

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

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université de Jijel

جامعة جيجل

Faculté des sciences de la nature et de la vie
Département des sciences de l'environnement et
des sciences agronomiques



كلية علوم الطبيعة و الحياة
قسم علوم المحيط و العلوم الفلاحية

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme : Master 2 Académique en Biologie

Option : Phytopharmacie et gestion des agrosystèmes

Thème

**Activité insecticide des huiles essentielles
extraites de six plantes aromatiques de Jijel contre
Aphis fabae (Hémiptère - Aphididae)**

Jury:

- ❖ Président : M^r : Sebti M.
- ❖ Encadreur : M^{me} : Roula M.
- ❖ Examineur: M^r Rouibeh M.

Présenté par :

- ❖ Boulhidja Hakima
- ❖ Toureche Rima

Numéro d'ordre: /.....

Session: Juin 2013

A. ligustica : *Achillea ligustica*

A. fabae : *Aphis fabae*

A. citrodora : *Aloysia citrodora*

ANOVA : Test statistique de comparaison de variances multiples

AFNOR : Association de Normes Françaises

Bt : *Bacillus thuringiensis*

C° : Degré Celsius

CPG-SM : Chromatographie en Phase Gazeuse couplée à un spectromètre de masse

DL50 : Dose létale, qui administrée à des animaux de laboratoire en tue 50 % dans un délai déterminé

g : Gramme

HEs : Huile(s) essentielle(s)

h : Heure

l ; Litre

M. pulegium : *Mentha pulegium*

M. spicata : *Mentha spicata*

ml : Millilitre

min : Minute

Mc : Taux de mortalité corrigé

Mo : Taux de mortalité dans les boîtes traitées

Mt : Taux de mortalité dans les boîtes témoins

NA₂SO₄ : Sulfate de sodium

OCDE/OCDE : Organisation de Coopération et de Développement Economique

OGM : Organisme génétiquement modifié

P: Probabilité

R: Rendement

R. graveolens : *Rutta graveolens*

S. molle : *Schinus molle*

% : Pourcentage

µl : Microlitre

Figure 01 : Les principaux ravageurs des cultures maraichères	7
Figure 02 : Dégâts directs de pucerons sur les cultures maraichères	10
Figure 03 : Site de collecte des insectes (Chekfa)	21
Figure 04 : Pucerons noir de la fève <i>A. fabae</i>	22
Figure 05 : Montage d'hydrodistillation (Clevenger)	22
Figure 06 : Dispositif expérimental des traitements par les HEs	25
Figure 07 : Dispositif expérimental des traitements par les macérâts	25
Figure 08 : De dispositif expérimental des traitements par les poudres végétales	26
Figure 9 : Rendements moyens de l'extraction des HEs par hydrodistillation	28
Figure 10 : Taux de mortalités corrigées et cumulées, enregistrés suite au traitement à l'HE d' <i>A. ligustica</i>	34
Figure 11 : Taux de mortalités corrigées et cumulées, enregistrés suite au traitement à l'HE d' <i>A.</i> <i>citrodora</i>	35
Figure 12 : Taux de mortalités corrigées et cumulées, enregistrés suite au traitement à l'HE de <i>M.</i> <i>pulegium</i>	36
Figure 13 : Taux de mortalités corrigées et cumulées, enregistrés suite au traitement à l'HE de <i>M.</i> <i>spicata</i>	36
Figure 15 : Taux de mortalités corrigées et cumulées, enregistrés suite au traitement à l'HE de <i>R.</i> <i>graveolens</i>	37
Figure 15 : Taux de mortalités corrigées et cumulées, enregistrés suite au traitement à l'HE de <i>S.</i> <i>molle</i>	38
Figure 16 : Droites de régression linaires log-probit de mortalités enregistrées suite aux traitements des HEs	39

Figure 17 : Taux de mortalités corrigées et cumulées, enregistrés suite au traitement des macérâts des plantes étudiées	41
Figure 18: Taux de mortalités corrigées et cumulées, enregistrés suite au traitement de la poudre d' <i>A. ligustica</i>	43
Figure 19: Taux de mortalités corrigées et cumulées, enregistrés suite au traitement de poudre d' <i>A. citrodora</i>	43
Figure 20: Taux de mortalités corrigées et cumulées, enregistrés suite au traitement de la poudre de <i>M. pulegium</i>	44
Figure 21: Taux de mortalités corrigées et cumulées, enregistrés suite au traitement de la poudre de <i>M. spicata</i>	45
Figure 22: Taux de mortalités corrigées et cumulées, enregistrés suite au traitement de la poudre de <i>R. graveolens</i>	45
Figure 23 : Taux de mortalités corrigées et cumulées, enregistrés suite au traitement de la poudre de <i>S. molle</i>	46

Tableau 01: Description botanique des plantes étudiées.....	19
Tableau 02: Plantes étudiées et leurs parties utilisées	21
Tableau 03: Composés majoritaires de l'HE d' <i>Achillea ligustica</i>	29
Tableau 04: Composés majoritaires de l'HE d' <i>Aloysia citrodora</i>	29
Tableau 05 : Composés majoritaires de l'HE de <i>Mentha pulegium</i>	30
Tableau 06: Composés majoritaires de l'HE de <i>Mentha spicata</i>	30
Tableau 07: Composés majoritaires de l'HE d' <i>Ruta graveolens</i>	31
Tableau 08: Composés majoritaires de l'HE de <i>Schinus molle</i>	32
Tableau 09: Moyennes de mortalités observées après traitement par HES d' <i>Achillea ligustica</i>	32
Tableau 10: Moyennes de mortalités observées après traitement par HES d' <i>Aloysia citrodora</i>	33
Tableau 11 : Moyennes de mortalités observées après traitement par HE de <i>Mentha pulegium</i>	33
Tableau 12 : Moyennes de mortalités observées après traitement par HE de <i>Mentha spicata</i>	33
Tableau 13: Moyennes de mortalités observées après traitement par HE de <i>Ruta graveolens</i>	33
Tableau 14: Moyennes de mortalités observées après traitement par HE de <i>Schinus molle</i>	34
Tableau 15: Moyennes de mortalités observées chez les témoins	34
Tableau 16: Les DL50 ($\mu\text{l/ml}$) obtenus par la méthode de Finney à 24 heures du traitement	38
Tableau 17: Les équations des droites de régressions des HES	39
Tableau 18: Moyennes de mortalités observées après traitement par les macérations des six plantes étudiées	41
Tableau 19: Moyennes de mortalités observées après traitement par poudre d' <i>Achillea ligustica</i>	42
Tableau 20: Moyennes de mortalités observées après traitement par poudre d' <i>Aloysia citrodora</i>	42
Tableau 21: Moyennes de mortalités observées après traitement par poudre de <i>M.pulegium</i>	42
Tableau 22: Moyennes de mortalités observées après traitement par poudre de <i>Mentha spicata</i>	42
Tableau 23: Moyennes de mortalités observées après traitement par poudre de <i>Ruta graveolens</i>	43
Tableau 24: Moyennes de mortalités observées après traitement par poudre de <i>Schinus molle</i>	43

Sommaire

Sommaire

Liste des abréviations.....	i
Liste des figures.....	ii, iii
Liste des tableaux	iv
Introduction.....	1
Chapitre 01 : Généralités sur les bioinsecticides d'origine végétale	
I.1. Historique	2
I.2. Définition	2
I.3. Caractéristiques et propriétés	3
I.3.1. Sélectivité	3
I.3.2. Spécificité.....	3
I.3.3. Biodégradabilité	3
I.3.4. Résistance	4
I.3.5. Biodisponibilité	4
I.4. Activité insecticide des plantes aromatiques méditerranéennes	4
I.4.1. Activité des huiles essentielles	4
I.4.2. Activité des molécules allélochimiques monoterpéniques	4
I.4.3. Activité des molécules allélochimiques polyphénoliques	5
I.5. Insecticides d'origine végétale utilisés actuellement	5
I.5.1. Pyrèthre	5
I.5.2. Neem	5
I.5.3. Huiles essentielles	5

Chapitre II : Les insectes ravageurs des cultures maraichères

II.1. La relation ravageurs-plantes hôte	6
II.2. Les principaux ravageurs	6
II.2.1. Les chenilles	7
II.2.2. Les mouches	7
II.2.3. Les cochenilles	8
II.2.4. Les thrips	8
II.3. Les pucerons	8
II.3.1. Cycle de vie du puceron	9
II.3.2. Dégâts causés par les pucerons sur les cultures maraichères	9
II.3.2.1. Les dégâts directs dus au détournement de sève	9
II.3.2.2. Les dégâts directs dus aux sécrétions salivaires	9
II.3.2.3. Dégâts indirects dus aux phytovirus transmis par les pucerons	9
II.4. Lutte contre les ravageurs des cultures maraichères	10
II.4.1. Lutte Chimique	10
II.4.1.1. Les insecticides de contact	10
II.4.1.2. Les fumigants	11
II.4.2. La lutte physique	11
II.4.3. Lutte biologique	11
II.4.4. lutte traditionnelle	11
II.4.5. lutte intégrée	12
II.4.6. Lutte génétique et OGM	12
II.4.7. Lutte par les bio- pesticides.....	12

Chapitre III : Les extraits des plantes aromatiques

III.1. Définition	13
III.2. Composition chimique des huiles essentielles	13
III.3. Caractéristiques et propriétés physiques	14
III.4. Localisation des huiles essentielles dans la plante	14
III.5. Méthodes d'extraction des huiles essentielles	15
III.5.1. Entrainement à la vapeur d'eau	15
III.5.2. Distillation à la vapeur saturée	15
III.5.3. Hydrodiffusion	15
III.5.4. Les infusions et les décoctions	15
III.5.5. Macération	16
III.6. Les substances bioactives des plantes	16
III.6.1. Les polyphénols	16
III.6.2. Les alcaloïdes	16
III.6.3. Les terpénoïdes et les stéroïdes	16
III.6.3.1. Les stéroïdes	16
III.6.3.2. Les terpènes	17

Chapitre IV : Partie expérimentale

IV.1. Matériel	18
IV.1.1. Matériel de laboratoire	18
IV.1.2. Matériel végétal	18
IV.1.2.1. Description botanique des plantes étudiées	18
IV.1.2.2. Récolte et séchage	20

IV.1.2.2.1. Lieu de récolte	20
IV.1.2.2.2. Séchage	21
IV.1.3. matériel animale	21
IV.2. Méthode expérimentale.....	22
IV.2.1. Préparation des extraits	22
IV.2.1.1. Huiles essentielles	22
IV.2.1.1.2. Protocole expérimental	23
IV.2.1.1.3. Analyse chimique	23
IV.2.2. Les extraits aqueux	23
IV.2.2.1. Les macérâts	23
IV.2.2.2. Les poudres végétales	24
IV.2.3. Tests biologiques	24
IV.2.3.1. Les dilutions des HEs	24
IV.2.3.2. Les concentrations des poudres	24
IV.2.3.3. Préparation des témoins	24
IV.2.3.4. Préparation des boîtes de Pétri.....	25
IV.2.3.5. Activité insecticides des HEs	25
IV.2.3.6. Activité insecticides des macérâts	25
IV.2.3.7. Activité insecticides des poudres végétales	26
IV.2.4. Analyse des données	26
IV.2.5. Correction de mortalité.....	26
IV.2.6. Correction de la DL₅₀	26

V. Résultats et discussion

V.1. Rendement en HE	28
V.2. Analyse de la composition chimique par CPG-SM	28
V.2.1. Composition chimique de l'HE d' <i>Achillea ligustica</i>	29
V.2.2. Composition chimique de l'HE <i>Aloysia citrodora</i>	29
V.2.3. Composition chimique de l'HE de <i>Mentha pulegium</i>	30
V.2.4. Composition chimique de l'HE de <i>Mentha spicata</i>	30
V.2.5. Composition chimique de l'HE de <i>Rutta graveolens</i>	31
V.2.6. Composition chimique de l'HE de <i>Schinus molle</i>	32
V.3. Activité insecticide des huiles essentielles	32
V.4. Analyse des résultats	34
V.4.1. Mortalités corrigées.....	34
V.4.1.1. Effet insecticide de l'HE d' <i>Achillea ligustica</i>	34
V.4.1.2. Effet insecticide de l'HE d' <i>Aloysia citrodora</i>	35
V.4.1.3. Effet insecticide de l'HE de <i>Mentha pulegium</i>	36
V.4.1.4. Effet insecticide de l'HE de <i>Mentha spicata</i>	36
V.4.1.5. Effet insecticide de l'HE de <i>Rutta graveolens</i>	37
V.4.1.6. Effet insecticide de l'HE de <i>Schinus molle</i>	38
V.4.2. Efficacité comparée des HEs des six plantes étudiées.....	38
V.5. Activité insecticide des extraits aqueux	40
V.5.1. Activité insecticide des macérations	40
V.5.2. Activité insecticide des poudres végétales	41

V.5.3. Mortalités corrigées.....	42
V.5.1.1. Effet insecticide à la poudre d'<i>Achillea ligustica</i>	43
V.5.4.2. Effet insecticide à la poudre d'<i>Aloysia citrodora</i>	43
V.5.4.1. Effet insecticide à la poudre de <i>Mentha pulegium</i>.....	44
V.5.1.5. Effet insecticide à la poudre de <i>Mentha spicata</i>.....	45
V.5.1.6. Effet insecticide à la poudre de <i>Rutta graveolens</i>	45
V.5.1.6. Effet insecticide à la poudre de <i>Schinus molle</i>	46
Discussion	47
Conclusion	48

Partie bibliographique

Introduction

L'usage généralisé des produits chimiques en agriculture, notamment les produits phytosanitaires, est un moyen de lutte contre les nuisibles des cultures à travers le monde, qui a permis un accroissement spectaculaire des rendements de cultures. Beaucoup de pesticides toxiques, persistent et s'accumulent dans l'environnement et chez l'homme à travers la chaîne alimentaire, provoquant des effets non intentionnels et diverses pathologies.

Le recours à une méthode de lutte contre les insectes, basée sur les molécules naturelles d'origine végétale serait une alternative intéressante pour minimiser l'impact des pesticides sur l'ensemble des êtres vivants et les écosystèmes.

La région de Jijel est connue pour la richesse de sa flore et la grande diversité des plantes aromatiques et médicinales. Cependant la valorisation de ce patrimoine souffre d'un manque de connaissances précises aussi bien sur les potentialités des espèces végétales que sur la nature chimique et les caractéristiques biologiques de ces extraits de plantes.

La culture des produits agricoles est soumise à de nombreux ravageurs parmi lesquels les pucerons qui exercent une action directe par prélèvement de sève sur le végétal mais surtout indirecte en véhiculant de nombreux virus phytopathogènes (**Lambert, 2010 ; Xavier, 2012**).

L'objectif de ce travail est l'étude des potentialités insecticides des huiles essentielles et des extraits aromatiques de six plantes cultivées à Jijel et de déterminer leur pouvoir bioinsecticides vis à vis du puceron noir de la fève *Aphis fabae*. Dans cette étude on s'est intéressé à six espèces de plantes à savoir *Schinus molle*, *Ruta graveolens*, *Mentha pulegium*, *Mentha spicata*, *Aloysia citrodora* et *Achillea ligustica*.

Notre étude comprend deux parties :

- La première est une recherche bibliographique sur les insecticides d'origine végétale, les principaux ravageurs des cultures maraichères et les extraits des plantes aromatiques.
- La deuxième qui est une étude expérimentale inclue plusieurs volets à savoir la récolte des plantes et des pucerons, la préparation des extraits dont les huiles essentielles et les extraits aqueux, l'analyse chimique de ces extraits et les biotests pour déterminer l'effet bioinsecticide de leurs molécules actives.

Chapitre I :
Généralités sur les bioinsecticides d'origine végétale

I.1. Historique

Dés 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 nuisibles des végétaux. Il a été rapporté que les Romains utilisent 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 (margousier) était fréquente (**Philogène et al., 2002**).

Ainsi, la conjugaison des pratiques empiriques et des premières observations scientifiques a conduit au développement de l'utilisation d'extraits végétaux dès la fin du XIX^e siècle avec des succès plus ou moins marqués. Les premières générations de pesticides sont essentiellement le résultat de l'utilisation de produits facilement disponibles comme l'arsenic et ses dérivés, et les molécules issues de plantes à usage traditionnel. De plus, au XIX^e siècle, seuls quelques composés d'origine végétale sont identifiés et abondamment utilisés comme répulsifs ou produits toxiques, parmi lesquels des alcaloïdes extraits du tabac, la nicotine et son isomère...etc.

Actuellement, l'utilisation des composés et des formulations à base de plantes en phytoprotection est indispensable.

La toxicologie, les problèmes de contamination de l'environnement, la résistance des populations de ravageurs et les effets non intentionnels de l'utilisation des pesticides de synthèses, ont contribué à la confirmation d'intérêt pour les molécules présentes dans les végétaux, et la place des biopesticides dans la stratégie de lutte contre les insectes.

I.2. Définition

Le bio-pesticide est formé de " pesticides " qui veut dire "tuer les pestes" et du préfixe " bios " qui signifie " vie " en grec. L'antinomie de ces deux termes souligne que les bio-pesticides s'inscrivent dans la lutte contre les organismes fléaux et sont basés sur l'utilisation d'agents ou facteurs liés à la vie. Les biopesticides peuvent se définir au sens large comme des pesticides d'origine biologique, c'est-à-dire, issu d'organismes vivants ou substances d'origine naturelle synthétisées par ces derniers, et plus généralement tout produit de protection des plantes qui n'est pas issu de la chimie (**Philogène et al., 2002**).

I.3. Caractéristiques et propriétés

I.3.1. Sélectivité

Végétaux et insectes ont suivi une coévolution parallèle mais étroitement interdépendante, les insectes pollinisateurs favorisent la reproduction des plantes supérieures : l'existence d'insectes phytophages est de toute évidence subordonnée à la présence d'espèces végétales qui constituent leur source de nourriture, même si dans certains cas, des dérives nutritionnelles ont pu être observées au cours de phénomènes d'adaptation (**Streblor, 1989**).

Les molécules allélochimiques végétales exercent sur les insectes une grande variété d'effets qui sont classés selon leur mode d'action en substances défensives, toxique, répulsives ou dissuadantes, antiphagostimulantes ou inhibitrices de la digestion, attractives, inductrices de capture ou de ponte, etc. En conséquence, ces molécules allélochimiques développent une action sélective. Ainsi les Scolytidae sont guidés vers les arbres résineux par un mélange d'oléorésines (**Regnault-Roger, 2002**).

I.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 (**Shaaya et al., 1991**), ou pour un même composé (**Regnault-Roger, 1999**). De la même façon, nous avons observé (**Regnault-Roger et Hamraoui, 1997**), 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. En conséquence, sélectivité et spécificité permettent aux molécules allélochimiques végétales d'agir à des moments déterminés sur les espèces ciblées (**Regnault-Roger, 2002**).

I.3.3. Biodégradabilité

Les molécules allélochimiques végétales appartiennent au métabolisme secondaire : polyphénols, terpènes, alcaloïdes ou glucosides cyanogénétiques (**Streblor, 1989**). Ces composés sont facilement biodégradés par voie enzymatique. Jusqu'à ce jour, aucun phénomène de bioamplification n'a été décrit à leur propos. Toutefois, de nombreuses 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 (**Regnault-Roger, 2002**).

I.3.4. Résistance

Les molécules allélochimiques végétales, en augmentant le nombre de composés utilisés dans la lutte phytosanitaire, et de ce fait en variant les structures chimiques, contribuent à la diversification des cibles moléculaires et biochimiques chez l'insecte. Cependant, comme les antibiotiques, un phyto-insecticide peut générer des cas de résistances si des applications de ce composé sont faites de manière systématique, répétée et sans discernement. Il faut donc limiter les fréquences d'épandages et varier, dans la mesure du possible, les formulations en associant plusieurs composés de modes d'action différent ou mieux, mettre en œuvre une approche intégrée impliquant différentes méthodes de lutte (**Regnault-Roger, 2002**).

I.3.5. Biodisponibilité

Les molécules allélochimiques 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. Ainsi les phyto-insecticides présentent de nombreuses qualités pour une lutte phytosanitaire respectueuse de l'environnement. Pour être complet, il faut toutefois évoquer la faisabilité d'une telle approche dans le contexte actuel (**Regnault-Roger, 2002**).

I.4. Activité insecticide des plantes aromatiques méditerranéennes

I.4.1. Activité des huiles essentielles

Malgré l'hétérogénéité dans leur composition chimique, les huiles essentielles ont des propriétés marquées qui sont valorisées dans de nombreux domaines, notamment l'aromathérapie et la cosmétique, auxquels s'ajoute récemment le biocontrôle des bioagresseurs. En effet, l'activité biologique des huiles essentielles sur les insectes phytophages s'exerce à plusieurs niveaux et limite le renouvellement des générations. Ainsi, il a été constaté que des huiles essentielles se révèlent insecticides ou inhibent le cycle de reproduction (**Weaver et al., 1991 ; Konstantopoulou et al., 1992 ; Tapondjou et al., 2003**).

I.4.2. Activité des molécules allélochimiques monoterpéniques

L'analyse chromatographique en phase gazeuse identifie les composés monoterpéniques majoritaires des huiles essentielle (**Regnault-Roger et al., 1993**). Ils développent, à des degrés divers, une toxicité aigue sur l'adulte, ainsi que des activités ovicides et larvicides précoces ou tardives (**Regnault-Roger et Hamraoui, 1995**). On constate que les composés les plus actifs sur un insecte ne sont pas forcément les plus toxiques pour une autre espèce (**Hamraoui et Regnault-Roger, 1997**).

I.4.3. Activité des molécules allélochimiques polyphénoliques

Les polyphénols, mais aussi d'autres molécules polyphénoliques ubiquitaires dans la nature, provoquent une perturbation de la motricité naturelle de l'insecte. Celle-ci peut être rapide : dès le premier jour pour la quercétine ou plus tardivement, le quatrième jour, pour lanaringine, le syringaldéhyde ou l'acide vanillique. Au bout de huit jours, tous les insectes sont dans un état comateux ou morts. La toxicité du polyphénol est corrélée positivement avec le pouvoir attractif du composé (**Regnault-Roger et al., 2004**).

I.5. Insecticides d'origine végétale utilisés actuellement

I.5.1. Pyrèthre

La disponibilité du pyrèthre pose cependant un problème depuis quelques années. La situation est imputable tant aux récentes sécheresses qu'à l'instabilité du climat politique et économique dans le principal pays producteur, le Kenya. Les vastes plantations de *Tanacetum cinerariaefolium* aménagées en Tasmanie (Australie) ont contribué à accroître la disponibilité de la matière première quoique son prix ait augmenté (**Isman, 2008**).

I.5.2. Neem

Pour l'utilisateur, le neem offre plusieurs avantages à savoir large spectre d'activité, sélectivité élevée favorisant les ennemis naturels et les insectes pollinisateurs et innocuité pour les utilisateurs et l'environnement (**Isman, 1997b**). Bien que l'azadirachtine ait des effets anti-appétant chez certains insectes, l'efficacité du neem sur le terrain comme agent de protection des cultures réside davantage dans la capacité de l'azadirachtine d'inhiber la croissance des insectes cibles en les empêchant de muer (**Isman, 2008**).

I.5.3. Huiles essentielles

Certaines huiles essentielles ou leurs constituants principaux possèdent des propriétés répulsives ou dissuasives bien connues (par exemple l'huile de citronnelle), et certaines sont utilisées depuis fort longtemps pour la protection du grain entreposé (**Regnault-Roger et al., 1993**). Plus récemment, il a été démontré que de nombreux constituants terpenoïdes d'huiles essentielles végétales sont toxiques au contact pour un large éventail d'insectes et peuvent être utilisés comme insecticide d'origine végétale (**Isman, 2008**).

Chapitre II:
Les insectes ravageurs des cultures maraichères

Les insectes et acariens ravageurs sont capables de provoquer d'importants dégâts sur les cultures maraichères, dont quelques-uns transmettent des virus. Dans la plupart des cas ce sont des ravageurs défoliateurs, le plus souvent des Coléoptères ou des Lépidoptères ont été rencontrés sur les cultures. Bien que la diversité spécifique constatée pour les individus soit parfois très grande, les dommages portés aux feuilles par les uns et par les autres, quoique apparemment bien diversifiés, sont finalement relativement caractéristiques de chacun des ravageurs (Pollet, 1987).

II.1. La relation ravageurs-plantes-hôte

Les substances volatiles jouent un rôle important dans la localisation et la sélection de l'hôte par les herbivores (Karban, 1993 ; Karban et Myers, 1989). Un insecte phytophage dépend entièrement de la disponibilité de ses plantes hôtes pour survivre et se reproduire. Il doit pour cela de les rencontrer dès qu'elles apparaissent dans son écosystème pour y déposer ses œufs et/ou s'alimenter. Ceci est possible grâce à l'élaboration de comportements cohérents et parfois sophistiqués, qui reposent sur la détection de signaux pertinents renseignant l'insecte sur la qualité et les variations de son environnement. Les insectes phytophages utilisent des repères visuels et/ou olfactifs pour localiser leur plante-hôte à distance (Turlings et *al.*, 1990 ; Dicke et Sabelis, 1988).

A titre d'exemple, les substances volatiles jouent un rôle important dans la localisation et la sélection de l'hôte par les pucerons. Les travaux de Nottingham et *al.* (1991) montrent que les pucerons (*Aphis fabae*, *Myzus persicae*, *Brevicoryne brassicae*) aptères et ailés sont attirés par leurs plantes hôtes tandis qu'ils sont repoussés par les odeurs des plantes non hôtes.

II.2. Les principaux ravageurs

Les cultures maraichères sont fréquemment soumises aux attaques de plusieurs insectes et acariens ravageurs qui sont nombreux, et leurs importants dégâts varient suivant les espèces (Figure 01).



Figure 01 : Les principaux ravageurs des cultures maraichères

(<http://plandejardin-jardinbiologique.com/crbst-38.html>)

A : Puceron vert **B** : Aleurode (mouche blanche) **C** : trips **D** : Cochenilles

E : Piéride.

II.2.1. Les chenilles

Plusieurs espèces sont présentes, les plus fréquentes est la chenille défoliatrice de l'aubergine (*Selepa docilis*), elle ronge les limbes des feuilles ne laissant que la nervure, et la chenille défoliatrice du cotonnier (*Spodoptera littoralis*), dont leurs pontes constituent des masses de 100 à 300 oeufs qui sont déposées sur la face inférieure des feuilles (**Bijlmakers et Verhoek, 1995**).

II.2.2. Les mouches

Les mouches (diptera, tephritidae) sont présentes dans les principales régions de cultures fruitières ou maraichères. Elles provoquent des pertes de rendements parfois considérables (**Philippe et Frédéric, 2001**). Parmi les Mouches des légumes : la mouche de la tomate et les mouches des cucurbitacées qui provoquent des dégâts importants sur ces cultures (**Brévault, 1999 ; Vayssières, 1999**).

II.2.3. Les cochenilles

La cochenille d'agrumes (*Chrysomphalus ficus*) et la cochenille farineuse (*Planococcus citri*) (Homoptères, Diaspididae) : forment des colonies à la base des fruits ou sur les faces inférieures des feuilles ou sur les jeunes tiges, les parties envahies par les colonies de cochenilles se décolorent, deviennent chlorotique. La cochenille affaiblit l'arbre par succion de la sève lors de la prise de nourriture. L'arbre croît lentement, puis se dessèche partiellement ou totalement. L'infestation est importante dans les vergers mal entretenus (**Halitiana, 2003**).

II.2.4. Les thrips

Ces petits insectes (Thysanoptères) passent souvent inaperçus. Les larves et les adultes, situés sous les feuilles piquent la plante, celle-ci prend souvent un aspect argenté, elles sont polyphages, mais ne se nourrit pas pendant certains stades de sa vie. Elle attaque les arbres fruitiers (pêcher, prunier, pommier, vigne...), les plantes potagères (haricot, aubergine, poivron, fraisier, tomate...). Elles se nourrissent également aux dépens des fleurs cultivées (chrysanthème, cyclamen, œillet, saintpaulia) (**UPG, 2013**).

II.3. Les pucerons

Les pucerons font partie des principaux ravageurs des cultures dans les régions tempérées. Leur succès comme ravageurs des plantes repose sur leur fort potentiel reproductif dû à la parthénogenèse durant le printemps et l'été, la transmission des virus aux plantes et leur polyphénisme démographique et les dégâts causés sur les cultures (**Ndzana, 2012**). Ce mode de multiplication asexué explique leur importante dynamique.

Plusieurs caractéristiques biologiques en font des ravageurs redoutables : leur fécondité explosive, leur mobilité (grâce aux formes ailées transportées par les courants aériens), le caractère polyphagie de certaines espèces, ou au contraire la forte spécialisation d'autres espèces vis-à-vis des plantes hôtes cultivées mondialement (**Piffaretti, 1012**).

Les pucerons sont de petits insectes phytophages, leur système buccal de type piqueur-suceur est composé de stylets perforants, longs et souples, coulissant dans un rostre. Il sert à prélever la sève élaborée. Ce mode de nutrition peut entraîner au niveau de la plante une réaction à la piqûre ou à la toxicité de la salive (déformation des feuilles), un ralentissement de croissance lié à la consommation de la sève, une infection par un virus dont il est le vecteur. Le puceron rejette un miellat sur lequel se développent des champignons agents de fumagines qui entravent la respiration de la plante et son assimilation chlorophyllienne.

Les pucerons font partie de l'ordre des homoptères, classe des insectes, et la famille des aphididés, il existe plusieurs espèces dont les principales sont: *Aphis fabae*, *Myzus persicae*, et *Aphis gossypii*.

II.3.1. Cycle de vie du puceron

Les pucerons peuvent être divisés en deux groupes en fonction de leur cycle de vie : les espèces dites monoeciques et les espèces dites dioeciques ou hétéroeciques (**Annexe**).

II.3.2. Dégâts causés par les pucerons sur les cultures maraichères

Les pucerons sont des insectes phytophages, ravageurs non seulement des cultures maraichères, mais aussi, nuisibles pour les cultures agricoles, les arbres et la végétation en général. Sa vitesse de reproduction et sa capacité de dispersion permettent au puceron d'envahir très rapidement une culture. Ils causent des dégâts plus importants lorsque les pucerons transmettent des maladies virales (**Figure 02**).

II.3.2.1. Les dégâts directs dus au détournement de sève

Ces dégâts se manifestent, selon le stade de la plante au moment où les pucerons s'y multiplient, par une moindre croissance (« court-noué » chez les arbres fruitiers), une mauvaise fructification (avortement de fruits), une réduction du poids des grains ou des fruits. Lorsque les pucerons sont très nombreux, ce dégât est souvent aggravé par un dessèchement précoce des organes recouverts par le miellat. Le dégât sera fonction de la durée de présence et de la quantité de pucerons sur la plante pour chaque stade de développement de celle-ci et du degré de sensibilité de ce dernier aux pucerons (**ITAB, 2010**).

II.3.2.2. Les dégâts directs dus aux sécrétions salivaires

Lorsqu'ils effectuent une piqûre alimentaire, les pucerons injectent deux types de salives (l'une liquide, l'autre plus visqueuse) dans les tissus de la plante. Elles contiennent en quantités variables selon les espèces, des composés chimiques qui interagissent avec les cellules végétales, produisant des décolorations foliaires et des déformations (**ITAB, 2010**).

II.3.2.3. Dégâts indirects dus aux phytovirus transmis par les pucerons

La transmission des virus peut se faire selon deux modes, le mode circulant et le mode non circulant. Dans le premier cas les particules virales sont absorbées par les pucerons au moment de la piqûre alimentaire, voyagent dans le tube digestif, traversent l'intestin et se retrouvent dans la cavité générale, et enfin gagnent les glandes salivaires accessoires d'où ils seront réinjectés dans le phloème à l'occasion d'une prochaine piqûre alimentaire. Dans le cas de la transmission non circulante, les particules virales adhèrent à la paroi interne des stylets du

puceron et sont rapidement réinoculés dans les tissus de surface de la plante à l'occasion de piqûres dans l'épiderme ou le parenchyme (ITAB, 2010).

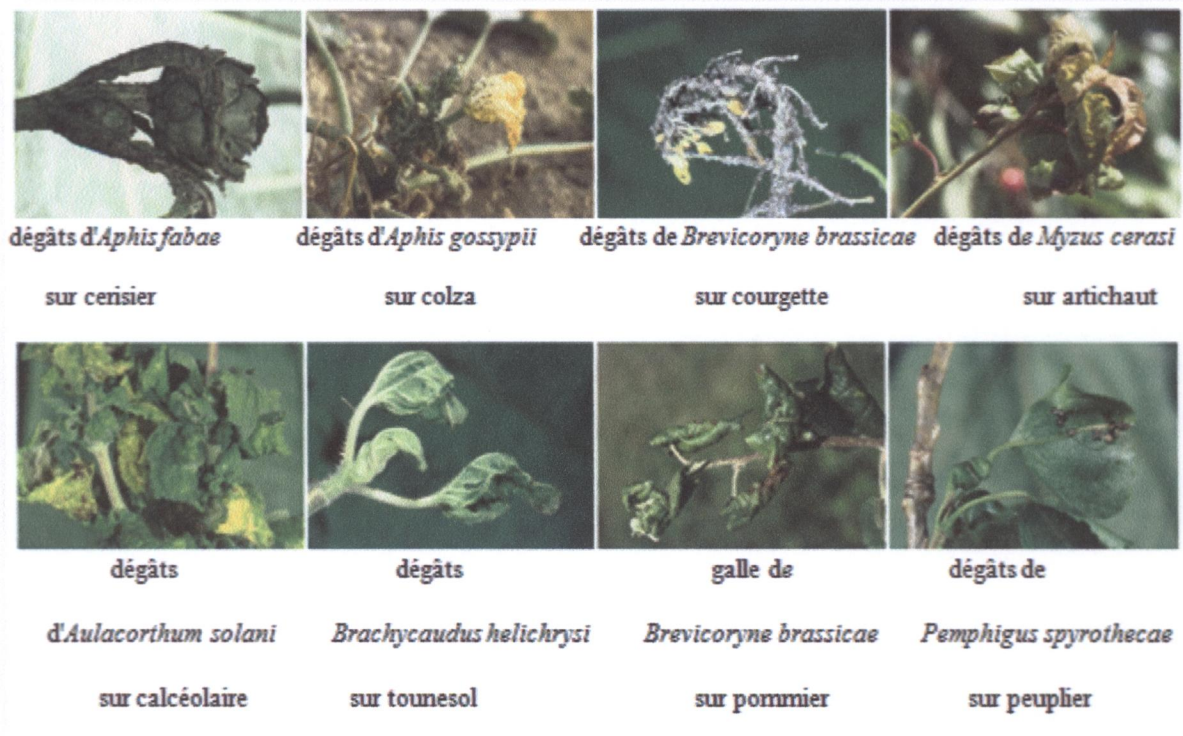


Figure 02 : Dégâts directs de pucerons sur les cultures maraichères (INRA, 2010).

II.4. Lutte contre les ravageurs des cultures maraichères

II.4.1 Lutte Chimique

Les avancées de la chimie organique ont permis de mettre sur le marché des produits phytosanitaires dès les années 1940. Ainsi, les insecticides de synthèse connurent une utilisation massive pour la protection des cultures d'exportation (arachide, coton. etc.). Aujourd'hui, les principaux produits utilisés peuvent être classés en deux groupes suivant leur mode d'action : les insecticides de contact et les fumigants (Delobel et Tran, 1993).

II.4.1.1. Les insecticides de contact

Ces produits ont la particularité d'avoir une dégradation beaucoup plus rapide en zone tropicale d'où la nécessité de doubler la dose recommandée en climat tempéré pour une plus Grande efficacité. Cependant, ils donnent de bons résultats surtout chez les insectes adultes (Delobel et Tran, 1993).

II.4.1.2. Les fumigants

La fumigation est un traitement insecticide curatif qui consiste à introduire un gaz dans une enceinte bien étanche et d'y maintenir à une concentration suffisante pendant un temps donné pour permettre la diffusion de celui-ci à travers toute la masse du grain. Son grand pouvoir pénétrant permet d'éliminer les formes cachées du ravageur (**Djoussou, 2006**).

II.4.2. La lutte physique

Il s'agit par divers procédés de jouer sur la sensibilité des ravageurs aux radiations, aux températures extrêmes et à la concentration de l'atmosphère des infrastructures de stockage en gaz (oxygène, dioxyde de carbone). L'irradiation connaît beaucoup de succès ces dernières années. Ces principaux avantages sont l'absence de résidus et de résistance, sa capacité de pénétration dans des denrées même emballées et la rapidité de son application. Aux doses prescrites, l'irradiation n'altère aucune des propriétés physiques, chimiques et organoleptiques de la denrée (**Seck, 2009**).

II.4.3. 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 population (**Villemereuil et al., 2008**). Elle peut être divisée en trois catégories bien distinctes, classique, par augmentation et par protection.

II.4.4. Lutte traditionnelle

Ces méthodes comprennent les pratiques endogènes au milieu paysan acquises au cours de générations. Ces méthodes comprennent les techniques culturelles, le triage de la récolte, la désinfection des structures de stockage (**Lienard et Seck, 1994**).

En absence d'un programme approprié de contrôle, les cultures associées assurent dans les fermes traditionnelles moins de perte (**Kumar, 1984**), en rendant l'environnement défavorable pour les ravageurs ou en réduisant les niveaux d'infestation au champ ou alternativement elles fournissent un environnement favorable aux ennemis naturels. Au nombre des méthodes préventives, on peut aussi citer l'utilisation de la température et de l'humidité, l'addition de substances minérales, l'addition des substances végétales et le stockage hermétique (**Salim, 2011**).

II.4.5 lutte intégrée

La lutte intégrée est une stratégie multidisciplinaire de contrôle des ravageurs qui inclut plusieurs approches comme par exemple la lutte biologique, les méthodes culturales et l'usage judicieux et limité des pesticides chimiques. Cette méthode considère l'écosystème dans son ensemble, dont les interactions entre les organismes. Le but ultime est de réduire les dommages aux cultures économiquement, avec le moins de menaces à l'environnement et à la santé humaine possible (EPA, 2009).

II.4.6 Lutte génétique et OGM

La transgénèse est une technique consistant à introduire un ou plusieurs gènes d'une ou de plusieurs espèces dans une autre espèce. Le génie génétique permet, en effet, d'intervenir l'ADN, support de l'information héréditaire pour l'ensemble des êtres vivants (GAB IDF, 2009).

La lutte génétique consiste à sélectionner les avantages génétiques des différentes variétés pour exploiter au mieux leurs résistances intrinsèques aux bioagresseurs. La particularité des OGM est qu'elles contiennent un gène provenant d'un pool génétique inaccessible par les méthodes de croisement classiques (Villemereuil *et al.*, 2008).

II.4.7 Lutte par les bio- pesticides

Les biopesticides occupent une place de choix car ils se prêtent souvent à la production de masse requise pour l'industrie et ils s'appliquent avec un pulvérisateur conventionnel ce qui en facilite l'adoption par les producteurs agricoles. Ils sont généralement compatibles avec des méthodes de lutte biologique classiques, même s'ils peuvent avoir des effets néfastes sur les organismes utiles (Girouzet *et al.*, 1994 ; Roger et Hamraoui, 1995).

Les biopesticides peuvent être à base de bactéries, champignons, virus, nématodes et d'extraits de plantes. L'avènement des techniques de biologie moléculaire a permis un développement formidable des biopesticides (Vaeck *et al.*, 1986). Il y a plusieurs façons d'améliorer l'efficacité des biopesticides. On peut trouver des souches plus virulentes. On peut aussi travailler à des formulations prolongeant la rémanence au champ ou incorporant des produits synergistes qui, étant eux-mêmes non toxiques aux doses utilisées, augmentent de beaucoup l'effet toxique du biopesticides (Bernard et Philogène, 1993).

Chapitre III :
Les extraits des plantes aromatiques

III.1. Définition

Les huiles essentielles sont par définition des métabolites secondaires produits par les plantes comme moyen de défense contre les ravageurs phytophages (Cseke et Kaufman, 1999).

Il s'agit d'un mélange de composés lipophiles, volatils et souvent liquides, synthétisés et stockés dans certains tissus végétaux spécialisés. Extraites de la plante grâce à des procédés physiques tels l'hydro distillation, l'entraînement à la vapeur ou par expression à froid dans le cas des agrumes (Bruneton, 1993 ; AFNOR, 2000).

Le terme « huile » s'explique par la propriété que présentent ces composés de se solubiliser dans les graisses et par leur caractère hydrophobe. Le terme « essentielle » fait référence au parfum, à l'odeur plus ou moins forte dégagée par la plante (Laib, 2011). Ils sont utilisés pour leurs activités de contact et inhalatoire, elles contiennent principalement des terpènes, des esters, des cétones et des phénols (Benayad, 2008).

III.2. Composition chimique des huiles essentielles

Le nombre des molécules chimiquement différentes qui constituent une huile essentielle est variable (Belaiche, 1979). A côté des composés majoritaires (entre 2 et 6 généralement), on retrouve des composés minoritaires et un certain nombre de constituants sous forme de traces (Pibiri, 2006). Les huiles essentielles sont des mélanges complexes et variables de constituants qui appartiennent, de façon quasi exclusive, à deux groupes : le groupe de terpénoïdes et le groupe des composés aromatiques dérivés du phénylpropane.

D'après Pibiri (2006), la structure des composés des huiles essentielles est constituée d'un squelette hydrocarboné, constituant une chaîne plus ou moins longue. Sur ce squelette de base est souvent présent un ou plusieurs sites fonctionnels semblables ou différents. La majorité des sites fonctionnels sont des sites oxygénés avec un ou plusieurs atomes d'oxygène, pour quelques groupes fonctionnels azotés ou soufrés. Selon Mailhebiau (1994), cette structure varie en fonction :

- ✓ Du nombre d'atomes de carbone qui les constituent: Les monoterpènes, les sesquiterpènes, et Rarement les diterpènes.
- ✓ Du caractère saturé ou insaturé des liaisons.
- ✓ De leur agencement : linéaire ou cyclique.
- ✓ De la configuration spatiale (forme de chaise, de bateau, de trièdre...).
- ✓ De la nature des groupes fonctionnels à savoir : les terpènes, les alcools terpéniques, les cétones...etc.

III.3. Caractéristiques et propriétés physiques

Les huiles essentielles sont constituées de molécules aromatiques de très faible masse moléculaire (**Degryse et al., 2008**). Elles sont très inflammables et très odorantes, liquides à température ambiante. Exposées à l'air, les huiles essentielles se volatilisent. Elles ne sont que très rarement colorées. Leur densité est en général inférieure à celle de l'eau sauf les huiles essentielles de saffran, de girofle et de cannelle. Elles ont un indice de réfraction élevé et la plupart dévient la lumière polarisée (optiquement active) (**Bruneton, 1999; Rhayour, 2002; Desmares et al., 2008**).

Elles ont parfois un toucher gras ou huileux mais ce ne sont pas des corps gras. Par évaporation, peuvent retourner à l'état de vapeur sans laisser de traces, ce qui n'est pas le cas des huiles fixes (olive, tournesol ...) qui ne sont pas volatiles et laissent sur le papier une trace grasse persistante (**Bernadet, 2000**).

Les huiles essentielles ne sont que très peu solubles ou pas du tout dans l'eau. Entraînables à la vapeur d'eau, elles se retrouvent dans le protoplasme sous forme d'émulsion plus ou moins stable qui tend à se collecter en gouttelettes de grosse taille (**Rhayour, 2002; Benini, 2007; Benayad, 2008**). Par contre, elles sont solubles dans les solvants organiques usuels (**Bruneton, 1999**).

III.4. Localisation des huiles essentielles dans la plante

Les huiles essentielles sont produites dans des cellules glandulaires spécialisées recouvertes d'une cuticule. Elles sont alors stockées dans des cellules à huiles essentielles (Lauraceae ou Zingiberaceae), dans des poils sécréteurs (Lamiaceae), dans des poches sécrétrices (Myrtaceae ou Rutaceae) ou dans des canaux sécréteurs (Apiaceae ou Asteraceae). Elles peuvent aussi être transportées dans l'espace intracellulaire lorsque les poches à essences sont localisées dans les tissus internes (**Laib, 2011**).

Sur le site de stockage, les gouttelettes d'huile essentielle sont entourées de membranes spéciales constituées d'esters d'acides gras hydroxylés hautement polymérisés, associés à des groupements peroxydes. En raison de leur caractère lipophile et donc de leur perméabilité extrêmement réduite vis-à-vis des gaz, ces membranes limitent fortement l'évaporation des huiles essentielles ainsi que leur oxydation à l'air (**Bruneton, 1993 ; Anton et Lobstein, 2005**).

III.5. Méthodes d'extraction des huiles essentielles

De nombreuses techniques permettent d'extraire l'huile essentielle des plantes et de préserver leurs composés volatiles. Ces techniques d'extraction évoluent dans le but d'améliorer le rendement d'extraction ainsi que la qualité de l'huile essentielle obtenue.

III.5.1. L'entraînement à la vapeur d'eau

Les méthodes d'extraction par l'entraînement à la vapeur d'eau sont basées sur le fait que la plupart des composés volatils contenus dans les végétaux sont entraînaables par la vapeur d'eau, du fait de leur point d'ébullition relativement bas et de leur caractère hydrophobe. Sous l'action de la vapeur d'eau introduite ou formée dans l'extracteur, l'essence se libère du tissu végétal et entraînée par la vapeur d'eau. Le mélange de vapeurs est condensé sur une surface froide et l'huile essentielle se sépare par décantation (Bruneton, 1993).

III.5.2. La distillation à vapeur saturée

Dans cette variante, la matière végétale n'est pas en contact avec l'eau. La vapeur d'eau est injectée au travers de la masse végétale disposée sur des plaques perforées. La distillation à vapeur saturée est la méthode la plus utilisée à l'heure actuelle dans l'industrie pour l'obtention des huiles essentielles à partir de plantes aromatiques ou médicinales. En général, elle est pratiquée à la pression atmosphérique ou à son voisinage et à 100°C, température d'ébullition d'eau. Son avantage est que les altérations de l'huile essentielle recueillie sont minimisées (Nzeyumwami, 2004).

III.5.3. Hydrodiffusion

L'Hydrodiffusion est une variante de l'entraînement à la vapeur d'eau. Dans le cas de Hydrodiffusion, le flux de vapeur n'est pas ascendant mais descendant. Cette technique exploite ainsi l'action osmotique de la vapeur d'eau. Le principe de cette méthode réside dans l'utilisation de la pesanteur pour dégager et condenser le mélange (vapeur d'eau-huile essentielles dispersé dans la matière végétale (Mayer-Warnod, 1984)

III.5.4. Les infusion et les décoctions

L'infusion 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 d'heure (Iserin, 2001).

La décoction a des propriétés proches, C'est une technique au cours de laquelle on immerge les plantes dans de l'eau froide, puis on porte l'ensemble à ébullition.

III.5.5. Macération

Il s'agit des méthodes les plus simples à mettre en œuvre pour l'extraction des métabolites secondaires contenus dans une matrice liquide ou solide. Elles sont basées sur l'utilisation de solvants seuls ou en combinaison choisis en fonction de la famille de composés à extraire. Les solvants les plus couramment utilisés sont le pentane, l'hexane, l'oxyde de diéthyle, l'acétate d'éthyle, le dichlorométhane, le méthanol, l'éthanol et l'eau (**Venturini, 2012**).

II.6. Les substances bioactives des plantes

III.6.1. Les polyphénols

Ce sont des dérivés non azotés dont le ou les cycles aromatiques sont issus de deux grandes voies métaboliques : la voie du shikimate et celle de l'acétate. La diversité structurale des composés phénoliques est due à cette double origine synthétique, et elle augmente souvent avec la participation simultanée du shikimate et l'acétate conduisant à l'élaboration de composés mixtes (flavonoïdes, stibène, xanthones, etc.). Plusieurs milliers de polyphénols ont été identifiés dans les plantes et dans les aliments d'origine végétale (**Bruneton, 1999**).

III.6.2. Les alcaloïdes

Le terme alcaloïde a été introduit pour la première fois par le pharmacien allemand Meissner (**Benavides et al., 2007**), les alcaloïdes représentent un groupe très vaste de métabolites secondaires avec structure, distribution et activités biologiques diverses.

Les alcaloïdes sont des molécules d'origine naturelle. On les trouve principalement chez les végétaux, mais aussi chez les animaux et chez certains micro-organismes.

Leur structure chimique de base est un hétérocycle azoté sauf pour quelques substances dans lesquelles l'azote est extra cyclique (c'est le cas de la colchicine et de l'éphédrine par exemple). Il existe plus de six mille alcaloïdes mais ce chiffre est en constante augmentation (**Judd et al., 2002**).

III.6.3. Les terpenoïdes et les stéroïdes

III.6.3.1. Les stéroïdes

Les stéroïdes sont des composés qui contiennent le noyau perhydrocyclopenténo-phénanthrène. Ils comprennent une grande variété de composés naturels parmi les quels se trouvent les stérols proprement dits, les acides biliaires, les hormones sexuelles, les hormones corticosurrénales, les glucosides cardiotoniques, les sapogénines, quelque alcaloïdes et d'autres groupes mineurs (**Ayad, 2008**).

III.6.3.2. Les terpènes

Le terme terpène inventé par Kekulé, vient de leur origine historique de l'arbre de terebinth: *Pistacia Terebinthus*, Du point de vue structural, les terpènes constituent une grande famille de composés prénologues, c'est-à-dire d'homologues à enchaînement isoprénique. Ces substances organiques font parti des métabolites secondaires, les plus répandus dans la nature. En effet, plus de 36.000 structures différentes ont été identifiées (Ayad, 2008).

Partie experimental

Matériel et méthodes

Dans ce travail, nous avons commencé par des entretiens, au cours de sorties répétées, avec des agricultures et les services administratives agricoles de la wilaya de Jijel. Au cours de ces prises de contact nous nous sommes intéressé aux ravageurs des cultures maraichères et à l'importance de leurs dégâts ; nous avons ciblé les insectes, dont en particulier les pucerons.

Le but de notre travail expérimental est l'étude de l'effet insecticide des HEs et des extraits aqueux (poudres et macérâts) des plantes aromatiques cultivés à Jijel, à savoir *Schinus molle*, *Ruta graveolens*, *Mentha pulegium*, *Mentha spicata*, *Aloysia citrodora*, *Achillea ligustica*.

IV.1. Matériel

IV.1.1. Matériel utilisés

Le matériel utilisé est constitué principalement par le dispositif d'extraction de type Clevenger, et le CPG-SM (Chromatographie en phase gazeuse couplé à une spectrométrie de masse) pour réaliser l'analyse chimique. On utilise également d'autres appareils tel que : la balance analytique et la plaque chauffante.




IV.1.2. Matériel végétal




La wilaya de Jijel est recouverte d'un tapis végétale très riche et diversifié, ce qui rend le choix des espèces très difficiles, nous avons sélectionné les espèces suivants : *Schinus molle*, *Ruta graveolens*, *Mentha pulegium*, *Mentha spicata*, *Aloysia citrodora*, *Achillea ligustica*. Ces plantes ont également été sélectionnées pour leurs disponibilités locales, de leurs propriétés aromatiques et elles sont facile à cultiver malgré leurs origines diverses.

IV.1.2.1. Description botanique des plantes étudiées

Une étude bibliographique générale a été effectuée sur les six plantes aromatiques sélectionnées, le tableau suivant résume les caractéristiques botaniques de ces plantes (**tableau 03**).

Tableau 03 : Description botanique des plantes étudiées (El kalamouni, 2010 ; Kherief ,2006 ; Benoît, 2013).

Plante	Description	Photo
<i>Schinus Molle</i>	<p><i>schinus molle</i> (Anacardiaceae), faux poivrier ou poivrier sauvage est un arbre à feuillage persistant, ou Arbre à résine du Pérou, originaire des Amériques centrale et du Sud. C'est une essence qui aime le soleil et les sols bien drainés, il s'adapte donc bien aux régions méditerranéennes où il est utilisé pour l'ornement des jardins, elle très résistant aux insectes (à cause de la forte odeur qui le caractérise et des feuilles qui contiennent un insecticide naturel), il peut mesurer jusqu'à 15m.</p>	
<i>Ruta graveolens</i>	<p><i>Ruta graveolens</i> (rutacées), également appelée herbe/rue de grâce, rue domestique ou rue des jardins, rue officinale mais aussi rue puante en raison de son odeur. Le nom <i>rue</i> désigne également une plante aromatique méditerranéenne, utilisée pour la préparation des salades, elle servait d'antivenin et antipoison, ont des propriétés antiseptiques, antispasmodiques et diurétiques. Dans les pays orientaux, on l'utilise encore même dans la confection d'amulettes pour combattre les mauvais esprits.</p>	
<i>Mentha pulegium</i>	<p><i>Mentha pulegium</i> L (Lamiaceae), Menthe pouliot Plante vivace de 10-50 cm, velue-grisâtre ou glabrescente, à odeur très forte, tiges dressées ou étalées-ascendantes.</p> <p>Les feuilles sont : petites, courtement pétiolées, ovales ou oblongues, obtuses ou subaiguës, denticulées ou presque entières. les florales plus courtes que les glomérules.</p> <p>Les fleurs rosées ou lilacées, en verticilles nombreux, tous axillaires, écartés, multiflores, très compacts.</p>	

<p><i>Aloysia citrodora</i></p>	<p><i>Aloysia citrodora</i>, appelée verveine odorante, verveine citronnée ou verveine du Pérou (pays), est une plante ligneuse de la famille des Verbénacées, cultivée pour ses feuilles très parfumées (au goût de citron) pour aromatiser certaines préparations culinaires et pour préparer des infusions. C'est une plante originaire des Andes d'Amérique du Sud.</p>	
<p><i>Mentha spicata</i></p>	<p>La menthe verte <i>Mentha spicata</i> (Lamiacées) est une plante vivace herbacée, cultivée comme plante aromatique, on la trouve dans les lieux humides, ensoleillés à semi ombragés. Elle est très courante dans les jardins, elle peut atteindre 60cm de hauteur, le feuillage est habituellement vert profond. Utilisée en tisane et en infusion et dans de nombreuses applications culinaires, comme les sauces. Comme toutes les menthes, elle a des propriétés aromatiques (toniques, fortifiantes) et des propriétés digestives (combat les lourdeurs, les ballonnements).</p>	
<p><i>Achillea ligustica</i></p>	<p><i>Achillea millefolium</i> L. (Astéracée), a été utilisée comme herbe médicinale, le genre Achillea est représenté par 85 espèces majoritairement répandues en Europe, Asie et Amérique du Nord. Le nom d'Achillée désigne le héros grec Achille, qui a utilisé dit on, cette plante sur le champ de bataille pour éteindre le saignement des blessures de ses hommes. Aujourd'hui, l'Achillée est utilisée principalement dans le domaine médical, parfois dans l'aromatization de certaines bières.</p>	

IV.1.2.2. Récolte et séchage

IV.1.2.2.1 Lieu de récolte

Nous avons fait des récoltes des plantes à partir des sites suivant : Université de Jijel (S. molle), Emir Abed El Kader (*R. graveolens*, *A. citrodora*), kaous (*M. pulegium*, *M. spicata*), Texenna (*A. ligustica*) et ce pendant les périodes fin avril, mai et début juin (**figure 03**).



Figure 03 : Site de collecte des insectes (Chekfa)

IV.1.2.2.2. Séchage

Les parties utilisés des plantes (feuilles, tiges et fleurs) sont séchées à l'air libre et à l'abri de soleil pendant 7 jours, à une température ambiante (environ 25°C).

Les plantes séchées sont broyées à l'aide d'un broyeur jusqu'à l'obtention des poudres végétales.

Tableau 02: Plantes étudiées et leurs parties utilisées.

Nom commun	Nom scientifique	Partie (s) utilisée(s)	Stade phénologique
Faux-Poirier	<i>Schinus molle</i>	Feuilles	Début floraison
Rue	<i>Ruta graveolens</i>	Plante entière	Floraison
Menthe pouliot	<i>Mentha pulegium</i>	Feuilles	Début de floraison
Menthe vert	<i>Mentha spicata</i>	Feuilles	Floraison
Verveine citronnée	<i>Aloysia citrodora</i>	Feuilles	Début de floraison
Achillée	<i>Achillea ligustica</i>	Sommet fleurée	Floraison

IV.1.3. Matériel animal

Les pucerons utilisés tout au long de l'expérience proviennent des pucerons du la fève *Aphis fabae*, réalisé au sein du laboratoire de zoologie à l'université de Jijel.

Ces insectes sont récoltés à partir des cultures de la fève, plantée à la région de Chekfa de la Wilaya de Jijel. Les plantes infestés par les pucerons ont été coupées (tiges et feuilles) et transportées au laboratoire dans des biotes d'élevages, et la récolte doit être effectuée continuellement durant les tests pour assurer la fiabilité des résultats.

Aphis fabae forme des colonies sur la fève. Pendant nos expériences, nous avons choisis des individus adultes formes aptères afin de faciliter l'utilisation et le comptage (figure 4).



Figure 04 : pucerons noir de la fève *Aphis fabae* (Bayer-Agri.fr)

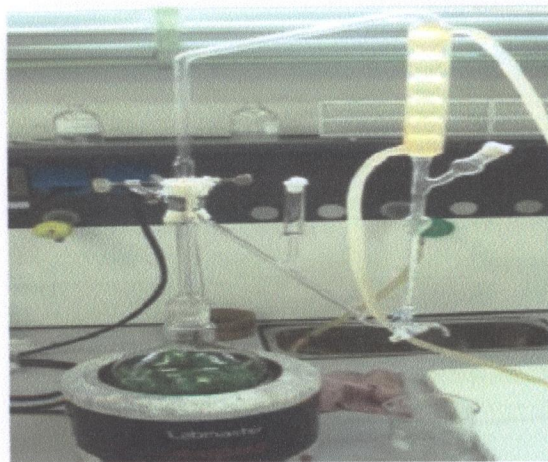
IV.2. Méthode

IV.2.1. Préparation des extraits

Deux types d'extraits ont été préparés pour chaque plante : les huiles essentielles et les extraits aqueux à savoir les macérâts et les poudres végétales.

IV.2.1.1. Huiles essentielles

Le matériel végétal est soumis à une extraction des HEs par hydrodistillation qui est réalisé à l'aide d'un appareil de type Clevenger (**figure 05**).



**Figure 05 : Montage d'hydrodistillation (Clevenger)
(Boukhatem, et *al.*, 2010)**

IV.2.1.1.2. Protocole expérimental

L'appareil utilisé pour l'hydrodistillation est de type Clevenger, il est constitué d'un chauffe ballon, un ballon en verre de 1000 ml où l'on place 50 g de la matière végétale sèche broyée préalablement et 500 ml d'eau distillée, l'ensemble est porté à ébullition 2 à 4h. Après la décantation du distillat, deux phases sont obtenues : l'une dite organique constitué par l'huile essentielle, l'autre aqueuse constitué par l'hydrolat aromatique ou l'eau aromatique.

Pour l'isolement des huiles essentielles de la phase organique, on ajoute du sulfate de sodium (Na_2SO_4) pour éliminer les traces d'eau. Les huiles essentielles obtenues sont conservées dans des tubes recouvert du papier aluminium, puis stockée à basse température + de 4C° et à l'obscurité jusqu'à son utilisation. Les rendements d'extraction des huiles essentielles sont calculés par rapport à la quantité de matière sèche des échantillons de 50g.

IV.2.1.1.3. Analyse chimique

L'étude analytique des l'huiles essentielles des plantes sélectionnées a été réalisée par chromatographie en phase gazeuse, par injection de $0,2 \mu\text{l}$ d'extrait. Le gaz vecteur utilisé est l'hélium He, La colonne utilisée est une colonne capillaire à polaire SE 30 (longueur 30 m, et de $0.25\mu\text{m}$ de diamètre intérieur, l'épaisseur de film est de 25m) couplé à un spectromètre de masse des 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 250C°
- ✓ La température de four variait entre 50 et 250C° à une vitesse de $5\text{C}^\circ/\text{min}$
- ✓ Le gaz vecteur était l'hélium
- ✓ La température d'injection était de 250C° et température d'interphase de 350C°

L'identification des constituants des huiles essentielles a été faite sur la base de leurs temps de rétention et de leurs spectres de masse par comparaison avec les données de la bibliothèque du CPG-SM.

IV.2.2. Les extraits aqueux

IV.2.2.1. Les macérâts

La préparation des macérâts consiste à faire tremper 50g des feuilles fraîches de chaque plantes dans 1,5l d'eau froid (en total 6 extraits végétaux issus de la macération dans l'eau froide), la macération est effectuée pendant 3 jours à la température du laboratoire, après 24 jours les macérâts sont filtrées à l'aide d'un papier filtre Wattman.

IV.2.2.2. Les poudres végétales

Les feuilles des plantes sélectionnées sont séchées dans une étuve portée à 25 °C. Elle est ensuite broyée à l'aide d'un mixeur jusqu'à l'obtention d'une poudre. Ces poudres sont tamisées à l'aide d'un tamis, ensuite conservées dans le réfrigérateur jusqu'à son utilisation.

IV.2.3. Tests biologiques

La réalisation des tests ce fait dans le laboratoire de zoologie, consiste à l'évaluation de l'effet insecticides (toxicité) des l'huiles essentielles par contact et inhalation, et des extraits aqueuse : les macérâts et les poudres végétales vis à vis des pucerons adultes *Aphis fabae*.

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

IV.2.3.1. Les dilutions des HEs

A partir de l'huile essentielle extraite préalablement de chaque plante, et suivant la méthodologie inspirée des travaux de Tchoumboungang (2009), on prépare respectivement des doses de 20, 40, 80, et 160 µl d'HEs de chaque plante qui sont diluées dans 10 ml d'acétone 1%, pour obtenir des concentration de 2, 4, 8, 16 µl / ml (Ndomo A. F et *al.*, 2009).

IV.2.3.2. Les concentrations des poudres

Des quantités de 4, 2, 1, et 0,5 g de poudre de chaque plante sont diluées avec 10 ml d'acétone 1%, puis porté sous agitation magnétique pendant 20 minutes. Le mélange obtenu est filtré à l'aide du papier Wattman. Les filtrats récupérés ont des concentrations de 0,4, 0,2, 0,1 et 0,5g/ml (Ndomo et *al.*, 2009).

IV.2.3.3. Préparation des témoins

Deux témoins sont préparés :

- Le témoin négatif qui est constitué de deux types, l'eau distillée et une solution d'eau distillée-acétone à 1%.
- Témoin positif constitué par l'ACEPLAN 20% qui est un insecticide commercial dilué à la concentration de 0,001g/ml, recommandée en traitement contre les pucerons des cultures maraichères.

IV.2.3.4. Préparation des boîtes de pétri

Des boîtes de pétri de 9 cm de diamètre sont préparés pour abriter les insectes testés, ces boîtes sont trouées afin de permettre à la fois l'aération et de garantir la captivité des insectes. Un

papier filtre Wattman et une feuille de plante l'hôte fraiche et non infesté sont déposés dans chaque boite.

IV.2.3.5. Activité insecticides des HEs

Les boites de Pétri préparées préalablement soumis à des traitements par quatre doses des HEs, chaque boite reçoit 1ml de préparation correspondante. Les adultes de pucerons de même taille ont été répartis dans ces boites, à raison de 10 individus par boite (**figure 06**). Trois répétitions ont été effectuées pour chaque dose.

Les insectes morts ont été comptés 6, 12, 24 et 48 h après les traitements.

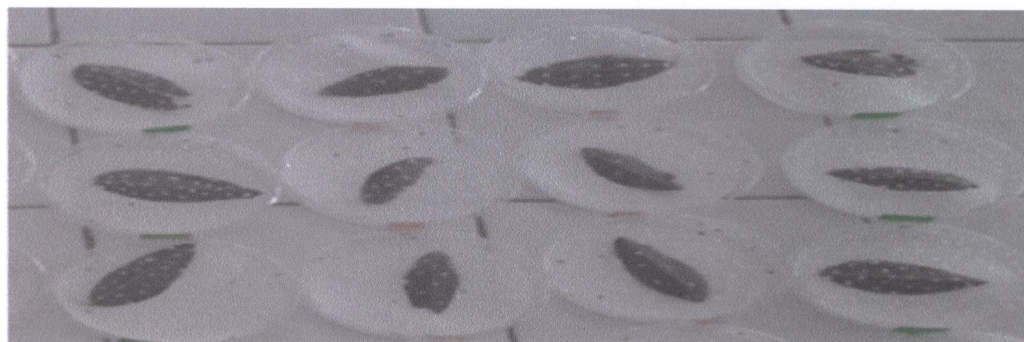


Figure 06 : Dispositif expérimental des traitements par les HEs

IV.2.3.6. Activité insecticides des macérâts

Les boites de Pétri préparées préalablement soumis à des traitements par quatre doses des filtrats, chaque boite reçoit 1ml de préparation correspondante, Les adultes de pucerons de même taille ont été répartis dans ces boites à raison de 10 individus par boite (**figure 07**). Trois répétitions ont été effectuées pour chaque dose.

Les insectes morts ont été comptés 6, 12, 24 et 48 h après les traitements.



Figure 07 : Dispositif expérimental des traitements par les macérâts

IV.2.3.7. Activité insecticide des poudres végétales

Les boites de Pétri préparées préalablement soumis à des traitements par quatre doses des filtrats, chaque boite reçoit 1ml de préparation correspondante, Les adultes de pucerons de

même taille ont été répartis dans ces boîtes, à raison de 10 individus par boîte et sera immédiatement fermée (**figure 08**). Trois répétitions ont été effectuées de chaque dose. Les insectes morts ont été comptés 6, 12, 24 et 48 h après les traitements.

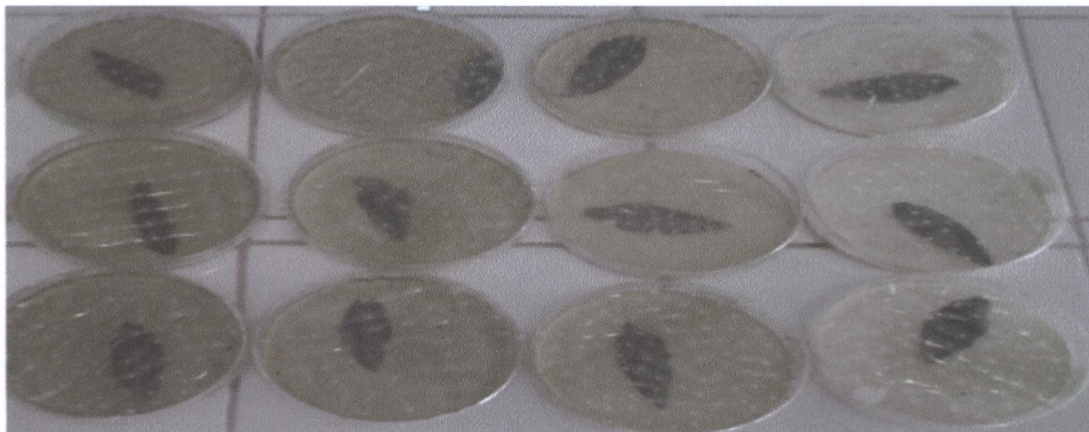


Figure 08 : Dispositif expérimental des traitements par les poudres végétales

IV.2.4. 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.2.5. Correction de mortalité

Le pourcentage de mortalité dans chaque boîte ont été exprimé en mortalités corrigées et calculé en utilisant la formule d'**Abbott (Tedonkeng et al., 2002)**:
$$M_c = \frac{M_o - M_t}{100 - M_t} \times 100.$$

Où: M_c : taux de mortalité corrigé, M_o : taux de mortalité dans les boîtes traitées, M_t : taux de mortalité dans les boîtes témoins (mortalité naturelle).

IV.2.6. Correction de la DL₅₀

La Dose Létale 50% (DL₅₀) est la dose d'une substance capable de provoquer par la voie d'administration choisie, la mortalité cumulée de 50% des animaux d'une population mise en expérience (**RACHEL, 2005**).

Pour calculer la DL₅₀, nous avons appliqué la méthode de Finney (Méthode des moindres carrés) à 24h de traitement, en utilisant le logiciel BioStat 2007, Les droites de

régressions sont obtenues sur le même logiciel par la méthode de moindres carrés (**habout et al., 2011**).

Résultats et discussion

V. Résultats et discussion

V.1. Rendement en HE

Les rendements en % ont été calculés à partir de la masse en l'huile obtenue et de celle de la matière sèche avant l'extraction.

Les rendements moyens de l'extraction par hydrodistillation sont calculés par rapport à 50g de la matière sèche pour chaque plante. Ils sont représentés par la **figure 09**.

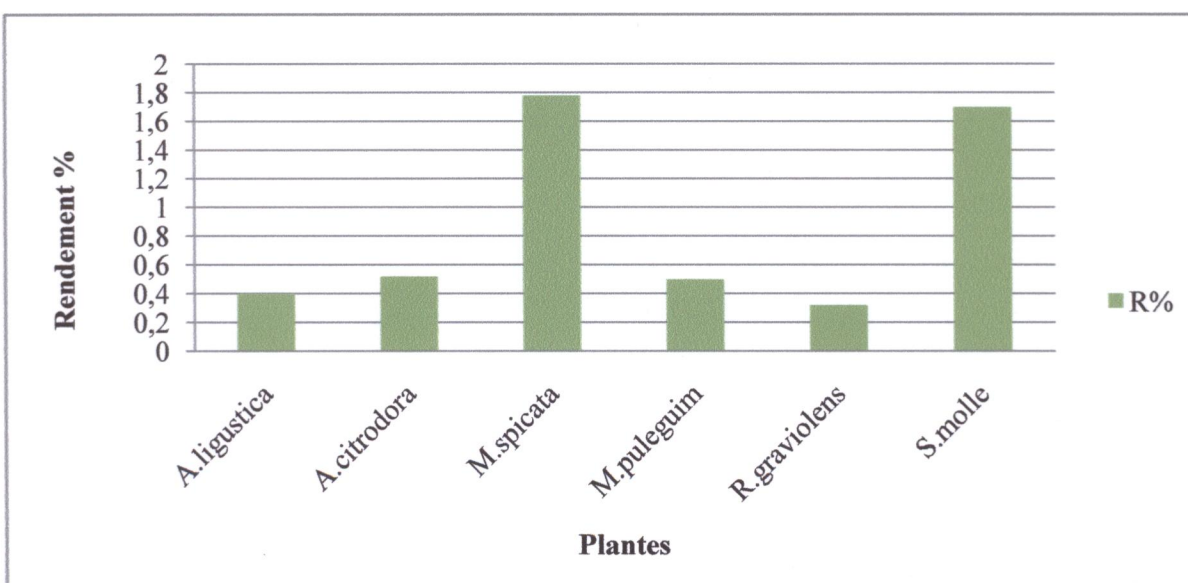


Figure 09 : Rendements moyens de l'extraction des HEs par hydrodistillation

Les rendements en huile essentielle (HEs) obtenus, par rapport à la matière sèche diffèrent entre les six plantes étudiées. Les rendements les plus élevés sont enregistrés pour *Mentha spicata* (1.78 %) et *Schinus molle* (1.7 %), alors que les plus faibles rendements sont enregistrés pour *Rutta graveolens* (0.32 %), *Achillea ligustica* (0.4 %), *Mentha pulegium* (0.5 %) et *Aloysia citrodora* (0.52 %).

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

L'analyse chimique des HEs extraites à partir de six 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 **03, 04, 05, 06, 07 et 08**.

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

Tableau 03 : Composés majoritaires de l'HE d'*Achillea ligustica*

N° de pic	Aire %	nom	Identif
03	0,95	Camphene	Camphène
08	1,28	Eucalyptol	Eucalyptol
12	15,49	Bicyclo[3.1.1]hept-2-en-6-one, 2,7,7-trimethyl-	Chrysanthenone
17	12,47	2-cyclohexene 1 one,2-methyl-5-(1-methylethenyl)-, (R)	R-carvone
23	29,19	1Hcyclopenta[1,3] cyclopropa [1,2]benzene, octahydro-7-mythyl1-3methylene-4_(1-methylethyl)-[3aS-alpha,3a	Non identifie
21	1,86	Caryophyllene	Caryophyllene

L'HE d'*Achillea ligustica* se caractérise par la dominance des monoterpènes oxygénés à savoir le Chrysanthenone, le R-carvone, et l'eucalyptol. Parmi les sesquiterpènes on trouve les caryophyllenes.

Les études réalisées dans l'université de Jijel par l'**Laater M. E et Bousmaha M (2012)**, sur la même espèce d'*Achillea* montrent les mêmes composants avec des pourcentages très proches sauf pour les chrysanthenones qui sont faible, en comparaison avec nos résultats.

V.2.2. Composition chimique de l'HE *Aloysia citrodora*

Tableau 04 : Composés majoritaires de l'HE d'*Aloysia citrodora*

N° de pic	Aire %	nom	identif
01	0,37	Alpha-pinène	Alpha-pinène
05	1,46	D-limonène	D-Limonène
08	9,54	Cyclohexaanone, 5-methyl -2-(1-methylethyl)-, trans-	Menthol
12	30,75	Pulegone	Pulegone
15	5,53	Caryophyllene	Caryophyllene

La composition chimique des huiles essentielles d'*Aloysia citrodora* caractérisé par un pourcentage considérable des monoterpènes : Pulegone (30,75%), un pourcentage moins important de Menthol (9,54%) et un faible pourcentage pour Alpha-pinène et D-Limonène. Tandis que, les sesquiterpènes sont représentés par 5,53% des caryophyllènes.

V.2.3. Composition chimique de l'HE de *Mentha pulegium*

Tableau 05 : Composés majoritaires de l'HE de *Mentha pulegium*

N° de pic	Aire %	Nom	identif
14	0,07	Cyclohexaanone,5-methyl -2-(1-methylethyl)-, trans-	Menthone
16	28,03	Cyclohexanone,5-methyl-2(-1methylethylidene)-	Pulegone
08	0,61	D-Limonene	D-Limonene
18	1,06	Caryophyllene	Caryophyllene
21	0.83	1,6-Cyclodecadiene,1-methyl-5-methylene-8-(1-methylethl)-, [s-(E,E)]-	Germacrene D

La composition chimique de l'huile essentielle de *M. pulegium* se caractérise par la présence des monoterpéniques oxygénés tel que le Pulegone (28,03), le menthone et D-Limonene. Les sesquiterpènes sont représentées par Caryophyllene et Germacrene D.

V.2.4. Composition chimique de l'HE de *Mentha spicata*

Tableau 06 : Composés majoritaires de l'HE de *Mentha spicata*

N° de pic	Aire %	nom	identif
06	4,85	Eucalyptol	Eucalyptol
07	4,82	Cyclohexaanone, 5-methyl -2-(1-methylethyl)-, trans-	Menthol
17	60,62	2-Cyclohexen-1-one, 2-methyl-5-(1-methylethenyl) - (S)-	D-carvone
23	4,42	Caryophyllene	Caryophyllene

La composition chimique de l'huile essentielle de *M. spicata* caractérisé par la dominance des HEs contiennent des cétones à savoir le D-carvone (60,62%), les monoterpènes tels qu'eucalyptol et menthol. Parmi les sesquiterpènes on trouve le Caryophyllene avec un pourcentage faible.

V.2.5. Composition chimique de l'HE de *Ruta graveolens*

Tableau 07 : Composés majoritaires de l'HE de *Ruta graveolens*

N° de pic	Aire %	nom	Identif
01	0,62	α -Phellandrene	α -phellandrene
07	3,92	α -Bisabolol	α -Bisabolol
21	0,69	α -Caryophyllene	α -Caryophyllene
41	4,67	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
27	6,26	Cyclohexanemethanol,4-ethenyl-.alpha.,.alpha.,4-trimethyl-3-(1-methylethyl)-, (1R (1. alpha., 3. alpha.,4.beta.))-	Elemol
43	0,43	α -Cadinol	α -Cadinol

Les principaux composés chimiques qui constituent la fraction majoritaire de cette l'huile essentielle sont de type sesquiterpènes : une dominance des composés oxygénés tel que l'Elemol et l' α -Eudesmol, les sesquiterpène alcoolique α -Cadinol, α -Caryophyllene qui représente les sesquiterpènes hydrocarboniques et α -phellandrene qui est un monoterpene.

V.2.6. Composition chimique de l'HE de *Schinus molle*

Tableau 08 : Composés majoritaires de l'HE de *Schinus molle*

N° de pic	Aire %	Nom	identif
01	1,12	α -pinène	Alpha-pinène
04	2,80	Beta-phellandrene	Beta-phellandrene
05	2,96	D-limonène	D-Limonène
06	1,42	Pulegone	Pulegone
13	0,36	α -Caryophyllene	alpha-Caryophyllene

Cette huile essentielle est composée par les monoterpènes hydrocarbonés à savoir D-Limonène, et Alpha-pinène. Pulegone Avec des composés sesquiterpènes qui sont des Alpha-Caryophyllene et Beta-phellandrene.

V.3. Activité insecticide des huiles essentielles

Les tableaux 9, 10, 11, 12, 13 et 14 résument les moyennes de mortalités observées et les écart-types, après traitement des populations d'*Aphis fabae* par les HEs d'*A. ligustica*, *A. citrodora*, *M. spicata*, *M. pulgium*, *R. graveolens* et *S. molle*.

Les moyennes des mortalités observées et les écart-types du témoin-eau, témoin-ACEPLAN et du témoin acétone (1%) sont représentés dans le **tableau 15**.

Tableau 09 : Moyennes de mortalités observées après traitement par HEs d'*Achillea ligustica*

	2 μ l/ml	4 μ l/ml	8 μ l/ml	16 μ l/ml
6h	2 \pm 0	3 \pm 1	2 \pm 1	2.33 \pm 2.52
12h	0.33 \pm 1	0.67 \pm 1.53	2 \pm 0.58	2 \pm 1.15
24h	0.67 \pm 0.58	0.67 \pm 0.58	1 \pm 1.15	1.67 \pm 1
48h	5 \pm 1	5.33 \pm 2.51	4.67 \pm 1.53	4 \pm 0.58
Total	8.00	9.67	9.67	10

Tableau 10 : Moyennes de mortalités observées après traitement par HEs d'*Aloysia citrodora*

	2µl/ml	4µl/ml	8µl/ml	16µl/ml
6h	0.33 ±1.15	0.33±0.58	1 ± 1.53	2±0.58
12h	1.33 ±0.58	1.67 ±1.15	1.67 ± 0.58	1.33±1.15
24h	1.33 ±1	1 ±0	1.33 ± 1.15	3.33±1
48h	5.33 ±2.52	6 ±0.58	5.33± 1	3±2
total	8.32	9.00	9.33	9.66

Tableau 11 : Moyennes de mortalités observées après traitement par HE de *M. pulegium*

	2µl/ml	4µl/ml	8µl/ml	16µl/ml
6h	0.67 ±0.58	1.67 ± 1	1 ±1.15	1.33 ±1.15
12h	0.67 ±1.15	0.67 ± 1	1.67 ±1.53	1.67±1
24h	1 ±1	1 ± 1.15	0.67 ±0.58	2.33 ±0.58
48h	4.33 ±1.53	4.33 ± 1.15	4.67 ±0.58	3.67 ±3
total	6.67	7.67	8.00	9.00

Tableau 12 : Moyennes de mortalités observées après traitement par HE de *Mentha spicata*

	2µl/ml	4µl/ml	8µl/ml	16µl/ml
6h	2 ± 1	2.67 ±0.58	3.33 ±1.53	4 ± 2
12h	2 ± 1	2.67 ±1.53	2.67 ±1	3 ± 1
24h	3 ± 1.73	2 ±1.15	2 ±1.53	1 ± 1
48h	3 ± 1.73	2.67 ±0.58	2 ± 1.73	2 ± 0.58
total	10	10	10	10

Tableau 13 : Moyennes de mortalités observées après traitement par HE de *Ruta graveolens*

	2µl/ml	4µl/ml	8µl/ml	16µl/ml
6h	0.33 ±0.58	0.33 ±0.58	0.67 ±0	0.33 ±0.58
12h	1 ±1	1 ±0	0.67 ±0.58	1.67 ±0.58
24h	1.33 ±1.53	2 ±1	2 ±0.58	2 ±1.53
48h	3.33 ± 0.58	3.33 ±1.53	3.67 ±1.53	4.33 ±0.58
Total	6	6.66	7	8.33

Tableau 14 : Moyennes de mortalités observées après traitement par HE de *S. molle*

	2µl/ml	4µl/ml	8µl/ml	16µl/ml
6h	2.33 ±1.53	1.33 ±0.58	0.67 ±0.58	1.33±0.58
12h	0.67 ±0.58	1 ±1	1.33 ±0.58	2±1.73
24h	0.33 ±1.15	1.33 ±1.15	0.33 ±0.58	1±1.73
48h	4.33 ±2.64	4.67 ±1.53	6.33 ±1.15	5.33±4.04
Total	7.66	8.33	8.66	9.66

Tableau 15 : Moyennes de mortalités observées chez les témoins

	Témoin-eau	Témoin-ACEPLAN	Témoin-acétone
6h	0	2.5±0.7	0
12h	0	2±1.41	0.5±0.7
24h	1±0	4±1.4	3±1.41
48h	4.5±0.71	1.5±0.71	3.5±3.53
Total	5.5	10	7

V.4. Analyse des résultats

V.4.1. Mortalités corrigées

Les figures 10, 11, 12, 13, 14 et 15 affichent les taux de mortalités corrigées et cumulées, enregistrés suite au traitement des populations d'*Aphis fabae* aux différentes concentrations des HEs d'*A. ligustica*, *A. citrodora*, *M. spicata*, *M. pulegium*, *R. graveolens* et *S. molle* en fonction du temps.

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

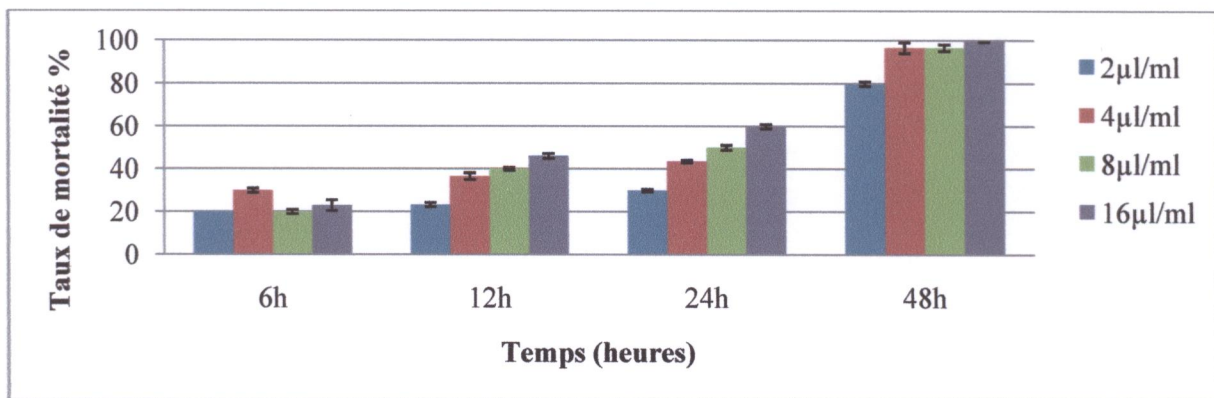


Figure 10 : Taux de mortalités corrigées et cumulées, enregistrés suite au traitement à l'HE d'*A. ligustica*.

On constate un effet insecticide dont la mortalité varie en fonction de la dose et du temps ; cependant nous constatons aussi que la forte dose (16 $\mu\text{l/ml}$) et la faible dose (2 $\mu\text{l/ml}$) ont des valeurs de mortalités différentes qui sont respectivement 100 % et 80 % après 48 h de traitement.

L'analyse de la variance (ANOVA) a montré qu'il existe une différence significative entre la mortalité, le temps et la dose ($p < 0.05$) donc il y a un effet de la dose et du temps sur la mortalité d'*A. fabae*.

V.4.1.2. Effet insecticide de l'HE d'*Aloysia citrodora*

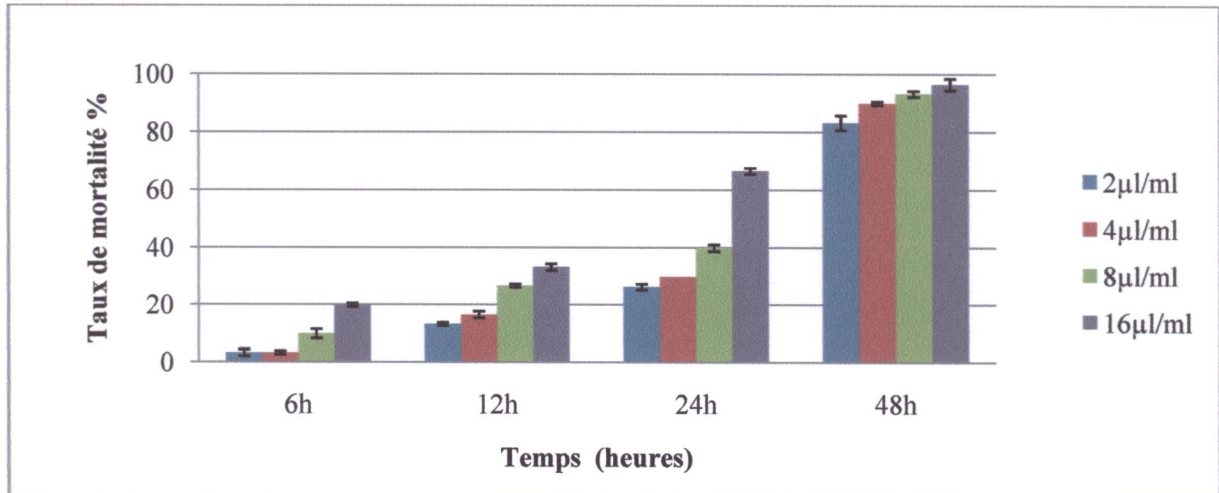


Figure 11 : Taux de mortalités corrigées et cumulées, enregistrés suite au traitement à l'HE d'*A. citrodora*.

On observe une variation dans le taux de mortalité en fonction de la dose de l'huile essentielle et du temps pendant les 24 heures dont la faible dose occasionne une mortalité de 26.6% qui est plus faible que enregistrée par la forte dose 66.6%. Après 48 heures de traitement, on remarque une similitude entre les taux de mortalités pour les différentes doses vis-à-vis *A. fabae* par une quasi-totalité.

L'analyse de la variance a montré qu'il existe une différence significative entre la mortalité, le temps et la dose ($p < 0.05$) donc la dose et le temps ont un effet sur la mortalité d'*A. fabae*.

V.4.1.3. Effet insecticide de l'HE de *Mentha pulegium*

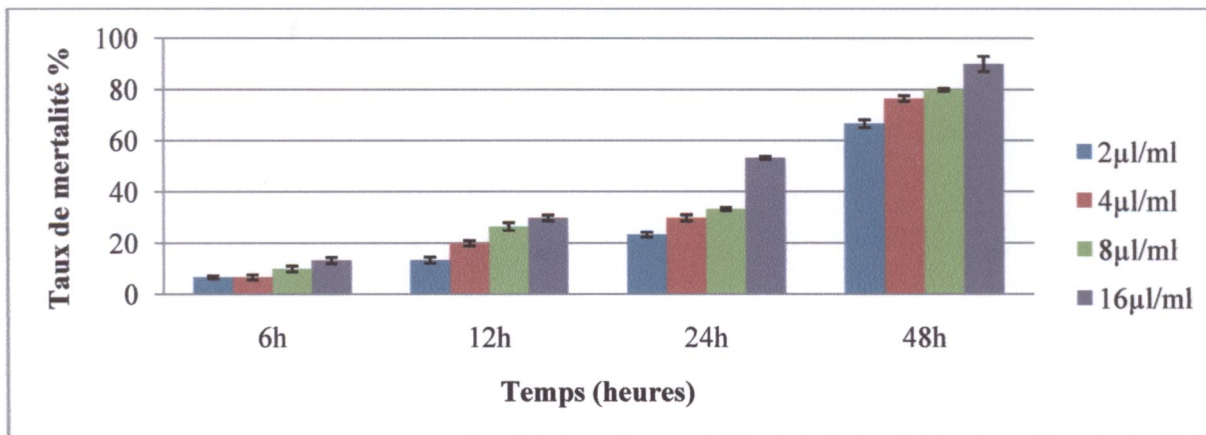


Figure 12 : Taux de mortalités corrigées et cumulées, enregistrés suite au traitement à l'HE de *M. pulegium*.

On observe que les doses de l'HE de *M. pulegium* provoquent des mortalités sensiblement différentes contre *A. fabae*. Les taux de mortalités évoluent en fonction du temps. La dose maximale (16 µl/ml) occasionne 90% de mortalité, alors que la plus faible dose 2µl/ml occasionne 66.7% de mortalité au bout de 48 heures.

L'analyse de la variance a montré qu'il existe une différence significative entre la mortalité, le temps et la dose ($p < 0.05$) donc la dose et le temps ont un effet sur la mortalité d'*A. fabae*.

V.4.1.4. Effet insecticide de l'HE de *Mentha spicata*

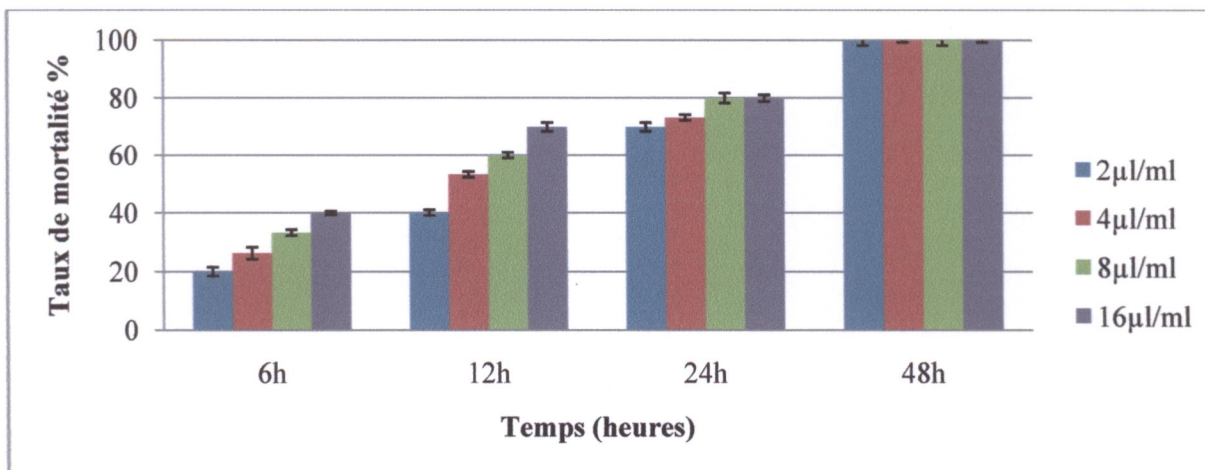


Figure 13 : Taux de mortalités corrigées et cumulées, enregistrés suite au traitement à l'HE de *M. spicata*.

Les résultats obtenus après traitement par l'HE de *M. spicata* montrent une forte efficacité présentée par une mortalité dépassant 70% enregistrée par les 4 doses étudiées au bout de 24 h. Après 48 h d'exposition des pucerons au traitement, on observe une mortalité totale (100%). Ce qui montre le degré élevé de toxicité de cette HE vis-à-vis *A. fabae*.

L'analyse de la variance (ANOVA) a montré qu'il n'existe pas de différence significative entre la mortalité, le temps et la dose ($p > 0.05$) donc la dose et le temps n'exerce aucun effet sur la mortalité d'*A. fabae*.

V.4.1.5. Effet insecticide de l'HE de *Ruta graveolens*

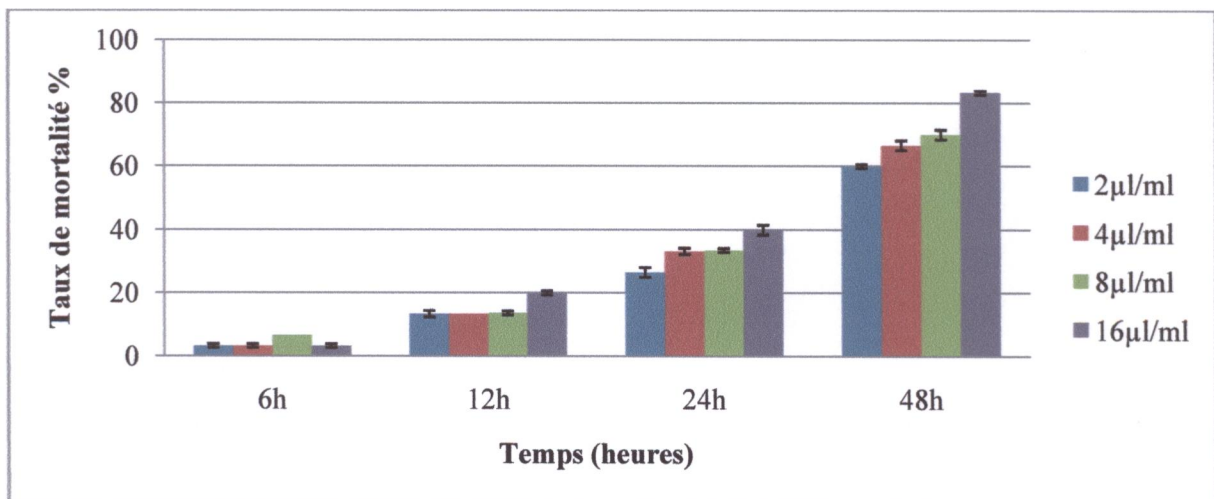


Figure 14 : Taux de mortalités corrigées et cumulées, enregistrés suite au traitement à l'HE de *R. graveolens*.

On observe une augmentation du taux de mortalité en fonction de la dose et de temps. Les différentes doses de l'HE de *R. graveolens* provoquent des mortalités assez proches. La valeur maximale de mortalité (83.3%) était enregistrée par la forte dose (16 µl/ml) et la valeur minimale (60%) était enregistrée par la deuxième dose qu'est 4 µl/ml au bout de 48 heures.

L'analyse de la variance a montré qu'il existe une différence significative entre la mortalité, le temps et la dose ($p < 0.05$) donc la dose et le temps ont un effet sur la mortalité d'*A. fabae*.

V.4.1.6. Effet insecticide de l'HE de *Schinus molle*

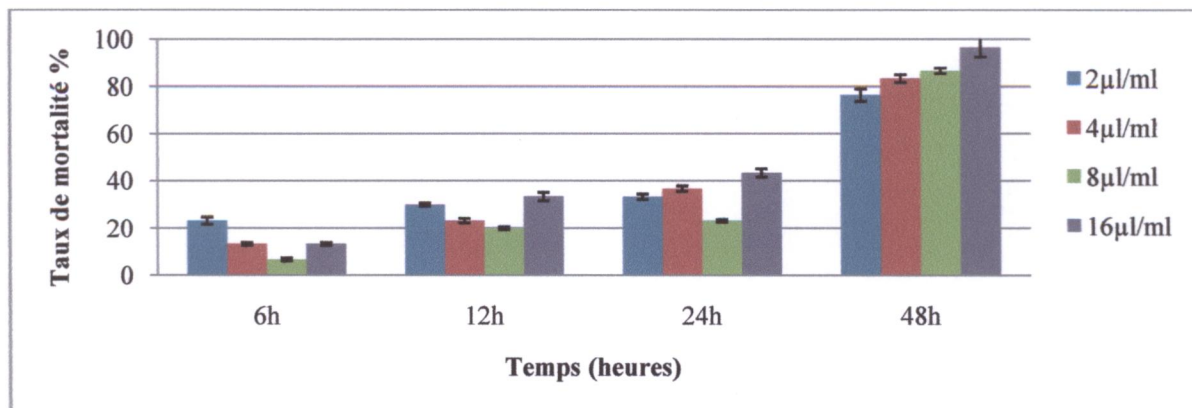


Figure 15 : Taux de mortalités corrigées et cumulées, enregistrés suite au traitement à l'HE de *S. molle*.

On remarque une évolution assez proche des taux des mortalités pour chaque dose et en fonction du temps. Les valeurs enregistrées pour la forte dose (16 µl/ml) et la faible dose (2 µl/ml) sont respectivement 96.6 % et 76.6 % après 48 h de traitement.

L'analyse de la variance a montré qu'il existe une différence significative entre la mortalité, le temps et la dose ($p < 0.05$) donc la dose et le temps ont un effet sur la mortalité d'*A. fabae*.

V.4.2. Efficacité comparée des HEs des six 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 24 heures du traitement. Les résultats obtenus sont représentés par le **tableau 16**.

Tableau 16 : Les DL50 obtenus par la méthode de Finney à 24 heures du traitement

Plantes	DL50 (µl/ml)
Achillea ligustica	8.17
Aloysia citrodora	9.41
Mentha puleguim	17.92
Mentha spicata	5.54
Ruta graveolens	13.61
Schinus molle	9.72

Les résultats de la DL50 obtenus après 24 h du traitement montre que l'HE de *Mentha spicata* est le plus efficace avec une DL50 = 5.54 µl/ml, suivi par l'HE d'*Achillea ligustica* avec une DL50 = 8.17 µl/ml. La plus faible efficacité avec une DL50 = 17.92 µl/ml obtenu par *Mentha puleguim*. Comparativement avec des études réalisées avec les mêmes espèces dans la wilaya de Jijel, les résultats sont assez proches, avec des DL50 de 8.50 µl/ml, 18,13µl/ml et 9.59 µl/ml pour respectivement *A. ligustica*, *M. puleguim* et *S. molle* (Laater M. E. et Bousmaha M., 2012.)

La transformation des pourcentages de mortalités après 24 h de traitement en probit (unité de probabilité) et la régression de ces données en fonction du logarithme décimal des doses des HEs, a permis d'obtenir des équations des droites de régressions (tableau 16). Ces dernières sont représentées par la figure 16.

Tableau 17 : Les équations des droites de régressions des HEs

Extrait (HE)	Equation de droite de régression	R %
<i>Achillea ligustica</i>	$Y1 = 3,86 x + 1,84$	9.88
<i>Aloysia citrodora</i>	$Y2 = 3,55 x + 1,65$	9.74
<i>Mentha puleguim</i>	$Y3 = 1,76 x + 1,84$	9.92
<i>Mentha spicata</i>	$Y4 = 4,21 x + 2,66$	9.81
<i>Ruta graveolens</i>	$Y5 = 2,55 x + 1,82$	9.94
<i>Schinus molle</i>	$Y6 = 3,43 x + 1,66$	9.84

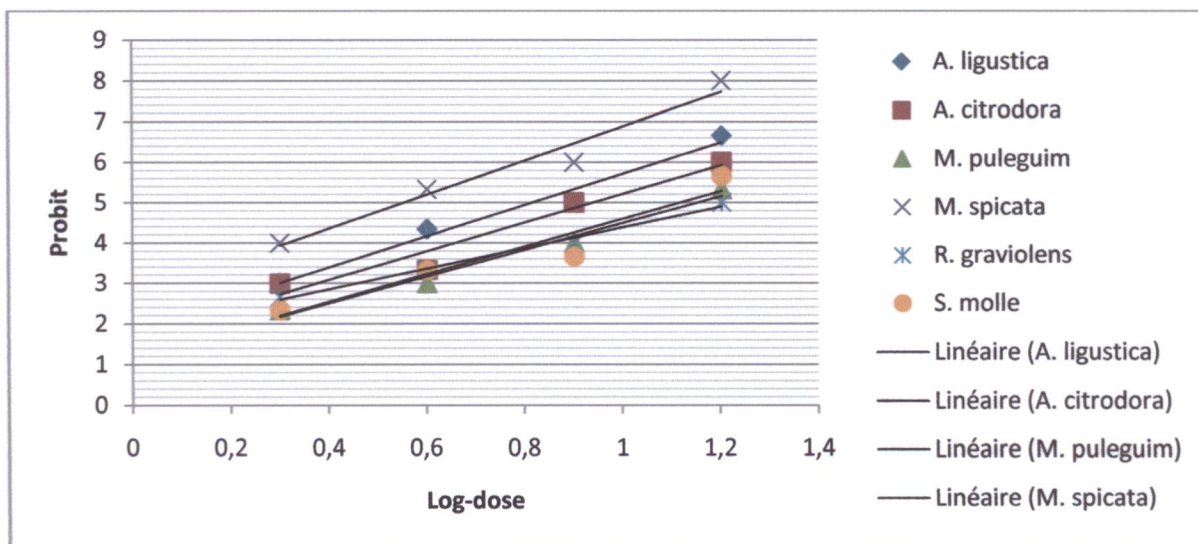


Figure 16 : Droites de régression linéaires log-probit de mortalités enregistrées suite aux traitements aux HEs.

Au regard de nos résultats, nous pouvons conclure que les HEs des espèces étudiées ont une activité insecticide assez proches de celle de l'insecticide commercial ACEPLAN, sur les populations naturelles de puceron noir de la fève

Pour la forte dose 16 $\mu\text{l/ml}$ toutes les HEs ont montré une mortalité de 50% au bout de 24 h à part *S. molle* et *R. graviolens*, alors qu'après 48 h de traitement les résultats montrent une quasi-totalité de mortalité.

Les tests biologiques et statistiques indiquent que l'HE de *Mentha spicata* paraît la plus intéressante suivi de l'HE d'*Achillea ligustica*.

V.5. Activité insecticide des extraits aqueux

V.5.1. Activité insecticide des macérations

Tableau 18 : Moyennes de mortalités observées après traitement par les macérations des six plantes étudiées

	<i>A.ligustica</i>	<i>M.spicata</i>	<i>M.puleguim</i>	<i>A. citrodora</i>	<i>R.graveolens</i>	<i>S.molle</i>
6h	4.67 \pm 1.53	3.33 \pm 1.15	3.33 \pm 0.58	2.33 \pm 1.15	2 \pm 1	3.33 \pm 1.15
12h	0.67 \pm 1.15	0.67 \pm 1.15	1 \pm 1.73	1 \pm 0	0.67 \pm 1.15	2.67 \pm 0.58
24h	0.33 \pm 0.58	2.67 \pm 2.08	0.67 \pm 0.58	1 \pm 1	1 \pm 1	1 \pm 1
48h	2.33 \pm 1.15	3 \pm 1	4 \pm 2.08	2.67 \pm 0.58	4 \pm 1	2.33 \pm 2.08
Total	8.00	9.67	9.00	7.00	7.67	9.33

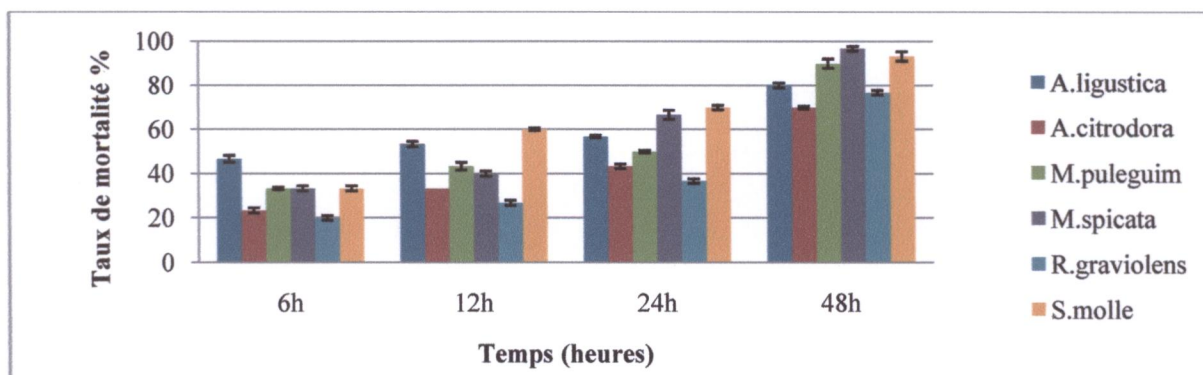


Figure 17 : Taux de mortalités corrigés et cumulés, enregistrés suite au traitement des macérats des plantes étudiées.

On observe des valeurs de mortalité différentes pour chaque espèce étudiée en fonction du temps et la dose. Au bout de 6 h *A. ligustica* occasionne la plus forte mortalité (46.7%). Après 12 h de traitement *M. spicata* et *S. molle* provoque les taux de mortalités les plus élevés qui atteignent respectivement 96.7% et 93.3% après deux jours de traitement contre *A. fabae*.

V.5.2. Activité insecticide des poudres végétales

Les tableaux 19, 20, 21, 22, 23 et 24 représentent les moyennent de mortalités observées et les écart-types, après exposition des populations d'*A. fabae* aux doses croissantes des poudres d'*A. ligustica*, *A. citrodora*, *M. spicata*, *M. pulegium*, *R. graveolens* et *S. molle* en fonction du temps.

Tableau 19 : Moyennes de mortalités observées après traitement par poudre d'*Achillea ligustica*

	0.05g/ml	0.1g/ml	0.2g/ml	0.4g/ml
6h	2.33 ±0.58	3.33 ±0.58	3.33 ±0.58	3.67 ±2.52
12h	0.67±0.58	0.33 ±0.58	0.67 ±0.58	1.33 ±0.58
24h	1.67 ±1	1.33 ±0.58	1.67 ±1.53	2.67 ±1.15
48h	3.67 ±0.58	4 ±1.15	3.33 ±0.58	1.67 ±1.15
Total	8.33	8.99	9	9.34

Tableau 20: Moyennes de mortalités observées après traitement par poudre d'*Aloysia citrodora*

	0.05g/ml	0.1g/ml	0.2g/ml	0.4g/ml
6h	2 ±1.73	2 ±1	4 ±1	4 ±1.73
12h	1.67 ±0.58	2.67 ±2.52	2.33 ±0.58	3.33 ±1.53
24h	2 ±1	1.67 ±1.54	1.67 ±0.58	2.33 ±2.31
48h	4 ±1.73	3.67 ±0.58	2 ±1	0.33 ±0.58
Total	9.67	10	10	9.99

Tableau 21 : Moyennes de mortalités observées après traitement par poudre de *Mentha pulegium*

	0.05g/ml	0.1g/ml	0.2g/ml	0.4g/ml
6h	2.33 ± 1.15	4.33±1.53	6 ±1	7.67 ±1.53
12h	3.33 ± 0.58	2± 1	0.67 1.15±	1 ±1
24h	3.33 ± 0.58	2.33± 0.58	1 ±0	0.33 ±0.58
48h	0.33 ± 0.58	1.33±1.15	2.33 ±0	1 ±1.15
Total	9.32	9.99	10	10

Tableau 22 : Moyennes de mortalités observées après traitement par poudre de *Mentha spicata*

	0.05 g/ml	0.1 g/ml	0.2 g/ml	0.4 g/ml
6h	0.67 ±1.15	0.67 ±0	1 ±0	0.67 ±0.58
12h	1.33 ±0.58	1.33 ±1	1 ±1.73	1.67 ±0.58
24h	2 ±0.58	2.67 ±1.15	2.67 ±0.58	2.33 ±1.53
48h	5 ±1.73	4.67 ±0.58	5.33 ±1.15	5.33 ±1.53
Total	9	9.34	10	10

Tableau 23: Moyennes de mortalités observées après traitement par poudre de *Ruta graveolens*

	0.05g/ml	0.1g/ml	0.2g/ml	0.4g/ml
6h	1.33 ±2.31	0.33 ±0.58	1 ±0	2 ±1
12h	2.33 ±1.53	1.33 ±0.58	3.67 ±1.15	5.67 ±2.52
24h	2.67 ±0.58	3 ±2.64	4 ±1	2 ±1.73
48h	3 ±1	5.33 ±2.64	1.33 ±1.53	0.33 ±0.58
Total	9.33	9.99	10	10

Tableau 24 : Moyennes de mortalités observées après traitement par poudre de *Schinus molle*

	0.05g/ml	0.1g/ml	0.2g/ml	0.4g/ml
6h	4.33 ±1.15	3.67 ±2.08	4.33 ±2.08	4.67 ±1.15
12h	0.33 ±0.58	1.33 ±0.58	0.33 ±0.58	0.33 ±0.58
24h	1.67 ±0.58	2 ±1	1.67 ±1.53	1.67 ±1.15
48h	3.33 ±1.53	3 ±1	3 ±1	3.33 ±2
Total	9.66	10	9.33	10

V.5.3. Mortalités corrigées

Les figures 18, 19, 20, 21, 22 et 23 affichent les taux de mortalités corrigées et cumulées, enregistrés suite au traitement des populations d'*Aphis fabae* aux différentes concentrations des poudres d'*A. ligustica*, *M. A. citrodora*, *M. spicata*, *M. pulegium*, *R. graveolens* et *S. molle* en fonction du temps.

V.5.1.1. Effet insecticide à la poudre d'*Achillea ligustica*

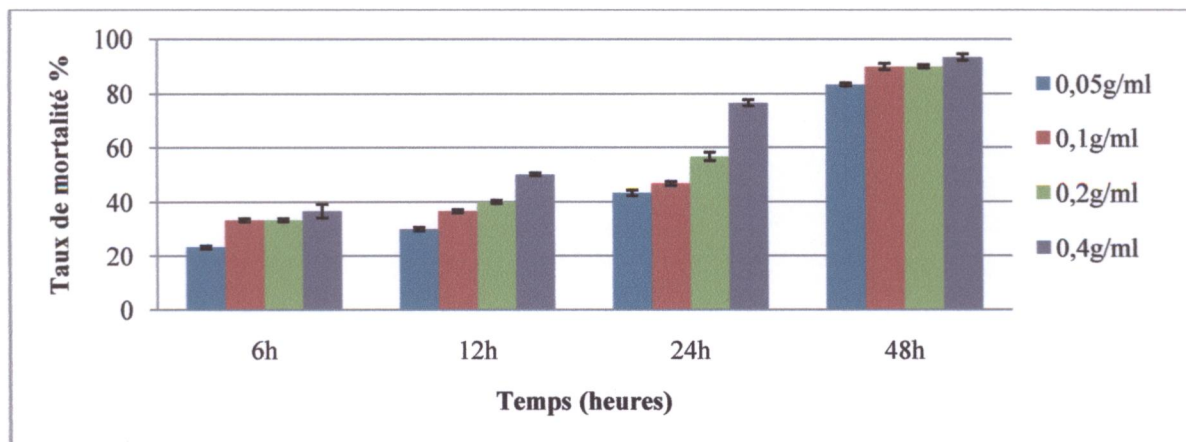


Figure 18 : Taux de mortalités corrigées et cumulées, enregistrés suite au traitement de la poudre d'*A. ligustica*.

Les résultats obtenus par la poudre d'*A. ligustica* vis-à-vis *A. fabae* sont différentes entre eaux. Donc les taux de mortalités occasionnées par la forte dose (0.4 g/ml) et la faible dose (0.05 g/ml) sont respectivement 93.4% et 83.3% au bout de 48 h de traitement.

L'analyse de la variance a montré qu'il existe une différence significative entre la mortalité, le temps et la dose ($p < 0.05$) donc la dose et le temps ont un effet sur la mortalité d'*A. fabae*.

V.5.4.2. Effet insecticide à la poudre d'*Aloysia citrodora*

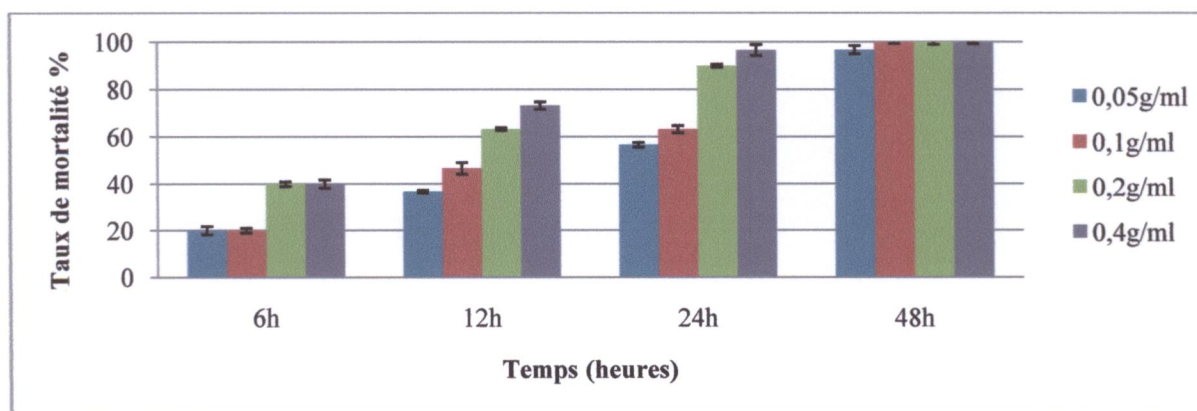


Figure 19 : Taux de mortalités corrigées et cumulées, enregistrés suite au traitement de poudre d'*A. citrodora*.

On observe une croissance dans les pourcentages de mortalité provoqués par *A. citrodora* contre le puceron *A. fabae* en fonction de la dose et du temps. La valeur maximale qu'il atteint 100% par les 3 plus fortes doses (0.4, 0.2 et 0.1 g/ml) au bout de 48 h.

L'analyse de la variance a montré qu'il n'existe pas une différence significative entre la mortalité, le temps et la dose ($p > 0.05$) donc la dose et le temps n'exerce aucun effet sur la mortalité d'*A. fabae*.

V.5.4.1. Effet insecticide à la poudre de *Mentha pulegium*

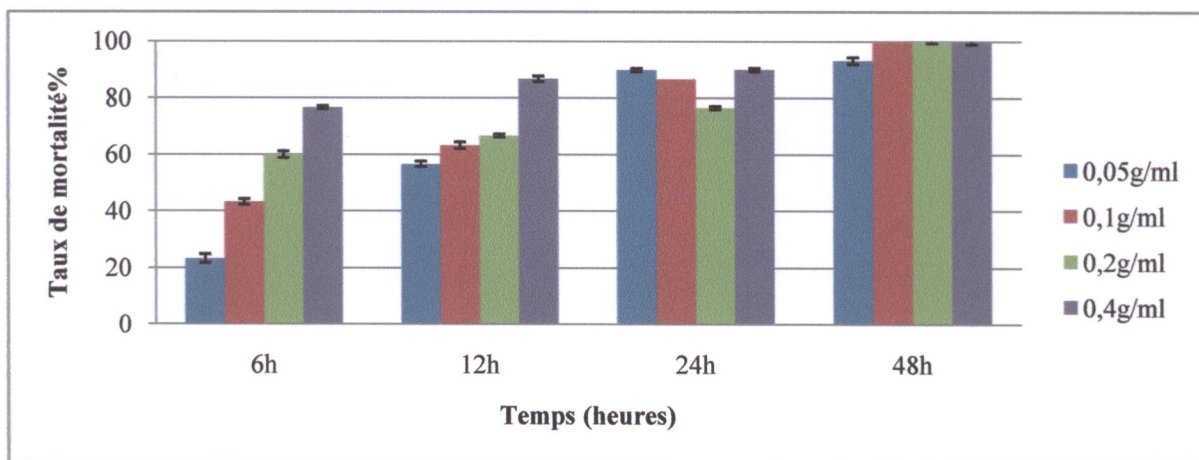


Figure 20 : Taux de mortalités corrigées et cumulées, enregistrés suite au traitement de la poudre de *M. pulegium*.

La poudre de *M. pulegium* enregistre des fortes valeurs avec les doses étudiées dont la forte dose (0.4 g/ml) atteint 86.7% tandis que la faible dose (0.05g/ml) atteint 56.6% au bout de 12 h de traitement. Après 48h de traitement il ya une mortalité totale pour les trois fortes doses vis-à-vis *A. fabae*.

L'analyse de la variance a montré qu'il existe une différence significative entre la mortalité et le temps ($p < 0.05$), mais elle n'existe pas entre la dose et la mortalité ($p > 0.05$) donc le temps a un effet sur la mortalité, alors que la dose n'a aucun effet sur la mortalité d'*A. fabae*.

V.5.1.5. Effet insecticide à la poudre de *Mentha spicata*

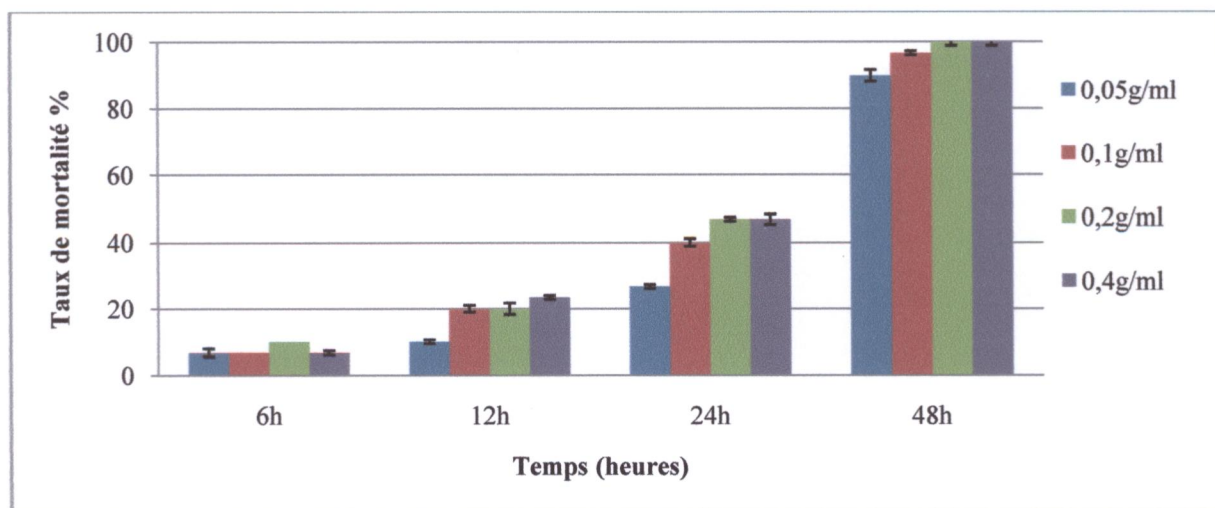


Figure 21: Taux de mortalités corrigées et cumulées, enregistrés suite au traitement de la poudre de *M. spicata*

Les résultats de poudre de *M. spicata* donnent des faibles taux de mortalité vis-à-vis *A. fabae* après 24 h de traitement. Les taux de mortalité atteignent 100% pour les doses 0.2 g/ml et 0.4 g/ml et au bout de 48 h.

L'analyse de la variance a montré qu'il existe une différence significative entre la mortalité, le temps et la dose ($p < 0.05$) donc la dose et le temps ont un effet sur la mortalité d'*A. fabae*

V.5.1.6. Effet insecticide à la poudre de *Ruta graveolens*

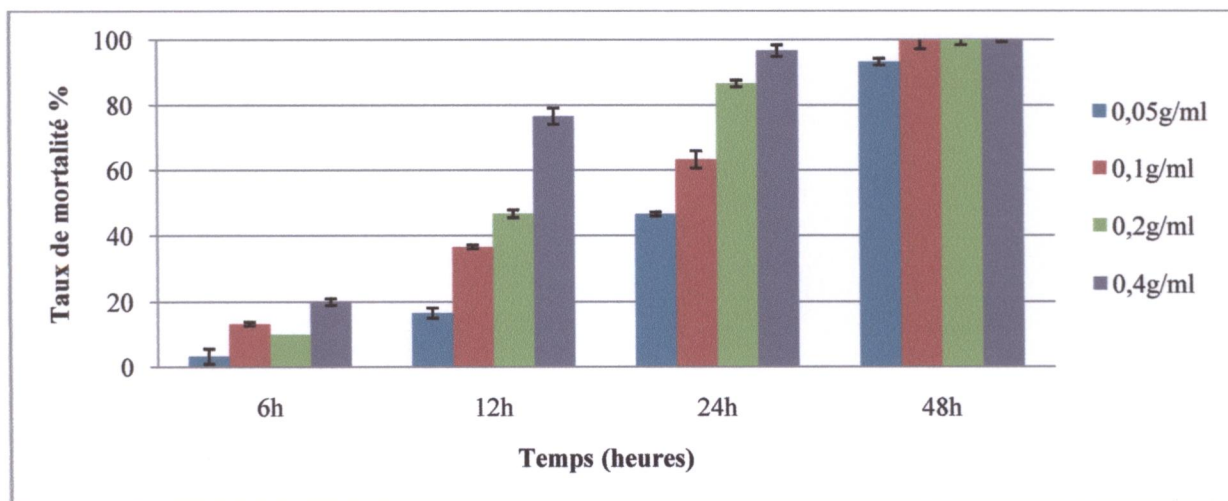


Figure 22: Taux de mortalités corrigées et cumulées, enregistrés suite au traitement de la poudre de *R. graveolens*.

La poudre de *R. graveolens* a un effet insecticide vis-à-vis *A. fabae*. Après 48h de traitement les doses appliquées ont provoquées des mortalités totales (100%) avec (93.3%) de mortalité provoquée par la faible dose de traitement (0.05 g/ml).

L'analyse de la variance a montré qu'il n'existe pas une différence significative entre la mortalité, le temps et la dose ($p > 0.05$) donc la dose et le temps n'exerce aucun effet sur la mortalité d'*A. fabae*.

V.5.1.6. Effet insecticide à la poudre de *Schinus molle*

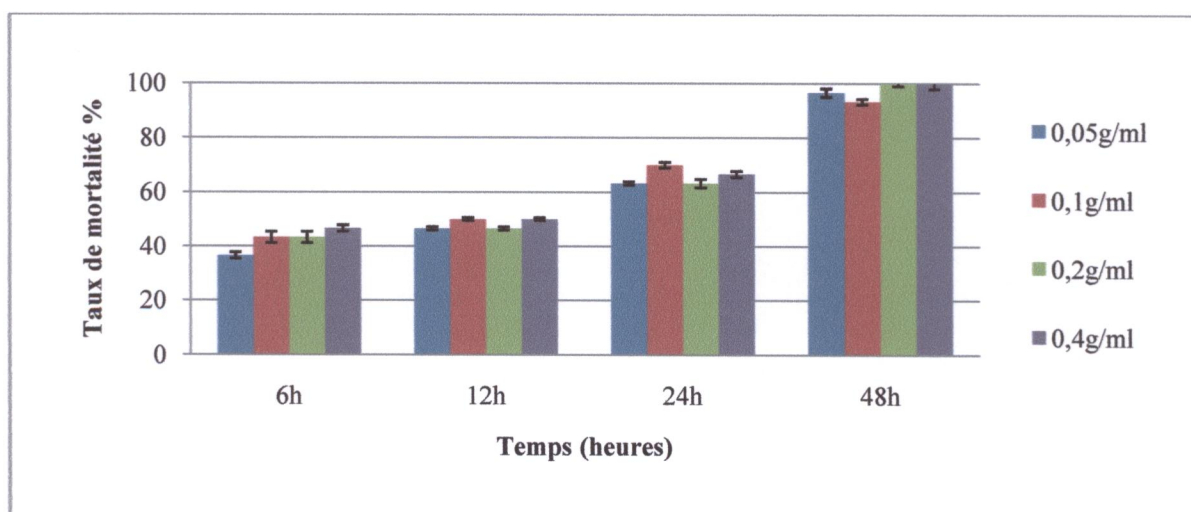


Figure 23 : Taux de mortalités corrigées et cumulées, enregistrés suite au traitement de la poudre de *S. molle*.

On observe avec la poudre de *S. molle* que les doses appliquées ont provoqué des mortalités très fortes. La dose maximale occasionne une mortalité totale (100%) au bout de 48h, tandis que la dose minimale occasionne une mortalité de (96.6%) au même intervalle du temps.

L'analyse de la variance a montré qu'il existe une différence significative entre la mortalité, le temps et la dose ($p < 0.05$) donc la dose et le temps ont un effet sur la mortalité d'*A. fabae*

Discussion

Les résultats obtenus dans notre étude nous ont permis d'évaluer l'effet insecticide de 6 espèces végétales locales vis-à-vis le puceron noir de la fève *Aphis fabae*.

L'extraction des HEs de ces espèces aromatiques par hydrodistillation permet d'estimer le rendement en l'HE d'*A. ligustica*, *A. citrodora*, *M. spicata*, *M. pulegium*, *R. graveolens* et *S. molle*. De bons rendements en HEs sont obtenus notamment chez *M. spicata* et *S. molle* qui s'élèvent respectivement à 1.78% et 1.7%. Par contre *R. graveolens* et *A. ligustica* représentent les plus faibles rendements qui sont respectivement 0.32% et 0.4% pour 50g de matière végétale.

Le meilleur rendement obtenu par d'autre étude est de 2.3% par *Cymbopogon schoenanthus* (basilic blanc) et le plus faible rendement est de 1.3% par *Ocimum canum* (verveine d'Inde) (Mawssi G., 2008).

Comparativement aux travaux réalisés à Jijel sur d'autres plantes comme l'*Eucalyptus camaldulensis* et *Zingiber officinale*, les rendements obtenus sont respectivement 0.7% et 0.41%, donc ils étaient nettement inférieurs aux rendements de notre étude (Feds et al., 2012).

L'analyse de la composition chimique par CPG-SM des HEs d'*A. ligustica*, *A. citrodora* et *M. pulegium* à montré la dominance des monoterpènes oxygénés dont le pulegone est le produit majoritaire de l'HES d'*A. citrodora* et *M. pulegium*. D-carvone est le produit majoritaire de l'HE de *M. spicata*. L'elemol est le constituant principal de l'HE de *R. graveolens*. Tandis que *S. molle* qu'a montré une dominance des monoterpènes hydrocarbonés.

L'étude de l'activité bioinsecticide des espèces végétales étudiées sur *A. fabae* a été faite par l'utilisation de deux types d'extraits végétaux à savoir les HEs et les extraits aqueux.

Nos résultats de traitement par les HEs, les plus actives étaient celles de *M. spicata* avec une DL50 égale à 5.54 µl/ml et *A. ligustica* avec DL 50 égale à 8.17 µl /ml. Par comparaison à d'autre travaux l'HE de *Jatropha curcas* vis-à-vis *Aphis fabae* au même intervalle du temps est donne une DL50 de 4.85 (Habou Z. A. et al., 2011).

Dans nos études le traitement par la poudre des plantes, montrent que les plus actives étaient celles d'*A. citrodora* et *R. graveolens* avec 100 % de mortalité après 48 h. Alors que, le

traitement par les macérations montre que *M. spicata* par 96.7 % et *S. molle* par 93.3 %, sont les espèces plus efficaces.

Le potentiel insecticide que possède HE de *Mentha spicata* contre *A. fabae* pourrait dépendre de sa composition chimique et du niveau de sensibilité d'insecte. Ainsi que l'extrait aqueux (macération) de cette plante présente un effet important. Alors l'effet toxique de *M. spicata* provoque une mortalité plus au moins importante, selon le type d'extrait, la dose et en fonction du temps. Malgré le potentiel d'*A. citrodora* en cas de traitement par poudre (extraits aqueux) présente la plus forte taux de mortalité. Pour l'ensemble des tests effectués, l'huile et les extraits aqueux du *M. spicata* sont avérées être les plus efficaces pour lutter contre le puceron de la fève.

Les résultats d'ANOVA ont montré l'existence de différences significatives entre la mortalité, la dose et le temps pour la majorité des tests, donc la dose et le temps exercent des effets sur la mortalité.

L'activité insecticide correspond au meilleur rendement et à la composition chimique de l'huile essentielle utilisée, alors que la menthe verte (*M. spicata*) enregistre le meilleur rendement avec une dominance des cétones dans sa composition chimique comme le D-carvone qui sont particulièrement toxiques pour les tissus nerveux.

Conclusion

Nous avons essayé de mettre en valeur les potentialités agro-phytosanitaires de six espèces végétales aromatiques très répandue à Jijel, qui pourraient être une source d'insecticide naturelle susceptible de remplacer les intrants chimiques qui ont contribué en partie à la pollution de la biosphère.

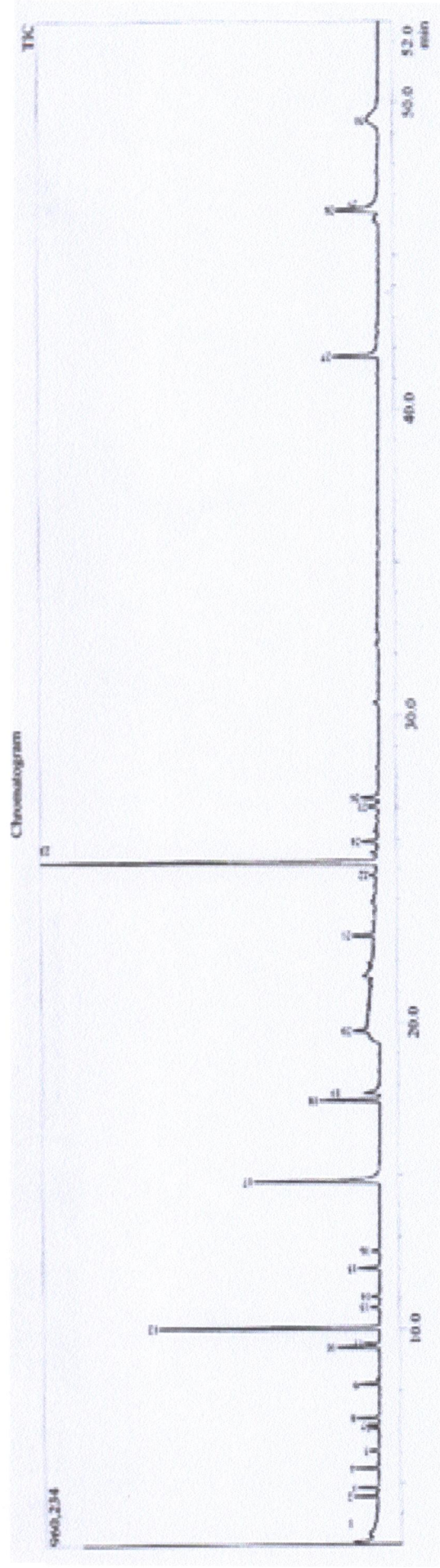
Le but de notre étude est de mettre en évidence les potentialités des huiles essentielles et des extraits aqueux de six plantes cultivées à Jijel, sur le puceron noir de la fève. Les HEs sont obtenus par hydrodistillation et la composition chimique de ces plantes qu'est établie par CPG-SM a montré que les HEs constitués de plusieurs composés, dans lesquels les composés majoritaires ont un rôle important dans l'action insecticide.

L'évaluation du potentiel insecticide de ces plantes est réalisée sur la base de biotests à des doses croissantes de l'HEs (2, 4, 8 et 16 $\mu\text{l/ml}$) et de l'extrait aqueux des poudres (0.05, 0.1, 0.2 et 0.4g/ml). Tous ont montré une activité sur le puceron noir *A. fabae*.

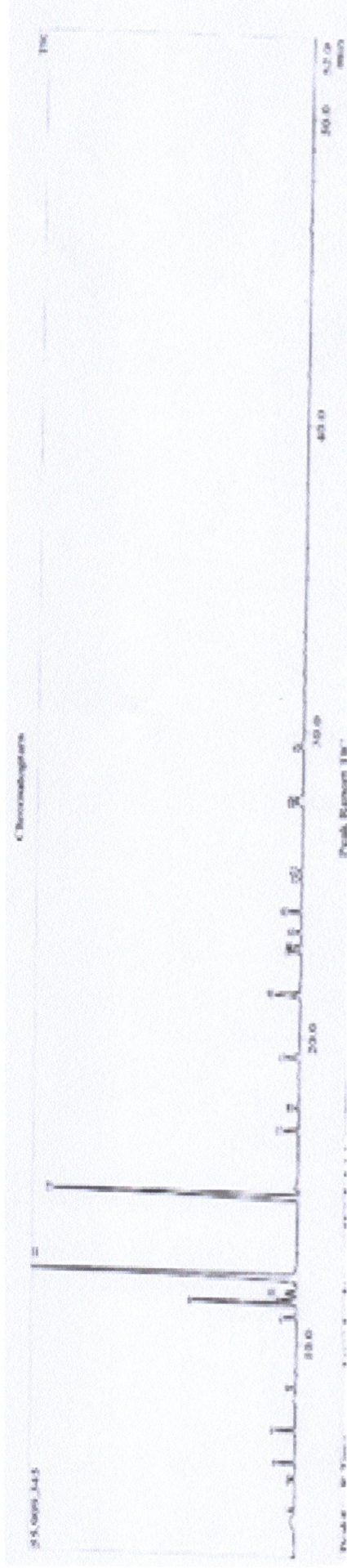
Les extraits de *M. spicata* soit huile essentielle ou macération étant les plus efficaces qui arrivent à un taux de mortalité important, soit 100 % pour les HEs et 96.7 % de mortalité par les macérations après 48 h de l'exposition aux traitements. Cependant, pour les extraits de poudres d'*A. citrodora* étant les plus active avec 100 % de mortalité. Les doses létales de moitié de population (DL 50) du puceron noir situent entre 5.54 et 13.61 $\mu\text{l/ml}$ qui sont respectivement pour *M. spicata* *R. graveolens*, ce qui montre l'efficacité de l'HE de *M. spicata*.

L'implication des extraits de ces plantes dans la lutte éco-chimique, comme facteur de protection des cultures, pourrait s'insérer dans le cadre d'une stratégie alternative et complémentaire dans la défense des végétaux. Ces résultats ouvrent des perspectives intéressantes pour la formulation et la fabrication des produits phytosanitaires propres sans effets secondaires.

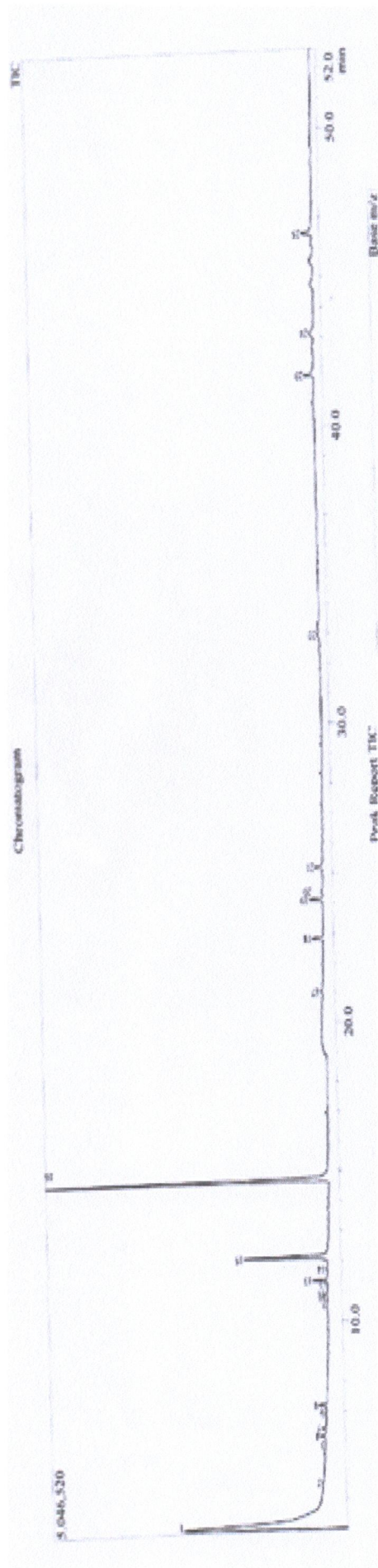
Annexe



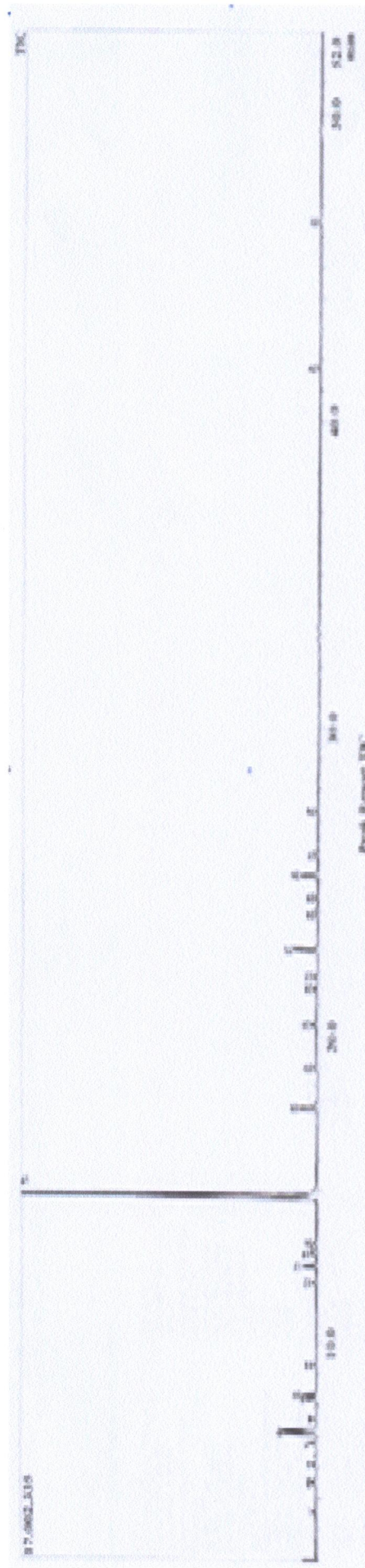
Chromatogram de l'huile essentielle d'*Achillea ligustica*



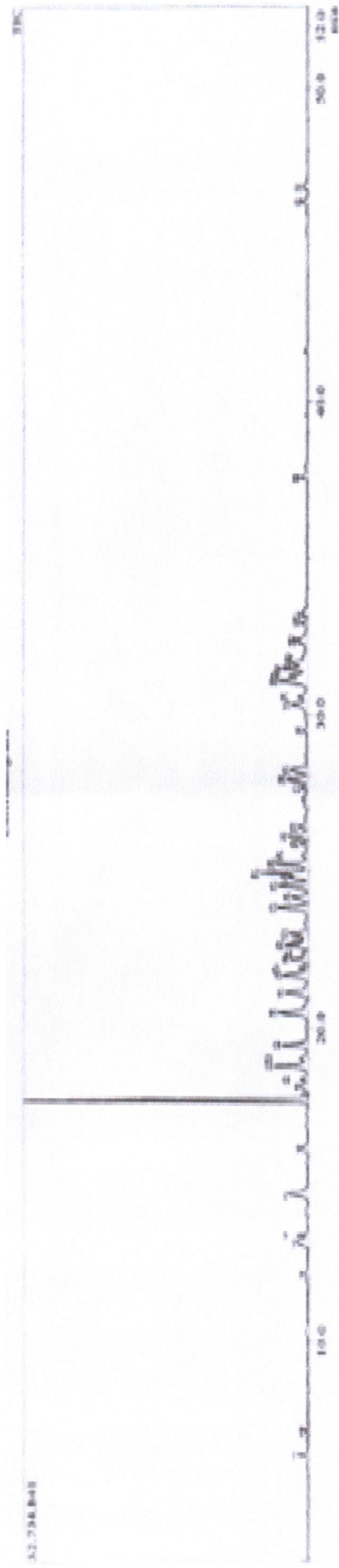
Chromatogram de l'huile essentielle d'*Aloysia citrodora*



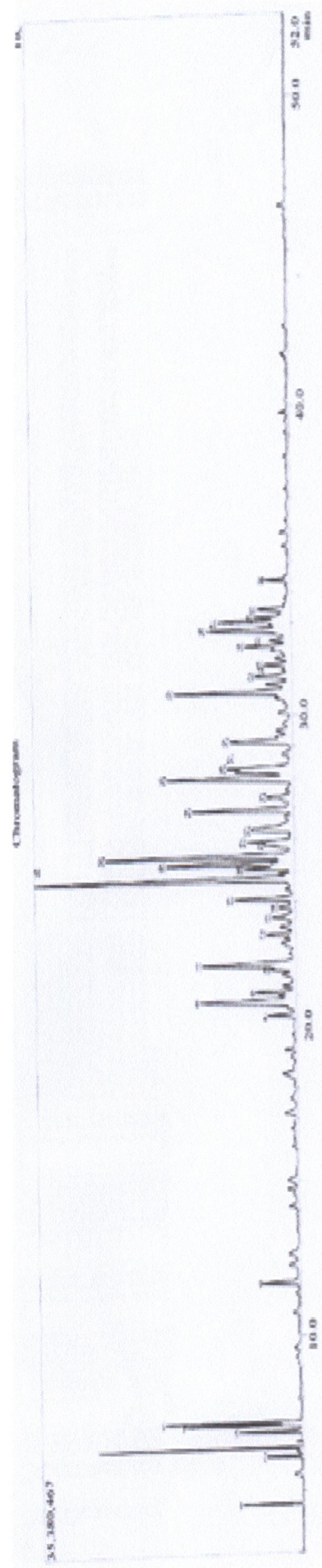
Chromatogram de l'huile essentielle de *Mentha pulegium*



Chromatogram de l'huile essentielle de *Mentha spicata*



Chromatogram de l'huile essentielle de *Ruta graveolens*



Chromatogram de l'huile essentielle de *Schinus molle*

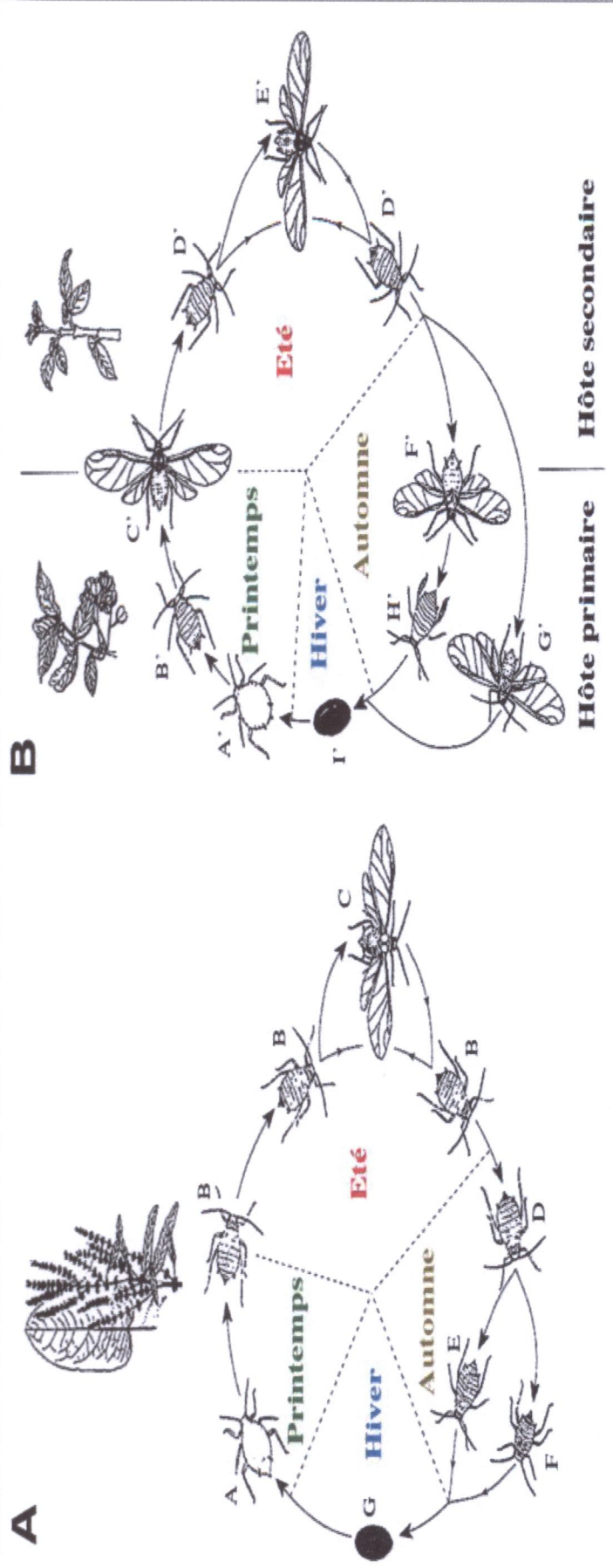


Figure 02 : Cycles annuels de vie des pucerons avec alternance ou non de plantes hôtes (Dixon, 1998).

A) Cycle monoecique du puceron du rumex, *Aphis rumicis*. Les individus représentés sont : (A) la femelle fondatrice, (B) les formes aptères parthénogénétiques, (C) la forme ailée parthénogénétique, (D) la sexupare, (E) la femelle sexuée, (F) le mâle, et (G) l'oeuf.

B) Cycle dioecique du puceron de la fève, *Aphis fabae*. Les individus représentés sont : (A') la femelle fondatrice, (B') la fondatrice, (C') la forme ailée migrante de printemps, (D') les formes aptères parthénogénétiques, (E') la forme ailée parthénogénétique, (F') la forme gynopare migrante d'automne, (G') la femelle sexuée, (H') le mâle, et (I') l'oeuf.

Références bibliographiques

- AFNOR., 2000.** Recueil de normes : les huiles essentielles. Tome 1. Echantillonnage et méthodes d'analyse. AFNOR, Paris, 440 p.
- Ayad R., 2008.** Recherche et Détermination structurale des métabolites secondaires de l'espèce : *Zygophyllum cornutum* (Zygophyllaceae). Université Mentouri de Constantine. 41p
- Bayer-Agri.fr,** [https : Puceron noir un développement précoce et rapide - Profil du ravageur - Bayer-Agri.](https://www.bayer-agri.fr)
- Belaiche P., 1979.** L'aromatogramme. Traité de phytothérapie et d'aromathérapie. M. S. A. Editeur, Paris. Tome 1, 204 p.
- Benavides, A., Bassarello, C., Montoro, P., Vilegas, W., Piacente, S., Pizza, C., 2007.** Flavonoids and isoflavonoids from *Gynerium sagittatum*. *Phytochemistry* 68, 1277–1284.
- Benayad N., 2008.** Les huiles essentielles extraites des plantes médicinales Marocaines : Moyen de lutte efficace contre les denrées alimentaires stockées. Faculté des sciences de Rabat, projet de recherche, 59 p.
- Benini C., 2007.** Contribution à l'étude de la diversification de la production d'huiles essentielles aux Comores. Mémoire d'ingénieur. Université Gembloux, 109 p.
- Benoît B, 2013.** Base de Données Nomenclaturale de la Flore de France, BDNFF v4.02, <http://www.tela-botanica.org>.
- Bernard C.B. et Philogène B.J.R., 1993.** Insecticide synergists: role, importance and perspectives. *J. Toxicol. Env. Health*, 38, pp 199-223.
- Bernadet M., 2000.** Phyto-aromathérapie pratique, plantes médicinales et huiles essentielles. Ed.
- Bijlmakers H.W. L. et Verhoek B.A., 1995.** Guide de Défense des Cultures au Tchad Cultures vivrières et maraîchères, pp 12-14.
- Bijlmakers H. W. L et Verhoek B. A., 1995.** Guide de Défense des Cultures au Tchad Cultures Vivrières et Maraîchères, Tchad, 255 p.
- Boukhatem M. N., Hamaidi M. S., Saidi F. et Hakim Y., 2010.** Extraction, composition et propriétés physico-chimiques de l'huile essentielle du Géranium Rosat (*Pelargonium graveolens* L.) cultivé dans la plaine de Mitidja (Algérie). Algérie. pp 37-44.
- Brevault T., 1999.** Mécanismes de localisation de l'hôte chez la mouche de la tomate, *Neoceratitis cyanescens* (Bezzi) (Diptera, Tephritidae). Thèse Ecole Nationale Agronomique de Montpellier, 139 p.
- Bruneton J., 1993.** Pharmacognosie : phytochimie, plantes médicinales. Tec & Doc, Lavoisier, Paris. 915 p.

- Bruneotn J., 1993.** Pharmacognosie: phytochimie, plantes médicinales. 2^{ième} éd, Tec et Doc, Lavoisier, Paris.
- Bruneton J., 1999.** Pharmacognosie. Phytochimie, plantes médicinales. Tec. & Doc. Lavoisier 3ème édition, Paris.
- Bruneton J. 1999.** Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. Techniques et documentation. 3ème Ed. Lavoisier. Paris, pp 199-388.
- Cseke, L.J. et P.B. Kaufman., 1999.** How and why these compounds are synthesized by plants. Pages 37-90. In. P.B. Kaufman, L.J. Cseke, S. Warber, J.A. Duke et H.L. Brielmann (eds.), Natural Products from Plants. CRC Press, Boca Raton, FL.
- Degryse A.C, Delpla I. & Voinier M.A., 2008.** Risques et bénéfices possibles des huiles essentielles. Atelier santé environnement -IGS- EHESP, 87 p.
- Delobel A., Tran M., 1993.** Les coléoptères des denrées alimentaires entreposées dans les régions chaudes. ORSTOM/CTA. Paris, 424 p.
- Desmares C., Laurent A. et Delerme C., 2008.** Recommandations relatives aux critères de qualité des huiles essentielles. AFSSAPS. Anatole, France, 18 p.
- Djossou J., 2006.** Etude des possibilités d'utilisations des formulations à base de fruits secs de *Xylopiya aethiopica* Dunal (Annonaceae) pour la protection des stocks de niébé contre *Callosobruchus maculatus* Fabricius (Coléoptera :Bruchidae). Mémoire d'ingénieur agronome à la Faculté des Sciences Agronomiques de Gembloux Belgique, 27 p.
- Dicke M., Sabelis M.W., 1988.** Infochemical terminology based on cost –benefit analysis rather than origin of compounds? Functional Ecology. 2, pp13-144.
- Dixon A. F. G., 1998.** Constraints on the rate of parthenogenetic reproduction and pest status of aphids. Invertebrate Reproduction and Development, 22(1-3), pp 159-163.
- El kalamouni C., 2010.** Caractérisations chimiques et biologiques d'extraits de plantes aromatiques oubliées de Midi-Pyrénées, thèses, université de Toulouse, soutenue le 13 Décembre 2010, pp 76-78.
- EPA, Environmental Protection Agency., 2009b.** Integrated pest management (IPM) principle. In. Environmental Protection Agency. *Health and Safety*, [En ligne]. <http://www.epa.gov/opp00001/factsheets/ipm.htm> (Page consultée le 1er février 2010).
- Fedsi R., Bouchkirou M. et Boudelouche I., 2012.** Extraction et identification des huiles essentielles de deux plantes aromatiques et thérapeutiques le *Zingiber officinale* et l'*Eucalyptus camaldulensis*. Mémoire, université de Jijel. Consulté le Juin 2012, pp 46-54.