



République algérienne démocratique et populaire
Ministère de l'enseignement supérieure et de
la recherche scientifique
Université Abbes Laghrour Khenchela
Faculté des Sciences de la Nature et la Vie
Département des Sciences Agronomiques



Mémoire

Présenté pour l'obtention du diplôme de

Master académique

Filière : **Biotechnologie.**

Option : **Biotechnologie végétale. :**

Thème :

Innovation d'un biopesticide

Présenté par :

- ACHIKA Manel
- LACKHAB Bachir

Soutenu le : 26/06/2024 devant le jury composé de :

Dr. KADI Kenza
Dr. HAMLII Sofia
Dr. ADDAD Dalila

Président
Examineur
Encadrant

Université de Khenchela
Université de Khenchela
Université de Khenchela

Promotion : 2023/2024



Nous tenons tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant et miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce travail.

En second lieu, nous tenons à exprimer notre encadrante Docteur ADDAD Dalila, pour avoir assumé la responsabilité de nous encadrer et de nous conseiller tout au long de la réalisation de ce travail.

Nous tenons à remercier les membres de jury d'avoir répondu présent à l'évaluation de ce notre travail de fin d'étude.

Nous tenons également à remercier l'ensemble des enseignants du département des sciences agronomiques pour toutes les informations qu'ils nous ont prodigué durant les cinq ans de notre formation. Enfin, nos valeureux remerciements à toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Nous tenons à remercier M. GOSSA Bilal pour aide et soutien.

Dédicaces




Je dédie ce travail,

A mes très chers parents, pour l'éducation qu'ils m'ont prodiguée avec tous les moyens et au prix de tous les sacrifices qu'ils ont consentis à mon égard, pour leur patience, leur amour et leurs encouragements.

A mon cher frère unique Abdessalem, pour son soutien moral, son appui et ses encouragements.

A mes meilleures amies Linda, Rehab, Amani, Yousra, Seham, Chahira, Khawla, Nassima, Malak, Selma, Houda.

Manel



Je dédie ce mémoire à l'ensemble de ma famille et plus particulièrement à mes parents et mes frères pour leur amour, leur confiance, leurs conseils ainsi que leur soutien inconditionnel qui m'a permis de réaliser les études pour lesquelles je me destine et par conséquent ce mémoire.

A mon cher binôme, pour son soutien moral, son appui durant toute la période des études.

Bachir



Résumé :

Les pesticides naturels (biopesticide) sont considérés comme une alternative aux insecticides conventionnels, et constituent un élément de réponse à la politique du développement durable de par leur faible impact éco-toxicologique.

Dans le présent travail, l'effet d'une formulation commerciale (nommé Biopesticide Innovation) à base du Neem, et en présence d'autres composants de provenance végétale, a été évalué et testé sur quatre familles botaniques ; les graminées (les orges), les arbres fruitiers (le pommier), les cultures maraichère (pomme de terre) et les légumineuses (la fève). Après deux mois, les sites traités ont été visités afin de constater l'efficacité du produit. Les résultats obtenus révèlent un effet nettoyant très remarquable du biopesticide sur l'ensemble de cultures traitées. Cet effet sur les insectes a permis d'identifier trois ordres : Hemiptera : les pucerons (*Aphis gossypii*), les coléoptères (*Heliotaurus ruficollis*) et les papillons (de l'ordre Lepidoptera). L'application du FTIR sur ce biopesticide a révélé un effet mortel sur les insectes, les bactéries, les virus et certaines maladies pouvant affecter les plantes.

Mots-clés : Le Neem, biopesticide, Biopesticide, Innovation.

ملخص:

تعتبر المبيدات الطبيعية (المبيدات الحيوية) بديلاً للمبيدات الحشرية التقليدية، وتشكل عنصر استجابة لسياسة التنمية المستدامة بسبب تأثيرها السمي البيئي المنخفض.

في العمل الحالي، تم تقييم واختبار تأثير تركيبة تجارية (سُميت بيوباستيسيد انوفايشين) تعتمد على نبات النيم، ومكونات الأخرى ذات أصل نباتي، واختبارها على أربع عائلات نباتية: الحبوب (الشعير)، الأشجار المثمرة (التفاح)، الخضروات (البطاطا) و البقوليات (الفاصوليا). بعد شهرين تم زيارة المواقع المعالجة للوقوف على فعالية المنتج. أثبتت النتائج المتحصل عليها الفعل التنظيبي الملاحظ على جميع المحاصيل المعالجة. هذه الفعالية على الحشرات سمحت بتمييز ثلاث رتب : Hemiptera حشرات المن (*Aphis gossypii*) ، coléoptères مغمدة الأجنحة (*Heliotaurus ruficollis*) و الفراشات من رتبة (Lepidoptera). تطبيق التحليل الطيفي على هذا المبيد الطبيعي أثبت التأثير مميت على الحشرات والبكتيريا والفيروسات وبعض الأمراض التي يمكن أن تؤثر على النباتات.

الكلمات المفتاحية: نبتة النيم، مبيد حيوي، أزاديراشتا إندিকা، بيوباستيسيد انوفايشين.

Abstract:

Natural pesticides (biopesticides) are seen as an alternative to conventional alternative to conventional insecticides, and are part of a sustainable development sustainable development policy, thanks to their low eco-toxicological impact.

In the present work, the effect of a commercial formulation (named Biopesticide Innovation) based on Neem, and in the presence of other plant-derived was evaluated and tested on four botanical families: grasses (barleys) grasses (barley), fruit trees (apple), vegetable crops (potato) and vegetables. (potatoes) and legumes (broad beans). After two months, the treated were visited to check the product's efficacy. The results reveal a remarkable cleaning effect of the biopesticide on all treated crops. This effect on insects enabled us to identify three orders: Hemiptera: aphids (*Aphis gossypii*), beetles (*Heliotaurus ruficollis*) and butterflies (of the order Lepidoptera). Application of FTIR on this biopesticide revealed a lethal effect on insects, bacteria, viruses and certain diseases that can affect plants.

Key words: *Neem, biopesticide, Azadirachta indica, Biopesticide Innovation*

Table des matières

Liste des figures	VII
Liste des tableaux	IX
Introduction générale.....	2
Partie 1 : Revue bibliographique.....	5
1. Pesticides.....	5
1.1. Définition des biopesticides.....	5
1.2. Types de biopesticides.....	5
1.2.1. Biopesticides microbiens.	6
1.2.1.1. Bactéries.....	6
1.2.1.2. Virus.....	6
1.2.1.3. Champignons.	7
1.2.3. Biopesticides animaux.	10
1.3. Exemples d'application des biopesticides.	11
1.4. Avantages et les inconvénients de biopesticides.	13
1.4.1. Avantages.....	13
1.4.2. Inconvénients	13
1.5. Marché des biopesticides.....	13
2. Neem.....	15
2.1. Généralités sur le neem.....	15
2.2. Arbre de neem.	15
2.2.1. Origine et distribution géographique.	15
2.2.2. Description botanique.	15
2.2.3. Classification botanique.....	16
2.3. Composés bioactifs présents dans l'arbre du neem.	17
2.4. Effets bénéfiques de neem.	18

2.5. Extraits de neem.	20
Partie pratique.....	22
1. Présentation du projet.....	22
1.1. Idée du projet.	22
1.2. Valeurs proposées.....	23
1.3. Calendrier de réalisation du projet.....	24
2. Aspects innovants.	25
3. Analyse stratégique du marché.....	26
3.1. Visualisez le secteur du marché.....	26
3.2. Mesure de l'intensité de la concurrence.	26
3.3. Stratégies marketing.	27
4. Plan de production et d'organisation.....	28
4.1. Matière premières nécessaires au processus de production.....	28
4.2. Outils, machines et équipements.	28
4.3. Autres coûts supplémentaires.	29
4.4. Plan général de production.	30
5. Plan financier.....	30
5.1. Besoins de l'entreprise en ressources humaines.....	30
5.2. Stratégie de marketing de produit ou de service.....	30
5.2.1. Présentation de produit.	30
5.2.2. Fixation de prix.	31
5.3. Etude financière.....	31
6. Modèle expérimental initial (prototype).....	33
7. Efficacité du prototype pilote.	34
7.1. Efficacité des produits sur diverses cultures.....	34
7.2. Efficacité du prototype sur quelques insectes trouvés.....	37

7.2.1. Pucerons (<i>Aphis gossypii</i>)	37
7.2.2. Coléoptères (<i>Heliotaurus ruficollis</i>)	39
7.2.3. Papillons (Lepidoptera non identifiée).....	40
8. Analyse FTIR.	42
Conclusion générale	46
Références bibliographiques.	48

Liste des figures.

Figure 1 : Arbre de Neem et ses composants. (Fernandes <i>et al.</i> , 2019).	16
Figure 2 : Quelques composés phytochimiques dans l'arbre de neem.	18
Figure 3 : Extraits de neem.	20
Figure 4 : Différentes étapes de production et commercialisation du biopesticide.	29
Figure 5 : Prototype du biopesticide à base de Neem.	33
Figure 6 : Expériences réalisées au terrain photos avant et après utilisation du produit.	36
Figure 7 : Puceron : espèce <i>Aphis gossypii</i>	39
Figure 8 : Espèce <i>Heliotaurus ruficollis</i> (photo originale)	40
Figure 9 : Papillon de l'ordre Lepidoptera (photo originale).....	41
Figure 10 : Résultats de l'analyse infrarouge stratifiée (FTIR) du prototype.....	42

Liste des tableaux.

Tableau 1 : Quelques biopesticides commercialisés (Chandler <i>et al.</i> ,2011 ; Deravel <i>et al.</i> ,2014).	11
Tableau 2 : Classification botanique du neem.	16
Tableau 3 : Principaux constituants chimiques du Neem (Gherida & Goetz, 2014).	17
Tableau 4 : Calendrier de réalisation du projet.	25
Tableau 5 : Etude financière du projet.	32

Introduction générale

Introduction générale

Les perturbations environnementales constatées ces dernières années à la suite de l'usage abusif des produits phytosanitaires organiques de synthèse soulignent l'importance d'une réflexion sur des approches alternatives ou complémentaires pour le développement durable de l'agriculture.

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

L'utilisation des produits phytosanitaires chimiques a considérablement diminué la pénibilité du travail au champ tout en permettant une production suffisante et à moindre coût pour satisfaire aussi bien le marché que le consommateur. Dans une publication récente, les pertes de production, avant récolte, des cultures mondiales majeures dues aux ravageurs (insectes, micro-organismes) et aux adventices sont estimées à 35 % (Popp *et al.*, 2013). Sans une protection efficace des cultures, ces pertes seraient de 70 % (Popp *et al.*, 2013).

Les biopesticides sont devenus très populaires en tant qu'alternatives à faible impact sur l'environnement, ce qui a encouragé les scientifiques à redécouvrir une plante remarquable qui a suscité l'intérêt et a fait l'objet d'innombrables recherches et publications : le margousier de la famille des Meliaceae, également connu sous le nom d'arbre de neem (*Azadirachta indica* A. Juss). Elle a connu une croissance considérable dans divers domaines (médecine traditionnelle, agronomie, ornementation). Plusieurs substances biologiquement actives ont été extraites de diverses parties de cet arbre, mais les graines de neem demeurent la principale source de composés utilisés dans les formulations d'insecticides (Copping & Duke, 2010). L'azadirachtine, un des plus puissants tetranortriterpénoïdes, est commercialisée dans le monde entier sous différentes formulations (huile de neem, Neem-Azal, Bioneem, etc.) (Aribi *et al.*, 2020). Ce produit naturel de pesticide est couramment employé dans les agro-écosystèmes, car

il est biodégradable, sans danger pour les mammifères et n'affecte aucun des micro-organismes présents dans le sol (Benelli *et al.*, 2017).

L'objectif de ce travail est d'évaluer l'efficacité et la durabilité d'un nouveau biopesticide innovant à base de Neem et quelques d'autres plantes, dans le contrôle des ravageurs agricoles, en comparaison avec les pesticides conventionnels, en se concentrant sur ses aspects biologiques, son mode d'action et son impact environnemental.

Ce mémoire est subdivisé en quatre chapitres est organisé comme suit :

- Chapitre 1 : nous présenterons des généralités sur les pesticides ;
- Chapitre 2 : nous donnerons une présentation sur le produit pesticide BIOPESTICIDE INNOVATION.
- Dans une troisième partie nous abordons les tests réalisés ainsi et les résultats obtenus.

On clôturera ce mémoire par une conclusion générale et des perspectives intéressantes pour le pesticide BIOPESTICIDE INNOVATION.

Partie 1 :

Revue

bibliographique

1. Pesticides.

1.1. Définition des biopesticides.

Les biopesticides ou pesticides bio-rationnels, sont des organismes vivants ou produits issus de ces organismes ayant la particularité de limiter ou de supprimer les ennemis des cultures tels que les bactéries, champignons, mauvaises herbes, virus et insectes (Deravel *et al.*, 2014, Samada & Tambunan, 2020). Ils peuvent être classés en trois grandes catégories, selon leur nature : les biopesticides microbiens, les biopesticides végétaux et les biopesticides animaux (Chandler *et al.*, 2011 ; Leng *et al.*, 2011).

Les biopesticides sont polyvalents, adaptés tant à l'agriculture conventionnelle qu'à l'agriculture biologique. Certains renforcent la résistance des plantes aux stress abiotiques et, de manière générale, présentent une toxicité moindre que les pesticides chimiques correspondants (Deravel *et al.*, 2014). Bien que souvent considérés comme moins efficaces, les biopesticides suscitent un intérêt croissant parmi les exploitants agricoles, particulièrement dans le cadre de stratégies de lutte intégrée (Deravel *et al.*, 2014).

1.2. Types de biopesticides.

Le concept de « biopesticide » n'est pas nouveau. Dès le 7^e siècle av. J.-C., des fermiers chinois utilisaient leurs cultures contre les insectes (Leng *et al.*, 2011). De même, au Moyen-Âge, des végétaux comme les aconits étaient utilisés contre les rongeurs et des récits indiens datant du 17^e siècle rapportent l'utilisation de racines de Derris et de Lonchocarpus pour leurs propriétés insecticides. De nos jours, plusieurs biopesticides sont commercialisés. Une définition adéquate regroupant les diverses origines de ces produits et retraçant leur histoire s'impose. Ainsi, même s'il n'existe aucune définition officielle, dans le domaine de l'agriculture, les biopesticides pourraient être définis de la manière suivante : « Organismes vivants ou produits issus de ces organismes ayant la particularité de limiter ou de supprimer les ennemis des cultures. » (Thakore, 2006).

Les produits considérés comme des biopesticides par les agences de réglementation européennes et mondiales sont d'origines diverses. Ils peuvent être classés en trois grandes

catégories, selon leur nature : les biopesticides microbiens, les biopesticides végétaux et les biopesticides animaux (Chandler *et al.*, 2011 ; Leng *et al.*, 2011).

1.2.1. Biopesticides microbiens.

Cette catégorie comprend les bactéries, champignons, oomycètes, virus et protozoaires. L'efficacité d'un nombre important d'entre eux repose sur des substances actives dérivées des micro-organismes. Ce sont, en principe, ces substances actives qui agissent contre le bioagresseur plutôt que le micro-organisme lui-même.

1.2.1.1. Bactéries.

Les biopesticides à base de *Bacillus thuringiensis* sont les plus commercialisés. Ils ont une action insecticide. *Bacillus thuringiensis* est une bactérie à Gram+ qui produit, durant sa phase stationnaire de croissance, des protéines cristallines appelées delta-endotoxines ou protoxines Cry. Ces protéines sont libérées dans l'environnement après la lyse des parois bactériennes lors de la phase de sporulation et sont actives, une fois ingérées par les ravageurs, contre les lépidoptères, les diptères et les larves de coléoptères (Rosas-Garcia, 2009).

Des espèces bactériennes du genre *Bacillus* utilisant des mécanismes d'action autres que celui employé par *B. thuringiensis* peuvent également protéger les plantes. Il y a, parmi ces espèces, des souches de *Bacillus licheniformis*, *Bacillus amyloliquefaciens* ou *Bacillus subtilis*. *Bacillus amyloliquefaciens* et *B. subtilis* sont capables de coloniser les racines des plantes et de produire des molécules de nature lipopeptidique qui sont les surfactines, les iturines et les fengycines. Ces dernières peuvent soit activer les défenses des plantes, soit avoir un effet antibactérien ou antifongique direct (Pérez-Garcia *et al.*, 2011).

Des bactéries appartenant à d'autres genres que le genre *Bacillus* ont également été développées en tant que biopesticides. Ainsi, la souche *Pseudomonas chlororaphis* MA342 est utilisée dans la prévention et le traitement de certains champignons des graines de céréales comme *Drechslera teres*, agent de l'helminthosporiose de l'orge (Tombolini *et al.*, 1999). *Pseudomonas chlororaphis* MA342 protège également le blé et le seigle contre la fusariose et la septoriose. Plusieurs modes d'action sont proposés pour justifier son efficacité. Cette bactérie pourrait agir contre les champignons phytopathogènes par antibiose directe, par concurrence spatiale et nutritive ou en activant les défenses des plantes (Boulon, 2010).

1.2.1.2. Virus

Les Baculoviridae sont des virus à double brins d'ADN circulaire, ayant un génome compris entre 100 et 180 kb, protégés par une paroi protéique (Chen *et al.*, 2002). Ils infectent les arthropodes insectes ou larves. Ils représentent un faible risque sanitaire car aucun virus similaire n'a, à l'heure actuelle, été répertorié dans l'infection des vertébrés ou des plantes. Cette propriété les rend particulièrement intéressants pour une utilisation en qualité de bio-insecticide, d'autant plus qu'ils peuvent tuer leur hôte en quelques jours. Ces virus sont classés en fonction de la morphologie particulière de leur corps d'inclusion. Ainsi, on retrouve les Granulovirus, comme *Cydia pomonella granulosis*, inclus dans des granules de forme ovale ou ovoïde et les nucleopolyhedrovirus, comme *Helicoverpa zea* (HzSNPV) et *Spodoptera exigua* nucleopolyhedrosis qui sont inclus dans des polyèdres de forme arrondie, cubique ou hexagonale (Chen *et al.*, 2002). Les nucleopolyhedrovirus infectent les larves de lépidoptères selon un mode atypique. En effet, deux formes virales, génétiquement identiques mais structurellement différentes, sont nécessaires pour avoir un cycle complet d'infection. La forme dite « virion inclus » infecte les cellules de l'intestin moyen après ingestion par l'hôte. Une forme dite « virion bourgeonnant » transmet l'infection de cellule en cellule. Les corps d'inclusions sont composés de protéines cristallines qui protègent les virions des dégradations pouvant être causées par l'environnement, mais sont dissoutes par le pH alcalin de l'estomac des larves. Une fois les protéines cristallines dissoutes, les virions sont libérés. L'infection primaire qui débute dans l'intestin moyen produit les formes bourgeonnantes qui progressent de la membrane basale jusqu'aux tissus de l'hôte. Lors de cette progression, des formes virions bourgeonnants et virions inclus sont produites. La propagation dure environ 4 jours. Les tissus meurent et se liquéfient. Cette liquéfaction, caractéristique des maladies provoquées par une infection aux nucleopolyhedrovirus, libère des millions de formes incluses qui infectent les nouveaux hôtes (Washburn *et al.*, 2003).

1.2.1.3. Champignons.

Outre les bactéries et les virus, certains champignons présentent des activités contre les bioagresseurs et sont exploitées en tant que biopesticides. *Coniothyrium minitans* est connu pour parasiter les champignons du genre *Sclerotinia spp.* Ce genre fongique se retrouve dans le sol et est à l'origine de la maladie appelée pourriture blanche qui peut affecter de nombreuses cultures dont la carotte, le haricot, le colza ou le tournesol. *Coniothyrium minitans* est connu pour pénétrer dans les sclérotés de *Sclerotinia sclerotiorum* soit par des craquelures situées à l'extérieur de cette forme de conservation du champignon, soit en s'introduisant par l'écorce extérieure en suivant une voie intercellulaire. Il poursuit ensuite son chemin en intracellulaire

en pénétrant le cortex et la médullaire. Le parcours intracellulaire de *C. minitans* est possible car il produit des enzymes de dégradation des parois telles que les chitinases ou les α -1,3 glucanases. En plus de ces enzymes extracellulaires, diverses molécules pouvant intervenir dans les mécanismes d'action contre *Sclerotinia* spp. ont été identifiées dans des cultures de *C. minitans*. Parmi ces molécules, il y a des 3(2H)-benzofuranones, des chromanes, des métabolites antifongiques ainsi que la macrosphelide connue pour inhiber l'adhésion des cellules de mammifères et qui, à de faibles concentrations, inhibe la croissance de *Sclerotinia sclerotiorum* et de *Sclerotinia cepivorum* (McQuilken *et al.*, 2003).

Plusieurs souches du champignon filamenteux du genre *Trichoderma* spp. sont utilisées pour la protection biologique des plantes. Elles ont généralement une activité antifongique contre plusieurs pathogènes du sol ou contre des pathogènes foliaires (Dodd *et al.*, 2003). *Trichoderma atroviride* est notamment utilisée pour la protection biologique de la vigne (Longa *et al.*, 2009). L'activité de biocontrôle de cette souche est attribuée à plusieurs mécanismes d'action qui agissent en synergie. Parmi ces mécanismes d'action, il y a la compétition pour les nutriments, l'antibiose, ou la production d'enzymes spécifiques de dégradation des parois cellulaires comme les chitinases ou protéases (Brunner *et al.*, 2005).

En provoquant des pertes totales de cultures estimées à près de 10 %, les nématodes du genre *Meloidogyne* spp. sont les plus destructeurs au monde (Anastasiadis *et al.*, 2008). Les nématicides chimiques les plus efficaces contre eux ont été progressivement retirés du marché à cause de leur impact sur l'environnement (Anastasiadis *et al.*, 2008). Le champignon *Paecilomyces lilacinus* est l'un des produits alternatifs les plus étudiés dans la lutte biologique contre ces nématodes. Il a la capacité d'infester plusieurs phases de développement du parasite. Il est particulièrement connu pour avoir des propriétés ovicides. *Paecilomyces lilacinus* pénètre dans les œufs de nématodes en sécrétant des chitinases et protéases (Dong *et al.*, 2007). Il peut également infester les nodules racinaires où se trouvent ces œufs. Les hyphes fongiques déjà formées peuvent s'introduire dans les nématodes adultes via leurs orifices naturels. Dans tous les cas d'infestation, *Paecilomyces lilacinus* se nourrit des tissus des nématodes pour pouvoir se développer.

1.2.2. Biopesticides végétaux.

Les plantes produisent des substances actives ayant des propriétés insecticides, aseptiques ou encore régulatrices de la croissance des plantes et des insectes. Le plus souvent, ces substances actives sont des métabolites secondaires qui, à l'origine, protègent les végétaux des

herbivores. Le biopesticide d'origine végétale le plus utilisé est l'huile de neem, un insecticide extrait des graines d'*Azadirachta indica* (Schmutterer, 1990). Plusieurs molécules dont l'azadirachtine, la nimbidine, la nimbidinine, la solanine, le déacétylazadirchtinol et le méliantriol ont été identifiées comme biologiquement actives dans l'huile extraite des graines de neem. L'azadirachtine, un mélange de sept isomères de tétranortritarpinoïde, est le principal ingrédient actif de cette huile et a la propriété de perturber la morphogénèse et le développement embryonnaire des insectes (Srivastava *et al.*, 2007 ; Correia *et al.*, 2013).

D'autres extraits de plantes ont des activités insecticides ; ainsi, *Tanacetum* (*Chrysanthemum*) *cinerariaefolium*, plus communément appelé pyrèthre, est une plante herbacée vivace cultivée pour ses fleurs dont une poudre insecticide est extraite. Ses principes actifs, appelés pyréthrine, attaquent le système nerveux de tous les insectes. Cependant, ces molécules naturelles sont rapidement dégradées par la lumière. Il y a sur le marché des pyréthroïdes de synthèse qui sont beaucoup plus stables que leurs homologues naturels. *Quassia amara* est un arbre d'Amérique dont est extraite la quassine, un insecticide qui a montré une faible toxicité pour l'Homme, les animaux domestiques et les insectes utiles.

Certaines huiles végétales, qui n'ont pas d'activité antiparasitaire intrinsèque, peuvent être retrouvées sur le marché en tant que biopesticide. Dans ce cas, ce sont leurs propriétés physiques qui sont exploitées. Ainsi, l'huile de colza est l'ingrédient principal de quelques produits comme le VegOil® car, aspergée sur les feuilles et les ravageurs, elle forme un film huileux qui asphyxie ces derniers.

Les plantes à pesticides intégrés (Plant Incorporated-Protectants, PIPs) sont des organismes modifiés par génie génétique, capables de produire et d'utiliser des substances pesticides afin de se protéger. Les PIPs les plus connues sont des plants de pommes de terre, maïs et coton ayant la particularité de produire la protéine Cry de *B. thuringiensis*. Pour l'agence américaine de protection de l'environnement (United States, Environmental Protection Agency, US.EPA), les PIPs sont une catégorie de biopesticides. Les premières PIPs ont été cultivées aux États-Unis d'Amérique en 1995/1996. Les surfaces agricoles mondiales cultivées en PIPs sont passées de 11,4 millions d'hectares en 2000 à plus de 80 millions en 2005 (Shelton *et al.*, 2002 ; Bates *et al.*, 2005). Certains pays de l'Union européenne émettent des réticences quant à leur utilisation. En effet, pour des raisons qualifiées d'éthique, morale et des réserves sur leur sûreté biologique, seuls 5 des 27 pays membres de l'Union européenne ont adopté leur utilisation (Kumar *et al.*, 2008). Ainsi, le maïs Bt (*Bacillus thuringiensis*) est couramment cultivé en Espagne, Portugal, Roumanie, Pologne et Slovaquie, alors que la lignée de maïs Bt MON810

est formellement interdite dans certains pays comme la France, l'Autriche, l'Allemagne, la Grèce, le Luxembourg et la Hongrie (Meissle *et al.*, 2011).

1.2.3. Biopesticides animaux.

Ces biopesticides sont des animaux comme les prédateurs ou les parasites, ou des molécules dérivées d'animaux, souvent d'invertébrés comme les venins d'araignées, de scorpions, des hormones d'insectes, des phéromones (Goettel *et al.*, 2001 ; Saidenberg *et al.*, 2009 ; Aquiloni *et al.*, 2010).

La coccinelle est l'insecte auxiliaire le plus connu. La coccinelle *Rodolia cardinalis* prélevée en Australie est couramment utilisée comme prédateur de la cochenille *Icerya purchasi*. Même si elle a été introduite dès le 19^{ème} siècle en Californie pour enrayer la destruction des agrumes, les îles Galápagos n'ont autorisé son introduction qu'en 2002 (Calderón-Alvarez *et al.*, 2012). Les effets des biopesticides d'origine animale et plus particulièrement des insectes auxiliaires sur la faune locale sont minutieusement étudiés avant leur utilisation.

Comme les coccinelles, les acariens utilisent la prédation pour se nourrir de certains insectes ravageurs des plantes. C'est l'activité parasitique des nématodes comme *Phasmarhabditis hermaphrodita* qui est utilisée pour la lutte contre les limaces et les gastéropodes en général. Les nématodes juvéniles de troisième stade de *P. hermaphrodita* vont initier l'infection en pénétrant par les cavités des coquilles sous le manteau de leur hôte. Après cette pénétration, les nématodes juvéniles vont transmettre leurs bactéries associées qui vont se multiplier et libérer des endotoxines qui provoqueront la mort des gastéropodes entre 4 et 7 jours. Les nématodes juvéniles vont acquérir leur forme hermaphrodite dans cette cavité et s'y reproduire. Ils continueront à se développer jusqu'à ce que tout le corps du gastéropode soit consommé et que la prochaine génération de nématodes trouve de nouveaux hôtes à parasiter (Grewal *et al.*, 2003).

Les biopesticides d'origine animale qui sont des signaux chimiques produits par un organisme et qui changent le comportement d'individus de la même espèce ou d'espèces différentes sont également répertoriés sous l'appellation « semio-chimiques ». Les semio-chimiques ne sont pas à proprement parler des « pesticides ». En effet, ils ne vont pas provoquer la mort des bio-agresseurs, mais plutôt créer une confusion chez ces derniers. Cette confusion les empêchera de se propager dans la zone traitée. Les phéromones d'insectes sont de bons exemples de molécules semio-chimiques utilisées comme alternative à l'utilisation des

insecticides. Il s'agit de petites molécules naturellement produites par les insectes et qui sont détectées au niveau des antennes de leurs congénères. Ces molécules peuvent être éphémères ou persistantes, mais dans tous les cas véhiculent un message. Elles peuvent marquer un territoire, prévenir de la disponibilité de nourriture ou être un signal pour l'accouplement. Les phéromones d'insectes sont largement utilisées aussi bien pour limiter les insectes ravageurs via des techniques de piégeage ou de confusion sexuelle que pour surveiller leur nombre.

1.3.Exemples d'application des biopesticides.

Des exemples de biopesticides commercialisés appartenant aux trois différentes catégories, sont présentés dans le tableau (1).

Tableau 1 : Quelques biopesticides commercialisés (Chandler *et al.*,2011 ; Deravel *et al.*,2014).

	Catégorie	Organisme	Activité biologique	Cible	Culture
Microbienne	Bactérie	<i>Agrobacteriumradi obacter</i>	Agent antibactérien	<i>Agrobacteriumtum efa sciens</i>	Fruits mous, noisette, vignes
		<i>Xanthomascampe strispv.Poannua</i>	Herbicide	<i>Herbe bleue annuelle</i>	Gazon
		<i>Bacillus subtilis</i>	Fongicide	<i>Rhizoctonia, Fusarium, Aspergillus</i>	Soja, arachide
		<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	Fongicide	<i>Rhizoctonia, Fusarium</i>	Arbustes, plantes ornementales
		<i>Pseudomonas chlororaphis MA342</i>	Fongicide	<i>Tilletia caries, Fusarium nivale, Septorianodorum</i>	Blé
		<i>Bacillus thuringiensis</i>	Insecticide	<i>Chenille, Larves de lépidoptères</i>	Pelouse et jardin
		<i>Bacillus thuringiensis</i>	Insecticide	Lépidoptères	Vignes, arbres fruitiers, maraichage
	Virus	<i>Cydia pomonella agranulosis virus</i>	Insecticide	<i>Carpocapse</i>	Pommiers, poiriers
		<i>Helicoverpa zea HzS NPV</i>	Larvicide	<i>Heliothis et Helicoverpa larvoe</i>	Maïs, cultures maraichères coton blé....
		<i>Spodoptera exigua nucleopolyhedrosis virus</i>	Larvicide	Larves de <i>Spodoptera exigua</i>	Pomme de terre, tabac, cultures maraichères,

					tournesol, ect.
	Champignon	<i>Lecanicillium longisporum</i>	Insecticide	Pucerons	Culture sous serre, comestible et ornementales
		<i>Phytophthora palmivora</i>	Herbicide	Vigne étranglée	Agrumes
		<i>Trichoderma harzianum</i>	Fongicide	<i>Pythium, Phytophthora, Rhizoctonia</i>	Vergers, ornementales, culture en serre
		<i>Paecilomyces lilacinus</i>	Nématicide	<i>Meloidgynespp., Rodopholus similis, Heterodera spp., Globodera spp., Protylexus spp.</i>	Culture maraichères, bananes, Niers
Végétaux	Extrait végétal	<i>Chrysanthemum cinerariaefolium</i>	Insecticide	<i>Pucerons, cochenilles, aleurodes</i>	Arbustes, plantation en serre, pépinières
		<i>Quassia amara</i>	Insecticide	<i>Hoplocampatestinaria</i>	Pommiers
		<i>Azadirachta indica</i>	Insecticide	+400 espèces d'insectes ravageurs	Toutes cultures
		<i>Brassicinapus</i>	Insecticide	Pucerons et acariens	Maraichage, arbres fruitiers, plantes ornementales
Biopesticides animaux	Insectes	<i>Acariens coccinelle</i>	Insecticide	Insectes, ravageurs Pucerons	Culture sous abris
	Semiochimiques issus d'insectes	Phéromones naturelles de <i>Cydia pomonella</i>	Lutte par confusion sexuelle	<i>Cydia pomonella</i>	Vergers de pommiers, poiriers, noyers
	Nématodes	Nématodes entomopathogènes	Anti limace	<i>Deroceca reticulatum, Arion distinctus</i>	Légumes, fraises, plantes, ornementales

1.4. Avantages et les inconvénients de biopesticides.

1.4.1. Avantages

Les avantages potentiels de l'utilisation des biopesticides dans les programmes agricoles et de santé publique sont considérables. Les biopesticides n'ont pas de problème de résidus, ce qui est un sujet de préoccupation important pour les consommateurs (Kumar, 2012).

Selon Al Alam (2017) l'intérêt des biopesticides repose sur les avantages associés aux :

- ✓ Produits qui sont intrinsèquement moins nocifs et respectueux de l'environnement.
- ✓ Souvent efficaces en très faible quantité.
- ✓ Naturellement et rapidement décomposables.
- ✓ Restreindre ou éliminer l'usage des produits chimiques nocifs.
- ✓ Diminuer les risques du développement de la résistance.
- ✓ Augmenter la spécificité d'action.
- ✓ Ne prévoir aucun délai avant la récolte.
- ✓ Favoriser la croissance des plantes par certains biopesticides microbiens.
- ✓ Maintenir la biodiversité des environnements.

1.4.2. Inconvénients

Certains des avantages écologiques des biopesticides, comme leur faible rémanence ou le fait qu'un produit soit actif contre un faible spectre de nuisibles, peuvent être considérés comme des inconvénients (Deravel *et al.*, 2014).

-leur activité souvent dépendante des conditions climatiques et environnementales rendent les biopesticides moins efficaces que leurs homologues chimiques (Deravel *et al.*, 2014).

-Efficacité pas autant assurée sur tous les produits.

-La réglementation n'autorise pas leur utilisation en agriculture biologique dans tous les pays du monde.

1.5. Marché des biopesticides

L'utilisation des biopesticides a longtemps été cantonnée à l'agriculture biologique. Ces produits ont été progressivement employés en agriculture conventionnelle car les agriculteurs sont de plus en plus soucieux de leur impact écologique (Frost *et al.*, 2009). Le marché des biopesticides est très en dessous de celui des produits phytosanitaires chimiques. Cependant il

est en constante croissance. En 2008, aux USA et en Europe de l'Ouest, il a été estimé à 594,8 millions de dollars. Avec un taux de progression annuel de 8%, il est prévu que ce marché atteindra 1 082,0 millions de dollars en 2015 (Frost *et al.*, 2009). La majorité des biopesticides commercialisés est d'origine microbienne. Il s'agit principalement d'insecticides à base de *Bacillus thuringiensis* (Rosa-Garcia, 2009).

Les fournisseurs de biopesticides sont principalement des petites et moyennes entreprises qui ont des difficultés compréhensibles à développer de nouveaux produits et à commercialiser pleinement ceux déjà existants (Farm Chemical International, 2010). Deux cent soixante biopesticides microbiens sont commercialisés dans les 34 pays de l'Organisation de Coopération et de Développement Economique (OCDE) (Kabaluk & Gazdik, 2011).

Il y a beaucoup plus de biopesticides disponibles sur le continent Américain qu'en Europe. Des études suggèrent que cet écart serait dû au prix élevé et au délai souvent long du système européen d'autorisation des principes actifs et de la complexité des procédures d'homologation (Keiwnick, 2007).

L'origine biologique des substances et produits proposés à l'homologation ne garantit pas leur approbation. Ainsi des biopesticides d'origines microbienne, animale et végétale se retrouvent dans la liste mise à jour au 21 Octobre 2013 des 783 substances phytosanitaires non approuvées par l'Union Européenne (UE) et d'autres parmi les 440 substances approuvées.

2. Neem.

2.1. Généralités sur le neem.

Ces dernières années, l'importance des composés bioactifs provenant de ressources naturelles renouvelables a augmenté considérablement, et le margousier est largement reconnu à l'échelle mondiale comme une source riche de ces composés fonctionnels. L'arbre de neem *Azadirachta indica* est une espèce d'arbres de la famille des Acajou Meliaceae, originaire des sous-continentes indiens et de la plupart des pays africains. Selon une estimation, l'Inde abrite 60 % de la population mondiale d'arbres de neem, tandis que le reste se trouve en Afrique, en Amérique centrale, en Malaisie, en Thaïlande, au Sri Lanka, en Indonésie, à Singapour, aux Philippines et dans les îles des Caraïbes. (Khanna *et al.*, 2017).

Au début du XX^{ème} siècle, l'arbre est introduit dans plusieurs pays en voie de développement, et particulièrement en Afrique tropicale. Il a fait l'objet d'intenses campagnes de plantations au cours des dernières années, particulièrement au Sénégal où on le trouve aussi bien en campagne qu'en ville (Butterworth & Morgan, 1971).

2.2. Arbre de neem.

2.2.1. Origine et distribution géographique.

Azadirachta indica A. Juss (Neem) est un arbre de la famille des *Meliaceae*, originaire de l'Inde et du sud-est de l'Asie, sa présence est aujourd'hui largement répandue dans le monde entier, en particulier dans les pays tropicaux et subtropicaux (Paes *et al.*, 2011 ; Koriem, 2013 ; Chattopadhyay *et al.*, 2014).

2.2.2. Description botanique.

Le Neem est un arbre utilisé en médecine traditionnelle depuis plus de 2000 ans (Benelli *et al.*, 2017). C'est une plante verte attrayante avec une multitude de feuilles (Fig. 1). Caractérisée par une croissance rapide et par certaines variétés résistantes aux gelées, mesurant de 6 à 15 m de haut (Gherida & Goetz, 2014), et pouvant atteindre 20 à 30 m (Puri, 1999). Cet arbre est caractérisé aussi par un tronc solide dur, brun foncé avec une croûte brune fissurée de 75 à 150 cm, les feuilles, qui mesurent jusqu'à 25 cm de long, sont constituées de cinq à huit paires de folioles. L'inflorescence en forme de panicules axillaires est constituée de nombreuses fleurs (Fig. 1). La fleur est aromatique et blanche, et le fruit peut atteindre un centimètre de

long. Il est vert et devient jaune lorsqu'il mûrit, et a un goût amer de graine (Ketkar, 1976, Radwanski & Wickens, 1981).

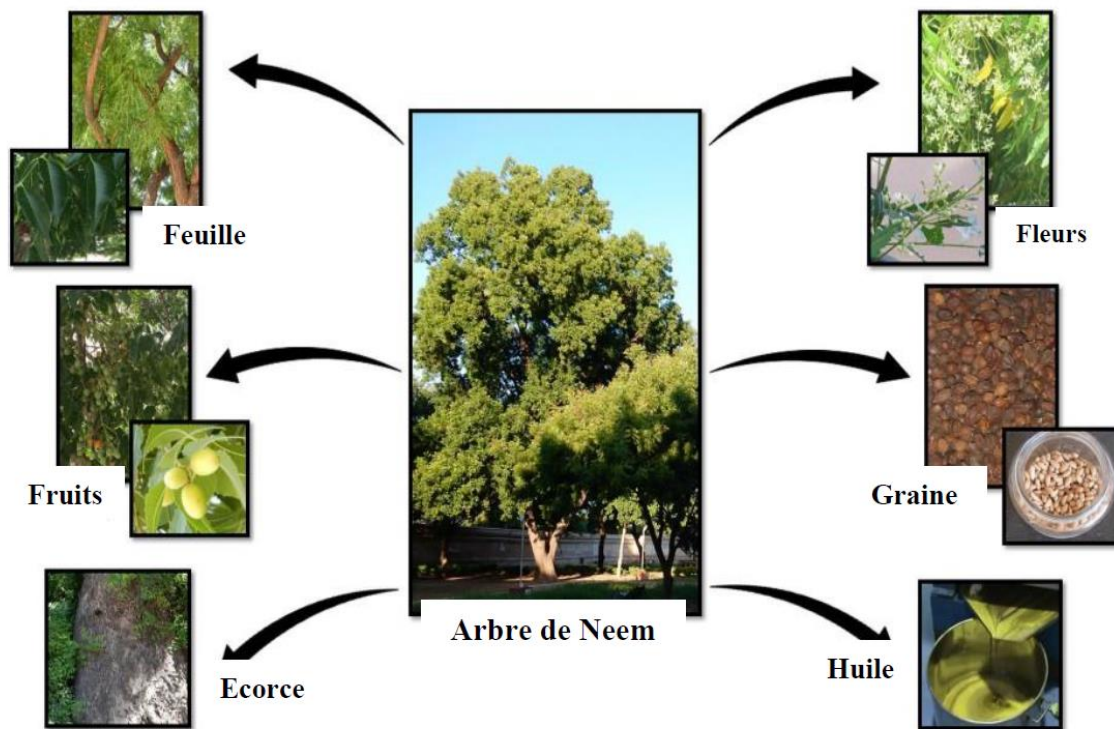


Figure 1 : Arbre de Neem et ses composants. (Fernandes *et al.*, 2019).

2.2.3. Classification botanique.

Le neem peut être classé comme suit (Schmutterer, 1995 ; Puri, 1999):

Tableau 2 : Classification botanique du neem.

Ordre	Rutales
Sous ordre	Rutineae
Famille	Meliaceae
Sous famille	Melioideae
Genre	Azadirachta
Espèce	Indica A. Juss

2.3. Composés bioactifs présents dans l'arbre du neem.

Au fil du temps, la recherche a montré que l'*Azadirachta indica* est riche en une large gamme de composés, dont plusieurs ont un potentiel pharmacologique. De cet arbre, plus de 300 composés phytochimiques différents ont été identifiés (Saleem *et al.*, 2018), notamment des limonoïdes ou tétranortriterpènes qui comprennent l'azadirachtine, azadirone, azadiradione, etc., des protolimonoïdes du groupe gédunine (nimbine, nimboline, salanine, etc.), des flavanoïdes (nimbaflavone) et d'autres constituants, comme les tanins, le Bêta-sitostérol et les vilasanine (Gupta *et al.*, 2017). Malgré des concentrations qui varient selon les différents segments du végétal, l'azadirachtine en constitue la molécule prédominante (Gupta *et al.*, 2017; Chaudhary *et al.*, 2017; Fernandez *et al.*, 2019), L'azadirachtine a suscité l'intérêt des chercheurs depuis longtemps, de par la diversité de ses propriétés pharmacologiques, mais aussi par son activité pesticide (Mordue *et al.*, 2005; Fernandez *et al.*, 2019).

Tableau 3 : Principaux constituants chimiques du Neem (Gherida & Goetz, 2014).

Familles de constituants chimiques principaux	Constituants chimiques principaux
Limonoïdes (C-seco tétranortiterpènes)	Azadirachtine (azadirachtine A), 3-tigloylazadirachtol (azadirachtine B), 1-tigloyl-3-acétyl-11-hydroxyméliacarpine (azadirachtine D), 11-déméthoxycarbonyl azadirachtine (azadirachtine H), 1-tigloyl-3-acétyl-11-hydroxy-11-déméthoxycarbonyl méliacarpine (azadirachtine I), azadiriadione, azadirachtanine, époxyazadiradione
Protolimonoïdes du groupe gédunine	Nimbine, déacetylnimbine, salannine, azadirachtolide, isoazadirolide, margosinolide, nimbandiol, nimbinène, nimboline A, nimboconone, nimboconolide, nimbolide, nimocine, nimocinol
Flavonoïdes	Hyperoside, nimbaflavone, quercitrine, quercétine, rutine
Autres constituants	Tanins, β -sitostérol, vilasanine Ca, Mg, P

Dans cet arbre, plus de 300 composés phytochimiques différents ont été identifiés, où l'azadirachtine en constitue la molécule prédominante.

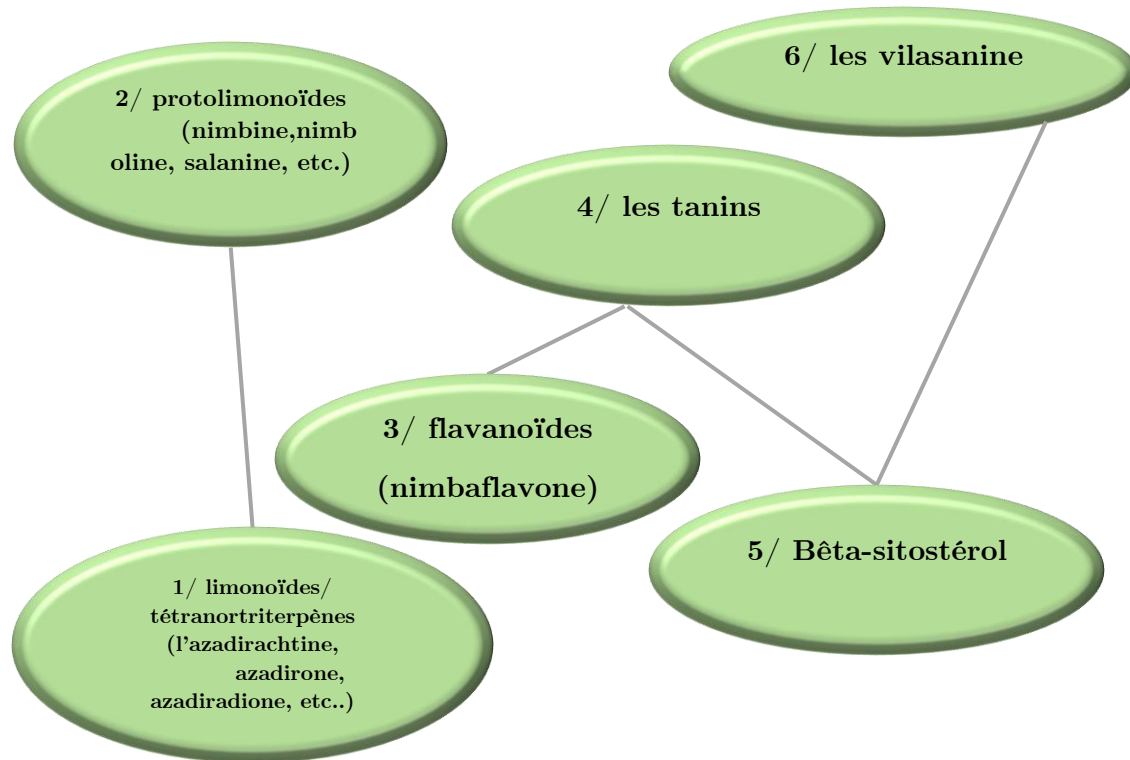


Figure 2 : Quelques composés phytochimiques dans l'arbre de neem.

2.4. Effets bénéfiques de neem.

Le neem étant une plante connue depuis plus de 2 000 ans pour ses nombreuses vertus thérapeutiques dans de nombreuses zones rurales de régions d'Asie et d'Afrique. Il a également été très étudié par la médecine moderne. En effet ; en Asie, l'arbre de Neem est l'une des principales sources de médicaments naturels, utilisé dans la médecine ayurvédique comme l'un des plus anciens remèdes pour traiter diverses affections et maladies humaines telles que la malaria, le diabète, les infections de la peau, les allergies (comme antihistaminique), l'asthme, les céphalées, les infections microbiennes et virales, le paludisme, les calculs rénaux, mais aussi les maladies cardiovasculaires (hypertension, athérosclérose), gastriques (ulcères) et dermatologiques (plaies septiques, furoncles, démangeaisons dues à la varicelle, gale, leishmaniose) (Pasquoto-Stigliani *et al.*, 2017; Aribi *et al.*, 2020).

Azadirachta indica présente aussi des propriétés fongicides, antiparasitaires (helminthes), antipyrétiques, anti-inflammatoires immunostimulantes, immunomodulatrices, neuroprotectrices (dans la maladie de Parkinson), contraceptives et anticancéreuses (Gupta *et al.*, 2017; Chaudhary *et al.*, 2017; Saleem *et al.*, 2018 ; Chutulo *et al.*, 2018).

Le potentiel fongicide du margousier semble lié à la présence d'azadirachtine et de nimbine (Saleem *et al.*, 2018); son effet anticarcinogène reposerait sur l'azadirachtine et le nimbolide (Fernandez *et al.*, 2019). L'azadirachtine est également utilisée comme répulsif contre les insectes hématophages (les moustiques) qui sont vecteurs de nombreux agents pathogènes pour l'homme (Mordue *et al.*, 2005).

Les extraits de Neem auraient également des effets inhibiteurs sur plusieurs lignées cellulaires cancéreuses (Patel *et al.*, 2016). Les composés obtenus à partir des feuilles sont décrits comme étant efficaces dans le traitement de l'anorexie et des problèmes de peau. Les fruits sont largement utilisés comme purgatifs et émoullients, assumant une grande importance dans le traitement des problèmes intestinaux et urinaires, ainsi que comme agents anticancéreux.

2.5.Extraits de neem.

Les extraits de Neem auraient également des effets inhibiteurs sur plusieurs lignées cellulaires cancéreuses.



Figure 3 : Extraits de neem.

Partie pratique

1. Présentation du projet

1.1. Idée du projet.

Le monde souffre de la croissance démographique, de toute augmentation rapide et soutenue de la population, en particulier dans les pays du tiers monde, où la population mondiale devrait atteindre 10 milliards d'ici 2100, et l'humanité est confrontée à des défis majeurs afin d'assurer la nourriture pour tous dans le monde. En outre, il faut augmenter la production de cultures agricoles et fournir divers produits alimentaires, en particulier de grandes cultures, et la stratégie importante dont dépendent les humains pour survivre et prévenir diverses maladies afin de faire face à la famine, qui est une conséquence grave de la croissance démographique actuelle.

L'adoption de méthodes et de technologies modernes dans la production de cultures agricoles de grande importance économique est l'un des éléments les plus cruciaux qui favorisent l'augmentation de la productivité par unité de surface. La préparation de la terre, la culture de cultures et de variétés adaptées et améliorées, ainsi que la lutte contre les parasites, l'irrigation, le compostage, la récolte, le stockage et la commercialisation de la culture, sont essentielles. En particulier, l'émergence et l'adoption de l'approche d'intensification de la culture de toutes sortes et sur de grandes surfaces, entraîne une exposition accrue des cultures aux ravageurs et aux maladies agricoles, ce qui expose le produit au risque de dommages ou de perte de qualité.

L'Algérie est l'un des pays en développement et émergents dans le domaine de l'agriculture intensive, notamment parce qu'elle possède tous les éléments du succès de cette dernière. La wilaya de Khenchela est un modèle de premier plan dans ce type d'agriculture ces dernières années, mais après plusieurs études et recherches menées dans cette wilaya, qui se caractérise par des zones agricoles à grande échelle telles que les pommiers, les cultures d'orge, le blé et les légumineuses, nous avons observé la propagation généralisée de certains insectes nuisibles et des maladies affectant les plantes tel que les pucerons. En raison de l'utilisation intensive et fréquente, des dommages importants à l'environnement ont été observés, tels que la pollution de l'eau, le sol et la détérioration de la santé humaine directement par la propagation de certaines maladies dans la région, en raison de la consommation de cultures contaminées par

ces substances et indirectement par l'utilisation de sources d'eau contaminées. Cette utilisation fréquente de ces éléments chimiques a généré, également, des mutations génétiques qui ont entraîné de nouveaux ravageurs qui sont résistants, C'est pourquoi on a dû passer à des produits naturels plus sûrs et plus efficaces.

Actuellement, l'utilisation de pesticides chimiques de synthèse reste l'approche la plus efficace et la plus largement utilisée pour lutter contre les ravageurs et les maladies dans les grandes zones agricoles, mais le risque d'une utilisation intensive et persistante de ces pesticides entraîne une pollution de l'environnement telle que la pollution des eaux souterraines et des sols, ainsi que l'émergence d'une résistance à ces ravageurs et est nocif pour la santé humaine. Les pesticides naturels respectueux de l'environnement et les alternatives aux pesticides chimiques représentent actuellement 5% du marché mondial des pesticides et ont commencé à prendre leur place, la demande ayant doublé récemment en termes de qualité et d'efficacité. Les pesticides naturels se composent d'extraits de plantes qui ont une grande efficacité dans l'élimination des maladies des plantes et d'autres additifs et ces extraits contiennent des substances secondaires telles que le polyphénol et les huiles essentielles...

Le neem est une herbe ayurvédique avec un grand nombre d'avantages qui peuvent être utilisés de multiples façons et a des propriétés antimicrobiennes, bactériennes et fongiques. La plante de neem et certaines huiles et matériaux naturels sont transformés en un produit 100% naturel pour éliminer les insectes nuisibles, les maladies et les champignons ainsi que les virus.

L'objectif de ce projet est de fabriquer un produit 100% naturel à partir de produits chimiques qui ont endommagé la nature et des produits agricoles qui à leur tour sont nocifs pour la santé humaine et les organismes vivants.

1.2.Valeurs proposées.







- ✓ Produit 100% naturel est utile pour les plantes et la santé humaine.
- ✓ Produit peu coûteux et efficace.
- ✓ Exploitez la plante de neem avec des matériaux naturels pour fabriquer le produit pour éliminer les insectes.
- ✓ Un produit antiparasitaire anti-agricole, un tueur d'insectes et un inhibiteur de la nutrition, où les insectes ne peuvent pas manger les feuilles des plantes et enlever les oiseaux de l'intensité de leur amertume.
- ✓ Le produit est un champignon fongicide anti-nocif qui affecte la plante.

- ✓ Moins toxique que les insecticides industriels car le produit est biodégradable et ne laisse pas de résidus nocifs
- ✓ Il n'a aucun effet cumulatif sur le corps humain
- ✓ Non polluant pour le sol et non pour les ressources en eau, qu'elles soient superficielles ou souterraines
- ✓ Contribuer à la consolidation du principe des moyens d'existence durables, y compris le développement durable
- ✓ Usage répandu
- ✓ Facile à utiliser
- ✓ Production abondante et en vrac
- ✓ Participer en peu de temps
- ✓ Disponibilité et abondance des matières premières
- ✓ Ne nécessite pas de grandes machines pour la production
- ✓ Utilisé en quantités variables selon le degré de blessure
- ✓ Assurer la santé humaine, animale et végétale
- ✓ Répulsif pour les oiseaux et certaines plantes mangent
- ✓ Protection efficace et rapide
- ✓ Les résultats de l'efficacité du produit sont clairs
- ✓ Création de postes
- ✓ Fournir au marché de nouveaux produits
- ✓ Fournir au marché des produits à des prix compétitifs
- ✓ Disponibilité des produits tout au long de l'année
- ✓ Conservation de l'environnement

1.3. Calendrier de réalisation du projet.

La réalisation du projet se fait selon un calendrier qui s'étale sur neuf mois. Commencant par un étude préliminaire qui s'étale sur deux mois, suivie par une détermination de la conception de la plateforme et la méthode de travail qui débute au troisième mois et se poursuit jusqu'au cinquième mois, alors que le développement du prototype primaire de l'application et de la plateforme web s'apprend deux mois de travail puis on arrive au choix du siège social de l'entreprise et préparation des documents requis, suivi par la publicité et promotion et en fin le début de l'activité de l'entreprise (Tab. 4).

Tableau 4 : Calendrier de réalisation du projet.

Tâche		Mois								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	 Études préliminaires.	✓	✓							
2	 Détermination de la conception de la plateforme et la méthode de travail.			✓	✓	✓				
3	 Développement de prototype primaire de l'application et de la plateforme web.					✓	✓			
4	 Choix du siège social de l'entreprise et préparation des documents requis.						✓	✓		
5	 Publicité et promotion.						✓	✓		
6	 Début de l'activité de l'entreprise.								✓	✓

2. Aspects innovants.

La plante de neem a beaucoup d'aspects innovants pour produire un produit naturel qui lutte contre les insectes. Elle offre une solution efficace et sûre grâce à ses effets pesticides et sa toxicité modérée. De plus, la plante peut être exploitée avec d'autres matières naturelles pour renforcer l'efficacité du produit et améliorer sa capacité à empêcher et repousser les insectes des plantes, ce qui en fait une option durable et écoresponsable.

Les mélanger des différents types de plantes avec des rôles intégrés comme les plantes de margousier visant à éliminer les insectes nuisibles, les maladies et les champignons ainsi que les virus ainsi que le citronnier, qui en plus de son travail comme un parfum élimine certains insectes araignées rouges et les fourmis et la lavande, qui est considéré comme une plante insectifuge, en particulier les moustiques. Cette plante peut également empêcher les acariens, les puces et les mouches et la lavande donne un parfum doux pour couvrir l'odeur de jet d'ail connu pour tuer un grand groupe d'insectes tels que les pucerons, fourmis, coléoptères, les

creuseurs, les larves, les vers de foule frugiperda, les limaces, les termites et les mouches blanches.

3. Analyse stratégique du marché.

3.1. Visualisez le secteur du marché.

Sur le marché algérien, il existe de grandes opportunités pour les produits naturels résistants aux insectes à base de neem, et la demande pour ces produits augmente en raison de la sensibilisation accrue aux matériaux naturels et sains et de la forte demande pour l'agriculture biologique, car les produits à base de neem peuvent cibler plusieurs catégories sur le marché algérien :

- ✓ **Agriculteurs et agriculture biologique:** Ces derniers recherchent des solutions naturelles et efficaces pour lutter contre les insectes sans recourir à des produits chimiques, et les produits à base de neem peuvent répondre à cette demande.
- ✓ **Consommateurs environnementaux:** Un segment croissant s'intéresse aux produits respectueux de l'environnement qui fonctionnent de manière durable, ce qui fait des produits à base de neem un choix idéal pour eux.
- ✓ **Industries agricoles:** Ces industries utilisent les produits du neem comme ingrédient dans les pesticides et autres produits agricoles, ce qui en fait un élément essentiel des opérations agricoles durables.
- ✓ **Importateurs et les commerçants:** Peut-être les produits fabriqués à partir de neem devraient intéresser les importateurs et les commerçants qui cherchent à fournir des produits naturels et de qualité au marché algérien.

Pour se profiter pleinement de ce marché, il faut prêter attention à la qualité et le marketing, afin de commercialiser les avantages des produits à base de neem avec une façon efficace et pour garantir la disponibilité continue et durable de ces produits sur le marché local.

3.2. Mesure de l'intensité de la concurrence.

Pour mesurer l'intensité de la concurrence sur le marché algérien pour un produit naturel à base de neem qui lutte contre les insectes, on peut regarder plusieurs facteurs :

- ✓ Nombre d'acteurs sur le marché: S'il existe un grand nombre d'entreprises concurrentes proposant des produits similaires, cela reflète la présence d'une forte concurrence sur le marché.
- ✓ Force de la marque: S'il existe des marques fortes et connues qui contrôlent une part importante du marché, il peut être difficile pour de nouvelles entreprises d'entrer sur le marché et d'être compétitives.
- ✓ Le développement technologique: Si des développements technologiques continus conduisent à des améliorations des produits des concurrents, cela peut accroître l'intensité de la concurrence.
- ✓ Capacité à entrer sur le marché: Si le seuil d'entrée sur un marché est élevé, comme l'obtention des licences ou de la technologie nécessaire, cela peut réduire le nombre de concurrents et accroître l'intensité de la concurrence entre les entreprises existantes.
- ✓ Réponse du client: Si les réactions des clients montrent une demande continue de produits à base de neem pour éliminer les insectes, cela indique l'existence d'une forte concurrence entre les entreprises pour mieux répondre à cette demande.

A l'aide de ces facteurs, il est possible d'estimer l'intensité de la concurrence sur le marché de la fabrication d'un produit naturel à base de neem pour lutter contre les insectes sur le marché algérien et de déterminer l'ampleur des défis et des opportunités qui s'offrent aux entreprises de ce secteur.

3.3.Stratégies marketing.

Notre stratégie sur le marché algérien visant à produire un produit naturel à partir des arbres de neem pour éliminer les insectes doit être compris et diversifié, et pour assurer le succès de notre produit, nous suggérons les éléments suivants à inclure dans la stratégie marketing :

- ✓ Appel à sensibilisation et éducation: Nous orienterons nos efforts vers la sensibilisation aux avantages du produit naturel et à la manière de l'utiliser. Nous organiserons des campagnes de sensibilisation à travers les médias sociaux, des ateliers et des conférences pour les agriculteurs et les agriculteurs.
- ✓ Investir dans le marketing numérique: Nous créerons un site Web spécial et optimiserons les moteurs de recherche pour accroître la notoriété de notre produit, nous lançons des campagnes publicitaires ciblées en ligne.

- ✓ Établir des partenariats et travailler en collaboration: Nous collaborerons avec des agriculteurs et des distributeurs locaux pour garantir que notre produit est continuellement et largement disponible sur le marché.
- ✓ Innovation et développement: Nous serons toujours innovants et développerons nos produits sur la base des retours d'expérience et de la technologie agricoles.
- ✓ Nous sommes soucieux de garantir une haute qualité: Nous nous efforcerons de fournir des produits de haute qualité et fiables afin de garantir la satisfaction du client et de bâtir une réputation positive.
- ✓ Focus sur les aspects sociaux et environnementaux: En attirant des groupes de clients intéressés par la responsabilité sociale et environnementale.

Sur la base des facteurs culturels et économiques du marché algérien, nous veillerons que notre stratégie soit flexible et adaptée aux besoins et attentes des clients locaux.

4. Plan de production et d'organisation.

4.1.Matière premières nécessaires au processus de production.

Le produit est composé de de

- ✓ Plante de neem
- ✓ Ail
- ✓ Armoise
- ✓ Vinaigre
- ✓ Lavande
- ✓ Piment
- ✓ Citron

Ces composés et d'autre sont mélangés et versés dans des bouteille de 1 L.

4.2.Outils, machines et équipements.

L'entrée en production après l'installation de l'entreprise exige quelques machines comme :

- ✓ Machine de séchage des plantes
- ✓ Distillateur
- ✓ Dispositif de refroidissement
- ✓ Grand réservoir d'eau

- ✓ Mélangeur d'huile
- ✓ Equipement bureautique (table, ordinateur, chaise bureau)
- ✓ Camionnette
- ✓ Balance électronique.

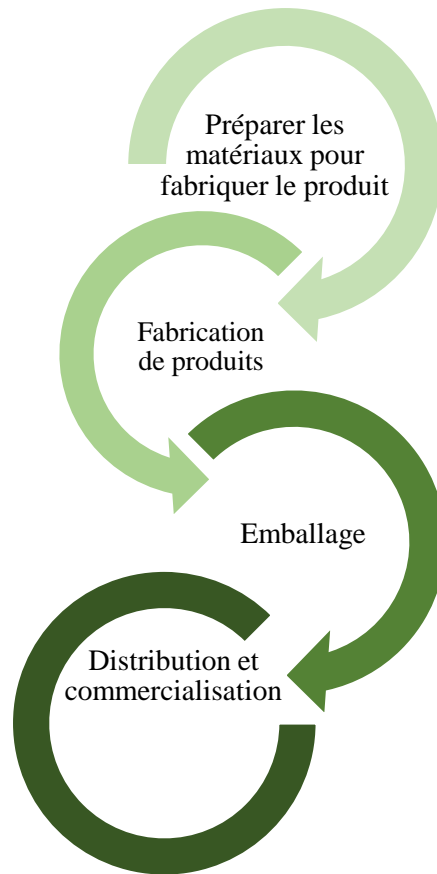


Figure 4 : Différentes étapes de production et commercialisation du biopesticide.

4.3. Autres coûts supplémentaires.

Pour la bonne marche de l'entreprise des frais supplémentaires doivent être assurés entre autre :

- Frais de loyer
- Frais d'entretien et pièces de rechange
- Dépenses administratives (Frais bureautique, Dépenses d'Internet)
- Frais d'électricité et de gaz
- Frais d'établissement
- Frais de distribution et de marketing
- Salaires mensuels des employés.

4.4. Plan général de production.

- ✓ Sources de matières premières : garantir des sources fiables d'herbe de neem de haute qualité. On peut compter sur la culture du neem localement ou sur la formation de partenariats. Avec les agriculteurs des environs pour sécuriser les approvisionnements.
- ✓ Processus de production : Création et équipement d'une usine pour produire des produits à base de neem. Cela comprend l'achat et l'installation de l'équipement nécessaire au processus d'extraction et de fabrication des produits à base de neem.
- ✓ Contrôle de qualité : Établir un système de contrôle qualité strict à chaque étape de la production, Depuis la sélection des matières premières jusqu'à l'emballage final.
- ✓ Recherche et développement : Allouer des ressources à la recherche et au développement pour améliorer les processus de production et développer de nouveaux produits à base de neem pour lutter contre un large éventail d'insectes.
- ✓ Distribution et commercialisation : Développement plan Une commercialisation efficace ciblant les agriculteurs, les consommateurs locaux et les exportateurs internationaux, en plus d'établir un réseau de distribution fiable.
- ✓ Conformité environnementale et sanitaire : Engagement envers les normes environnementales et sanitaires locales et internationales dans les processus de production, de stockage et de commercialisation.

5. Plan financier.

5.1. Besoins de l'entreprise en ressources humaines.

Pour arriver au bon fonctionnement de l'entreprise, il est indispensable d'assurer un staff administratif et technique qualifié constitué de :

- Laborantin spécialiste en microbiologie
- Spécialiste en informatique
- Spécialisé en publicité et marketing
- Spécialiste en comptabilité
- Chauffeur

5.2. Stratégie de marketing de produit ou de service.

5.2.1. Présentation de produit.

Le produit est un biopesticide à base de neem pour éliminer les insectes nuisibles et les maladies cryptogamiques, emballer dans des bouteilles de 1 litre avec un coût estimé à 300 DA.

5.2.2. Fixation de prix.

On a fixé un prix de vente de ce produit à 400 DA ce prix englobe le coût et la marge bénéficiaire.

5.3. Etude financière.

L'étude financière est donnée dans le tableau suivant :

Tableau 5 : Etude financière du projet.

Mois / Désignation	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
Capacité de production	100%	%100	%100	%100	%100	%100	%100	100%	%100	%100	100%	%100	
Chiffres d'affaires d'entreprise (ventes)	40000.00	40000.00	40000.00	40000.00	40000.00	40000.00	40000.00	40000.00	40000.00	40000.00	40000.00	40000.00	480000.00
Total (1)													480000.00
Matériaux et fournitures consommables	267000.00	267000.00	267000.00	267000.00	267000.00	267000.00	267000.00	267000.00	267000.00	267000.00	267000.00	267000.00	3204000.00
Salaires et payes	180000.00	180000.00	180000.00	180000.00	180000.00	180000.00	180000.00	180000.00	180000.00	180000.00	180000.00	180000.00	2160000.00
Locations	20000.00	20000.00	20000.00	20000.00	20000.00	20000.00	20000.00	20000.00	20000.00	20000.00	20000.00	20000.00	240000.00
Investissements directs	2681400.00												2681400.00
Coûts de l'électricité et du gaz	20000.00	20000.00	20000.00	20000.00	20000.00	20000.00	20000.00	20000.00	20000.00	20000.00	20000.00	20000.00	240000.00
Coûts de distribution et de marketing des produits	20000.00	20000.00	20000.00	20000.00	20000.00	20000.00	20000.00	20000.00	20000.00	20000.00	20000.00	20000.00	240000.00
Dépréciations	9181.25	9181.25	9181.25	9181.25	9181.25	9181.25	9181.25	9181.25	9181.25	9181.25	9181.25	9181.25	110175.00
Coûts totaux (2)													6194175.00
Total d'exploitation (3) = (1) - (2)													5714175.00
Résultat net de l'année													5714175.00

6. Modèle expérimental initial (prototype).



Figure 5 : Prototype du biopesticide à base de Neem.

7. Efficacité du prototype pilote.

7.1. Efficacité des produits sur diverses cultures

Pour vérifier l'efficacité du produit, nous avons essayé sur une gamme d'implants et avons donné des résultats très satisfaisants comme le montrent les images suivantes avant et après utilisation de ce produit.



Avant



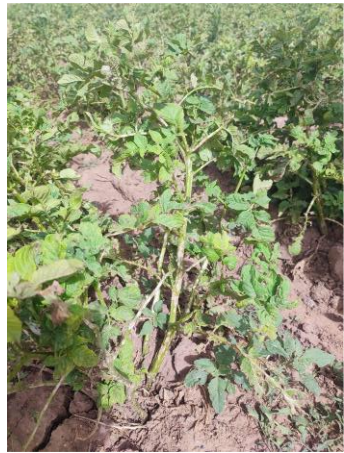
Après



Avant



Après



Après

Avant



Après

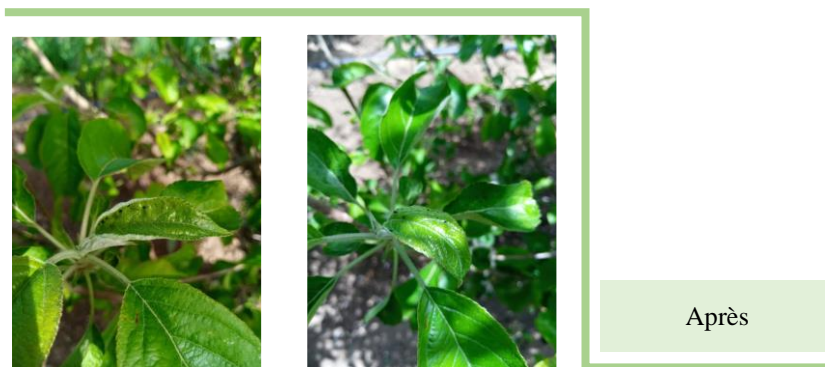


Figure 6 : Expériences réalisées au terrain photos avant et après utilisation du produit.

7.2.Efficacité du prototype sur quelques insectes trouvés

7.2.1. Pucerons (*Aphis gossypii*).

Aphis gossypii, aussi appelé puceron du melon ou puceron du cotonnier, est une espèce d'insectes hémiptères de la famille des Aphididae. Observé en plein champ comme sous abris. Le puceron *Aphis gossypii* est largement répandu à travers le monde. Ce puceron est un ravageur majeur des plantes de la famille des cucurbitacées en raison de sa faculté à transmettre des virus. *A. gossypii* est également rencontré sur tomates, aubergines, gombos, dachines, citrus et papayers. Extrêmement polyphage, le puceron *A. gossypii* se développe sur plus de 92 familles botaniques, comme les Solanacées, Cucurbitacées, Composées, Crucifères, Fabacées, Umbellifères, Alliiums, Malvacées ou Basellacées.

- ✓ **Œuf** : 0,5 mm ; il est jaune à la ponte et il devient noir lustré par la suite.
- ✓ **Larve** : 1,2 mm à maturité ; le corps est jaune pâle et de forme ovoïde; la couleur du corps est variable selon les colonies et les hôtes, variant du jaune, au vert, au rosé à presque noir; l'extrémité des cornicules est foncée; la queue est peu développée.
- ✓ **Adulte aptère** : 1,0 à 1,8 mm ; le corps est vert foncé liséré de noir; les tubercules antennaires sont peu développés; les cornicules sont noires; la queue est plus pâle que les cornicules; la couleur du corps est variable selon les colonies et les plantes hôtes, variant du jaune, au vert, au rosé à presque noir.
- ✓ **Adulte ailé** : 1,6 à 1,8 mm ; la tête et le thorax sont noirs tandis que l'abdomen est vert pâle ; les tubercules antennaires sont peu développés ; les ailes sont presque deux fois plus longues que le corps et sont translucides.
- ✓ **Cycle vital.**
- ✓ Sous nos latitudes, ce puceron cosmopolite hiberne au stade d'oeuf, sur une plante hôte primaire. Certains individus peuvent aussi traverser l'hiver dans des serres et sont ensuite transférés dans les champs à partir des transplants. Les oeufs ayant hiberné à l'extérieur éclosent au printemps. Les femelles vont ensuite produire une ou plusieurs générations de façon parthénogénétique sur l'hôte primaire. Certaines colonies vont se reproduire et se nourrir durant tout l'été sur l'hôte primaire tandis que certaines vont plutôt se déplacer sur un hôte secondaire pour s'y développer. Lorsque la plante hôte commence à être affaiblie par la présence des pucerons, les colonies vont produire un grand nombre d'individus ailés qui vont s'envoler pour coloniser de nouveaux hôtes. Lorsque l'automne arrive, des mâles ainsi que des femelles pouvant se reproduire de

façon sexuée sont produits. Ils vont ensuite s'accoupler et les femelles vont pondre leurs oeufs hibernants, avant de mourir.

- ✓ Dans des conditions optimales, ce puceron peut compléter son développement en seulement sept jours. Un grand nombre de générations peut donc être produit annuellement.
- ✓ **Dommages.**
- ✓ *Aphis gossypii* est une espèce extrêmement polyphage qui peut se nourrir de près de 700 espèces de plantes. Ce puceron s'attaque à un grand nombre de cultures fruitières, maraîchères et ornementales. Il endommage les plantes en suçant leur sève et en rejetant de grandes quantités de miellat sur le feuillage, favorisant ainsi l'apparition de fumagine. De plus, il est vecteur d'une cinquantaine de virus. Il est fréquent dans les serres et les tunnels en régions tempérées.
- ✓ **Cultures à risque.**
- ✓ **Élevé :** Concombre, Melon brodé (cantaloup), Melon d'eau
- ✓ **Moyen :** Asperge, Aubergine, Citrouille, Courges, Courgette (zucchini), Hibiscus (plantes d'intérieur), Poivron, Tomate
- ✓ **Faible :** Carotte, Haricots vert et jaune, Laitues, Maïs grain et fourrager, Maïs sucré, Patate douce, Poire, Pomme, Pomme de terre, Soya, Tournesols (Blackman et Eastop, 2000).

une seule espèce *Aphis gossypii* (aptères) a été détectée : c'est une espèce ravageuse de pommier

- ✓ Flacon 1 : 20 adulte aptère + 240 larves
- ✓ Flacon 2 : sur les feuilles *A. gossypii* (il faut compter les individus).



Figure 7 : Puceron : espèce *Aphis gossypii*.

7.2.2. Coléoptères (*Heliotaurus ruficollis*)

Heliotaurus ruficollis est une espèce de coléoptère à griffes de peigne de la famille des Tenebrionidae, que l'on trouve dans le sud de l'Europe et le nord de l'Afrique. Les coléoptères sont généralement noirs avec un thorax rouge foncé.

- ✓ **Description :** Coléoptère atteignant 1,6 cm de long, au corps ovale et entièrement noir sauf le premier segment du thorax qui est rouge. Les antennes sont longues et comportent 11 segments. Les ailes antérieures sont dures et brillantes avec des stries longitudinales, sur toute la longueur du corps, servant de protection aux ailes postérieures membraneuses. Les larves sont cylindriques, allongées et de couleur jaune.
- ✓ **Biologie / Ecologie :** Une sorte d'habitudes diurnes. Les adultes se nourrissent de nectar et de pollen, étant d'importants pollinisateurs de la flore méditerranéenne. Cependant, ils peuvent causer des dommages aux cultures, car ils consomment également des fleurs. Les larves se nourrissent dans le sol, de champignons et de matières organiques trouvées sur le bois en décomposition. Il est possible d'observer cette espèce au printemps et en été.

Habitat : Cette espèce se trouve souvent sur les fleurs de plantes herbacées (par exemple les cistes) dans les pâturages, les prairies, les parcs et les jardins.

Distribution : Espèce typique de la Méditerranée occidentale, on la trouve sur tout le continent portugais.

Dans notre étude l'espèce détectée est *Heliotaurus ruficollis* : c'est espèce phytophage qui visite souvent les fleurs.

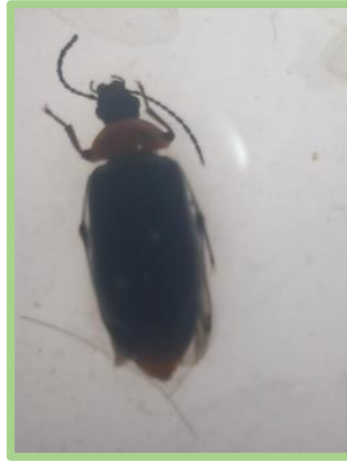


Figure 8 : Espèce *Heliotaurus ruficollis* (photo originale)

7.2.3. Papillons (Lepidoptera non identifiée).

Les Lépidoptères (Lepidoptera) sont un ordre d'insectes holométaboles dont la forme adulte (ou imago) est communément appelée papillon, dont la larve est appelée chenille, et la nymphe chrysalide.

Il s'agit d'un des ordres d'insectes les plus répandus et les plus largement connus dans le monde, comprenant entre 155 100 et 174 233 espèces décrites (Mallet, Jim (12 June 2007). "Taxonomy of Lepidoptera: the scale of the problem". The Lepidoptera Taxome Project. University College, London. Archived from the original on 5 June 2011. Retrieved 8 February 2011) (dont près de 7 000 en Europe et 5 000 en France), réparties dans 136 familles et 43 super-familles. Les plus anciennes traces fossiles de papillons montrent que ces insectes ailés vivaient déjà sur la planète il y a 201 millions d'années, aux côtés des premiers dinosaures.

Ils se caractérisent à l'état adulte par trois paires de pattes (comme tous les insectes) et par deux paires d'ailes recouvertes d'écailles de couleurs très variées selon les espèces. Ils pondent des œufs qui donnent naissance à des chenilles. Ces dernières se transforment ensuite en chrysalides (s'abritant ou non dans un cocon préalablement tissé). Il en émerge enfin l'imago, ou papillon. Leur cycle biologique se trouve donc composé de quatre stades distincts : œuf, chenille, chrysalide et papillon. Ce sont des insectes à métamorphose complète.

Comme les abeilles et la plupart des pollinisateurs, dans une grande partie du monde, les papillons sont en forte régression, principalement en raison de l'intensification de certaines pratiques de l'agriculture (monocultures, pesticides) et, localement, de la mortalité routière et de la pollution lumineuse ; ainsi, la mise à jour 2016 de la liste rouge de l'UICN montre que pour 462 espèces de papillons indigènes évaluées en zone méditerranéenne, 19 sont menacées d'extinction (dont 15 endémiques de cette écorégion).

Dans notre essai deux espèces différentes de l'ordre Lepidoptera ont été détectées (Non identifiées).



Figure 9 : Papillon de l'ordre Lepidoptera (photo originale)

8. Analyse FTIR.

Après les analyses de FTIR que nous avons réalisés à l'université de Iğdir (Turquie), nous avons obtenus les résultats suivants :

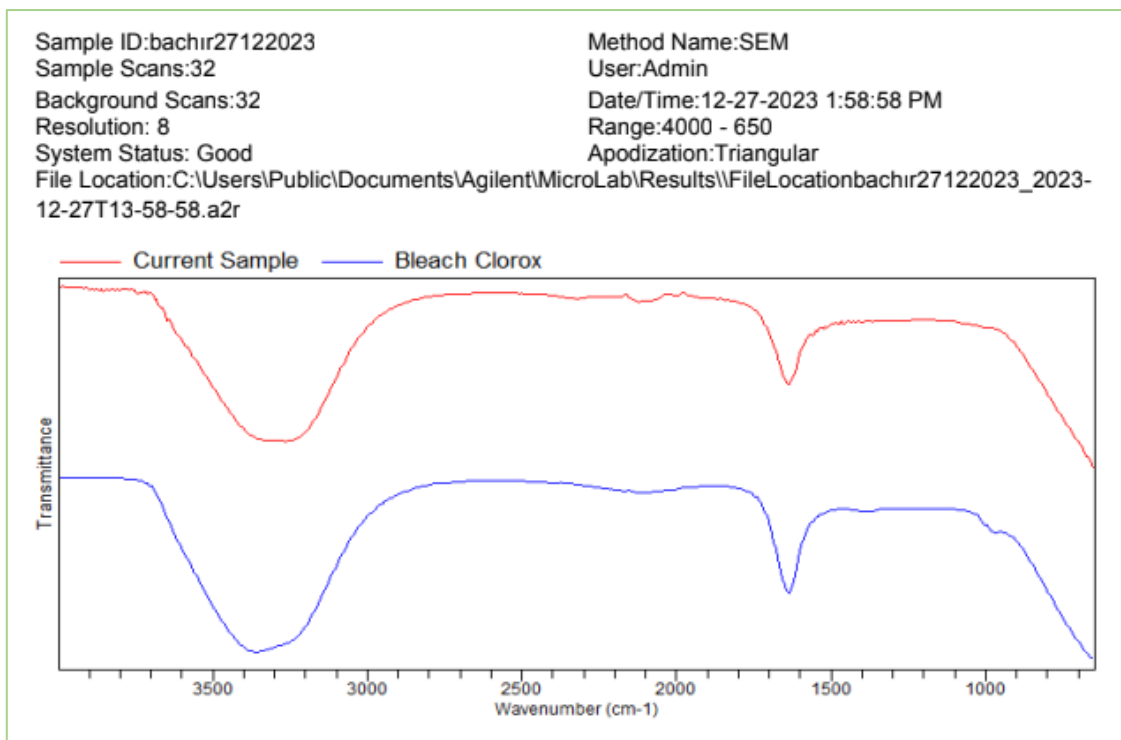


Figure 10 : Résultats de l'analyse infrarouge stratifiée (FTIR) du prototype.

Les résultats utilisant l'analyse stratifiée (FTIR) et l'analyse infrarouge de l'échantillon ont montré l'apparition de quatre ou trois valeurs claires, parmi lesquelles :

Au pic 1645 cm^{-1} , qui sont des alcènes C-H vinyl mono substitués mono-substitués : Ce sont des composés organiques que l'on retrouve dans de nombreux composés chimiques et naturels.

Au pic 1645 cm^{-1} , ce sont les alcènes acycliques monosubstitués C-C des alcènes acycliques monosubstitués, que l'on appelle aussi hydrocarbures insaturés et que l'on retrouve également dans de nombreux produits chimiques même de synthèse ainsi que dans des composés naturels comme les huiles essentielles extraites de plantes.

Au pic large ($3400 - 3200\text{ cm}^{-1}$), qui est constitué d'alcools (O-H, phénols à forte concentration).

Ce sont des groupes fonctionnels qui contiennent un groupe hydroxyle, comme ceux que l'on trouve dans les alcools et les phénols, ou que l'on peut trouver dans de nombreux produits chimiques et composés naturels.

Sur la base de ce qui a été mentionné ci-dessus, nous pouvons conclure que l'échantillon utilisé peut avoir un effet mortel sur les insectes, les bactéries, les virus et certaines maladies pouvant affecter les plantes.

Canevas de modèle d'affaires

<i>Date :</i>	<i>Conçu par :</i>
24/06/2024	ACHIKA Manel, LACHKHEB Bachir

Segments de clientèle	Relations clientèles	Valeurs suggérées	Activités principales	Entreprises principales
<ul style="list-style-type: none"> – Paysans. – Magasins vendant des engrais et des médicaments agricoles. – Crèches. – Propriétaires de vergers et de jardins. – Institutions et instituts à caractère agricole. – Usages domestiques (plantes ornementales). 	<ul style="list-style-type: none"> – Veiller à toucher le plus grand nombre de clients – Présenter le produit de manière attrayante et travailler à l'amélioration de la qualité – Fournir le produit en permanence à des prix compétitifs – Recherche et développement permanents en écoutant les avis des clients. 	<ul style="list-style-type: none"> – Un produit 100% naturel bénéfique pour les plantes et non nocif Pour un être humain. – Produit pas cher et efficace. – Élimine les insectes et les maladies des plantes. – Un produit qui combat les ravageurs agricoles et tue les insectes. – Les oiseaux sont repoussés par son extrême amertume. – Le produit est un fongicide qui combat les champignons nuisibles qui infectent les plantes. 	<ul style="list-style-type: none"> – Fournir les matières premières nécessaires à la production. – Emballage. – Marketing et publicité. – Vendre le produit. 	<ul style="list-style-type: none"> – Fabricants d'engrais agricoles. – Agriculteurs locaux et au niveau national.
Sources de revenus	Les canaux		Ressources clés	Les coûts
<ul style="list-style-type: none"> – Revenu provenant de la vente du produit – Frais d'abonnement pour contracter avec des entreprises et des institutions. – Boîtes spéciales. 	<ul style="list-style-type: none"> – Le site Internet de l'établissement ; – Coopérer avec les sociétés de distribution et d'expédition pour livrer des produits aux clients dans diverses régions du pays. – Sites de réseautage social ; – Chaînes de télévision, radio et divers médias ; – Annonces et publicités payantes ; – Appels téléphoniques ; <ul style="list-style-type: none"> – Email ; – Expositions nationales et internationales. 		<p><u>Ressources humaines :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – Laborantin (spécialité microbiologie). – Conducteur. – Trois salariés (un spécialiste des médias automatisés, un spécialiste de la publicité et du marketing et un spécialiste de la comptabilité). <p><u>Équipement et autres :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – Équipements, machines, matières premières et transports. – Un lieu de production, de conditionnement et de distribution. 	<p><u>Coûts fixes :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – Frais de location. – Frais d'entretien et pièces de rechange. – Salaires et salaires mensuels des employés. – Frais d'établissement. – Équipements, machines et équipements nécessaires à la production. <p><u>Coûts variables :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – Frais d'électricité et de gaz. – Frais administratifs (frais de bureau, frais Internet). – Analyses en laboratoire du produit. – Frais de distribution et de marketing.

Conclusion générale

Conclusion générale

Les composés bioactifs issus de ressources naturelles renouvelables ont importance significative au cours des dernières années, et le margousier est mondialement bien établi comme une source riche de ces composés fonctionnels. *Azadirachta indica*, l'arbre de neem, appartient à la famille de l'acajou *Meliaceae*, il est originaire des sous-continentes indiens et la plupart des pays africains. Il a été estimé que 60% de la population mondiale d'arbres de neem habitent l'Inde, et le reste sont trouvés en Afrique, Amérique centrale, Malaisie, Thaïlande, Sri Lanka, Indonésie, Singapour, les Philippines, et les îles des Caraïbes (Khanna *et al.*, 2017).

Aujourd'hui, les biopesticides représentent 5% du marché mondial des pesticides utilisés en protection des cultures avec un taux de croissance annuelle (CAGR: Compound Annual Growth Rate) de 8,64%. On estime que le marché mondial des biopesticides dépassera les 7% des ventes d'ici 2023 pour atteindre les 4,5 billion de dollars biopesticides comme alternatives à faible impact environnementale et le retour vers des molécules d'origine végétale a permis aux scientifiques de redécouvrir une plante remarquable qui a retenu l'attention et a fait l'objet d'innombrables recherches et publications ; le margousier de la famille des *Meliaceae* ou arbre de neem (*Azadirachta indica* A. Juss).

Sur la base de les expériences et test réalisées, nous pouvons conclure que notre biopesticide (Biopesticide Innovation) peut avoir un effet mortel sur les insectes, les bactéries, les virus et certaines maladies pouvant affecter les plantes.

Le biopesticide à base de Neem est inoffensif pour l'environnement. Il est sélectivement toxique, ne s'accumule pas et a une courte persistance dans l'écosystème,

Ce biopesticide pourrait être utilisé dans le contrôle des insectes nuisibles,

Ce biopesticide sera classé dans le cadre des programmes de lutte intégrée.

Et comme perspective nous envisagerons de créer de l'unité de production des biopesticides.

Références

Bibliographiques

Références bibliographiques.

- Al alam J.,2017.** Polluants organiques : analyse, application au « biomonitorin environnemental et introduction des biopesticides (algues marines) comme alternative, Chimie analytique ,université Strasbourg en cotutelle avec l'université Libanais,302 p. Disponible sur: https://theses.hal.science/tel-02917953/file/AL-ALAM_Josephine_2017_ED222.pdf , Consulté le 28 juin 2024 00:56.
- Aquiloni, L., Gherardi, F., 2010.** The use of sex pheromones for the control of invasive populations of the crayfish *Procambarus clarkii*: a field study. *Hydrobiologia* 649, 249–254.
- Aribi, N., Denis, B., Kilani-Morakchi, S., Joly, D., 2020.** L'azadirachtine, un pesticide naturel aux effets multiples. *médecine/sciences* 36, 44–49.
- Benelli, G., Canale, A., Toniolo, C., Higuchi, A., Murugan, K., Pavela, R., Nicoletti, M., 2017.** Neem (*Azadirachta indica*): towards the ideal insecticide? *Natural product research* 31, 369–386.
- Biswas, K., Chattopadhyay, I., Banerjee, R.K., Bandyopadhyay, U., 2002.** Biological activities and medicinal properties of neem (*Azadirachta indica*). *Current science* 1336–1345.
- Blackman R. L. & Eastop V. F. (2000).** Aphids on the world's crops: An identification and information guide, Second edition. John Wiley & Sons, New York, 466 pp.
- Butterworth, J.H., Morgan, E.D., 1971.** Investigation of the locust feeding inhibition of the seeds of the neem tree, *Azadirachta indica*. *Journal of Insect Physiology* 17, 969–977.
- Chandler, D., Bailey, A.S., Tatchell, G.M., Davidson, G., Greaves, J., Grant, W.P., 2011.** The development, regulation and use of biopesticides for integrated pest management. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 366, 1987–1998.
- Chattopadhyay, S., Raychaudhuri, U., Chakraborty, R., 2014.** Artificial sweeteners—a review. *Journal of food science and technology* 51, 611–621.
- Chaudhary, S., Kanwar, R.K., Sehgal, A., Cahill, D.M., Barrow, C.J., Sehgal, R., Kanwar, J.R., 2017.** Progress on *Azadirachta indica* based biopesticides in replacing synthetic toxic pesticides. *Frontiers in plant science* 8, 610.
- Chutulo, E.C., Chalannavar, R.K., 2018.** Endophytic mycoflora and their bioactive compounds from *Azadirachta indica*: a comprehensive review. *Journal of Fungi* 4, 42.

- Deravel, J., Krier, F., Jacques, Ph. 2014.** Les biopesticides, alternatives aux produits *phytosanitaires chimiques (synthèse bibliographique)*. *Biotechnol Agron Soc Environ.* 18(2):220-232.
- Farm Chemical Internationals.,2010.** Biological pesticide on the rise, **Fauquet C, Thouvenel JC. 1987.** Maladies Virales des Plantes en Côte d'Ivoire.
- Fernandes, S.R., Barreiros, L., Oliveira, R.F., Cruz, A., Prudêncio, C., Oliveira, A.I., Pinho, C., Santos, N., Morgado, J., 2019.** Chemistry, bioactivities, extraction and analysis of azadirachtin: State-of-the-art. *Fitoterapia* 134, 141–150.
- Fougeron, A.-S., 2011.** Réponses comportementales et préférences envers les acides gras à longue chaîne chez *Drosophila melanogaster* (PhD Thesis). Université de Bourgogne.
- Fravel, D.R., 2005.** Commercialization and implementation of biocontrol. *Annu. Rev.*
- Frost & Sullivan., 2009.** North American and Western European biopesticides market. M472-39.
- Ghedira, K., Goetz, P., 2014.** *Azadirachta indica* A. Juss- Neem, Meliaceae. *Phytothérapie* 12:252-257.
- Glitho IA, Ketoh GK, Nuto PY, Amevoin SK, Huignard J. 2008.** Approches non toxiques et non polluantes pour le contrôle des populations d'insectes nuisibles en Afrique du Centre et de l'Ouest. In *Biopesticides d'Origine Végétale (2è édition)*, Regnault R, Philogène BJR, Vincent C (eds). Editeur Tec et Doc / Lavoisier ; 207-217.
- Goettel, M.S., Hajek, A.E., 2001.** Evaluation of non-target effects of pathogens used for management of arthropods. *Evaluating indirect ecological effects of biological control* 81–97.
- Griffiths, A.J.F., Miller J. H., Suzuki D. T., Sanlaville C., Lewontin R. C. & Gelbart W.M. 2002.** Introduction à l'analyse génétique. 3eme édition *De Boeck Université*. 860p.
- Guettal, S., Tine, S., Tine-Djebbar, F., Soltani, N., 2021.** Repellency and toxicity of azadirachtin against *granary weevil Sitophilus granarius* L (Coleoptera: Curculionidae). *Agriculture International*.
- Gupta, S.C., Prasad, S., Tyagi, A.K., Kunnumakkara, A.B., Aggarwal, B.B., 2017.** Neem (*Azadirachta indica*): An indian traditional panacea with modern molecular basis.
- Haase Gilbert, E., Kwak, S.-J., Chen, R., Mardon, G., 2013.** *Drosophila* signal peptidase complex member Spase12 is required for development and celldifferentiation. *PLoS One* 8, e60908.
- Harman, G.E., 2011.** Trichoderma—not just for biocontrol anymore. *Phytoparasitica* 39, 103–108.

- Hintz, W., 2001.** Working group report of biological Canadian weed science society. Site Web: http://www.cwss-scm.ca/biological_control.htm.
- Houenou P. 1996.** De la forêt aux champs en Côte d'Ivoire : améliorer la gestion des ressources, améliorer la santé. <http://www.crdi.ca/uploads/user-S/10789323781Ecosante_1_CotedIvoire_f. (page consultée le 12 Avril 2007).
- Institut français de recherche scientifique pour le développement en coopération. Collection Initiations-Documents Techniques n°46. Editions de l'ORSTOM (Réédition): Paris; 91-98.
- Isman, M.B., Grieneisen, M.L., 2014.** Botanical insecticide research: many publications, limited useful data. *Trends in plant science* 19, 140–145.
- Jan, M.T., Abbas, N., Shad, S.A., Saleem, M.A., 2015.** Resistance to organophosphate, pyrethroid and biorational insecticides in populations of *spotted bollworm*, *Earias vittella* (Fabricius)(Lepidoptera: Noctuidae), in Pakistan. *Crop Protection* 78, 247–252.
- Jennings, B.H., 2011.** Drosophila—a versatile model in biology & medicine. *Materialstoday* 14, 190–195.
- Kabaluk ,T. & Gazdik K., 2011.** Directory of microbial pesticides for agricultural crops in OEDC countries. Ottawa, ON, Canada: Agriculture and Agri-Food Canada, <https://www4.agr.gc.ca/MPDD-CPM/search-recherche.do?lang=eng>.
- Ketkar, C.M., 1976.** Utilization of neem (*Azadirachta indica* Juss.) and its bye-products [sic].
- Kfir R. 2003.** Biological control of the diamondback moth *Plutella xylostella* in
- Khanna, J., Medvigy, D., Fueglistaler, S. and Walko, R., 2017.** Regional dry-season climate changes due to three decades of Amazonian deforestation. *Nature Climate Change*, 7(3), pp.200-204.
- Khosravi, R., Sendi, J.J., 2013.** Effect of neem pesticide (Achook) on midgut enzymatic activities and selected biological compounds in the hemolymph of lesser mulberry pyralid, *Glyphodes pyloalis* Walker (Lepidoptera: Pyralidae). *Journal of Plant Protection Research* 53.:238–247.
- Kiewnick, S., 2007.** Practicalities of developing and registering microbial biological control agents. *CAB Rev* 2, 1–11.
- Kilani-Morakchi, S., Bezzar-Bendjazia, R., Ferdenache, M., Aribi, N., 2017.** Preimaginal exposure to azadirachtin affects food selection and digestive enzymes in adults of *Drosophila melanogaster* (Diptera: Drosophilidae). *Pesticide biochemistry and physiology* 140, 58–64.
- Kilani-Morakchi, S., Morakchi-Goudjil, H., Sifi, K., 2021.** Azadirachtin-based insecticide:
- Kleeberg , H ., Ruch B., 2006.** Standardization of Neem-extracts, proceedings of international Neem conference, kumming, china 11-15 November 2006, 1-11.

- Korangi Alleluya, V., Kubindana, G., Fingu Mabola, J., Sulu, A., Kasereka, G., Matamba, A., Ndirir, J., 2021.** Utilisation des biopesticides pour une agriculture durable en République Démocratique du Congo (Synthèse bibliographique). *Revue Africaine d'Environnement et d'Agriculture* 53–67.
- Koriem, K.M., 2013.** Review on pharmacological and toxicological effects of oleum azadirachti oil. *Asian Pacific journal of tropical biomedicine* 3, 834–840.
- Kumar S., 2012.** Biopesticides: A Need for Food and Environmental Safety. *JBiofertilBiopestici*3:e107. doi:10.4172/2155-6202.1000e107.
- Leng, P., Zhang, Z., Pan, G., Zhao, M., 2011.** Applications and development trends in biopesticides. *African Journal of Biotechnology* 10, 19864–19873.
- Lynn, O.M., Kim, J.-E., Lee, K.-Y., 2012.** Effects of azadirachtin on the development and gene expression of fifth instar larvae of Indianmeal moth, *Plodia interpunctella*. *Journal of Asia-Pacific Entomology* 15, 101–105.
- Meigen, J.W., 1869.** Systematische Beschreibung der bekannteneuropäischenzweiflügeligeninsekten. H.W. Schmidt.
- Messiaen CM. 1997.** Le Potager Tropical (3^e édition refondue). CILF ; 583 p.
- Mordue L.A.J., Morgan E.D., Nisbet A.J., 2005.** Azadirachtin, a natural product in insect control. In : Gilbert LI, Iatrou K, Gill SS eds. *Comprehensive Molecular Insect Science*. Oxford, UK : Elsevier, : 117-35. 7.
- Mordue Luntz, A.J., Nisbet, A.J., Jennens, L., Ley, S.V., Mordue, W., Singh, R.P., Saxena, R.C., 1999.** Tritated dihydroazadirachtin binding to *Schistocerca gregaria* testes and Spodoptera Sf9 cells suggests a similar cellular mechanism of action for azadirachtin. *Azadirachta indica A. Juss.* 247-256.
- Mordue, A.J., Blackwell, A., 1993.** Azadirachtin: an update. *Journal of insect physiology* 39, 903–924.
- Morgan, E.D., 2009.** Azadirachtin, a scientific gold mine. *Bioorganic & medicinal chemistry* 17, 4096–4105.
- Odo AD. 1990.** Situation et évolution du secteur maraîcher en Côte d'Ivoire. Compte rendu de la 2^{ème} réunion de Coordination, Projet FAO/RAF/244/BEL, Abidjan, 17-31.
- Olson, S., 2015.** An analysis of the biopesticide market now and where it is going. *Outlooks on pest management* 26, 203–206.

- Ouédraogo S., 2005.** Intensification de l'agriculture dans le plateau central du Burkina Faso: une analyse des possibilités à partir des nouvelles technologies. Thèse de Doctorat, Groningen Rijksuniversiteit 317 p.
- Oulhaci, C.M., Denis, B., Kilani-Morakchi, S., Sandoz, J.-C., Kaiser, L., Joly, D., Aribi, N., 2018.** Azadirachtin effects on mating success, gametic abnormalities and progeny survival in *Drosophila melanogaster* (Diptera). *Pest management science* 74, 174–180.
- Overview, risk assessments, and future directions. *Front. Agron.* 3: 32.
- Paes J.B., Souza A.D., Lima, C.R., Medeiros Neto, P.N., 2011.** Efficiency of neem (*Azadirachta indica*) and castor (*Ricinus communis*) oils on protection of *Ceiba pentandra* wood against xylophagous termites under feed preference assay. *Rev Árvore* 35: 751-758.
- Pandey, U.B., Nichols, C.D., 2011.** Humandiseasemodels in *Drosophila melanogaster* and the role of the fly in therapeuticdrugdiscovery. *Pharmacologica lreviews* 63, 411–436.
- Pasquoto-Stigliani, T., Campos, E.V., Oliveira, J.L., Silva, C.M., Bilesky-José, N., Guilger, M., Troost, J., Oliveira, H.C., Stolf-Moreira, R., Fraceto, L.F., 2017.** Nanocapsules containing neem (*Azadirachta indica*) oil: development, characterization, and toxicity evaluation. *Sci. Rep.* 7, 1–12.
- Patel, S.M., Venkata, K.C.N., Bhattacharyya, P., Sethi, G., Bishayee, A., 2016.** Potential of neem (*Azadirachta indica* L.) for prevention and treatment of oncologic diseases, in: *Seminars in Cancer Biology. Elsevier*, pp. 100–115.
- Phytomedicine* 34, 14–20.
- Phytopathol.* 43, 337–359.
- Poland, T.M., Ciaramitaro, T.M., McCullough, D.G., 2016.** Laboratory Evaluation of the Toxicity of Systemic Insecticides to Emerald Ash Borer Larvae. *J Econ Entomol.* 109:2, 705–716 .
- Popp, J., Pet(Ho, K., Nagy, J., 2013.** Pesticide productivity and food security. A review. predator Chrysoperla carnea (Neuroptera: Chrysopidae) on cotton under laboratory conditions. *Journal of Pest Science*, 79(4): 201-207.
- Puri, H.S., 1999.** Neem: the divine tree *Azadirachta indica*. *CRC Press, Amsterdam*.
- Qiao, J., Zou, X., Lai, D., Yan, Y., Wang, Q., Li, W., Deng, S., Xu, H., Gu, H., 2014.** Azadirachtin blocks the calcium channel and modulates the cholinergic miniature synaptic current in the central nervous system of *Drosophila*. *Pest management science* 70, 1041–1047.
- Quinn, L., Lin, J., Cranna, N., Lee, J., Mitchell, N., Hannan, R., 2012.** Steroid hormones in *Drosophila*: How ecdysone coordinates developmental signalling with cell growth and division. *Steroids-Basic Science. InTech, Rijeka* 141–168.

- Radwanski, S.A., Wickens, G.E., 1981.** Vegetative fallows and potential value of the neem tree (*Azadirachta indica*) in the tropics. *Economic Botany* 35, 398–414.
- Rajmohan, K.S., Chandrasekaran, R., Varjani, S., 2020.** A review on occurrence of pesticides in environment and current technologies for their remediation and management. *Indian Journal of Microbiology* 60, 125–138.
- Ralalarinivo, B., 2010.** Evaluations préliminaire de l'activité insecticide des huiles essentielles de tagete minuta et d'eucalyptus rostrata, université d'Antananarivo école supérieure polytechnique d'Antananarivo, pp25.
- Ram, K.R., Chowdhuri, D.K., 2014.** Drosophila: A Model for Biotechnologists, *in: Animal Biotechnology. Elsevier*, pp. 3–19.
- Rand, M.D., Montgomery, S.L., Prince, L., Vorobjikina, D., 2014.** Developmental toxicity assays using the Drosophila model. *Current protocols in toxicology* 59, 1–12.
- Regnault-Roger C., 2005.** Recherche de nouveaux biopesticides d'origine végétale à caractère insecticide in biopesticides d'origine végétale, Regnault-Roger C., phellogène B.J.R.,vincent C, TEC& DOC, Lavoisier .paris, 33p.
- Regnault-Roger, C., 2008.** Recherche de nouveaux biopesticides d'origine végétale à caractère insecticide: démarche méthodologique et application aux plantes aromatiques méditerranéennes. *Biopesticides d'origine végétale* 25–49.
- Rharrabe, K., Amri, H., Bouayad, N., Sayah, F., 2008.** Effects of azadirachtin on postembryonic development, energy reserves and α -amylase activity of *Plodia interpunctella* Hübner (Lepidoptera: Pyralidae). *J. Stored Prod. Res.* 44, 290–294.
- Saidemberg, D.M., Ferreira, M.A., Takahashi, T.N., Gomes, P.C., Cesar-Tognoli, L.M., da Silva-Filho, L.C., Tormena, C.F., da Silva, G.V., Palma, M.S., 2009.** Monoamine oxidase inhibitory activities of indolylalkaloid toxins from the venom of the colonial spider *Parawixia bistriata*: Functional characterization of PwTX-I. *Toxicon* 54, 717–724.
- Saleem, S., Muhammad, G., Hussain, M.A., Bukhari, S.N.A., 2018.** A comprehensive review of phytochemical profile, bioactives for pharmaceuticals, and pharmacological attributes of *Azadirachta indica*. *Phytotherapy research* 32, 1241–1272.
- Samada, L.H., Tambunan, U.S.F., 2020.** Biopesticides as promising alternatives to chemical pesticides: A review of their current and future status. *Online J. Biol. Sci* 20, 66–76.
- Schmutterer H. 2002.** *Azadirachta indica* A. Juss and other meliaceous plants: sources of unique natural products for integrated pest management, medicine, industry and other purposes. 2nd edn. *Neem Foundation. Mumbai, India.* 760-779.

Schmutterer H., 1995. (eds.), The Neem Tree, *Azadirachta indica* A. Juss and other Meliaceous Plants. VCH: Weinheim.

Schmutterer, H., Singh, R. P. 1995. List of insect pests susceptible to neem products. *In: The neem tree Azadirachta indica A. Juss. and other meliaceous plants In Schmutterer H (ed) - Source of unique products for pest management and other purposes.* Weinheim, VCH. 326-365.

Scott, J.G., Buchon, N., 2019. *Drosophila melanogaster* as a powerful tool for studying insect toxicology. *Pesticide biochemistry and physiology* 161, 95–103.

Shaaya, E., Ravid, U., Paster, N., Juven, B., Zisman, U., Pissarev, V., 1991. Fumigant toxicity of essential oils against four major stored-product insects. *Journal of chemical ecology* 17, 499–504.

Shao, X., Lai, D., Zhang, L., Xu, H., 2016. Induction of autophagy and apoptosis via PI3K/AKT/TOR pathways by azadirachtin a in *Spodoptera litura* cells. *Scientific reports* 6, 1-12.

Sharma, A., Shukla, A., Attri, K., Kumar, M., Kumar, P., Suttee, A., Singh, G., Barnwal, R.P., Singla, N., 2020. Global trends in pesticides: A looming threat and viable alternatives. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 201, 110812.

Shaurub, E.-S.H., Abd El-Meguid, A., Abd El-Aziz, N.M., 2014. Quantitative and ultrastructural changes in the haemocytes of *Spodoptera littoralis* (Boisd.) treated individually or in combination with *Spodoptera littoralis* multicapsid nucleopolyhedrovirus (SpliMNPV) and azadirachtin. *Micron* 65, 62–68.

Sika SS. 2006. Environnement phytosanitaire des cultures maraîchères en zone urbaine et périurbaine : cas du département d'Abidjan. Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur des Techniques Agricoles. ESA, Yamoussoukro, 41 p.

Simmonds, M.S.J., Blaney, W.M., 1996. Azadirachtin: advances in understanding its activity as an antifeedant. *Entomol Exp Appl* 80: 23-26.

Smagghe, G., Gomez, L.E., Dhadialla, T.S., 2012. Bisacylhydrazine insecticides for selective pest control, in: *Advances in Insect Physiology.* Elsevier, pp. 163–249.

Tine, S., Aribi, N., Soltani, N., 2012. Laboratory evaluation of azadirachtin against the oriental cockroach, *Blatta orientalis* L. (Dictyoptera, Blattellidae): Insecticidal activity and reproductive effects. *African J Biotechnol* 10: 19816–19824.