

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Université de Jijel

جامعة جيجل

Faculté des sciences exactes et des
sciences de la nature et de la vie

كلية العلوم الدقيقة و علوم الطبيعة و الحياة

قسم البيولوجيا الحيوانية و النباتية

Département de Biologie Animale
et Végétale

M/P.G. A. 08/12

Mémoire de fin d'étude

01
01

En vue d'obtention du diplôme de Master académique en biologie

Option : Phytopharmacie et gestion des agrosystèmes

Thème

Evaluation des potentialités bioinsecticides des
extraits de trois plantes locales contre *Aphis fabae*
(Homoptera, Aphididae)

Membres du jury :

Présenté par :

Président : M. KISSERLI O.

LAATER Mohamed Ezzine

Examineur : M. ROUIBAH M.

BOUSMAHA Mohamed

Encadreur : M^{me}. ROULA M.



Session : Septembre 2012

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Université de Jijel

جامعة جيجل

Faculté des sciences exactes et des
sciences de la nature et de la vie

كلية العلوم الدقيقة و علوم الطبيعة و الحياة

قسم البيولوجيا الحيوانية و النباتية

Département de Biologie Animale
et Végétale

جامعة محمد الصديق بن يحيى
كلية علوم الطبيعة و الحياة
المكتبة
رقم الجرد : 1934

Mémoire de fin d'étude

En vue d'obtention du diplôme de Master académique en biologie

Option : Phytopharmacie et gestion des agrosystèmes

Thème

Evaluation des potentialités bioinsecticides des
extraits de trois plantes locales contre *Aphis fabae*
(Homoptera, Aphididae)

Membres du jury :

Présenté par :

Président : M. KISSERLI O.

LAATER Mohamed Ezzine

Examineur : M. ROUIBAH M.

BOUSMAHA Mohamed

Encadreur : M^{me}. ROULA M.

Session : Septembre 2012

REMERCIEMENTS

*Tout d'abord, nous remercions **dieu** tout puissant de nous donner la santé, la volonté, et la force pour réaliser ce modeste travail.*

Nombreux sont ceux qui ont contribué à l'aboutissement de ce travail.

Nos vifs remerciements s'adressent en particulier à :

Madame ROULA MASSIKA enseignante chercheuse à la faculté des sciences de l'université de Jijel qu'elle trouve ici l'expression de notre gratitude pour avoir accepté de diriger ce travail, pour ces conseils et sa disponibilité .

Monsieur KISSERLI OMAR enseignant chercheur à la faculté des sciences de l'université de Jijel pour avoir accepté de présider le jury de soutenance.

Monsieur ROUIBAH MOAD enseignant chercheur à la faculté des sciences de l'université de Jijel pour avoir accepté d'examiner ce travail et pour son orientation scientifique en Entomologie.

Madame KHANOUF HANANE enseignante chercheuse à la faculté des sciences de l'université de Jijel pour sa orientation systématique.

Notre remerciement s'adresse aussi au personnel des laboratoires de biologie de l'université de Jijel, en particulier monsieur DESDOUS RACHID et M^{elle} SABA ASMA.

Nous remercions aussi tous les agriculteurs pour leurs accueils et leurs participations techniques et scientifiques même s'est aussi modeste.

LAATER MOHAMED EZZINE

BOUSMAHA MOHAMED

Liste des abréviations

A. fabea: Aphis fabea.

A. ligustica: Achillea ligustica

°C: Degré Celsius.

CPG-SM : Chromatographie en Phase Gazeuse couplé au Spectre de Masse.

DL50 : Dose Létale de 50% de la population testée.

Effets 4R : Résistance, Remanence, Résurgence, Rupture.

EM : Électromagnétique.

EPA : Agence américaine de la protection de l'environnement.

FAO: Food and Agriculture Organisation

g: Gramme

GABA : Acide Gamma Amino Butyrique.

HEs : Huile(s) Essentielle(s).

MAV : Molécule Allélochimique Végétale.

OCDE/OECD : Organisation de Coopération et de Développement Economique

OGM : Organisme Génétiquement Modifié.

OMS : Organisation Mondiale de la Santé.

IR : Infra Rouge.

LCL : Low Concentration Lethal.

Me : Mortalité corrigée.

ml: Millilitre

M. pulegium: Mentha pulegiunu

Mo : Mortalité observée.

Mt : Mortalité du témoin.

R: Coefficient de régression.

S. Molle : Schinus molle.

UCL : Ultra Concentration Lethal.

µl : Microlitre.

% : Pourcentage.

Liste des tableaux

| | |
|--|----|
| Tableau 1 : Exemples de biopesticides développés pour le contrôle des ennemis des plantes cultivées..... | 14 |
| Tableau 2 : Définition et critères retenus pour les biopesticides par l'Agence de protection de l'environnement (Etats-Unis) | 15 |
| Tableau 3 : Tableau synoptique des publications sur les biopesticides d'origine végétale | 20 |
| Tableau 4 : Plantes étudiées et leurs parties utilisées, cas des HEs..... | 27 |
| Tableau 5 : Plantes étudiées et leurs parties utilisées, cas de la décoction..... | 31 |
| Tableau 6 : Composés majoritaires de l'HE d' <i>Achillea ligustica</i> | 37 |
| Tableau 7 : Composés majoritaires de l'HE <i>Mentha pulegium</i> | 38 |
| Tableau 8 : Composés majoritaires de l'HE de <i>Schinus molle</i> | 39 |
| Tableau 9 : Moyennes de mortalités observées suite au traitement a l'HE d' <i>A.ligustica</i> | 40 |
| Tableau 10 : Moyennes de mortalités observées suite au traitement a l'HE de <i>M. pulegium</i> | 40 |
| Tableau 11 : Moyennes de mortalités observées suite au traitement a l'HE de <i>S. molle</i> | 40 |
| Tableau 12 : Moyennes des nombres de mortalités enregistrés chez les témoins..... | 40 |
| Tableau 13 : les DL50 obtenus par la méthode de finny après 6 heures du traitement...43 | |
| Tableau 14 : les équations des droites de régression des HEs..... | 43 |
| Tableau 15 : Moyennes de mortalités observées suite au traitement au décocté d' <i>A. ligustica</i> | 44 |
| Tableau 16 : Moyennes de mortalités observées suite au traitement au décocté de <i>M. pulegium</i> | 44 |
| Tableau 17 : Moyennes de mortalités observées suite au traitement au décocté de <i>S. molle</i> | 45 |

Liste des figures

| | |
|---|----|
| Figure 1 : Principaux insectes ravageurs des cultures maraichères..... | 7 |
| Figure 2 : <i>Achillea ligustica</i> All..... | 25 |
| Figure 3 : <i>Mentha pulegium</i> | 26 |
| Figure 4 : <i>Schinus molle</i> | 26 |
| Figure 5 : <i>A. fabae</i> , forme aptère..... | 28 |
| Figure 6 : <i>A. fabae</i> , forme ailée..... | 28 |
| Figure 7 : Site de collecte des insectes ‘Le nil’ | 28 |
| Figure 8 : Feuilles de l’haricot infestées par les pucerons noirs <i>A.fabae</i> | 29 |
| Figure 9 : Bac utilisé pour le transport des insectes..... | 29 |
| Figure 10 : Dispositif de type Clévenger..... | 30 |
| Figure 11 : Boite de Pétri préparée | 33 |
| Figure 12 : Dispositif expérimental des traitements par les HEs | 33 |
| Figure 13 : Dispositif expérimental des traitements par les décoctés | 34 |
| Figure 14 : Rendements moyens de l’extraction des HEs par hydrodistillation..... | 36 |
| Figure 15 : Taux de mortalités corrigées et cumulées, enregistrés suite au traitement à l’HE d’ <i>A. ligustica</i> | 41 |
| Figure 16 : Taux de mortalité corrigé et cumulé, enregistré suite au traitement à l’HE de <i>M. pulegium</i> | 41 |
| Figure 17 : Taux de mortalités corrigées et cumulées, enregistrés suite au traitement à l’HE de <i>S. molle</i> | 42 |
| Figure 18 : Droites de régression linéaire log-probit de mortalités enregistrées suite aux traitement HEs..... | 44 |
| Figure 19 : Taux de mortalité corrigé et cumulé, enregistré suite au traitement par le décocté d’ <i>A. ligustica</i> | 45 |
| Figure 20 : Taux de mortalité corrigé et cumulé, enregistré suite au traitement par le décocté de <i>M. pulegium</i> | 46 |
| Figure 21 : Taux de mortalités corrigées et cumulées, enregistrés suite au traitement par le décocté de <i>S. molle</i> | 46 |

Sommaire

Remerciement

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction1

Synthèse bibliographique

Chapitre I : Généralités sur les extraits de plantes

I.1. Historique.....2

I.2. Les extraits de plantes.....2

I.2.1. Les huiles essentielles.....3

I.2.1.1. Définition.....3

I.2.1.2. Méthodes d'extraction des huiles essentielles.....3

a) Entraînement à la vapeur d'eau.....3

b) Distillation à vapeur saturée.....3

c) Hydrodiffusion.....3

I.2.2. Les infusions et décoctions.....4

I.2.3. Les macérâts.....4

I.3. Les substances bioactives des plantes.....4

I.3.1. Les polyphénols.....5

I.3.2. Les terpénoïdes et les stéroïdes.....5

I.3.3. Les alcaloïdes et composés azotés.....5

Chapitre II : Lutte contre les insectes ravageurs des cultures maraîchères

| | |
|--|-----------|
| II.1. Principaux insectes ravageurs des cultures maraîchères | 6 |
| II.1.1. Les aleurodes..... | 6 |
| II.1. 2. Les pucerons..... | 6 |
| II.1. 3. Les mouches des légumes..... | 6 |
| II.1. 4. Les chenilles | 6 |
| II.2. Lutte contre les insectes ravageurs des cultures maraîchères..... | 8 |
| II.2. 1. Lutte chimique..... | 8 |
| II.2. 2. Méthodes de lutte alternatives..... | 8 |
| II.2. 2.1. Méthodes culturales..... | 9 |
| II.2. 2.2. Lutte physique..... | 9 |
| a) Lutte thermique..... | 9 |
| b) Radiations électromagnétique..... | 10 |
| c) Lutte mécanique..... | 10 |
| d) Lutte pneumatique..... | 11 |
| II.2.2.3. Lutte génétique et OGM | 11 |
| II.2. 2.4. Lutte biologique | 12 |
| II.2. 2.4.1. Lutte biologique traditionnelle..... | 13 |
| a) utilisation des parasitoïdes..... | 13 |
| b) Utilisation des prédateurs | 13 |
| II.2. 2.4.2. Les Biopesticides..... | 13 |

| | |
|---|-----------|
| II.2. 2.5. Lutte intégrée..... | 14 |
| Chapitre III : Les bio-insecticides d'origine végétale | |
| III. Les bio-insecticides d'origine végétale..... | 15 |
| III.1. Définition..... | 15 |
| III.2. Critères de classification..... | 15 |
| III.3. Caractéristiques et propriétés..... | 16 |
| III.3.1. Sélectivité | 16 |
| III.3.2. Spécificité..... | 16 |
| III.3.3 Biodégradabilité..... | 16 |
| III.3.4. Résistance..... | 17 |
| III.3.5. Biodisponibilité..... | 17 |
| III.4. Mode d'action des bioinsecticides botaniques..... | 17 |
| III.4.1. Mode d'action des huiles essentielles..... | 17 |
| a) Action sur les récepteurs octopaminergique..... | 17 |
| b) Action sur les synapses inhibitrices..... | 18 |
| III.4.2. Mode d'action des composées soufrées des alliums..... | 18 |
| III.5. Le neem, un bioinsecticide botanique..... | 18 |
| III.6. Travaux antécédents..... | 19 |

Partie expérimentale

| | |
|--|-----------|
| Chapitre IV : Matériels et méthodes | |
| IV.1. Matériel végétal..... | 25 |
| IV.1.1. Description botanique des plantes sélectionnées..... | 25 |
| IV.1.1.1. L'Achillée de Ligurie : <i>Achillea ligustica</i> All. (Asteraceae)..... | 25 |

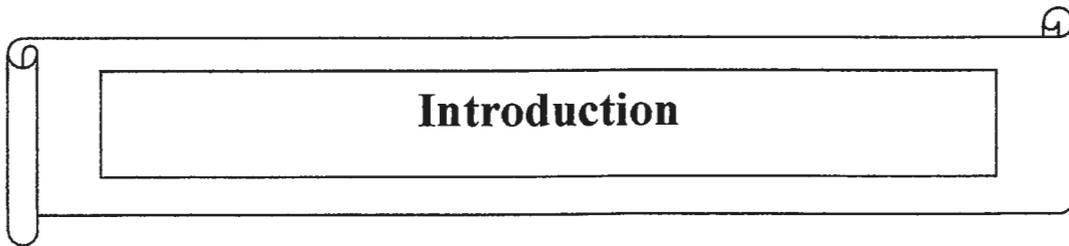
| | |
|--|----|
| IV.1.1.2. La menthe pouliot: <i>Mentha pulegium</i> L. (Lamiaceae)..... | 26 |
| IV.1.1.3. Le faux-poivrier: <i>Schinus molle</i> L. (Anacardiaceae)..... | 26 |
| IV.1.2. Récolte et séchage..... | 27 |
| IV.1.2.1. Lieux de récolte..... | 27 |
| IV.1.2.2. Séchage..... | 27 |
| IV.2. Matériel animal | 27 |
| IV.3. Matériel de laboratoire..... | 29 |
| IV.4. Préparation des extraits | 29 |
| IV.4.1. Extraction des huiles essentielles..... | 29 |
| IV.4.1.1. Montage d'hydrodistillation..... | 29 |
| IV.4.1.2. Protocole expérimental | 30 |
| IV.4.2. Analyse de la composition chimique | 31 |
| IV.4.3. Préparation des extraits aqueux..... | 31 |
| IV.5. Tests biologiques | 32 |
| IV.5.1. Préparation des dilutions | 32 |
| a) Les dilutions des HE..... | 32 |
| b) Les dilutions des décoctions | 32 |
| d) Composition des témoins..... | 32 |
| IV.5.2. Préparation des boîtes..... | 32 |
| IV.5.3. Activité insecticide des huiles essentielles | 33 |
| IV.5.4. Activité insecticide des extraits aqueux | 34 |
| IV.6. Analyse des données..... | 34 |
| IV.6.1. Correction de la mortalité | 34 |
| IV.6.2. Détermination de la DL ₅₀ | 35 |
| Chapitre V : Résultats et discussion | |
| V.1. Rendement en HE..... | 36 |
| V.2. Analyse de la composition chimique par CPG-SM..... | 37 |
| V.2.1. Composition chimique de l'HE d' <i>Achillea ligustica</i> | 37 |
| V.2.2. Composition chimique de l'HE de <i>Mentha pulegium</i> | 38 |
| V.2.3. Composition chimique de l'HE de <i>Schinus molle</i> | 39 |
| V.3. Activité insecticide des huiles essentielles | 40 |
| V. 4. Analyse des résultats | 41 |

| | |
|---|-----------|
| V.4.1. Mortalités corrigées..... | 41 |
| V.4.1.1. Effet insecticide de l'HE d'<i>Achillea ligustica</i>..... | 41 |
| V.4.1.2. Effet insecticide de l'HE de <i>Mentha pulegium</i>..... | 41 |
| V.4.1.3. Effet insecticide de l'HE de <i>Schinus molle</i>..... | 42 |
| V.4.2. Efficacité comparée des HEs des trois plantes étudiées..... | 43 |
| V.5. Activité insecticide des extraits aqueux | 44 |
| V.4.1. Mortalités corrigées..... | 45 |
| V.4.1.1. Effet insecticide du décocté d'<i>Achillea ligustica</i>..... | 45 |
| V.4.1.2. Effet insecticide du décocté de <i>Mentha pulegium</i>..... | 46 |
| V.4.1.3. Effet insecticide du décocté de <i>Schinus molle</i>..... | 46 |

Conclusion

Références bibliographiques

Annexes



Introduction

Introduction

Les cultures maraîchères peuvent être attaquées par différents insectes ravageurs, qui engendrent des dégâts considérables en réduisant la qualité et/ou la quantité des produits.

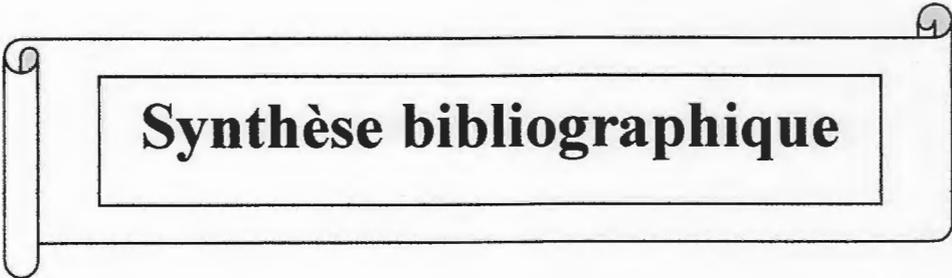
En raison de l'efficacité et de la facilité d'application, l'utilisation d'insecticides chimiques constitue à l'heure actuelle la technique la plus utilisée pour lutter contre les insectes nuisibles. Malheureusement, la plupart de ces insecticides ont des effets néfastes pour l'homme, les animaux non ciblés et l'environnement. Ces dangers ont conduit l'Organisation Mondiale de la Santé à interdire l'usage de certains insecticides chimiques, notamment les organochlorés qui ont une longue rémanence, d'autres insecticides pourraient être prohibés dans un futur proche.

Les plantes se défendent en synthétisant des métabolites secondaires. Ces derniers sont souvent connus pour leur toxicité pour les herbivores, et ils affectent profondément le comportement des insectes phytophages. De nombreuses molécules, qui présentent une action défensive du végétal contre les ravageurs, ont été identifiées. Ainsi plus de 2000 espèces végétales dotées de propriétés insecticides ont été répertoriées (**Rochefort et al., 2006**).

Les plantes aromatiques et médicinales constituent une véritable banque de ces molécules chimiques. Depuis une décennie, de nombreuses études ont été mises en place pour isoler et identifier ces molécules en vue du développement de nouvelles formulations bioinsecticides (**Philogène et al., 2005**).

Le présent travail a pour objectif l'évaluation des potentialités bioinsecticides des extraits de trois plantes locales *Achillea ligustica*, *Mentha pulegium* et *Schinus molle*, récoltées dans la wilaya de Jijel, vis-à-vis du puceron noir de la fève *Aphis fabae* (Homoptera, Aphididae).

Notre travail inclut trois parties. Une première s'intéresse à l'étude bibliographique, qui comporte trois chapitres : généralités sur les extraits des plantes, lutte contre les insectes ravageurs des cultures maraîchères et les bioinsecticides d'origine végétale. Une deuxième partie, relative à l'étude expérimentale, comporte des sorties sur terrain, pour la récolte des plantes et la collecte des insectes, et présente la méthodologie et les techniques utilisées tout au long de ce travail à savoir : la préparation des extraits, la collecte des insectes et enfin l'évaluation de l'activité insecticide.



Synthèse bibliographique

I. Généralités sur les extraits des plantes

I.1. Historique

L'histoire de l'humanité est associée à l'utilisation des plantes ou d'extraits de plantes pour leurs effets bienfaisants ou nocifs. En médecine traditionnelle, les effets curatifs de certaines plantes sont bien connus depuis des milliers d'années (Roger, 2005).

Dès l'Antiquité, les Chinois, les Grecs et les Romains utilisaient des plantes ou extraits de plantes à côté du soufre et de l'arsenic pour lutter contre les ravageurs. Il a été rapporté que les Romains utilisaient des poudres préparées à partir de *Veratrum* sp. comme insecticides et rodenticides tandis que des extraits d'ifs (*Taxus baccata*) ont été utilisés par certains peuples de l'hémisphère nord. Sous les tropiques, l'utilisation du neem est répertoriée depuis au moins 4 000 ans (Rochefort et al., 2006 ; Roger, 2005).

La conjugaison des pratiques empiriques et des observations scientifiques n'ont eu lieu qu'à la fin du XIX^e siècle, quand les progrès des techniques analytiques, ont conduit au développement de la première génération des bioinsecticides d'origine végétale (Philogène et al., 2008). Celle-ci connut son âge d'or jusqu'à la déclaration de la Seconde Guerre mondiale. A l'issue de ce conflit, les pesticides organiques de synthèse avaient supplanté l'emploi des extraits et molécules végétales dans la lutte phytosanitaire. Les conséquences toxicologiques et écologiques des effets non intentionnels provoqués par une utilisation mal maîtrisée de ces produits ont suscité un regain d'intérêt pour des stratégies phytosanitaires alternatives (Philogène et al., 2008).

I.2. Les extraits de plantes

Il existe différentes façons d'extraire les principes actifs d'une plante. Les substances liposolubles d'une plante se dissolvent dans l'huile, les substances hydrosolubles, dans l'eau. L'extraction de certaines substances demande des appareillages spécifiques comme le Clévenger pour les huiles essentielles (Fanny, 2008).

I.2.1. Les huiles essentielles

I.2.1.1. Définition

Les huiles essentielles sont des métabolites secondaires produits par les plantes, ce sont des composants liquides et hautement volatiles, marqués par une forte et caractéristique odeur. Au point de vue chimique, il s'agit de mélanges extrêmement complexes de familles biochimiques (chénotypes) incluant les alcools, les phénols, les esters, les oxydes, les coumarines, les sesquiterpènes, les terpénols, les cétones, les aldéhydes, etc. On voit qu'elles ne sont pas constituées d'acides gras, ni d'aucun autre corps gras (Fanny, 2008).

I.2.1.2. Méthodes d'extraction des huiles essentielles

Les huiles essentielles sont obtenues par distillation à la vapeur d'eau ou hydrodistillation, technique la plus ancienne, mais aussi par ; hydrodistillation simple, distillation à vapeur saturée et hydrodiffusion (Belyakoobi, 2006 ; Benayad, 2008).

I.2.1.2.1. Entraînement à la vapeur d'eau

L'hydrodistillation simple consiste à immerger directement le matériel végétal à traiter dans un alambic rempli d'eau qui est ensuite porter à ébullition. Les vapeurs hétérogènes sont condensées sur une surface froide et l'huile essentielle se sépare par différence de densité (Belyakoobi, 2006).

I.2.1.2.2. Distillation à vapeur saturée

Le matériel végétal n'est pas en contacte directement avec l'eau, il est placé sur une grille perforée au-dessus de la base de l'alambic. Les composés volatils entraînés par la vapeur d'eau vont pouvoir être séparés par décantation du distillat refroidi (Benayad, 2008).

I.2.1.2.3. Hydrodiffusion

Elle consiste à pulser de la vapeur d'eau à très faible pression (0.2 à 0.15 bar) à travers la matière végétale, du haut vers le bas. La composition des produits obtenus et qualitativement sensible au différente de celle des produits obtenus par les méthodes classiques. La technique permet un gain de temps et d'énergie (Belyakoobi, 2006).

I.2.2. Les infusions et décoctions

L'infusion est le mode de préparation le plus simple, indiqué pour les feuilles, les fleurs et les graines. Elle consiste à verser de l'eau bouillante sur une quantité convenable de plantes dans un récipient dont le couvercle ferme bien, afin d'éviter toute perte d'essence volatile et laisser extraire de quelques minutes à un quart d'heure (**Iserin, 2001**).

Cette opération s'oppose à la décoction qui consiste à faire bouillir dans de l'eau les plantes séchées ou fraîches, préalablement coupées en petits morceaux. Elle est souvent indiquée pour les organes durs et ligneux, tels les écorces et racines (**Iserin, 2001**).

L'infusion et la décoction ont des propriétés assez proches, mais qui peuvent être différentes puisque les substances actives sont obtenues à des températures différentes.

I.2.3. Les macérâts

Traditionnellement on entend par macérât, le résultat de la macération d'une plante dans de l'huile. Dans la majorité des cas c'est la plante sèche que l'on utilise, afin notamment d'éviter les problèmes de fermentation dus à la présence de l'eau. Mais dans certains cas, quand les principes actifs voulus sont sensibles à la dessiccation la macération se fait à partir de plantes fraîches (**Wichtl et Anton, 2003**).

Il existe aussi des méthodes de macération dites « à chaud », dans ces méthodes le macérât est chauffé au bain-marie afin d'accélérer le transfert des substances actives de la plante à l'huile. Les macérâts obtenus par cette méthode peuvent être différents de ceux obtenus « à froid », car certaines substances ne passent dans l'huile qu'à certaines températures (**Wichtl et Anton, 2003**).

L'infusion et la décoction permettent d'extraire les substances hydrosolubles de la plante. Tandis que macérât huileux et huiles essentielles (HEs) contenant tous deux des substances liposolubles, ils possèdent des propriétés assez similaires (**Iserin, 2001**).

I.3. Les substances bioactives des plantes

Les substances bioactives des plantes dérivent du métabolite secondaire. Elles sont, dans leur grande majorité, synthétisées à travers les voies du shikimate du mévalonate, de l'acétate et des aminoacides. Les estimations des auteurs parlent de l'existence de plus de 500 000 composés secondaires dans les plantes, dont environ 18 000 auraient été caractérisées (**Roger, 2005**). Ce n'est que récemment les substances bioactives des plantes ont été isolées et étudiées. Ces molécules appartiennent très majoritairement à trois grandes familles

chimiques : les phenylpropanoïdes et substances phénoliques ; les terpénoïdes et stéroïdes ; les alcaloïdes et composés azotés.

Des dénominations comme molécules allélochimiques végétales (MAV) sont utilisées pour décrire les mêmes substances issues du métabolisme secondaire des plantes. Ces molécules sont des médiateurs chimiques, ou encore composés sémiochimiques (**Philogène et al., 2005 ; Roger, 2005**).

I.3.1. Les polyphénols

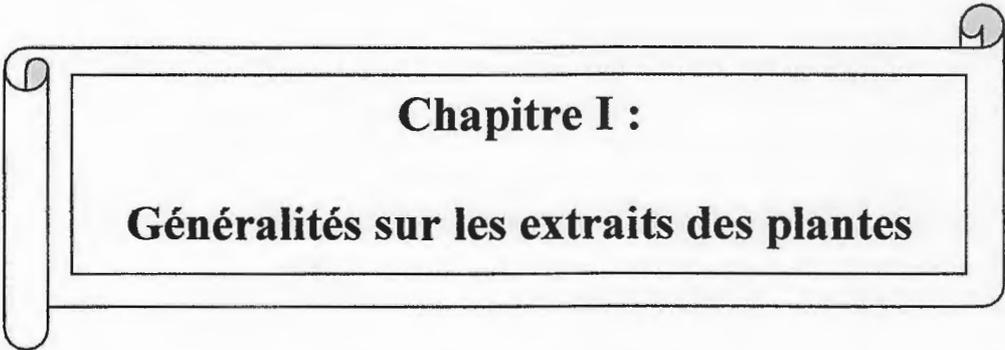
Les phenylpropanoïdes et substances phénoliques représentent un groupe de métabolites secondaires complexes. Elles ont en commun de posséder un groupement phénol mais elles comprennent en réalité plusieurs familles de molécules : les flavonoïdes, les quinones, les phénols simples et les polyphénols (**Roger, 2005**).

I.3.2. Les terpénoïdes et stéroïdes

Les terpénoïdes et stéroïdes constituent probablement la plus large classe de composés secondaires. Ces molécules se caractérisent par leurs lipophilie. C'est à ce groupe qu'appartiennent les monoterpènes, les sesquiterpènes, et les diterpènes existant dans les HEs (**Roger, 2005**).

I.3.3. Les alcaloïdes et composés azotés

Les alcaloïdes et composés azotés représentent le groupe le plus important de molécules allélochimiques, par leurs nombre et activités pharmacologiques. Les alcaloïdes, agissent comme des bases, dérivent dans leur majorité de l'ornithine et la lysine (**Roger, 2005**).



Chapitre I :

Généralités sur les extraits des plantes

II. Lutte contre les insectes ravageurs des cultures maraîchères

II.1. Principaux insectes ravageurs des cultures maraîchères

Les cultures maraîchères sont fréquemment soumises aux attaques de plusieurs insectes ravageurs, provoquant des dégâts importants. Certains provoquent des pertes directes, d'autres transmettent des phytovirus aux cultures. Les principaux ravageurs se rencontrent parmi les aleurodes, les pucerons, les mouches des légumes et les chenilles. (Ryckewaert et Fabre, 2001).

II.1.1. Les aleurodes

Ce sont des ravageurs de première importance, notamment suite aux viroses qu'ils peuvent transmettre. Les espèces les plus importantes sont *Bemisia tabaci* et *Trialeurodes vaporariorum* sur diverses plantes, principalement sur tomate et cucurbitacées (Ryckewaert et Fabre, 2001).

II.1.2. Les pucerons

Les pucerons sont des insectes très polyphages. De plus à la prise de nourriture qui influence de façon directe la plante, ces insectes sont des vecteurs de nombreuses maladies virales. En particulier *Aphis gossypii* et *Aphis fabae* qui posent des problèmes essentiellement sur les cultures maraîchères (Snoussi, 2010).

II.1.3. Les mouches des légumes

La mouche de la tomate et les mouches des cucurbitacées provoquent des dégâts importants sur ces cultures et ne sont que partiellement maîtrisées par les traitements insecticides. Parmi les espèces qui causent le plus de dégâts : *Neoceratitis cyanescens* sur tomate, *Bactrocera cucurbitae*, *Dacus ciliatus* et *Dacus demmerezi* sur cucurbitacées (Ryckewaert et Fabre, 2001).

II.1.4. Les chenilles

La teigne du chou (*Plutella xylostella*) constitue le plus important ravageur des choux, les populations de la teigne augmentent de façon considérable après un mois de culture. (Ryckewaert et Fabre, 2001).

La mineuse de la tomate *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) cause actuellement d'importants ravages dans beaucoup de pays et notamment en Algérie. *Tuta absoluta* se

développe principalement sur la tomate (*Lycopersicon esculentum* L), mais aussi sur diverses autres espèces de Solanaceae cultivées telles que la pomme de terre (*Solanum tuberosum* L) et l'aubergine (*Solanum melongena* L) (Snoussi, 2010).

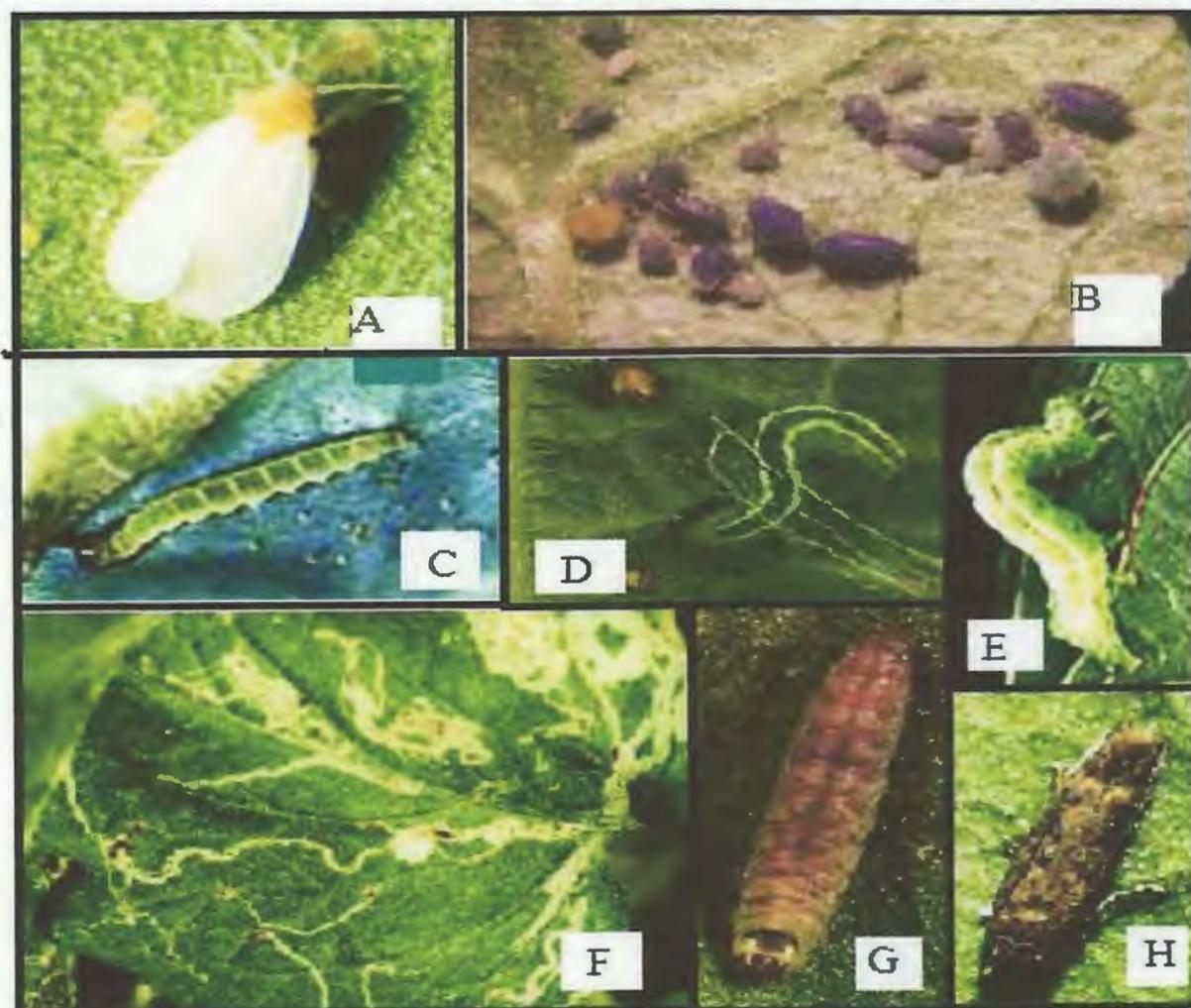


Figure 1: Principaux insectes ravageurs des cultures maraichères (Ryckewaert 2004 ; Ramel, 2008).

A Aleurode adulte *Bemisia tabaci*, B *Aphis gossypii*, C Larve de Teigne du chou *Plutella xylostella*, D larve de la pyrale des cucurbitacées, E Larve de Noctuelle Plusie, F mouche mineuse *Liriomyza* spp, G et H larve et adulte de la mineuse de la tomate *Tuta absoluta*.

II.2. Lutte contre les insectes ravageurs des cultures maraîchères

Avec la révolution démographique, l'homme a maximisé sa production alimentaire afin de couvrir la demande alimentaire de la population mondiale. Il est dirigé vers la domestication de certaines espèces végétales, ces espèces sont cultivées dans des surfaces relativement grandes. Malheureusement, cela se fait au détriment des milieux naturels ce qui simplifie les systèmes écologiques. En effet, les populations de ravageurs ont la tendance d'augmenter dans le monde agricole, ce qui accentue la gravité des dommages potentiels infligés aux cultures (**Philogène et al., 2005**).

II.2.1. Lutte chimique

Les systèmes agricoles, depuis plusieurs décennies, sont basés sur le recours aux pesticides de synthèse comme seul moyen, permettant d'assurer une protection rapide et efficace des cultures contre les nuisibles. Parmi ces pesticides, les insecticides constituent le moyen d'intervention le plus efficace sur les populations de ravageurs. Ils sont toute substance qui tue les insectes, empêche l'éclosion des œufs, altère le développement normal des larves ou la maturation sexuelle. Ils regroupent plusieurs familles : les organochlorés, les carbamates, les organophosphorés (**Philogène et Roger 2005**).

Cependant, au cours des dernières décennies, l'attention portée aux effets secondaires de l'utilisation des pesticides sur la santé humaine, d'une part et sur l'environnement d'autre part. En effet, 3 millions d'empoisonnements par an dans le monde par les pesticides avec 220 000 morts au total, sont notés par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS).

De plus, la synthèse de produits adaptés aux critères écotoxicologiques plus exigeants amènent une augmentation importante des coûts de développement de nouveaux produits phytosanitaires (**Panneton et al., 2000**) et aussi la capacité des insectes à résister à la toxicité des insecticides de synthèse (**Philogène et al., 2005**).

II.2.2. Méthodes de lutte alternatives

L'ensemble des cas rappelés sur les effets secondaires de la lutte chimiques, montre la nécessité d'associer cette dernière à d'autres techniques qui seront à même de confiner les dégâts des insectes dans des limites économiquement supportables, tous en assurant un environnement moins exposé aux polluants chimiques (**Philogène et al., 2005**).

Les méthodes alternatives peuvent être classées selon quatre grandes catégories : la lutte par les pratiques culturales, la lutte physique, la lutte par amélioration génétique et la lutte biologique. Dans ce contexte, la lutte biologique et les biopesticides constituent des outils facilitant l'implantation de programmes de lutte offrant un équilibre plus acceptable entre le besoin impératif de protéger les cultures et le respect de l'environnement (Philogène et *al.*, 2005).

II.2.2.1. Lutte culturale

La lutte culturale peut être définie comme une adaptation du système de culture pour limiter le développement des ennemis des cultures, de manière préventive ou curative. Cette méthode de lutte fait appel à des ajustements des activités agricoles (travail du sol, irrigation, dates et densités de semis, nutrition); et modifications de l'environnement (destruction des hôtes alternatives, faire des cultures pièges, propreté des équipements agricoles) (Jean-Noel et Serge, 2005).

De plus, la rotation des cultures est classée parmi les principales mesures culturales. Il s'agit d'alterner les types de cultures sur une même parcelle. En effet, la rotation favorise l'élimination des espèces nuisibles en détruisant l'environnement propice à leur développement : soit leur abri, soit leur nourriture (Villemereuil et *al.*, 2008).

III.2.2.2. Lutte physique

La lutte physique inclue toutes les techniques de lutte avec lesquelles le mode d'action primaire ne fait intervenir aucun processus biologique ou biochimique. Dans la lutte contre les insectes, on peut partager ces techniques en quatre grandes catégories : lutte thermique, lutte électromagnétique, lutte mécanique et lutte pneumatique.

a) Lutte thermique

L'objectif des traitements thermiques est d'engendrer des blessures internes sérieuses capable d'entraîner la mort de l'ennemi cible, (Jean-Noel et Serge, 2005 ; Panneton et *al.*, 2000) par échauffement léthal; une augmentation de la température suffisamment de provoquer un éclatement des cellules, ou par une diminution de la température de ces organismes sous le point de congélation qui provoquera des blessures similaires causées par la cristallisation du matériel intracellulaire.

En effet, l'efficacité d'un traitement thermique orienté vers une cible visée est dépend fortement, à la quantité de chaleur ou de froid, transférée entre le système de lutte thermique et l'organisme cible, et la durée d'exposition de l'organisme cible au traitement thermique

(Panneton et *al.*, 2000). La lutte thermique s'appuie sur la détermination du degré de thermosensibilité des organismes vivants. Par exemple, pour les traitements de lutte thermique aux insectes nuisibles présents sur les plantes, il faut s'assurer que les cultures peuvent supporter, sans impacts significatifs sur leur productivité, des températures suffisantes pour assurer un contrôle adéquat des organismes à détruire (Panneton et *al.*, 2000).

b) Radiations électromagnétiques

La lutte électromagnétique repose sur l'interaction entre les ondes EM (le spectre EM, IR moyen et thermique (2,5 à 14 μm), micro-ondes (1 mm à 10 cm), ondes radio et audio (à supérieure à 10 cm), et la matière constituant l'ennemi cible.

Les radiations électromagnétiques non-ionisantes (spectre électromagnétiques) tuent les insectes par réchauffement interne des individus, tandis que les radiofréquences, les micro-ondes ou l'infrarouge s'apparente donc aux méthodes par choc thermique à la différence qu'avec les radiations électromagnétiques (Vincent, 2000).

La lutte EM offre une alternative intéressante aux méthodes chimiques car elle offre l'avantage d'éliminer les ennemis des cultures sans dommages aux cultures hôtes et sans laisser de résidus (Vincent, 2000). Cependant, elle reste peu utilisée en raison de leur coût élevé (Jean-Noel et Serge, 2005).

c) Lutte mécanique

Les barrières physiques représentent un moyen de lutte intéressant contre les insectes nuisibles à cause de leur très faible impact sur l'environnement et de leur très grande compatibilité avec les autres moyens de lutte. Une barrière physique peut se définir comme un assemblage de bois, de métal, de plastique ou de tout autre matériau (y compris des barrières vivantes) entourant un espace ou obstruant le passage, elle convient bien aux espaces fermés, les serres (Boiteau et Vernon, 2000).

Les barrières physiques peuvent être de simples colliers entourant la tige d'un pied de certaines plantes, ou des rigoles ou fossés, des clôtures ou enceintes et des brise-vent stratégiquement placés sur le périmètre d'un champ. L'effet des barrières mécaniques sur une population d'insectes nuisibles se manifeste en général immédiatement, ce qui encourage leur adoption par les producteurs et les consommateurs (Boiteau et Vernon, 2000).

d) Lutte pneumatique

Elle consiste à produire des courants d'air (soufflerie ou aspiration), qui expulsent les insectes ravageurs. Les insectes délogés de la plante par aspiration, meurent dans le transit des tuyaux ou lors du passage à travers le ventilateur (chocs mécaniques). Délogés par soufflage, les individus de certaines espèces d'insectes, diminués physiquement, meurent simplement parce qu'ils sont incapables de remonter sur la plante-hôte (Khelifi et al., 2000).

La réussite de cette technique dépend fortement de la connaissance du comportement de l'animal au champ, ainsi que la localisation des insectes sur le plant lors des passages des machines (Khelifi et al., 2000).

La lutte pneumatique peut montrer de grands succès surtout au niveau des insectes, qui s'envolent facilement dès qu'ils sont troublés dans leur environnement, par contre, le passage répété des machines peuvent participer au compactage des sols, à la destruction des auxiliaires, et aux dommages mécaniques causées aux cultures (Khelifi et al., 2000).

II.2.2.3. Lutte génétique et OGM

La transgénèse est une technique qui consiste à introduire dans un organisme un gène (ou un petit nombre de gènes) d'un autre organisme, quelle que soit l'origine de ces gènes (micro-organisme, plante de la même espèce ou d'une autre espèce, animal ou être humain) (Phélogène et al., 2005).

La lutte génétique consiste à sélectionner les avantages génétiques des différentes variétés, pour exploiter au mieux leurs résistances intrinsèques aux bio-agresseurs, elle constitue une alternative intéressante, lorsque qu'en utilisé des variétés ayant des résistances complètes, transgéniques, contre différents bio-agresseurs. Parmi les plantes transgéniques les plus commercialisées à ce jour sont: maïs, coton, pomme de terre, qui expriment un seul gène codant pour une toxine de *B. thuringiensis* contre les chenilles principalement (Jean-Noel et Serge, 2005).

Les méthodes mises en œuvre par la génie génétique diffèrent sur trois points essentiels qui influencent le produit de la recherche, et son objectif final. Ces différences peuvent être recensées ainsi :

- Les gènes de résistance introduits ne proviennent pas du pool génétique de l'espèce cultivée considérée ;

- La méthode privilégiée est soudainement censée conférer une résistance complète vis-à-vis d'un bio-agresseur (ou d'un groupe de bio-agresseurs) donnés ;

Une variété totalement résistante à un bio-agresseur donné, ne porte dans son matériel génétique que le ou les gènes permettant l'expression de la résistance considérée.

Malgré les avantages apportés par les plantes transgéniques, elles peuvent constituer des risques sanitaires (risque toxique, risque allergique) ou écologiques (risques écotoxicologiques et risques invasifs) (Phélogène et *al.*, 2005).

II.2.2.4. Lutte biologique

La lutte biologique consiste à combattre un ravageur, par l'utilisation de ses ennemis naturels, des agents pathogènes, en favorisant ses antagonistes. La lutte biologique est surtout dirigée contre les ravageurs (insectes, acariens et nématodes), en limitant la fréquence et la sévérité des pullulations (Villemereuil et *al.*, 2008).

On distingue trois types de lutte biologique :

- La lutte biologique classique, ou lutte par introduction-acclimatation, consiste à introduire un auxiliaire allochtone (exogène) afin de contrôler les populations d'un ennemi des cultures ;
- La lutte biologique augmentative consiste à effectuer un lâcher massifs (lutte inondative) ou par lâchers en petite quantité (lutte inoculative) ;
- La lutte biologique conservative consiste à faire des aménagements et des pratiques agricoles permettent de favoriser les effets bénéfiques des espèces autochtones (indigènes) d'ennemis naturels (Jean-noel et Serge, 2005).

On distingue plusieurs stratégies d'application en lutte biologique. La première stratégie, l'exploitation de biocides inertes, est l'approche « biopesticide ». La seconde stratégie est l'exploitation de biocides autonomes, que l'on peut relâcher selon une stratégie de lutte classique, inoculative ou inondative. Il est également possible de favoriser la lutte biologique en intervenant sur le milieu.

II.2.2.4.1. Lutte biologique traditionnelle

a) Utilisation des parasitoïdes

Les parasitoïdes sont des entomophages intermédiaires entre les parasites et les prédateurs, ils exploitent leur victime en vrai parasite, puis finissent la tuer et la consommer dans un acte final s'apparentant à la prédation. Tous les parasitoïdes sont des insectes, le plus souvent de l'ordre des hyménoptères et à moindre degré des diptères, ils sont caractérisés par un adulte actif ayant de fortes capacités d'orientation et de repérage d'hôtes potentiels. L'adulte généralement dépose un ou plusieurs œufs d'une manière qu'ils soient en contact avec l'hôte, soit en surface ou à l'intérieur.

Le parasitoïdisme se manifeste avec diverses formes, on distingue les endoparasites qui se développent dans le corps de leur hôte, et les ectoparasites qui se développent à l'extérieur (Cloutier et Cloutier, 1992).

b) Utilisation des prédateurs

Les arthropodes contiennent les entomophages prédateurs les plus intéressants en lutte biologique notamment des espèces d'insectes et d'arachnides, parmi les insectes prédateurs, on peut citer : des coléoptères (coccinelles), des diptères syrphides, des hétéroptères (punaise). En effet, les prédateurs agissent d'une façon simple et directe : la proie est capturée et le plus souvent éliminée sans délai (Cloutier et Cloutier, 1992).

II.2.2.4.2. Les biopesticides

Parmi les méthodes de lutte biologique, les biopesticides (**tableau 1**) occupent une place de choix car ils se prêtent souvent à la production de masse requise pour l'industrie et ils s'appliquent avec un pulvérisateur conventionnel ce qui en facilite l'adoption par les agriculteurs. De plus, au contraire des pesticides de synthèse, les biopesticides sont généralement compatibles avec les méthodes de lutte biologique classiques. Les biopesticides peuvent être à base de bactéries, champignons, virus, nématodes et d'extraits de plantes (Vincent, 2000).

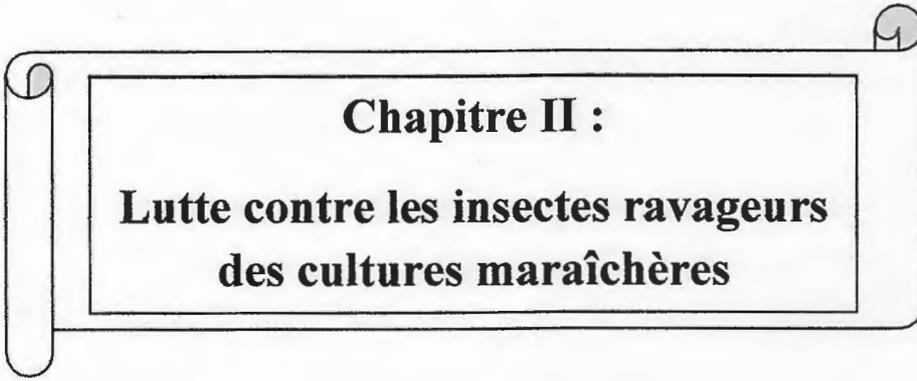


Tableau 1 : Exemples de biopesticides développés pour le contrôle des ennemis des plantes cultivées (Vincent, 2000).

| | |
|---|--|
| bactéries entomopathogènes | <i>Bacillus thuringiensis</i> |
| Champignons entomopathogènes ou : mycopesticides | <i>Metarhizium anisopliae</i> et <i>M. flavoviride</i> <i>Beauveria bassiana</i> , <i>B. brognardtii</i> , etc. |
| Virus entomopathogènes | Baculovirus (carpovirusine) |
| Champignon | <i>Colletotrichum</i> sp |
| Nématodes entomopathogènes | genres <i>Steinernema</i> et <i>Heterorabditis</i> |

II.2.2.5. Lutte intégrée

La FAO (Food and Agriculture Organization) a défini la lutte intégrée comme un « Système de gestion des populations de ravageurs qui, dans le contexte de l'environnement associé à des dynamiques des populations des espèces nuisibles, met en œuvre toutes les techniques appropriées, d'une manière aussi compatible que possible, pour les maintenir à des niveaux inférieurs à ceux causant des dommages d'importance économique ». Ce n'est donc pas qu'une superposition de deux techniques de lutte (telles que la lutte chimique raisonnée et biologique) mais l'intégration de toutes les techniques de gestion adaptée aux facteurs naturels de régulation (Vincent, 2000).



Chapitre II :

**Lutte contre les insectes ravageurs
des cultures maraîchères**

III. Les bio-insecticides d'origine végétale

III.1. Définition

Plusieurs définitions ont été proposées pour les biopesticides (Roger, 2005). Etymologiquement le mot biopesticide signifie pesticide d'origine biologique, c'est-à-dire issu d'organisme vivant ou de substances d'origine naturelles synthétisées par ces derniers. Pour certains auteurs le terme «biopesticide» doit être réservé à la seule utilisation d'organismes vivants : parasitoïdes, prédateurs, pathogènes ou des populations antagonistes ou compétitives (Vincent, 2000; Philogène et al., 2008). D'autres élargissent cette définition à l'utilisation d'agents biologiques susceptibles, directement ou indirectement, de contrôler les bio-agresseurs, y compris les composés dérivés des plantes notamment les molécules allélochimiques, ainsi que toute substance issue d'organismes vivants qui exerce un effet protecteur sur les plantes (Roger, 2005 ; Philogène et al., 2008).

III.2. Critères de classification

L'Agence américaine de la protection de l'environnement (EPA) distingue les biopesticides des autres pesticides à partir de critères très précis (tableau 2), et définit trois catégories de biopesticides : les biopesticides à base de micro-organismes, les composés protecteurs des plantes et les pesticides biochimiques (Roger, 2005 ; Philogène et al., 2008). Selon l'EPA, les produits synthétisés par les OGM sont des biopesticides, ce qui n'est pas le cas pour l'Union européenne.

Tableau 2 : Définition et critères retenus pour les biopesticides par l'Agence de protection de l'environnement (Etats-Unis) (Philogène et al., 2008)

| | |
|-------------------|--|
| Définition | Certains pesticides dérivés de matériaux naturels comme les animaux, les plantes, les bactéries et certains minéraux. |
| Critères | Habituellement et par sa nature moins toxique que les pesticides chimiques <ul style="list-style-type: none"> - Actif seulement sur sa cible ou des organismes qui lui sont étroitement apparentés - Efficace en très petite quantité - Se décompose souvent rapidement - Quand il est utilisé comme agent dans les programmes de la lutte intégrée, il provoque une forte diminution de l'utilisation des pesticides chimiques tandis que les rendements agricoles restent élevés |

III.3. Caractéristiques et propriétés

L'intérêt du développement de nouvelles spécialités à base d'extraits végétaux est souligné quand on considère leurs avantages écologiques et environnementaux. Les effets non intentionnels des pesticides organiques de synthèse dus à leur utilisation sans discernement, ont été qualifiés d'«effets 4 R» pour : Résistance, Rémanence, Résurgence et Rupture des chaînes trophiques. A l'inverse les molécules allélochimiques végétales présentent plusieurs avantages écologiques (Roger, 2008).

III.3.1. Sélectivité

Les molécules allélochimiques végétales exercent sur les insectes une grande variété d'effets qui sont classés selon leur mode d'action en substances : défensives, toxiques, répulsives ou dissuadantes, inhibitrices de la digestion, attractives et inductrices de captures ou de pontés. Ainsi les Scolytidae s'attirent vers les arbres résineux par un mélange d'oléorésines (Roger, 2008).

III.3.2. Spécificité

Les études sur l'efficacité des fractions des plantes aromatiques démontrent qu'il existe une grande variation dans la sensibilité des espèces pour une même huile essentielle ou pour un même composé. De la même façon, nous avons observé qu'une même molécule allélochimique n'exerce pas forcément la même activité aux différents stades du cycle reproductif d'un insecte, c'est-à-dire que la sensibilité d'un insecte peut évoluer en fonction de son développement physiologique (Roger, 2008).

III.3.3 Biodégradabilité

Les MAV appartiennent au métabolisme secondaire des polyphénols, terpènes, alcaloïdes ou glucosides cyanogénétiques (Roger, 2005 ; Philogène et al., 2008). Ces composés sont facilement biodégradés par voie enzymatique. La durée de demi-vie des composés végétaux est particulièrement courte, allant de quelques heures à quelques jours. Jusqu'à ce jour, aucun phénomène de bioamplification n'a été décrit à leur propos. Toutefois, un certain nombre de ces molécules allélochimiques sont répertoriées dans les Pharmacopées et connues pour leurs activités pharmacologiques et thérapeutiques. *In situ*, elles ne développent que peu de toxicité pour les vertébrés et sont d'ailleurs, pour quantité d'entre elles, régulièrement consommées dans l'alimentation (Roger, 2008).

III.3.4. Résistance

L'utilisation des MAV en phytoprotection a contribué à la diversification des cibles moléculaires et biochimiques chez l'insecte (Roger, 2005). Cependant, comme les antibiotiques, un insecticide phytochimique peut générer des cas de résistance si des applications de ce composé sont faites de manière systématique, répétée et sans discernement. Il faut donc limiter les fréquences d'épandages, varier les formulations en associant plusieurs composés de modes d'action différents, ou mieux encore, mettre en œuvre une approche intégrée impliquant différentes méthodes de lutte (Philogène et al., 2008).

III.3.5. Biodisponibilité

Les molécules allélochimiques biosynthétisées par les végétaux sont sujettes aux facteurs environnementaux, physiologiques et génétiques qui influencent leur biodisponibilité au sein d'une espèce donnée. Toutefois, leur ubiquité dans l'ensemble du règne végétal devrait permettre de limiter cet inconvénient. Il faut cependant être attentif à ce que les développements industriels et commerciaux de nouveaux biopesticides d'origine végétale ne se réalisent pas au détriment de la biodiversité. Pour pallier une absence éventuelle de disponibilité, certains auteurs envisagent l'utilisation de formulations à base d'extraits végétaux enrichies de substances de synthèse ou d'hémisynthèse (Roger, 2008).

III.4. Mode d'action des bioinsecticides botaniques

III.4.1. Mode d'action des huiles essentielles

Le mode d'action des huiles essentielles est relativement peu connu chez les insectes. En général, les HEs monoterpéniques sont connues comme des neurotoxiques à effets aigus. Compte tenu de la grande diversité des HEs, il est probable qu'ils agissent chez l'insecte sur des cibles différentes (Fanny, 2008).

a) Action sur les récepteurs octopaminergiques

L'octopamine est un neuromodulateur spécifique des invertébrés : Cette molécule a un effet régulateur sur les battements de cœur, la motricité, la ventilation, le vol et le métabolisme des invertébrés. Des travaux ont montré que l'application de l'eugénol provoque le blocage des sites accepteurs de l'octopamine et inhibe l'activité électrique neuronale (Huignard et al., 2008).

b) Action sur les synapses inhibitrices

Le mode d'action se caractérise par une perturbation du fonctionnement des synapses inhibitrices où le neurotransmetteur est l'acide gamma-aminobutyrique (GABA) en se fixant sur les récepteurs GABA associés aux canaux chlorés situés sur la membrane des neurones postsynaptiques ; ce qui perturbe l'activité régulatrice de ces cellules. C'est le cas de l'utilisation des huiles essentielles contenant le thymol essentiellement (Priestley et al., 2003).

Les différents modes d'action observés chez les huiles essentielles montrent que leur activité insecticide est due à plusieurs mécanismes synergiques peu connus. Ces divers mécanismes affectent donc des cibles multiples perturbant ainsi plus efficacement l'activité cellulaire (Huignard et al., 2008).

III.4.2. Mode d'action des composées soufrées des alliums

Les composés soufrés (Disulfure de diméthyle et thiosulfinate de diméthyle) font partie du spectre volatil émis par les plantes de la famille des Alliées ; les thiosulfines relativement instables étant les précurseurs des disulfures.

Les conséquences d'une application du disulfure de diméthyle (Me_2S_2) sur le système nerveux central de la blatte *Periplaneta americana* ont été étudiées. Le Me_2S_2 affecte la transmission de l'influx nerveux au niveau des synapses centrales de type cholinergique (Huignard et al., 2008).

III.5. Le neem, un bioinsecticide botanique

Plusieurs centaines d'années après son utilisation dans le sous-continent indien, le neem (ou margousier) a été découvert par le monde occidental. Ce produit végétal est maintenant reconnu mondialement pour ses activités sur le développement des larves d'insectes, principalement dues à la présence des limonoïdes, notamment l'azadirachtine, la salanine et la nimbine et leurs analogues, l'azadirachtine ayant une activité prédominante (Kleeberg, 2008 ; Roger, 2008).

Aucun insecticide d'origine végétale n'a fait l'objet d'un nombre aussi élevé d'études scientifiques que le neem avant d'être mis sur le marché. Pour l'utilisateur, le neem offre plusieurs avantages : large spectre d'activité, sélectivité élevée favorisant les ennemis naturels et les insectes pollinisateurs et innocuité pour les utilisateurs et l'environnement (Isman, 2008).

Des produits comme le Neem-Azal-T/S® et le Margosan® ont été introduits avec succès en Europe et en Amérique du Nord pour lutter contre les insectes ravageurs des pommes de terre, des pommes, des tomates, ainsi que des plantes ornementales et dans les serres. Comme il y a très peu d'espèces capables de s'attaquer à la plante dont on extrait le neem, il est permis d'envisager que le phénomène de la résistance ne se manifesterait pas aussi rapidement qu'avec les insecticides synthétiques (Kleeberg, 2008).

L'Inde demeure à ce jour la principale source de neem, fournissant à elle seule la quasi-totalité du neem utilisé à des fins antiparasitaires aux États-Unis. Toutefois, plusieurs autres pays tropicaux ont aménagé des plantations et sont aujourd'hui en mesure de fournir les graines nécessaires à la fabrication du produit final (Isman, 2008).

III.6. Travaux antécédents

Depuis plusieurs années, les recherches scientifiques sont dirigées vers l'étude de l'activité des extraits et molécules bioactives végétales, sur les ennemis des cultures et la possibilité de leur utilisation en phytoprotection (tableau 3). L'étude de l'effet insecticide est prometteuse. En effet, plusieurs études ont mis en évidence la toxicité des HEs et autres molécules végétale comme les alcaloïdes, les flavonoïdes et les saponines, mais aussi l'efficacité des infusions et décoctions.

Tableau 3 : Tableau synoptique des publications sur les biopesticides d'origine végétale

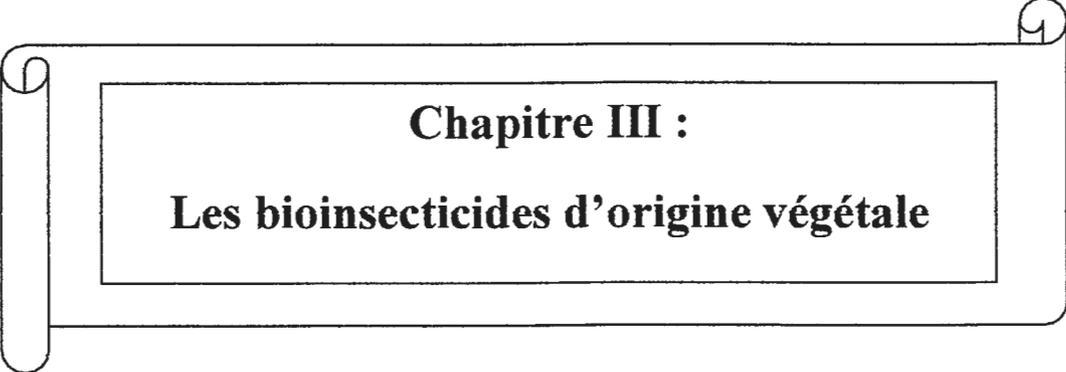
| Titre de la publication | Insecte(s) testé(s) | Plante(s) utilisée(s) | Effet(s) étudiés | Auteur |
|--|---|---|------------------------|-------------------------------------|
| Influences des pesticides botaniques et des agents biologiques sur la dynamique de <i>Orius laevigatus</i> et <i>Frankliniella occidentalis</i> sous serre | <i>Orius laevigatus</i> <i>Frankliniella occidentalis</i> | Formulation commerciale à base végétale | Insecticide | Bonsignore et Vacante , 2012 |
| Bioefficacité de l'huile de neem (Calneem™), insecticide botanique contre <i>Ephestia cautella</i> | <i>Ephestia cautella</i> | Formulation commerciale à base de l'huile de neem | Insecticide | Eziah, 2011 |
| Composition phytochimique et effet insecticide des extraits aqueux sur les insectes ravageurs de l'haricot (<i>Phaseolus vulgaris</i>) à Burkina Faso | <i>Bemisia tabaci</i> <i>Caliothrips impurus</i> <i>Caliothrips occipitalis</i> <i>Nisotra spp</i> | <i>Sinapis nigra</i> <i>Xylopi aetiopica</i> <i>Nicotiana tabacum</i> | Insecticide | Kambou et Guissou , 2011- |
| effet insecticide de l'huile de <i>Jatropha curcas</i> sur <i>Aphis fabae</i> (Hemiptera: Aphididae) et sur principaux insectes associés à (<i>Vigna unguiculata</i>) in Niger | <i>Aphis fabae</i> | <i>Jatropha curcas</i> | Insecticide | Habou et al., 2011 |
| Bioefficacité de l'huile essentielle de <i>Mentha piperita</i> contre <i>Aedes aegypti</i> L | <i>Aedes aegypti</i> L | <i>Mentha piperita</i> | Larvicide Adulicide | Kumar et al., 2011 |

| | | | | |
|---|---|---|--------------|--------------------------------------|
| Activité larvicide des feuilles de <i>Trigonella foenum</i> et de <i>Nerium oleander</i> contre les larves de moustique | Moustique | <i>Trigonella foenum</i> <i>Nerium oleander</i> | Larvicide | Lokesh et al., 2010 |
| activité insecticide de l'huile essentielle de différents plantes contre trois insectes ravageurs | <i>Acanthoscelides obtectus</i> | <i>Phaseolus vulgaris</i> L. | Insecticide | Ayvaz et al., 2008 |
| Activité larvicide sur <i>Anopheles gambiae</i> Giles et composition chimique des huiles essentielles extraites de quatre plantes cultivées au Cameroun | <i>Anopheles gambiae</i> | <i>Cymbopogon citratus</i> <i>Ocimum canum</i> Sims <i>Ocimum gratissimum</i> L. <i>Thymus vulgaris</i> L. | Larvicide | Tchoumboungnan g et al., 2009 |
| Activité larvicide de trios extraits de neem (Azadirachtin) sur les larves de moustiques en l'Algerie | <i>Culex pipiens</i> | <i>Azadirachta indica</i> <i>Meliaceae</i> | Larvicide | Alouani et al., 2009 |
| Efficacité de quelques insecticides botaniques sur <i>Spodoptera littoralis</i> (Lepidoptera: Noctuidae), <i>Myzus persicae</i> (Hemiptera: Aphididae) et <i>Tetranychus urticae</i> (Acari: Tetranychidae) | <i>Spodoptera littoralis</i> <i>Myzus persicae</i> <i>Tetranychus urticae</i> | <i>Pongamia glabra</i> <i>Azadirachta indica</i> <i>Chrysanthemum cinerariifolium</i> | Insecticide | Pavela , 2009 |
| Effet insecticide de Cucurbitacin E Glycoside Isolé à partir de <i>Citrullus colocynthis</i> sur <i>Aphis craccivora</i> | <i>Aphis craccivora</i> | <i>Citrullus Colocynthis</i> L. | Insecticide | Torkey et al., 2009 |
| Evaluation des propriétés insecticides des feuilles de <i>Callistemon viminalis</i> (Myrtaceae) contre les adultes d' <i>Acanthoscelides obtectus</i> (Say) (Coleoptera; Bruchidae) | <i>Acanthoscelides obtectus</i> | <i>Callistemon viminalis</i> | Insecticides | Ndomo et al., 2009 |

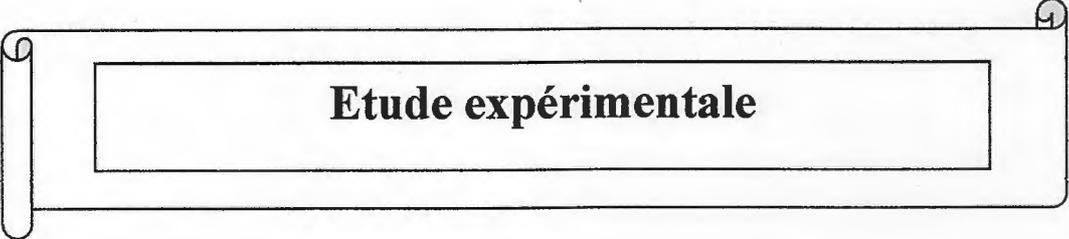
| | | | | |
|--|---|---|--|----------------------------------|
| Composition chimique et activités antioxydante, antimicrobienne et insecticide de l'huile essentielle de <i>Juniperus phoenicea</i> | <i>Tribolium confusum</i> | <i>Juniperus phoenicea</i> | Antioxydante, Antimicrobienne et Insecticide | Bouzouita et al., 2008 |
| Etude de différents extraits d' <i>Ayapana triplinervis</i> et leurs potentialités de contrôler trois insectes ravageurs de la horticulture | <i>Plutella xylostella</i> , <i>Crociodolomiabnotalis</i> <i>Myzus persicae</i> , | <i>Ayapana triplinervis</i> | Insecticide | Facknath et Lalljee, 2008 |
| Effet des poudres d' <i>Eucalyptus citriodora</i> , de <i>Cupressus lucitanica</i> et de <i>Tagetas minitiflora</i> dans la conservation du maïs (<i>Zea mays</i>) et du haricot (<i>Phaseolus vulgaris</i>) dans les conditions de Rethy (République Démocratique du Congo) | <i>Acanthoscelides obtectus</i> | <i>Eucalyptus citriodora</i> <i>Cupressus lucitanica</i> <i>Tagetas minitiflora</i> | Insecticide | Kaloma et al., 2008 |
| Efficacité biopesticide de <i>Hyptis spicigera</i> Lam., <i>Azadirachta indica</i> A. Juss. et <i>Euphorbia balsamifera</i> Ait. sur le niébé <i>Vigna unguiculata</i> L. Walp. | | <i>Hyptis spicigera</i> <i>Azadirachta indica</i> <i>Euphorbia balsamifera</i> | biopesticide | Bambara et Tiemtoré, 2008 |
| Activité insecticide des extraits des plantes halophytiques tunisienne sur les larves et les adultes de <i>Tribolium confusum</i> | <i>Tribolium confusum</i> | <i>F. laevis</i> , <i>S. echioides</i> <i>T. boveana</i> <i>S. fructicosa</i> | Insecticide | Saïdana et al., 2007 |
| Evaluation de l'activité insecticide de deux plantes | <i>Megalurothrips sjostedti</i> | <i>Hyptis suaveolens</i> | insecticide | Kossou et al., |

| | | | | |
|---|--|---|------------------------|----------------------------------|
| <i>Hyptis suaveolens</i> (Linn) et <i>Khaya senegalensis</i> (A. Juss) sur les insectes ravageurs du niébé (<i>Vigna unguiculata</i> L. Walp.) | <i>Callosobruchus maculatus</i> <i>Aphis craccivora</i> | <i>Khaya senegalensis</i> | | 2007 |
| Évaluation préliminaire de l'activité larvicide des extraits aqueux des feuilles du ricin (<i>Ricinus communis</i> L.) et du bois de thuya (<i>Tetraclinis articulata</i> (Vahl) Mast.) sur les larves de quatre moustiques culicidés : <i>Culex pipiens</i> (Linné), <i>Aedes caspius</i> (Pallas), <i>Culiseta longiareolata</i> (Aitken) et <i>Anopheles maculipennis</i> (Meigen) | <i>Culex pipiens</i> <i>Aedes caspius</i> <i>Culiseta longiareolata</i> <i>Anopheles maculipennis</i> | <i>Ricinus communis</i> L. <i>Tetraclinis articulata</i> | larvicide | Aouinty et al., 2006 |
| Activités insecticides de <i>Striga hermonthica</i> (Del.) Benth (<i>Scrophulariaceae</i>) sur <i>Callosobruchus maculatus</i> (Fab.) (<i>Coleoptera</i> : <i>Bruchidae</i>) | <i>Callosobruchus maculatus</i> | <i>Striga hermonthica</i> | Activités insecticides | Kiendrebeogo et al., 2006 |
| Activités insecticides des extraits de quatre plantes médicinales contre <i>Tribolium castaneum</i> (<i>Coleoptera</i> : <i>Tenebrionidae</i>) | <i>Tribolium castaneum</i> | <i>Peganum harmala</i> <i>Ajuga iva</i> <i>Aristolochia baetica</i> <i>Raphanus raphanistrum</i> | Insecticidal activity | JBILOU1 et al., 2006 |
| Effets biocides des alcaloïdes, des saponines et des flavonoïdes extraits de <i>Capsicum frutescens</i> L. (<i>Solanaceae</i>) sur <i>Bemisia tabaci</i> (Gennadius) (<i>Homoptera</i> : <i>Aleyrodidae</i>) | <i>Bemisia tabaci</i> | <i>Capsicum frutescens</i> L. | biocides | Bouchelta et al., 2005 |

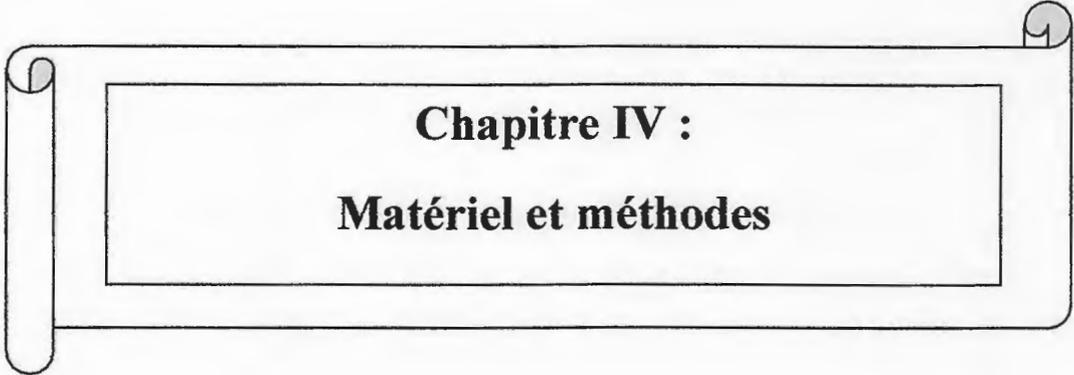
| | | | | |
|---|---|---|----------------------------|--------------------------------------|
| <p>Insecticides botanique pour contrôler les ravageurs de l'agriculture <i>Leptinotarsa decemlineata</i> (Coleoptera: Chrysomelidae)</p> | <p><i>Leptinotarsa decemlineata</i></p> | <p><i>Piper nigrum</i> L <i>P. tuberculatum</i></p> | <p>Insecticides</p> | <p>Scott et al., 2003</p> |
| <p>Contribution à l'étude de l'activité biologique d'extraits de feuilles de <i>Cestrum parqui</i> L'Hérit. (Solanaceae) sur le criquet pèlerin <i>Schistocerca gregaria</i> (Forsk.)</p> | <p><i>Schistocerca gregaria</i></p> | <p><i>Cestrum parqui</i></p> | <p>Activité biologique</p> | <p>Barbouche et al., 2001</p> |



Chapitre III :
Les bioinsecticides d'origine végétale



Etude expérimentale



Chapitre IV :
Matériel et méthodes

Notre travail est constitué par deux parties. Nous avons fait une première approche sur la base d'un questionnaire établis avec les agriculteurs de la wilaya de Jijel, relatif aux insectes nuisibles et aux méthodes de lutte traditionnelles.

L'approche expérimental s'intéresse à l'évaluation des potentialités bio-insecticides, des HEs et des extraits aqueux de trois plantes locales, à savoir *Achillea ligustica*, *Mentha pulegium*, et *Schinus molle*.

IV.1. Matériel végétal

Le matériel végétal est constitué par trois espèces : *Achillea ligustica*, *Mentha pulegium*, et *Schinus molle*. L'identification des espèces végétales étudiées a été faite par M^{me} KHANOUF, enseignante au département de biologie animale et végétale, université de Jijel.

Le choix de ces espèces est basé sur la synthèse bibliographique, notre entretien avec les agriculteurs, et de la disponibilité des espèces en milieu rural.

IV.1.1. Description botanique des plantes sélectionnées

IV.1.1.1. L'Achillée de Ligurie : *Achillea ligustica* All. (Asteraceae)

Achillea ligustica All. aussi appelé l'Achillée de Ligurie (**figure 2**) est une plante vivace de taille moyenne ou assez élevée (jusqu'à 1m20), à tige dressée simple ou rameuse, plus ou moins velue. Les feuilles répandent un parfum agréable.

Le genre *Achillea* appartient à la famille des Astéracées. Il est représenté par 100 espèces majoritairement répandues en Europe, Asie et Amérique du Nord (Mahmoud et *al.*, 2012).



Figure 2: *Achillea ligustica* All

IV.1.1.2. La menthe pouliot: *Mentha pulegium* L. (Lamiaceae)

Plante herbacée vivace à tiges quadrangulaires, rameuses, pubescentes atteignant jusqu'à 30cm de hauteur (figure 3). Les feuilles opposées, petites courtement pétiolées, ovales, longues de 15 à 25mm, crénelées sur les bords. Les fleurs pédonculées, purpurines, roses, blanches ou bleues réunies en verticilles qui approchent au sommet et forment par leur ensemble des épis droites. La menthe pouliot se distingue des autres menthes par son port étiré, ses tiges en partie couchées sur le sol, ses fleurs rosées disposées au long de la tige et des rameaux, et son calice obturé (Beloued, 2009).



Figure 3 : *Mentha pulegium* (Benayad, 2008)

IV.1.1.3. Le faux-poivrier: *Schinus molle* L. (Anacardiaceae)

Schinus molle est un arbre à feuillage persistant appartenant à la famille des anacardiées. Originaire d'Amérique du Sud, le faux-poivrier est un arbre de développement rapide, au port ornemental et pleureur. Il se plaît généralement bien sur le littoral Méditerranéen.

Les feuilles du faux-poivrier sont composées, persistantes, et mesurent jusqu'à 15 cm de long. Les fleurs sont disposées en grappes pendantes, de couleur blanc-crème. Les baies roses mesurent environ 8 mm de diamètre. Elles ont une odeur proche de celle du poivre,



Figure 4 : *Schinus molle* (Kasimaa et Kasimaa, 2012)

IV.1.2. Récolte et séchage

IV.1.2.1. Lieux de récolte

Les plantes utilisées pour cette étude ont été récoltées durant les mois d'Avril, Mai et Juin, à partir de deux sites ; *Schinus molle* récoltées au campus de l'Université de Jijel, *Mentha pulegium*, *Achillea ligustica*, récoltées de la localité agricole de Bouachir, de la commune de Taher, wilaya de Jijel.

IV.1.2.2. Séchage

Les parties utilisées des plantes (tableau 4) sont ensuite nettoyée de la terre et triées des herbes contaminants, puis séchées à l'abri du soleil à une température maximale de 26 °C pendant 7 jours. Ainsi la réduction du matériel végétal en petits fragments à été faite traditionnellement à la main puis à l'aide d'un mortier (Brada et al., 2007).

Tableau 4 : Plantes étudiées et leurs parties utilisées, cas des HEs.

| Nom commun | Nom scientifique | Partie(s) utilisée(s) | Stade phénologique |
|-------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------|
| L'Achillée | <i>Achillea ligustica</i> | Feuilles et fleurs | Floraison |
| La menthe pouliot | <i>Mentha pulegium</i> | Tiges, feuilles et fleurs | Floraison |
| Faux-poivrier | <i>Schinus molle</i> | feuilles | Floraison |

IV.2. Matériel animal

Le modèle biologique est constitué par le puceron noir de la fève *Aphis fabae* (Homoptera, Aphididae). L'identification de l'espèce étudiée a été faite par M ROUIBAH, enseignant au département de biologie animale et végétale, université de Jijel.

L'adulte d'*Aphis fabae* mesure 1.5 à 2.6 mm. Aptère, il est de couleur noir mat à verdâtre (figure 5). Les formes ailées sont de couleur sombre (figure 6) (Turpeau et al., 2012).

Aphis fabae forme des colonies en manchons parfois très denses sur les plantes hôtes secondaires (figure). Ces populations occasionnent des pertes parfois considérables dus à la densité des colonies. Il produit du miellat provoquant des brûlures sur le feuillage et favorisant le développement de la fumagine (Turpeau et al., 2012). De plus *A. fabae* vihicule un grand nombre de phytovirus, tel que la jaunisse grave BYV et la jaunisse modéré BMVY sur les cultures de betterave (Turpeau et al., 2012).

La sélection de l'insecte à été basé sur les points suivants :

- L'importance des dégâts causés par cette espèce
- L'importance économique de ses plantes hôtes : haricot, betterave, fève.
- La disponibilité en nombre et la commodité de cet insecte.



Figure 5 : *A. fabae*, forme aptère (Godin et Boivin, 2002)

Figure 6 : *A. fabae* forme ailée (Godin et Boivin, 2002)

La récolte des pucerons, utilisés durant cette étude, a été faite à partir d'une culture d'haricot vert, variété cobrat, planté sous serre de type tunnel à la région de Rajela, ou encore le nil, commune de Taher, wilaya de Jijel (figure 7). Des tiges et feuilles de l'hôte infestées (figure 8) ont été coupées et mises dans un bac préalablement préparé. La récolte des pucerons est faite continuellement durant les tests afin de garantir la vitalité de l'échantillon.

Le bac utilisé pour le transport des insectes récoltés est d'une base de 400 cm² et d'une hauteur de 25cm (figure 9)

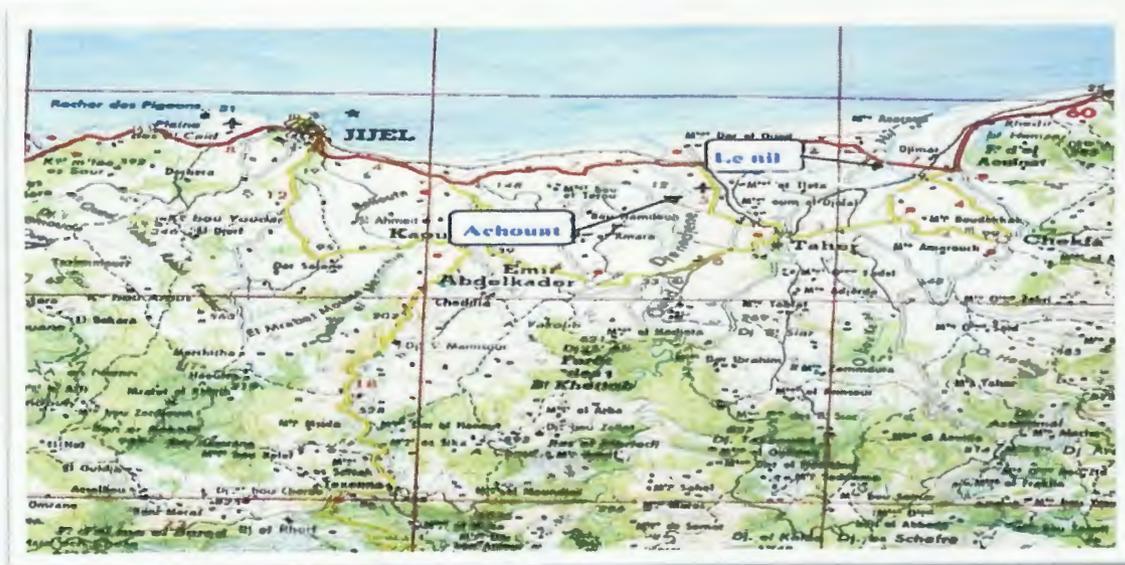


Figure 7 : Site de collecte des insectes 'Le nil'



Figure 8 : Feuilles infestées de l'haricot vert par les pucerons noir *A. fabae*



Figure 9 : Bac utilisé pour le transport des insectes

IV.3. Matériel de laboratoire

Le matériel de laboratoire est constitué par l'appareillage suivant:

- Dispositif d'extraction (Clevenger) ;
- Chromatographe en phase gazeuse ;
- Balance analytique ;
- Plaque chauffante ;



IV.4. Préparation des extraits

Pour chaque plante, deux types d'extraits ont été préparés : L'huile essentielle et l'extrait aqueux.

IV.4.1. Extraction des huiles essentielles

L'extraction des huiles essentielles a été faite par hydrodistillation, à partir du matériel végétal préalablement séché.

IV.4.1.1. Montage d'hydrodistillation

L'hydrodistillation se réalise souvent à l'aide d'un appareil de type Clevenger (figure 10), qui se compose de quatre parties principales : (1) le ballon ; (2) la colonne ; (3) le réfrigérant ; et (4) le vase florentin.

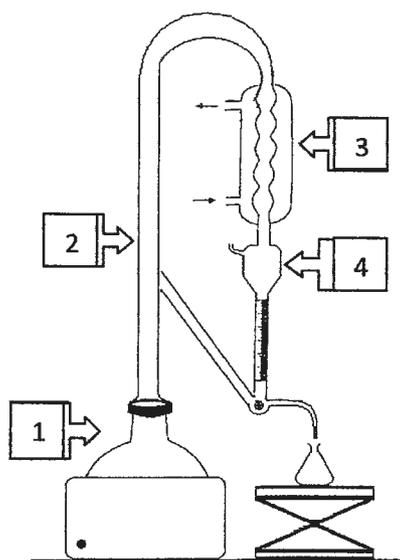


Figure 10 : Dispositif de type Clevenger

IV.4.1.2. Protocol expérimental

L'hydrodistillation consiste à immerger la matière première dans de l'eau distillée contenue dans un ballon. L'ensemble est ensuite porté à ébullition et l'opération est généralement conduite à pression atmosphérique. Les vapeurs sont condensées dans un réfrigérant et les huiles essentielles se séparent de l'eau par différence de densité (Benayad, 2008).

Des lots de 50 g de matériel végétal, préalablement préparés, sont soumis à une hydrodistillation, à l'aide d'un dispositif de type Clévenger. Le matériel végétal a été introduit dans un ballon de 1000 ml contenant 300 ml d'eau distillée. L'ensemble est ensuite porté à ébullition pendant 1h 30 min. La décantation du distillat donne deux phases :

- une phase organique constitué par l'huile essentielle.
- Une phase aqueuse : constituée par de l'eau aromatique ou hydrolat aromatique.

L'huile essentielle obtenue est séchée sur du sulfate de sodium anhydre et est conservée dans des tubes recouvert du papier aluminium, à une température de + 4°C jusqu'à son utilisation ultérieure.

Le rendement en huile essentielle a été déterminé par rapport à la quantité de matière sèche, évalué à partir des échantillons de 50 g.

IV.4.1.3. Analyse de la composition chimique

L'analyse chimique a été effectuée à l'aide d'un chromatographe en phase gazeuse muni d'une colonne capillaire apolaire SE 30 (longueur : 30m, et de 0.25 μ m de diamètre intérieur, l'épaisseur du film est de 25m) couplé à un spectromètre de masse de même type. Le détecteur est de type EV.

Les HEs sont injectés en CPG-SM dans les conditions chromatographiques suivantes :

- température de l'injection de 250
- la température du four variait entre 50 et 250 °C à une vitesse de 5 °C/min;
- le gaz vecteur était l'hélium;
- la température d'injection était de 250 °C et température d'interphase de 350 °C.

L'identification des constituants s'est faite à partir de leurs spectres de masse et de leurs indices de rétention dans la phase stationnaire en comparaison avec ceux de la bibliothèque. La quantification de chaque composé a été effectuée par intégration de son pic sur le spectre du chromatographe en phase gazeuse. Les pourcentages relatifs (%) des composés identifiés dans l'analyse chimique des huiles essentielles ont été calculés à partir des aires de pics obtenus sans aucun facteur de correction

IV.4.2. Préparation des extraits aqueux

Des décoctions de 10% ont été préparées, selon les cas à partir des feuilles et tiges de plantes utilisées comme le montre le **tableau 5**.

Tableau 5 : Plantes étudiées et leurs parties utilisées, cas de la décoction.

| Nom commun | Nom scientifique | Partie(s) utilisée(s) | Stade phénologique |
|-------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------|
| L'Achillée | <i>Achillea ligustica</i> | Tiges, feuilles et fleurs | Floraison |
| La menthe pouliot | <i>Mentha pulegium</i> | Tiges, feuilles et fleurs | Floraison |
| Faux-poivrier | <i>Schinus molle</i> | feuilles | Floraison |

Des lots de 20 g e matériel végétale sont portés à ébullition pendant 60 min dans des Erlenmeyers contenant chacun 400 ml d'eau distillée. Les décoctés refroidis ont été filtrés sur coton puis sur papier filtre wattman N°1. Les filtrats obtenus ont été ensuite séchés à l'étuve à 65°C pour donner les décoctés de nos plantes qui se présentent sous forme de poudres marron à noire.

IV.5. Tests biologiques

Les tests ont été effectués au laboratoire de zoologie, dans des boîtes de Pétri préalablement préparées. Ils consistent à évaluer la toxicité de différents extraits végétaux par contact et/ou inhalation, à l'égard des pucerons *Aphis fabae*.

La méthodologie utilisée s'inspire de la ligne directrice de l'OCDE pour les essais de produits chimiques (OCDE/OECD, 1998).

IV.5.1. Préparation des dilutions :

Plusieurs tests préliminaires ont été effectués afin de choisir les doses à utiliser. Ainsi, des doses respectives de 4, 8, 16, et 32 μl d'HE, ont été diluées dans l'acétone et l'eau distillée, suivant une méthodologie inspirée des travaux de Tchoumboungang (2009).

Pour ce faire, des solutions mères d'huiles essentielles de chaque échantillon ont été préparées dans l'acétone, à partir desquelles des dilutions ont été réalisées dans l'eau distillée pour obtenir des doses expérimentales finales de 4, 8, 16 et 32 $\mu\text{l}/\text{ml}$. Chaque préparation a été faite par introduction de 200 μl de chaque solution ainsi diluée dans des tubes à essais, le volume est complété jusqu'à 20 ml par de l'eau distillée, ce qui correspond dans tous les cas à une concentration en acétone de 1 % par rapport au mélange.

IV.5.1.2. Les dilutions des décoctions

Des tests préliminaires ont permis de choisir les doses à utiliser. Ainsi, des doses respectives de 0.025, 0.05, 0.075 et 0.1 g/ml, pour chaque plante, ont été préparées dans l'eau distillée.

IV.5.1.3. Composition des témoins

Deux types de témoins négatifs ont été préparés ; le premier est constitué par l'eau distillée, le deuxième par une solution d'eau distillée-acétone à 1%. Cependant le témoin positif est constitué par un insecticide commercial, ACEPLAN, dilué à la concentration de 0.001 g/ml, recommandée en traitement contre les pucerons des cultures maraichères.

IV.5.2. Préparation des boîtes

Des boîtes de Pétri de 9 cm de diamètre ont été préparées pour abriter les insectes tests (figure 11). En effet, pour chaque boîte, une fenêtre a été creusée. La fenêtre subit une double couverture par une moustiquaire, de mailles de 1mm de diamètre, afin de permettre à la fois

l'aération de la boîte et garantir l'emprisonnement des insectes. Un papier filtre Wattman N°1 et une feuille de l'hôte fraîche et non infesté sont déposés dans chaque boîte.



Figure 11 : Boîte de Pétri préparée.

IV.5.3. Activité insecticide des huiles essentielles

Un lot de 10 insectes de talles homogènes, non sexés, fraîchement prélevés avec la partie de la feuille qu'ils colonisent, a été introduit dans chaque boîte de Pétri. Les traitements ont été faits par pulvérisation des préparations à l'HE sur les insectes, où chaque boîte reçoit 1 ml de la préparation correspondante et sera immédiatement refermée (figure 12).

Trois types de témoins ont été également constitués, comme c'est décrit, dans les conditions identiques aux boîtes tests.

Trois répétitions ont été effectuées pour chaque dose et les insectes morts ont été comptés 3, 6, et 24 heures après les traitements.

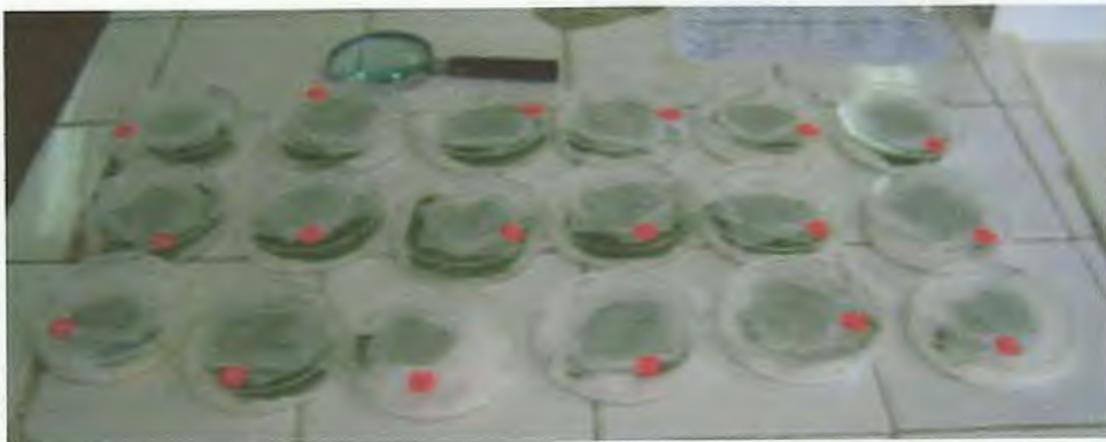


Figure 12 : Dispositif expérimental des traitements par les HEs.

IV.5.4. Activité insecticide des extraits aqueux :

Un lot de 10 insectes de talles homogènes, non sexés, fraîchement prélevés avec la partie de la feuille qu'ils colonisent, a été introduit dans chaque boîte de Pétri. Les traitements ont été faites par pulvérisation des préparations de la décoction sur les insectes, où chaque boîte reçoit 1 ml de la préparation correspondante et sera immédiatement refermée.

Deux types de témoins ont été également constitués, comme c'est décrit, dans les conditions identiques aux boîtes tests.

Trois répétitions ont été effectuées pour chaque dose et les insectes morts ont été comptés 3, 6, et 24 heures après les traitements.



Figure 13 : Dispositif expérimental des traitements par les décoctés.

IV.6. Analyse des données

L'analyse statistique des données est réalisée à l'aide du test (ANOVA 2), les facteurs étudiés sont : dose et plante (Habout et *al.*, 2011).

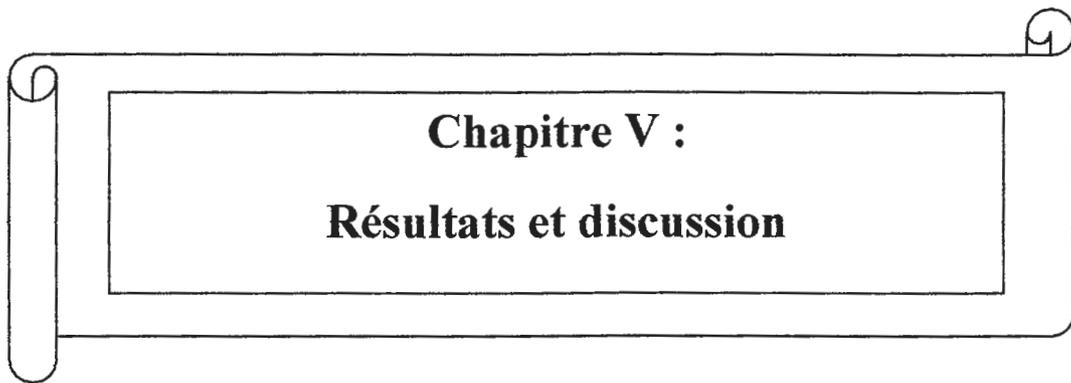
IV.6.1. Correction de la mortalité

Les mortalités dans les boîtes traitées (M_o) ont été exprimées en mortalités corrigées (M_c), tenant compte des mortalités naturelles observées dans les boîtes témoins (M_t) selon la formule d'Abbott (Habout et *al.*, 2011).

$$M_c = \frac{M_o - M_t}{100 - M_t} \cdot 100$$

IV.6.2. Détermination de la DL₅₀

Pour évaluer plus précisément la toxicité des extraits, nous avons calculé les DL₅₀, définies comme étant les doses létales provoquant 50 % de mortalité dans la population d'insectes traitées. Ces valeurs ont été calculées avec le logiciel BioStat 2009 par méthode de Finney à 6 heures du traitement. Les droites de régressions sont obtenus par la méthode des moindres carrés sur le même logiciel (**Habout et al., 2011**).



Chapitre V :
Résultats et discussion

V. Résultats et discussion

V.1. Rendement en HE

Les rendements moyens de l'extraction par hydrodistillation sont calculés par rapport à 100g de la matière sèche pour chaque plante. Ils sont représentés par la **figure 14**.

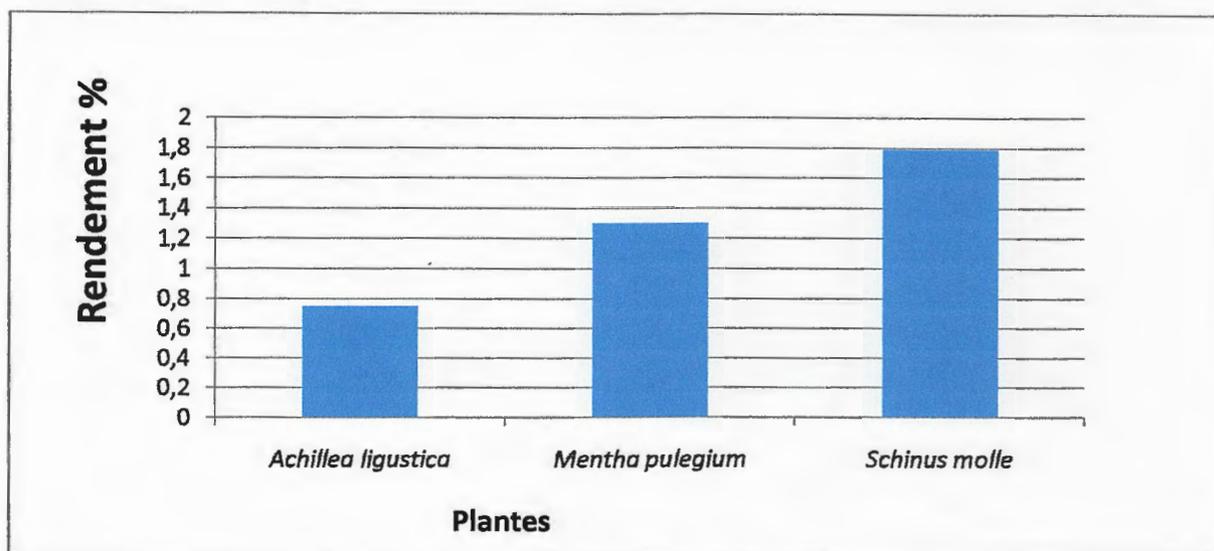


Figure 14 : Rendements moyens de l'extraction des HEs par hydrodistillation

Les rendements en huiles essentielles (HEs) diffèrent entre les trois plantes étudiées, le rendement le plus faible est enregistré pour *Achillea ligustica* (0.75 %), alors que *Mentha pulegium* et *Schinus molle* ont des rendements en HEs plus élevés soit respectivement 1.3 % et 1.79 %.

Le rendement en HEs peut varier d'une famille botanique à une autre, d'une espèce à une autre et même entre les plantes de la même espèce. De plus, cette différence de teneur en HEs peut être liée à plusieurs facteurs tels que la zone géographique de collecte, le climat, le stade de développement et la saison de récolte (**Belyagoubi, 2006 ; Khenaka, 2011**).

La quantité en HEs obtenu pour *Achillea ligustica* (0.75 %) est supérieure à celle trouvée dans une étude menée en Italie par Bader et al. (2007), (0.38% et 0.48%). En ce qui concerne *Mentha pulegium*, le rendement obtenu dans notre étude (1.3%) est inférieur à celui noté pour la même espèce collectée au Maroc (2.33%) (**Benayad, 2008**). Ces résultats suggèrent l'influence de la région d'habitat sur le rendement en HEs (**Bader et al., 2007**).

V.2. Analyse de la composition chimique par CPG-SM

L'analyse chimique des HEs extraites à partir de trois plantes étudiées est effectuée à l'aide d'un chromatographe en phase gazeuse équipé d'un spectromètre de masse.

Les principaux composés chimiques qui constituent la fraction majoritaire des HEs des plantes étudiées sont représentés par les tableaux 5, 6 et 7.

V.2.1. Composition chimique de l'HE d'*Achillea ligustica*.

Tableau 6: Composés majoritaires de l'HE d'*Achillea ligustica*

| N° de pic | Aire % | nom | identif |
|-----------|--------|---|-----------------------|
| 58 | 24.12 | 3,5-Heptadienal, 2-ethylidene-6-methyl- | Non identifier |
| 63 | 13.19 | 3,5-Heptadienal, 2-ethylidene-6-methyl- | Non identifier |
| 27 | 11.96 | Bicyclo[3.1.1]hept-2-en-6-one, trimethyl- | 2,7,7- Chrysanthenone |
| 29 | 5.83 | Bicyclo(2.2.1)heptan-2-one, trimethyl-, (1R)- | 1,7,7- D-camphre |
| 35 | 3.32 | Bicyclo 2.2.1 heptan-2-ol, trimethyl-, (1S-endo)- | 1,7,7- Borneol |
| 15 | 2.73 | Eucalyptol | Eucalyptol |

L'HE d'*Achillea ligustica* se caractérise par la dominance des monoterpènes oxygénés à savoir le chrysanthenone, le d-camphre, le borneol et l'eucalyptol. En effet, tous les constituants répertoriés dans le tableau appartiennent à cette catégorie.

Des études réalisées par **Bader (2007)**, sur *A. ligustica* d'origine italienne ont décelé les mêmes composants chimiques, mais à des pourcentages plus faible en comparaison avec nos résultats.

V.2.2. Composition chimique de l'HE de *Mentha pulegium*Tableau 7: Composés majoritaires de l'HE *Mentha pulegium*

| N° de pic | Aire % | nom | identif |
|-----------|--------|--|----------------------|
| 30 | 36.89 | Cyclohexanone,5-methyl-2-(1-methylethylidene)- | Pulegone |
| 25 | 10.40 | Cyclohexanol,5-methyl-2-(1-methylethyl)-, n.alpha.,2.alpha.,5.alpha.)- | Menthol |
| 12 | 6.85 | | D-Limonene |
| 21 | 5.49 | Cyclohexanone,5-methyl-2-(1-methylethyl)-, trans- | Menthone |
| 47 | 4.80 | alpha.-Caryophyllene | alpha.-Caryophyllene |
| 48 | 4.37 | 1,6-Cyclodecadiene,1-methyl-5-methylene-8-(1-methylethyl)-, s-(E,E) - | Germacrene D |

La composition chimique de l'huile essentielle de *M. pulegium* est également de type monoterpénique, avec une majorité des monoterpènes oxygénés tel que le pulegone, le menthol et menthone. Le principal constituant de la fraction oxygénée est la pulegone (36.89 %). Parmi les monoterpènes hydrocarbonés, on peut citer la D-Limonene (6.85 %). Ces résultats sont en accord avec ceux obtenus par Benayad (2008) qui décrivent d'un échantillon caractérisé par un fort taux de pulegone.

V.2.3. Composition chimique de l'HE de *Schinus molle*Tableau 8: Composés majoritaires de l'HE de *Schinus molle*

| N° de pic | Aire % | nom | identif |
|-----------|--------|---|------------------------------|
| 143 | 20.48 | Cyclohexanemethanol,4-ethenyl- .alpha.,.alpha.,4-trimethyl-3-(1-methylethenyl)-, (1R (1.alpha.,3.alpha.,4.beta.))- | Elemol |
| 132 | 11.63 | 1,5-Cyclodecadiene,1,5-dimethyl-8-(1- methylethylidene)-, (E,E)- | Germacrene B |
| 129 | 7.83 | 1,6-Cyclodecadiene, 1-methyl-5-methylene-8- (1-methylethyl)-, s-(E,E)- | Germacrene D |
| 161 | 5.74 | 2-Naphthalenemethanol,decahydro- .alpha.,.alpha.,4a-trimethyl-8-methylene-, (2R- (2.alpha.,4a.alpha.,8a.beta.))- | Non identifier |
| 162 | 5.64 | 2-Naphthalenemethanol,1,2,3,4,4a,5,6,8a- octahydro-.alpha.,.alpha.,4a,8-tetramethyl-, (2R-(2.alpha.,4a.alpha.,8a.beta.))- | α -Eudesmol |
| 152 | 5.25 | Dehydroxy-isocalamendiol | Dehydroxy- isocalamendiol |

Les principaux composés chimiques qui constituent la fraction majoritaire de cette l'huile essentielle sont de type sesquiterpènes, avec une dominance des composés oxygénés : l'elemol (20.48%), l' α -eudesmol (5.64%). Parmi les sesquiterpènes hydrocarbonés, on peut citer le germacrene B et D avec des proportions respectivement de 11.63 et 7.83%.

Selon la littérature la composition chimique de l'HE de *S. molle* varie en fonction du climat. Sous un climat méditerranéen l' α -phellandrene (30%) et l'elemol (13.25%) sont les constituants majeurs. En revanche, la limonene (40%) domine sous climat équatoriale (Kasimala, 2012).

V.3. Activité insecticide des huiles essentielles

Les tableaux 9, 10 et 11 représentent les moyennes de mortalités observées et les écart-types, suite au traitement des populations d'*Aphis fabae* au HEs d'*A. ligustica*, *M. pulegium* et *S. molle* en fonction de la dose et du temps.

D'autre part les moyennes de mortalités observées et les écart-types des autres témoins (témoin-eau et témoin-insecticide) sont consignés dans le tableau 12.

Tableau 9: Moyennes de mortalités observées suite au traitement à l'HE d'*A. ligustica*

| | Témoin acétone (1%) | 4µl/ml | 8µl/ml | 16µ/ml | 32µ/ml |
|-------|---------------------|-----------|-----------|-----------|--------|
| 3h | 0 | 0 | 0.33±0.58 | 0.67±0.58 | 1.00±1 |
| 6h | 0 | 1.33±0.58 | 5.67±0.58 | 6.67±2.08 | 9.00±1 |
| 24h | 1.33±1.53 | 0.67±0.58 | 1±1.00 | 1.67±1.53 | 0 |
| total | 1.33 | 2 | 7 | 9 | 10 |

Tableau 10: Moyennes de mortalités observées suite au traitement à l'HE de *M. pulegium*

| | Témoin acétone (1%) | 4µl/ml | 8µl/ml | 16µ/ml | 32µ/ml |
|-------|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 3h | 0 | 0.67±0,58 | 1,00±1 | 4,33±0,58 | 7,00±2 |
| 6h | 0 | 1,00±0 | 2,00±1 | 0,33±0,58 | 0,67±0,58 |
| 24h | 1.33+1.53 | 1,33±1,15 | 2,67±1,15 | 2,00±0 | 1,00±0 |
| Total | 1.33 | 3 | 5,67 | 6,67 | 9,67 |

Tableau 11: Moyennes de mortalités observées suite au traitement à l'HE de *S. molle*

| | Témoin acétone (1%) | 4µl/ml | 8µl/ml | 16µ/ml | 32µ/ml |
|-------|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 3h | 0 | 0 | 0,33±0,58 | 5,00±1,00 | 8,67±1,53 |
| 6h | 0 | 2,33±0,58 | 4,33±0,58 | 2,67±0,58 | 1,00±1,00 |
| 24h | 1.33+1.53 | 2,00±1,00 | 1,00±1,00 | 0,67±0,58 | 0 |
| Total | 1.33 | 4,33 | 5,67 | 8,33 | 9,67 |

Tableau 12: Moyennes des nombres de mortalités enregistrés chez les témoins

| | Témoin-eau | Témoin-ACEPLAN |
|-------|------------|----------------|
| 3h | 0 | 3,67±0,58 |
| 6h | 0 | 2,33±1,53 |
| 24h | 0,67±0,58 | 0,67±1,15 |
| total | 0,67 | 6,67 |

V.4. Analyse des résultats

V.4.1. Mortalités corrigées

Les figures 15, 16, et 17 affichent les taux de mortalités corrigées et cumulées, enregistrés suite au traitement des populations d'*Aphis fabae* au HES d'*A. ligustica*, *M. pulegium* et *S. molle* en fonction de la dose et du temps.

V.4.1.1. Effet insecticide de l'HE d'*Achillea ligustica*

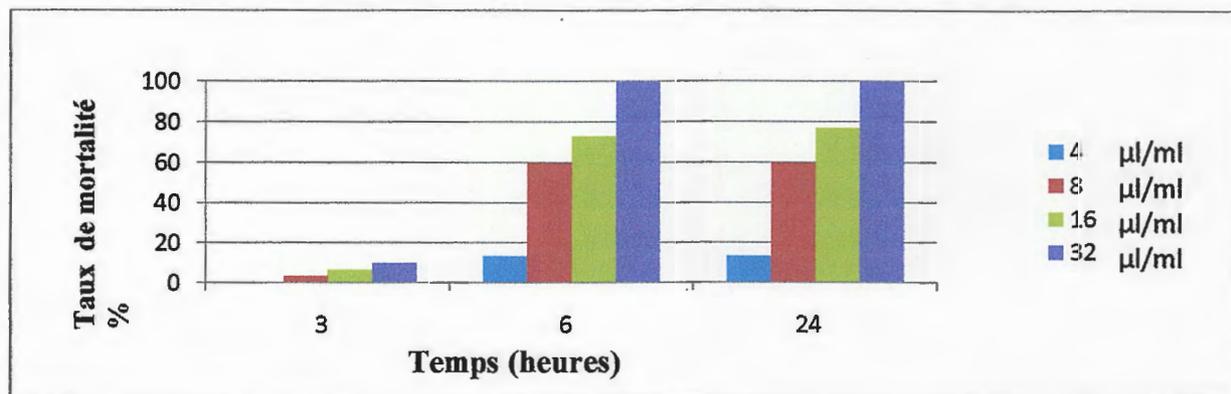


Figure 15 : Taux de mortalités corrigées et cumulées, enregistrés suite au traitement à l'HE d'*A. ligustica*.

On observe une évolution du taux de mortalité avec la dose d'huile essentielle testée et le temps. La plus forte dose (32 µl/ml) occasionne une mortalité totale, soit 100%, des pucerons *A. fabae* au bout de 6 heures du traitement. La plus faible dose (4 µl/ml) occasionne 13.30 % de mortalité au même intervalle de temps, ce qui confirme le degré élevé de toxicité de cette huile essentielle vis-à-vis de ces insectes.

V.4.1.2. Effet insecticide de l'HE de *Mentha pulegium*

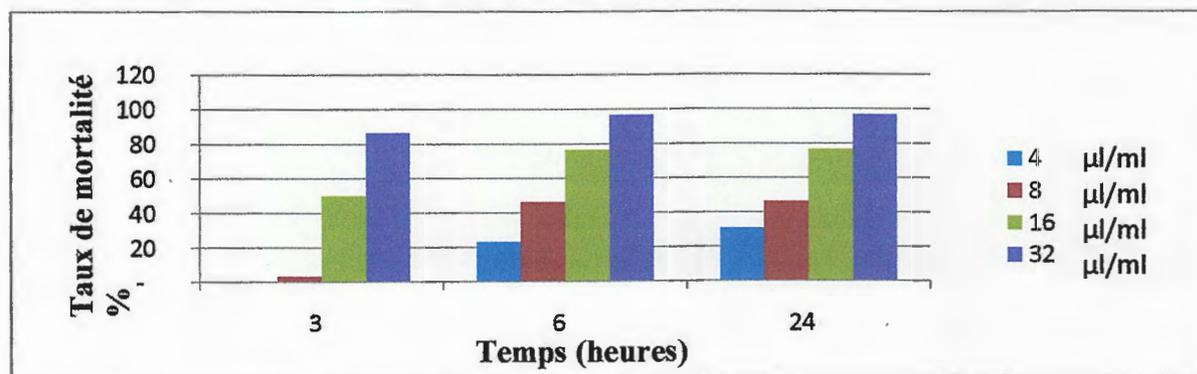


Figure 16 : Taux de mortalité corrigé et cumulé, enregistré suite au traitement à l'HE de *M. pulegium*

Les résultats obtenus avec l'HE de *M. pulegium* indiquent que les doses appliquées ont provoqué des mortalités sensiblement différentes vis-à-vis *A. fabae*. Le pourcentage de mortalités croit en fonction de la dose de l'HE et du temps. Il atteint une valeur maximale de 76.60 % à une dose de 32 μ l/ml au bout de 6 heures du traitement. Tandis que la plus faible dose 4 μ l/ml occasionne 16.60 % de mortalité au même intervalle du temps.

V.4.1.3. Effet insecticide de l'HE de *Schinus molle*

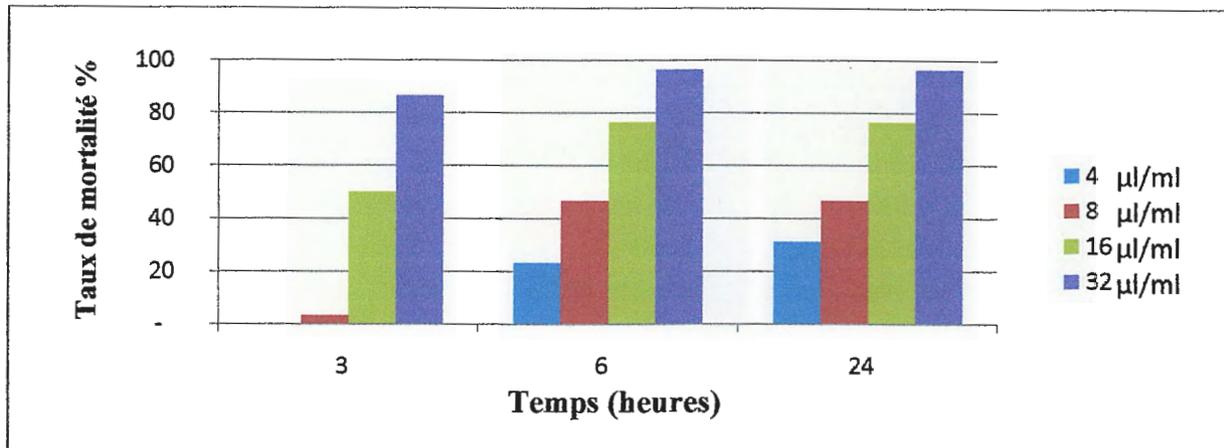


Figure 17 : Taux de mortalités corrigées et cumulées, enregistrés suite au traitement à l'HE de *S. molle*.

On observe une variation du taux de mortalité avec la dose d'huile essentielle testée et le temps. La plus forte dose 32 μ l/ml occasionne une mortalité quasi-totale 96.60 %, vis-à-vis *A. fabae* après 6 heures du traitement. La plus faible dose 4 μ l/ml se montre aussi efficace, occasionnant 23.30 % de mortalité au même intervalle du temps.

Les résultats obtenus durant ces tests montrent qu'il existe une relation d'effet-dose entre les taux de mortalités enregistrés et les doses d'HEs appliquées pour chaque plante.

Ces résultats montrent que toutes les HEs sont avérées très efficaces à la dose D4=32 μ l/ml, puisque la mortalité des insectes était presque totale et cela dans les 6 heures qui suivent le traitement.

Pour les doses 4 et 8 μ l/ml les insectes, ont montré une petite résistance qui n'a pas duré plus de 3 heures puisqu'on a pu atteindre des mortalités importantes au bout du 6 heures.

Donc, nous pouvons conclure que les HEs de ces plantes ne nécessitent pas beaucoup de temps pour se manifester, cela indique l'existence d'une toxicité aiguë provoquant une mortalité très élevée pendant les six premières heures post traitement.

Comparativement au traitement insecticide, qui est effectuée en même temps que les traitements par les HEs, ces derniers se montrent, tous les trois, plus efficaces que le traitement insecticide qui ne provoque que 59.90% de mortalité au même intervalle de temps et à la concentration recommandée par le fabricant.

V.4.2. Efficacité comparée des HEs des trois plantes étudiées

Le traitement statistique des résultats à l'aide du logiciel BioStat 2009 nous a permis de calculer les DL50 par la méthode de Finney à 6 heures du traitement. Les résultats obtenus sont représentés par le **tableau 13**.

Tableau 13 : Les DL50 ($\mu\text{l/ml}$) obtenus par la méthode de Finney à 6 heures du traitement

| plante | DL50 | DL50 LCL | DL50 UCL | Erreur standard |
|---------------------------|-------|----------|----------|-----------------|
| <i>Achillea ligustica</i> | 8.50 | 5.51 | 12.23 | 1.74 |
| <i>Mentha pulegium</i> | 18.13 | 10.53 | 65.30 | 8.75 |
| <i>Schinus molle</i> | 9.59 | 5.34 | 15.50 | 2.64 |

En s'appuyant sur les résultats obtenus, l'HE d'*Achillea ligustica* est le plus efficace, avec une DL50 de 8.50 $\mu\text{l/ml}$ calculé après 6 heures du traitement. Il est suivi par l'HE de *Schinus molle* avec une DL50 égale à 9.59 $\mu\text{l/ml}$. Tandis que l'HE de *Mentha pulegium* se montre moins efficace, sa DL50 est de 18.13 $\mu\text{l/ml}$ dans les mêmes conditions.

La transformation des pourcentages de mortalités, après 6 heures d'exposition, en probits (unité de probabilité), et la régression de ces données en fonction du logarithme décimal des doses des huiles essentielles, a permis d'obtenir les équations des droites de régressions (**tableau 14**). Ces dernières sont représentées par la **figure 18**.

Tableau 14 : Les équations des droites de régressions des HEs

| Extrait (HE) | Equation de la droite de régression | R ² % |
|---------------------|-------------------------------------|------------------|
| <i>A. ligustica</i> | $Y_1 = 3,32 x + 1,86$ | 94.38 |
| <i>M. pulegium</i> | $Y_2 = 1,89 x + 2,62$ | 97.04 |
| <i>S. molle</i> | $Y_3 = 2,37 x + 2,68$ | 99.64 |

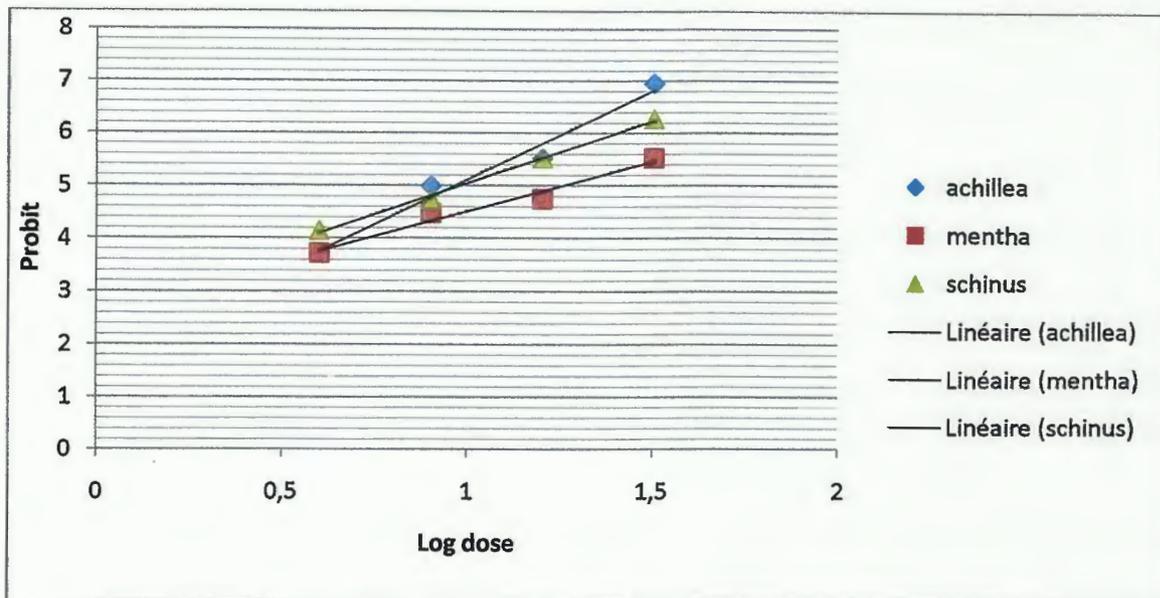


Figure 18 : Droites de régression linéaires log-probit de mortalités enregistrées suite aux traitements aux HEs.

V. 5. Activité insecticide des extraits aqueux

Les tableaux 15, 16 et 17 représentent les moyennes de mortalités observées et les écart-types, suite au traitement des populations d'*A. fabae* par des doses croissantes des décoctés d'*A. ligustica*, *M. pulegium* et *S. molle* en fonction du temps.

Tableau 15: Moyennes de mortalités observées suite au traitement au décocté d'*A. ligustica*

| | Témoin-eau | 0,025 g/ml | 0,05 g/ml | 0,075 g/ml | 0,1 g/ml |
|----------|------------|------------|-----------|------------|-----------|
| 3heures | 0,33±0,58 | 0,66±0,58 | 0,33±0,58 | 0,33±0,58 | 0,33±0,58 |
| 6heures | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 24heures | 0,33±0,58 | 0,33±0,58 | 1±1 | 1±0 | 2,33±0,58 |
| Total | 0,66 | 1 | 1,33 | 1,33 | 2,66 |

Tableau 16 : Moyennes de mortalités observées suite au traitement au décocté de *M. pulegium*

| | Témoin-eau | 0,025 g/ml | 0,05 g/ml | 0,075 g/ml | 0,1 g/ml |
|----------|------------|------------|-----------|------------|-----------|
| 3heures | 0,33±0,58 | 0,33±0,58 | 1,33±1,15 | 0,66±0,58 | 0,33±0,58 |
| 6heures | 0 | 0,33±0,58 | 0,33±0,58 | 0,66±0,58 | 0,66±0,58 |
| 24heures | 1,33±0,58 | 0,66±0,58 | 0,66±0,58 | 0,33±0,58 | 2,33±0,58 |
| Total | 1,66 | 1,33 | 2,33 | 1,66 | 3,33 |

Tableau 17 : Moyennes de mortalités observées suite au traitement au décocté de *S. molle*

| | Témoin-eau | 0,025 g/ml | 0,05 g/ml | 0,075 g/ml | 0,1 g/ml |
|----------|------------|------------|-----------|------------|-----------|
| 3heures | 0,33±0.58 | 0 | 0 | 0 | 1±0 |
| 6heures | 0 | 0,33± | 0 | 0 | 1±1 |
| 24heures | 0,33±0.58 | 1,33±0.58 | 1,66±0.58 | 2,66±1.15 | 4,33±0.58 |
| Total | 0,66 | 2,66 | 1,66 | 2,66 | 6,33 |

V.5.1. Mortalités corrigées

Les figures 19,20 et 21 affichent les taux de mortalités corrigées et cumulées, enregistrés suite au traitement des populations d'*Aphis fabae* aux décoctés d'*A. ligustica*, *M. pulegium* et *S. molle* en fonction de la dose et du temps.

V. 5.1.1. Effet insecticide au décocté d'*Achillea ligustica*

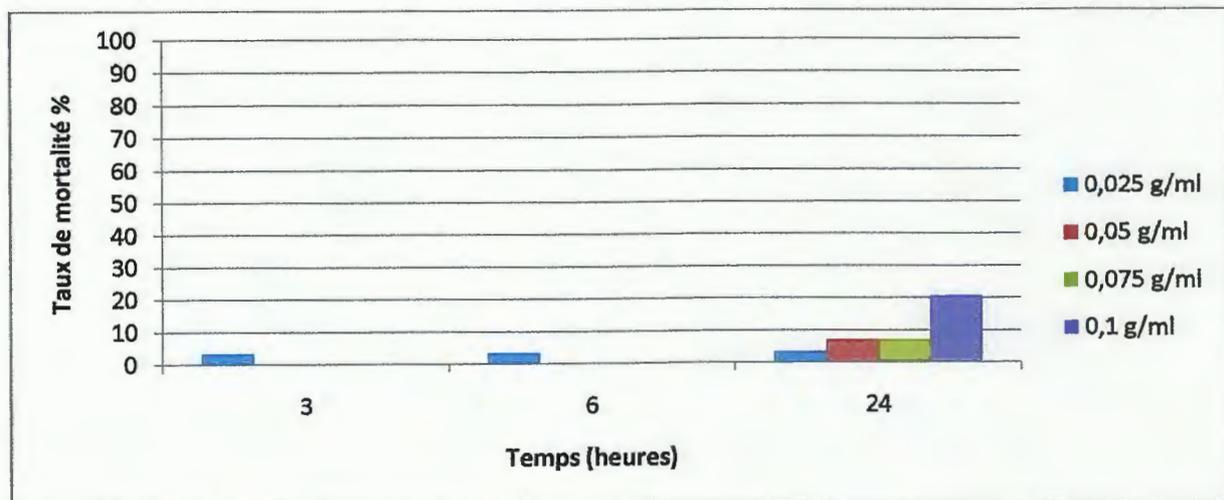


Figure 19 : Taux de mortalité corrigé et cumulé, enregistré suite au traitement au décocté d'*A. ligustica*.

On observe une évolution du taux de mortalité avec la dose de décocté testé et le temps. La plus forte dose (0.1g/ml) n'occasionne qu'une mortalité de 20.68%, des pucerons *A. fabae* au bout de 24 heures du traitement. La plus faible dose (0.25g/ml) provoque 3.41% de mortalité au même intervalle de temps. Le décocté montre une faible toxicité vis-à-vis *A. fabae*.

V.5.1.2. Effet insecticide de la décoction de *Mentha pulegium*

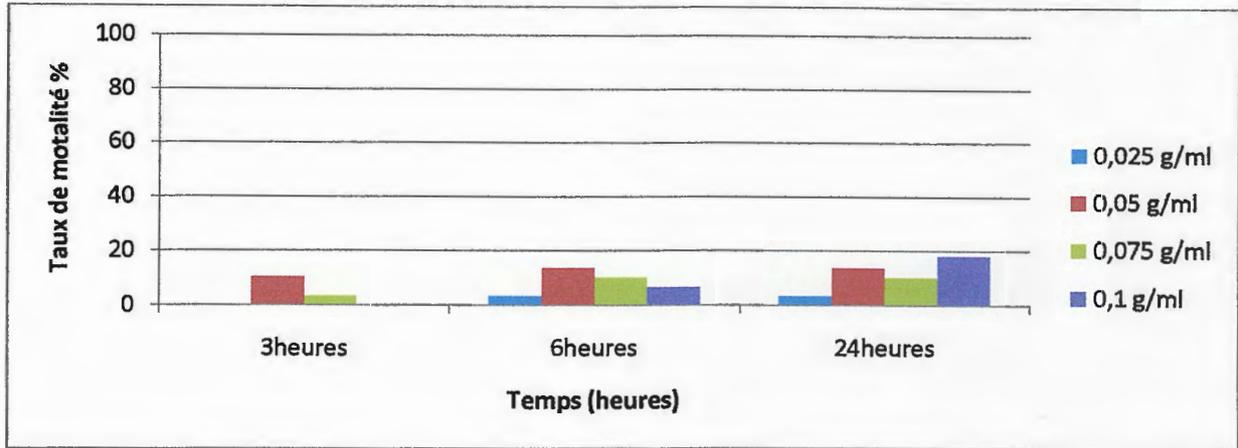


Figure 20 : Taux de mortalité corrigé et cumulé, enregistré suite au traitement du décocté de *M. pulegium*

Les résultats obtenus avec le décocté de *M. pulegium* indiquent également que les doses appliquées ont provoqué des mortalités très faibles et par fois. La valeur maximale des pourcentages de mortalités n'atteint que 18.19% après 24 heures du traitement.

V.3. Effet insecticide de la décoction de *Schinus molle*

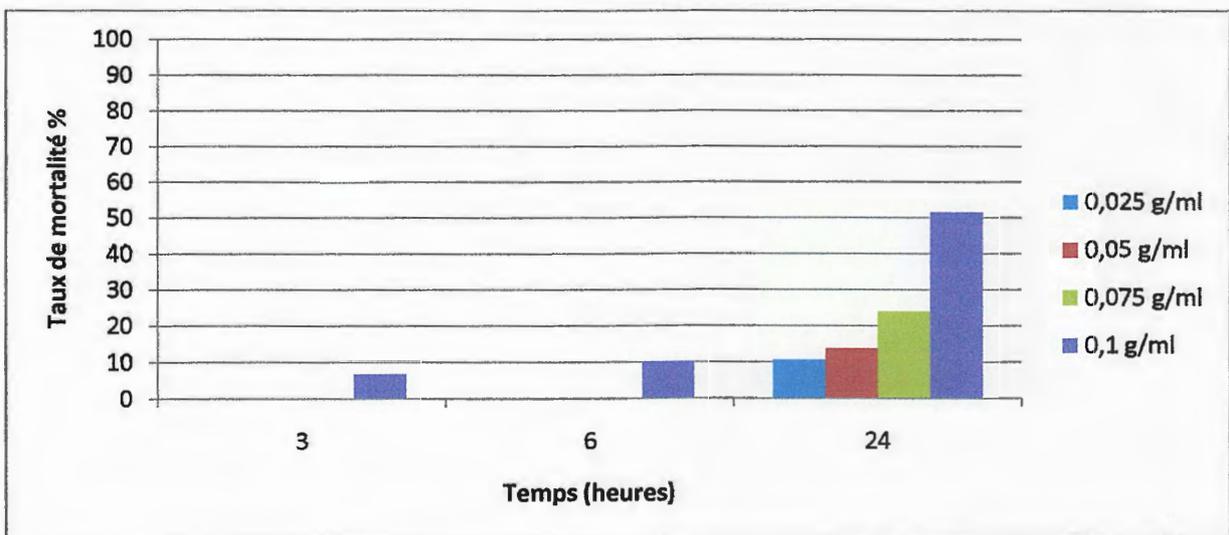


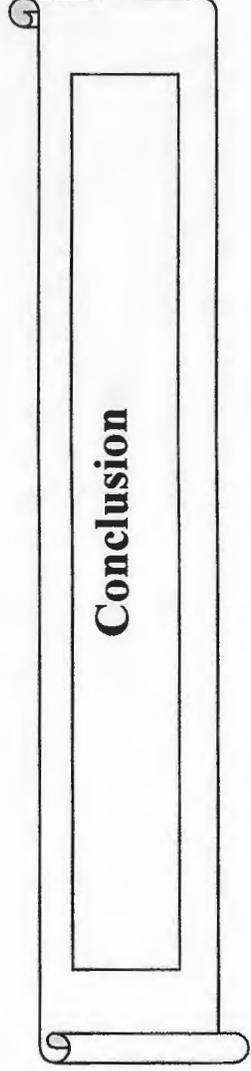
Figure 21 : Taux de mortalités corrigées et cumulées, enregistrés suite au traitement du décocté de *S. molle*.

On observe une évolution du taux de mortalité avec la dose de décocté testé et le temps. La plus forte dose (0.1g/ml) cause une mortalité de 51.62%, vis-à-vis *A. fabae* après 24 heures du traitement.

Le décocté de *S. molle* a pu enregistrer des mortalités plus importantes que celles enregistrées suite aux traitements par les décoctés d'*A. ligustica* et *M. pulegium*, ces deux dernier sont relativement inefficace.

En conclusion notre étude nous a permis de mètre en évidence l'effet insecticide des extraits des plantes étudier à savoir *A. ligustica*, *M. pulegium* et *S. molle*, où il est montrer que les HEs s'avèrent très efficace à l'égard du puceron noir de la fève *A. fabae*. Cependant les extraits aqueux de ces mêmes plantes se montrent relativement faibles.

Conclusion



Conclusion

Conclusion

L'intérêt du développement d'alternatives pour protéger les cultures contre leurs ennemis est souligné vu les effets néfastes de l'utilisation des produits chimiques de synthèse pour l'homme, les animaux non ciblés et l'environnement. Actuellement, de nombreux bioinsecticides d'origine végétale font l'objet d'études pour prendre la place des insecticides chimiques dans le domaine de la phytoprotection.

Dans cette étude nous nous sommes intéressés à l'évaluation des potentialités bioinsecticides des extraits de trois plantes locales à l'égard du puceron noir de la fève *Aphis fabae* (Homoptera, Aphididae).

L'activité insecticide des extraits d'*Achillae ligustica*, *Mentha pulegium* et *Schinus molle* a été mise en évidence. Pour chaque plante, deux types d'extraits ont été préparés : L'huile essentielle et l'extrait aqueux.

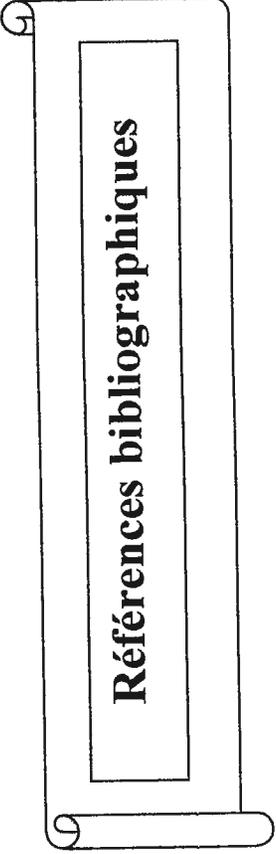
L'analyse de la composition chimique des HEs d'*A. ligustica* a montré la dominance des monoterpènes oxygénés. Pour *M. pulegium* la pulegone est le produit majoritaire de l'HE. Tandis que l'elemol est le constituant principal de l'HE de *Schinus molle*.

Les HEs des plantes étudiées sont avérées très efficaces vis-à-vis du puceron noir *A. fabae*. Les DL50 se situent entre 8.5 et 18.13 $\mu\text{l/ml}$. En s'appuyant sur ces résultats : L'HE d'*A. ligustica* est le plus efficace, il est suivi par l'HE de *S. molle* et de *M. pulegium*.

De même, l'activité insecticide des décoctés de ces plantes a été évaluée. Les résultats obtenus montrent que ces extraits sont relativement inefficaces, sauf pour le cas de *S. molle* qui a pu atteindre une mortalité de 51.62% à la dose 0.1g/ml 24 heures après traitement.

A la suite de ces résultats, il serait intéressant dans un premier temps de compléter et généraliser cette étude pour d'autres espèces de plantes et d'insectes ravageurs.

De faire des essais en plein champs afin d'évaluer l'efficacité de ces extraits dans le milieu naturel et préparer leurs exploitation en tant que biopesticides.



Références bibliographiques

Alouani A., Rehim N. et Soltani N., 2009-Larvicidal Activity of a Neem Tree Extract (Azadirachtin) Against Mosquito Larvae in the Republic of Algeria . Jordan Journal of Biological Sciences, Vol. 2, N° 1, pp15 – 22.

Aouinty B., Oufara S., Mellouki F. et Mahari S., 2006-Évaluation préliminaire de l'activité larvicide des extraits aqueux des feuilles du ricin (*Ricinus communis* L.) et du bois de thuya (*Tetraclinis articulata* (Vahl) Mast.) sur les larves de quatre moustiques culicidés : *Culex pipiens* (Linné), *Aedes caspius* (Pallas), *Culiseta longiareolata* (Aitken) et *Anopheles maculipennis* (Meigen). Biotechnol. Agron. Soc. Environ. Maroc. Vol.10, N°2, pp 67 – 71.

Ayvaz A., Sagdic O., Karaborklu S. et Ozturk L., 2008-Insecticidal activity of the essential oils from different plants against three stored-product insects. Journal of Insect Science. Vol. 10, N° 21, p13.

Bader A., Panizzi L., Cioni P.L. et Flamini G.,2007-*Achillea ligustica*: composition and antimicrobial activity of essential oils from the leaves, flowers and some pure constituents. Central European Journal of Biology .Vol. 2, N° 2, pp 206–212.

Bambara D. et Tientoré J., 2008- Efficacité biopesticide de *Hyptis spicigera* Lam., *Azadirachta indica* A. Juss. et *Euphorbia balsamifera* Ait. sur le niébé *Vigna unguiculata* L. Walp. Tropicultura, 26, 1, pp 53-55.

Barbouche N., Hajjem B., Lognay G. et Ammar M., 2001-Contribution à l'étude de l'activité biologique d'extraits de feuilles de *Cestrum parqui* L'Hérit. (Solanaceae) sur le criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* (Forsk.). Biotechnol. Agron. Soc. Environ , Vol.5, N° 2, pp 85–90.

Beloued A., 2009-Plantes médicinales. In. Plantes médicinales d'Algerie, Office des Publication Universitaires, 5^{ème} Edition, Algérie, p136.

Belyagoubi L., 2006-Effet de quelques essences végétales sur la croissance des moisissures de détérioration des céréales. Thèse. Magister. Bio. Uni. Telemcen ,76 p.

Benayad N., 2008-Les huiles essentielles extraites des plantes médicinales marocaines :moyen efficace de lutte contre les ravageurs des denrées alimentaires. Projet de Recherche. Uni. Agdal, 59 p.

Bonsignore C.P. et Vacante V., 2012-Influences of botanical pesticides and biological agents on *Orius laevigatus*-*Frankliniella occidentalis* dynamics under greenhouse conditions . Journal of Plant Protection Reserch Vol. 52, N° 1, 9p.

Boiteau Get Vernon R., 2000-Lutte mécanique.In.lutte physique en phytoprotection Panneton B., Vincent C. et Fleurât F.INRA, Paris, pp 239-265.

Bouchelta A., Boughdad A. et Blenzar A., 2005-Effets biocides des alcaloïdes, des saponines et des flavonoïdes extraits de *Capsicum frutescens* L. (Solanaceae) sur *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera : Aleyrodidae). Biotechnol. Agron. Soc. Environ,Vol. 9, N° 4, pp 259–269.

Bouzouita N., Kachouri F., Ben Halima F. et Chaabouni M.M., 2008-Composition chimique et activités antioxydante, antimicrobienne et insecticide de l'huile essentielle de *Juniperus phoenicea*. Journal de la Société Chimique de Tunisie, 10, pp119-125.

Brada M., Bezzina M., Marlier M. et Carlier A., 2007-Variabilité de la composition chimique des huiles essentielles de *Mentha rotundifolia* du Nord de l'Algérie.Biotechnol. Agron. Soc. Environ. Vol.11, N° 1, pp 3-7.

Cloutier C. et Cloutier C., 1992-Les solution biologiques de lutte pour la répression des insectes et acariens ravageurs des cultures. In. La lutte biologique, Coderre D. et Vencent C., TEC& DOC, lavoisier. Paris, pp19-72.

Eziah V.Y., 2011-Bioefficacy of neem oil (Calneem™), a botanical insecticide against the tropical warehouse moth, *Ephestia cautella*. International Research Journal of Agricultural Science and Soil Science Vol. 1, N° 7, pp 242-248.

Facknath S. et Lalljee B., 2008-Study of Various Extracts of *Ayapana triplinervis* for their Potential in Controlling Three Insect Pests of Horticultural Crops. Tropicultura, 26, 2, pp119-124.

Fanny B., 2008-Effet larvicide des huiles essentielles sur *Stomoxys calcitrans* à la réunion. These. Doctorat. Vétérinaire. Uni. Toulouse, 75p.

Godin C. et Boivin G., 2000-Guide d'identification des pucerons dans les cultures maraîchères au Québec. Agriculture et Agroalimentaire. Canada, 31p.

Habout Z.A., Haougui A., Mergeai G., Haubruge E., Toudou A. et Verheggen F.J., 2011-Insecticidal effect of *Jatropha curcas* oil on the aphid *Aphis fabae* (Hemiptera: Aphididae) and on the main insect pests associated with cowpeas (*Vigna unguiculata*) in Niger *Tropicultura*, 29, 4, pp 225-229.

Huignard J., Lapied B., Dugravot S., Robert M.M. et Kétoh G.K., 2008-Mode d'action neurotoxiques des dérivés soufrés et de certaines huiles essentielles et risques liés à leur utilisation. In. In. biopesticides d'origines végétale. Philogène B.J.R., Roger C.R. et Vincent C. 2^{ème} édition. TEC& DOC, Lavoisier, Paris, pp 219-228.

Iserin P., 2001-Encyclopédie des plantes médicinales. Larousse, 335p.

Isman M.B., 2008-Problemes et perspectives de commercialisation des insecticides d'origine botanique. In. Biopesticides d'origines végétale. Philogène B.J.R., Roger C.R. et Vincent C. 2^{ème} édition. TEC& DOC, Lavoisier, Paris, pp 465-474.

Jbilou R., Ennabili A. et Sayah F., 2006-Insecticidal activity of four medicinal plant extracts against *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae) *African Journal of Biotechnology* ,Vol. 5, N° 10, pp 936-940.

Jean-Noel A. et Serge S., 2005-Stratigies de protection des cultures. In. Expertise scientifique collective : Pesticides, agriculture et environnement. Jean-Noel A., Dir, 103p.

Kaloma A., Kitambala K., Ndjango N.L., Sinzahera U. et Paluku T., 2008-Effet des poudres d'*Eucalyptus citriodora*, de *Cupressus lucitanica* et de *Tagetas minitiflora* dans la conservation du maïs (*Zea mays*) et du haricot (*Phaseolus vulgaris*) dans les conditions de Rethy (République Démocratique du Congo) . *Tropicultura*, 26, 1, pp24-27.

Kambou G. et Guissou I.P., 2011-Phytochemical Composition and Insecticidal Effects of Aqueous Spice Extracts on Insect Pests Found on Green Beans (*Phaseolus vulgaris*) in Burkina Faso. *Tropicicultura*, 29, 4, pp 212-217.

Kasimala M.B et Kasimala B.B., 2012-A review on Brazilian Pepper Plant :*Scinus molle*. *Journal of Atoms and Molecules*. Vol. 2. N°2, pp 6–13.

Kiendrebeogo M., Ouedraogo A.P., et Nacoulma O.G., 2006- Activités insecticides de *Striga hermonthica* (Del.) Benth (*Scrophulariaceae*) sur *Callosobruchus maculatus* (Fab.) (*Coleoptera* : *Bruchidae*) *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* Vol.10, N° 11, pp 7–23.

Khenaka K., 2011-Effet de diverses plantes médicinales et de leurs huiles essentielles sur la méthanogénèse ruminale chez l'ovin. Thèse Magister. Microbio. Appliquée. Uni. Constantine, 61p.

Khelifi M., Laguë C. et Laçasse B., 2000-Lutte pneumatique. In. lutte physique en phytoprotection .Panneton B., Vincent C. et Fleurât F. INRA, Paris, pp: 277-287.

Kleeberg H., 2008-Le neem, un agent de contrôle biologique à base d'extraits végétaux, Encart 1. In. Biopesticides d'origine végétale. Philogène B.J.R., Roger C.R. et Vincent C. 2^{ème} édition. TEC& DOC, Lavoisier, Paris, 14.

Kossou D.K., Atachi P., Zannou T.E. et Bougourou S., 2007-Evaluation de l'activité insecticide de deux plantes *Hyptis suaveolens* (Linn) et *Khaya senegalensis* (A. Juss) sur les insectes ravageurs du niébé (*Vigna unguiculata* L. Walp.) *Sciences & Nature*, R. Bénin, Vol. 4 N°1, pp 17 – 26.

Kumar S, Wahab N et Warikoo R., 2011-Bioefficacy of *Mentha piperita* essential oil against dengue fever mosquito *Aedes aegypti* L. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, pp 85-88.

Lokesh R., Leonard-Barnabas E., Madhuri P., Saurav K. et Sundar K., 2010-Larvicidal Activity of *Trigonella foenum* and *Nerium oleander* Leaves Against Mosquito Larvae Found

in Vellore City, India. Current Research Journal of Biological Sciences, Vol. 2, N°3, pp154-160.

Mahmoud A.A., Al-Shihry S.S. et Hegazy M.E., 2012-A New Epimeric Sesquiterpene Lactone from *Achillea ligustica* . Rec. Nat. Prod.Vol.6. N° 1, pp 21-27.

Ndomo A.F., Tapondjou A.L., Tendonkeng F. et Tchouanguép F.M., 2009-Evaluation des propriétés insecticides des feuilles de *Callistemon viminalis* (Myrtaceae) contre les adultes d'*Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera; Bruchidae). Tropicicultura, 27, 3, pp137-143.

OCDE/OECD., 1998-Ligne Directrice de l'OCDE pour les essais de produits chimiques, N° 213, 8 p.

Panneton B., Vincent C. et Fleurât F., 2000-La place de lutte physique en phytoprotection. In. la lutte physique en phytoprotection. INRA, Paris, pp: 1-15.

Pavela R., 2009-Effectiveness of Some Botanical Insecticides against *Spodoptera littoralis* Boisduvala (Lepidoptera: Noctuidiae), *Myzus persicae* Sulzer (Hemiptera: Aphididae) and *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). Plant. Protect. Sci, Vol. 45, N°4: pp161–167.

Philogène J.R.B. et Roger C.R., 2005 -les pesticides organiques de synthèses. In. Enjeux phytosanitaires pour l'agriculture et l'environnement, Philogène J.R.B., Fabre G. et Roger C.R. .TEC& DOC, Lavoisier, Paris, pp 15-40.

Philogène J.R.B., Fabre G. et Roger C.R., 2005 -Introduction. In. Enjeux phytosanitaires pour l'agriculture et l'environnement, TEC& DOC, Lavoisier, Paris, pp:1-14.

Philogène B.J.R., Roger C.R. et Vincent C., 2008- Biopesticides d origine végétale : bilan et perspectives. In. biopesticides d origine végétale. 2^{ème} édition.TEC& DOC, Lavoisier, Paris, pp:1-22.

Priestley C.M., Williamson E.M., Wafford K.A., Satelle D.B., 2003. Thymol, a Constituent of thyme essential oils, is a positive modulator of human GABA and a homoligosteric GABA receptor from *Drosophila melanogaster*. Br .Jorn. Pharmacol, Vol .140, pp 1363-1372.

Ramel J.M., 2008-*Tuta absoluta*. L.N.P.V. 02p.

Rochefort S., Renée L., Roselyne L. et Jacques B., 2006-Recherche et développement de biopesticides et pesticides naturels à faible toxicité pour les organismes non ciblés et respectueux de l'environnement .Rapport final – Volet Entomologie, Uni. Laval, canada, 80p.

Roger C.R., 2005-Molécules allélochimiques et extraits végétaux dans la protection des plantes : nature, rôle et bilan de leur utilisation au XXe siècle. In. Enjeux phytosanitaires pour l'agriculture et l'environnement, Philogène J.R.B., Fabre G. et Roger C.R .TEC& DOC, Lavoisier, Paris, pp 625-650.

Roger C.R., 2008-recherche de nouveaux biopesticides d'origine végétale à caractère insecticide : démarche méthodologique et application aux plantes aromatiques méditerranéennes. In. biopesticides d'origines végétale. Philogène B.J.R., Roger C.R. et Vincent C. 2^{ème} édition.TEC& DOC, Lavoisier, Paris, pp 25-43.

Ryckewaert P., 2004- Principes généraux de la lutte intégrée sur cultures maraîchères en Polynésie française. Stagiaire CIRAD-SDR Polynésie, 16p.

Ryckewaert P. et Fabre F., 2001-Lutte intégrée contre les ravageurs des cultures maraichères à la reunion. Food and Agricultural Research Council, pp 99-103.

Saïdana D., Ben Halima-Kamel M., Mahjoub M.A., Haouas D., Mighri Z. et Helal A.N., 2007-Insecticidal Activities of Tunisian Halophytic Plant Extracts against Larvae and Adults of *Tribolium confusum* . Tropicultura, 25, 4, pp193-199.

Scott I.M., Jensen H., Scott G.H., Isman M.B., Arnason J.T. et Philogène B.J.R., 2003- Botanical Insecticides for Controlling Agricultural Pests: Piperamides and the Colorado

Potato Beetle *Leptinotarsa decemlineata* Say (Coleoptera: Chrysomelidae). Archives of Insect Biochemistry and Physiology, 54, pp 212–225.

Snoussi S.A., 2010-Etude de base sur la Tomate en Algérie. Rapport de mission, Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, 52p.

Tchoumboungang F., Jazet-Dongmo P.M., Sameza M.L., Gaby E., Mbanjo N., Bertrand G., Fotso T., Henri P., Zollo A. et Menut C., 2008-Activité larvicide sur *Anopheles gambiae* Giles et composition chimique des huiles essentielles extraites de quatre plantes cultivées au Cameroun. Biotechnol. Agron. Soc. Environ, Vol.13, N°1, pp 77-84.

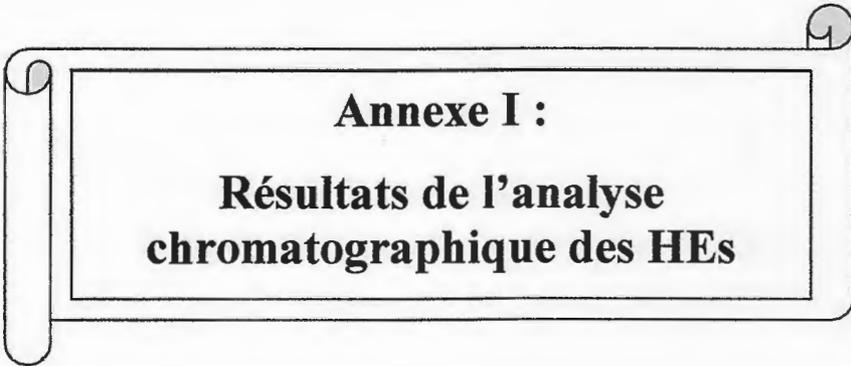
Torkey H.M., Abou-Yousef H.M., Abdel Azeiz A.Z. et Hoda E.A., 2009-Insecticidal Effect of Cucurbitacin E Glycoside Isolated from *Citrullus colocynthis* Against *Aphis craccivora*. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, Vol. 3, N°4, pp 4060-4066.

Turpeau E., Huillé M. et Bernard C., 2012-Puceron noire de la fève :*Aphis fabae* Scopoli, 1763[en ligne]. I.N.R.A., disponible sur <[https : inra.fr / encyclopedie-pucerons](https://inra.fr/encyclopedie-pucerons) 30/06/2012.

Villemereuil P., Chalmandrier L., Coudel M., Debecdelievre B., Francois T., Hoell R., Hubaud A., Jaworski C., Lavenus J., Merot C., Roudaut G., Sauterey B., Claessen D. et Robbert C., 2008-Réduire les pesticides : les innovations du Grenelle et de l'Europe, Ecole Normale Supérieure. Paris, 07p.

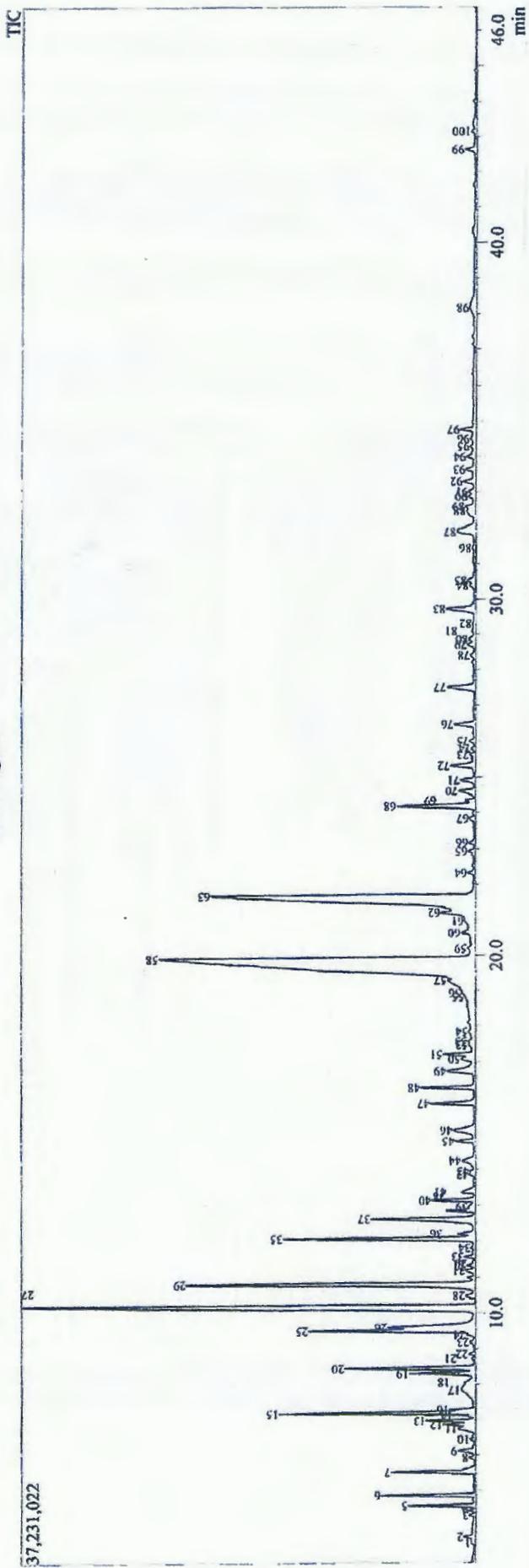
Vincent C., 2000-La lutte physique en phytoprotection. INRA, Paris, pp: 1-15.

Wichtl M. et Anton R., 2003-plantes thérapeutiques. Science et thérapeutiques. Ed. Tec et Doc.

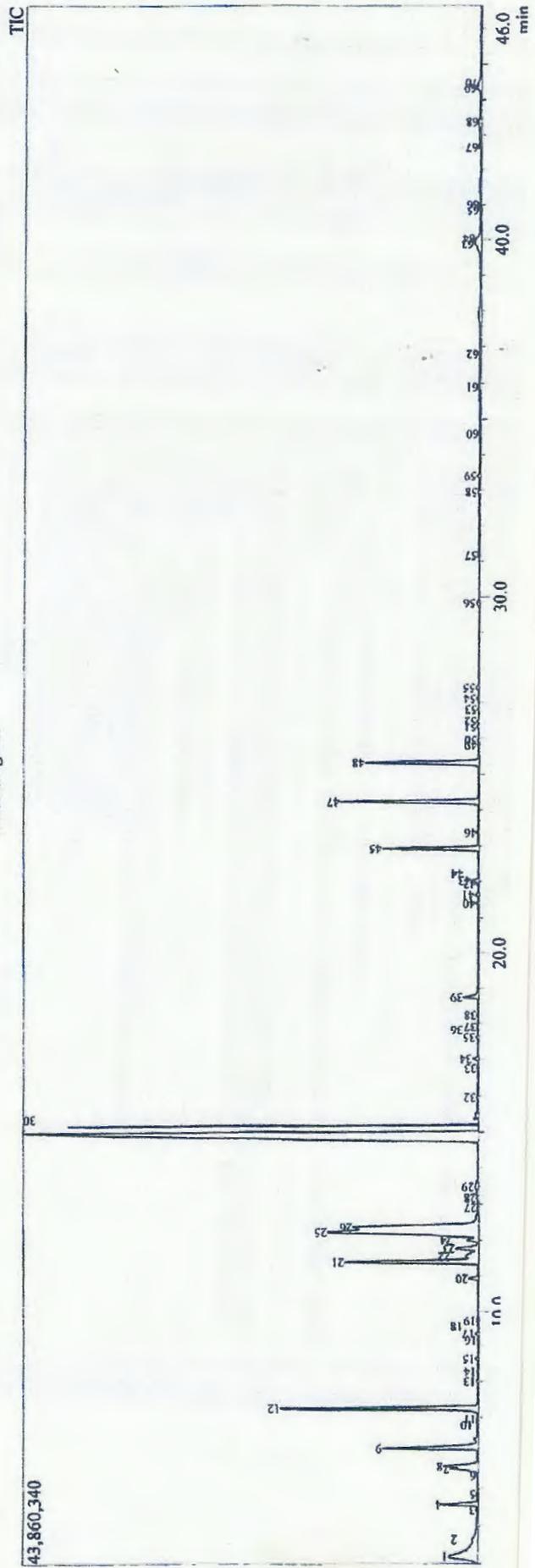


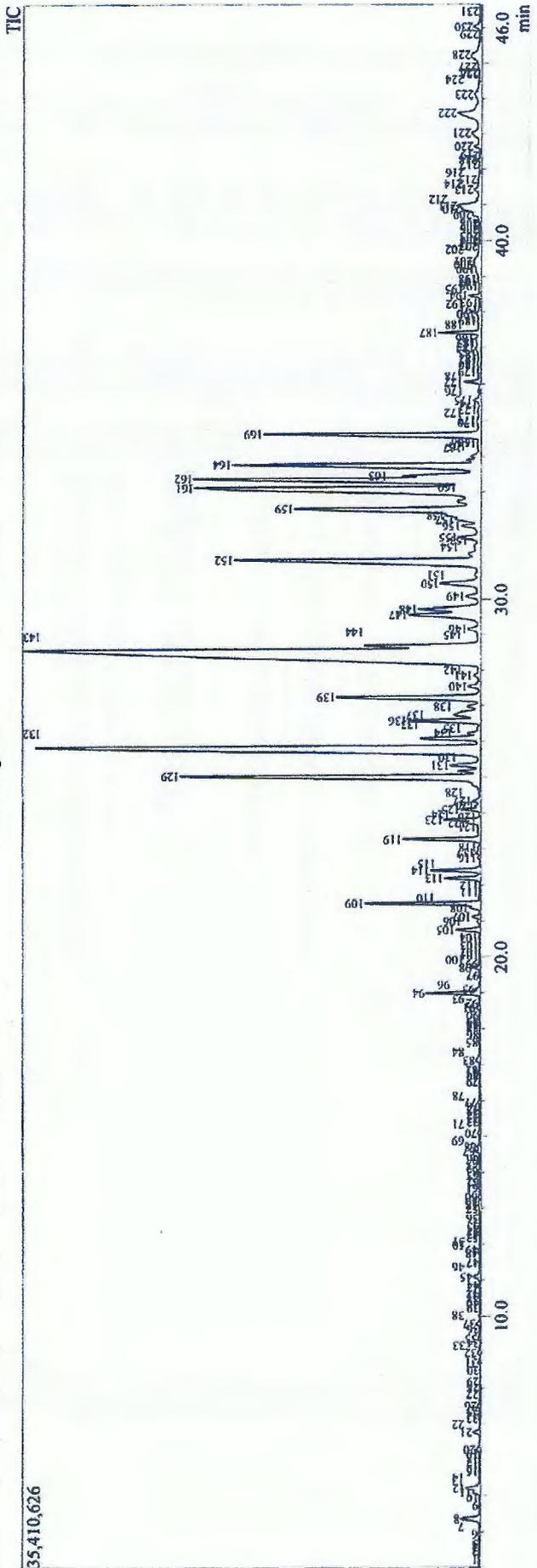
Annexe I :
**Résultats de l'analyse
chromatographique des HEs**

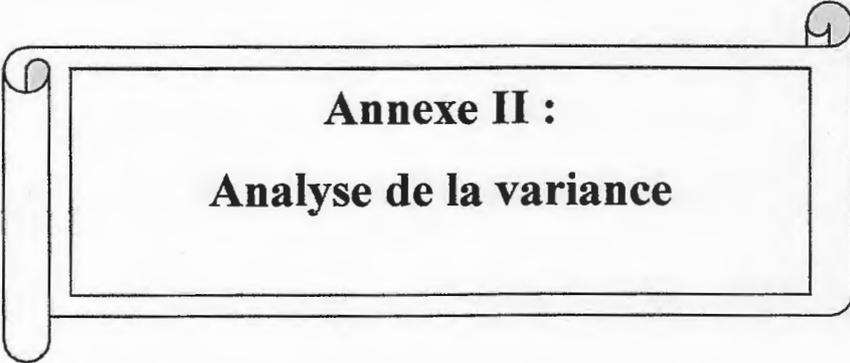
Chromatogram



Chromatogram







Annexe II :
Analyse de la variance

ANALYSE DE VARIANCE

1. traitements par les HEs

| <i>Source des variations</i> | <i>Somme des carrés</i> | <i>Degré de liberté</i> | <i>Moyenne des carrés</i> | <i>F</i> | <i>Probabilité</i> | <i>Valeur critique pour F</i> |
|------------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|------------|--------------------|-------------------------------|
| Lignes | 196,4115778 | 5 | 39,28231556 | 66,226365 | 2,44678E-07 | 3,325834529 |
| Colonnes | 1,760077778 | 2 | 0,880038889 | 1,48366449 | 0,27273907 | 4,102821015 |
| Erreur | 5,931522222 | 10 | 0,593152222 | | | |
| Total | 204,1031778 | 17 | | | | |

2. traitements par les décoctés

| <i>Source des variations</i> | <i>Somme des carrés</i> | <i>Degré de liberté</i> | <i>Moyenne des carrés</i> | <i>F</i> | <i>Probabilité</i> | <i>Valeur critique pour F</i> |
|------------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|------------|--------------------|-------------------------------|
| Lignes | 13,8483375 | 3 | 4,6161125 | 3,23768262 | 0,180187864 | 9,276628154 |
| Colonnes | 1,3861125 | 1 | 1,3861125 | 0,97220168 | 0,39683058 | 10,12796448 |
| Erreur | 4,2772375 | 3 | 1,425745833 | | | |
| Total | 19,5116875 | 7 | | | | |

Evaluation des potentialités bioinsecticides des extraits de trois plantes locales contre *Aphis fabae* (Homoptera, Aphididae)

Présenté par :

LAATER Mohamed Ezzine

BOUSMAH A Mohamed

Session : Septembre 2012

Résumé

L'activité bioinsecticide des extraits d'*Achillea ligustica*, *Mentha pulegium* et *Schinus molle*, récoltées dans la wilaya de Jijel, a été évalué sur le puceron noir de la fève *Aphis fabae* (Homoptera ; Aphididae) au niveau du laboratoire de zoologie de l'université de Jijel. Des doses croissantes de 4, 8, 16, et 32µl/ml d'huile essentielle d'*A. ligustica*, *M. pulegium* et *S. molle* ont été testées à l'égard d'*A. fabae* par contact-inhalation dans des boîtes de Pétri. Les résultats obtenus montrent que PHE d'*A. ligustica* est le plus efficace, suivi par les HES de *S. molle* et *M. pulegium*. Les DL50 été respectivement : 8.50, 9.59 et 18.13 µl/ml. De plus, des doses croissantes de 0.025, 0.05, 0.075 et 0.1 g/ml des décoctés des mêmes plantes ont été testés par contact dans des boîtes de Pétri. Les résultats obtenus montrent que les décoctés d'*A. ligustica* et *M. pulegium* sont relativement inefficaces. Cependant, il est à noter qu'un taux maximal de 51.62% de mortalité est enregistré pour les décoctés de *S. molle* à la dose de 0.1g/ml.

Mots clés: bioinsecticide, *Achillea ligustica*, *Mentha pulegium*, *Schinus molle*, *Aphis fabae*, huile essentielle, contact-inhalation, décoctés, contact.

Abstract

The insecticidal activity of plants extracts of *Achillea ligustica*, *Mentha pulegium* and *Schinus molle*, collected in the wilaya of Jijel, was evaluated on the black bean aphid *Aphis fabae* (Homoptera, Aphididae) in the laboratory of Zoology in university of Jijel. Increasing doses of 4, 8, 16, and 32µl/ml of essential oil of *A. ligustica*, *M. pulegium* and *S. molle* were tested on *A. fabae* by contact-inhalation in Pétri dishes. The results show that the essential oil of *A. ligustica* is the most effective, followed by *S. molle* and *M. pulegium* essential oil LD50 values were respectively 8.50, 9.59 and 18.13 µl/ml. In addition, increasing doses of 0.025, 0.05, 0.075 and 0.1 g/ml of the decoction of same plants were tested by contact in Pétri dishes. The results show that decocted of *A. ligustica* and *M. pulegium* are relatively ineffective. However, it is noted that a maximum rate of 51.62% mortality was recorded for *S. molle* decocted at dose of 0.1 g/ml.

Key words: insecticidal activity, *Achillea ligustica*, *Mentha pulegium*, *Schinus molle*, *Aphis fabae*, essential oil, contact-inhalation, decoction, contact.

ملخص

تم تقييم النشاط الحيوي لمستخلصات نباتات الاخيلية، النعناع البري وشجرة الفلفل الكانب، جنيت في ولاية جيجل، تجاه المن الأسود للقول في مختبر علم الحيوان بجامعة جيجل. حيث تم اختبار جرعات متزايدة (4، 8، 16، و32 ميكل/مل) من الزيوت الأساسية عن طريق الاتصال والاستنشاق، في أطباق بتري. وأظهرت النتائج أن زيت نبات الاخيلية هو الأكثر فعالية، يليه زيت النعناع البري وشجرة الفلفل الكانب. وقدرت الجرعات الفعالة بنسبة 50 من المئة ب8.50، 9.59 و18.13 ميكل/مل. بالإضافة إلى ذلك تم اختبار جرعات متزايدة لمستخلصات بالاغلاء (0.025، 0.05، 0.075، و0.1 غ/ل للنباتات المدروسة، تجاه المن الأسود للقول عن طريق الإتصال في أطباق بتري. بينت النتائج أن مستخلصات نباتات الاخيلية، النعناع البري غير فعالة نسبيا. ومع ذلك، تم تسجيل أقصى معدل وفيات 51،62% لصالح شجرة الفلفل الكانب بجرعة 0.1 غ/مل

الكلمات المفتاحية: النشاط الحيوي، الاخيلية، النعناع البري، الفلفل الكانب، المن الأسود للقول، الزيوت الأساسية، الاتصال والاستنشاق، مستخلصات بالاغلاء الإتصال.