



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE

Université des Frères Mentouri Constantine  
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

جامعة الاخوة منتوري قسنطينة  
كلية علوم الطبيعة والحياة

Département : Biologie Animale

قسم : بيولوجيا الحيوان

Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : *Toxicologie et Santé*

Intitulé :

---

# La lutte biologique contre les insectes nuisibles : Utilisation des plantes et des extraits de plantes

---

Présenté et soutenu par : M<sup>elle</sup> BOUZERIDA Karima

Le : 05 /06/2016

M<sup>elle</sup> MANDI Roumaissa

M<sup>elle</sup> LAHLOUH Bouchra

Jury d'évaluation :

Président du jury : Pr.LALAOUI Koraichi    Professeur    Université Constantine 1

Rapporteur : Dr. HABBACHI Wafa    MCA    Université de Annaba

Examinatrices : Dr.BOUBEKRI Nassima    MCA    Université Constantine 1  
Mme. IHOUAL Safia    MAA    Université Constantine 1

*Année universitaire : 2015- 2016*

## *Remerciements :*

*Tout d'abord, Nous remercions Dieu d'avoir donné à l'homme le pouvoir de raisonner, d'exploiter et d'expliquer les vérités de l'univers.*

*En premier lieu nous tenons à exprimer nos sincères remerciements à tous les membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre recherche.*

*Nos remerciements particuliers au Professeur LAALAOUI Koraïchi d'avoir accepté de présider le jury de ce mémoire. Nous remercions, aussi, nos Examinatrices Dr. BOUBEKRI Nassima et Mme. IHOUAL Safia, pour avoir accepté examiner ce modeste travail et de l'enrichir par leurs propositions*

*Un immense remerciement à notre encadreur Dr. Habbachi Waffa, Maître de Conférences à l'université de Badji Mokhtar Annaba, pour avoir accepté diriger et suivre ce travail, pour la facilité de travail qu'elle nous'a procuré, pour les précieux conseils qu'elle nous'a prodigué tout au long de notre travail, pour sa patience et sa bienveillance.*

*Nous tenons aussi à exprimer nos sincères remerciements à tous les professeurs qui nous ont enseigné et qui par leurs compétences nous ont soutenu dans la poursuite de nos études et aussi au géant professeur de Monsieur LAALAOUI.*

*Nos remerciements s'étendent également à nos chers parents pour tout ce qu'ils font pour notre bonheur, pour leur contribution et leur soutien moral.*

*Dédicace :*

*Je dédie cet humble travail avec grand amour,  
sincérité et fierté:*

- ♥ *A mon père Walid, symbole de bonté, de soutien et de compréhension.*
  
- ♥ *A l'esprit de ma mère Dalila, décédée en 2001, et à ma zeme mère Karima synonyme d'amour, de sagesse et de courage.*
  
- ♥ *A mes chères sœurs Asma et Soumia et Loudjayn et Dorsaf, en témoignage de la fraternité, avec mes souhaits de bonheur et de santé et de succès. Et à tous les membres de Ma famille : Beïlessen, Fares et Radouan.*
  
- ♥ *A tous mes amis notamment : Walid, Chorok Insaf, Chaïma, rayen, Maroua Tous mes professeurs et à tous qui compulse ce modeste travail.*

Karima

*Dédicace :*

*Je dédie cet humble travail avec grand amour,  
sincérité et fierté:*

- ♥ *A mon père Nacer, symbole de bonté, de soutien et de compréhension.*
  
- ♥ *A ma mère Djamila synonyme d'amour, de sagesse et de courage.*
  
- ♥ *A mes chers frères Mohamed, Salah Eddine et Zain Eddine, en témoignage de la fraternité, avec mes souhaits de bonheur et de santé et de succès.  
Et à tous les membres de ma famille.*
  
- ♥ *A tous mes amis notamment : Sarah, Tous mes professeurs et à tous qui compulse ce modeste travail.*

*Maissa*

*Dédicace :*

*Je dédie cet humble travail avec grand amour,  
sincérité et fierté:*

♥ *A mon père Abd Rrahmane, symbole de bonté,  
de soutien et de compréhension.*

♥ *A ma mère Saïda, synonyme d'amour, de  
sagesse et de courage.*

♥ *A mes chères sœurs Khaoula et Nour El  
Houda, en témoignage de la fraternité, avec mes  
souhaits de bonheur et de santé et de succès. Et à  
tous les membres Ma famille.*

♥ *A tous mes amis notamment : Marouan,  
Sarah, Salah, Tous mes professeurs et à tous qui  
compulse ce modeste travail.*

Bouchra (Bicha)

# SOMMAIRE

<b>Introduction générale</b> .....	1
<b>Chapitre1 : Les pesticides</b>	
<b>Introduction</b> .....	4
<b>1. Les pesticides</b> .....	5
<b>2. Les type de pesticides</b> .....	6
2.1. Premier système de classification : selon la nature de l'espèce à combattre .....	6
➤ <i>Les herbicides</i> .....	6
➤ <i>Les fongicides</i> .....	6
➤ <i>Les insecticides</i> .....	6
2.2. Deuxième système de classification : selon la nature chimique de l'insecticide.....	7
<b>3. Caractéristique de pesticides</b> .....	9
3.1. Caractéristiques phytopharmaceutiques des pesticides .....	9
3.2. Caractéristiques toxicologiques des pesticides.....	9
<b>4. Toxicité des pesticides</b> .....	10
<b>Chapitre2 : Les insecticides et les méthodes de luttes</b>	
<b>1. Les insecticides</b> .....	12
<b>2. Les applications des insecticides (Historique)</b> .....	12
<b>3. Types des insecticides</b> .....	13
➤ <i>Les organochlorés</i> .....	13
➤ <i>Les organophosphorés</i> .....	14
➤ <i>Les carbamates</i> .....	16
➤ <i>Les pyréthrinoïdes</i> .....	16
➤ <i>Les azoles</i> .....	17

---

<b>4. Les effets néfastes des insecticides</b> .....	18
<b>5. Les méthodes de lutttes</b> .....	20
5.1. <i>La lutte chimique et ses inconvénients</i> .....	20
5.2. <i>La lutte biologique et ses inconvénients</i> .....	21
<b>6. Quelques insecticides biologiques de synthèse très utilisés</b> .....	24
6.1. <i>Le spinosad</i> .....	24
6.2. <i>Bacillus thuringiensis (Bt)</i> .....	28
6.3. <i>L'azadirachtine</i> .....	31
<b>7. Le monde botanique et les insecticides</b> .....	35
7.1. <i>Les plantes médicinales</i> .....	35
7.2. <i>Les plantes toxique</i> .....	37
➤ <i>Peganum harmala L.</i> .....	38
➤ <i>Daphne gnidium</i> .....	45
<b>Chapitre3 : Effets bioinsecticides sur les insectes nuisibles</b>	
<b>Conclusion générale</b> .....	62
<b>Références bibliographiques</b> .....	64
<b>Résumés</b>	

**Liste des tableaux :**

<b>Tableau 1:</b> Historique de l'évolution des trois plus grandes classes de pesticides des années 1900 à nos jours.....	8
<b>Tableau 2:</b> Catégories de menace présentée par un produit selon l'OMS .....	10
<b>Tableau 3:</b> Les propriétés de spinosad.....	26
<b>Tableau 4 :</b> Toxicité du spinosad sur différentes familles de ravageurs.....	28
<b>Tableau 5 :</b> les propriétés du <i>Bt</i> .....	29
<b>Tableau 6:</b> Données de toxicité du <i>Bacillus thuringiensis</i> .....	31
<b>Tableau 7 :</b> les propriétés de l'azadirachtine.....	33
<b>Tableau 8 :</b> Les doses toxiques des d'alcaloïdes de <i>P. harmala</i> .....	43



**Liste des figures :**

<b>Figure 1 :</b> Structures chimiques des principales familles des pesticides.....	7
<b>Figure 2 :</b> Structure générale des organochlorés.....	14
<b>Figure 3 :</b> Structure générale des organophosphorés.....	15
<b>Figure 4 :</b> Structure générale des carbamates.....	16
<b>Figure 5 :</b> Structure générale des pyréthriinoïdes.....	17
<b>Figure 6 :</b> Structure générale des azoles.....	17
<b>Figure 7 :</b> Augmentation du nombre d'espèces résistantes aux insecticides au cours du temps .....	19
<b>Figure 8 :</b> Surface épineuse de la bactérie.....	25
<b>Figure 9 :</b> Coup longitudinal de la bactérie.....	25
<b>Figure 10 :</b> Structure du spinosad (R = H : spinosyne A ; R = CH <sub>3</sub> : spinosyne D).....	25
<b>Figure 11 :</b> Schéma d'un <i>Bacillus thuringiensis</i> .....	29
<b>Figure 12 :</b> La structure de l'azadirachtine.....	32
<b>Figure 13 :</b> La plante de Neem.....	33
<b>Figure 14 :</b> Arbuste de <i>Peganum harmala</i> L.....	39
<b>Figure 15 :</b> Différents parties de l'espèce <i>Peganum harmala</i> L.....	39
<b>Figure 16 :</b> Structures chimiques des alcaloïdes <i>P. harmala</i> .....	41
<b>Figure 17 :</b> <i>Daphne gnidium</i> .....	49

**Les abréviations :**

**ACh** : Acétyle Choline

**Bt** : *Bacillus thuringiensis*

**Bti**: *Bacillus thuringiensis israelensis*

**Btk**: *Bacillus thuringiensis kurstaki*

**CL50** : Concentration Létale de 50% de l'échantillon

**CL90** : Concentration Létale de 90% de l'échantillon

**DDD** : Dichlorodiphényldichloroéthane

**DDE** : Dichlorodiphényldichloroéthylène

**DDT** : Dichloro Diphényl Trichloroéthane

**DL50**: Dose Létale

**DTT** : Dithiothréitol

**EC**: Concentré Emulsifiable

**FAO**: Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture

**GABA** : L'acide  $\gamma$ -aminobutyrique

**HCH** : Hexachlorocyclohexane

**IGRs** : Les Régulateurs de Croissance des Insectes

**JH** : Hormone Juvénile

**OILB**: Organisation Internationale de la Lutte Biologique et intégrée

**OILB-SROP** : Organisation Internationale de la Lutte Biologique et intégrée – Section  
Régionale Ouest Paléarctique

**OMS** : Organisation Mondiale de la Santé

**PH**: Hydrure de Phosphore

**TL50** : Temps Létal de 50% de l'échantillon

**TL90**: Temps Létal de 90% de l'échantillon

**UV** : Ultra Violet

# ***Introduction générale :***

---

## **1. Introduction :**

Les insectes jouent un rôle considérable dans l'équilibre biologique de la nature et l'homme les qualifie d'espèces utiles (abeilles ou ver à soie) ou nuisibles aux cultures (Cricketts), forêts (chenilles) ou encore à la santé tels les moustiques ou les blattes (Ebeling, 1978).

Ces espèces cosmopolites, colonisent les endroits chauds et humides et particulièrement les commerces liés à la nourriture (Grandcolas, 1998). Leur régime omnivore leur permet en outre, une accommodation à tous types d'aliments (Gordon, 1996).

L'analyse du lien entre une exposition à des insecticides et la survenue d'une pathologie est complexe et difficile à mettre en œuvre. Les nombreuses molécules insecticides sont très différentes, très utilisées, de caractéristiques physico-chimiques très variées et de toxicités très diverses.

L'exposition aux insecticides peut être de nature très variée : professionnelle ou non ; conduisant à une contamination par diverses voies (digestive, respiratoire, cutanée, muqueuse) ; associant ou non des insecticides, susceptibles de présenter alors des effets synergiques...

L'analyse cellulaire du mode d'action des insecticides ne permet pas de prévoir la réponse de l'organisme humain à une contamination. La relation entre un insecticide et son effet chronique sur la santé humaine est donc très difficile à établir mais, compte tenu de leur mode d'action et de leur toxicité, certains insecticides peuvent constituer une menace pour la santé humaine.

Les régulateurs de croissance des insectes (IGRs) sont de nouvelles molécules sélectives et non polluantes préservant l'environnement. Ces composés naturels et/ou synthétiques agissent de manière spécifique en perturbant des éléments vitaux dans le développement (cuticule ou régulation hormonale) de l'insecte visé. Les IGRs sont répartis en trois grands groupes: les agonistes et antagonistes de l'hormone juvénile (JH), les inhibiteurs de la synthèse de la chitine et les agonistes et antagonistes de l'hormone de mue. Ils inhibent en effet, soit la régulation des deux principales hormones du développement, l'hormone juvénile (J.H) et les écdystéroïdes, soit le processus de mue (Dhadialla *et al.*, 2005).

Les IGRs malgré leur innocuité par rapport à l'homme et son environnement peuvent induire comme tout autre insecticide, des mécanismes de résistance chez les organismes visés. Les insectes visés ont développé des résistances contre le teflubenzuron (Ismail & Wright, 1991, 1992; Gorman *et al.*, 2002), le diflubenzuron (Keiding, 1999; Kotze & Sales, 2001; Kristensen et Jespersen, 2003), le tebufenozide (Moffit *et al.*, 1988; Sauphanor *et al.*, 1998; Boivin *et al.*, 2001), le chlorfluazuron (Shoji et Hisaaki, 2005) et le pyriproxifène (Elbert & Nauen, 2000). Les mécanismes de détoxification face à l'entrée des insecticides restent encore male élucidé (Feng *et al.*, 2001).

Que faire devant cette prolifération d'organismes nuisibles, et en particulier d'insectes phytophages s'attaquant aux ressources nécessaires au bien-être de l'humanité? Il y a, en fait, trois solutions:

1) ne rien faire, laisser faire la nature comme disent certains, et être prêts à modifier de façon drastique notre mode de vie et faire face éventuellement à des conditions de famine et d'épidémies qui sont tout simplement inacceptables;

2) procéder à une extermination radicale de tous les organismes que nous considérons comme nuisibles. Cette solution extrême ferait un tort considérable à notre environnement et bouleverserait encore davantage les fragiles relations qui existent entre les êtres vivants;

3) entreprendre un programme de lutte bien pensée qui prend d'abord en considération les équilibres biotiques et abiotiques. On fera donc appel à tous les moyens disponibles et on verra à préserver tous les éléments essentiels de notre environnement. Cette approche prend en considération autant les besoins alimentaires et sanitaires d'une population toujours croissante que la préservation d'un environnement que nous avons hérité de nos ancêtres et que nous devons remettre aussi intact que possible à nos descendants (Philogene, 1991).

Les pesticides sont diffusés partout, car les résidus de pesticides ont été trouvés dans plus de 70 % des fruits et des légumes, plus de 60 % des échantillons de blé et de 99% de lait. Ils sont également présents dans les organes de presque tous les adultes et les enfants (Berrah, 2011).

Les insecticides biologiques permettent un meilleur respect de l'environnement. Les insecticides biologiques détruisent efficacement les organismes considérés comme

indésirables ou nuisibles. Certains insectes contribuent cependant naturellement à la protection des cultures. Avec spinosad, Dow Agro Sciences (1998-2010) a mis au point un procédé innovant de lutte insecticide qui respecte les auxiliaires de la culture. Depuis quelques années, la lutte biologique se développe à travers de lâcher d'organismes vivants (insectes, champignons, bactéries). Ces organismes utiles sont appelés «auxiliaires»

Le groupe d'OILB-SROP précise que la lutte biologique est l'utilisation d'organismes vivants pour prévenir ou réduire les dégâts causés par des ravageurs. Ces organismes sont des parasitoïdes (Hyménoptères) ou prédateurs (punaises prédatrices, coccinelles ...etc.). D'autres moyens de lutte biologique existent, mais ils ne sont pas efficaces tel que les pucerons (agents pathogènes), les bactéries (organismes compétiteurs) et les champignons.

Le problème, donc, se pose différemment à l'extérieur. Les insecticides sont parfois utilisés mais ce n'est jamais très satisfaisant du fait de leurs impacts et ce qui favorise les auxiliaires naturels de devenir une priorité en agriculture biologique.

Insectes nuisibles sont ceux qui cohabitent avec l'être humain et ils ont développé entre eux des relations complexes. Les insectes que l'on dit nuisibles sont généralement ceux qui parasitent les humains et le bétail, leur font compétition pour l'obtention de nourriture ou leur transmettent des maladies. Les modifications apportées aux écosystèmes par les humains favorisent pour certains insectes et espèces qui s'y adaptent de devenir très nuisibles (Borror *et al.*, 1981).

Les objectifs de ce travail sont de réaliser un état des lieux des connaissances sur le lien entre insecticides et la santé humaine et animales (certains cancers et maladies) et de montrer que la mortalité des insectes nuisibles (vecteurs de maladies et ravageurs de cultures) est fonction de la nature du produit utilisé.

*Chapitre1 :*  
*Les pesticides*

---



## **Introduction :**

L'usage et la production des pesticides ont connu un très fort développement depuis le début des années 1950. Les pesticides utilisés depuis les débuts de l'agriculture humaine jusqu'au milieu du XXe siècle, étaient principalement des minéraux, l'arsenic et le soufre notamment. Au XIXe siècle, la production de masse de fongicides à base de mercure et de sulfate de cuivre augmente notablement. Par le développement de la chimie organique de synthèse et la recherche d'armes chimiques pendant la seconde guerre mondiale, des composés organiques sont mis au point, notamment les organochlorés et les organophosphorés. Entre 1945 et 1985, les quantités de pesticides utilisées ont été multipliées par seize (Gatignol, 2010).

L'usage des pesticides conjugué à celui d'engrais a permis de multiplier par trois les rendements agricoles depuis 1960 et de limiter la déforestation. En 50 ans, la moitié de la surface de la forêt actuelle a été préservée (Gatignol, 2010).

Depuis quelques années, le tonnage de pesticides vendus a diminué suite aux conséquences néfastes de ces produits sur l'environnement et la santé humaine. De nombreuses résistances biologiques aux pesticides sont apparues dès les années 1950 pour les fongicides et dès la fin des années 1970 pour les herbicides et mêmes aux insecticides lors de la lutte anti-vectorielle contre les espèces nuisibles qui vivent au voisinage de l'homme ou qui s'attaquent aux cultures et aux forêts. De ce fait, la lutte contre les bio-agresseurs devenant de plus en plus difficile conduit à une augmentation du nombre de pesticides utilisés.

La toxicité potentielle des pesticides, tant pour l'environnement que pour l'homme, a suscité et suscite de nombreuses polémiques. Du fait des enjeux économiques et des craintes que les pesticides engendrent, ils sont à l'origine de conflits d'intérêts (Gatignol, 2010). Les travaux sur les liens entre pesticides et santé sont menés par quelques équipes de recherche (Lebailly, 2009 ; DST, 2009 ; Multigner, 2005 ; Baldi, 2011).

Ce premier chapitre a été consacré à la description des pesticides et leurs rôles dans l'environnement en déterminant les différents types de pesticides, leur caractéristiques et mêmes leurs effets et toxicités.

## 1. Les pesticides :

Le terme "pesticides" est une appellation générique couvrant toutes les substances (molécules) ou produits (formulations) qui éliminent les organismes nuisibles, qu'ils soient utilisés dans le secteur agricole ou dans d'autres applications (INRA, 2006). La substance ou le microorganisme qui détruit ou empêche les organismes nuisibles de s'installer sur leurs hôtes est désignée substance active à laquelle sont associés dans la préparation un certain nombre de «formulant» (mouillants, solvants, anti-mousses, ...etc.) qui la rendent utilisable (ACTA., 2005).

Les pesticides sont présents dans presque tous les milieux de l'environnement y compris les eaux de surface, les eaux souterraines, l'air ambiant, la poussière, le sol, le brouillard, la pluie et la glace (Berrah, 2011).

Le terme « pesticide » couvre un champ plus vaste et général que les expressions « produits phytosanitaires » ou « produits phytopharmaceutiques » car il englobe tous les produits destinés à lutter contre tous les dits nuisibles, ou indésirables (ex : les champignons qui pourraient attaquer une charpente) et les médicaments vétérinaires destinés à protéger les animaux domestiques, gibiers ou de compagnie (par exemple, le collier antipuces pour chien) (Berrah, 2011).

Un pesticide est désigné par son nom commun, par son nom chimique ou par son nom commercial (DDELCC, 2015). Le nom commun d'un pesticide fait référence à l'ingrédient actif. Par exemple, le Roundup, est un produit retrouvé sur le marché, renferme du glyphosate, qui est le nom commun de l'ingrédient actif, et des produits de formulation. Le nom chimique désigne le nom de la structure chimique de l'ingrédient actif. Par exemple, le nom chimique du glyphosate est le *N*-(phosphonométhyl) glycine. Le nom commercial est le nom attribué au pesticide par le fabricant. Par exemple, le glyphosate est notamment commercialisé sous le nom de Roundup.

## 2. Les types des pesticides :

Les pesticides disponibles aujourd'hui sur le marché sont caractérisés par une telle variété de structures chimiques, de groupes fonctionnels et d'activités que leur classification est complexe. D'une manière générale, les substances actives peuvent être classées soit en fonction de la nature de l'espèce à combattre (premier système de classification), soit en fonction de la nature chimique de la principale substance active qui les compose (2<sup>ème</sup> système de classification) (El Mrabet, 2008).

### 2.1. Premier système de classification : selon la nature de l'espèce à combattre :

Le premier système de classification repose sur le type de parasites à contrôler. Il existe principalement trois grandes familles d'activités qui sont les herbicides, les fongicides et les insecticides (El Mrabet, 2008).

*Les herbicides* représentent les pesticides les plus utilisés dans le monde et pour toutes cultures confondues. Ils sont destinés à éliminer les végétaux rentrant en concurrence avec les plantes à protéger en ralentissant leur croissance. C'est pourquoi, ils sont aussi bien utilisés pour l'entretien des voiries que pour le jardinage des particuliers. Les herbicides possèdent différents modes d'actions sur les plantes, ils peuvent être des perturbateurs de la régulation d'une hormone, « l'auxine » (principale hormone agissant sur l'augmentation de la taille des cellules), de la photosynthèse ou encore des inhibiteurs de la division cellulaire, de la synthèse des lipides, de cellulose ou des acides aminés (El Mrabet, 2008).

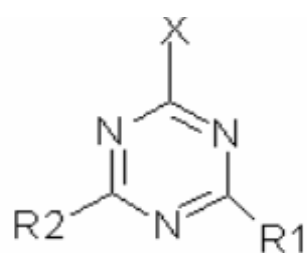
*Les fongicides* permettent quant à eux de combattre la prolifération des maladies des plantes provoquées par des champignons ou encore des bactéries. Ils peuvent agir différemment sur les plantes soit en inhibant le système respiratoire ou la division cellulaire, soit en perturbant la biosynthèse des acides aminés, des protéines ou le métabolisme des glucides (El Mrabet, 2008).

*Les insecticides* sont utilisés pour la protection des plantes et des milieux urbains contre les insectes. Ils interviennent en les éliminant ou en empêchant leur reproduction, leur développement, leur alimentation, ...etc. Il existe différents types d'insecticides selon leur mode d'action, on peut citer les neurotoxiques, les régulateurs de croissance et ceux agissant sur la respiration cellulaire. Outre, ces trois grandes familles mentionnées ci-dessus, d'autres peuvent être citées en exemple : les acaricides, contre les acariens ; les némantocides, contre

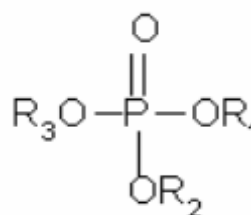
les vers du groupe des nématodes ; les rodenticides, contre les rongeurs ; les taupicides, contre les taupes ; les molluscicides, contre les limaces et escargots ou encore les corvicides et corvifuges, respectivement contre les corbeaux et les autres oiseaux ravageurs de culture (El Mrabet, 2008).

## 2.2. Deuxième système de classification : selon la nature chimique de l'insecticide :

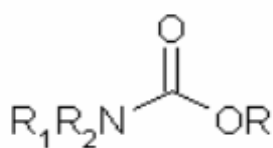
Le deuxième système de classification tient compte de la nature chimique de la substance active qui compose majoritairement les produits phytosanitaires. Compte tenu de la variété des propriétés physico-chimiques des pesticides disponibles sur le marché, il existe un très grand nombre de familles chimiques. Les plus anciens et principaux groupes chimiques sont les organochlorés, les organophosphorés, les carbamates, les thiazines et les urées substituées (Tab. 1) (El Mrabet, 2008).



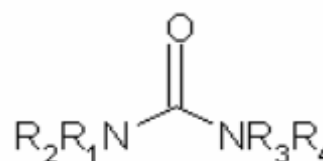
Triazines



Organophosphorés



Carbamates



Urées

**Figure 1 : Structures chimiques des principales familles des pesticides.**

Ce deuxième système de classification ne permet pas de définir de manière systématique un composé. Certains pesticides peuvent en effet être composés de plusieurs fonctionnalités chimiques. Ils peuvent alors être classés dans une ou plusieurs familles chimiques (El Mrabet, 2008).

**Tableau 1: Historique de l'évolution des trois plus grandes classes de pesticides des années 1900 à nos jours. (El Mrabet, 2008)**

<b>Evolution des produits</b>			
	<b>Herbicides</b>	<b>Fongicides</b>	<b>Insecticides</b>
<b>Avant 1900</b>	Sulfate de cuivre Sulfate de fer	Soufre Sels de cuivre	Nicotine
<b>1900 – 1920</b>	Acide sulfurique		Sels d'arsenic
<b>1920 – 1940</b>	Colorants nitrés		
<b>1940 – 1950</b>	Phytohormones		Organo-chlorés Organo-phosphorés
<b>1950 – 1960</b>	Triazines, Urées substituées Carbamates	Dithiocarbamates Phtalimides	Carbamates
<b>1960 – 1970</b>	Dipyridyles Toluidines...	Benzimidazoles	
<b>1970 – 1980</b>	Amino-phosphonates Propionates	Triazoles Dicarboximides Amides, Phosphites Mortholines	Pyréthriinoïdes Benzoyl-urées (régulateurs de croissance)
<b>1980 – 1990</b>	Sulfonyl urées ...		
<b>1990 – 2000</b>		Phénylpyrroles Strobilurines	

### **3. Caractéristiques des pesticides :**

#### **3.1. Caractéristiques phytopharmaceutiques des pesticides :**

Les pesticides sont des composés minéraux ou organiques de structures très diverses, aux propriétés physicochimiques et rémanentes également multiples et aux effets toxiques recherchés, ou non, très différents. Classiquement, ils sont répartis entre cinq groupes, selon leur action :

- Insecticides, acaricides, nématocides,
- Fongicides,
- Molluscicides,
- Rodenticides,
- Herbicides, contre adventices et « mauvaises herbes ».

En 1999, Chavéron indiquait qu'en 1965, les pesticides avaient été regroupés en 26 classes chimiques, révélant ainsi leur grande variété de nature chimique (Chavéron, 1999). En 2005, les 489 pesticides autorisés et commercialisés appartiennent à environ 150 familles chimiques différentes (INRA, 2006).

Les pesticides se présentent sous diverses formes (poudres, granulés, émulsions, préparations micro-encapsulées, solutions, aérosols, fumigants, appâts...). Parmi les solvants utilisés pour la formulation ou lors de l'utilisation des pesticides, certains sont parfois plus toxiques que les pesticides utilisés ; de plus, certains résidus de pesticides sont également plus toxiques que les pesticides dont ils sont issus (Cox, 2006). Les pesticides peuvent être utilisés seuls ou en association (Viala, 2005d).

#### **3.2. Caractéristiques toxicologiques des pesticides :**

Aucun pesticide n'est spécifique d'un nuisible ou d'une adventice mais tous sont écotoxiques : leurs modes d'action très différents conduisent à des effets très variés sur l'environnement mais également chez les vertébrés dont la population humaine. Les classifications utilisées pour les produits chimiques s'appliquent aux pesticides. Ces classifications, notamment celle de l'OMS, reposent sur les propriétés toxicologiques des produits concernés.

La classification des produits chimiques, dont les pesticides, mise en place par l'OMS est présentée ci-dessous (WHO, 2010). Cette classification repose sur les catégories de dangerosité toxique aiguë par voie orale et cutanée. Cette classification présente cinq niveaux de dangerosité, indiqués dans le tableau suivant :

**Tableau 2: Catégories de menace présentée par un produit selon l'OMS (WHO, 2010)**

Intitulé du niveau	DL50% pour le rat (mg/kg de poids corporel)	
	voie orale	voie cutanée
Extrêmement dangereux (ED)	< 5	< 50
Fortement dangereux (FD)	5 - 50	50 - 200
Modérément dangereux (MD)	50 - 2 000	200 - 2 000
Légèrement dangereux (LD)	> 2000	
Non connu comme présentant un danger aigu (ND)	5 000 ou plus	

#### 4. Toxicité des pesticides (chez l'homme) :

Par l'effet toxique inhérent à leur fonction, les pesticides peuvent constituer une menace pour la santé humaine. Dans la mesure où les mécanismes d'action des insecticides peuvent également perturber le métabolisme humain, ces pesticides sont plus préoccupants que les herbicides et les fongicides. Toutefois, certains fongicides peuvent être toxiques pour les mammifères (Chevalier, 2003a). D'autre part, les métabolites des pesticides et solvants requis pour leur utilisation sont parfois plus toxiques que les pesticides eux-mêmes (Cox, 2006).

Les intoxications par des pesticides peuvent résulter (Viala, 2005d) :

- d'une ingestion accidentelle d'aliments contaminés (surtout chez l'enfant) ou d'un contact avec la peau ou les muqueuses,
- d'une exposition professionnelle lors de la fabrication, de la formulation ou de l'application, par voie essentiellement respiratoire ou transcutanée,
- de l'accumulation de certains pesticides dans la chaîne alimentaire,
- de leur présence dans l'air ou dans l'eau.

Parmi les facteurs favorisant l'imprégnation aux pesticides, l'alimentation, le fait d'utiliser des pesticides à son domicile, le fait de résider à proximité de zones agricoles, mais parfois plus en zone urbaine. Les pesticides peuvent être présents dans tous les milieux sans

que la part de chacune de ces sources de contamination soit connue, alors qu'elle varie probablement selon la substance et les circonstances d'exposition (InVS, 2010).

En l'absence de connaissances sur la contamination par les pesticides présents dans l'air intérieur et extérieur, il est classiquement considéré que la principale voie de contamination est la voie alimentaire. La consommation d'eau en représente 10 %, les 90 % restants les aliments. Toutefois, certains auteurs suggèrent que la voie de contamination par les aliments est surestimée alors que celle par l'eau est sous-estimée (Ames, 1997 ; Lampi, 1992).

Il est à noter qu'au sein de la population générale, les enfants constituent les individus les plus sensibles et les plus exposés à la contamination orale par les pesticides (WHO, 2004). Le comportement des enfants représente un facteur majeur de leur contamination non alimentaire par les pesticides. En effet, des études ont montré que les mains des enfants représentent un véhicule et une source de pesticides importants dans des communautés agricoles (Shalat, 2003) mais également en zone urbaine (cas des insecticides) (Lu, 2006).

D'après les observations des revues de littérature et méta-analyses, parmi les pathologies susceptibles d'être en lien avec une exposition chronique à des pesticides figurent notamment certains cancers (cancers de la prostate) et certains troubles neurologiques dont les pathologies retenues pour l'étude.



***Chapitre 2 :***  
***Les insecticides et les***  
***méthodes de lutte***

---

## 1. Les insecticides :

Les insecticides sont toutes les substances qui tuent les insectes, empêchent l'éclosion des œufs, altèrent le développement normal des larves ou la maturation sexuelle (Faurie *et al.*, 2003). C'est le plus important groupe de pesticides qui englobe plusieurs familles : les insecticides organochlorés, les insecticides carbamates, les insecticides organophosphorés, les insecticides végétaux et autres produits (Belmonte, 2005).

Les insecticides sont, aussi, définis comme des produits neurotoxiques qui exterminent les insectes nuisibles, notamment pour les plantes. Les insecticides sont destinés à être inhalés, touchés ou ingérés par l'insecte. Les insecticides, une fois en contact avec l'insecte, pénètrent dans son système nerveux et le tuent. Certains insecticides coupent la sensation de faim et l'insecte s'affame jusqu'à sa mort. D'autres insecticides agissent comme un poison ou étouffent l'insecte. Les insecticides peuvent également cibler les larves et les œufs d'insectes (Hordé, 2015).

## 2. Application des insecticides (historique) :

La lutte contre ces organismes existe depuis des millénaires. L'usage du soufre est apparu chez les Sumériens vers 2000 ans avant Jésus-Christ et l'arsenic était recommandé par Pline (naturaliste romain) en tant qu'insecticide. En 1690, Jean de la Quintinie a décrit les propriétés insecticides du tabac (nicotine). Cependant, ce n'est qu'au XIX<sup>e</sup> siècle que l'utilisation des pesticides a connu un développement important. Différents éléments ont favorisé ce développement: l'accroissement démographique de la population humaine (obligation d'augmenter la productivité agricole), l'affaiblissement des terres agricoles (épidémies dans les cultures), l'apparition du machinisme agricole ainsi que les progrès considérables dans le domaine de la chimie organique de synthèse. Les traitements des cultures par les insecticides apparaissent alors avec l'utilisation de l'arsenic pour lutter contre les insectes ravageurs (ex: arséniate de plomb contre l'Eudémis de la vigne) (Louat, 2013).

Néanmoins, le véritable essor des pesticides de synthèse débute au XX<sup>e</sup> siècle. On assiste à un développement considérable des insecticides organiques qui sont majoritairement des composés organochlorés (Louat, 2013).

Le DDT (dichlorodiphényltrichloroéthane) a été synthétisé en 1874 par Othman et Zeidler et ses propriétés insecticides furent découvertes en 1939 par Müller et Weissman. Il

fut très efficace dans la lutte contre les insectes ravageurs comme les moustiques vecteurs du paludisme. D'autres organochlorés furent utilisés comme le HCH (hexachlorocyclohexane), l'endosulfan, l'aldrine ou la dieldrine (Louat, 2013).

Au cours de la seconde moitié du XXe siècle, de nombreuses découvertes ont permis d'enrichir la famille des pesticides dans le domaine agricole notamment par les recherches menées sur les gaz de combat durant la seconde guerre mondiale. Des insecticides très efficaces apparaissent alors. Tout d'abord, la famille des organophosphorés dont les propriétés ont été mises en évidence en 1936 et qui se développent à partir de 1944 avec le malathion, le dichlorvos ou encore le parathion. En 1957, le premier insecticide appartenant à une nouvelle famille, les carbamates, est décrit: le carbaryl qui sera suivi par le carbosulfan ou encore l'aldicarbe. Dans les années 1970-1980, une autre famille d'insecticides est découverte: les pyréthrinoïdes, analogues de synthèse des pyréthrines, substances présentes dans les fleurs de chrysanthème. Certaines molécules sont encore utilisées actuellement comme la perméthrine, la cyperméthrine et la deltaméthrine. Les benzoylurées apparaissent en 1972 avec le diflubenzuron puis les phénylpyrazoles en 1993 avec le fipronil. Dans les années 1970s puis 1980s, des recherches basées sur la structure de la nicotine ont permis le développement d'une nouvelle famille d'insecticides, les néonicotinoïdes (Jeschke et Nauen, 2008). La commercialisation de l'imidaclopride débute en 1994 et il sera suivi par d'autres substances comme le thiaclopride, le nitenpyrame ou encore le clothianidine. Les néonicotinoïdes dominent actuellement le marché des insecticides (Louat, 2013).

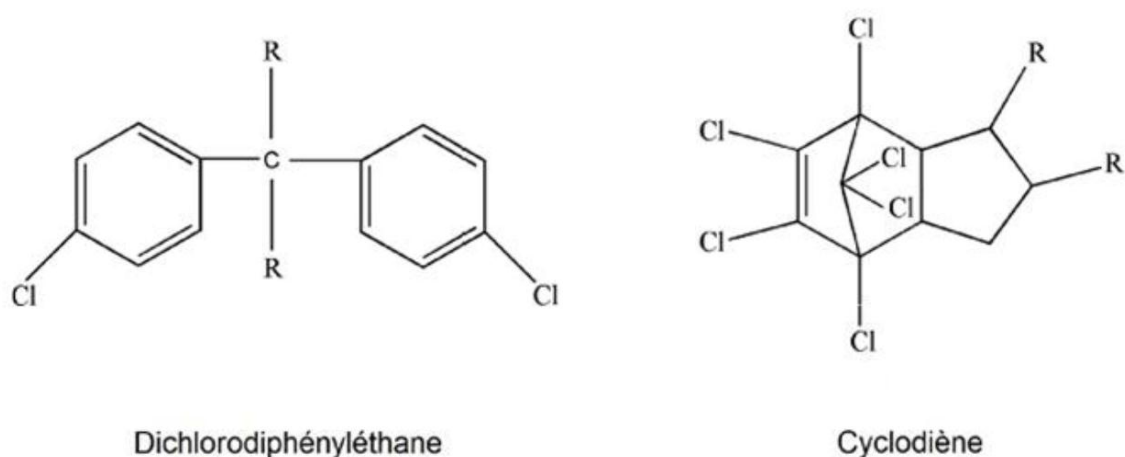
### **3. Type des insecticides :**

Les insecticides sont deux grands groupes principaux, le premier groupe est les insecticides chimiques de synthèse et le deuxième est les insecticides végétaux (d'origine naturelle). Les plus grandes familles auxquelles appartiennent les insecticides de synthèse sont :

#### ***Les organochlorés:***

Constituent la plus vieille classe d'insecticides de synthèse; ce sont les premiers à avoir été largement utilisés. Ils sont d'une grande efficacité mais leur très grande persistance et leur accumulation dans l'écosystème et la santé humaine font que leur usage a été progressivement et presque totalement abandonné.

Les organochlorés se répartissent en trois groupes de composés. Le premier est le groupe des dichlorodiphénylétanes, dont le plus connu est le dichlorodiphényltrichloéthane ou DDT et ses produits de dégradation anaérobie DDD (dichlorodiphényldichloroéthane) et aérobie DDE (dichlorodiphényldichloroéthylène) (Hildebrandt *et al.*, 2008). Le deuxième groupe est le groupe des cyclodiènes alors que le troisième regroupe les autres composés qui ont des structures différentes (Chernyak *et al.*, 1996). Les structures chimiques générales des groupes des organochlorés sont résumées dans la figure 2.



**Figure 2. Structure générale des organochlorés (Lopez *et al.*, 2005)**

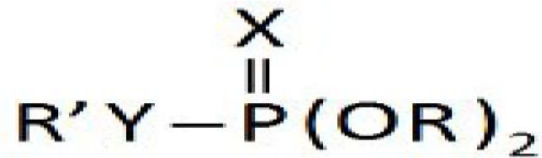
Le DDT est l'insecticide le plus connu du vingtième siècle, très largement utilisé dans les années quarante à soixante avant que l'on ne se rende compte de ses puissants effets non intentionnels. Le lindane, a connu un grand succès. Son emploi n'est plus autorisé mais certains pays en voie de développement l'utilisent encore (ACTA, 2005 ; Pedigo, 2002).

Tous les organochlorés n'ont pas le même mode d'action; le DDT semble agir sur la transmission de l'influx nerveux le long de l'axone en perturbant les flux transmembranaires de sodium et potassium. Les cyclodiènes, le lindane, l'endosulfan agiraient sur la synapse GABAergique en inhibant les flux membranaires de chlore au travers des récepteurs canaux post synaptiques au GABA (Bloomquist, 1996 ; Callec *et al.*, 1986).

### ***Les organophosphorés:***

Sont des esters de l'acide phosphorique, ils constituent une grande famille aux structures et propriétés chimiques extrêmement variées. Leur mode d'action est comparable à

celui des carbamates: ce sont comme eux des inhibiteurs du cholinestérase. Ils inactivent cette enzyme par phosphorylation d'un résidu sérine du site actif. L'accumulation du neurotransmetteur (ACh) qui en résulte est responsable d'un déséquilibre dans la neurotransmission et des symptômes observés (hyperexcitation, convulsions, paralysie) qui se terminent par la mort de l'insecte. Les effets ne sont pas immédiats mais l'inactivation de l'enzyme est irréversible, contrairement aux carbamates (Bloomquist, 1996).



[R : groupe Alkyle ; X et Y : Atomes d'oxygène et de soufre ; R' : groupe de structure variable]

**Figure 3. Structure générale des organophosphorés (Lopez *et al.*, 2005)**

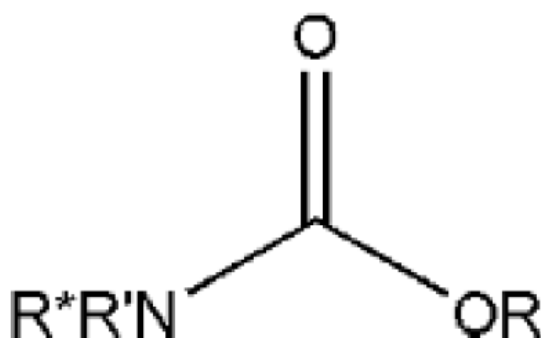
C'est un groupe d'insecticides peu sélectifs, généralement assez toxiques pour les Vertébrés (Farahat *et al.*, 2003). La plupart est classée très dangereux pour les abeilles et leur emploi est interdit durant la floraison. Leur persistance sur les surfaces traitées est plutôt faible car leur dégradation en composés non toxiques par la lumière se fait en quelques heures ou quelques jours.

Ils ont ainsi peu à peu remplacé les organochlorés. Ils sont toutefois de moins en moins utilisés car considérés dangereux en se basant sur les critères d'homologation actuels (Pedigo, 2002).

Les organophosphorés aliphatiques possèdent une longue chaîne carbonée. On trouve dans ce groupe le malathion, le diméthoate, le trichlorfon, l'acéphate ou le méthamidophos. Les dérivés phénols sont plus stables et donc plus rémanents que les dérivés aliphatiques. Les dérivés hétérocycliques (dont les cycles contiennent des atomes de soufre ou d'azote) sont les composés les plus stables. Figurent dans ce groupe le diazinon, le phosmet, le méthidathion ou le chlorpyrifos (Bloomquist, 1996).

**Les carbamates:**

Sont des insecticides à large spectre utilisés couramment depuis leur mise au point dans les années cinquante. Ce sont des esters de l'acide carbamique généralement non hydrosolubles; cependant certaines molécules (aldicarbe, carbofurane par exemple) sont aliphatiques, ce qui leur confère un caractère hydrosoluble plus marqué et des propriétés systémiques. Ces insecticides sont généralement doués d'une toxicité marquée envers les Vertébrés et les Hyménoptères auxiliaires comme l'abeille (Bloomquist, 1996). Ce sont des molécules neurotoxiques appartenant au groupe des inhibiteurs du cholinestérase. Les carbamates agissent en inactivant (de façon réversible) cette enzyme par le biais de la carbamylation d'un résidu sérine du site actif; l'acétylcholine n'est plus dégradée et s'accumule alors dans l'espace inter-synaptique. Cela crée une hyperstimulation post-synaptique aboutissant à des symptômes tels des convulsions, tremblements, hyperexcitabilité évoluant vers la mort (Bloomquist, 1996).



**Figure 4. Structure générale des carbamates (Lopez *et al.*, 2005)**

**Les pyréthrinoïdes :**

Les pyréthrinoïdes sont des esters de l'acide chrysanthème monocarboxylique. Par extension, les groupes méthyles rattachés à la liaison double dans le groupe isobutényle peuvent être rattachés par des atomes d'halogène.

Malgré leur faible utilisation à faible dose, les pyréthrinoïdes ont un spectre d'activité assez large. En effet, ils sont largement utilisés dans le traitement des fruits, des olives...etc. Très peu volatiles et très lipophiles, les pyréthrinoïdes sont quasiment insolubles dans l'eau (Jokanović, 2001).

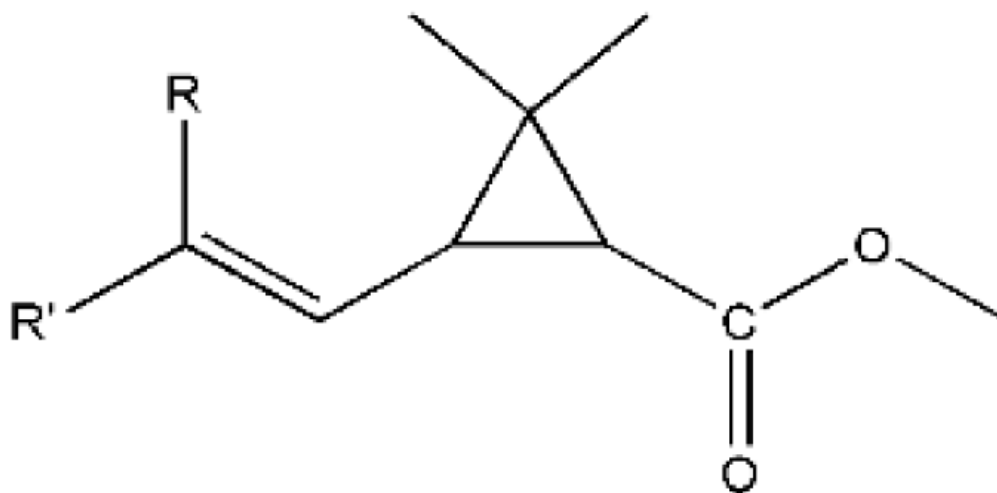


Figure 5. Structure générale des pyréthrinoïdes (Hildebrandt *et al.*, 2008)

*Les azoles :*

Les azoles ou pyrroles constituent une classe de composés hétérocycliques à cinq chaînons renfermant un ou deux atomes d'azote et ayant au moins une liaison double. Leur solubilité dans l'eau est faible (0,14 à 3,78 mg/l), bien que leurs sels soient solubles dans l'eau (Knezovich, 1987). Les azoles les plus utilisés sont le fipronil et le chlorfenapyr qui sont responsables d'une mortalité importante chez les abeilles (Leonard, 1990).

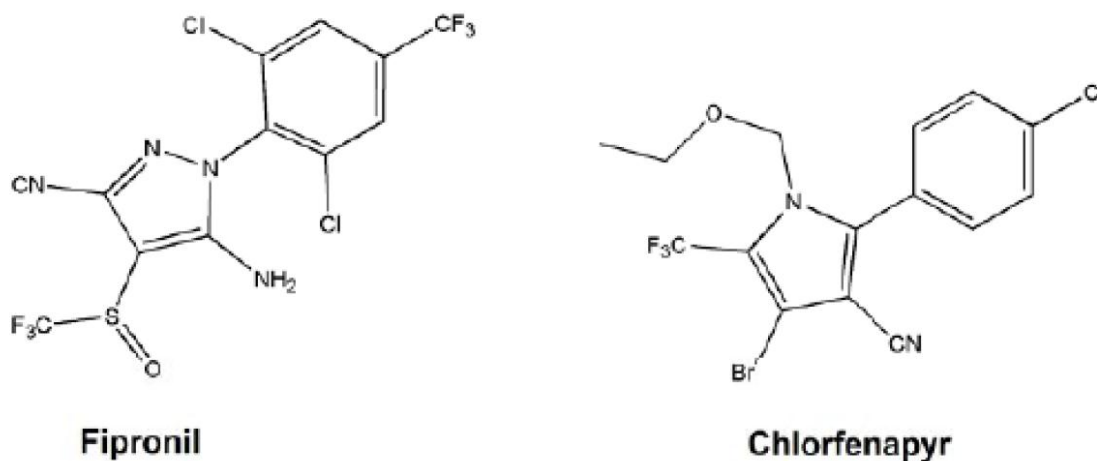


Figure 6. Structure générale des azoles (Hildebrandt *et al.*, 2008)

#### 4. Les effets néfastes des insecticides :

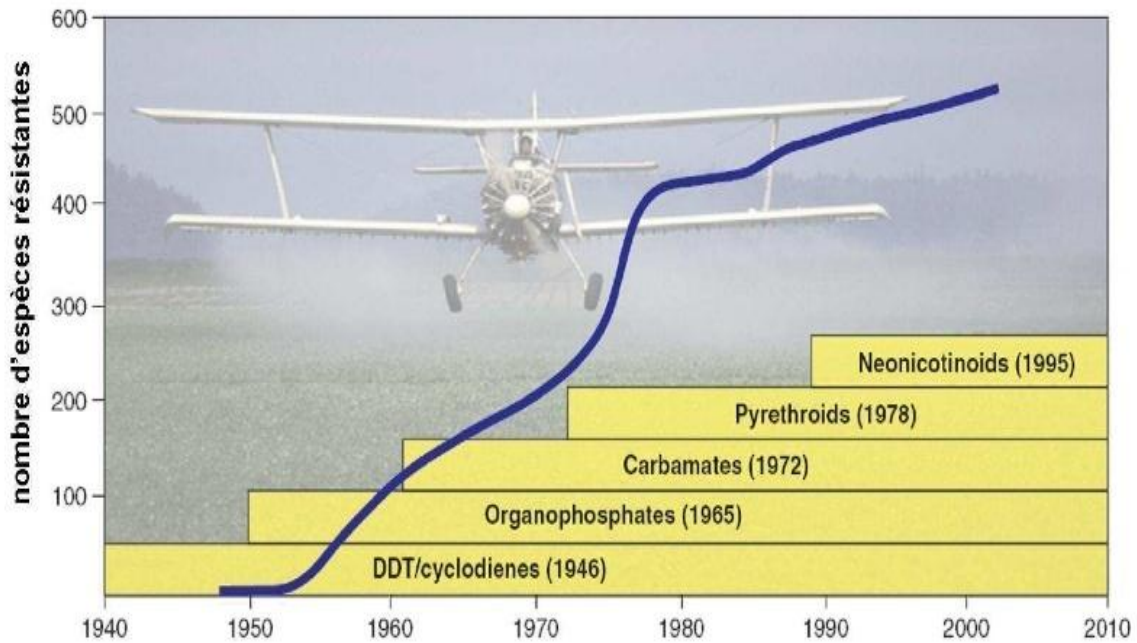
De par ses objectifs et son mode d'action, tout insecticide utilisé dans le milieu naturel a un impact écologique, plus ou moins important selon son efficacité, sa toxicité plus ou moins ciblée (Waage, 1989) et sa rémanence dans l'environnement, même s'il s'agit d'un produit dit d'origine naturelle ou microbienne (Toxine *Bt* par exemple) (Heikki *et al.*, 2003)

Parfois l'insecticide tue aussi les prédateurs naturels de l'espèce-cible (ou les fait régresser), ce qui perturbe les réseaux trophiques, y compris des agro écosystème, dans les rizières notamment où la prédation intra-guide peut être modifiée (Cohen *et al.*, 1994). Les insecticides peuvent ainsi dégrader de nombreux services éco systémiques (via la régression des apidés et des papillons pollinisateurs par exemple) et paradoxalement favoriser la diffusion d'insectes parasites devenus résistants, dont par exemple *Nilaparvatalugens*, devenu le premier parasite du riz dans les rizières (Le Joshi *et al.*, 1992). Ils contribuent aussi directement et indirectement au déclin du plancton aérien (Nebel *et al.*, 2010), à faire régresser les populations d'animaux insectivores (dont oiseaux tels qu'hirondelles et martinets) (Bohning-Gaese *et al.*, 1993) et d'autre part à limiter l'efficacité des pesticides en favorisant des phénomènes de résistances aux insecticides (Mesléard *et al.*, 2005). À titre d'exemple, on a montré qu'en Camargue le fipronil était dans la nature fine inefficace pour limiter certaines espèces de moustiques qui y sont pourtant sensibles en laboratoire : ainsi, le fipronil destiné à tuer les larves de chironomes a aussi dans la nature un impact négatif sur leurs prédateurs invertébrés (et indirectement sur les vertébrés), d'où l'absence paradoxale de différence dans l'abondance des chironomes entre parcelles biologiques et parcelles traitées par le fipronil (Mesléard *et al.*, 2005). Dans les premières diffusions, l'espèce survit normalement, mais sans la seconde les insectes qui échappent aux pesticides ou devenus résistants se reproduisent d'autant mieux qu'ils ont moins de prédateurs et la surface des zones traitées diminue (Mesléard *et al.*, 2005) ; soit par intoxication via l'alimentation, soit via le manque de nourriture pour les insectivores ou prédateurs d'insectivores. Plus haut dans la chaîne trophique, certains oiseaux tels les hérons régressent aussi (Mesléard *et al.*, 2005). Les rizières conventionnelles ont donc une moindre valeur trophique que les rizières biologiques (Mesléard *et al.*, 2005).

L'utilisation massive d'insecticides a des conséquences néfastes sur les écosystèmes, en particulier l'apparition de la résistance chez les insectes ravageurs et des effets indésirables chez les espèces non-cibles comme les insectes dits bénéfiques et l'homme.



Ce phénomène compromet le contrôle à long terme des insectes ravageurs d'autant plus que le nombre d'espèces résistantes est en constante augmentation (Figure. 7). De plus, ces phénomènes de résistance apparaissent très tôt après l'application des insecticides comme chez la mouche domestique (Lindquist *et al.*, 1948). Il est donc nécessaire de comprendre les bases moléculaires de la résistance pour améliorer la lutte contre les insectes nuisibles dans le futur.



**Figure 7. Augmentation du nombre d'espèces résistantes aux insecticides au cours du temps (Denholm *et al.*, 2002).**

*La ligne bleue correspond au nombre d'espèces résistantes, les bandes jaunes signifient depuis quand la classe d'insecticides est utilisée et la date entre parenthèse l'année où la résistance a été documentée pour la première fois*

## 5. Méthodes de lutte :

Dans ce travail on a essayé de comparer les deux principales méthodes de lutte contre les insectes ; il s'agit de la lutte chimique et la lutte biologique. Ces deux méthodes sont toujours en concurrence.

### 5.1. La lutte chimique et ses inconvénients :

La lutte chimique consiste à l'utilisation des pesticides chimiques de synthèse pour la protection des denrées stockées. Ces produits qui sont toxiques pour la santé des êtres vivants et pour l'environnement s'avèrent très efficaces car ils produisent des résultats intéressants (Seck., 1994). Parmi ces produits chimiques, nous avons :

**Les insecticides de contacts :** Ce sont les composés mono chlorés (DDT et lindane qui sont très efficace contre *Callosobruchus maculatus* et très toxiques pour l'homme), les composés organophosphorés (malathion, chlorpyrifosméthyle, dichlorvos et pirimiphosméthyle qui se révèle le plus efficace pour lutter contre le bruchus de niébé) (Pierrard, 1984), les carbamates (le carbonyl est de loin le plus utilisé et sa DL50 sur *C. maculatus* est de 0,25µg/adulte (Hussein *et al.*, 1982) et les pyréthrinoïdes de synthèse (perméthrine, cyfluthrine, deltaméthrine) qui sont des produits synthétiques proches des pyrèthres naturels ayant une longue persistance d'action et une toxicité faible pour l'homme. En conditions sahéniennes, la deltaméthrine à la dose de 1 ppm assure la protection efficace du niébé pendant 6 à 7 mois de stockage (Seck *et al.*, 1991).

**Les fumigants :** Ce sont des insecticides à haute tension de vapeur qui agissent sous forme gazeuse. Ces composés très toxiques pour l'homme et les animaux sont soumis lors de leur application à des normes de sécurité très strictes. Par rapport aux insecticides de contact, ils possèdent l'avantage de ne laisser aucun résidu sur les denrées (Hindmarsh *et al.*, 1978). La fumigation est un traitement purement curatif. Une fois réalisé, le stock n'est plus protégé contre de nouvelles infestations. Dans les pays chauds, la phosphorine (PH<sub>3</sub>) est le fumigant le plus couramment utilisé (Howe, 1978 ; Hindmarsh *et al.*, 1978) et s'avère très efficace contre les œufs et les larves de *C. maculatus* (Singh *et al.*, 1990).

En bref, les insecticides chimiques se révèlent très efficaces pour protéger les stocks des attaques des ravageurs (Abdel-Wahad *et al.*, 1975). Malheureusement, leur emploi est limité par de nombreuses contraintes (Egwuatu, 1987) qui sont ; leur coût élevé, les risques

pour la santé humaine et animale encourue lors de leur utilisation, les résidus laissés dans les denrées par les insecticides de contact, le risque d'apparition d'insectes résistants ou tolérants suite à une utilisation plus importante de ces produits, l'indisponibilité à tout moment et en quantité suffisante des pesticides et le manque de matériels permettant une optimisation des traitements ( matériels d'application des produits et de sécurité).

### ***Inconvénients de la lutte chimique :***

On se rendra vite compte des effets pervers de l'utilisation des produits de lutte chimique sur l'environnement et sur l'homme. Le cas du fipronil (substance active de produit phytosanitaire appartenant à la famille chimique des phénylpyrazoles cité comme l'un des premiers moyens redoutable de lutte contre les termites et les insectes xylophages par l'encyclopédie du patrimoine: Monument historique, patrimoine bâti et naturel, protection; restauration, réglementation, doctrines; techniques; patriques/ René Dinkel, avant-propos de Marquis de Amodio et Hervé Quelin, préface de André Bettencourt. Paris « les encyclopédies du patrimoine, 1997» est un exemple de produit de lutte chimique aux effets dévastateurs parmi tant d'autres. En effet, comme le fipronil, la plupart de ces insecticides pour être efficaces, sont transportés par la sève des plantes, avec pour conséquence leur intoxication. Aussi peuvent-ils subir des photo-dégradations d'une toxicité nettement plus élevée. De plus leur dissolution peut avoir des effets néfastes dans le sol, les eaux, la nappe phréatique... Ils peuvent aussi être source de cancer, c'est ce qu'ont rapporté deux sources : Futura-Science du 11-04-2004, carte blanche à Jean-Pierre Louvet sur « un insecticide dans le collimateur : le régent » et la FAO coopération document repository sur : « pesticide résidus in food - 1997 report » produced by agriculture and consumer protection. Critiquée de plus en plus à cause de ses multiples conséquences, cette méthode de lutte fait place à d'autres. (Zahoun, 2011).

### **5.2. La lutte biologique et ses inconvénients:**

La définition adoptée par l'Organisation internationale de la lutte biologique (OILB) est : « utilisation par l'homme d'ennemis naturels tels que des prédateurs, des parasitoïdes ou des agents pathogènes pour contrôler les populations d'espèces nuisibles et les maintenir en dessous d'un seuil de nuisibilité ».

D'autres moyens de lutte biologique existent, mais ne sont pas efficaces les pucerons : agents pathogènes (*Bacillus thuringiensis* et champignons) ou compétiteurs (bactéries, champignons) (Benoit *et al.*, 2005-2006).

D'une manière générale, quatre grandes catégories de méthodes de lutte biologique ont été définies (Eilenberg *et al.*, 2001) :

La première méthode est appelée classique, par acclimatation : elle consiste à l'introduction des organismes exotiques (non indigènes=allochtones) dans un territoire avec l'espoir qu'ils s'y établissent pour lutter de manière durable contre des organismes exotiques nuisibles.

La deuxième est néoclassique et elle consiste à introduire des organismes exotiques pour lutter contre des organismes indigènes (autochtones)

La troisième est une méthode inoculative ou inondative : ces méthodes consistent à augmenter des populations d'organismes indigènes par lâchers, soit dans le but qu'ils se multiplient rapidement et contrôlent directement les cibles (inondative). Ce type de lutte n'est pas forcément durable mais vise surtout à protéger une culture pendant une période donnée (période de végétation ou de fructification par exemple).

La dernière est une méthode par conservation : se sont toutes les méthodes qui permettent d'augmenter des populations d'organismes indigènes, par exemple, en modifiant l'environnement ou les pratiques agricoles. C'est le cas, par exemple, de l'implantation de haies ou des plantes-relais abritant les agents de lutte biologique.

La lutte biologique classique et la lutte biologique par conservation ont des rapports très étroits avec l'écologie et la biologie de population.

### ***Inconvénients de la lutte biologique :***

La lutte biologique n'est pas parfaite et présente des inconvénients non négligeables. Cette section présente ces inconvénients, risques et limites de cette alternative aux pesticides, en tentant de les adapter au contexte particulier de la province.

Le principal inconvénient environnemental est plutôt un risque qui était plus présent anciennement mais qui perd de l'ampleur. Lors de l'introduction d'un organisme qui n'est naturellement pas présent dans un milieu à des fins de lutte biologique classique, il est essentiel de s'assurer qu'il ne s'attaque qu'au ravageur ciblé (U.S. Congress, Office of Technology Assessment, 1995). Si l'auxiliaire n'est pas spécifique, il risque de s'attaquer à des espèces indigènes, de menacer la biodiversité et, ainsi, de troubler l'équilibre écologique

du milieu. De tels tests de spécificité sont aujourd'hui essentiels mais ne l'étaient pas aux premiers balbutiements de la lutte biologique, ce qui a mené à des erreurs importantes. Par exemple, avant l'introduction de l'altise contre l'euphorbe écule, des tests ont été effectués par Agriculture et Agroalimentaire Canada afin de s'assurer de sa spécificité contre la mauvaise herbe ciblée (AAC, 2009c). Également, pour éviter tout effet indésirable, les auxiliaires spécifiques sont préférés aux prédateurs généralistes (Greathead, 1995).

Un autre risque réside dans la contamination possible des auxiliaires introduits par des pathogènes ou par leurs propres ennemis naturels (Greathead, 1995). Cette opération de «purification» des auxiliaires est maintenant chose commune et essentielle à l'introduction sécuritaire des auxiliaires. La présence de contaminants pourrait réduire l'efficacité de l'auxiliaire ou nuire aux organismes indigènes et à la biodiversité.

Il est également possible qu'en diminuant l'abondance du ravageur ciblé, la niche ainsi libérée soit recolonisée par un nouveau ravageur (Greathead, 1995). Par exemple, il est possible que l'espace laissé par une mauvaise herbe contrôlée par la lutte biologique soit repris par une autre mauvaise herbe. Il est important de tout considérer avant l'introduction et de s'assurer que le ravageur n'est pas remplacé par un autre.

Finalement, la lutte biologique a comme désavantage environnemental d'être difficilement réversible (BIREA, 2007). Une fois qu'un organisme est bien implanté, qu'il se reproduit et de disperse, peu de choses sont possible à faire afin de le stopper en cas d'effets indésirables. Heureusement, avec les efforts faits actuellement afin d'en connaître le plus possible sur la biologie et l'écologie de l'auxiliaire avant son introduction, les effets très négatifs sont rares.

Bien que la lutte biologique semble bien acceptée en général par la population, certains aspects sont moins tolérés que d'autres. L'utilisation de bactéries et de champignons provoquent parfois des craintes irraisonnées. Par exemple, dans le cas de du *Bt* contre la spongieuse, les gens avaient peur que la bactérie s'attaque aux personnes avec un faible système immunitaire alors que de nombreuses études ont démontré que c'était impossible (Winston, 1997).

Une des principales questions qui peut venir à la tête sur la lutte biologique est : « quel est le coût? ». Le coût de la lutte biologique peut varier grandement. Le coût dépend du niveau de dommage, moins les dommages sont tolérés le coût sera moins élevé (Lambert, 2010).

La lutte biologique est très spécifique mais ceci peut causer problème : là où un seul pesticide à large spectre était utilisé pour contrôler plusieurs ravageurs, il faut utiliser plusieurs agents de lutte biologique.

L'évolution vers la lutte intégrée s'est amorcée avec la lutte biologique classique. Dans un contexte d'agriculture durable, la lutte biologique (prise dans son sens large) peut offrir de nombreuses méthodes de lutte alternatives aux insecticides de synthèse (Vincent et Coderre, 1992). En pratique, l'application de la lutte biologique repose souvent sur une multitude d'actions et d'informations complexes et fines.

## **6. Quelques insecticides biologiques de synthèses très utilisés :**

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). Ils sont généralement compatibles avec des méthodes de lutte biologique classiques (ex. lâchers de prédateurs ou de parasites), quoiqu'ils peuvent avoir des effets néfastes sur les organismes utiles (Giroux *et al.*, 1994 ; Roger *et al.*, 1995).

Parmi ces bio insecticides on peut citer ; le spinosad, l'azadirachtine, *Bacillus thuringiensis* et les différents extraits des plantes toxiques ...etc.

### **6.1. Le spinosad:**

Le spinosad est d'origine microbienne : il est issu de la fermentation industrielle d'une bactérie actinomycète, naturellement présente dans le sol, appelé *Saccharopolysporaspinosus*. Après la fermentation, le spinosad est extrait et formulé pour former une suspension aqueuse blanche cristalline, concentrée (480 g/litre). (Catherine M, 2008)

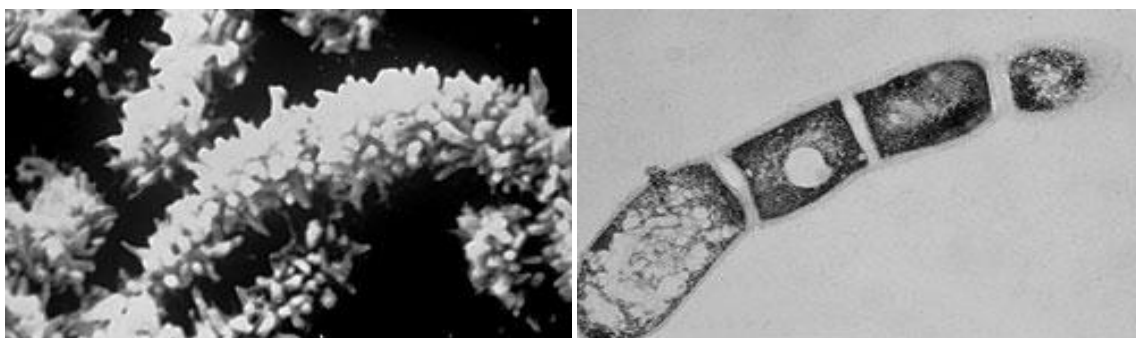


Figure 8. Surface épineuse de la bactérie      Figure 9. Coupe longitudinale de la bactérie

Isolée à partir d'un échantillon de sol provenant des Caraïbes, *S. spinosaa* a été décrite pour la première fois en 1990 par Mertz & Yao. Les spinosynes sont des lactones macrocycliques dérivées d'une fermentation aérobie sur médium nutritif (Thompson *et al.*, 2000).

Structurellement, ces composés macrolides portent un seul anneau tétra cyclique auquel s'attachent deux sucres différents. À la suite de la fermentation, un processus industriel est réalisé afin de former une suspension aqueuse fortement concentrée. Les spinosad technique se compose à 85% de spinosynes A et 15% de spinosynes D (Sarfraz *et al.*, 2005). Ce biopesticide a été commercialisé en 1997 par Dow Agro Sciences Inc. (Thompson *et al.*, 2000).

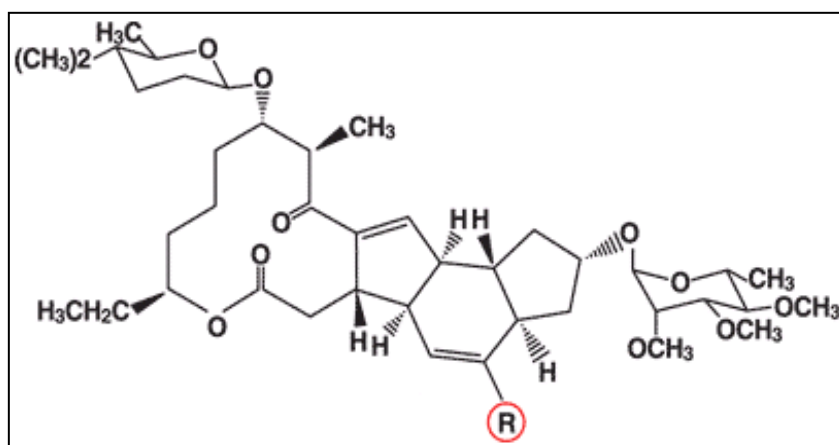


Figure 10. Structure du spinosad (R = H : spinosyne A ; R = CH<sub>3</sub> : spinosyne D)

**Tableau 3: Les propriétés de spinosad(DASD, 1997)**

<b>Propriétés</b>	<b>Résultats</b>
Etat	Solide cristalline
Couleur	Blanc à gris clair
Odeur	Terre mouillée
Masse moléculaire	Spinosyne A : 731 ,98  Spinosyne D : 746,00
Pression de vapeur (25°C)	Spinosyne A : $3.0 \times 10^{-11}$ KPa  Spinosyne D : $2.0 \times 10^{-11}$ KPa
Point de fusion	Spinosyne A : 84 à 99,5 °C Spinosyne D : 161 ,5 à 170°C
Solubilité dans l'eau (20°C)	Spinosyne A : - pH 5 : 290 mg /l  pH 7 : 235 mg /l  pH 9 : 16 mg /l  Spinosyne D : -pH 5: 28,7 mg /l  pH 7: 0,332 mg /l  pH 9 : 0,053 mg /l
Coefficient de partage n-octanol/eau  (log PoE à 23°C)	Spinosyne A : 2,78 à pH 5  4,01 à pH 7  5,16 à pH 9  Spinosyne D : 3,23 à pH 5  4,53 à pH 7  5,21 à pH 9



Le spinosad engendre une surexcitation prolongée et, ultimement, une perturbation irréversible du système nerveux de l'insecte. Il agit à la fois par contact et par ingestion, l'efficacité étant plus élevée lorsque le produit est ingéré (OMRI, 2002). Plus précisément, les spinosynes engendrent l'excitation du système nerveux de l'insecte, par l'entremise des récepteurs nicotinique et à acide gamma-aminobutyrique (GABA). Le mode d'action du spinosad est unique, c'est-à-dire qu'aucune autre classe de produits n'affecte le système nerveux de l'insecte de cette manière. En effet, mêmes les insecticides chimiques basés sur les récepteurs nicotiniques, tel l'imidaclopride, agissent à des sites différents de ceux activés par le spinosad (Salgado *et al.*, 2004). De ce fait, le spinosad ne partage pas de résistance croisée connue avec d'autres insecticides (Liu *et al.*, 2006; Ishaaza *et al.*, 2007).

Enfin, son mode d'action est caractérisé par des contractions musculaires involontaires ainsi qu'une prostration de la larve et des tremblements. Une fois infecté, l'insecte cesse de manger et subit, dans un délai d'environ 24 heures, une paralysie puis la mort.

Le spinosad est peu toxique pour les mammifères, les oiseaux, les poissons et les crustacés. Il est cependant très toxique pour les abeilles : il faut éviter l'application directe et la dérive de l'insecticide sur les abeilles et les colonies d'abeilles, ainsi que sur les cultures en pleine floraison. Le produit est également très toxique pour les invertébrés aquatiques, nocif pour les parasitoïdes et les acariens prédateurs et légèrement nocif pour les prédateurs vivant dans le feuillage (Thompson & Hutchins, 1999 ; Cleveland *et al.*, 2001 ; Cisneros *et al.*, 2002).

L'adoption de stratégies adéquates de gestion de la résistance est recommandée, car toute population d'insectes peut contenir des individus qui sont déjà résistants à l'ingrédient actif. L'utilisation répétitive du même produit peut favoriser la prolifération de ces individus. Ainsi, il est fortement recommandé d'utiliser le spinosad en rotation avec un autre insecticide d'un groupe de produits antiparasitaires différent (Thompson & Hutchins, 1999 ; Cleveland *et al.*, 2001 ; Cisneros *et al.*, 2002 ; Habbachi, 2013).

**Tableau 4 : Toxicité du spinosad sur différentes familles de ravageurs (Jacquet *et al.*, 2002)**

Toxique	Non toxique	Toxicité variable selon l'espèce
Lépidoptères Thysanoptères Diptères Hyménoptères	Homoptères  Hétéroptères  Acariens	<u>Homoptères</u> : toxique sur psylles et aleurodes. <u>Coléoptères</u> : toxique sur doryphores.

### 6.2. *Bacillus thuringiensis* (Bt):

Le *Bt* est un bacille à Gram positif, aérobic et sporulé qui est étroitement apparenté à la bactérie *Bacillus cereus*; il est présent dans pratiquement tous les sols. Les cellules végétatives mesurent 1 µm de largeur sur 5 µm de longueur et sont pourvues de courts flagelles ciliés. Le *Bt* est une bactérie ubiquiste qui se rencontre dans le sol, l'eau, l'air et sur le feuillage. Il se distingue du *Bt. cereus* par sa capacité de produire une protéine cristallisée durant la sporulation (Höfte *et al.*, 1989; Martin, 1994).

Le *Bt* a été isolé pour la première fois en 1901 par le bactériologiste japonais S. Ishiwata à partir de vers à soie infectés. En 1911, en Allemagne, E. Berliner a rédigé la première description scientifique de la bactérie. En 1916, Aoki et Chigasaki ont montré que l'activité du *Bt* était due à une toxine présente dans les cultures sporulées, mais absente dans les jeunes cultures de cellules végétatives (Beegle *et al.*, 1992).

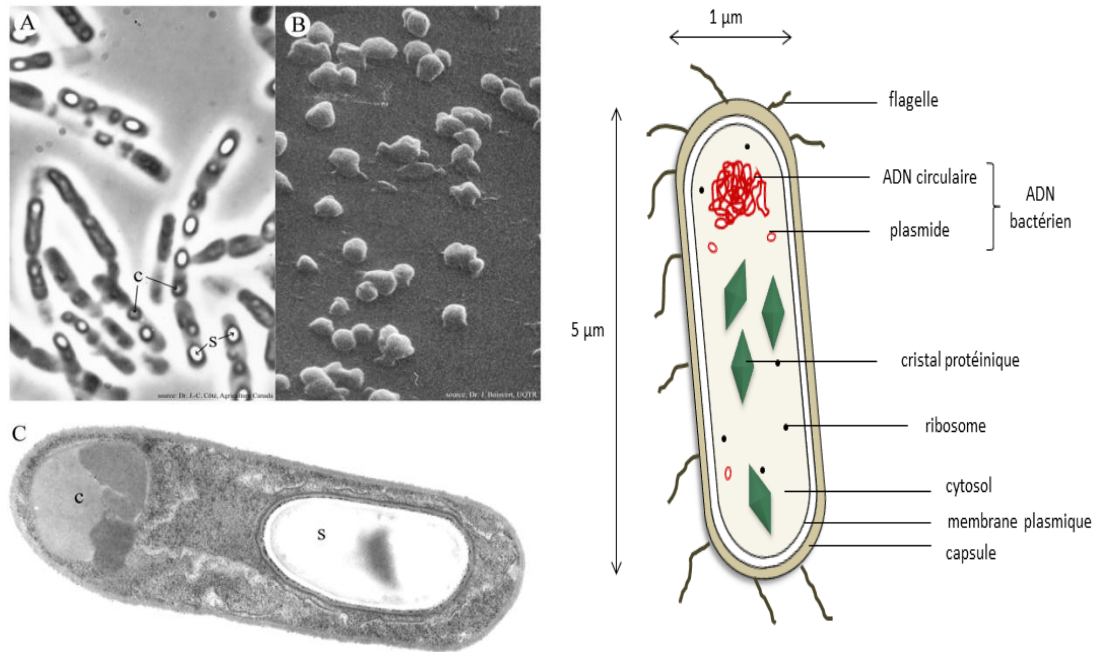


Figure 11. schéma d'un *Bacillus thuringiensis*

Tableau 5 : les propriétés du *Bt* (Certis, 2012)

Propriétés	Résultats
Etat	Solide Granulé
Couleur	Brun
Odeur	Farine de poisons
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

Le *Bt* est utilisé de deux manières principales, soit en vaporisation ou en modifiant génétiquement les plantes cultivées. Les formes pulvérisables de *Bt* peuvent être appliquées directement sur les plantes (en liquide, poudre, poussière ou granules), ou sur les eaux de surface. En outre, on peut l'utiliser dans les conduites d'eau des serres. On utilise le *Bt* dans le monde entier depuis de nombreuses années, tant sur les fermes biologiques que non

biologiques, pour lutter contre des ravageurs bien ciblés. L'acceptation du *Bt* en production biologique est actuellement remise en cause parce que certains produits sont interdits par les agences de certification biologiques, car ils contiennent des ingrédients inertes qui sont proscrits (Boiteau, 2004).

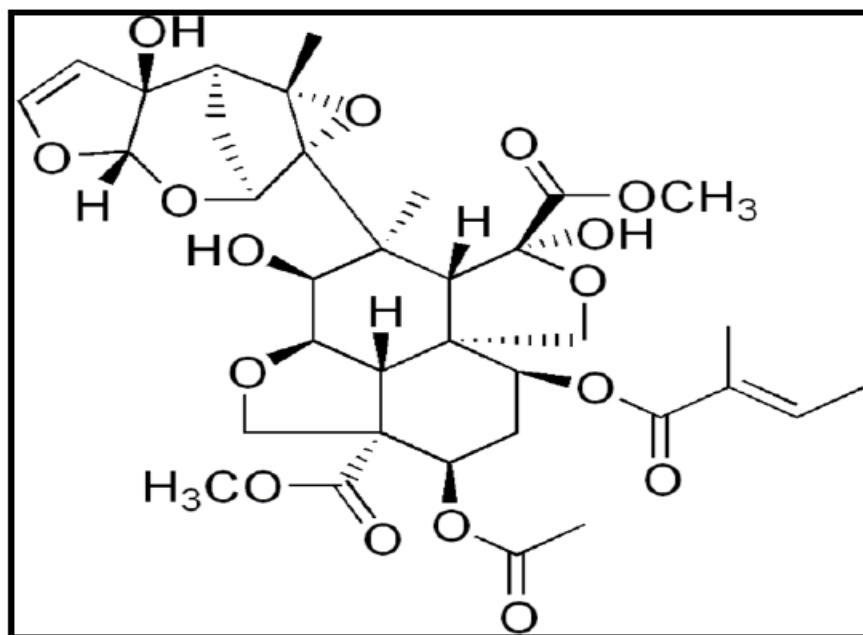
Les cristaux synthétisés par les bactéries sont constitués de pro toxines, qui, une fois ingérées par l'insecte, sont digérés à pH alcalin par les protéases digestives et transformés en toxines polypeptidiques actives. Les  $\delta$ -endotoxines activées par les protéases de l'insecte se fixent sur des récepteurs spécifiques situés sur les cellules de l'épithélium intestinal. L'intoxication se manifeste très rapidement par d'importantes lésions au niveau de l'intestin et par une paralysie du tube digestif, entraînant un arrêt immédiat, de l'activité d'alimentation. La mort de l'insecte intervient en 24 à 48 heures après l'ingestion des cristaux et peut être ou non accompagnée d'une septicémie. Les aspects moléculaires du mécanisme qui aboutissent à la mort des insectes ne sont pas encore clairement définis (Chaufaux, 1995).

Tableau 6: Données de toxicité du *Bacillus thuringiensis* (Adapté de USDA, 1995)

Espèce	Voie d'administration, toxicité, dose	Effet
<b>Mammifères</b>		
Humain	Orale, aiguë, trois jours consécutifs	Aucun effet/aucune infectiosité
Rat	Orale, aiguë	DL <sub>50</sub> ≥ 4,7 X 10 <sup>11</sup> spores/kg
Rat	Orale, aiguë	DL <sub>50</sub> ≥ 2,67 g/kg
Souris	Orale, aiguë, 10 000 mg/kg	Aucun effet
Lapin	Orale, aiguë	DL <sub>50</sub> ≥ 2,0 X 10 <sup>9</sup> spores/animal
Chien	Orale, aiguë, 10 000 mg/kg	Aucun effet
Lapin	Cutanée, aiguë (Dipel 6AF®)	DL <sub>50</sub> ≥ 2 000 mg/kg
Rat	Inoculation, aiguë	DL <sub>50</sub> ≥ 3,4 X 10 <sup>11</sup> spores/kg
Lapin	Inoculation, aiguë	DL <sub>50</sub> ≥ 6,9 X 10 <sup>7</sup> spores/kg
Rat	Inoculation, aiguë	DL <sub>50</sub> ≥ 8 X 10 <sup>11</sup> spores/animal
Mouton	Orale, une dose de Dipel D® ou de Thuricide-HP® (environ 10 <sup>12</sup> spores par jour) pendant 5 mois	Aucun effet toxique ni aucun effet significatif lié au traitement (physique ou clinique)
<b>Oiseaux</b>		
Oiseaux	Orale, aiguë	DL <sub>50</sub> = 178 ppm, CSEO = 1 ppm
Colin de Virginie	Orale, aiguë	DL <sub>50</sub> > 10 000 mg/kg
Canard colvert	Orale, aiguë	DL <sub>50</sub> > 2 000 mg/kg
<b>Poissons</b>		
Truite arc-en-ciel	Exposition de 96 heures	CSEO > 1 000 ppm
Truite arc-en-ciel	Exposition de 96 heures	CL <sub>50</sub> > 10 mg/L
Crapet arlequin	Exposition de 96 heures	CL <sub>50</sub> > 95 mg/L
Truite arc-en-ciel, crapet arlequin, <i>Cyprinodon variegatus</i>	30 jours à 100 fois la concentration environnementale prévue aux doses recommandées pour le Dipel	Aucun effet néfaste
Anguille	2 000 fois la concentration environnementale prévue aux doses recommandées pour le Dipel	

### 6.3. L'Azadirachtine :

L'Azadirachtine est un composé d'origine naturelle de la famille des limonoïdes. C'est un métabolite secondaire présent dans l'huile extraite des graines d'*Azadirachta indica* (margousier, ou Neem), il est aussi présent dans toutes les parties de *Melia azedarach*. C'est un tétra nortriterpénoïde hautement oxydé (Veitch *et al.*, 2007)



**Figure 12. La structure de l'azadirachtine (tirée de Schmutterer, 1988)**

Le Neem aujourd'hui connu sous le nom botanique d'*Azadirachta indica*, est un arbre qui appartient à la famille des Méliacées. Il a été l'objet d'intenses activités de recherches depuis l'isolement et la caractérisation de l'azadirachtine comme insecticide naturel à partir de ses graines (Butterworth *et al.*, 1968).

Originaire du sud de l'Himalaya, il est cultivé dans les régions tropicales ainsi qu'en région méditerranéenne. On le trouve en effet jusque sur la Côte d'Azur. En Inde, il est considéré comme un remède universel car toutes ses parties ont des vertus thérapeutiques. (OMS, 1999 ; Senthil *et al.*, 2005a ; Zebitz, 1986).



Arbre de Neem

Graines de Neem

**Figure 13. La plante de Neem (Césaire, 2014)**

**Tableau 7 : 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 <sup>-11</sup> hPa (estimatif pour azadirachtine A)
Point de fusion	Non déterminé
Solubilité dans l'eau/miscibilité avec l'eau	Emulsionnable
Point d'inflammation	171°C

L'azadirachtine ne tue pas directement l'insecte mais perturbe son équilibre hormonal jusqu'à causer sa mort. Ses effets biologiques sont multiples et se situent à deux niveaux comportemental (inhibition de l'alimentation et répulsion) et physiologique (perturbation de la croissance et du développement, inhibition de l'oviposition, stérilité et baisse du fitness reproducteur) (Schmutterer, 1985; Mordue & Blackwell, 1993).

De ces effets, la perturbation du développement est, selon plusieurs chercheurs, considérée comme étant le plus significatif (Lowery & Isman, 1994a). L'azadirachtine bloquerait la libération d'hormones peptidiques des *corporacardiaca*, des organes neuro-sécréteurs des insectes, et empêcherait ainsi l'action normale des hormones ecdysone et juvénile, toutes deux étroitement impliquées dans le contrôle des processus de mue et de métamorphose (Mordue & Blackwell, 1993). La mue n'a pas lieu, ou alors, il y a aberration dans le développement de l'insecte (Schluter *et al.*, 1985; Marco *et al.*, 1990). Selon (Cassier *et al.*, 1987), il semblerait que l'azadirachtine puisse aussi inhiber la biosynthèse de la chitine, un composé clé de l'exosquelette des insectes. L'azadirachtine est considérée comme un anti-appétant parce qu'elle agit sur les récepteurs buccaux et autres organes sensoriels des insectes et provoque ainsi la répulsion. De plus, elle inhibe la division mitotique des cellules chez les stades larvaires et affecte la physiologie des muscles et corps gras des insectes (Mordue & Blackwell, 1993). Grâce à ces effets et modes d'action très variés, les tentatives de sélection de résistance à l'azadirachtine en laboratoire ont échoué (Schmutterer, 1988). Le développement de résistance semble peu probable.

Selon Schmutterer (1990), la toxicité de l'azadirachtine par contact est relativement faible. Il doit donc y avoir ingestion de la molécule active. Des résultats récents laissent toutefois croire que la toxicité de contact joue un rôle significatif (Banken & Stark, 1997 ; Lowery & Isman, 1994a). L'azadirachtine serait absorbée par certaines plantes. L'effet systémique de l'azadirachtine a été observé par plusieurs chercheurs mais demeure encore peu compris (Larew, 1988 ; Osman & Port, 1990 ; Nisbet *et al.*, 1993 ; Lowery & Isman, 1995).



## 7. Le monde botanique et les insecticides :

Les plantes sont également utilisées pour leur propriété antibactérienne et antifongique. Cependant, en tant que sources de médicaments, les plantes restent encore sous exploitées surtout dans le domaine de la microbiologie médicale. Il est certain que la plupart des antibiotiques prescrits dérivent des microorganismes. Aujourd'hui, le potentiel thérapeutique des produits végétaux est reconsidéré et les études qui leurs sont consacrées abondent dans la littérature scientifique. Un grand nombre de ces composés sont de très bons agents antifongiques. Les études *in vitro* ont démontré que les substances bioactives provenant de diverses espèces végétales présentent un spectre large d'activité sur une gamme de flore fongique dont inclus les champignons toxine gènes (Mohammedi, 2013).

Les plantes constituent donc une source intéressante de nouveaux composés dans la recherche de molécules bioactives.

L'action de la phytothérapie sur l'organisme dépend de la composition des plantes, depuis XVIIIème siècle, au cours duquel des savants ont commencé à extraire et à isoler les substances chimiques qu'elles contiennent. On considère les plantes et leurs effets en fonction de leurs principes actifs. La recherche des principes actifs extraits des plantes est d'une importance capitale car elle a permis la mise au point de médicaments essentiels.

Aujourd'hui les plantes sont de plus en plus utilisées par l'industrie pharmaceutique, il est impossible d'imaginer le monde sans la quinine qui est employée contre la malaria ou sans la diadoxine qui soigne le cœur, ou encore l'éphédrine que l'on retrouve dans de nombreuses prescriptions contre les rhumes (Iserin *et al.*, 2001)

### 7.1. Les plantes médicinales:

Il y a environ 500000 plantes sur terre ; environ 10000 d'entre elles, possèdent des propriétés médicinales (Larousse, 1997). Depuis des temps immémoriaux, les plantes ont servi comme première source de médicaments pour les hommes, et elles ont continué à fournir à l'humanité, des remèdes thérapeutiques nouveaux et originaux jusqu'à aujourd'hui (Leduc, 2006).

La définition d'une plante médicinale est très simple. En fait il s'agit d'une plante qui est utilisée pour prévenir, soigner ou soulager divers maux. Les plantes médicinales sont des drogues végétales dont au moins une partie possède des propriétés médicamenteuses

(Farnsworth *et al.*, 1986).

Environ 35 000 espèces de plantes sont employées par le monde à des fins médicinales, ce qui constitue le plus large éventail de biodiversité utilisé par les êtres humains. Les plantes médicinales continuent de répondre à un besoin important malgré l'influence croissante du système sanitaire moderne (Elqaj *et al.*, 2007).

Durant ces deux dernières décennies, la recherche en phytothérapie devient une des plus grandes préoccupations scientifiques (Njike *et al.*, 2005). De fait, l'OMS a mis une stratégie pour la médecine traditionnelle dont le but est de maximiser les possibilités de cette forme de médecine en tant qu'une source de soins de santé, et de protéger la matière première surtout dans le cas des plantes (OMS, 2002). Selon les estimations de l'Organisation mondiale de la santé (OMS), plus de 80% de la population mondiale, surtout dans les pays sous-développés, ont recours aux traitements traditionnels pour satisfaire leurs besoins en matière de santé et de soins primaires (Farnsworth *et al.*, 1985).

L'utilisation des plantes comme médicaments a exigé la détermination de leurs composés actifs, cela a commencé par l'isolement de la morphine de l'opium au début du 19<sup>ème</sup> siècle (Kinghorn, 2001 ; Samuelsson, 2004), et suivie par l'isolement d'autres drogues comme la cocaïne, la codéine, la digitoxine et la quinine dont certains d'entre eux sont utilisées jusqu'à présent (Samuelsson, 2004 ; Butler, 2004). Il est intéressant de noter que l'analyse des nouvelles entités chimiques entre 1981 et 2002 révèle que environ 28% de ces composés sont des produits naturels ou leurs dérivés (Newman *et al.*, 2003), ces produits naturels fournissent un point de départ pour des nouveaux composés synthétiques, avec diverses structures et stéréocentres (Clardy & Walsh, 2004 ; Koehn & Carter, 2005), ainsi durant cette période 20% de composés synthétiques sont imités de produits naturels (Newman *et al.*, 2003). La combinaison de ces catégories de la recherche sur les produits naturels représente environ 48% des entités chimiques nouvelles signalés entre 1981 et 2002 (Clardy & Walsh, 2004 ; Koehn & Carter, 2005).

Personne ne peut nier l'importance des plantes médicinales et la découverte des produits naturels, en fait la plupart de nouvelles applications cliniques de métabolites secondaires des plantes et de leurs dérivés au cours du dernier demi-siècle ont été engagés dans la lutte contre le cancer (Newman *et al.*, 2000; Newman *et al.*, 2003), en effet entre 1940 et 2002, 40% des médicaments anticancéreux étaient des produits naturels et leurs dérivés, par contre seulement 8% ont été synthétiques et même imités de ces produits (Newman *et al.*,

2003).

La découverte et l'évolution de médicaments à base de plantes médicinales sont liées à de nombreux domaines de la recherche et diverses méthodes d'analyse.

Le processus commence généralement avec un botaniste, ethnobotaniste, ethnopharmacologiste ou un écologiste de spécialité végétale, qui recueille et identifie la plante d'intérêt, la collection touche les espèces dont on connaît l'activité biologique pour lesquels les composés actifs n'ont pas été isolés ou des taxons qui peuvent être recueillies au hasard pour la découverte (Baker *et al.*, 1995), les photochimistes sont responsables de la préparation des extraits des plantes, ces derniers sont ensuite passés au pharmacologistes pour les tests biologiques, lorsque on met l'accent sur l'activité biologique, les photochimistes commencent à isoler et caractériser les composés actifs (Kinghorn, 2001 ; Samuelsson, 2004).

On peut distinguer deux types de plantes médicinales : En premier lieu se trouve l'allopathie dans laquelle les plantes ont une action importante et immédiate. Beaucoup des plantes utilisées dans ce mode de traitement peuvent s'avérer toxiques. En effet deux tiers des médicaments sur le marché sont d'origine naturelle, principalement végétale (Moreau, 2003). Puis on différencie les plantes dépourvues d'effet iatrogène mais ayant une activité faible. Elles sont utilisées en l'état ou dans des fractions réalisant le totem de la plante, soit la totalité des constituants (Moreau, 2003).

## **7.2. Les plantes toxiques:**

La quantité de poison contenue dans une plante varie avec son emplacement, son âge, la saison et les conditions climatiques. Parfois, seulement certaines parties d'une plante sont toxiques. On distingue: des plantes pouvant causer des dermatites si on les touche, et des plantes normalement considérées comme non toxiques qui étaient traitées avec des pesticides, des insecticides ou des herbicides les rendent toxiques.

Contrairement aux plantes médicinales les plantes toxiques sont très peu étudiées. Les études réalisées au dessus sont récentes et entrent dans le cadre de la recherche des molécules insecticides actives d'origine naturelle. Pour cela dans ce travail nous avons sélectionnés quelques plantes toxiques répandus en Algérie pour mieux cerner leurs effets insecticides contre les organismes nuisibles (SCP, 1993).

### 7.2.1. *Peganumharmala L.*

*P. harmala L.* est une plante herbacée glabre et pluriannuelle qui peut atteindre 70cm d'hauteur. Elle est caractérisée par des tiges très rameuses et des feuilles divisées en étroites lanières. *P. harmala L.* (Zygophyllaceae) est une plante herbacée vivace, plante glabre, qui peut se développer qu'après 30 100 cm. Il a alternativement espacé des feuilles string-like qui ont une forte odeur de dissuasion quand chiffonné. Face aux feuilles sont solitaires blanc fleurs avec des veines vertes. La période de floraison est mars à avril mais il fleurit entre juin et août dans l'hémisphère Nord. Les fleurs sont blancs et sont environ de 2,5 à 3,8 cm de diamètre, ont trois chambres et transporter plus de 50 graines et des capsules de graines rondes mesurent environ 1-1,5 cm diamètre. Les fruits sont des capsules globuleuses avec trois chambres contenant de nombreuses graines noirâtres angulaires (Rechinger *et al.*, 1982).

La plante n'est, généralement, pas pâturée, son goût amer repousse les animaux. Cependant, lorsque pâturage est clairsemée, les ânes et autres animaux domestiques peuvent être attirés et brouter par intermittence sur cette plante. Toutes les espèces sont sensibles à l'empoisonnement de cette plantes, mais dromadaires (chameaux) sont les plus souvent touchés (El-Bahri *et al.*, 1991).

#### **Position taxonomique:**

- Règne: Plantes
- Embranchement: Spermaphytes
- Sous embranchement: Angiospermes
- Classe: Dicotylédones
- Sous classe: Malvides
- Ordre: Sapindales
- Famille: Nitrariacées
- Genre: *Peganum*
- Espèce: *PeganumharmalaL.*

#### **Noms vernaculaires:**

- Arabe: *Harmel ou Harmal El sahari.*
- Français : *Rue sauvage.*
- Anglais : *African rue ou Syrian rue.*
- Iran: *Espan*



Figure 14. Arbuste de *Peganumharmala L.*

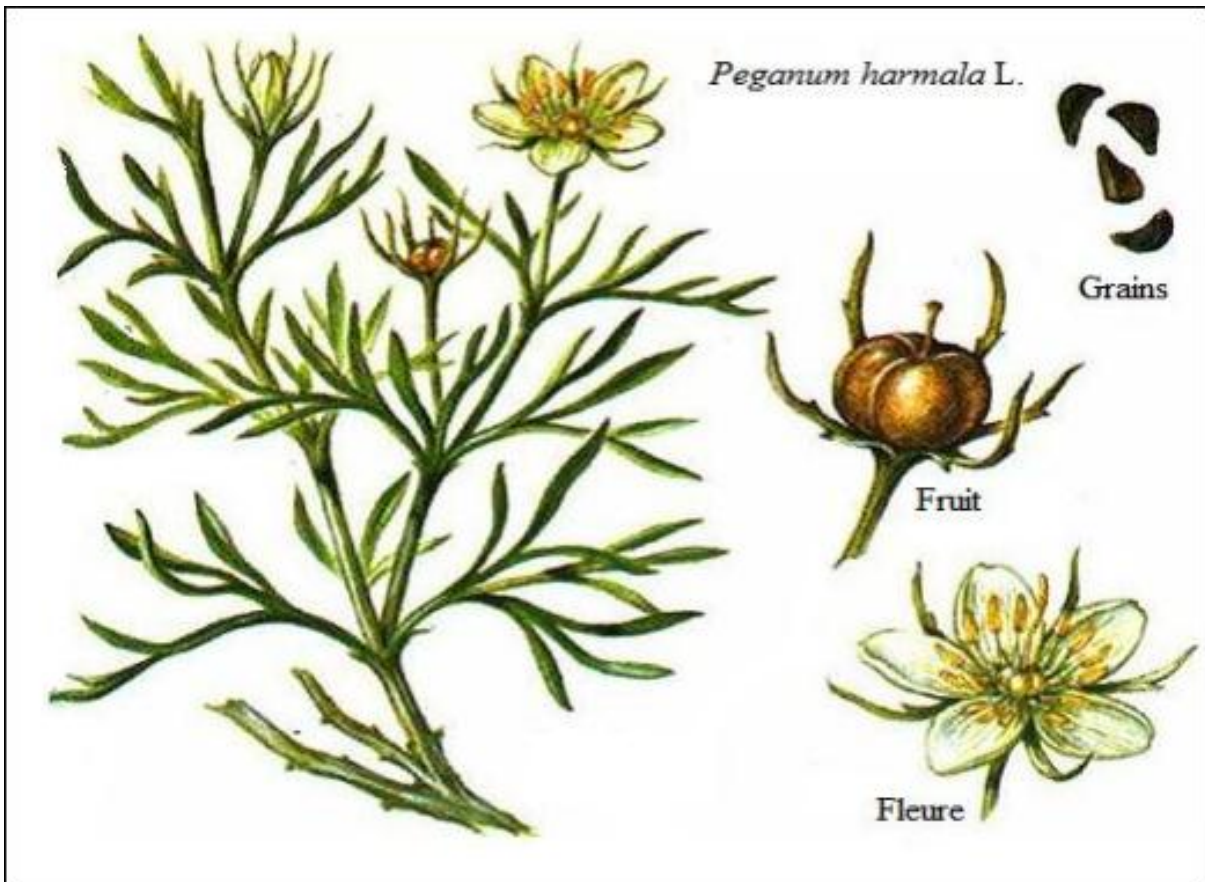
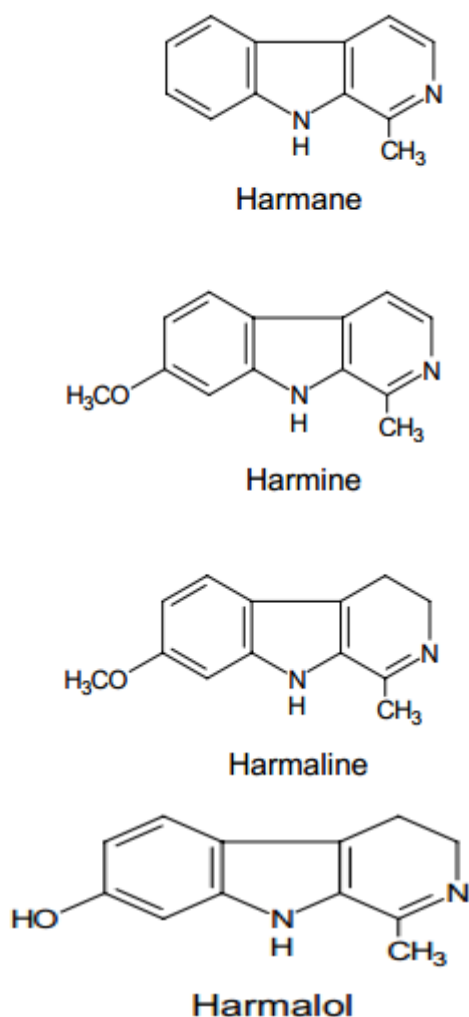


Figure 15. Différents parties de l'espèce *Peganumharmala L.*

L'espèce pousse spontanément dans les régions steppiques et semi-arides. Elle est native à l'Afrique du Nord, la région méditerranéenne, le Moyen Orient, l'Inde et le Pakistan (Yousefi *et al.*, 2009). Son habitat normal est des parcours semi-arides, les zones de steppe et les sols sableux. La plante est largement distribuée dans l'Asie centrale, Afrique du Nord et Moyen Orient et a été introduit en Amérique et en Australie (Rechinger *et al.*, 1982).

Les composés pharmaco logiquement actifs de *P. harmala* sont plusieurs alcaloïdes, qui se trouvent surtout dans les graines et les racines. Ceux-ci comprennent  $\beta$ - carbolines tels que: harmine, harmaline (identiques harmidine), harmalol et Harman et des dérivés de quinazoline. Vasicine et vasicinone.

**Harmaline (harmidine) :**  $C_{13}H_{15}ON_2$  –La première molécule a été isolée par Göbel (Gobel Annalen., 1841) à partir des graines et des racines de *P. harmala*, ceci est le principal alcaloïde de cette plante. Ce composé est peu soluble dans l'eau, l'alcool et l'éther, très soluble dans l'alcool chaud et acides dilués. Son chlorhydrate dihydraté qui cristallise sous forme d'aiguilles jaunes, est modérément soluble dans l'eau et l'alcool. harmaline est presque deux fois plus toxique que harmine et à doses modérées provoque des tremblements et des convulsions cloniques, mais sans augmentation de la colonne vertébrale excitabilité réflexe (Budavari S *et al.*, 1996) Les doses létales apporter des convulsions, qui sont bientôt suivies par moteur paralysie due à l'action dépressive marquée sur le système nerveux central. La respiration est paralysée et une diminution de la température du corps se produit. Le cœur perfusé est arrêté en phase diastolique et les contractions des muscles lisses sont diminués à l'exception de l'utérus, ce qui peut être fait de contracter plus puissamment. Sur une large gamme de doses il y a un la réduction de la pression sanguine en raison d'un affaiblissement marqué du cœur muscle.



**Figure 16. Structures chimiques des alcaloïdes *P. harmala***

***Harmine (banisterine)***: C<sub>13</sub>H<sub>12</sub>ON<sub>2</sub> - Il est présent dans *P. harmala* et chez certaines espèces de Banisteia, à savoir, *B. caapi*, *Spruce.*, *B. lutea* et *B. metallicolor*. Alcaloïde est optiquement inactif et forme rhombique incolore les prismes du méthanol. Il est légèrement soluble dans l'eau, l'alcool ou l'éther. Solutions de ses sels montrent une bleu profond fluorescence. Pharmacologiquement, ressemble Harmine harmaline dans ses actions, mais il est moins toxique. Le chlorhydrate a été jugé très actif contre *Mycobacterium tuberculosis* (Glasby, 1978)

***Harmalol***: C<sub>12</sub>H<sub>12</sub>ON<sub>2</sub> - qui se produit dans *P. harmala* cristallise à partir de l'eau sous forme de trihydrate. Il est librement soluble dans l'eau chaude, l'acétone ou le chloroforme, mais seulement peu soluble dans le benzène. L'alcaloïde est instable lorsqu'il est exposé à l'air. Son éther méthylique est harmaline (Glasby, 1978).

***Harman***: C<sub>12</sub>H<sub>10</sub>N<sub>2</sub> - Cette β-carboline alcaloïdes connexe, qui est d'abord isolé de

l'écorce de *Araribarubra*, indigène au Brésil; mais son existence dans *P. harmala* est pas signalé. Cet alcaloïde est cristallisé à partir plusieurs solvants organiques tels que des prismes incolores. Il est facilement soluble dans le méthanol, l'alcool, l'acétone, le chloroforme, ou éther mais seulement modérément dans l'eau chaude. Il se dissout dans les acides minéraux et présente une fluorescence bleu-violet (Glasby, 1978).

**Vasicine (peganine):**  $C_{13}H_{15}ON_2$  - Ce quinazoline alcaloïde a d'abord été isolé à partir des feuilles d'*Adhatodavasicanees* par Hooper et par la suite découvert en *P. harmala* sous le nom de Peganine. La base est optiquement inactif, bien que l'isolement de la (-) - sous forme de feuilles fraîches d'*A. Vasica* et des fleurs et des tiges de *P. harmala* a été rapportée. Les sels sont aisément obtenus sous forme de cristaux. Le médicament brut d'*A. vasica* est utilisé en Inde comme un remède pour l'asthme et l'alcaloïde pur agit comme un bronchodilatateur (Glasby, 1978).

**Vasicinone:**  $C_{11}H_{10}O_2N_2$  - Un autre alcaloïde présent dans *Adhatodavasicanees* et *P. harmala*. Les formes de base cristaux incolores à partir de 95% d'alcool. Il a  $[\alpha]_D^{22} -100^\circ$  ( $c=0,5$  dans  $CHCl_3$ ) et le spectre d'absorption UV à maxima à 227, 272, 302 et 315 nm. Alcaloïde donne des sels cristallins avec des acides minéraux. Il est un actif bronchodilatateur (Glasby, 1978).

Les alcaloïdes actifs de graines Harmal sont les IMAO-A (monoamine inhibiteur de l'oxydase A) des composés:

- harmane, 0,16% (Hemmateenejad *et al.*, 2006)
- Harmine, 0,44 (Pulpati *et al.*, 2008) -1,84% (Hemmateenejad *et al.*, 2006) -4,3% (Herraiz *et al.*, 2010) Les revêtements des graines sont dits contenir de grandes quantités de harmine. (Peganum genus, 2008)
- Harmaline, 0,25% (Hemmateenejad *et al.*, 2006) -0.79% (Pulpati *et al.*, 2008) -5,6% (Herraiz *et al.*, 2010)
- harmalol, 0,6% (Herraiz *et al.*, 2010) -3,90% (Hemmateenejad *et al.*, 2006)
- tetrahydroharmine, 0,1% (Herraiz *et al.*, 2010) Total des alcaloïdes harmala étaient au moins 5,9% par poids sec, dans une étude. (Hemmateenejad *et al.*, 2006)
- vasicine (peganine), (Anonyme 1) 0.25% (Pulpati *et al.*, 2008)
- Vasicinone, (Anonyme 1) 0,0007% (Pulpati *et al.*, 2008) Les tiges de la plante contiennent environ 0,36% d'alcaloïdes, les feuilles environ 0,52%, (Hammiche *et al.*, 1997) et les racines jusqu'à 2,5%. Harmine et l'harmaline sont des inhibiteurs réversibles de la MAO- A (RIMA)



(Massaro *et al.*, 2002).

Toutes les parties de la plante sont considérés comme toxiques. L'injection intraveineuse de harmine et harmaline (9 mg / kg) dans les bovins ont montré des effets toxiques tels que l'accélération la respiration et le pouls et les spasmes musculaires cloniques (Puzii *et al.*, 1980)

Les doses toxiques de divers alcaloïdes chez différentes espèces animales sont présentées dans le Tableau 8 (Budavari *et al.*, 1996) Tous les animaux domestiques sont sensibles à l'empoisonnement de *P. harmala*, chameaux en particulier les jeunes animaux sont les plus touchés en sec saisons (EL-Bahri *et al.*, 1991). Il y a des rapports de server intoxication dans bovins (Bailey ME, 1979), des ânes (BaileyC, 1981) les moutons et les chevaux (Bailey ME, 1986). Digestives et syndromes nerveux ont été signalés chez des animaux qui consomment une quantité de sous-létale de l'usine (Bellil H, 1983) L'animal devient d'abord prostré et l'anorexie, hyper-salivation, des vomissements et la diarrhée se produisent. Habituellement, les syndromes nerveux prédominent: les premiers signes sont excitabilité suivie par des tremblements musculaires et la raideur, une démarche chancelante mal à l'aise, et la respiration accélérée. Permanent est impossible et l'animal passe en décubitus. L'animal apparaît dans un stupéfiant état interrompu par de courtes périodes occasionnelles d'excitation. Après une heure quelques-uns, la dyspnée et la mydriase sont c'est noté. Mictions fréquentes et la température subnormale également été rapportée chez les bovins (Bailey ME, 1979). L'avortement se produit fréquemment. Le cours du syndrome nerveux est généralement de courte durée et la mort suit dans les 30-36 heures après l'apparition des signes de CNS intoxication. L'intoxication chronique des bovins est caractérisée par l'anorexie, agitation, faiblesse des membres postérieurs et frapper des l'articulation du boulet. Dans examen post-mortem de l'animal, pas distinctivelésion n'est observée. Rigueurmortis rapide a été notée. Les systèmes cardiaques, pulmonaires, rénaux et gastro-intestinaux sont signalés à être congestionné et une hémorragie sous-capsulaire dans le foie a été observée (Bailey ME, 1979).

**Tableau 8 : Les doses toxiques des d'alcaloïdes de *P. harmala*(Bailey ME ;1979)**

Alcaloïdes	Animale	Dose (mg/kg)
Harmaline	Rats	120
Harman	Rabbits	200
Harmine	Mice	38
Harmine	Rats	200

L'avortement est fréquent chez les animaux qui digèrent cette plante en année sèche (EL-Bahri *et al.*, 1991, Shapira *et al.*, 1989) ont rapporté l'effet de l'extrait méthanoïque de *P. harmala* sur la reproduction des rats femelles. L'extrait méthanoïque à une dose de 2,5 g / kg / jour, offert dans des suspensions d'aliments ou de boire pendant 30 jours, diestrus significativement prolongée la phase de 1,0 jours, tandis que la durée de la phase d'œstrus est resté stable. L'extrait méthanoïque a réduit le nombre de chiots vivant et a augmenté le nombre de résorption. Cet extrait à des doses, variait 2,0 à 3,5 g / kg / jour, a produit une diminution dépendante de la dose dans la litière Taille. Les résultats histopathologiques ont démontré qu'il n'y était pas de changement majeur dans le système de reproduction. Dans tous les rats follicules en croissance et le corps jaune ont été observés dans les ovaires. Aucun changement dans l'état physique et nutritionnel des animaux et pas d'effets toxicologiques indésirables étaient observé.

On pense que les alcaloïdes de la quinazoline (par exemple vasicine et vasicinone) sont responsables de l'abortive activité de *P. harmala* extrait (Shapira *et al.*, 1989) Il a été signalé que ces produits chimiques ont un effet de stimulation de l'utérus, apparemment par la libération de prostaglandines.(Gupta OP *et al.*, 1978 ;Zutshi U *et al.*, 1980).

Bien que cette plante a été utilisée traditionnellement en médecine berbère comme emménagogue et comme abortif agent de (Casey RC, 1960 ; Boulus L, 1983), il y a peu de rapports sur sa toxicité humaine effets et syndrome. (Salah NB *et al.*, 1986) ont rapporté un cas de surdosage avec *P. harmala* dans une jeune fille (âgée de 27 ans) qui a pris 50 g de graines de cette plante pour le traitement de l'aménorrhée. Quelques minutes après l'ingestion de graines dans une tasse de café, des signes d'intoxication ont été observées et le patient a été emmené à l'hôpital. Les symptômes de surdosage *P. harmala* composé d'hallucinations et syndromes neurosensorielles, bradycardie et GI troubles tels que des nausées et des vomissements. Les tests de para-cliniques ont montré que la fonction du foie et le rein comme normal, et le patient a eu une normale image hématologique. Elle a quitté l'hôpital quelques heures plus tard, après des signes d'intoxication avaient disparu.

Les symptômes de toxicité *P. harmala* vécue par notre patiente étaient semblables à ce qui avait été rapporté pour animaux (EL-Bahri *et al.*, 1991) et dans le cas français (Salah NB *et al.*, 1986) .Ceux-ci se composent principalement de symptômes neurosensorielles, hallucination, légère élévation de la température du corps (Abdel-Fattah *et al.*, 1996)et cardiovasculaires troubles tels que la bradycardie et une pression artérielle basse (Aarons DH *et al.*,

1977) Cependant, en dépit de l'intoxication des animaux aussi bien dans Français (Salah NB *et al.*, 1986) et nos cas, des signes et des symptômes d'intoxication soulagés en quelques heures et les patients ont quitté le l'hôpital en bonne santé. Cette différence est probablement en raison de la quantité, qui a été consommé par les humains par rapport aux animaux affamés. Cependant, étant donné que ce Traditionnellement, la matière a été utilisé comme abortif agent dans le Moyen-Orient (Shapira Z *et al.*, 1989 ; Gupta OP *et al.*, 1978) donc les médecins qui travaillent dans cette région doit être familier avec la signes et symptômes de sa toxicité pour pouvoir traiter avec les situations d'urgence, qui pourraient résulter de son illégale consommation.

### 7.2.2. *Daphne gnidium* :

*D. gnidium* (*Thymelaeaceae*) connue sous le nomade Garou est un arbuste des garrigues méditerranéennes et des sables atlantiques. Il existe dans tout le Nord Algérien et il se caractérise par des racines longues, grosses, dures, rougeâtres à l'extérieur et blanches à l'intérieur. Les tiges, pouvant atteindre 70 cm à un mètre de haut, sont droites, divisées dès leur base en rameaux souples, élancés et d'une couleur brune cendrée. Les feuilles éparses, nombreuses, sessiles, linéaires et elles sont lancéolées et glabres. Les fleurs blanches ou un peu rougeâtre sont pédonculées et disposées en panicule terminale ; elle fleurit en juillet et août. Les fruits sont des baies vertes qui deviennent rouges en mûrissant (Mohammedi, 2013).

*D. gnidium* contient des coumarines (Daphnetine, Daphnine, Acétylimbelliférone, Daphnorétine) et des flavonoïdes (lutéolin-3',7-di-*O*-glucoside lutéoline, orientine, isoorientine, quercétine, apigénine-7-*O*-glucoside, genkwanine, 5-*O*- $\beta$ -D-primeverosyl genkwanine, 2,5,7,4-tétrahydroxyisoflavanol). Les graines et les écorces des différentes espèces de *Daphne* renferment des diterpènes toxiques, la daphnétoxine (écorce) et la mézéréine (graines). L'ingestion des fruits déclenche une ulcération du tube digestif et le contact des écorces avec la peau ou les muqueuses provoque une irritation importante (Mohammedi, 2013).

Cette plante est largement utilisée en médecine traditionnelle et en pharmacologie, elle est utilisée sous forme de pommade aux propriétés épispastiques. En phytothérapie, la plante est indiquée dans le traitement des leucémies, des tumeurs solides, la sclérose en plaque et le sida. Cette dernière contient, en effet, un fort pourcentage de principe actif. Le

Garou possède des effets cytotoxique, insecticide, antioxydant et microbien (Mohammedi, 2013).

Le *Daphnegnidium* contient des coumarines (Daphnéline, daphnine, acétylimbelliférone, daphnorétine) et des flavonoïdes (lutéolin-3',7-di-O-glucosidelutéoline, orientine, isoorientine, quercétine, apigénine-7-O-glucoside, genkwanine, 5- O-β-D-primeverosylgenkwanine, 2,5,7,4'-tétrahydroxyisoflavanol). Les graines et les écorces des différentes espèces de *Daphneren* ferment des diterpènes toxiques, la daphnétoxine (écorce) et la mézéréine (graines).

Toute la plante contient 2 principaux éléments : des hétérosides (daphnoside) et une résine (mézéréine). Toutes les parties de la plante renferme un glucoside non vénéneux, la daphnine, à saveur amère, astringeante, peu soluble dans l'eau froide mais très soluble dans l'eau bouillante. L'écorce contient le plus de mézéréine (7 à 9 %), substance résineuse d'un jaune brunâtre, irritante, âcre, amère, drastique, vésicante et sternutatoire. La mézéréine, non détruite par dessiccation, est une résine terpénique inflammatoire cancérigène. On trouve également dans l'écorce une matière grasse verte, une matière colorante jaune, du malate de calcium et de potassium. Dans les fruits, outre les produits résineux et cireux, des traces d'huiles essentielle, des acides organiques, du mucilage, un colorant, des protéines et un principe amer, appelé coccognine. Les graines sont riches en "huile de mézéreum" jusqu'à environ 37%.

Il semble que le garou ait été connu des Grecs et qu'on puisse l'identifier avec le «Thymelaea» de Tragus. On en faisait des pommades, des papiers, des taffetas et des pois à cautères destinés à remplacer la cantharide pour ses propriétés épispastiques (agit sur la peau, y détermine de la chaleur, de la rougeur et un afflux de sérosité qui soulève et détache l'épiderme), irritant la peau, provoquant la formation d'ampoules.

Son pouvoir toxique (des fruits et des feuilles) n'a pas empêché son usage traditionnel pour des fins diverses : En cosmétique pour la préparation d'un onguent pour teindre les cheveux en noir. Comme ils sont utilisés pour les soins d'hygiène capillaire, contre la gale (par frictions sur le corps) et les maux de dents en gargarismes.

La poudre d'écorce est utilisée dans le traitement de la syphilis, des maladies vénériennes et dermiques. Le daphné est encore prescrit pour soigner les plaies et traiter les

puces. La pratique populaire s'en est beaucoup servie en usage externe comme vésicants et dérivatifs.

Autrefois, ils pensaient protéger les enfants contre toutes les maladies du jeune âge en introduisant un fragment d'écorce de garou dans le lobe d'une de leurs oreilles. La causticité du remède produisait un écoulement séreux jugé très bénéfique. De même l'introduction du brin de Garou dans les trous fraîchement percés dans les oreilles des fillettes permet d'obtenir une rapide cicatrisation. Les feuilles et les fruits sont utilisés pour des fins purgatives.

L'ingestion des fruits déclenche une ulcération du tube digestif et le contact des écorces avec la peau ou les muqueuses provoque une irritation importante.

En cas d'intoxication grave (si > à 2 baies chez l'enfant et > à 10 baies chez l'adulte) on observe des vertiges + fièvre + troubles cardiaques/respiratoires + crampes + convulsions + collapsus voire décès. Les fruits ont un suc très corrosif pour la peau et les muqueuses, provoquant un érythème, de vives démangeaisons, des vésicules. Une projection dans l'œil entraîne une kératite et peut rendre aveugle. L'inhalation profonde et répétée du parfum des fleurs peut occasionner des maux de tête, une irritation de la muqueuse nasale.

En phytothérapie, la plante est indiquée dans le traitement des leucémies, des tumeurs solides, la sclérose en plaque et le sida. Le principe actif susceptible de détruire les leucoblastes malins dans la leucémie myéloblastique aigüe en évolution est le Primeverosyl B genkwanine, hétéroside extrait primitivement du *Gnidiakraussiana*, plante de la savane africaine et actuellement du *Daphnegnidium*, cette dernière contient en effet un plus fort pourcentage de principe actif; dont la purification est plus facile. Dans la pharmacopée traditionnelle.

Le Garou possède des effets cytotoxique, antioxydant et antimicrobien elle permet la destruction des leucoblastes (cellule souche de la moelle osseuse qui se transforme en leucocyte) (Mohammedi, 2013).

Les graines et les écorces des différentes espèces de Daphné renferment des diterpènes toxiques. Les substances toxiques sont la daphné toxine (écorce) et la mézéréine (graines). Cette dernière est une résine âcre et irritante même après séchage prolongé.

Le contact des écorces avec la peau ou les muqueuses provoque une irritation

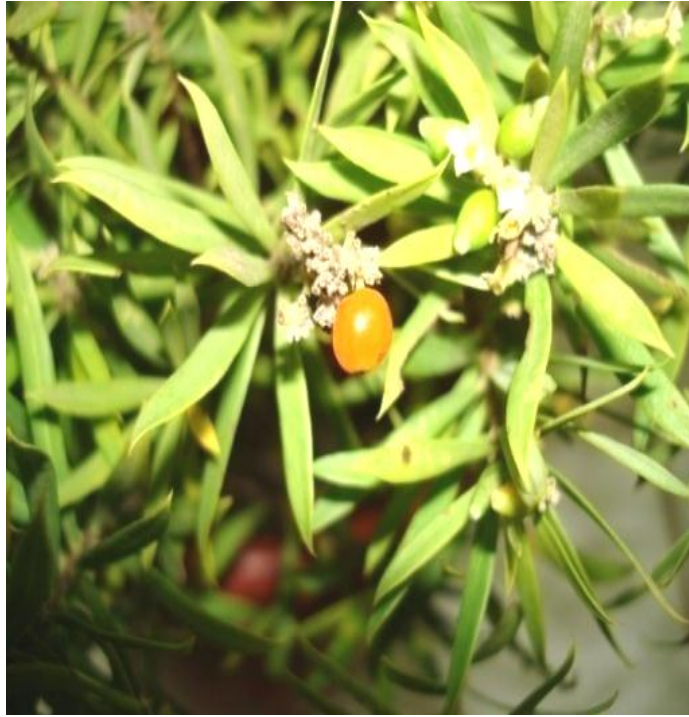
importante. L'ingestion des fruits déclenche une ulcération du tube digestif et des signes neurologiques (convulsions). Ces produits toxiques sont classés avec les esters di-terpéniques à structure complexe et à distribution restreinte à deux familles : les Thymélacées (Daphné...) et les Euphorbiacées.

Le contact de la sève avec la peau peut causer chez certaines personnes des dermatites. Toutes les parties de la plante sont irritantes mais les fruits sont les plus souvent en cause. 1 à 2 fruits chez l'enfant entraînent une symptomatologie accusée et l'ingestion de 12 fruits est considérée comme une dose pouvant être mortelle chez l'adulte. Même en cas d'intoxication passagère, des suites sont à redouter : inflammations gastriques et intestinales et la néphrite.

Après une courte latence, une violente inflammation de la bouche est observée, avec tuméfaction des lèvres et de la langue, ptyalisme, vomissements. Secondairement s'installe une diarrhée souvent hémorragique avec coliques. Enfin, dans les cas graves, on note une ataxie avec convulsions, dyspnée, albuminurie et hématurie. Des lésions gastro-entériques

***Classification :***

- Règne : Plantae
- Division : Magnoliophyta
- Classe : Magnoliopsida
- Ordre : Myrtales
- Famille : *Thymelaeaceae*
- Genre : *Daphne*
- Espèce : *gnidium*



**Figure 17. *Daphnegnidium***

***Chapitre3 :***  
***Les insectes nuisibles et***  
***la lutte biologique***

---



## 1. Effets des bioinsecticides sur les insectes nuisibles:

Les produits naturels sont de plus en plus recherchés pour une lutte efficace. La lutte contre les insectes nuisibles, comprend plusieurs méthodes comme celles faisant appel à des analogues synthétiques d'hormones d'insectes (hormone juvénile, ecdysone) qui perturbent l'éclosion des œufs, la reproduction et les différents comportements des blattes, les méthodes génétiques et les méthodes, dites écologiques, qui consistent à rendre le milieu défavorable au développement de l'insecte. Cependant, la lutte biologique reste la plus sûre et la plus sélective.

Pour des raisons à la fois techniques et économiques, il est très difficile d'éradiquer définitivement des populations entières de blattes. Toutefois, il est possible d'éviter leur prolifération excessive et de contrôler en partie le développement de leur population (Grandcolas, 1996).

Afin de contrôler les insectes nuisibles comme les blattes, l'homme déploie des efforts considérables, et recherche de nouvelles méthodes de lutte physique, biologique ou chimique afin de limiter leur prolifération (Appel, 1990 ; Kim *et al.*, 1995 ; Lyon, 1997). Cependant l'application abusive et répétée des insecticides conventionnels a fait apparaître chez les blattes et, plus particulièrement, chez *B. germanica*, des souches résistantes (Valles *et al.*, 2000 ; Fulton & Key, 2001 ; Yu *et al.*, 2003 ; Kristensen *et al.*, 2005) qui se traduisent chez l'insecte par des modifications physiologiques, biochimiques et comportementales (Cochran, 1990 ; 1991 ; Sharf *et al.*, 1997 ; Saito & Hama, 2000).

Suite aux conséquences néfastes de la lutte chimique sur l'environnement et sur l'homme qui se traduisent par des phénomènes cancérigènes (El Sayed *et al.*, 1997 ; Ishaaya & Horowitz, 1998) et à l'accroissement de la résistance chez les blattes, on cherche donc à utiliser d'autres substances et d'autres techniques de lutte. A l'heure actuelle, les insecticides utilisés sont souvent moins toxiques et plus spécifiques et sont basés sur des données physiologiques de l'insecte.

De nombreuses espèces d'insectes sont responsables de certaines maladies transmissibles en étant vecteurs d'agents pathogènes (virus, bactéries et champignons) (Espinosa *et al.*, 2002) et provoque de nombreux problèmes d'allergies cutanées et respiratoires chez l'homme (Grandcolas, 1998).

Ces espèces sont principalement inféodées aux milieux urbains, comme les cuisines, les salles de bains et les zones de stockage des aliments (placards, celliers, etc...). Sont, aussi, caractérisées par une fécondité élevée, rend le contrôle des populations très difficile à maîtriser (Barcay, 2004). Ils sont devenus résistants aux composés organochlorés et organophosphorés, aux carbamates, et à de nombreux pyréthriinoïdes (Scott *et al.*, 1990). Il est toutefois possible d'éviter leurs proliférations excessives et de contrôler en partie leurs développements en agissant sur le déroulement de leur comportement reproducteur (Grandcolas, 1996).

Ces insectes comme les moustiques, les blattes, les criquets et les drosophiles sont très étudiés depuis longtemps ce qui permet de tester de nouveaux insecticides de synthèse ou des molécules, ayant un effet insecticide, issues de la nature et donc moins toxiques pour l'homme et les animaux domestiques. Le rôle très important des blattes comme vecteurs de maladies n'est plus à démontrer et *B. germanica* en est un bon exemple. Les moyens de lutte contre cette espèce se font le plus souvent, soit par épandage d'insecticides hautement toxiques dans les lieux de rassemblement d'insectes, soit par utilisation d'appâts toxiques. Il est cependant de plus en plus difficile d'éliminer les blattes au moyen d'insecticides car ces dernières sont devenues très résistantes à la plupart des insecticides courants comme les organochlorés, qui tendent à être abandonnés (Strong *et al.*, 2000 ; Haubruge & Amichot, 1998). En outre, de nombreux insecticides additionnés aux appâts exercent sur les blattes un effet répulsif et assurent ainsi, indirectement, leur protection (Wooster & Ross, 1989). De plus, la lutte chimique n'apporte qu'un répit temporaire aux pullulations de blattes et doit, dans toute la mesure possible, s'accompagner de l'assainissement de l'environnement ou vit l'insecte à éradiquer (Schall, 1988).

Plusieurs études s'intéressent à lutte contre les insectes urbains. On peut citer ceux de Habbes (2006), Nasirian *et al.* (2011), Maiza *et al.* (2011), Habbachi (2013), Kemassi (2014), Tine *et al.* (2015) et de Benhissen (2016). Certains insecticides agissent en synergie contre les vecteurs de maladies et les insectes nuisibles tel *Blattella germanica* (Zuker *et al.*, 2002 ; Habbachi, 2013).

*B. germanica* et *Culex pipiens* sont considérées comme des vecteurs de parasites qui a un grand intérêt économique et de santé public (Mahmoud *et al.*, 2013 ; Motevali Haghi *et al.*, 2014 ; Fakoorziba *et al.*, 2010 ; Mahjoob *et al.*, 2010 ; Zarchi & Vatani, 2009 ; Nejati *et al.*, 2012 ; Kutrup , 2003 ; Kwon & Chon , 1991 ; Dong-Kyu, 1995).

L'apparition d'un phénomène de résistance aux insecticides conventionnels chez de nombreuses espèces de blattes, et des considérations d'ordre écologique, conduit à remplacer les composés organochlorés par des organophosphorés, des carbamates biodégradables, des pyréthrénoïdes de synthèse ou, plus récemment, par des régulateurs de croissance. Ces derniers agissent en perturbant le passage de la larve à l'adulte. Ils sont en revanche peu toxiques pour les organismes non ciblés, mais leur utilisation est limitée par un prix élevé et des problèmes d'approvisionnement (OMS, 1999). Il est donc essentiel de continuer à développer de nouveaux produits ou de nouvelles approches combinant différents moyens de lutte.

En raison de sa nuisance et en tant que vecteur de diverses maladies les insectes nuisibles a fait l'objet de plusieurs études toxicologiques, grâce à l'utilisation de produits chimiques peu toxiques pour l'homme ou les animaux domestiques.

Récemment, depuis la découverte du pouvoir pathogène de certaines bactéries, tout d'abord dans le domaine agricole, puis dans le domaine médical, les insecticides d'origine biologique connaissent un essor tel qu'ils semblent constituer de plus en plus une alternative raisonnable aux insecticides chimiques. Un des biopesticides les plus utilisés de nos jours est le spinosad. Issu d'une bactérie naturelle, *Saccharopolyspora spinosa*, (Sparks *et al.*, 1998), cette molécule semble présenter une solution plus appropriée que les molécules insecticides classiques, pour lutter contre divers parasites. De plus, le spinosad présente une faible toxicité pour l'homme (Liu & Yue, 2000) et les mammifères (Kirst, 2010) et se dégrade rapidement, ce qui préserve l'environnement (Dua *et al.*, 2009).

L'effet toxique du spinosad a été évalué sur plusieurs espèces d'insectes comme certains parasites d'abeilles (Penagos *et al.*, 2005), certaines chenilles de Lépidoptères comme *Lymantria dispar* (*L. dispar*) (Touati, 2010), chez les blattes (Habbachi, 2013) et les mouches de *Drosophila melanogaster* (*D. melanogaster*) (Bourbia, 2012). Ce composé est également de plus en plus utilisé pour lutter contre les larves de moustiques comme *An. stephensis*, *An. multicolor*, *Ae. aegypti* et *Cx. pipiens* (Bahgat *et al.*, 2007; Merabti, 2010; Romi *et al.*, 2006).

Le spinosad entraîne une mortalité variable selon le sexe des individus traités, la concentration utilisée et le temps de traitement. Les concentrations létales, CL50 et CL90, ainsi que les temps létaux, TL50 et TL90, diminuent en fonction de la durée du traitement

et/ou de l'augmentation de la concentration en spinosad: au bout de dix jours, la mortalité des blattes mâles est plus importante que celle des femelles; au-delà de 15 jours de traitement, les taux de mortalité des mâles et des femelles augmentent et peuvent atteindre 100% lorsqu'on utilise les plus fortes concentrations (1 et 2 g/l).

La CL50 du spinosad diminue en fonction du temps de traitement et montre qu'après 30 jours d'exposition, la CL50 est équivalente à 30 mg/l chez les mâles des blattes et 16 mg/l chez les femelles de ces blattes (Maiza *et al.*, 2011; Nasirian *et al.*, 2011). Une solution aqueuse de spinosad agit relativement lentement par ingestion contrairement à une application réalisée directement sur l'insecte (Nasirian *et al.*, 2011). Cependant, ce dernier mode de traitement est très difficile à concevoir si l'on veut lutter contre des espèces invasives comme les blattes, qui vivent la nuit et se cachent dans des endroits difficiles d'accès.

L'arrivée de produits entomopathogènes comme les diverses souches de *B. thuringiensis* (Bt) nous a laissé croire pendant plusieurs années que le problème de résistance des insectes à un traitement insecticide allait être rapidement révolu, à cause de la variété des toxines produites par ces entomopathogènes (provoquent l'intoxication puis la mort de l'insecte).

Les premières applications du Bt dans l'environnement datent de 1933. Il a été utilisé dès les années 1950 dans les forêts, les champs et les vignobles. Jusqu'au milieu des années 1970, on l'a beaucoup utilisé dans la lutte contre les lépidoptères ravageurs des forêts et des cultures intensives. En 1976, la découverte des sérotypes *israelensis* (Bti) et *tenebrionis* a lancé l'utilisation du Bt en santé publique grâce à une action larvicide sur les moustiques, les simulies et les coléoptères (Barjac; 1978; Bendali, 2006). Il était donc intéressant de tester l'activité du Bt comme moyen de lutte contre *B. germanica*.

Les adultes de *B. germanica* étaient peu sensibles au *Bt* var. *kurstaki* (Btk). En effet, après ingestion d'une solution aqueuse de Btk, le pourcentage de mortalité obtenu a été, dans le meilleur des cas, de l'ordre de 10% après 10 jours de traitement et n'a jamais dépassé 50%, même lorsqu'on exposait les blattes à des concentrations élevées (20 g/l et 200 g/l) pendant plus d'un mois. Cette faible activité du Bt contre les adultes de *B. germanica*, même à des concentrations élevées pourrait s'expliquer par un effet répulsif de la bactérie due essentiellement à sa forte odeur.

Un des principaux moyens utilisés pour diminuer la résistance des insectes contre un traitement est l'emploi d'un mélange de différents produits afin de créer un effet synergique, qui aura un impact plus important sur l'insecte que la somme des actions produites par chacun des produits pris indépendamment (Mulla *et al.*, 2003). Il semble important de mélanger des produits qui ont des modes d'actions ou des sites d'ancrages différents pour les toxines au niveau cellulaire. Deux produits agissant par synergisme verraient donc leur potentiel toxique augmenter. Il serait alors possible de diminuer les doses des formulations à utiliser sur le terrain afin d'augmenter le pourcentage de mortalité du parasite ciblé.

Un certain nombre d'études montrent que certains insecticides agissent en synergie contre les vecteurs de maladies et les insectes nuisibles. Par exemple, le fongicide *Metarhizium anisopliae* et l'acide borique (insecticide chimique) peuvent agir en synergie contre *B. germanica* (Zuker *et al.*, 2002). En utilisant un mélange de ces deux composés, on obtient deux fois plus de mortalité chez les insectes traités, et ce, avec des TL50 qui passent de 10 à 6 jours. Récemment, (Christos *et al.*, 2011), ont montré qu'un mélange de spinosad et de méthoprène présentait également une bonne activité insecticide contre six espèces d'insectes de denrées stockées.

Chez *B. germanica*, Habbachi (2013) voulu vérifier si l'association de deux molécules, comme le spinosad et le Btk, pouvait avoir un effet synergique sur la mortalité des adultes. Le choix des concentrations de ces deux biopesticides a été fait en fonction du taux de mortalité obtenu pour chacun d'eux pris isolément. Les concentrations létales se rapprochant le plus de 50% ont été retenues afin de permettre une meilleure évaluation du potentiel synergique pouvant exister entre les deux composés. Lorsque plusieurs concentrations d'un biopesticide provoquaient des mortalités oscillant autour de 50 à 70 %, les concentrations les moins élevées étaient choisies, respectant ainsi un des objectifs de l'étude qui était de diminuer les doses à appliquer sur le terrain. La formulation utilisée, le dosage (en spores/ml ou unités/ml) de la bactérie dans le produit et la fréquence des traitements sont autant de facteurs qui peuvent également influencer la toxicité de l'insecticide « bactérien » seul et en synergie (Lacey & Merritt, 2003).

L'action conjuguée du spinosad et du Btk augmente, sans ambiguïté, les taux de mortalité des adultes lorsqu'on utilise les concentrations les plus faibles. Cette mortalité est en forte corrélation, non seulement avec les concentrations utilisées, mais également avec le temps de traitement. Après 30 jours, le mélange contenant les plus fortes concentrations a

provoqué la mort de plus de 70% des mâles et des femelles, alors que, en appliquant ces mêmes concentrations à des traitements ne contenant que l'un des biopesticides, les pourcentages de mortalité observée varient entre 20 et 50%. Ces résultats confirment qu'il existe bien un effet synergique lorsqu'on utilise un mélange de spinosad et de Btk pour lutter contre *B. germanica*. Sur le terrain, cela conduira à diminuer les doses à appliquer et, par voie de conséquence, engendrera une diminution des coûts des traitements.

La valorisation des plantes à effet insecticide prend de plus en plus de l'ampleur au niveau des programmes de recherches dans le monde entier et particulièrement en Afrique. Ces plantes sont exploitées sous plusieurs formes, soit sous forme de poudres végétales, d'huiles essentielles, d'huiles végétales ou d'extraits végétaux.

L'Azadirachtine a un effet sur la mortalité des mâles et des femelles de la blatte germanique, et ce, en fonction des concentrations utilisées et du temps d'exposition. Les valeurs des CL50 %, CL90%, TL50% et TL90% diminuent avec l'augmentation de la durée de traitement et/ou la concentration du produit. La mortalité des mâles est plus importante que celle des femelles, les calculs des CL50% et des CL90% indiquent ces différences. Des résultats similaires sont observés tel ceux de Tine *et al.* (2011) qui a montré que l'Azadirachtine provoque la mortalité des adultes de *Blatta orientalis*.

Huang *et al.* (2004) indiquent que l'application de l'Azadirachtine provoque une réduction de l'alimentation chez *Spodopteralitura* (Lépidoptère) et la mort des larves et des pupes. Il est aussi mortel chez de nombreux Coléoptères (Shah *et al.*, 2008 ; Martinez-Villar *et al.*, 2005). Les mêmes résultats sont obtenus chez les criquets migrateurs *Locusta migratoria* traités par l'Azadirachtine où la mortalité est fonction des concentrations utilisés (Schmutter, 1993). L'ingestion d'extrait des graines de Neem provoque également une mortalité significative chez *Tinea dubiella* et *Tinea bisselliella* (Lépidoptère) (Gerard & Ruf, 1995). Alouani *et al.* (2009) ont montré l'activité biologique de l'Azadirachtine sur les moustiques de *Culex pipiens* et Tandon & Sirohi (2010) contre larves de *Culex quinquefasciatus*. Nous notons, aussi le travail d'Aliero (2003) sur l'usage de l'Azadirachtine contre les Anophèles (moustiques).

En 2013, Mehaoua *et al.* prouvent que l'Azadirachtine est moins toxique sur les larves de *Ectomyelois ceratoniae* pendant peu de temps d'exposition (24h) et il cause une diminution de la fertilité de femelles.

Aussi, l'Azadirachtine a un effet anti-appétant et par conséquence on enregistre la mortalité de l'insecte (Naqvi, 1996). Cet effet a été observé chez *L. migratoria* (Sieber & Rembold, 1983 ; Mordue *et al.*, 1986 ; Mordue & Blackwell, 1993). Aussi ce phénomène provoque la mort de plusieurs insectes comme les Lépidoptères (Blaney *et al.*, 1990 ; Simmonds *et al.*, 1990 ; Ma *et al.*, 2000), Coléoptères (Streets, 1976), Orthoptères (Mordue *et al.*, 1998) et Aphides (Koul, 1999).

La sensibilité aux produits insecticides reste liée à la taille et au stade de développement de l'insecte ; les différentes études montrent que l'Azadirachtine est plus efficace contre les moustiques que les autres insectes. Aussi, Ould El Hadj *et al.* (2008) ont montré que les larves de 5<sup>ème</sup> stade sont plus sensibles que les adultes de *Schistocercagregaria* (criquet).

Ces dernières années on a vu la résurgence dramatique de maladies infectieuses particulièrement celle à transmission vectorielle. Tandis que de nouvelles pathologies apparaissaient (fièvre de la vallée du Rift, West Nile), un problème majeur est venu de la réémergence de parasite et de virus qui avaient été efficacement contrôlés dans certaines régions du monde, en effet l'aire de répartition des Arthropodes impliqués dans la transmission de ces maladies n'a cessé de s'étendre, plaçant ainsi de nouvelles populations humaines dans des zones à risque d'infection (Gubler, 2004).

Le recours aux produits chimiques d'origine botanique apparaît comme la meilleure alternative de lutte propre contre les insectes nuisibles. C'est dans ce contexte que plusieurs chercheurs ont testés l'effet insecticide de *P. harmala* caractérisée par son pouvoir insecticide, antinutritionnel et perturbateur physiologique contre les insectes nuisibles (Abbassi *et al.*, 2005 ; Jbilou *et al.*, 2006).

L'étude du pouvoir insecticide des huiles essentielles foliaires des plantes permet de mettre en exergue le pouvoir biocide des huiles essentielles de ces plantes sur les insectes nuisibles. Les plantes présentent un fort pouvoir insecticide vis-à-vis du Criquet pèlerin, moustiques et drosophiles (Kemassi, 2014 ; Habbachi *et al.*, 2013 ; Habbachi *et al.*, 2014) mais avec des rapidités d'action variables.

Malgré ce large panel de molécules efficaces, les principaux moustiques vecteurs de maladies ont développés des résistances plus ou moins prononcées vis-à-vis de ces derniers ;

ce qui a conduit à se tourner de plus en plus sur les composés naturels issus des plantes pour la mise au point de nouvelles molécules insecticides. L'activité larvicide des extraits de plantes aromatiques a aussi été confirmée par les travaux de (Tandon et Sirohi, 2010; Govindaraj et Ranjitha Kumari, 2013). Au Maroc, l'utilisation des plantes contre les invasions de moustiques est une pratique très courante (Aouinty *et al.*, 2006). Mis à part les travaux d'Alouani *et al.* (2009); Habbachi *et al.* (2013, 2014). En Algérie, les études menées sur l'activité insecticide des extraits végétaux vis-à-vis des larves de moustiques sont peu nombreux.

Les extraits aqueux de feuilles fraîches de *D. gnidium* sur les larves de quatrième stade de l'espèce *Culex. pipiens* (moustiques) révèlent une sensibilité traduite par les taux de mortalité élevés, l'activité de *D. gnidium* est progressive puisque la mortalité augmente au fur et à mesure que le temps avance et peut atteindre un taux maximal de mortalité 100% pour les doses les plus élevés, ceci montre que la mortalité est corrélée aux doses utilisées et au temps d'exposition de 48h (Benhissen, 2016).

Dans ce même axe s'inscrivent plusieurs travaux étudiant l'effet toxique des produits issus des végétaux contre les larves de moustiques. Nous citons à cet effet, les travaux d'Alouani *et al.* (2009) qui ont mis en évidence une activité larvicide de l'Azadiractine (extrait d'arbre d'*Azadirachta indica*) sur les larves de 4<sup>ème</sup> stade de *Cx.pipiens*. Govindara et Bollipo Kumari (2013), sur *Ae. aegypti* ont testés avec succès l'activité larvicide des huiles essentielles de *Artemisia vulgaris* (Asteraceae). Benayad (2008) montre un effet sur les larves du *Sitophilus oryzae*, *Rhizopertha dominica*, qui sont des ravageurs des denrées alimentaires stockées

En se référant aussi l'étude réalisée au Maroc il semblerait que l'efficacité des extraits pourrait dépendre du type de plante, les extraits aqueux des feuilles du ricin (*Ricinus communis* L.) et du bois thuya (*Tetraclinis articulata* (Vahl) ont donné 100 % de morts des larves de *Cx. pipiens* à partir d'une concentration de 4%. Cependant, dans l'extrait du *Ricinus communis*, le taux de mortalité a été de 100% avec une concentration de 1% (Aouinty *et al.*, 2006).

Le deuxième extrait qui expérimenté lors de notre étude est l'extrait des feuilles de *P. harmala*, ses principes actifs agissent en mode d'action unique induisant la paralysie d'insecte



produisant des troubles dans la locomotion de l'insecte et interviennent sur son cycle biologique. (El Bahri et Chemli., 1991).

L'observation des larves traitées montre que celles-ci sont paralysées incapables de bouger et de remonter à la surface de l'eau pour respirer, sous microscope on remarque que les larves respirent encore et elles arrivent à survivre pendant quelques jours dans cet état. L'activité insecticide de *P. harmala* est attribuée aux substances toxiques (alcaloïdes) (Mahmoudian *et al.*, 2002).

Plusieurs travaux indiquent l'effet toxique *du P harmala* contre des insectes. Nous citons ceux de Habbachi *et al.* (2013 ; 2014) indiquant un effet larvicide contre les larves de *D. melanogaster* et *Cx. pipiens* (Diptera). Idrissi-Hassani *et al.*(1998), Abbasi *et al.*(2003 ; 2003b) et Idrissi-Hassani et hermas (2008) ont évalué le potentiel acaricide de la plante contre *Shistocerca gregaria* , Abbasi *et al* (2010) a montré l'activité insecticide de l'extrait des graines de *P. harmala* contre le *Plutella xylostella* (Lepidoptera).

*P. harmala* a montré une bonne activité larvicide sur les larves de L4 de *Cx.pipiens* étudiées et les résultats indiquent des taux de mortalités allant jusqu'à 100%, ceci traduit une mortalité corrélée aux doses utilisées et au temps d'exposition. Les résultats indiquent également des CL50% pour le 5eme jour et 10 jours sont 67,60 g/l et 22,90 g/l respectivement.

On note que l'extraits *P. harmala* est toxique sur la mouche *D. melanogaster* (CL50 : 851,14 mg/l) pour un temps létal de 5 jour ; mais à 10 jour d'exposition, le *P. harmala* manifeste une toxicité élevé chez les même individus (CL50 : 162,18 g/l) (Habbachi *et al.*, 2013).

Depuis la découverte du pouvoir pathogène de certaines bactéries, tout d'abord dans le domaine agricole, puis dans le domaine médical, les insecticides d'origine biologique connaissent un essor tel qu'ils semblent constituer de plus en plus une alternative raisonnable aux insecticides chimiques. L'arrivée de produits entomopathogènes comme les diverses souches de *Bacillus thuringiensis* (*Bt*) nous a laissé croire pendant plusieurs années que le problème de résistance des insectes à un traitement insecticide allait être rapidement résolu, à cause de la variété des toxines produites par ces entomopathogènes (provoquent l'intoxication puis la mort de l'insecte).

Le *Bt* est considéré comme un larvicide de référence pour les opérations de lutte contre les Diptères tel que les moustiques et les mouches noires (De Barjac, 1978 ; Tomlin, 2000 ; Lacoursière et Boisvert, 2004; Tahraoui, 2013). La pulvérisation de toxines de *Bti* dans les gîtes larvaires de moustiques représente aujourd'hui une alternative propre aux insecticides chimiques (Regis *et al.*, 2001; Lacey, 2007). Chez les simuliés on enregistre des différents niveaux de susceptibilité au *Bt* (Molloy *et al.*, 1981 ; Lacoursière et Charpentier, 1988); les espèces les plus grosses semblent relativement moins susceptibles que les espèces de petites tailles (Molloy *et al.*, 1981 ; Molloy , 1990) les jeunes larves sont plus sensibles que les larves âgées (Guillet et Escaffre , 1979 ; Guillet *et al.* , 1982 ; Olejnicek , 1986 ; Morin *et al.*, 1988b). Plusieurs études ont également démontré l'absence d'impacts négatifs des traitements bactério-insecticides sur la biomasse microbienne des sols (Ferreira *et al.*, 2003 ; Muchaonyerwa *et al.*, 2004), sur les invertébrés non-cibles (Thomas et Ellar , 1983. ; Charbonneau *et al.*,1994 ; Hershey *et al.*,1995), sur les vertébrés (WHO, 1982 ; Lacey et Siegel, 2000), les mammifères (Thomas et Ellar , 1983 ; McIntock *et al.*, 1995) dont les humains (Green *et al.*, 1990).

Les essais insecticides par la sous-espèce (*Btk*) montrent que la mortalité des larves de moustiques est de 50% après 2 jours du traitement en utilisant 380,19 mg/l alors pour 90 % il faut 8912,51 mg/l, l'effet retardé pendant 5 jours s'est traduit par un CL50% est de 69,18 mg/l, alors que la CL90% est de 147,91 mg/l. après 10 jours s'est traduit par un CL50% est de 57,54 mg/l, alors que la CL90% est de 114,81 mg/l.

Des résultats similaires sont signalés chez plusieurs espèces de moustiques tel que, *Cx. pipiens* (Tahraoui, 2013), *Ae. aegypti* (Penata *et al.*, 2013) *Ae. rusticus* (Boyer *et al.*, 2012), *An. sergentii sergentii* (Kreoger *et al.*, 1995), *Cx. univittatus* (Goldberg *et al.*, 1977), *Uranotaenia unguiculata* (Goldberg *et al.*,1977), et les autres insectes la tordeuse grise *Zeiraphera diniana* (Martouret et Auer ,1997) et latipule européenne (*Tipula paludosa*) (Lam et Webster, 1972).

Bendali (2006) a montré l'effet de *Bti* sérotype H14 et le *Bacillus sphaericus* (*Bts*) 1593 à l'égard des larves de *Cx. pipiens* et qui affichent des CL50% de  $6.10^{-5}$  mg/l pour la poudre standard est de  $8,2 .10^{-5}$  mg/l pour la poudre commerciale de *Bti* est des CL50% de  $7.10^{-5}$  mg/l et  $2,8.10^{-5}$  mg/l pour le (*Bts*) standard et commerciale.

Le spinosad entraîne une mortalité variable selon la concentration utilisée et le temps de traitement chez les moustiques. Au bout de 15 jours de traitement, les taux de mortalité des larves augmentent et peuvent atteindre 100% lorsqu'on utilise les plus fortes concentrations (50 µg/l et 100 µg/l) et la CL50 est équivalente à 7,76 µg/l, alors que CL90 est égale 44,67 µg/l.

Les travaux de (Darriet *et al.*, 2005 a) montre l'effet du spinosad sur les souches sensibles de trois moustiques d'intérêt médicale *Ae. aegypti*, *An. gambiae* et *Cx. quinquefasciatus* les CL50% sont respectivement ; 0,35mg/l, 0,01mg/l et 0,03mg/l ; une autre étude réalisée avec un concentré émulsifiable (EC) de spinosad titrant 4,8% de substance active a donnée des CL50% de 0,0096 mg/l sur *Ae aegypti* ; 0,0064 mg/l sur *Cx. pipiens* et 0,039mg/l sur *An stephensis* (Romi *et al.* , 2006) par rapport aux essais effectués avec la substance technique la plus grande efficacité larvicide du spinosad sous sa forme (EC) pourrait s'expliquer par la nature huileuse de la formulation qui empêcherait les larves de moustiques de respirer à la surface de l'eau.

Les évaluations réalisées sur le terrain sont encore peu nombreuses sur *Ae. aegypti*, une étude montrée qu'à la concentration de 10mg/l, l'efficacité de ce larvicide était totale sur une durée de cinq mois (Bond *et al.*, 2004) donc son efficacité aux concentration de  $10^{-2}$  et  $10^{-3}$ mg/l sur les larves de moustiques ont fait de lui un excellent choix dans la lutte antivectorielle.

Les travaux réalisés sur l'*An. Multicolor* et *Cx. pipiens* par le spinosad 12% indique les CL50 après 24 h du traitement est 0,406 mg/l, alors que la CL90 est de 6.142 mg/l. (Anonyme.2008a).L'effet de spinosad (Tracer) après 24 h est estimé la CL50 pour *Ae. Eagypti* est de 0.025 p.p.m, pour *Ae. Albinus* est de 0.024 p.p.m. Une étude récente a montré que les recommandations provisoire pour la protection de la vie marine est fondée sur une CL50% de 13 mg/l après 48h, pour les larves de moustique des marais salés *Ae. taeniorhynchus*. (O.M.S .2007). La bonne efficacité de spinosad aux faibles concentrations (de l'ordre de  $10^{-2}$  et  $10^{-3}$  mg/L) sur les larves de moustiques sensibles et résistantes aux insecticides en fait un alternatif de choix pour la lutte antivectorielle.

La présence ou l'absence des facteurs attractifs et stimulants tels que les facteurs chimiques et physiques jouent un rôle capital dans le choix des lieux des pontes, surtout chez

les espèces de moustiques. La plupart des travaux consacrés à ce sujet ont été menés au laboratoire, ces facteurs (chimique et physique) ont retenu l'attention de très nombreux auteurs telle que Haddow et Gillett qui ont consacré en 1957 un premier travail sur ce sujet chez *Ae aegypti*, en utilisant des moustiques d'élevage, exposés aux fluctuations normales de la lumière du jour, ils ont pu observer un cycle de ponte comportant un pic dans l'après-midi. Fay et Perris (1965) et ont pu observer que les femelles gravides d'*Ae. aegypti* étaient influencées dans leur choix par la nature du substrat tapissant les récipients de ponte. Ils ont également montré que diverses solutions (de benzoate de sodium notamment) avaient un grand pouvoir attractif.

L'utilisation du *Btk* de faible dose (25mg/l) contre les moustiques peut provoquer une diminution dans la fertilité et la fécondité. Des résultats similaires sont signalés chez *D. melanogaster*, le *Btk* agit fortement sur le développement des larves de *D. melanogaster* et ce qui influe sur le nombre de pupes et des adultes obtenus comme on a enregistré un blocage des mues imaginales et de mal-formations au niveau des ailes des adultes. (Habbachi *et al.*, 2014). Le même effet est enregistré lors de l'utilisation des inhibiteurs de la synthèse de chitine à l'égard des œufs de *Cx. quinquefasciatus*, *Ae. aegypti* et *An. Stephensi* (Vasuki, 1990). Les résultats sont encore appuyés par les essais de l'azadirachtin, DFB et le pyriproxyf en sur les œufs de *Ae. albopictus*, *Ae. Aegypti*, *Ae. Atropalpus* et *Cx. pipiens* (Suman *et al.*, 2013). Amira, (2013) ont démontré que le RH-0345 affecte la réduction de la fécondité et la fertilité de *Cx.pipiens*. Les travaux de Ghy (1971) montrent que lorsque la toxine est ingérée par le criquet au début d'un stade larvaire, le ralentissement de développement se manifeste dès ce stade et le retard, subsiste d'autant plus longtemps que les quantités de la toxine ingérées sont plus fortes.

# *Conclusion générale*

---

**Conclusion:**

Le développement d'une conscience collective plus écologique a mené à de nombreux questionnements dans les dernières décennies. L'utilisation de certains pesticides très controversés, en quantités de plus en plus grandes pour contrer le développement de résistances chez les ravageurs, est l'un des problèmes qui a soulevé des questionnements, autant de la part de la population que de celle des agriculteurs.

Quiconque est au courant des défauts de l'utilisation des pesticides conventionnels se doit de songer à une autre option. En comparaison à la plupart de ces derniers, l'utilisation des auxiliaires est beaucoup plus écologique, plus sécuritaire et plus spécifique. La lutte biologique semble une alternative écologique aux pesticides chimiques, utilisés sérieusement depuis des dizaines d'années dans les champs et les serres québécois.

Utilisable dans de nombreux contextes, elle a fait ses preuves partout dans le monde et comme elle est grandement étudiée, de nouvelles applications sont à prévoir. Les développements en lutte biologique se sont fait parallèlement au développement de l'étude de la biologie : plus les auxiliaires ont été étudiés et les interactions entre espèces connues, plus les utilisations de la lutte biologique ont pu être efficaces et sécuritaires.

Une vision holistique est maintenant utilisée et est essentielle en lutte biologique afin de considérer toutes les facettes et interactions entre l'auxiliaire, le ravageur et leur environnement. Les désavantages qui étaient auparavant imprévisibles, craints et fréquents, comme les effets sur les espèces non ciblées, sont de plus en plus connus et évités. Par contre, la recherche se poursuit et des développements restent à faire dans de nombreux domaines connexes afin d'en augmenter l'accessibilité et d'en diminuer les coûts.

Malgré tous leurs inconvénients, les pesticides sont bien ancrés dans la culture agricole québécoise et seront difficiles à déraciner. Il est nécessaire que la lutte biologique se développe encore plus et que les intervenants, autant consommateurs, agriculteurs, producteurs d'auxiliaires que gouvernements, comprennent bien les enjeux, et que de l'éducation soit faite. Sinon, la lutte biologique restera ce qu'elle est encore de nos jours, soit une méthode de lutte noble mais marginale, étouffée par un nuage de pesticides.

Il est donc nécessaire de poursuivre la recherche de molécules nouvelles en prenant en compte d'autres critères que l'efficacité. Cette recherche est orientée vers la lutte biologique par l'utilisation de substances naturelles actives, non polluantes et s'utilisant dans une lutte moins nocive et plus raisonnée. La lutte biologique prend diverses formes, mais celle qui retient l'attention des chercheurs à l'heure actuelle est la lutte biologique par l'utilisation de substances naturelles d'origines végétales.

L'Algérie dispose d'une biodiversité floristique exceptionnelle, constituée de plusieurs espèces endémiques dans le Sahara septentrional seul et à la quelle s'ajoute une tradition séculaire de pharmacopée traditionnelle (Ozenda, 1991). Plusieurs espèces sont connues pour leurs propriétés thérapeutiques remarquables. Les plantes médicinales et toxiques sont considérées comme l'une des ressources phytogénétiques qui présentent un intérêt agronomique, économique, écologique mais aussi stratégique. La possibilité d'utiliser les substances secondaires des plantes contre les insectes nuisibles s'est révélé promoteur, et a suscité beaucoup de travaux récents. Des substances toxiques sont isolées des végétaux de familles botaniques différentes, mais surtout celles des *Asteraceae*, où se retrouve toute une gamme de molécules toxiques, tels que furanocoumarins, alcaloïdes, furanoquinolines, alcaloïdes béta-carbolines, polyacétylènes et ses dérivés thiophènes, et quinones. Le *Melia azerdarach* L. (Meliaceae), le neem *Azadirachta indica* Juss. (Meliaceae), le harmel *Peganum harmala* L. (Zygophyllaceae), l'eucalyptus *Eucalyptus occidentalis* L. (Myrtaceae), le pommier de Sodome *Calotropis procera* Aiton. (Asclepiadaceae), etc., sont les plus étudiés. Les travaux futurs peuvent mieux cerner les effets de ces plantes sur plusieurs insectes nuisibles.

***Références  
bibliographiques***

---



- Aarons, D. H., Victor Rossi, G., & Orzechowski, R. F. (1977).** Cardiovascular actions of three harmala alkaloids: harmine, harmaline, and harmalol. *Journal of pharmaceutical sciences*, 66(9), 1244-1248.
- Abbassi, K., Mergaoui, L., Atay-Kadiri, Z., Ghaout, S., & Stambouli, A. (2005).** Activités biologiques des feuilles de *Peganum harmala* (Zygophyllacea) en floraison sur la mortalité et l'activité génésique chez le criquet pèlerin. *Zool. baetica*, 16, 31-46.
- Abdel-Fattah, A. F. M., Matsumoto, K., Murakami, Y., El-Hady, K. A. W., Mohamed, M. F., & Watanabe, H. (1996).**Facilitatory and inhibitory effects of harmaline on the tryptophan-induced 5-hydroxytryptamine syndrome and body temperature changes in pargyline-pretreated rats. *The Japanese Journal of Pharmacology*, 72(1), 39-47.
- Abdel-Wahab A. M., Abdel-Rahim W. A. & Rizk M., 1975.**Comparative susceptibility of male and female southern cowpea weevil *Callosobruchus maculatus* (F.) to thirteen insecticides (Coleoptera: Bruchidae). *Bulletins Sociales Entomologie. Egypte, Service Economy*, 10 : 165-170.
- ACTA, 2005.** Index Phytosanitaire ACTA 2005. 41ème éd. Paris. *Association de Coordination Technique Agricole*. France. 820 p.
- Agriculture et Agroalimentaire Canada (2009c).** Gestion de l'euphorbe érule à l'aide d'un insecte prédateur. In *Agriculture et Agroalimentaire Canada. Centre de lutte antiparasitaire*, [Enligne].[http://www4.agr.gc.ca/AAFC-AAC/display\\_afficher.do?id=1243369144165&lang=fra](http://www4.agr.gc.ca/AAFC-AAC/display_afficher.do?id=1243369144165&lang=fra) (Page consultée le 28 février 2010).
- Alouani A., Rehim N et Soltani N., 2009 .**Larvicidal Activity of a Neem Tree Extract (Azadirachtin) Against Mosquito Larvae in the Republic of Algeria.*Jordan Journal of Biological Sciences*, 2, 15-22.
- Ames, B. N., & Gold, L. S. (1997).** Environmental pollution, pesticides, and the prevention of cancer: misconceptions. *The FASEB journal*, 11(13), 1041-1052.
- Anonyme., 2008 a .**Comparative Toxicity of Two Bio-Insecticides (Spinosad and Vertemic) Compared with Methomyl Against *Culex pipiens* and *Anopheles multicolor*. *World Journal of Agricultural Sciences* 4 (2): 198-205, 2008. ISSN 1817-3047. © IDOSI Publications, 2008

- Aouinty B., Oufara S., Mellouki F., Mahari S., 2006** .Evaluation 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). *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement (BASE)*, 10 (2), 67-71.
- Aouinty, B., Oufara, S., Mellouki, F., & Mahari, S. (2006)**. Evaluation préliminaire de l'activité larvicide des extraits aqueux des feuilles du ricin.*Ricinus communis*, 67-71.
- Appel A. G., 1990**. Laboratory and field performance of consumer bait products for German cockroaches (Dictyoptera: Blattellidae) control. *J. Ecom. Entomol*, 83 (1): 153-159.
- Berrah Awatef 2011**. Etude sur les pesticides. Université de Tébessa Algérie-Master 2 en toxicologie appliquée.
- Bahgat I.M., EL-Kady G.A., Temerak S.A et Lysaandrou M., 2007** .The natural bioinsecticides spinosad and its toxicity to combat some mosquito species in Ismailia Governorate, Egypt.*World J. of Agricultural Sciences*, 3 (4): 396- 400.
- Bailey C, Damn A. 1981**. Bedouin plant utilization in Sinai and the Negev. *Econ Bot*;35:145-162.
- Bailey ME 1979**.Major poisonous plant problems in cattle. *Bovine Pract*; 14:169-175
- Bailey ME. 1986**. In: Principal poisonous plants in the Southwestern United States. In: Howard JL. Editor.Current Veterinary Therapy Food Animal Practice.Philadelphia: Saunders;.p. 413.
- Baker, J.T., Borris, R.P., Carte', B., Cordell, G.A., Soejarto, D.D., Cragg, G.M.,Gupta, M.P., Iwu, M.M., Madulid, D.R., Tyler, V.E., 1995**. Natural products drug discovery and development: new perspectives on international collaboration. *Journal of Natural Products* 58 (9), 1325– 1357.
- Baldi, I., Gruber, A., Rondeau, V., Lebailly, P., Brochard, P., & Fabrigoule, C. (2011)**. Neurobehavioral effects of long-term exposure to pesticides: Results from the 4-year

follow-up of the PHYTONER Study. *Occupational and Environmental Medicine*, 68(2), 108-115.

**BANKEN, JAO. & STARK, J.D. 1997.** Stage and age influence on the susceptibility of *Coccinella septempunctata* (Coleoptera : Coccinellidae) after direct exposure to Neemix, a Neem insecticide. *Journal of Economic Entomology*, 90: 1 102- 1105.

**Barcay, S.J., 2004.**Cockroaches,. In S.A. Hedges (ed.). *Handbook of Pest Control.GIE Media, Inc., Richfield, OH*, 121-215

**BARJAC, H. (1978).** Une nouvelle varikte de *Bacillus thuringiensis* tres toxique pour les moustiques : *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* serotype 14. *Comptes rendus des skances de l'Academie de sciences* 286, 787- 800

**Beegle, C.C., and Yamamoto, T. 1992.** Invitation paper (C.P.Alexander Fund): History of *Bacillus thuringiensis* Berliner research and development. *Can. Entomol.* 124: 587-616.

**Bellil H. 1983.** Les intoxications de vegetale chez le dromadaire dans le Sud Tunisien. These Doct Vet; 66-72.

**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

**Bendali F, 2006.** Etude bioécologique, systématique et biochimique des Culicidae (Diptera : Nematocera) de la région d'Annaba .Lutte biologique anticulicidienne. Thèse de doctorat en biologie animale. Université de Annaba (Algérie). 120 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. Thèse de Doctorat. Université de Annaba. 120 pp.

**Benoit, 2005-2006.** R. O. N. Z. O. N., and E. N. I. T. A. de Clermont Ferrand. "Biodiversité et lutte biologique."

**Biocontrôle, 2008.** Biocontrol andermatt (30.01.2008) ,*Fiche de données de sécurité selon 1907/2006/CE, Article 31* p3.

- Biocontrol Information Ressource for ERMA New Zealand Applicants (BIREA) (2007).** Environmental risks of biological control. In Biocontrol Information Ressource for ERMA New Zealand Applicants, *Background information*, [En ligne]. [http://www.b3nz.org/birea/index.php?page=background\\_risks](http://www.b3nz.org/birea/index.php?page=background_risks) (Page consultée le 25 mars 2010).
- Blaney, W.M., M.S.J. Sommonds, W.V. Ley, J.C. Anderson & P.L. Toogood. 1990.** Antifeedant effects of azadirachtin and structurally related compounds on lepidopterous larvae. *Entomol. Exp. Appl.* 55: 149-160.
- 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.
- Bohning-Gaese, K., Taper, M. L. & Brown, J. H. (1993).** *Are declines in North American insectivorous songbirds due to causes on the breeding range ?* *Conserv. Biol.* 7 , 76–86.
- Boiteau, G. communication personnelle 2004.** Débat actuel sur l'acceptation du Bt en production biologique. Date de la communication : mars 2004.
- Boivin T., Chabert d'Hieres C., Bouvier, J. C., Beslay D. & Sauphanor B., 2001.** Pleiotropy of insecticide resistance in the codling moth, *Cydia pomonella*. *Entomol. Exp. Appl.*, **99**: 381-386.
- Bond J.G., Marina C.F and Williams T, 2004 .** The naturally derived insecticide spinosad is highly toxic to *Aedes* and *Anopheles* mosquito larvae. *Medical and Veterinary Entomology*, 18: 50-56.
- Borror, D. J., De Long, D. M., & Triplehorn, C. A. (1981).** An introduction to the study of insects. Saunders College Publishing. *New York. NY, 10017*.
- Boulus L. 1983.** The Medicinal Plants of North Africa. Algonac: References Publication Inc., p. 195.
- Bourbia S., 2012.** Étude de la souche sauvage de *Drosophila melanogaster* agent de la pourriture grise des fruits. Identification et Comportement sexuel. Mem. Mag. Université de Annaba. 72 pp.

- Boyer S., Paris M., Jago S, Lempérière G et Ravanel P., 2012** .Influence of insecticide *Bacillus thuringiensis subsp. israelensis* treatments on resistance and enzyme activities in *Aedes rusticus* larvae (Diptera: Culicidae). *Biological Control*.62 : 75-81.
- Budavari S 1996.** O'Neil MJ. The Merck Index. 12th ed. CRC Press;. p. 4644-4645.
- BUTERWORTH, J.H. & MORGAN, E.D. 1968.** Isolation of substance that suppresses feeding in locusts. *Journal of the Chemical Society*, 23 -24.
- Butler, M.S., 2004.** The role of natural product chemistry in drug discovery. *Journal of Natural Products* 67 (12), 2141– 2153.
- Callec J.-J., Hue B., Callec M., 1986.** Le neurone, cible potentielle pour les insecticides. In : Insectes, insecticides, santé. Colloque national mode d'action et utilisation des insecticides. Angers, 19-22 novembre 1985. Paris : ACTA. 93-108.
- Casey RC. 1960.** Alleged antifertility plants of India. *Indian J Med Sci*;14:590-600.
- CASSIER, P., CHALAYE, D., BESSE, N. D.E, PAPIILLON, M., BALDAIA, L. & FORCHERON, A. 1987.** Ecdysteroids and activation of epidermal cells in locust *Poster, V III Ecdysone Workshop*, Marburg, p.3 9.
- Catherine Mazollier.** Le spinosad :un nouveau produit insecticide utilisable en AB ? MBI n°55, juillet-août 2008. édition GRAB
- Césaire J., 2014.-** Huile de Neem Pur. Article publié sous le lien
- Charbonneau C. S., Drobney R. D., Rabeni C. F., 1994** .Effects of *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* on non-target benthic organisms in a lentic habitat and factors affecting the efficacy of the larvicide. *Environmental Toxicology and Chemistry*. 13: 267-279.
- Chaufaux, J 1995.** Utilisation de biopesticides contre les ravageurs des cultures: le point sur *Bacillus thuringiensis*. *Insectes (OPIE)*, 97, 2-6.
- Chavéron, H. (1999).** Chapitre 4. Molécules toxiques. 1.3 Molécules utilisées en agriculture. *In* Introduction à la toxicologie nutritionnelle. Tec & Doc. Paris.214 p.

- Chernyak, S. M., Rice, C. P., & 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.
- Chevalier P., Gosselin P. 2003(a).** Chapitre 1 : La Planète et nous. *In* Première partie : L'environnement et la santé publique : deux mondes en relation. *In* Environnement et santé publique. Fondements et pratiques. Tec & Doc. Edisem. 1023 p.
- Christos G., Athanassiou C.G., Arthur F.H., Kavallieratos N.G., Throne J.E., 2011** .Efficacy of spinosad and methoprene, applied alone or in combination, against six stored-product insect species. *J. Pest. Sci*, 84:61–67.
- CISNEROS, J., GOULSON, D., DERWENT, L.C., PENAGOS, D. I., HERNANDEZ, O. & WILLIAMS, T. (2002)** Toxic effects of Spinosad on predatory insects. *Biological Control* 23, 156/163.
- Clardy, J., Walsh, C., 2004.** Lessons from natural molecules. *Nature* 432 (7019), 829– 837.
- Cleveland J, Montville TJ, Nies IF, Chikindas MI (2001).** Bacteriocins: Safe natural antimicrobials or food preservation. *Int. J. Food Microbiol.* 71: 1-20
- Cochran D. G., 1990** .Managing resistance in the German cockroach. *Pest Control Technology*, 18 : 56-57.
- Cochran D. G., 1991** .Extended selections for pyrethroid resistance in the German cockroach (Dictyoptera :Blattellidae). *Journal of Economic Entomology*, 84 : 1412-1416.
- Cohen, J.E., Schoenly, K., Heong, K.L. et al. (1994).** A food-web approach to evaluating the impact of insecticide spraying on insect pest population dynamics in a Philippine irrigated rice ecosystem. *Journal of Applied Ecology*, 31, 747–763.
- Cox C., Surgan M. (2006).** Unidentified inert ingredients in pesticides: implications for human and environmental health. *Environmental Health Perspectives*.114(12):1803-6.
- Darriet F., Duchon S and Hougard J.M., 2005a** .Spinosad a new larvicide against insecticide resistant mosquito larvae. *Journal of the American Mosquito Control*, 21: 495-496.

- DASD; 1997.** Dow AgroSciences Distribution S.A.S BP 1220-06254 Mougins Cedex ([www.dowagro.fr](http://www.dowagro.fr))
- De Barjac H., 1978.** Toxicité de *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* pour les larves d'*Aedes aegypti* et d'*Anopheles stephensi*. *C.R. Acad. Sci. (Paris)*, 286 D : 1175-1178.
- Denholm, I., Devine, G.J., Williamson, M.S., 2002.** Evolutionary genetics. Insecticide resistance on the move. *Science* 297, 2222–2223.
- DDELCC, 2015.** Développement durable , environnement et lutte contre les changements climatiques ; Décembre 2015 , Québec.
- Dhadialla T. S., Retnakaran A. & Smagghe G., 2005** Insect growth- and development-disturbing insecticides, in: L.I. Gilbert, K. Latrou, S.S. Gill (Ed), *Compreh. Mol. Insect S, Elsevier- Pergamon, Oxford, UK*, vol. 6, PP. 55-115.
- Dong-Kyu L. 1995.** Distribution and seasonal abundance of cockroaches (Blattellidae and Blattidae, Blattaria) in urban general hospital. *Korean Journal of Entomology*, 25: 57- 67
- DST, 2009.** Département santé travail. UMRESTTE. Le programme Matphyto : matrices cultures-expositions aux produits phytosanitaires. In VS.. 6 p.
- Dua V.K., Pandey A.C., Raghavendra K., Gupta A., Sharma T., Dash A.P., 2009** .Larvicidal activity of neem oil (*Azadirachta indica*) formulation against mosquitoes. *Malaria Journal*, 8: 124 –129.
- Ebeling W., 1978.** Urban Entomology. *University of California Division of Agricultural Science. Berkeley.*
- Eigwuatu R., 1987.** Current status of conventional insecticides in the management of stored product insect pests in the tropics. *Insect Sciences and Application*, 8 (41 5/6) : 695-701
- Eilenberg J.; Hajek A.; Lomer C.; 2001.** Suggestions for unifying the terminology in biological control, *Biocontrol*, 46.
- El Mrabet, K. (2008).** Développement d'une méthode d'analyse de résidus de pesticides par dilution isotopique associée à la chromatographie en phase liquide couplée à la

spectrométrie de masse en tandem dans les matrices céréalières après extraction en solvant chaud pressurisé (Doctoral dissertation, Paris 6).

**El-Bahri L et Chemli R., 1991** .*Peganumharmala*L. a poisonous plant of North Africa.*Veterinary and Human Toxicology*, 33: 276-277.

**Elbert A. & Nauen R., 2000.**Resistance of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) to insecticides in southern Spain with special reference to neonicotinoids. *Pest Manag. Sci.* **56**: 60-64.

**Elqaj M., Ahami A. et Belghyti D. 2007.** La phytothérapie comme alternative à la résistance des parasites intestinaux aux antiparasitaires. Journée scientifique "ressources naturelles et antibiotiques".Maroc.

**El-Sayed N. M. A. & Donelson J. E., 1997** . African trypanosomes have differentially expressed genes encoding homologues of the Leishmania GP63 surface protease. *J. Biol. Chem*, 272 : 26742-26748.

**Espinosa J.M., Verdun R.E., Emerson B.M., 2002** .p53 functions through stress- and promoter-specific recruitment of transcription initiation components before and after DNA damage. *Mol Cell*, 12 (4) : 1015 – 27.

**Fakoorziba, M.R., Eghbal, F., Hassanzadeh, J., & Moemenbellah-Fard, M.D. 2010.**Cockroaches (*Periplaneta americana* and *Blattella germanica*) as potential vectors of the pathogenic bacteria found in nosocomial infections. *Annals of tropical medicine and parasitology*, 104: 521-528.

**Farahat T.M., Abdelrasoul G.M., Amr M.M., Shebl M.M., Farahat F.M., Anger W.K., 2003.** Neurobehavioural effects among workers occupationally exposed to organophosphorous pesticides. *Occupational and Environmental Medecine.* 60: 279- 86.

**Farnsworth N. R., Akerele O., Bingel A. S., Soejarto D. D. et Guo Z. 1986.**Places des plantes médicinales dans la thérapeutique. *Bulletin de l'organisation mondiale de la santé.*, 64(2) : 159-164.

**Farnsworth N.R, Akerele O, Bingel A.S, et al.; 1985.** Medicinal plants in therapy.*Bull World Health Organ* 63 :965-81



- Faurie C., Ferra C., Medori P., devaux J et Hempitienne J.I., 2003** .Ecologie, Approche scientifique et pratique .5<sup>eme</sup> édition , Ed.tec et Doc .Paris.407 pp.
- Feng Q.L., Davey K.G., Paug A.S.D., Ladd T.R., Retnakaran A., Tomkins B.L., Zheng S. & Palli S.R., 2001.**Developmental expression and stress induction of glutathione S-transferase in the spruce budworm, *Christoneura fumiferana*.*J. Insect. Physiol.*, **47**: 1-10.
- Ferreira A., Ananias D., Carlos L.D., Morais C.M et Rocha R., 2003** .Novel microporous lanthanide silicates with toermorite-like structure.*Journal of the American Chemical Society*.125 : 14573-14579.
- CERTIS, 2012.** Fiche de données de sécurité DELFIN® WG Biological Insecticide - CERTIS U.S.A., LLC - 20/10/2011. Peer Review of the pesticide risk assessment of the active substance *Bacillus thuringiensis* subsp.*kurstaki*, EFSA.
- Fulton M.H. & Key P.B., 2001** .Acetylcholinesterase inhibition in estuaries fish and invertebrate as an indicator of organophosphorus insecticide exposure and effects.*Environ. Toxic and Chemistry*, 20 (1) : 37-45.
- Gatignol, C., & Etienne, J. C. (2010).**Pesticides et santé. *Rapport parlementaire. Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques. Rapport*, (2463).
- Gerard, P. J., & Ruf, L. D. (1995).** Effect of a neem (*Azadirachta indica* A. Juss, Meliaceae) extract on survival and feeding of larvae of four keratinophagous insects. *Journal of stored products research*, 31(2), 111-116.
- Giroux, S., J.-C. Côté, C. Vincent, P. Martel et D. Coderre 1994.**Bacteriological insecticide M-One effects on the mortality and the predation efficiency of adult spotted lady beetle *Coleomegilla maculata* (Coleoptera: Coccinellidae). *J. Econ. Entomol.* 87:39-43.
- Glasby JS 1978.**Encyclopedia of the alkaloids. London: Plenum Press;.p. 1367.
- Glasby JS 1978.**..Encyclopedia of the alkaloids. London: Plenum Press; p. 58-661
- Göbel. Annalen1841**; 38:363.

- Goldberg L.J etMargalit J., 1977.**A bacterial spore demonstrating rapid larvicidal activity against *Anopheles sergentii*, *Uranotaeniaaunguiculata*, *Culexunivitattus*, *Aedesaegypti*and *Culexpiapiens*.*Mosquito News*. 37: 355-358.
- Gordon D. G., 1996.**The compleat cockroach: a comprehensive guide to the most despised and Least Understood. Creature on Earth.*Ten speed pressm Berkely*. **178p**.
- Gorman K., Hewitt E., Denholm I. & Devine G. J., 2002.**New developments in insecticide resistance in the glasshouse whitefly (*Trialeurodes vaporariorism*) and the two-spotted spider mite (*Tetranychus uricae*) in the UK.*Pest Manag. Sci.*, **58**: 123-130.
- GovindarajS etRanjitha-Kumari B.D., 2013** .Composition and larvicidal activity of *Artemisia vulgaris* (L.) stem essential oil against *Aedesaegypti*. *Jordan Journal of Biological Science*, (6) 1, 11-16
- Grandcolas P., 1996** .The phylogeny of cockroach.Families a cladistic appraisal of morpho-anatomical data.*Canadian journal of Zoology*, 74 : 508-527.
- Grandcolas P., 1998** .The evolutionary interplay of social behaviour, resource use and antipredator behavior in Zetoborinae, Blaberinae, Gyninae and Diplopterinae cockroaches: a phylogenetic analysis. *Cladistics*, 14 : 117-127.
- Grandcolas P., 1998.** Les blattes. Organisation mondiale de la santé. Bureau régional de l'Europe.**24 p**.
- Greathead, D. J. (1995).**Benefits and risks of classical biological control.*In* Hokkanen, H.M.T et Lynch, J.M. (réd.), *Biological control benefits and risks* (Chapitre 5, p. 53-63).
- Green M., Heumann M., Sokolow R., Foster L.R., Bryant R et Skeels M., 1990** .Public health implication of the microbial pesticide *Bacillus thuringiensis* : an epidemiological study, Oregon, 1895-86. *Am. J. Public Health*. 80 : 848-852.

- Gubler, D. J. (2004).** The changing epidemiology of yellow fever and dengue, 1900 to 2003: full circle?. *Comparative immunology, microbiology and infectious diseases*, 27(5), 319-330.
- Guillet P et Escaffre H., 1979.** Évaluation de *Bacillus thuringiensis israelensis* de Barjac pour la lutte contre les larves de *Simulium damnosum*. I. Part 2, Efficacité comparée de trois formulations expérimentales. *World Health Organisation/ Vector Biology Control*. 79 : 735.
- Guillet P., Escaffre H., Prud'homme J.M., 1982.** L'utilisation d'une formulation à base de *Bacillus thuringiensis* H 14 dans la lutte contre l'onchocercose en Afrique de l'Ouest. Part 1, Efficacité et modalités d'application. *Cahiers ORSTOM, série Entomologie Médicale et Parasitologie*. 20 : 175 - 180.
- Gupta O.P., Anand K.K., Ghatak B.J.R., Atal C.K. 1978.** Vasicine alkaloid of *Adhatoda vasica*, A promising uterotonic abortifacient. *Indian J Exp Biol* 1978;16:1075-1077.
- Habbachi W., 2013.** Etude des Blattellidae (Dictyoptera) , Essais Toxicologiques, Synergie et résistance aux Insecticides et aux Biopesticides. Mém.Doc ,Badji Mokhtar Université, Annaba (Algeria), 170pp.
- Habbachi W., Benhissen S., Ouakid M.L., Farine J.P et Bairi A . 2014.** Toxicity of aqueous extracts from Mediterranean plants on *Culex pipiens* (Mosquitoes). Case of *Daphne genkwa* (Thymelaeaceae) and *Peganum harmala* (Zygophyllaceae). *Wulfenia journal*. Vol 21, No. 12; Dec 2014. 244-252.
- 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). *Algerian journal of arid environment*, 3 (1), 82-88.
- Habes D., 2006.** Evaluation d'un insecticide inorganique, l'Acide Borique à l'égard d'un modèle à intérêt médicale (*Blattella germanica*) : Inventaire, Toxicité, Analyse des résidus, structure de l'intestin et activités enzymatiques. Thèse de Doctorat. Université de Annaba (Algérie). 121 pp.

- Hammiche, V.; R. Merad (November 1997).** . *Peganum harmala* L. (PIM 402F, French)"
- Haubruge E. & Amichot, M., 1998** .Les mécanismes responsables de la résistance aux insecticides chez les insectes et les acariens. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ*, 2 (3): 161-174.
- Heikki M.T. Hokkanen, Ann E. Hajek., 2003.** *Environmental Impacts of Microbial Insecticides: Need and Methods for Risk Assessment* Springer- 269 pages.
- Hemmateenejad B, Abbaspour A, Maghami H, Miri R, Panjehshahin MR (Aug 2006).** "Partial least squares-based multivariate spectral calibration method for simultaneous determination of beta-carboline derivatives in *Peganum harmala* seed extracts". *Anal Chim Acta* 575 (2): 290\_9. doi:10.1016/j.aca.2006.05.093. PMID 17723604
- Herraiz T, González D, Ancín-Azpilicueta C, Arbn VJ, Guillón H. (2010).** "beta-Carboline alkaloids in *Peganum harmala* and inhibition of human monoamine oxidase (MAO)". *Food Chem Toxicol.* 48 (3): 839\_43. doi:10.1016/j.fct.2009.12.019. PMID 20036304.
- Hershey A.E., Shannon L., Axler R., Ernst C et Mickelson P., 1995** .Effects of methoprene and *Bti* (*Bacillus thuringiensis* var. *israelensis*) on non-target insects. *Hydrobiologia*. 308 : 219 - 227.
- 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.
- Hindmarsh P. S., Tyler P. S. & Webley D. J., 1978.** Conserving grain on the small farm in the tropics. *Outlook Agriculture*, 9(5) : 214-219
- Höfte, H., and Whiteley, H.R. 1989.** Insecticidal crystal proteins of *Bacillus thuringiensis*. *Microbiol.*
- Howe R. W., 1978.** Introduction-The principles and problems of storage and pest control. *Outlook Agriculture*, 9(5) : 198-203. Rev., 53: 242-255.

- Huang, X., Peng, F., An, A., & Schuurm** <sup>75</sup> **(2004)**. Dynamic web log session identification with statistical language mo *rnal of the American Society for Information Science and Technology*, 55(14), 1290-1303.
- Hussein M. H. & Abdel-Aal Y. A. I., 1982**. Toxicity of some compounds against the cowpea seed beetle *Callosobruchus maculatus* (Fab.) (Coleoptera: Bruchidae). *International Pests Control*, 24 : 12-16.
- INRA, Cemagref 2006**. Chapitre 2. Connaissances de l'utilisation des pesticides. 61 p. *In Pesticides, agriculture et environnement. Rapport d'expertise scientifique collective*.
- InVS., 2010**. Institut de veille sanitaire. Pesticides : questions réponses. Disponible sur : [http://www.invs.sante.fr/surveillance/pesticides/questions\\_reponses.htm](http://www.invs.sante.fr/surveillance/pesticides/questions_reponses.htm). Consulté en octobre 2010.
- Iserin P., Masson M., Restellini J. P., Ybert E., De Laage de Meux A., Moulard F., Zha E., De la Roque R., De la Roque O., Vican P., Deelesalle –Féat T., Biaujeaud M., Ringuet J., Bloth J. et Botrel A. 2001**. Larousse des plantes médicinales : identification, préparation, soins. Ed Larousse. p10-12.
- Ishaaya I. & Horowitz A.R., 1998** .Insecticides with novel mode of actions: overview. In: Ishaaya I. and Degheel D. (Eds). Insecticides with novel mode of action mechanisms and application. *Springer. Berlin Heidelberg New York*, 1-24.
- Ishaaza, L, Barazani, A., Kontsedalov, S., Horowitz, A.R 2007**. Insecticides with novel modes of action: Mechanism, selectivity and cross-resistance. *Entomological Research* 37: 148-152.
- Ismail F. & Wright D. J., 1992**. Synergism of telfubenzuron and chlorfluazuron in an acylurea-resistant field strain of *Plutella xylostella* (L.) (Lipidoptera, Yponomeutidae). *Pestic. Sci.*, **34**: 221-226.
- Ismail F. & Wright, D. J., 1991**. Cross-resistance between acylurea insect growth regulators in a strain of *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera, Yponomeutidae). *Pestic. Sci.*, **33**: 359-370.

- 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. décembre 2002, 8p.
- Jang YS., Baek BR., Yang YC., Kim MK et Lee HS., 2002a .** Larvicidal activity of leguminous seeds and grains against *Aedes aegypti* and *Culex pipiens pallens*. *J. Am. Mosq. Control. Assoc.* 18 (3), p. 210–213.
- Jang YS., Kim MK., Ahn YJ et Lee HS., 2002b .** Larvicidal activity of Brazilian plants against *Aedes aegypti* and *Culex pipiens pallens* (Diptera : Culicidae). *Agric. Chem. Biotechnol.* 45(3), p. 131–134.
- Jbilou, R., Ennabili, A., & Sayah, F. (2006).** Insecticidal activity of four medicinal plant extracts against *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae). *African Journal of Biotechnology*, 5(10).
- Jeschke, P., Nauen, R., 2008.** Neonicotinoids-from zero to hero in insecticide chemistry. *Pest Manag. Sci.* 64, 1084–1098.
- Jokanović, M. (2001).** Biotransformation of organophosphorus compounds. *Toxicology*, 166(3), 139-160.
- Keiding J., 1999.** Review of the global status and recent development of insecticide resistance in field populations of the housefly, *Musca domestica* (Diptera: Muscidae). *Bull. Entomol. Res.*, **89**: 59-567.
- Kemassi, A., Bouziane, N., Boual, Z., & El Hadj, M. O. (2014).** Activité biologique des huiles essentielles de *Peganum harmala* L. (Zygophyllaceae) et de *Cleome arabica* L. (Capparidaceae) sur *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775). *Phytothérapie*, 12(6), 348-353.
- Kim M.S., Yu H.S., Kim H.C., 1995 .** Studies on relative densities of cockroach population in 7 different habitats by using sticky – traps in Suwon. *Korean J. Appl. Entomol*, 34 (4) : 391-542.

- Kinghorn, A.D., 2001.** Pharmacognosy in the 21<sup>st</sup> century. *Journal of Pharmacy and Pharmacology* 53 (2), 135–148.
- Kirst H.A., 2010 .** The spinosyn family of insecticides: realizing the potential of natural products research. *J. Antibiot. Tokyo*, 63(3) : 101-111.
- Knezovich, J. P., Harrison, F. L., & Wilhelm, R. G. (1987).** The bioavailability of sediment-sorbed organic chemicals: a review. *Water, Air, and Soil Pollution*, 32(1-2), 233-245.
- Koehn, F.E., Carter, G.T., 2005.** The evolving role of natural products in drug discovery. *Nature Reviews Drug Discovery* 4 (3), 206– 220.
- Kotze, A. C. & Sales, N., 2001.** Inheritance of diflubenzuron resistance and monooxygenase activities in a laboratory-selected strain of *Lucilia cuprina* (Diptera: Calliphoridae). *Econ. Entomol.*, 94: 1243-1248
- Koul, R. (1999, April).** Level of use in a professional development project. Paper presented at Association of Supervision and Curriculum Development, San Francisco, USA.
- Kristensen M. & Jespersen J.R., 2003.** Larvicide resistance in *Musca domestica* (Diptera: Muscidae) populations in Denmark and establishment of resistant laboratory strains. *J. Econ. Entomol.*, 96: 1300-1306.
- Kristensen M., Hansen K.K., Vagn – Jensen K.M., 2005 .** Cross resistance between Dieldrin and Fipronil in German cockroach (Dipteroptera :Blattellidae). *J. Econ. Entomol.*, 98 (4) : 1305-1310.
- Kroeger A., Horstick O., Riedl C., Kaiser A et Beckeff N., 1995 .** The potential for malaria control with the biological larvicides *Bacillus thuringiensis israelensis* (*Bti*) in Peru and Ecuador. *Acta Tropica*. 60 : 47-57.
- Kutrup B. 2003.** Cockroach infestation in some hospitals in Trabzon, Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 27: 73-77

- Kwon TS, Chon TS. 1991.** Population dynamic of German cockroach, *B. germanica* in Pusan: I. Seasonal abundance and density in habitats. *Korean Journal of Entomology*, 21(3): 97-106
- Lacey L.L.& Merritt R.W., 2003 .**The safety of bacterial microbial agents used for black fly and mosquito control in aquatic environments. In “Environmental impacts of microbial insecticides, need and methods for risk assessment (Hokkanen H.M.T. et Hajak A.E.). *Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Netherlands*, 151-168.
- Lacey R., 2007 .**Relationship drivers of Customer commitment. *J. Marketing Theory Practice*. 15: 315 - 333.
- Lacey, L. A., & Siegel, J. P. (2000).** Safety and ecotoxicology of entomopathogenic bacteria. In “Entomopathogenic Bacteria: From Laboratory to Field Application”(J.-F. Charles, A. Delécluse, and C. Nielsen-LeRoux, Eds.) pp. 253–273.
- Lacoursière J.O et Boisvert J., 2004 .**Le *Bacillus thuringiensis israelensis* et le contrôle des insectes piqueurs au Québec. Document préparé par l'Université du Québec à Trois-Rivières pour le ministère de l'Environnement du Québec. ENV/2004/0278.
- Lacoursière J.O et Charpentier G., 1988 .** Laboratory study of the influence of water temperature and pH on *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* efficacy against black fly larvae (Diptera: Simuliidae). *Journal of the American Mosquito Control Association*. 4 : 64 - 72.
- Lam A.B.Q et Webster J.M., 1972 .**Effect of the DD-136 nematode and of a  $\beta$ -exotoxin preparation of *Bacillus thuringiensis* var. *thuringiensis* on leatherjackets, *Tipulapaludosalarvae*. *J. Invertabr. Pathol.* 20 : 141-149.
- Lambert, N. (2010).** Lutte biologique aux ravageurs, applicabilité au Québec.
- Lampi, P., Hakulinen, T., Luostarinen, T., Pukkala, E., & Teppo, L. (1992).** Cancer incidence following chlorophenol exposure in a community in southern Finland. *Archives of Environmental Health: An International Journal*, 47(3), 167-175.



- LAREW, H.G.1988.** Limited occurrence of root-, and seed-applied neem seed extract toxin in untreated plant parts. *Journal of Economic Entomology*, 81: 593-598.
- Larousse; 1997.** Encyclopédie des plantes médicinales. Identification, préparation,soins.
- le Joshi, R.C., Shepard, B.M., Kenmore, P.E. and Lydia, R. (1992)** .*Insecticide-induced resurgence of brown planthopper (BPH) on IR 62*. International Rice Research, Newsletter, 17, 9–10.
- Lebailly, P., Bouchart, V., Baldi, I., Lecluse, Y., Heutte, N., Gislard, A., & Malas, J. P. 2009.**Exposure to pesticides in open-field farming in France.*Annals of occupational hygiene*, 53(1), 69-81.
- Leduc C, Coonishish J, Haddad P et Currier A; 2006.** Plants used by Cree Nation of Eeyou Istchee (Quebec, Canada) for treatment of diabetes: A novel approach in quantitative ethnobotany. *Journal of Ehtnopharmacology*; 105: 55-63
- Leonard, R. A., & Cheng, H. H. (1990).**Movement of pesticides into surface waters. *Pesticides in the soil environment: processes, impacts, and modeling.*, 303-349.
- Lindquist, A.W., Wilson, H.G., 1948.**Development of a Strain of Houseflies Resistant to DDT.*Science* 107, 276.
- Liu N et Yue X., 2000** .Insecticide resistance and cross-resistance in the house fly (Diptera: Muscidae). *J. Econ. Entomol.*,93: 1269-1275.
- López-Blanco, C., Gómez-Álvarez, S., Rey-Garrote, M., Cancho-Grande, B., & Simal-Gándara, J. (2005).**Determination of carbamates and organophosphorus pesticides by SDME–GC in natural water. *Analytical and bioanalytical chemistry*, 383(4), 557-561.
- Louat, F. (2013).** *Etude des effets liés à l'exposition aux insecticides chez un insecte modèle, Drosophila melanogaster* (Doctoral dissertation, Université d'Orléans).

**LOWERY, D.T. & ISMAN, M.B. 1994a** Effects of new and azadirachtin on aphids and their natural enemies. In: *Bioregulators for Crop Protection and Pest Control*. P.A. Hcdm(ed), American Chemical Society, Symposium Series 557, pp. 78-91.

*Références bibliographiques*

**LOWERY, D.T. & ISMAN, M.B.-199** <sup>80</sup> ivity of neem to natural enemies of aphids. *Phytoparasitica*, 24:297-306

**Lu, C., Barr, D. B., Pearson, M., Bartell, S., & Bravo, R. (2006).** A longitudinal approach to assessing urban and suburban children's exposure to pyrethroid pesticides. *Environmental health perspectives*, 1419-1423.

**Lyon W. F., 1997** German cockroach. Ohio State University Extension Fact Sheet Entomol.

**Ma, Y., Certel, K., Gao, Y., Niemitz, E., Mosher, J., Mukherjee, A., .& Nambu, J.R. (2000).** Functional Interactions between DrosophilabHLH/PAS, Sox, and POU Transcription Factors Regulate CNS Midline Expression of the slit Gene. *The Journal of Neuroscience*, 20(12), 4596-4605.

**Mahjoob M, Nejati J, Keyhani A. ( 2010)** Evaluation of bacterial infection of external surface and digestive system of cockroach species. *Med J Hormozgan Univ.* 14( 1: 80– 86 [In Persian].

**Mahmoud, A. B., Zahran, W. A., Hindawi, G. R., Labib, A. Z., & Galal, R. (2013).**Prevalence of multidrug-resistant *Pseudomonas aeruginosa* in patients with nosocomial infections at a University Hospital in Egypt, with special reference to typing methods. *J Virol Microbiol*, 13.

**Mahmoudian M., Jalilpour H et Salehian P., 2002 .**Toxicity of *Peganumharmala*, Review and a Case Report.*Iranian Journal of Pharmacology and Therapeutics*, 1 (1), 1-4.

**Maiza A., Kilani-Morakchi S., Rehamnia F., Bensbaa F., Aribi N., 2011 .**Activité d'un biopesticide, le spinosad, chez *Blattellagermanica*: effets sur divers biomarqueurs (LDH, GSH, MDA).*Bull. Soc. Zool. Fr*, 136 (1-4) : 189-204.

**MARCO, M-P., PASCUAL N., BELLES X., CAMPS, F. & MESSEGUER, A. 1990.**Ecdodysteroid depletion by azadirachtin in *Tenebrio molitor* pupae. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 38: 60- 65.

**Martin, P.A.W. 1994.** An iconoclastic view of *Bacillus thuringiensis* ecology. *Am. Entomol.* 40(1): 85-90.

*Références bibliographiques*

**Martínez-Villar, E., Sáenz-De-Cabezón, I** <sup>81</sup> **Moreno-Grijalba, F., Marco, V., & Pérez-Moreno, I. (2005).** Effects of azadirachtin on the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Experimental & applied acarology*, 35(3), 215-222.

**Martouret D et Auer C ., 1977 .** Effets de *Bacillus thuringiensis* chez une population de tordeuse grise du mélèze, *Zeirapheradiniana* (Lepidoptera Tortricidae) en culmination gradologique. *Entomophaga*. 22 : 37-44.

**Massaro, Edward J. (2002).** *Handbook of Neurotoxicology* (<http://books.google.com/?id=2c2K-epbCDQC&pg=PA237&lpg=PA237&dq=harmaline+antidepressant>). Humana Press. p. 237. ISBN 0896037967

**McIntock J.T., Schaffer C.R et Sjoblad R.D., 1995 .** A comparative study of the mammalian toxicity of *Bacillus thuringiensis*-based pesticides. *Pesticide Science*, 45: 95-105.

**Merabeti B., 2010 .** contribution à l'étude des moustiques (les Culicidae) dans une région présaharienne (région de Biskra) – essais de lutte- thèse de magistère Université de Biskra. pp 83.

**Mesléard F. et al., Uselessness and indirect negative effects of an insecticide on rice field invertebrates ; Inefficacité et effets négatifs indirects d'un insecticide sur les invertébrés des rizières ; Comptes Rendus Biologies ; Volume 328, Issues 10–11, October–November 2005, Pages 955–962.** Station biologique de la Tour du Valat, Le Sambuc

**Moffit H. R., Westgrad P.H., Mantey K.D. & Van de Baan H. E., 1988.** Resistance to diflubenzuron in codling moth (Lepidoptera: Tortricidae). *J. Econ. Entomol.*, **81**:1511-1515.

**MOHAMMEDI, Zohra 2013.** Etude Phytochimique et Activités Biologiques de quelques Plantes médicinales de la Région Nord et Sud Ouest de l'Algérie. Diss.

**Molloy D., 1990 .** Progress in the biological control of black flies with *Bacillus thuringiensis*, with emphasis on temperate climates. *In: Bacterial control of mosquitoes and black flies:*

**Molloy D., Gaugler R et Jamnback H., 1981** .Factors influencing efficacy of *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* a biological control agent of black fly larvae. *Journal of Economic Entomology*.74 : 61 - 64.

**Molloy D., Gaugler R et Jamnback H.,** Factors influencing efficacy of *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* a biological control agent of black fly larvae. *Journal of Economic Entomology*.74 : 61 - 64.

**Mordue (Luntz), A.J. & A. Blackwell. 1993.** Azadirachtin: An update. *J. Insect Physiol.* 39: 903-924.

**Mordue (Luntz), A.J., K.A. Evans & M. Charlet. 1986.** Azadirachtin, ecdysteroids and ecdysis in *Locusta migratoria*. *Comp. Biochem. Physiol.* 85c: 297-301.

**Mordue (Luntz), A.J., M.S.J. Simmonds, S.V. Ley, W.M. Blaney, W. mordue, M. Nasiruddin & A.J. Nisbet. 1998.** Actions of azadirachtin, a plant allelochemical, against insects. *Pestic. Sci.* 54: 277-284.

**MORDUE, AJ. & BLACKWELL, A. 1993.** Azadirachtin: an update. *Journal of Insect Physiology* 39: 903-924.

**Moreau B.67,1993.** maître de conférences de pharmacognosie à la faculté de Pharmacie de Nancy. Travaux dirigés et travaux pratiques de pharmacognosie de 3ème année de doctorat de pharmacie, 2003. *Source : Le bien-être des enfants, Société canadienne de pédiatrie, p. 238* Feuille- ressources.Federation Canadienne des services de garde à l'enfance.

**Morin A., Back C., Chalifour A., Boisvert J et Harper R.H., 1988b** . Empirical models predicting ingesting rates of black fly larvae. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*.45 : 1711-1719.

**Motevali Haghi, F., Nikookar, H., Hajati, H., Harati, M. R., Shafaroudi, M. M., Yazdani-Charati, J., & Ahanjan, M. (2014).**Evaluation of bacterial infection and antibiotic susceptibility of the bacteria isolated from cockroaches in educational hospitals of Mazandaran University of medical sciences.

**Mrabeti B., 2010.** Contribution a l'étude des Moustiques (les Culicidae) dans une région présaharienne (région de Biskra) – essais de lutte. Thèse de Magister. Université de Biskra (Algérie). 120 pp.

---

*Références bibliographiques*

---

**Muchaonyerwa P., Waladde S., Nyamu S., Mpeperekisi et Ristori G.G., 2004** .Persistence and impact on microorganisms of *Bacillus thuringiensis* proteins in some Zimbabwean soils. *Plant And Soil*. 266 : 41 - 46.

**Mulla M., Thavara U., Tawatsin A., Chomposri J., Su T., 2003** .Emergence of resistance and resistance management in field populations of tropical *Culex quinquefasciatus* to microbial control agent *Bacillus sphaericus*. *J. American Mosquito Control Association*, 19: 39 – 46.

**Multigner, L . (2005).** Effets retardés des pesticides sur la santé humaine. *Environnement, risques & santé*, 4(3), 187-194.

**Naqvi, S. W. A., Shailaja, M. S., Kumar, M. D. and Sen Gupta, R. (1996).** Respiration rates in subsurface waters of the northern Indian Ocean: Evidence for low decomposition rates of organic matter within the water column in the Bay of Bengal. *Deep-Sea Research*. II, 43, 73-81.

**Nasirian H., Ladonni H., Aboulhassani M., Limoe M., 2011** .Susceptibility of field populations of *Blattella germanica* (Blattaria :Blattellidae) to spinod. *Pak. J. Biol. Sci*, 14 (18) : 862 – 868.

**Nebel, S., Mills, A., McCracken, J. D. & Taylor, P. D. (2010).** *Declines of aerial insectivores in North America follow a geographic gradient [archive]*. *Avian Conserv. Ecol*. 5 ,1

**Nejati, J., A. Keyhani, S. H. Moosa-Kazemi, M. Mohammadi, M. Mahjoob & A. Boostanbakhsh, 2012.** Cockroaches' bacterial infections in wards of hospitals, Hamedan city, west of Iran. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, 2, 381–384.

**Newman, D.J., Cragg, G.M., Snader, K.M., 2000.** The influence of natural products upon drug discovery. *Natural Product Reports* 17 (3), 215– 234.

**Newman, D.J., Cragg, G.M., Snader, K.M., 2003.** Natural products as sources of new drugs over the period 1981–2002. *Journal of Natural Products* 66 (7), 1022– 1037.

*Références bibliographiques*

---

**NISBET, A.J., WOODFORD, J.A.T., S 84 ĩ, R.H.C. & CONNOLLY, J.D. 1993.** Systemic antifeedant effects of azadirachtin on the peach-potato aphid *Myrus persicu*~*Entomologia Experimentalis et Applicata*, 68: 87-98.

**Njike Niyah G, Watcho P, Nguelefack T.B, Kamanyi A; 2005.** Hypoglycaemic activity of the leaves of *Bersama engleriana* in rats. *Afr J Trad.*; 2(3):215-221.

**Olejnicek J., 1986 .** The use of *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* in the biological control of black flies in Czechoslovakia. *Wiadomosci Parazytologiczne*. 32 : 539 - 542.

**OMS; 2007. De la Santé Genève, O. M. (2007).** *Rapport sur la santé dans le monde*.

**OMS (Organisation Mondiale de la Santé) ; 2002.** Diabète sucré. Aide-mémoire ; N°138

**OMS., 1999 .** Organisation mondiale de la Santé : La lutte antivectorielle - Méthodes à usage individuel et communautaire. Genève. *ISBN 92 4 254494 9*.

**OMS., 1999.-** La lutte anti vectorielle, méthode à usage individuel et communautaire. (449p).

**Organic Materials Review Institute (OMRI) 2002.** National Organic Standards Board Technical Advisory Panel Review: Spinosad, Crops. 14p.

**OSMAN, M.Z. & PORT, G.R 1990.** Systematic action of neem seed substances against *Pieris brassicae*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 54: 297-300.

**Ozenda P., 1991.** Flore et végétation du Sahara. 3e Ed. Centre National de la Recherche Scientifique, Paris, pp : 39-96.

**Pedigo L.P., 2002.** Entomology and pest management. Fourth edition. Prentice Hall, 742 p.

**Penagos D.I., Cisneros J., Hernandez O., Williams T., 2005 .** Lethal and sublethal effects of the naturally derived insecticide spinosad on parasitoids of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Biocontrol Sci. Technol*, 15 : 81–95.

**Penata Gama Z., Nakagoshi N., Suharjono et Setyowati F., 2013** .Toxicity studies for indigenous *Bacillus thuringiensis* isolates from Malang city, East Java on *Aedes aegypti* larvae. *Asian Pac J Trop Biomed.* 3(2): 111–117

*Références bibliographiques*

---

**Philogene, B. J. R1991** ."L'utilisation des produits naturels dans la lutte contre les insectes: problèmes et perspectives." *La lutte antic* 85 *ie. AUPELF-UREF (ed.). Paris : 269-278.*

**Pierrard G., 1984.** Management and control of insect pests of stored grain legumes. In :*Proc. Inr. Workshop on IPC for Grain Legumes Goiania, Goiás (Brésil), 3-9 avril 1983 : 276-286.*

**Pulpati H, Biradar YS, Rajani M (2008).**"High-performance thin-layer chromatography densitometric method for the quantification of harmine, harmaline, vasicine, and vasicinone in Peganum harmala".*JAOAC Int* 91 (5): 1179\_85. PMID 18980138.

**Puzii AD, Vecherkin SS, Tribunskii MP, Romakhov VG.1980.** Toxicity of the combined alkaloids of harmala (*Peganum harmala*, Zygophyllaceae). *Vet Moscow*;4:57-58.

**Réalisé en collaboration avec des professionnels de la santé et de la médecine, sous la direction du Docteur Pierrick HORDÉ Février 2015**  
[https://www.hon.ch/HONcode/Conduct\\_f.html?HONConduct663548](https://www.hon.ch/HONcode/Conduct_f.html?HONConduct663548) .

**Rechinger KH 1982.** Flora Iranica, Akademische Druck Verlagsanstalt;. p. 18-20.

**Regis L., Silva-Filha M.H., Nielsen-Le Roux C et Charles J.F., 2001** .Bacteriological larvicides of dipteran disease vectors.*Trends In Parasitology.*17 : 377 - 380.

**Roger, C., C. Vincent et D. Coderre 1995.**Mortality and predation efficiency of *Coleomegilla maculata lengi* Timberlake (Coccinellidae) following application of Neem extracts (*Azadirachta indica* A. Juss., Meliaceae). *J. Appl. Entomol.* 119:439-443.

**Romi R., Proietti S., Di Luca M., Cristofaro M., 2006** .Laboratory evaluation of the bio insecticide Spinosad for mosquito control.*Journal of American Mosquito Control Association,* 22: 93-96.

**Saito T. & Hama H., 2000** .Carboxylesterase isozymes responsible for organophosphate resistance in the cotton aphid, *Aphis gossypii* Glover (Homoptera :Aphididae). *Appl. Entomol. Zool*, 35 (1) : 171-175.

**Salah NB.AmamouM, Jerbi Z, Salah FB, M 1986.** Un cas de surdosage en Peganum harmala L. *J Toxicol Clin Exp*;6:319-322.

**Salgado, V.L., Saar, R 2004.**Desensitizing and non-desensitizing subtypes of alpha bungarotoxinsensitive nicotinic acetylcholine receptors in cockroach neurons. *Journal ofInsect Physiology* 50: 867-879.

**Samuelsson, G., 2004.** Drugs of Natural Origin: a Textbook of Pharmacognosy, 5th Swedish Pharmaceutical Press, Stockholm.

**Sarfraz, M., Dosedall, L.M., Keddie, B.A. 2005.** Spinosad: A promising tool for integrated pest management. *Outlooks on Pest Management* 16:78-84.

**Sauphanor B., Brosse V., Monier C. & Bouvier J.C., 1998.**Differential ovicidal and Larvicidal resistance to benzoylureas in the codling moth, *Cydia pomonella*.*Entomol Exp. Appl.*, **88**: 247-253.

**Schall C., 1988** . Relation among efficacy of insecticides, resistance levels, and sanitation in the control of the German cockroach (*Dictyoptera: Blattellidae*). *Journal of economic entomology*, 81: 536–544.

**SCHLUTER ,U., BIDMON, H.J. & GREWE, H. 1985.** Azadirachtin effects growth and endocrine events in larvae of tobacco hornworm *Manduca sexta*. *Journal of Insect Physiology*, 3 1: 773-777.

**Schmutterer, H. (ed) 1985.** The neem tree *Azadirachtia indica* A. Juss and other meliaceous plants: Sources of unique natural products for integrated pest management, medicine, industry and other purposes. VCH, Weinheim, Germany, 696p.



**SCHMUTTERER, H. 1988.** Potential of azadirachtin-containing pesticides for integrated Pest control in developing and industrialized countries. *Journal of Insect Physiology* 34:713-719.

**SCHMUTTERER, H. 1993.** Some effects of Neem (*Azadirachta indica*) products on locusts grasshoppers. World neem conf. Bangalore. India. Souvenir. Pp44-52.

**Scott, J.G., Cochran, D.G., Siegfried B.D.,** Insecticide toxicity, synergism, and resistance in the German cockroach (Dictyoptera: Blattellidae). *J. Econ. Entomol.*, 83 : 1698 – 1703.

**SCP, 1993.** Société canadienne de pédiatrie. Le bien être des enfants.238p

**SECK D. 1994 -** Développement de méthodes alternatives de contrôle des principaux insectes ravageurs des denrées emmagasinées au Sénégal par l'utilisation de plantes indigènes. Thèse de Doctorat, Fac. des Sciences agronomiques de Gembloux, 192 p.

**Seck D., Sidibe B., Haubruge E., Hemptinne J. L. & Gaspar Ch., 1991.** La protection chimique des stocks de niébé et de maïs contre les insectes au Sénégal. *Meded. Fac. Landbouww. Rijikuniv Gent*, 56(3b) :1225-1233.

**Senthil N.S, Kalaivani K, Murugan, K., Chung P.G., 2005a.-** The toxicity and physiological effect of neem limonoids on *Cnaphalocrocis medinalis* (Guene'e), the rice leaf folder. *Pest.Biochem. Physiol.*,81, 113–122.

**Shah, D. B., Pesiridou, A., Baltuch, G. H., Malone, D. A., & O'Reardon, J. P. (2008).** Functional neurosurgery in the treatment of severe obsessive compulsive disorder and major depression: overview of disease circuits and therapeutic targeting for the clinician. *Psychiatry (Edgmont)*, 5(9), 24-33.

**Shalat, S. L., Donnelly, K. C., Freeman, N. C., Calvin, J. A., Ramesh, S., Jimenez, M., ... & Ramirez, J. (2003).** Nondietary ingestion of pesticides by children in an agricultural community on the US/Mexico border: preliminary results. *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology*, 13(1), 42-50.

**Shapira Z, Terkel J, Egozi Y, Nyska A, Fiedman J. 1989.**Abortifacient potential for the epigeal parts of *Peganum harmala*. *J Ethnopharmacol*; 27:319-325.

**Sharf M. E., Neal J. J., Bennett G. W., 1997 .**Changes of insecticide resistance levels and detoxication enzymes following insecticide selection in the German cockroach, *Blattellagermanica* (L.).*Pest.Biochem.Physiol*, 59 : 67-79

---

*Références bibliographiques*

---

**Shoji S. & Hissaki T., 2005.** Studies on the  $\delta\delta$  ne S-transferase gene involved in chlorfluazuron resistance of the diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Yponomeutidae). *Pestic.Biochem. Physiol.*, **82**: 94-101.

**Sieber, K. P., & Rembold, H. (1983).** The effects of azadirachtin on the endocrine control of moulting in *Locusta migratoria*. *Journal of Insect Physiology*, 29(6), 523-527.

**Simmonds, M.S.J., W.M. Blaney, S.V. Ley, J.C. Anderson & P.L. Toogood. 1990.** Azadirachtin: Structural requirements for reducing growth and increasing mortality in lepidopterous larvae. *Entomol. Exp. Appl.* 55: 169-181.

**Singh S. R., Jackai L. E. N., Dos Santos J. H. R. & Adalla C. B., 1990.** Insect pests of cowpea. *In Insect Pests of Tropical Food Legumes* (Edited by Singh S. R.) : 43-49.

**Sparks T.C., Thompson G.D., Kirst H.A., Hertlein M.B., Larson L.L., Worden T.V., Thibault S.T., 1998 .**Biological activity of the spinosyns, new fermentation derived insect control agents, on tobacco budworm (Lepidoptera: Noctuidae) larvae. *J. Econ. Entomol*, 91 : 1277 – 1283.

**Sparks T.C., Thompson G.D., Kirst H.A., Hertlein M.B., Larson L.L., Worden T.V., Thibault S.T., 1998 .**Biological activity of the spinosyns, new fermentation derived insect

**Steppenraute (*Peganum harmala*) im GIFTPFLANZEN.COMpendium - [www.giftpflanzen.com](http://www.giftpflanzen.com)"**  
([http://www.giftpflanzen.com/peganum\\_harmala.html](http://www.giftpflanzen.com/peganum_harmala.html)).[www.giftpflanzen.com](http://www.giftpflanzen.com). . Retrieved 2008-04-18.

**Streets R, 1976.** Zur wirkung eines gereinigten extraktes aus fruchten von *Azadirachta indica* A. Juss auf *Leptinotarsa decemlinea* Say (Coleoptera: Chrysomelidae) Zeitschrift fur Angewandte entomologie 82: 169- 176.

**Strong C. A., Koehler P. G & Patterson R. S., 2000 .**Oral toxicity and repellency of borates to German cockroach (Dictyoptera: Blattellidae). *J. Econ. Entomol*, 86 (5): 1458-1463.

**Suman D.S., Wang Y., Bilgrami A.L etGaugler R., 2013.**Ovicidal activity of three insect groxth regulators against *Aedes*and *Culex*mosquitoes.*Acta Tropica*, 128:103– 109.

---

#### *Références bibliographiques*

---

**Tahraoui C., 2013 .**Abondance saisonnière des *89* e dans l'écosystème humide du Parc National d'El-Kala. Identification et lutte. Thèse de Magistère en Biologie et Ecologie Animale. Université Badji Mokhtar, Annaba. Algérie. 120 pp.

**Tandonet Sirohi., 2010 .** Assessment of larvicidal properties of aqueous extracts of four plants against *culexquinquefasciatus*larvae. *Jordan Journal of Biological Science*, (3) 1,1-6.

**Thomas W.E et Ellar D.J., 1983 .***Bacillus thuringiensis* var. *israelensis*crystalendotoxin: effects on insect and mamalian cells in vitro and in vivo. *Journal of Cell Science*.60 : 181-198.

**Thompson, G.; Hutchins, S. (1999)** Spinosad. *Pesticide Outlook* 10, 78–81.

**Thompson, G.D., Dutton, R., Sparks, T.C. 2000.** Spinosad-a case of study: an example from a natural products discovery program. *Pest Management Science* 56: 696-702.

**Tine-Djebar, F., & Soltani, N. (2015).** Activité biologique d'un agoniste non stéroïdien de l'hormone de mue sur *Culiseta longiareolata*: analyses morphométrique, biochimique et énergétique. *Synthèse: Revue des Sciences et de la Technologie*, 18, 23-34.

**Tomlin C., 2000 .**The pesticide manual.12th *Ed.* British Crop Protection Council, London, United Kingdom.

**Touati L., 2010 .**Etude d'un défoliateur majeur du chêne liège : *Lymantriadispar*(Lepidoptera ; Lymantriidae). Bioécologie dans les milieux naturels. Essais de lutte par les IGRs. Mém. Mag. Université de Annaba (Algérie). 88 pp.

**U.S. Congress, Office of Technology Assessment (1995).** Biologically based technologies for pest control. In Princeton University. *Biologically based technologies for pest control*, [En ligne]. <http://www.princeton.edu/~ota/disk1/1995/9506/9506.PDF> (Page consultée le 29 Mai 2016).

**USDA (United States Department of Agriculture) 1995.** Gypsy moth management in the United States: a cooperative approach. Final environmental impact statement. USDA, Forest Service, Northeastern Area State and Private Forestry. Radnor, PA.

*References bibliographiques*

**Valles S.M., Dong K., Brenner R.J., 2000** Mechanisms responsible for cypermethrin resistance in a strain of German cockroach, *Blattellagermanica*. *Pest.Biochem.Physiol*, 66 : 195 – 205.

**Vasuki V. 1990** .Effect of insect growth regulators on hatching of eggs of three vector mosquito species. *Proceedings: Animal Sci.*, 99(6):477-482.

**Veitch, G. E., Beckmann, E., Burke, B. J., Boyer, A., Maslen, S. L., & Ley, S. V 2007.** Synthesis of azadirachtin: a long but successful journey. *Angewandte Chemie International Edition*, 46(40), 7629-7632.

**Viala A., Botta A. 2005(d).** Chapitre 71. Les pesticides. In Toxicologie. Lavoisier. Tec & Doc. EMI. 2ème édition. 1094 p.

**Vincent, C. (Ed.) 1998.** Les biopesticides. *Antennae* 5(1): 7-29.

**Vincent, C. et D. Coderre (Eds.) 1992.** La lutte biologique. Gaëtan Morin Editeur (Montréal) et Lavoisier Tech Doc (Paris), 671 p.

**Waage, J. (1989).** *The population ecology of pest-pesticide-natural enemy interactions*, in *Pesticides and Non Target Invertebrates*, (ed P. Jepson), Intercept, Wimborne, Dorset, UK, pp. 81–94.

**WHO. 2010. World Health Organisation. Organisation mondiale de la santé.** Note commune à l'intention des médias. Les enfants sont exposés à des risques élevés d'intoxication par les pesticides. 2004. Disponible sur :<http://www.who.int/mediacentre/news/notes/2004/np19/fr/print.html>. Consulté en décembre 2010.

**WHO. 2004. World Health Organisation. Organisation mondiale de la santé.**The WHO recommended classification of pesticides by hazard. And guidelines to classification 2009.IPCS.IOMC.WHO. 2010. 78 p.

*Références bibliographiques*

---

**WHO., 1982 .** World Health Organization :Me 91 1 safety of microbial agents for vector control : a WHO memorandum. *Bulletin of World Health Organization*.59 : 857 – 863.

**Winston, M.L. (1997).***Nature wars : people vs pests.* Cambridge, Harvard University Press, 210 p.

**Wooster M.T. & Ross M.H.,1989 .**Sublethal responses of the German cockroach to vapors of commercial pesticide formulations.*Entomologiaexperimentalis et applicata*, 52 : 49 – 55.

**Yousefi R, Ghaffarifar F, & Dalimi AA (2009).** The Effect of *Alkanna tinctoria* and *Peganum harmala* Extracts on *Leishmania major* (MRHO/IR/75/ER) *in vitro*. *IranianJournal of Parasitology*, 4: 40-47.

**Yu S. J., Nguten S. N., Abd- Elghar G. E., 2003 .** Biochemical characteristics of insecticide resistance in the fall armyworm *Spodopterafrugipedra* (J.E. Smith).*Pest.Biochem.Physiol*, 77 : 1-11.

**Zarchi, A. A. & H. Vatani, 2009.**A survey on species and prevalence rate of bacterial agents isolated from cockroaches in three hospitals. *Vector Borne and Zoonotic Diseases*, 9, 197–200.

**ZOHOUN Gbègnidaho Achille ,2011.**Problématiques de conservation des collections naturelles, des parcs et jardins historiques en milieux urbanisés africains: processus de plan de gestion durable, cas du jardin des plantes et de la nature(JPN) de Porto-Novo, Bénin Université Senghor d'Alexandrie - Master en développement option gestion du patrimoine culturel

**Zebitz CPW., 1986.**- Effects of some crude and Azadirachtin enriched neem *Azadirachita indica* seed kernel extracts on larvae of *Aedes aegypti*. Entomol.Exp. Appl. 1984, 35, 11–14.

**Zurek L., Watson D.W., Schall C., 2002** .The synergy between *Metarhiziumanisopliae* (Deuteromycota: Hyphomycetes) and Boric acid against the German cockroach (Dictyoptera: Blattellidae). *Biological Control*, 23 (3) : 296 – 302.

*Références bibliographiques*

---

**Zutshi U, Rao PG, Soari A, Gupta OP, At** <sup>92</sup> **1980.**Absorption and distribution of vasicine, a modern uterotonic. *Planta Med*;40:373-377.

**Anonyme 1:**[www.thenook.orghttp://www.thenook.org/archives/tek/06332ott.html](http://www.thenook.org/archives/tek/06332ott.html).

# *Résumés*

---

### **Résumé :**

La lutte biologique aux insectes ravageurs des plantes et vecteurs de maladies a progressé rapidement au cours des trois dernières décennies. Les bio insecticides sont des produits d'origine biologiques, utilisés pour la protection des plantes et des milieux urbains contre les insectes. Ils interviennent en les éliminant ou en empêchant leur reproduction, leur développement, leur alimentation, ...etc. Il existe différents types d'insecticides selon leur mode d'action et l'insecte cible.

Dans ce travail, nous avons réalisé une synthèse bibliographique des différents documents scientifique présentés sur les insecticides et leurs effets en se basant essentiellement les produits d'origine biologique.

Les différentes études montrent que les produits biologiques de synthèses présentent des inconvénients non négligeables et pour cela la lutte anti-vectorielle entre une nouvelle phase où le monde végétal offre des plantes toxiques efficaces et moins nocives pour la santé humaine et l'environnement.

**Mots clés :** Pesticides, méthodes de lutte, insectes nuisibles, bioinsecticides, plantes toxiques



**Abstract:**

Biological control insect pests and plant disease vectors have progressed rapidly over the past three decades. Bioinsecticides are of biological origin, used for the protection of plants and urban environments against insects. They work by eliminating or preventing their reproduction, their development, supply, ...etc. There are different types of insecticides according to their mode of action and the target insect.

In this work, we conducted a literature review of various scientific papers presented on insecticides and their effects based primarily bio-based products.

Various studies show that these organic synthesis products have significant drawbacks and for that the vector control between a new phase where the plant world offers efficient and less harmful toxic plants for human health and the environment.

**Keywords:** Pesticides, control methods, pest, bio-insecticides, toxic plants.

## المخلص

المكافحة البيولوجية للحشرات وناقلات الأمراض النباتية شهدت تقدما سريعا خلال العقود الثلاثة الماضية . المبيدات المستخدمة من أصل بيولوجي، وتستخدم لحماية النباتات والأوساط العمرانية ضد الحشرات. وهي تعمل عن طريق القضاء عليها أو منع تكاثرها وتطورها، ... الخ. وهناك أنواع مختلفة من المبيدات الحشرية وفقا لطريقة عملها والحشرة المستهدفة.

فبهذا العمل، أجرينا تلخيص لمختلف الأوراق العلمية المقدمة عن الموضوع أي عن المبيدات الحشرية وتأثيرها المنتجات خاصة المبيدات ذات أصل بيولوجي.

وتشير العديد من الدراسات أن التركيب الصناعي لهذه المواد ينتج عنها عيوب كبيرة وأن مكافحة ناقلات الأمراض قد دخلت مرحلة جديدة حيث يقدم عالم النبات مواد سامة بكفاءة وأقل ضررا على صحة الإنسان والبيئة.

**كلمات المفتاح:** المبيدات الحشرية، طرق مكافحة، مكافحة البيولوجية، مبيدات الحشرات

البيولوجية، النباتات السامة

