l'épinette et de nombreux ravageurs des légumes. *B.t. sandiego* et *tenebrionis* (Coleoptera) fréquemment utilisé pour la chrysomèle de l'orme, le doryphore de la pomme de terre, *B.t. kurstaki* est la formulation Bt la plus couramment utilisée, car elle tue de nombreuses larves se nourrissant de feuilles sur les légumes, les arbustes, les arbres fruitiers et les conifères. Il existe une abondante littérature scientifique sur cet organisme biopesticide. D'autres isolats de Bt ont été caractérisés mais pas encore enregistrés par l'EPA. Ceux-ci incluent : *B.t. galleriae* (Coleoptera) utilisé sur les scarabées japonais, *B.t. japonensis* et *kumamotoensis* (Coleoptera) utilisés sur plusieurs espèces de coléoptères du gazon. Les isolats locaux de Bt pourraient représenter une ressource de lutte biologique sous-utilisée, mais puissante. En Chine, 30 nouvelles souches de Bt ont été isolées de terres arides, de jardins et de rizières ; parmi celles-ci, une souche hautement toxique a pu tuer 100 % des larves de teignes des crucifères traitées (*Plutella xylostella*). De même, des toxicités élevées ont été trouvées dans dix nouvelles souches de Bt isolées à partir d'échantillons de feuilles et de sol en Pologne et dans quatre nouvelles souches.



**Figure 10:** *Bacillus thuringiensis*

Les pesticides bactériens sont généralement classés en trois catégories (**Rajamani et Negi, 2021**).

**a) Pathogènes obligatoires :** Ces pathogènes nécessitent des conditions et des milieux spéciaux pour la croissance, la reproduction et la sporulation. Ils ont un hôte très étroit et la plupart d'entre eux sont sporulés. Ils sont idéaux pour les programmes de lutte biologique

contre les ravageurs. Ils ont une bonne stabilité. Par exemple : *Bacillus papillae* et *B. lentimorbus* provoquent une maladie laiteuse chez les populations de vers blancs. (Rajamani et Negi, 2021).

**b) Pathogènes facultatifs :** Les pathogènes facultatifs ne nécessitent pas de conditions particulières pour la croissance, la reproduction et la sporulation. Ils sont moins virulents que les pathogènes obligatoires. Deux catégories d'agents pathogènes facultatifs sont cristallifères et non cristallifères. Les bactéries cristallifères produisent des cristaux protéiques responsables de sa toxicité. Ce sont principalement des formateurs de spores. Ils ont une large gamme d'hôtes. La bactérie *B. thuringiensis berliner* est un sporulé cristallifère exploité commercialement comme agent de lutte biologique (Rajamani et Negi, 2021).

**c) Agents pathogènes potentiels :** Les agents pathogènes potentiels peuvent facilement être cultivés sur des milieux artificiels et ont une large gamme d'hôtes. Il peut infecter les insectes même à petites doses (<10 000 cellules) et possède une large gamme d'hôtes, par ex. *Pseudomonas aeruginosa* et *Serratia marcescens* contre les nématodes à galles et *Phyllophaga blanchardi* contre les coléoptères nuisibles. La nature non invasive et non sporulée de ces agents pathogènes les limite en tant qu'agents de lutte biologique prometteurs (Rajamani et Negi, 2021).

### 3.2.3.2. Les virus

Les baculovirus sont connus pour réguler de nombreuses populations d'insectes dans la nature. Leur spécificité d'hôte est très élevée, généralement limitée à une seule ou à quelques espèces d'insectes étroitement apparentées. Ils sont parmi les pesticides les plus sûrs, avec des effets nuls ou négligeables sur les organismes non ciblés, y compris les insectes bénéfiques, les vertébrés et les plantes. Les pesticides à base de baculovirus sont compatibles avec les stratégies de lutte intégrée et l'expansion de leur application réduira considérablement les risques associés à l'utilisation d'insecticides chimiques de synthèse. (Haase et al., 2015).

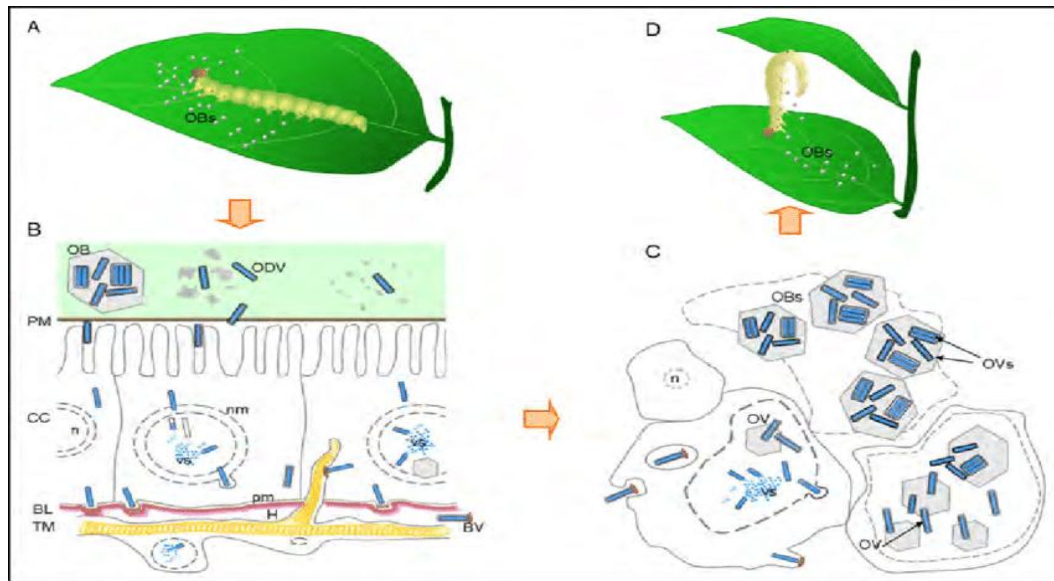
Baculovirus : Parmi les virus d'insectes présents dans la nature, ceux appartenant à la famille des baculovirus (Baculoviridae) ont été considérés pour le développement de la plupart des biopesticides viraux commerciaux (Entwistle et al., 1985 ; Tanada, 1993) Les membres de cette famille sont considérés comme sûrs pour les vertébrés et, à ce jour, aucun cas de pathogénicité d'un baculovirus pour un vertébré n'a été signalé (Krieg,

**1980)** De plus, leur spécificité d'hôte est généralement très étroite et souvent limitée à une seule espèce d'insecte.

Les baculovirus (**figure 11**) sont des virus enveloppés spécifiques aux insectes avec des génomes d'ADN double brin circulaires et superenroulés dans la gamme d'env. 80–180 kpb (**Rohrmann, 2013**). Plus de 600 baculovirus ont été isolés chez les lépidoptères (papillons et mites), les hyménoptères (tenthrèdes) et les diptères (moustiques) (**Herniou et al., 2012**)

Le nom « baculovirus » est dérivé des nucléocapsides en forme de bâtonnets (latin « baculum » : bâton) qui mesurent 230 à 385 nm de long et 40 à 60 nm de diamètre (**Rohrmann, 2013**). Les virions sont enveloppés et deux phénotypes ont été reconnus : le virus dérivé de l'occlusion (ODV) et le virus bourgeonné (BV). Ces deux types de virions contiennent le même génome mais diffèrent par la morphogénèse et la composition de leurs enveloppes et leurs fonctions dans le cycle de vie du virus. Leurs stabilités dans l'environnement, ainsi que leurs infectiosités pour l'insecte cible, sont extrêmement différentes. Les ODV sont enfermés dans une matrice protéique paracristalline (polyédrine ou granuline) formant un corps d'occlusion (OB). Cette structure est assez résistante à diverses conditions environnementales et facilite donc la persistance et la transmission horizontale de la maladie dans la nature (**Rohrmann, 2013**)

Des virus et de leurs hôtes naturels ont permis de définir quatre genres : Alphabaculovirus (lépidoptère NPV), Betabaculovirus (lépidoptère GV), Gammabaculovirus et Deltabaculovirus (**Haase et al., 2015**).

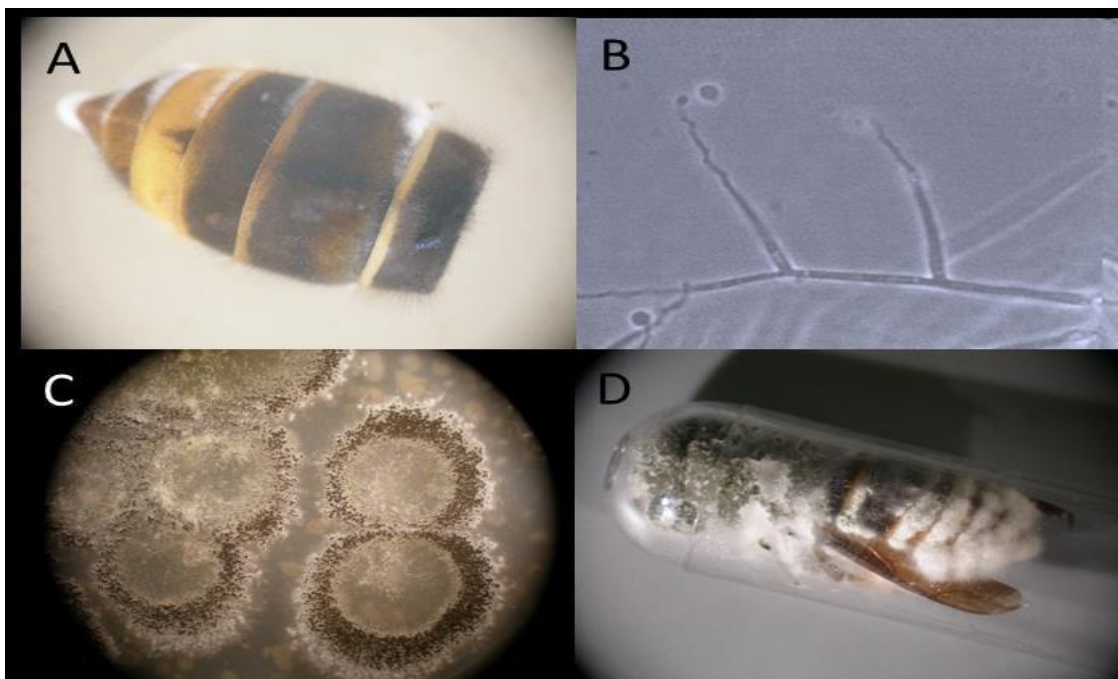


**Figure 11:** Baculovirus (Alphabaculovirus) le cycle d'infection.

### 3.2.3.3. Champignons

Biopesticides fongiques efficaces contre de nombreux insectes ainsi que contre les maladies des plantes. Plusieurs produits biofongicides excitent les systèmes de défense des plantes qui peuvent rendre les plantes plus résistantes à divers stress tels que les stress biotiques et abiotiques (Srinivasa et al., 2008). *Trichoderma* spp. et *Beauveria bassiana* sont tous deux utilisés comme bio-pesticides fongiques principalement appliqués en pépinière, grandes cultures, ornementales et potagères. *Trichoderma* utilisé comme fongicide contre les maladies transmises par le sol, par exemple la pourriture des racines. Ainsi, il est largement utilisé sur certaines cultures telles que le gramme noir, le gramme vert, l'arachide et le pois chiche car ils sont sensibles à la pourriture des racines (Islam et al., 2010). *Trichoderma* est un fongicide efficace contre plusieurs pathogènes végétaux foliaires et telluriques tels que *Rhizoctonia*, *Sclerotium*, *Fusarium*, *Pythium*, *Ceratobasidium*, *Macrophomina* et *Phytophthora* spp. (Dominguesa et al., 2000 ; Anand et Reddy, 2009).

*Beauveria bassiana* (figure 12) a été utilisé contre divers ravageurs des plantes tels que les pucerons, les thrips, les aleurodes et les aleurodes Q-Biotype (souches d'aleurodes résistantes aux pesticides chimiques). Les champignons entomopathogènes sont utilisés comme agents mycoinsecticides contre divers insectes ravageurs (Dutta et al., 2015). Sept souches de champignons entomopathogènes contre les adultes de *Ceratitis capitata* (Castillo et al., 2000).



**Figure 12:***Beauveria bassiana*

A. Mycélium de *Beauveria bassiana* sortant d'entre les tergites de l'abdomen d'un *V. velutina* (loupe binoculaire X45). B. Hyphes de *B. bassiana* (Microscope) (photo de Kouassi 2001), C. Culture de *Metarhizium robertsii* sur gélose, les spores marron-vertes sont bien visibles. D. Frelon attaqué par des colonies de *M. robertsii*, le mycélium est blanc poudreux et les spores vertes olive

### 3.3. Les inconvénients et les avantages des biopesticides

#### 3.3.1. Inconvénients

- Coût élevé de la production de pesticides en raison des coûts impliqués dans le dépistage, le développement et l'obtention des autorisations réglementaires pour les nouveaux agents biologiques ;
- Durée de conservation courte en raison de la sensibilité des biopesticides aux fluctuations de température et d'humidité ;
- Efficacité sur le terrain limitée en raison des variations climatiques/régionales de température, d'humidité, des conditions du sol, etc. ;
- En raison de la haute spécificité des biopesticides, c'est-à-dire qu'ils ne sont efficaces que contre les agents pathogènes et les ravageurs ciblés, les agriculteurs s'en désintéressent. Ils doivent utiliser des plantes .
- En raison de leur lenteur d'action, les biopesticides sont souvent inadaptés si une épidémie de ravageurs est immédiate et devient une menace pour les cultures ;
- Les biopesticides ne sont pas adaptés à un traitement autonome, ils doivent plutôt être associés à une méthode comparable pour une efficacité élevée ;

- Les organismes vivants évoluent et augmentent leur résistance aux contrôles biologiques, chimiques, physiques et à toute autre forme de contrôle (Tijjani et al., 2016).

### 3.3.2. Avantages

- assez puissant pour remplacer les pesticides synthétiques pour la lutte antiparasitaire ;  
- l'utilisation de biopesticides prend de l'ampleur car ils peuvent être utilisés efficacement dans des pratiques agricoles durables ;

- Les biopesticides sont très efficaces en petites quantités et se décomposent rapidement sans laisser de résidus problématiques

- peut donc réduire l'utilisation de pesticides conventionnels en tant que partie intégrante des programmes de lutte intégrée (Rajamani et Negi, 2021).

- Utilisation sûre : Les biopesticides bactériens sont sans danger pour la faune, les humains et les autres organismes.

- Compatible avec d'autres méthodes : La plupart des insecticides bactériens sont compatibles avec les biopesticides chimiques de synthèse.

- Établissement naturel : Les biopesticides bactériens se perpétuent d'eux-mêmes. Par conséquent, il est efficace même pendant les saisons de croissance des cultures suivantes.

- Conçu pour un seul ravageur spécifique ou, dans certains cas, pour quelques ravageurs cibles, par opposition aux produits chimiques qui ont une activité à large spectre.

- Le coût de développement des biopesticides est nettement inférieur à celui des pesticides chimiques de synthèse.

- Leur nature de contrôle est préventive et non curative et leurs effets sur la fleur sont moindres.

- Les biopesticides sont principalement conçus pour affecter uniquement les espèces cibles et ne sont pas toxiques pour les insectes utiles.

- Les biopesticides sont biodégradables respectueux de l'environnement. Ils se décomposent rapidement en petits résidus et ne montrent aucun impact négatif sur les eaux souterraines et les eaux de surface.

- Les biopesticides sont efficaces en quantités infimes, ce qui élimine diverses pollutions de l'environnement.

- Les biopesticides ont des effets secondaires faibles en résidus, performants et moins toxiques.

- Difficile pour les insectes de développer une résistance.

- Souvent efficace en très petites quantités et se décompose rapidement. Cela peut réduire les expositions et éviter les problèmes de pollution.

## *Chapitre 02: Les Biopesticides*

---

- Lorsqu'ils sont utilisés en rotation avec des produits conventionnels, les biopesticides peuvent aider à prévenir le développement de problèmes de résistance des ravageurs.
- Amélioration de la gestion des résidus.
- Les biopesticides contiennent souvent des produits naturels qui sont normalement consommés et ne contiennent pas de résidus.

# **Chapitre 03 :**

## **Approches**

### **Méthodologiques**

## Chapitre 03: Approches Méthodologiques

A partir de 45 articles publiés entre 2008 et 2022 par les chercheurs algérienne, nous avons fait ce travail.

### 4.1. Choix des espèces végétales

Le choix de la plante se fait selon plusieurs approches : l'activité de la plantes était observée par le chercheur ou par d'autres personnes. Les plantes peuvent être choisies en fonction de la nature chimique de ses substances. La plante peut être utilisée traditionnellement par les agriculteurs pour son activité insecticides.

### 4.2. Choix de la partie utilisé de la plante

La majorité (65%) des chercheuses algériennes sur les plantes insecticides, utilisent des feuilles pour la préparation des extraits, 30% utilisent la partie aérienne. Peu de chercheurs utilisent d'autres organes de la plante (fruits, fleurs, graines, tiges,...) (tableau 1).

### 4.3. Choix d'extrait

Environ 64% des études algériennes sur les plantes insecticides, les chercheurs testent les huiles essentielles contre les insectes nuisibles, 8% testent les extraits alcooliques, seulement 4% utilisent les substances pures, et 22% testent les autres extraits (tableau 1).

**Tableau 1 :** Plantes insecticides et leurs types d'extraits évalués dans des bio-tests

Plantes	Partie utilisé	Plante entière	Extrait alcoolique	Huile essentielle	substance pure	autre	Références
<i>Azadirachta indica</i> L. Meliaceae	La partie aérienne				X		Alouani ,et <i>al.</i> , (2009)
<i>Salvia officinalis</i> L. Lamiaceae	feuilles et tiges			X			Taleb-Toudert, et <i>al.</i> , (2021)
<i>Thymus vulgaris</i> Lamiaceae	La partie aérienne			X			Oulebsir-Mohandkaci et <i>al.</i> , (2015)
<i>Eucalyptus globulus</i> L. Myrtaceae	La partie aérienne			X			Oulebsir-Mohandkaci et <i>al.</i> , (2015)
<i>Petroselinum crispum</i> (Umbellifereae)	grains			X			Seghier et <i>al.</i> , (2020)
<i>Peganum harmala</i> L. (Zygophyllaceae)	feuilles			X			Kemassi et <i>al.</i> , (2013)

### Chapitre 03: Approches Méthodologiques

<i>Cotula cinerea</i> (Asteraceae)	La partie aérienne		X				Acheuk et al., (2020)
<i>Euphorbia bupleuroides</i> Euphorbiacées	tiges					X	Azoui et al., (2016)
<i>Peganum harmala</i> L. (Zygophyllaceae)	feuilles			X			Lebbouz et al., (2016)
<i>Artemisia judaica</i> (Asteraceae)	La partie aérienne		X				Acheuk et al., (2017)
<i>Mentha pulegium</i> L. (Lamiaceae)	La partie aérienne			X			Sehariat al., (2018)
<i>Romarinus officinalis</i> L. Lamiaceae	La partie aérienne			X			Sehariat al., (2018)
<i>Eucalyptus globulus</i> Myrtaceae	feuilles			X	X		Atmani-Merabet, et al., (2018)
<i>Origanum vulgare</i>	feuilles			X			Bouguerra et al., (2019)
<i>Artemisia herba alba</i> (Asteraceae)	La partie aérienne			X			Bouzeraa et al., (2019)
<i>Ruta montana</i> Rutaceae	La partie aérienne			X			Bouzeraa et al., (2019)
<i>Origanum vulgare</i> Lamiaceae	La partie aérienne			X			Bouzeraa et al., (2019)
<i>Ruta graveolens</i> (Rutaceae),	La partie aérienne					X	Chebaani, (2015)
<i>Zingiber officinalis</i> (R.),	tubercules			X			Zahi et al., (2021)
<i>Syzygium aromaticum</i> (L.),	tubercules			X			Zahi et al.,(2021)
<i>Origanum floribundum</i> (M.)	feuilles			X			Zahi et al., (2021)
<i>Mentha rotundifolia</i> Lamiaceae	La partie aérienne			X			Aouadiet al., (2020)
<i>Myrtus communis</i>	La partie aérienne			X			Aouadiet al., (2020)
<i>Pistacia lentiscus</i> L.	feuilles			X	X		Bougherra et al., (2015)
<i>Nerium oleander</i> (Apocynacées)	feuilles					X	Madaci et al., (2008)

### Chapitre 03: Approches Méthodologiques

<i>Foeniculum vulgare</i>	grains			X			Zoubiri et al., (2011)
<i>Rosmarinus officinalis</i>	feuilles			X			Zoubiri et al., (2011)
<i>Lippia citriodora</i>	La partie aérienne			X			Zoubiri et al., (2011)
<i>Ruta chalepensis L.</i>	feuilles					X	Benhissen et al., (2019)
<i>Thymus pallescens</i> Noë. (Lamiaceae)	feuilles			X			Dahou et al., (2021)
<i>Cymbopogon citratus</i> Stapf. (Poaceae)	feuilles			X			Dahou et al., (2021)
<i>Cymbopogon schoenanthus</i> (Poacées)	feuilles			X			Bouchikhi Tani, et al., (2010)
<i>Artemisia herba-alba</i>	feuilles			X			Bouchikhi Tani et al., (2010)
<i>Origanum glandulosum</i> (Lamiacées)	feuilles			X			Bouchikhi Tani et al., (2010)
<i>Laurus nobilis</i>	feuilles			X			Ben Jemàa et al., (2012)
<i>Artemisia judaica.</i>	La partie aérienne		X				Acheuk et al., (2017)
<i>d'Euphorbia guyoniana</i> B oiss. & Reut. (Euphorbiaceae),	Tiges racines					X	Kemassi et al., (2019)
<i>Solanum nigrum</i> Solanaceae	feuilles					X	Rahat et al., (2021)
<i>Nicotiana glauca</i> (Solanaceae)	feuilles					X	Benhissen et al., (2018)
<i>Peganum harmala</i> Zygophyllaceae	feuilles grains					X	Habbachi et al., (2013)
<i>Coriandrum sativum</i>	grains			X			Zoubiri et al., (2010)
<i>Cleome arabica</i> Capparidaceae	feuilles		X				Habbachi et al., (2020)
<i>Haplophyllum tuberculatum</i>	feuilles and tiges		X				Acheuk et al., (2012)
<i>Artemisia herba-alba</i>	feuilles			X			Ismahane et al., (2021)
<i>Artemisia compestris</i>	feuilles			X			Ismahane et al., (2021)
<i>Artemisia herba alba</i>	feuilles			X			Delimi et al., (2013)

### Chapitre 03: Approches Méthodologiques

<i>Schinus molle</i> (Anacardiaceae)	feuilles	X		X			Righi et al., (2018)
<i>Mentha rotundifolia</i> (Lamiaceae)	feuilles	X		X			Righi et al., (2018)
<i>Satureja calamintha</i> (Lamiaceae)	feuilles	X		X			Righi et al., (2018)
<i>Mentha piperita</i> L.	La partie aérienne			X			Kellouche et al., (2010)
<i>Salvia officinalis</i> L. <u>Lamiaceae</u>	La partie aérienne			X			Kellouche et al., (2010)
<i>Cimmonum zeylanicum</i> Lauraceae	écorce et feuille			X			Kellouche et al., (2010)
<i>Eucalyptus citridora</i>	feuilles			X			Kellouche et al., (2010)
<i>Lantana camara</i> L.	feuilles			X			Zoubiri et al., (2012)
<i>Citrullus colocynthis</i>	grains		X				Bekhakheche et al., (2019)
<i>Ambrosia maritima</i>	feuilles					X	Belkhiri et al., (2021)
<i>Hertia centifolia</i>	feuilles					X	Belkhiri et al., (2021)
<i>Xanthium strumarium</i>	feuilles					X	Belkhiri et al., (2021)
<i>Datura stramonium</i>	feuilles					X	Belkhiri et al., (2021)
<i>Solanum elaeagnifolium</i>	feuilles					X	Belkhiri et al., (2021)
<i>Salvia verbena</i>	feuilles					X	Belkhiri et al., (2021)
<i>Daphne gnidium</i>	feuilles					X	Benhissen et al., (2015)
<i>Mentha rotundifolia</i> L. (Lamiaceae)	La partie aérienne			X			Arab et al., (2016)
<i>Melia azedarach</i>	Les fruits	X					Bounechada et Arab, (2011)
<i>Peganum harmala</i>	Les fruits	X					Bounechada et Arab, (2011)
<i>Artemisia herba alba</i> Asso	La partie aérienne			X			Arab et al., (2022)
<i>Teucrium polium</i> L.	La partie aérienne			X			Arab et al., (2022))

## Chapitre 03: Approches Méthodologiques

### 4.2. Choix des insectes ciblent

Les insectes des céréales stockées sont les espèces les plus ciblés par les chercheurs Algériens. Environ 53.48% des plante sont été testés contre ces espèces, 18.60% contre les moustiques, mais seulement 9.30% et 6.97% contre les mouches et les pucerons, respectivement et 16.25% contre les autres espèces nuisibles (**tableau 2**).

**Tableau 2** : Plantes insecticides et espèces d'insectes ciblées dans les bio-tests

plantes	Insectes des céréales stockées	Aphides	moustiques	mouches	Autres	Références
<i>Azadirachta indica</i>			<i>Culex pipiens</i>			Alouani, et al., (2009)
<i>Salvia officinalis</i>	<i>Callosobruchus maculatus</i>					Taleb-Toudert, et al., (2021)
<i>Thymus vulgaris</i>		<i>Myzus persicae</i> .				Oulebsir-Mohandkaci et al., (2015)
<i>Eucalyptus globulus</i>		<i>Myzus persicae</i>				Oulebsir-Mohandkaci et al., (2015)
<i>Petroselinum crispum</i>			<i>Culex pipiens</i> <i>Culiseta longiareolata</i>			Seghier et al., (2020)
<i>Peganum harmala L.</i>					<i>S. gregaria</i>	Kemassi et al., (2013)
<i>Cotula cinerea</i>	<i>Tribolium castaneum</i>	<i>Aphis fabae</i>				Acheuk et al., (2020)
<i>Euphorbia bupleuroides</i>					<i>Blattella germanica</i>	Azoui et al., (2016)
<i>Peganum harmala L.</i> (Zygophyllaceae)	<i>Ectomyelois ceratoniae</i>					Lebbouz et al., (2016)
<i>Artemisia judaica</i> (Asteraceae)		<i>Aphis fabae</i>				Acheuk et al., (2017)
<i>Mentha pulegium</i> Lamiaceae	<i>Sitophilus oryzae</i>					Sehariat al., (2018)
<i>Romarinus officinalis</i>	<i>Sitophilus</i>					Sehariat al., (2018)

### Chapitre 03: Approches Méthodologiques

<i>Lamiaceae</i>	<i>oryzae</i>					
<i>Eucalyptus globulus</i>					<i>Varroa destructor</i>	Atmani-Merabet, et al., (2018)
<i>Origanum vulgare</i>			<i>Culex pipiens</i>			Bouguerra et al., (2019)
<i>Artemisia herba alba</i> (Asteraceae)	<i>Ephestia kuehniella</i>					Bouzeraa et al., (2019)
<i>Ruta montana</i> Rutaceae	<i>Ephestia kuehniella</i>					Bouzeraa et al., (2019)
<i>Origanum vulgare</i> Lamiaceae	<i>Ephestia kuehniella</i>					Bouzeraa et al., (2019)
<i>Ruta graveolens</i> (Rutaceae),					<i>Parlatoria blanchardi</i>	Chebaani, (2015)
<i>Zingiber officinalis</i> (R.),	<i>Tribolium confusum</i>					Zahi et al., (2021)
<i>Syzygium aromaticum</i> (L.),	<i>Tribolium confusum</i>					Zahi et al.,(2021)
<i>Origanum floribundum</i> (M.)	<i>Tribolium confusum</i>					Zahi et al., (2021)
<i>Mentha rotundifolia</i>	<i>Ephestia kuehniella</i>					Aouadiet al., (2020)
<i>Myrtus communis</i>	<i>Ephestia kuehniella</i>					Aouadiet al., (2020)
<i>Pistacia lentiscus</i> L.	<i>Rhyzopertha dominica</i> (F.) <i>Sitophilus zeamais</i> <i>Tribolium confusum</i> Du Val					Bougherra et al., (2015)
<i>Nerium oleander</i>					Rhizotrogini	Madaci et al., (2008)
<i>Foeniculum vulgare</i>	<i>Sitophilus granarius</i>					Zoubiri et al., (2011)
<i>Rosmarinus officinalis</i>	<i>Sitophilus granarius</i>					Zoubiri et al., (2011)
<i>Lippia citriodora</i>	<i>Sitophilus granarius</i>					Zoubiri et al., (2011)
<i>Ruta chalepensis</i> L.			<i>Culiseta longiareolata</i>			Benhissen et al., (2019)
<i>Thymus pallescens</i> Noë.	<i>Sitophilus granarius</i>					Dahou et al., (2021)

### Chapitre 03: Approches Méthodologiques

<i>Cymbopogon citratus</i> Stapf.	<i>Sitophilus granarius</i>					Dahou et al., (2021)
<i>Cymbopogon schoenanthus</i>	<i>Acanthoscelide s obtectus</i>				<i>Tineola bisselliella</i>	Bouchikhi Tani,et al.,(2010)
<i>Artemisia herba-alba</i>	<i>Acanthoscelide s obtectus</i>				<i>Tineola bisselliella</i>	Bouchikhi Tani et al., (2010)
<i>Origanum glandulosum</i>	<i>Acanthoscelide s obtectus</i> <i>Bruchus rufimanus</i> <i>Callosobruchus maculatus</i>					Bouchikhi Tani et al., (2010)
<i>Laurus nobilis</i>	<i>Rhyzopertha dominica</i> <i>Tribolium castaneum</i>					Ben Jemàa et al., (2012)
<i>Artemisia judaica.</i>			<i>Culiseta longiareolata</i>			Acheuk et al., (2017)
<i>d'Euphorbia guyoniana</i> B oiss. & Reut.	<i>Tribolium castaneum</i>					Kemassi et al., (2019)
<i>Solanum nigrum</i>				<i>Drosophila melanogaster</i>		Rahat et al., (2021)
<i>Nicotiana glauca</i>			<i>Culiseta longiareolata</i>			Benhissen et al., (2018)
<i>Peganum harmala</i>				<i>Drosophila melanogaster</i>		Habbachi et al., (2013)
<i>Coriandrum sativum</i>	<i>Sitophilus granarius</i>					Zoubiri et al., (2010)
<i>Cleome arabica</i>				<i>Drosophila melanogaster</i>		Habbachi et al., (2020)
<i>Haplophyllum tuberculatum</i>					<i>Locusta migratoria</i>	Acheuk et al., (2012)
<i>Artemisia herba-alba</i>	<i>Ectomyelois ceratoniae.</i>					Ismahane et al., (2021)
<i>Artemisia campestris</i>	<i>Ectomyelois ceratoniae.</i>					Ismahane et al., (2021)
<i>Artemisia herba alba</i>	<i>Ephestia kuehniella (zeller)</i>					Delimi et al., (2013)
<i>Schinus molle</i>	<i>Rhyzopertha dominica</i>					Righi et al., (2018)

### Chapitre 03: Approches Méthodologiques

<i>Mentha rotundifolia</i>	<i>Rhyzopertha dominica</i>					Righi et al., (2018)
<i>Satureja calamintha</i>	<i>Rhyzopertha dominica</i>					Righi et al., (2018)
<i>Mentha piperita L.</i>	<i>Callosobruchus maculatus</i>					Kellouche et al., (2010)
<i>Salvia officinalis L.</i>	<i>Callosobruchus maculatus</i>					Kellouche et al., (2010)
<i>Cimmonum zeylanicum</i>	<i>Callosobruchus maculatus</i>					Kellouche et al., (2010)
<i>Eucalyptus citridora</i>	<i>Callosobruchus maculatus</i>					Kellouche et al., (2010)
<i>Lantana camara L.;</i>	<i>Sitophilus granarius;</i>					Zoubiri et al., (2012)
<i>Citrullus colocynthis</i>				<i>Drosophila melanogaster</i>		Bekhakhe et al., (2019)
<i>Ambrosia Maritima</i>			<i>Culiseta longiareolata</i>			Belkhiri et al., (2021)
<i>Hertia centifolia</i>			<i>Culiseta longiareolata</i>			Belkhiri et al., (2021)
<i>Xanthium strumarium</i>			<i>Culiseta longiareolata</i>			Belkhiri et al., (2021)
<i>Datura stramonium</i>			<i>Culiseta longiareolata</i>			Belkhiri et al., (2021)
<i>Solanum elaeagnifolium</i>			<i>Culiseta longiareolata</i>			Belkhiri et al., (2021)
<i>Salvia verbena</i>			<i>Culiseta longiareolata</i>			Belkhiri et al., (2021)
<i>Daphne gnidium</i>			<i>Culex pipiens</i>			Benhissen et al., (2015)
<i>Mentha rotundifolia L.</i>	<i>Rhyzopertha dominica</i>					Arab et al., (2016)
<i>Melia azedarach</i>	<i>Tribolium castaneum</i>					Bounechada et Arab, (2011)
<i>Peganum harmala</i>	<i>Tribolium castaneum</i>					Bounechada et Arab, (2011)

## Chapitre 03: Approches Méthodologiques

<i>Artemisia herba alba</i> Asso	<i>Tribolium confusum</i> <i>Rhyzopertha dominica</i>					Arab et al., (2022)
<i>Teucrium polium</i> L.	<i>Tribolium confusum</i> <i>Rhyzopertha dominica</i>					Arab et al., (2022)

### 4.3. Choix du test biologique

Les chercheurs algériens utilisent principalement des tests de toxicité (90.69%) des plantes insecticides sur les insectes nuisibles, suivi par les tests de répulsivités (23.25%), des tests physiologique (32.55%) et des tests comportementales (18.60%) en laboratoire (tableau 3).

**Tableau 3** : Répartition des plantes insecticides selon la nature de l'étude

plantes	test de mortalité	test de répulsivité	tests comportementales	tests physiologiques	Références
<i>Azadirachta indica</i>	X		X	X	Alouani ,et al., (2009)
<i>Salvia officinalis</i>				X	Taleb-Toudert, et al., (2021)
<i>Thymus vulgaris</i>	X	X			Oulebsir-Mohandkaci et al., (2015)
<i>Eucalyptus globulus</i>	X	X			Oulebsir-Mohandkaci et al., (2015)
<i>Petroselinum crispum</i>	X			X	Seghier et al., (2020)
<i>Peganum harmala</i> L.	X				Kemassi et al., (2013)
<i>Cotula cinerea</i>	X	X		X	Acheuk et al., (2020)
<i>Euphorbia bupleuroides</i>	X				Azoui et al., (2016)
<i>Peganum harmala</i> L.	X			X	Lebbouz et al., (2016)
<i>Artemisia judaica</i>	X			X	Acheuk et al., (2017)
<i>Mentha pulegium</i>	X				Sehariat al., (2018)
<i>Romarinus officinalis</i>	X				Sehariat al., (2018)
<i>Eucalyptus globulus</i>	X				Atmani-Merabet, et al.,

### Chapitre 03: Approches Méthodologiques

					(2018)
<i>Origanum vulgare</i>	X				Bouguerra et al., (2019)
<i>Artemisia herba alba</i>	X	X			Bouzeraa et al., (2019)
<i>Ruta montana</i>	X	X			Bouzeraa et al., (2019)
<i>Origanum vulgare</i> Lamiaceae	X	X			Bouzeraa et al., (2019)
<i>Ruta graveolens</i>	X				Chebaani, (2015)
<i>Zingiber officinalis</i> (R.),	X				Zahi et al., (2021)
<i>Syzygium aromaticum</i> (L.),	X				Zahi et al.,(2021)
<i>Origanum floribundum</i> (M.)	X				Zahi et al., (2021)
<i>Mentha rotundifolia</i>	X		X	X	Aouadiet al., (2020)
<i>Myrtus communis</i>	X		X	X	Aouadiet al., (2020)
<i>Pistacia lentiscus</i> L.		X			Bougherra et al., (2015)
<i>Nerium oleander</i>	X	X		X	Madaci et al., (2008)
<i>Foeniculum vulgare</i>	X				Zoubiri et al., (2011)
<i>Rosmarinus officinalis</i>	X				Zoubiri et al., (2011)
<i>Lippia citriodora</i>	X				Zoubiri et al., (2011)
<i>Ruta chalepensis</i> L.	X				Benhissen et al., (2019)
<i>Thymus pallescens</i> Noë.	X	X		X	Dahou et al., (2021)
<i>Cymbopogon citratus</i> Stapf. (Poaceae)	X	X		X	Dahou et al., (2021)
<i>Cymbopogon schoenanthus</i>	X		X		Bouchikhi Tani,et al.,(2010)
<i>Artemisia herba-alba</i>	X		X		Bouchikhi Tani et al., (2010)
<i>Origanum glandulosum</i>	X		X		Bouchikhi Tani et al., (2010)
<i>Laurus nobilis</i>	X	X			Ben Jemàa et al., (2012)
<i>Artemisia judaica.</i>	X				Acheuk et al., (2017)
<i>d'Euphorbia guyoniana</i> B oiss. & Reut.	X				Kemassi et al., (2019)
<i>Solanum nigrum</i>	X			X	Rahat et al., (2021)

### Chapitre 03: Approches Méthodologiques

<i>Nicotiana glauca</i>	X				Benhissen et al., (2018)
<i>Peganum harmala</i>	X			X	Habbachi et al., (2013)
<i>Coriandrum sativum</i>	X				Zoubiri et al., (2010)
<i>Cleome arabica</i>	X		X		Habbachi et al., (2020)
<i>Haplophyllum tuberculatum</i>			X	X	Acheuk et al., (2012)
<i>Artemisia herba-alba</i>	X			X	Ismahane et al., (2021)
<i>Artemisia compestris</i>	X			X	Ismahane et al., (2021)
<i>Artemisia herba alba</i>	X		X	X	Delimi et al., (2013)
<i>Schinus molle</i>	X	X			Righi et al., (2018)
<i>Mentha rotundifolia</i>	X	X			Righi et al., (2018)
<i>Satureja calamintha</i>	X	X			Righi et al., (2018)
<i>Mentha piperita</i> L.	X	X			Kellouche et al., (2010)
<i>Salvia officinalis</i> L.	X	X			Kellouche et al., (2010)
<i>Cimmonum zeylanicum</i>	X	X			Kellouche et al., (2010)
<i>Eucalyptus citridora</i>	X	X			Kellouche et al., (2010)
<i>Lantana camara</i> L.	X				Zoubiri et al., (2012)
<i>Citrullus colocynthis</i>	X				Bekhakheche et al., (2019)
<i>Ambrosia maritima</i>	X				Belkhiri et al., (2021)
<i>Hertia centifolia</i>	X				Belkhiri et al., (2021)
<i>Xanthium strumarium</i>	X				Belkhiri et al., (2021)
<i>Datura stramonium</i>	X				Belkhiri et al., (2021)
<i>Solanum elaeagnifolium</i>	X				Belkhiri et al., (2021)
<i>Salvia verbenae</i>	X				Belkhiri et al., (2021)
<i>Daphne gnidium</i>	X		X		Benhissen et al., (2015)
<i>Mentha rotundifolia</i> L.	X				Arab et al., (2016)
<i>Melia azedarach</i>	X				Bounechada et Arab, (2011)

### Chapitre 03: Approches Méthodologiques

---

<i>Peganum harmala</i>	X				Bounechada et Arab, (2011)
<i>Artemisia herba alba</i> Asso.		X			Arab et <i>al.</i> , (2022)
<i>Teucrium polium</i> L.		X			Arab et <i>al.</i> , (2022)

# Conclusion

## Conclusion

---

### Conclusion

Environ 67 plantes ont été testées par les chercheurs algériens contre les insectes nuisibles. Les huiles essentielles et les extraits alcooliques sont les extraits les plus utilisées. Le choix des espèces d'insectes peut être également influencé par son importance économique et par l'objectif de la recherche. Plusieurs techniques expérimentales peuvent être effectuées. En général, les scientifiques cherchent à déterminer la toxicité (mortalité) de la plantes testé mais ils peuvent également étudier les effets biologiques, physiologiques ou comportement et les effets répulsifs de ces plantes.

Plusieurs travaux dans le domaine des plantes insecticides sont limités à des observations biologiques en laboratoire. Les essais en milieu réel restent à effectuer pour évaluer l'efficacité pratique de ces plantes. Les insecticides d'origine botanique peuvent se substituer aux insecticides chimiques dans le domaine de la lutte contre les insectes nuisibles.

**Référence**

## Référence

---

### A

**Adétonah S. Koffi-Tessio E., Coulibaly O., Sessou E. et Mensah G. A., 2011.** Perceptions et adoption des méthodes alternatives de lutte contre les insectes des cultures maraîchères en zone urbaine et péri-urbaine au Bénin et au Ghana, Numéro 69.

**Alain C.,** Le mode d'action des nématicides non-fumigants., Agronomie, EDP Sciences, 1987, 7 (10), pp.747-762.

**Abid S., Elghamry A., Huang C. and Xu J.,** effets of pesticides (herbicides ) on soil microbial biomass.

**Alouani A., Rehim N. et Soltani N.,2009.** Larvicidal Activity of a Neem Tree Extract (Azadirachtin) Against Mosquito Larvae in the Republic of Algeria ,Volume 2, Number 1, ISSN 1995-6673 Pages 15 – 22

**Azoui I., Naama. et Billal N.,2016.** insecticidal effect of euphorbia bupleuroides latex on blattella germanica (dictyoptera: blattellidae), International Journal of Pure and Applied Zoology Volume 4, Issue 3, pp: 271-276.

**Acheuk F., Lakhdari W., Abdellaoui K., Belaid M., Allouane R. et Halouane F.,2017.** phytochemical study and bioinsecticidal effect of the crude ethonolic extract of the algerian plant artemisia judaica l. (asteraceae) against the black bean aphid, aphid fabae scop, agriculture & forestry, vol. 63 issue 1:95-104, podgorica.

**Atmani-M., Belkhir A., Abdeslam M., Lalaouna A., Khalfaoui Z., Mosbah B., 2018.** Chemical composition, toxicity, and acaricidal activity of Eucalyptus globulus essential oil from Algeria Curr, Issues Pharm. Med. Sci., Vol. 31, No. 2, Pages xx-xx DOI: 10.1515/cipms-2018-0017.

**Aouadi G., Haouel S., Soltani A., Ben Abada M, Boushah E., Elkahoui S., Taibi F., Mediouni -Ben Jemâa J. et Bennadja S., 2020.** Screening for insecticidal efficacy of two Algerian essential oils with special concern to their impact on biological parameters of Ephestia kuehniella (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae), Journal of Plant Diseases and Protection 127:471–482.

**Acheuk F., Abdellaoui K., Lakhdari W., Dehliz A., Ramdani M., Barika F. et Allouane R. 2017.** Potentiel bio-insecticide de l'extrait brut de la plante saharienne Artemisia judaica en lutte anti-vectorielle: cas du moustique commun Culiseta longiareolata ,Journal Algérien des Régions Arides (JARA)No 14.

## Référence

---

**Acheuk F., Cusson M. et Doumandji B., 2022.** Effects of a methanolic extract of the plant *hoplophyllum tuberculatum* ana of teflubenzuron on female reproduction in the migratory locust *locusta migratoria* (orthoptera :oedipodinae),*journal of insect physiology* 58335-341.

**Arab R., Bounechada M., and Ramdani M., 2016.** Chemical composition and Insecticidal Activity of *Mentha rotundifolia* L. on *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrichidae) from Algeria, *Advances in Environmental Biology*, 10(10), Pages: 13-19.

**Arab R. , Lemeailbi N. and Benhissen S.,2022.** Repellent Activity Of Essential Oils From *Artemisia Herba Alba* Asso. And *Teucrium Polium* L, Against Tow Stored Product Insects,*Nat. Volatiles & Essent. Oils*,; 9(1): 1508-1515.

### B

**Bouguerra N., Tine-Djebbar F. et Soltani N., 2019.** Oregano Essential Oil as Potential Mosquito Larvicide , *Transylvanian Review* Vol XXVII, No. 39.

**Bouzeraa H., Bessila-Bouzeraa M. et Labeled N.,2019.** Repellent and fumigant toxic potential of three essential oils against *Ephestia kuehniella*, *Biosyst. Divers*, 27(4).

**Bougherra a Hind Houria , Stefano Bedini b, Guido Flamini c, Francesca Cosci b, Kamel Belhamel a, Barbara Conti b\*.,** *Pistacia lentiscus* essential oil has repellent effect against three major insect pests of pasta, 2012.

**Benhissen S., Habbachi W., Rebbas K. et Masna F.,2019.** bioactivite des extraits foliaires de *ruta chalepensis* l. (rutaceae) sur la mortalite des larves de *culiseta longiareolata* (diptera, culicidae),*lebanese science journal*, vol. 20, no. 1.

**Bouchikhi T. Z., Bendahou M. et Khelil M.A., 2010.** lutte contre la bruche *acanthoscelides obtectus* et la mite *tineola bisselliella* par les huiles essentielles extraites de deux plantes aromatiques d'algerie *lebanese science, journal*, vol. 11, no. 1.

**Bengemaa J. M., Tersim N., Toudert K. et Larbi khouja M., 2012.** Insecticidal activities of essential oils from leaves of *lourus nobilis* L.from algeria and comparative chemical compositio ,*journal of stored products research* 4897-104.

**Benhissen S., Habbachi W., Rebbas K. et Masna F.** bioactivity of *nicotiana glauca graham* (solanaceae) and its toxic effects on *culiseta longiareolata* (diptera; culicidae),

**Benhissen S., Habbachi W., Mecheri H., Masna M., Ouakid M.L. et Bairi A., 2015.** Effects of Aqueous Extracts of *Daphne gnidium* (Thymelaeaceae) Leaves on Larval Mortality and Reproductive Performance of Adult *Culex pipiens* (Diptera; Culicidae),*PhytoChem & BioSub Journal* Vol. 9(2) ISSN 2170-1768.

## Référence

---

**Bounechada M. et Arab R., 2011.** effet insecticide des plantes *Melia azedarach* L. et *Peganum harmala* L. sur *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera:Tenebrionidae), Agronomie numéro 1.

**Belkhiri N., Benhissen S., Habbachi W., Yagoub-Asloum A., Hedjouli Z., Habbachi S., Rebbas K. and Naama F.,2021.** larvicidal activity of extracts from six plant species on larvae of *Culiseta longiareolata* (Diptera; Culicidae), *Plant Cell Biotechnology and Molecular Biology* 22(53&54):98-106; issn: 0972-2025.

### C

**Chabi L., Bekhakheche M., Habbachi S., Benhissen S., Habbachi W. et Tahraoui A.,2019.** evaluation of direct toxic effects of *Citrullus colocynthis* (Cucurbitaceae), ethanolic extracts against fruit fly *Drosophila melanogaster*, vol 26, no. 2;feb.

**Chebaani H.,2015.** the effect of *Ruta graveolens* biopesticide on *Parlatoria blanchardi* Targ. on the palm date of Biskra (Algerian Sahara).

**Chandra Y.I. and Ningombam L.D.,** Pesticides Classification and Its Impact on Human and Environment, *Environ. Sci. & Engg.* Vol. 6: Toxicology.

**Chalker S., PhD L.,2008** Bt biopesticides, Spring .

**Elleuch J., Tounsis, et Zghal R.Z, 2016.** Biopesticides formulés à base de *Bacillus thuringiensis* : réalité et enjeux, *Revue Marocaine de Protection des Plantes*, N° 10: 21-36.

### D

**Shashi P., Ashwani Y., Ashwani K., Anuj Y., Hemant K.Y., Sujit K., Yadav R.S. and Rajendra K.,2016.** biopesticides - an alternative and eco-friendly source for the control of pests in agricultural crops, *Plant Archives* vol. 16 no. 2, pp. 902-906.

**Dahou M., Yuva B., El Hadi Sannef M., 2022.** Toxicity and repellent activities of *Thymus palleseus* and *Cymbopogon citratus* essential oils against *Sitophilus granarius*, *Plant Protection Science*, 57, (4): 297–309.

**Delimi A., Taibi F., Fissah A., Gherib S., Bouhkari M. et Cheffrou A., 2013.** Bio-activité des huiles essentielles de l'Armoise blanche *Artemisia herba alba* : effet sur la reproduction et la mortalité des adultes d'un ravageur des denrées stockées *Ephesia kuehniella* (Lepidoptera), Afrique *SCIENCE* 09(3) 82 – 90.

## Référence

---

### *E*

**Elouissi A. et Djendara A.S.**, Toxicity and repellency of three Algerian medicinal plants against pests of stored product: *Ryzopertha dominica* (Fabricius) (Coleoptera: Bostrichidae) DOI: 10.7904/2068-4738-IX(17)-50.

### *G*

**Giliomee J. H.,1995.** PESTICIDES, 'General Patterns of Agricultural Chemical Usage in the Southern Regions of South Africa' 91 South African Journal of Science 508.

### *H*

**Sehari H. N., Benchaben H., Sehari M. et Maatoug M., 2018.** Insecticide effect of pennyroyal and rosemary essential oils on the rice weevil *Ursinus*, Journal of Ecology, 8(1), 696-702 doi: 10.15421/2018\_268.

**Habbachi W., Benhissen S., Ouakid M.L. et 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), vol. 3, n° 1: 82-88.

**Habbachi S., Boublata N.I., Benhissen S., Habbachi W., Rebbas K., Tahraoui A.,2020.** Evaluation of *Cleome arabica* L. (Capparidaceae) toxicity: effects on mortality and sexual behaviour of *Drosophila melanogaster* (Diptera: Drosophilidae), vol. 9, issue 18, pp. 210-217.

**Haase S., Alicia S.C. and Víctor R.,2015.** Baculovirus Insecticides in Latin America: Historical Overview, Current Status and Future Perspectives, *Viruses*, 7.

### *I*

**Mahmood I., Sameen R., Kanwal I., Alvina S. G. and Rehman K.H.,2016.** Effects of Pesticides on Environment, Springer International Publishing Switzerland.

**Ishan Y., Pandya,2018.** Pesticides and Their Applications in Agriculture, *Asian Journal of Applied Science and Technology (AJAST)* (Open Access Quarterly International Journal) Volume 2.

## Référence

---

**Ismahane L., Khaoula B.A., Rahim A.A., Ibrahim M., Seghir M., Ayoub M. and Laid O., 2021.** effect of two essential oils from the asteraceae family against *ectomyelois ceratoniae* zell. (lepidoptera, pyralidae): case of *artemisia herba-alba* asso. and *artemisia compestris* l., j. bio-sci. 29(2): 09-17, issn 1023-8654

### *J*

**Jovana D., François K. et Philippe J., 2014.** Les biopesticides, compléments et alternatives aux produits phytosanitaires chimiques (synthèse bibliographique, Biotechnol. Agron. Soc. Environ. 18(2)220-232.

**Jitendra K., Ayyagari R., Dharmendra M., and Vachaspati M., 2021.** An Overview of Some Biopesticides and Their Importance in Plant Protection for Commercial Acceptance, Plants, 10, 1185.

### *K*

**Kovalkovicova N., Pisl J., Sutiakova I. et Petrovova E., 2014.** Pesticide risks and benefits.

**Rajveer K., Gurjot K.M., Shweta R. and Injeela K., 1889-1897.** Pesticides Classification and its Impact on Environment, Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci (2019) 8(3).

**Kovalkovicova N., Pisl J., Sutiakova I., Petrovova E., 2014.** Pesticide risks and benefits.

**Kellouche A., Ait-Aider F., Labdaoui K., Moula D., Ouendi K., Hamadi N., Ouramdane A., Frerot B. et Mellouk M., 2010.** Biological activity of ten essential oils against cowpea beetle, *Callosobruchus maculatus* Fabricius (Coleoptera: Bruchidae), IJIB, Vol. 10, No. 2, 87.

**Kemassi A., Herouini A., Hadj S. A., Cherif R., Ould Elhadj M. D., 2019.** effet insecticide des extraits aqueux d'*euphorbia guyoniana* (euphorbiaceae) recoltee dans oued sebseb (sahara algerien) sur le *tribolium castaneum*, lebanese science journal, vol. 20, no. 1.

**Kemassi A., Boual Z., Bouziane N., Ould El Hadj-Khelil A. and Ould El Hadj Mohamed D., 2013.** Biological activity of essential oils leaves from one Sahara plant: *Peganum harmala* L. (Zygophyllaceae) on the desert locus Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci 2(8): 389-39.

## Référence

---

### *L*

**Lebbouz I., Mehaoua M.S., Merabti ., Bessahraoui K., Ouakid M.L.,201** Ovicidal, larvicidal and adulticidal activities of essential oils from *Peganum harmala* L. (Zygophyllaceae) against date moth *Ectomyelois ceratoniae* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae).

**Lukmanul H.S. and Usman S. F.T., 2020.** **Biopesticides** as Promising Alternatives to Chemical Pesticides: A Review of Their Current and Future Status, *OnLine Journal of Biological Sciences*, 20 (2): 66.76.

**Leahy J., Mike M., John K., Russell J., and Nicole B., 2014.** **Biopesticide Oversight and Registration at the U.S. Environmental Protection Agency**, Publication.

### *M*

**Madaci1 R., Merghem M., Doumandji B. et Soltani N., 2008.** .effet du nerium oleander, laurier-rose, (apocynacees) sur le taux des proteines, l'activite de l'ache et les mouvements des vers blancs rhizotrogini, (coleoptera scarabaeidae). *sciences & technologie c – n°27*, pp.75 .

**Miglani R. and Satpal S.B., 2019.** World of earthworms with pesticides and insecticides, *Interdiscip Toxicol.* Vol. 12(2): 71–82.

**Mammeri M., 2021.** Oil Composition from Kabylia (Algeria) and Its Biological Effects Against Cowpea Weevil (*Callosobruchus maculatus*) (Coleoptera: Bruchidae) de Tizi-Ouzou, 15000 Tizi-Ouzou, Algeria. *SageEssential .*, 68.

**Meenatchi R. and Aditi N., 2021.** **Biopesticides for Pest Management**, Springer Nature Singapore Pte Ltd. 2021.

**Makarem R., Habbachi S., Samai I., Habbachi W., Bouzar A., Benhissen S. and Tahraoui A.,** evaluation of the toxic effects of aqueous extracts of *solanum nigrum* L. (solanaceae ) on the mortality and development of *drosophila melanogaster* (diptera : drosophilidae).

**Merola V. et DVM., 2002.** Anticoagulant rodenticides: Deadly for pests, dangerous for pets.

### *O*

**Oulebsir-Mohandkaci1 H. , Ait Kaki S. and Doumandji-Mitiche B.,2015.** Essential Oils of two Algerian aromatic plants *Thymus vulgaris* and *Eucalyptus globulus* as Bio-insecticide against aphid *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae) . *WULFENIA JOURNAL.* Vol 22.

## Référence

---

### *R*

**Regnault-Roger C., Philogène B.J.R. et Vincent C., 2006.** Biopesticides d'origine végétale, TROPICULTURA, 24, 2, 128.

**Rajamani M. and Aditi N., 2021.** Biopesticides for Pest Management, Springer Nature Singapore Pte Ltd..

### *S*

**Subhani A., El ghamry M.A. , Changyong H. and Xu J., 2000.** Effects of pesticides (herbicides) on soil microbial biomass\_a review, journal of biological sciences 3(5) :705\_709.

**Suisses C., 2021.** Pesticides : répercussions sur l'environnement, la biodiversité et les services écosystémiques, Vol. 16, No. 2.

**Seghier H., Tine-Djebbar F., Loucif-Ayad W. and Soltani N., 2020.** Lenticidal and Pupalicidal Activities of Petroselinum Crispum Seed Essential Oil on Culex Pipiens and Culiseta Longiareolata Mosquitoes .Transylvanian Review: Vol XXVII, No. 47.

### *T*

**Tijjani, A., Bashir K.A., Mohammed I., Muhammad A., Gambo A. and Musa H., 2016.** Biopesticides for pests control: a review, journal of biopesticides and agriculture, vol. 3 no. 1.

**Testud T., Grillet J.-P.,** Insecticides organophosphorés, carbamates, pyrèthrinoïdes de synthèse et divers, 16-059-C-10.

**Tijjani, A., Bashir K.A., Mohammed I., Muhammad A., Gambo A. and Musa H., 2016.** Biopesticides for pests control: a review, journal of biopesticides and agriculture, vol. 3 no. 1.

### *Y*

**Yadav , Sujit K., Yadav R. S. and Rajendra K., 2016.** biopesticides - an alternative and eco-friendly source for the control of pests in agricultural crops, plant archives vol. 16 no. 2, pp. 902-906.

### *Z*

**Zoubiri S., Aoumeur B., 2011.** Chemical composition and insecticidal properties of some aromatic herbs essential oils from Algeria. Food chemistry 129:179-182.

## Référence

---

**El hadi Z.M., Mouhouche F. and Hazzit M., 2021.** Insecticidal activity of three essential oils combined to mineral substances against *tribolium confusum* duval 1868 (coleoptera, tenebrionidae). *revue agrobiologia* 11(1): 2336-2345.

**Zoubiri S. et Aoumeur B., 2010.** essential oil composition of *coriandrum sativum* seed cultivated in Algeria as food grains protectant, *food chemistry* 1221226-1228

**Zoubiri S. et Aoumeur B., 2012.** GC and GC/MS analyses of the algerian *lantna camara* leaf essential oil: effect against *sitophilus granarius* adults. *journal of saudi chemical society* 16, 291-297.

---

# Résumé

---

## Résumé:

Dans la recherche des méthodes alternatives de lutte, le règne végétal offre beaucoup de possibilités. Depuis l'Antiquité, les végétaux ont été présentés à afficher non seulement de leurs avantages pharmacologiques, mais d'autres propriétés biologiques, y compris les activités insecticides. L'une des approches de recherche est d'étudier ces plantes et leurs extraits pour identifier une source possible d'insecticides naturels. Cette étude constitue une synthèse des principaux travaux réalisés en Algérie dans ce domaine. Les choix des plantes testées, des insectes, des extraits, et des essais biologiques faits par les chercheurs sont discutés.

**Mots clés :** plantes insecticides, tests biologiques, activités insecticides, Algérie.

## Abstract:

In the search for alternative methods of control, the plant kingdom offers many possibilities. Since Antiquity, plants have been presented to display not only their pharmacological advantages but other biological properties including insecticidal activities. One of the research approaches is to study these plants and their extracts to identify a possible source of natural insecticides. This study is a synthesis of the main work carried out in Algeriain this context. The choices of the plants tested, insects, extracts, and bioassays made by the researchers are discussed.

**Keywords:** insecticide plants, biological tests, insecticides activities, Algeria.

## الملخص:

في البحث عن طرق المكافحة البديلة، تقدم المملكة النباتية العديد من الاحتمالات. منذ العصور القديمة، ثبت أن النباتات لا تعرض فقط فوائدها الدوائية، ولكن أيضاً خصائص بيولوجية أخرى، بما في ذلك أنشطة المبيدات الحشرية. تتمثل إحدى طرق البحث في دراسة هذه النباتات ومستخلصاتها لتحديد مصدر للمبيدات الحشرية الطبيعية. تشكل هذه الدراسة تجميعاً للأعمال الرئيسية التي تم القيام بها في الجزائر في هذا المجال. حيث تمت مناقشة اختيارات النباتات المختبرة والحشرات المستهدفة والمستخلصات والتجارب الحيوية التي قام بها الباحثون.

**الكلمات المفتاحية:** النباتات الضارة بالحشرات، اختبارات بيولوجية، أنشطة المبيدات الحشرية، الجزائر