



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



Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة محمد البشير الإبراهيمي برج بوعريريج

Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi B.B.A.

كلية علوم الطبيعة والحياة وعلوم الارض والكون

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers

قسم العلوم البيولوجية

Département des Sciences Biologiques

Mémoire

En vue de l'obtention du Diplôme de Master

Domaine Des Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Biotechnologie et protection des végétaux

Thème

EVALUATION DE L'EFFET INSECTICIDE DE DEUX HUILES ESSENTIELLES FORMULEES (*Thymus vulgaris* ET *Eucalyptus globulus*) EN COMBINAISON AVEC UN BIOADJUVANT *Silena fuscata*) SUR *Aphis fabae* (HOMOPTERA : APHIDIDAE) SUR HARICOT EN COMPARAISON AVEC UN PRODUIT CHIMIQUE.

Présenté par : Chekkal Karima
Derradji Soumia

Devant le jury :

Président : M^r Khoudour . A. MAA (Univ Mohamed El Bachir El Ibrahimi B.B.A).

Encadrant : M^{me} ZIOUCHE S MAB. (Univ Mohamed El Bachir El Ibrahimi B.B.A).

Examineur : M^r Moutassem .D MAA (Univ Mohamed El Bachir El Ibrahimi B.B.A).

Année universitaire : 2014/2015

Résumé

EVALUATION DE L'EFFET INSECTICIDE DE DEUX HUILES ESSENTIELLES FORMULEES (*THYMUS VULGARIS* ET *EUCALYPTUS GLOBULUS*) EN COMBINAISON AVEC UN BIOADJUVANT (*SILENA FUSCATA*) SUR *APHIS FABAE* (HOMOPTERA : APHIDIDAE) SUR HARICOT

Les applications de pesticides chimiques sont devenues les formes dominantes du contrôle des ravageurs. Ces applications qui peuvent contrarier et affaiblir la biodiversité des milieux naturels, créent un déséquilibre entre les populations composantes des agro-écosystèmes. Dans ce contexte, le recours aux pesticides d'origine biologique peut minimiser les risques et protéger durablement l'écosystème. La présente étude a porté sur la comparaison de l'effet de deux huiles essentielles formulées (*Thymus vulgaris* et *Eucalyptus globulus*) en combinaison avec un bioadjuvant (*Silena fuscata*) et un pesticide neurotrope sur les populations d'*Aphis fabae* sur haricot.

Notre travail est appuyé sur l'emploi des formulations à base de l'extrait des huiles essentielles formulées de plante aromatique et l'évaluation de leur activité insecticide en comparaison avec l'insecticide de synthèse. Pour cela, nous avons suivis la fluctuation des populations restantes d'*Aphis fabae*, qui sont soumises à des applications par des huiles essentielles de *Thymus vulgaris* et d'*Eucalyptus globulus* assemblés à des différentes doses, et par les extraits huiles essentielles proportion (75/25%) de *Thymus vulgaris* /*Silena fuscata* et d'*Eucalyptus globulus*/*Silena fuscata*. Les résultats décrochés ont montré une efficacité notable des traitements appliqués. L'effet de choc évalué sur les populations résiduelles d'*Aphis fabae* concrète une gradation de toxicité allant des mélanges d'huiles essentielles et extraits aqueux ratio *Thymus vulgaris* /*Silena fuscata* et d'*Eucalyptus globulus*/*Silena fuscata*, ensuite l'huile essentielle formulée de *Thymus vulgaris* et l'huile essentielle formulée d'*Eucalyptus globulus* et enfin le traitement chimique

Mots clé : *Aphis fabae*, population résiduelle, *Thymus vulgaris*, *Eucalyptus globulus*, effet insecticide, *Silena fuscata*, bioadjuvant.

Remerciements

Nos infinie gratitude et nos remerciements vont à l'endroit de Mme ZIOUCHE S., qui a fait l'honneur d'encadrer ce travail et laquel elle n'a ménagé aucun effort malgré ses nombreuses responsabilités.

Nous exprimons nos sincères remerciements et nos profonde reconnaissance à qui a honoré de sa présence en acceptant de présider le jury de cette soutenance.

Nos remerciements et nos profondes considérations vont à l'endroit dequi a accepté de donner des critiques sur ce mémoire et de m'éclairer avec leurs commentaires.

Au responsable du laboratoire de université de BBA et Msila, qui a accepté d'accueillir, et de faciliter nos intégration dans le milieu de la pratique, nous exprimons nos gratitudes.

Un grand remerciement a FAIZA pour son encouragement et son aide dans la pratique du mémoire

Enfin, nos remerciements vont vers toutes les personnes qui, de près ou de loin ont apportés leur soutien, leur conseil et leur contribution dans l'édification de ce mémoire.

DEDICACES

Je dédie ce modeste travail

*A la personne la plus chère à mes yeux, à ma mère qui a tout sacrifié
pour*

*Ses enfants, qui a veillé à notre éducation, qui, sans elle je ne serai ce
que je suis.*

A mon cher père, qui m'a toujours soutenu, et m'a été l'ami et conseiller.

- A mes frères : Hichem et rezki

- A toute ma famille : Derradji, et la famille mazite

- A mon fiancé FAYÇAL pour son soutien et toute sa famille

*- A tous mes amis, particulièrement : Sara ; wassilla ; nerimène ,
Hanane ; fella.*

A mon binôme Karima pour sa patience avec moi et toute sa familles.

*A toute la promotion de 2^{ème} année masterbiotechnologie et protection des
végétaux et tous mes enseignants.*

A toutes les personnes que je connait et que je n'ai pas citées.

A ceux que j'aime et qui m'aiment.

Soumia

DEDICACES

Je dédie ce modeste travail

Je dédie le fruit de ce travail s'il a une récompense chez **ALLAH** à toutes les personnes qui ont une place particulière pour moi :

A mon père, pour son soutien durant toutes mes années d'étude et son aide de tous les jours .Merci de m'avoir transmis ton sens des exigences, ton amour de travail bien fait et cet esprit de dépassement.

A ma mère, qui aurait sans aucun doute aimé être présente toujours avec moi. Un grand merci pour son aide et tout le temps qu'elle m'a consacré .Merci de m'avoir écouté et soutenue au cours de mes années d'étude.

A mes sœurs Amel et Aya : vous êtes les fleurs de notre maison .Merci pour vos présences et tout le bonheur que vous m'apportez.

A mes frères : leur simplicité et leurs encouragements.

A mes camarades de la faculté de science de la nature et de la vie, et spécialement ceux de ma promotion de biotechnologie et protection des végétaux : Meilleurs vœux de succès dans vos études sincère gratitude.

A mes amis qui ont suivi vraiment de très très près ces quelques années de ma vie, surtout :Faiza , Amina , Hiba , Fatima , Hanane ,Asma , Hiba , Sarra. Naziha Meriem.

En conclusion, j'ai gagné durant ces années une thèse, mais surtout une multitude de jolies rencontres .J'espère n'avoir oublié personne si non je m'en excuse.

Karima

Sommaire

Résumé

Abstract

ملخص

Remerciements

Dédicaces

Sommaire

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Introduction	1
Chapitre I : Synthèse bibliographique	3
1. 1..Présentation de la plante : Le haricot.....	3
1.1.1.Origine et description de la plante.....	3
1.1.2. Position systématique.....	4
1.1.3. Types variétaux.....	5
1.1.4. Cycle biologique du haricot vert.....	5
1.1.5.Exigences édapho climatique de la culture d'haricot vert.....	6
1.1.6. Production de l'haricot en Algérie.....	6
1.1.7.Importance de la culture du haricot.....	8
1.1.8. Ennemis ravageurs et maladies	8
1.2. Présentation du ravageur : <i>Aphis fabae</i>	13
1.2.1. Caractéristiques générales des pucerons	13
1.2.2. Systématique	15
1.2.3. Description et biologie d' <i>Aphis fabae</i>	15
1.2.4. Facteurs de fluctuation des populations aphidiennes.....	18
1.2.4.1. Facteurs abiotiques.....	18
1.2.4.2. Facteurs biotiques.....	19
1.2.5. Dégâts des aphides.....	20
1.2.5.1. Dégâts directs.....	20
1.2.5.2. Dégâts indirects.....	21

1.2.5.2.1. Miellat et fumagine.....	21
1.2.5.2.2. Transmission des virus.....	21
1.3. La protection des cultures.....	21
1.3.1. La lutte chimique.....	22
1.3.2. La lutte culturale, agronomique ou mécanique.....	22
1.3.3. La lutte biologique.....	22
1.3.4. La lutte intégrée.....	23
1.3.5. Les insecticides d'origine botanique (Biocide inerte).....	23
1.3.6. Les huiles essentielles.....	24
Chapitre II : Matériel et méthodes.....	25
Introduction	26
2.1. Conditions expérimentales.....	27
2.1.1. Préparation du matériel végétal.....	27
2.1.2. Préparation du matériel animal.....	29
2.2. Présentation des huiles essentielles et du pesticide conventionnel.....	30
2.2.1. Le Thym (<i>Thymus vulgaris</i>).....	30
2.2.2. L'eucalyptus (<i>Eucalyptus globulus</i>).....	31
2.3. Présentation des traitements.....	33
2.4. Étude in vivo du pouvoir insecticide des huiles essentielles.....	34
2.5. Estimation de l'activité insecticide des huiles essentielles étudiés et du produit phytosanitaire.....	35
2.6. Analyse statistiques des résultats.....	36
Chapitre III : Résultats et discussions.....	37
1.3.1. Évaluation de l'activité insecticide des l'huiles essentielles étudiées et du produit phytosanitaire.....	37
3.1.1.1. Variation temporelle de l'efficacité de l'huile essentielle de Thym et du produit phytosanitaire.....	37
3.1.1.1.1. Cas de l'huile essentielle formulée de <i>Thymus vulgaris</i> et de l'Acétamipride.....	37
3.1.1.1.2. Cas des ratios <i>Thymus vulgaris/Silena fuscata</i> et de	

l'Acétamipride.....	38
3.1.2. Variation temporelle de l'efficacité de l'huile essentielle formulée d' <i>Eucalyptus globulus</i> et du produit phytosanitaire.....	39
3.1.2.1. Cas de l'huile essentielle formulée d' <i>Eucalyptus globulus</i> et de l'Acétamipride.....	39
3.1.2.2. Cas des ratios d' <i>Eucalyptus globulus/Silena fuscata</i> et de l'Acétamipride.....	40
3.2. Effet comparé des huiles essentielles et de l'insecticide sur les populations d' <i>Aphis fabae</i>	41
3.2.1. Étude comparée de l'efficacité de l'huile essentielle formulée de <i>Thymus vulgaris</i> et du produit phytosanitaire.....	41
3.2.2. Étude comparée de l'efficacité des ratios <i>Thymus vulgaris/Silena fuscata</i> et du produit phytosanitaire.....	44
3.2.3. Étude comparée de l'efficacité de l'huile essentielle formulée d' <i>Eucalyptus globulus</i> et du produit phytosanitaire.....	47
3.2.4. Étude comparée de l'efficacité des ratios d' <i>Eucalyptus globulus/Silena fuscata</i> et du produit phytosanitaire.....	49
3.3. Discussions générales.....	51
3.3.1. Évaluation de l'effet insecticide des huiles essentielles étudiées comparée à l'insecticide chimique sur les populations d' <i>Aphis fabae</i>	52
Conclusion et perspectives	53
Références bibliographiques	54

Liste des figures

Figure1.1 : Différents organes de l'haricot.....	4
Figure1.2 : Cycle de vie de haricot vert.....	5
Figure1.3 :La production d'haricot vert en Algérie entre les années 2000 et 2009.....	7
Figure 1.4 :Stade de développement d'un puceron.....	16
Figure1.5 : Cycle biologique des pucerons.....	18
Figure1.6. : Dégâts du puceron sur haricot.....	20
Figure1.7: Physiologie d'alimentations des pucerons.....	21
Figure 2.1: plantule de l'haricot à la levée.....	27
Figure 2.2 :Plants d'haricot après repiquage.....	28
Figure2.3 :Différents stades de développement de l'haricot.....	28
Figure 2.4: Plants de fèves infestés par le ravageur <i>Aphis fabae</i>	29
Figure2.5 :Conduite de l'infestation des plants d'haricot.....	29
Figure2.6: <i>Thymus vulgaris</i>	31
Figure2.7: <i>Eucalyptus globulus</i>	32
Figure 2.8 : Dispositif d'extraction par hydrodistillation des huiles essentielles à l'aide d'un appareil de type Clevenger.....	32
Figure2.9 :Comptage des individus sur feuillage.....	34
Figure2.10: Application des différents traitements.....	35
Figure 3.1 : Évolution temporelle des populations résiduelles de <i>d'Aphis fabae</i> sous l'effet de l'huile essentielle de Thym et de l'insecticide.....	38
Figure 3.2. : Évolution temporelle des populations résiduelles de <i>d'Aphis fabae</i> sous l'effet de l'huile essentielle de Thym plus la poudre de sélène et de l'insecticide.....	39
Figure 3.3. : Évolution temporelle des populations résiduelles de <i>d'Aphis fabae</i> sous l'effet de l'huile essentielle d'eucalyptus et de l'insecticide.....	40
Figure 3.4. : Évolution temporelle des populations résiduelles de <i>d'Aphis fabae</i> sous l'effet de l'huile essentielle d'eucalyptus plus la poudre de sélène et de l'insecticide.....	40
Figure 3.5 : Effet comparé de l'effet de la nature des traitements (à base de l'huile essentielle formulée <i>Thymus vulgaris</i> et de l'Acétamipride) sur la variation temporelle des populations résiduelles d' <i>Aphis fabae</i>	42
Figure 3.6 : Évolution temporelle de l'efficacité des traitements biologiques et phytosanitaires sur les populations résiduelles d' <i>Aphis fabae</i>	43
Figure 3.7. : Effet comparé des populations résiduelles d' <i>Aphis fabae</i> à l'égard des différentes doses de l'huile essentielle formulée <i>Thymus vulgaris</i> et de l'Acétamipride (Après 24h, 48h, 72h et 7J).....	44

Figure 3.8 : Effet comparé de l'effet de la nature des traitements (à base des ratios <i>Thymus vulgaris/Silena fuscata</i> et de l'Acétamipride) sur la variation temporelle des populations résiduelles d' <i>Aphis fabae</i>	45
Figure 3.9 : Évolution temporelle de l'efficacité des traitements biologiques et phytosanitaires sur les populations résiduelles d' <i>Aphis fabae</i>	46
Figure 3.10. : Effet comparé des populations résiduelles d' <i>Aphis fabae</i> à l'égard des différentes doses des ratios <i>Thymus vulgaris/Silena fuscata</i> et de l'Acétamipride (Après 24h, 48h, 72h et 7J).....	46
Figure 3.11 : Effet comparé de la variation temporelle des populations résiduelles d' <i>Aphis fabae</i> sous l'effet des différents traitements (à base de l'huile essentielle formulée d' <i>Eucalyptus globulus</i> et de l'Acétamipride).....	48
Figure 3.12 : Effet comparé des populations résiduelles d' <i>Aphis fabae</i> à l'égard des différentes doses de l'huile essentielle formulée d' <i>Eucalyptus globulus</i> et de l'Acétamipride(Après 24h, 48h, 72h et 7J).....	48
Figure 3.13 : Effet comparé de la variation temporelle des populations résiduelles d' <i>Aphis fabae</i> sous l'effet des différents types de traitements (ratios d' <i>Eucalyptus globulus/Silena fuscata</i> et de l'Acétamipride).....	50
Figure 3.14. : Effet comparé des populations résiduelles d' <i>Aphis fabae</i> à l'égard des différentes doses des ratios d' <i>Eucalyptus globulus/Silena fuscata</i> et de l'Acétamipride.(Après 24h, 48h, 72h et 7J).....	50

Liste des tableaux

Tableau 1.1 : Production du haricot vert en Algérie 2010-2014.....	7
Tableau 1.2 : Les principaux ravageurs de le haricot vert.....	9
Tableau 1.3. : Les principales maladies du haricot vert.....	11
Tableau 3.1 : G.L.M. appliqué aux essais des traitements à base de l'huile essentielle formulée <i>Thymus vulgaris</i> et de l'insecticide sur les populations résiduelles d' <i>Aphis fabae</i> ...	41
Tableau 3.2 : G.L.M. appliqué aux essais des traitements à base des ratios <i>Thymus vulgaris/Silena fuscata</i> et de l'insecticide sur les populations résiduelles d' <i>Aphis fabae</i>	44
Tableau 3.3.: G.L.M. appliqué aux essais des traitements à base de l'huile essentielle d' <i>Eucalyptus globulus</i> de l'insecticide sur les populations résiduelles d' <i>Aphis fabae</i>	47
Tableau 3.4: G.L.M. appliqué aux essais des traitements à base des ratios d' <i>Eucalyptus globulus/Silena fuscata</i> de l'insecticide sur les populations résiduelles d' <i>Aphis fabae</i>	49

Liste des abréviations

% :Pourcentage

< :Inférieur de

> :Superieur de

2/3 : Deux tière

2n : Nombre chromosomique

ANOVA : Analysis of variance

BCMV :Recombinants of bean common mosaic virus

BYMV :Bean yellow mosaic virus

°C: Degré Celsius

cm. : Centimètre

D : dose

DH: Dose homologuée

g : Gramme

G.L.M : Modèle général linéaire

g/h: Gramme par hectare

H:Heure

Ha :Hectare

HE : Huile essentielle

INRA : Institut nationale d'agronomie et

J: Jour

Kg : Kilogramme

m : Mètre

mm : Millimètre

Nb: Nombre

P.R : Population résiduelle

P:Probabilité

pH : Potentiel d'Hydrogène.

qx : Quintaux

qx/ha : Quintaux par hectare

sp : espèce

Introduction

Introduction

Les végétaux, du fait de leur incapacité à se mouvoir sont soumis dans leur environnement à une multitude de stress biotiques ou abiotiques. En effet, ils ne peuvent échapper aux différentes attaques d'espèces phytophages ou d'organismes pathogènes, ni même aux aléas climatiques. Ainsi, les stress biotiques peuvent être engendrés par un grand nombre d'espèces vivantes appartenant à divers taxons d'herbivores : mammifères, reptiles, amphibiens, mollusques, oiseaux, arthropodes (KARBAN et BALDWIN, 1997) ou de pathogènes : virus, mycoplasmes, bactéries, champignons, nématodes, protozoaires (STASKAWICZ et *al.*, 1995). Toutefois, lorsque l'on estime l'importance relative des herbivores par rapport à la quantité de matière végétale qu'ils consomment, les insectes sont les plus voraces des espèces phytophages (VAN DER MEIJDEN et KLINKHAMER, 2000).

La réduction et la minimisation des dégâts occasionnés par ces ennemis naturels et en particulier par les insectes phytophages s'est faite grâce à des pesticides chimiques (LAMONTAGNE, 2004). Le recours à l'utilisation des produits chimiques comme moyen de lutte, facile d'emploi suite à leur efficacité et fiabilités, d'où leur utilisation systématique et abusive (AUBERTO et *al.*, 2005). Ainsi malgré son efficacité rapide, la lutte chimique n'est pas durable, les ravageurs peuvent souvent développer une résistance au bout d'un certain temps, parfois très court ce qui induit donc à une complication accentuée de la situation (URBAN, 1997).

Les pesticides regroupent un nombre important de molécules, aujourd'hui presque toutes de synthèse, destinées à lutter contre de nombreux groupes d'organismes (fongicides, nématicides, insecticides, ...). Ces dénominations sont trompeuses, dans la mesure où ces produits ont en général une action sur l'environnement qui dépasse largement la cible officiellement visée (BONAN et PRIME, 2001). Puisque qu'aucune espèce n'est totalement indépendante des autres espèces qui l'entourent, que ce soit dans son environnement proche ou à l'échelle de la biosphère. Lorsqu'ils se retrouvent dans les milieux naturels, les pesticides peuvent avoir différents impacts sur la biodiversité, ils conduisent à un mauvais fonctionnement physiologique (GIROUX et *al.*, 2006 ; SEGUY, et *al.*, 2009). Ces applications peuvent créer également un déséquilibre entre les populations composant les agro-écosystèmes; en particulier lorsque ces produits sont

Introduction

utilisés de manière inappropriée d'où la naissance de conflits entre l'agriculture et la biodiversité (THOMAS, 1999).

La pollution chimique de l'environnement aujourd'hui est une triste réalité. Qu'ils soient accidentels ou permanents, ces produits impactent plus ou moins directement les organismes vivants, que ce soit par des mécanismes de toxicité létale ou non ou par le biais de perturbation (THOMAS, 1999). Les substances xénobiotiques ayant la capacité d'agir à un large spectre sur les espèces animales ou végétales et d'en perturber le fonctionnement normal. Ces substances altèrent les fonctions du système endocrinien, et induisant donc des effets nocifs sur la santé d'un organisme intact, de ses descendants ou sous-populations (JEAN et BENMARHONIA, 2011).

Pour contrôler le ravageur sans l'inconvénient des pesticides de synthèse, il est intéressant de trouver d'autres méthodes, alternatives, en protection phytosanitaire (LAREW et LOCKE, 1990 ; GOMEZ et al., 1997). Une alternative aux pesticides s'imposant, le monde scientifique s'est mis à la recherche d'un produit biodégradable, plus sélectif que les substances chimiques et sans danger pour les plantes, les animaux et les humains. Les biopesticides représentent une bonne alternative aux produits chimiques (LAMONTAGNE, 2004 ; ROCHEFORT et al., 2006 ; DEGUINE et FERRON, 2006).

En effet, de nouveaux produits sont recherchés pour, d'une part, assurer une protection efficace de la production agricole, et d'autre part, contribuer à une gestion durable de l'environnement. Dans cette optique, l'utilisation d'extraits de plantes dotées d'activités insecticides offre une certaine potentialité (LAREW et LOCKE, 1990 ; GOMEZ et al., 1997).

Notre étude a porté sur la mise au point des formulations à base des plantes spontanées et de mettre au point des méthodes de lutte intégrées peu coûteuses, efficaces et facilement utilisables par les agriculteurs. Dans ce travail, nous nous sommes proposés de comparer l'action des formulations des huiles essentielles formulées de *Thymus vulgaris* et *Eucalyptus globulus* avec les ratios huiles essentielles formulées et extrait aqueux *Thymus vulgaris*/*Silene fuscata* et *Eucalyptus globulus*/*Silene fuscata*. d'une part et un produit phytosanitaire d'une autre part sur la variation temporelle des populations résiduelles d'*Aphis fabae*.

1.1. Présentation de la plante : Le haricot

Le haricot est l'une des légumineuses alimentaires qui a suscité un débat controversé sur son éthologie et son origine dans l'histoire (CHAUX et FAURY, 1994). Le terme *Phaseolus* était utilisé par les anciens grecs puis, dans les langues romaines cette plante fut appelée Phaseolus, fugol, fesol, fasoie (GIBAULT, 1896).

1.1.1. Origine et description de la plante :

Le haricot commun et les haricots du genre *Phaseolus*, sont originaires d'Amérique centrale et d'Amérique du Sud. Cette plante a été domestiquée séparément en Amérique centrale (Mexique et Guatemala) et dans les Andes d'Amérique du Sud (principalement le Pérou) pendant plus de 5000 ans, ensuite elle est transportée vers d'autres continents depuis le 16^{ème} siècle (BERNAL et GRAHAM, 2001).

De nos jours, il a une importance infinie, en particulier en Amérique du Sud et en Afrique. L'espèce est bien établie dans de nombreux pays africains où elle a été introduite par les Portugais au 20^{ème} siècle, et c'est dans la région des grands lacs d'Afrique centrale que sa culture est la plus intensive (WORTMANN *et al.* 1998; NYABYENDA, 2005).

D'après PERON (2006), des graines sèches d'haricot vert furent introduites et semées en Europe plus de 9700 ans, puis elle diffuse rapidement dans les zones méditerranéennes et subtropicales.

L'haricot est une plante buissonnante, annuelle et légèrement pubescente. Les formes volubiles. Les tiges sont angulaires ou cylindriques, les feuilles trifoliées et habituellement ovales et sont alternées (LAUMONNIER, 1979)

La racine pivotante est bien développée et complétée par des racines adventives latérales. Les inflorescences axillaires ou terminales, sont blanches, roses ou pourpres (CABURET et HEKIMIAN, 2003).

Les étamines sont soudées et disposées en deux cycles. L'ovaire comprimé latéralement contient 4 à 12 ovules. L'anthèse avant l'ouverture de la fleur et la réceptivité éphémère du stigmate favorisent l'autogamie. Le fruit contient un nombre très variables de graines (4 à 12) de forme ovoïde ou réniforme et de couleur variée noire, brune, jaune, rouge, blanche ou marron (Figure 1.1) (CHAUX et FOURY, 1994).

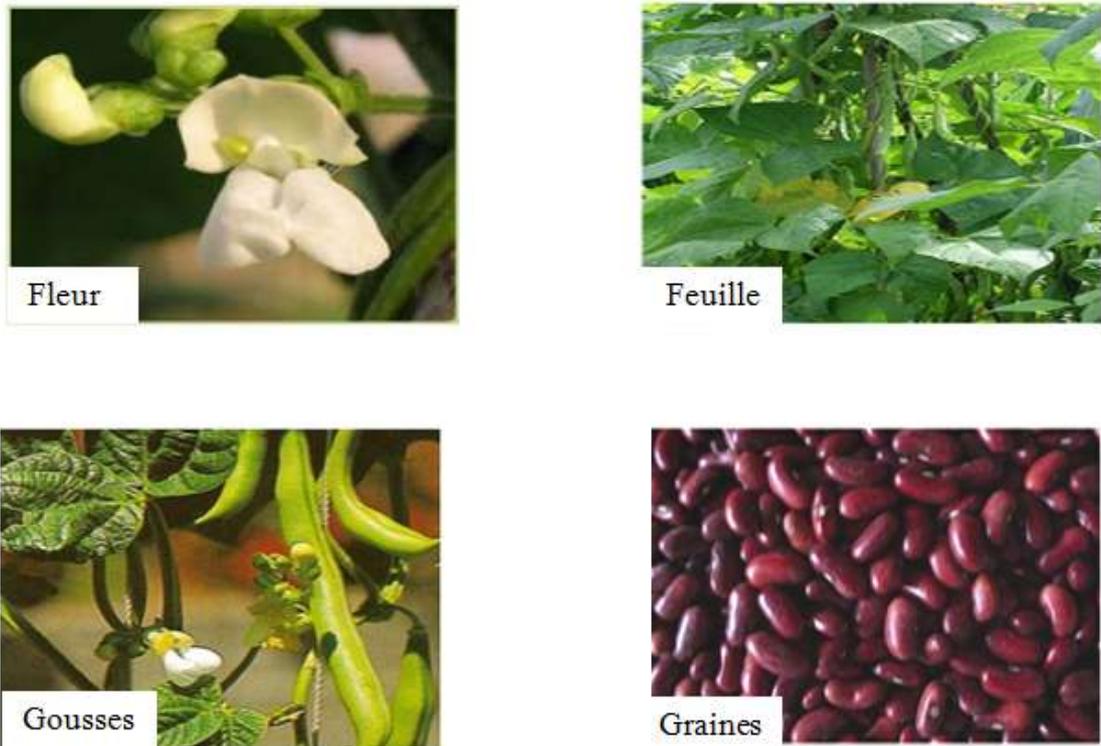


Figure 1.1 : Différents organes de l'haricot (CHAUX et FOURY, 1994).

1.1.2. Position systématique :

Le haricot ; *Phaseolus vulgaris* L .appartient à la tribu des *Phaseolus* dont le nombre chromosomique est $2n=22$ (CHAUX et FOURY, 1994).

Selon GUIGNARD (1998), la position systématique du haricot est la suivante ;

Règne : végétal

Embranchement : Spermaphyte

Sous embranchement : Angiospermes

Classe : Dicotylédones

Ordre : Fabales

Famille : Fabacées

Genre : *Phaseolus*

Espèce : *Phaseolus vulgaris* L

1.1.3. Types variétaux :

La diversité variétale dans le cadre du *phaseolus vulgaris* est très grande et accroît constamment, à présent on compte plus de 350 variétés différentes. Toutes les variétés d'haricot vert, à la base des caractères végétatifs et morphologiques, (BERTRAND et al. 2004) peuvent être classées dans deux groupes principaux :

- * Variétés naines à croissance déterminée dont tige et ramifications ne dépasse pas 60 cm.
- * Variétés à tige volubile de plus de 2 m qui s'enroule sur des tuteurs (variétés à rames).

1.1.4. Cycle biologique du haricot vert :

La graine constitue le matériel habituel de semis. La germination a lieu entre 4 et 5 jours après le semis (DIAW, 2002). La floraison commence par l'induction florale et l'apparition des organes reproducteurs. La date de floraison varie en fonction du type de cultivar, de la température et de la photopériode. Elle est généralement située entre 28 et 42 jours après le semis. L'autopollinisation est fréquente et la pollinisation croisée rare (INRA, 2000). La période de remplissage des grains dure 23 à 50 jours et la maturité complète des graines sèches est atteinte entre 65 et 150 jours après le semis (Figure 1.2) (CABURET et HEKIMIAN, 2003).

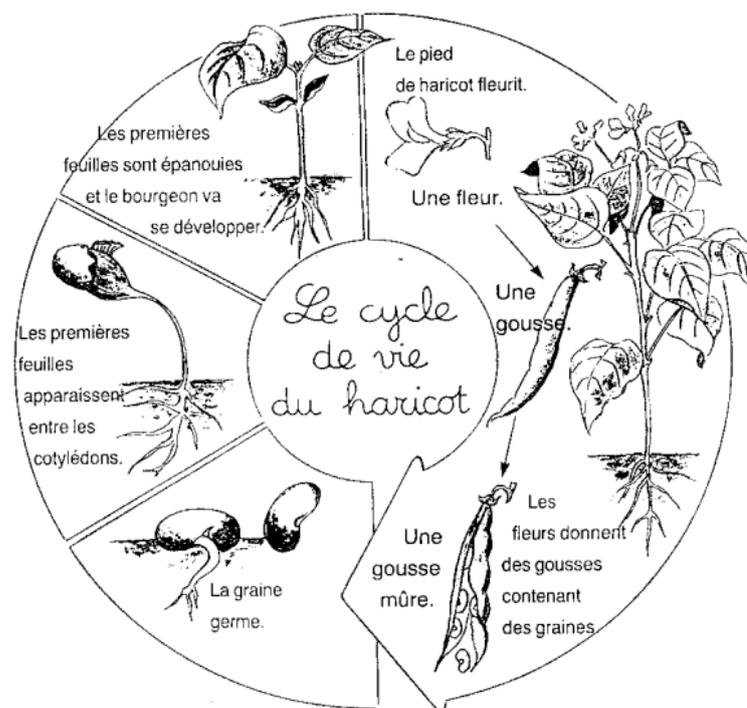


Figure 1.2 : Cycle de vie de haricot vert (CABURET et HEKIMIAN, 2003).

1.1.5. Exigences édapho-climatique de la culture d'haricot vert :

Le haricot vert s'adapte à de nombreux types de sols légers à moyennement lourds ou tourbeux, avec un pH neutre et un bon drainage. Il est sensible à la salinité. Les sols les plus propices sont les colluvions, les sols allophanes bien pourvus en matières organiques et les vertisols magnésiens. Les sols ferrallitiques acides sont les moins appropriés (CABURET et HEKIMIAN, 2003).

L'espèce est très cultivée en zone tempérée et en zone tropicale (500 à 1500 m d'altitude). Le zéro végétatif se situe à 10°C et la température optimale de germination et de croissance est évaluée à 22-25°C (MESSIAEN, 1992). Au moment de la floraison, cette plante présente une forte sensibilité à l'intensité lumineuse ; une déficience de la lumière entraîne l'avortement des fleurs (HABASQUE., 2003).

Les apports d'amendement organique type compost ou fumier frais ne sont pas conseillés avant une culture d'haricot car ces derniers craignent le contact avec la matière organique fraîche en décomposition (brûlure racinaire, augmentation du risque de maladies, *Rhizoctonia*, *Sclerotinia*, etc...) (HABASQUE, 2003).

Le haricot n'est pas une culture très exigeante en azote car c'est une légumineuse capable de fixer l'azote de l'air au niveau de ses racines (Le taux de fixation peut atteindre 60 à 120 kg d'azote par hectare). Cependant le sol devra être suffisamment pourvu pour assurer un bon démarrage et un développement satisfaisant de la culture car l'excès d'azote favorise les maladies comme le botrytis ou la rouille. Cette culture est aussi sensible aux excès de chlore surtout pendant la phase de germination, par contre les besoins de sa culture en potasse sont élevés (BAUDOUIN et DO, 2001).

1.1.6. Production de l'haricot en Algérie

La culture d'haricot peut jouer un rôle important dans les systèmes agricoles en Algérie, bien que sa production reste écartée en raison de l'épuisement et de la grande instabilité des rendements dus au déficit hydrique et à la carence en phosphore, qui caractérisent la plupart des zones méditerranéennes particulièrement les zones de cultures conditionnelles du haricot en Algérie (ALKAMA, 2010).

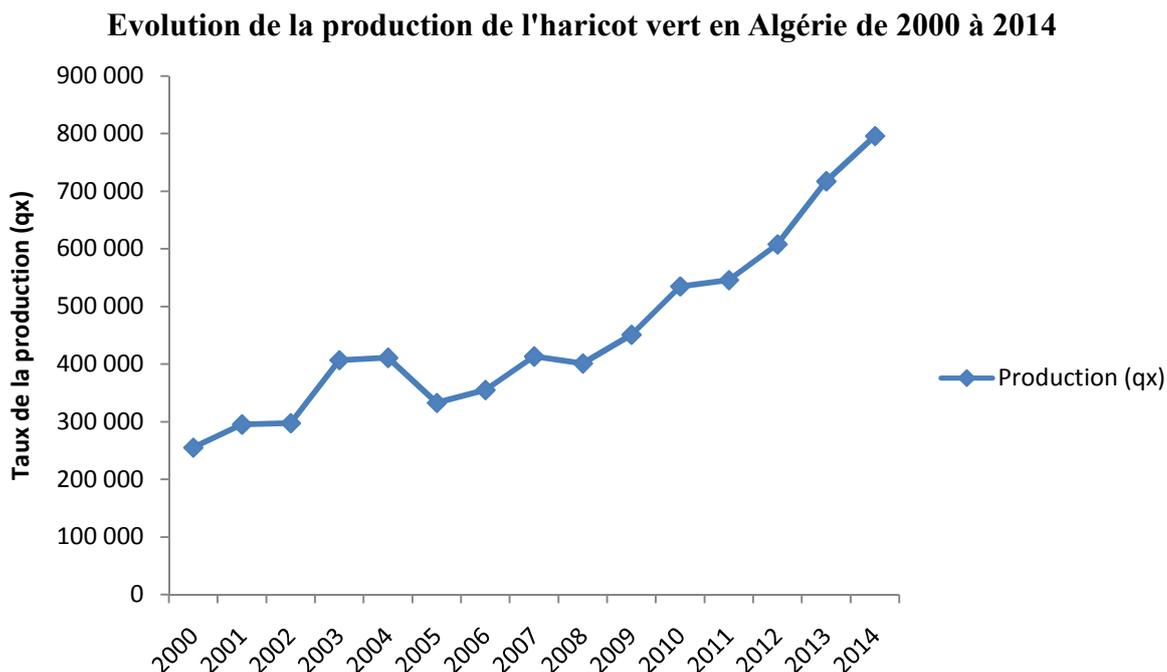


Figure 1.3 : La production d'haricot vert en Algérie entre les années 2000 et 2014

Dans les dernières années il y a une augmentation remarquable des superficies destinées à la culture du haricot vert en Algérie. Ainsi que la production varie indépendamment (de 255 230 qx à 795 695 qx) (Figure 1.3) (Tableau 1.1). Ce bouleversement est accompagné par des fluctuations imprévisibles des rendements (MADR, 2015).

Tableau 1.1 : Production du haricot vert en Algérie 2010-2014 (MADR, 2015).

Années	Superficie (ha)	Production (qx)	Rendement (qx/ha)
2000	5 990	255 230	42,609
2001	6 000	295 270	49,212
2002	6 400	297 500	46,484
2003	6 730	406 810	60,447
2004	7 534	411 000	54,553
2005	6 928	332 650	48,015
2006	7 766	355 076	45,722
2007	8 532	413 220	48,432
2008	8 622	401 208	46,533
2009	8 918	450 964	50,568
2010	9 599	534 874	55,722
2011	9 197	545 812	59,347
2012	10 707	607 867	56,773
2013	11 594	717 319	61,87
2014	11 456	795 695	69,457

1.1.7. Importance de la culture du haricot

Sur le plan économique la culture d'haricot est destinée à la consommation humaine (les gousses sont consommées à l'état frais ou les graines à l'état sec) et à l'alimentation des animaux (les résidus de cultures : tiges et gousses). En effet, le haricot constitue un aliment de base pour près de 500 millions d'êtres humains d'une part, grâce à sa richesse en protéines (25% environ) et d'autre part en oligo-éléments (potassium, magnésium, de fer, cuivre, du phosphore, du zinc, de la thiamine, de la niacine et de la vitamine B6 (PUJOLA *et al.*, 2007).

Sur le plan agronomique et en tant que légumineuse, le haricot peut s'intégrer dans les systèmes de production biologique qui utilisent la bio-fertilisation. A cet effet, il est cultivé avec d'autres légumineuses dans les systèmes des rotations et d'associations culturales avec d'autres cultures notamment les céréales dans le but d'assurer la meilleure efficacité d'emploi des ressources en azote (CANADO *et al.* 2003).

1.1.8. Ennemis ravageurs et maladies :

Les cultures d'haricots sont sensibles à différentes maladies et ravageurs. L'impact de ces maladies est très variable selon la gravité des symptômes provoqués sur la plante hôte (Tableau 1.2 et Tableau 1.3).

Tableau 1.2 : Les principaux ravageurs de l'haricot vert (CHAUX et FOURY, 1994).

Ravageurs	Symptômes
 <p data-bbox="384 645 636 734">Mouche des semis <i>Phorbia platura</i></p>	<p data-bbox="756 510 1406 600">La larve se développe dans le sol et détruit les très jeunes plantules.</p>
 <p data-bbox="354 1104 668 1137">Noctuelles désolatrices</p>	<p data-bbox="764 943 1398 976">Les chenilles mangent le feuillage et les gousses.</p>
 <p data-bbox="320 1503 700 1644">Pucerons <i>Aphis fabae, Acyrthosyphon pisum</i></p>	<p data-bbox="767 1346 1401 1485">Provoque la réduction de la vigueur des plantes, avortement des boutons floraux, déformation des gousses, transmission de viroses.</p>
 <p data-bbox="371 1962 655 1995">Noctuelles terricoles</p>	<p data-bbox="852 1816 1310 1850">Les chenilles détruisent les racines.</p>

 <p>Acariens <i>Tetranychus urticae</i></p>	<p>Développer par temps sec, causée un dessèchement rapide du feuillage et de la plante.</p>
 <p>Taupins (<i>Agriotes sordidus</i>, <i>Agriotes lineatus</i>)</p>	<p>Les larves occasionnent les dégâts. Elles attaquent principalement les graines, les jeunes plantes au niveau du collet et dans certains cas, les organes souterrains.</p>
 <p>Pyrale du maïs <i>Ostrinia nubilalis</i></p>	<p>Chenilles qui creusent des galeries dans les gousses, détruisent les graines à l'intérieur des gousses.</p>
 <p>Mouche mineuse</p>	<p>Rencontrée le plus souvent en plein champ, la larve (ver fil de fer), mange les semences et les racines des jeunes plantules.</p>

Tableau 1.3. : Les principaux maladies du haricot vert. (NYABYEDA P,2005).

Maladies	Symptômes
 <p data-bbox="400 640 592 674">Fonte de semis</p>	<p data-bbox="810 465 1374 555">Fonte des jeunes plantules, un complexe de champignons est mis en cause.</p>
 <p data-bbox="341 969 644 1003">Anthraxnose du haricot</p> <p data-bbox="296 1014 695 1048"><i>(Colletotrichum lindemuthianum)</i></p>	<p data-bbox="762 831 1422 920">Nécroses brunes sur les nervures et les pétioles des feuilles, taches brunes sur gousses et graines</p>
 <p data-bbox="392 1339 600 1373">Pourriture grise</p> <p data-bbox="389 1384 603 1417"><i>(Botrytis cinerea)</i></p>	<p data-bbox="778 1200 1414 1290">Moisissures grises sur tiges, fleurs et gousses par temps humide.</p>
 <p data-bbox="411 1709 576 1742">Sclérotiniose</p> <p data-bbox="339 1753 651 1787"><i>(Sclerotinia sclerotiorum)</i></p>	<p data-bbox="735 1514 1449 1659">Champignon du sol déterminé par un feutrage blanc cotonneux sur tous les organes de la plante qui entraîne au dépérissement des plantes.</p>

 <p style="text-align: center;">Rouille (<i>Uromices appendiculatus</i>)</p>	<p>Petites taches brunes à rouilles sur les deux faces de la feuille</p>
 <p style="text-align: center;">Nécrose des racines et du collet</p>	<p>Différents champignons <i>Pythium ultimum</i> et <i>Fusarium solani</i>, qui entraînent le dépérissement des plantes.</p>
 <p style="text-align: center;">Cercosporiose (<i>Isariopsis griseola</i>)</p>	<p>Cette maladie est caractérisée par des tâches angulaires jaunes à brunes sur le feuillage délimitées par les nervures secondaires des feuilles.</p>
 <p style="text-align: center;">Rhizoctone brun (<i>Rhizoctonia solani</i>)</p>	<p>Le rhizoctone peut attaquer la plante à la levée, entraîne d'importante fonte de semis ou sur la plante adulte .Elle se repère alors par la présence d'un chancre brun rouge au niveau de collet ce qu'entraîne au dépérissement des plantes.</p>
 <p style="text-align: center;">Fusariose du collet ou maladie du</p>	<p>Cette maladie se traduit par un blocage de la croissance des plantes et un jaunissement du feuillage, pouvant entraîner des mortalités de plantes. Les contaminations apparaissent en foyer. Sur le collet des plantes, des lésions rougeâtres puis noires apparaissent, elles provoquent le dessèchement des racines et peuvent</p>

pied	faire éclater le pivot.
 <p data-bbox="347 568 639 701">Graisse du haricot (<i>Pseudomonas syringae</i> <i>Xanthomonas ampestri</i>)</p>	<p data-bbox="730 360 1453 562">Par temps pluvieux et orageux taches nécrotiques entourées d'un halo vert clair ou jaune vif sont apparue sur les feuilles et des taches d'aspect graisseux sur les gousses.</p>
 <p data-bbox="384 1086 619 1115">Viroses du haricot</p>	<p data-bbox="762 741 1437 936">BCMV : mosaïque commune du haricot : feuillage cloqué avec réduction de la floraison et nanisme des plantes, virus transmis par les pucerons et les semences.</p> <p data-bbox="770 958 1437 1153">BYMV: mosaïque jaune du haricot : mosaïque plus finement bloquée que la mosaïque commune avec souvent une nécrose apicale de la plante, virus transmis par les pucerons.</p>

1.2. Présentation du ravageur : *Aphis fabae*

1.2.1. Caractéristiques générales des pucerons

Appartenant à l'ordre des Hémiptères, au sous-ordre des Homoptères, les 4000 espèces de pucerons identifiées dans le monde sont réparties en quatre familles : *Eriosomatidae* (*Pemphigidae*), *Chermesidae* (*Adelgidae*), *Phylloxeridae* et *Aphididae* (DIXON, 1998).

Ces insectes de taille réduite (de 1 à 10 mm), hétérométaboles (à métamorphose incomplète) et hémimétaboles (stades larvaires ressemblent au stade adulte) sont phytophages et présentent un appareil buccal de type piqueur-suceur. Le corps de forme et de longueur variables peut présenter à l'arrière de l'abdomen des protubérances appelées cornicules, permettant l'excrétion de miellat, sécrétion sucrée permettant l'élimination de diverses substances ingérées par le puceron (RUPPERT *et al.* 2004).

Des périodes de reproduction asexuée, par parthénogénèse, sont observées en alternance avec la reproduction sexuée chez toutes les espèces aphidiennes. Cette parthénogénèse, couplée à la présence de générations télescopiques, permet aux pucerons de se multiplier très rapidement. Les pucerons présentent une variété de cycles de développement, combinant des modes de reproduction sexuée et asexuée, et des associations particulières avec leurs plantes hôtes (SYMES, 1924 ; TAYLOR, 1958).

On trouve souvent de grandes colonies de pucerons à la surface inférieures des feuilles. Ils se nourrissent en suçant la sève des plants et excrètent une substance collante, le miellat, à la surface du plant. Parmi les symptômes de l'infestation, citons l'accumulation de miellat et la présence d'exuvies blanches sur les feuilles, les tiges et les fruits. Même s'ils sont relativement peu nombreux, les pucerons peuvent causer des pertes économiques importantes en détruisant les fleurs quand ils s'alimentent et en déposant le miellat sur les fruits (HULLE et *al.*, 1998).

Le miellat sert de nourriture à la fumagine qui à son tour empêche la lumière de pénétrer, interrompt la photosynthèse et abaisse la qualité des fruits. De graves infestations de pucerons provoqueront la chute des feuilles, un rabougrissement et une déformation du plant. Les colonies denses de pucerons affaiblissent les plantes en prélevant la sève dont ils se nourrissent et provoquent des déformations des feuilles. Parfois, leur seule présence, même en l'absence de dégâts, entraîne la dévalorisation de certains légumes comme la laitue (LECLANT, 1996).

De plus, ils sont capables de transmettre des virus aux plantes. Les pucerons se multiplient extrêmement rapidement et se dispersent facilement sur de longues distances. Le temps de génération est rendu très court grâce à un mode de reproduction sans sexualité (parthénogénèse) et à une viviparité. A la belle saison, une semaine seulement suffit au développement complet d'une génération (BOUCHET et *al.*, 1999).

En Algérie les pucerons sont parmi les principaux ravageurs des cultures, leurs pullulations dépassent souvent le seuil tolérable. Les études menées à ce jour sur l'inventaire et les fluctuations des populations des pucerons dans plusieurs régions d'Algérie montrent que la situation est très grave et nécessite une intervention urgente (AROUN, 1985; BENFEKIH, 1989; DJAZOULI, 1996 ; BETAM, 1998;

BOUGHNOU, 1998 ; SAIGHI, 1998; TCHAKER, 2007; BENOUFELLA-KITOUS et al. 2008 ; BENYAHIA, 2008 ; DERIASSA, 2008 et DIALLO KARA, 2008).

1.2.2. Systématique

BALACHOWSKY et MESNIL (1936), classent les aphides dans :

Embranchement : Arthropodes ;

S/Embranchement : Mandibulates ;

Classe : Insectes ;

S/Classe : Ptérygotes ;

Section : Néoptères ;

Sup./Ordre : Hémiptéroïdes ;

Ordres : Homoptères ;

Série : Sternorhynques ;

S/Ordre : *Aphidinea* ;

Sup./Famille : *Aphidoidea* ;

Famille : *Aphididae* ;

S/Famille : *Aphidinae*

1.2.3. Description et biologie d'*Aphis fabae*:

La parthénogenèse cyclique est le mode de reproduction général des pucerons. Le cycle annuel complet comporte une génération sexuée, suivie de nombreuses générations parthénogénétiques d'où chaque femelle donne naissance à 50 à 70 larves qui se développent sur la face inférieure des feuilles. On peut les trouver aussi sur les pousses et sur les bourgeons à fleurs (HOFFMAN, 1974).

Ces espèces dites holocycliques, peuvent présenter une alternance de plantes hôtes. L'hôte primaire est celui sur lequel a lieu la reproduction sexuée. Les plantes hôtes secondaires abritent les générations parthénogénétiques (DEDRYVER, 1982) (Figure 1.4).

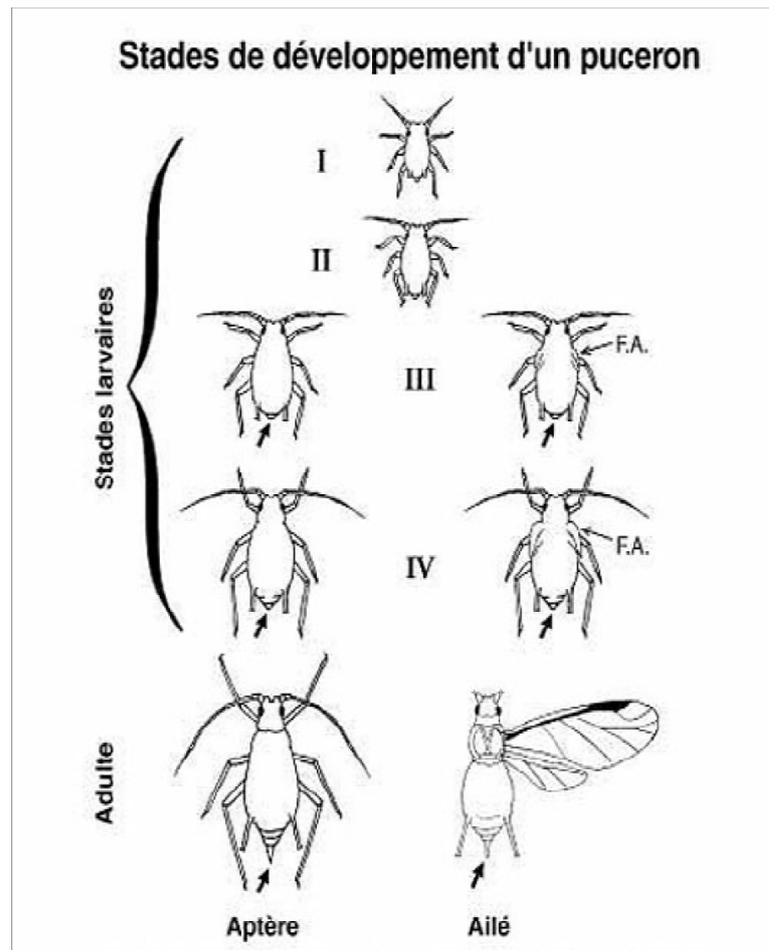


Figure 1.4 : Stade de développement d'un puceron (SEKKAT, 2007)

D'autres espèces dites anholocycliques ont perdu totalement ou partiellement la possibilité de se reproduire par la voie sexuée. Elles se multiplient parthénogénétiquement durant toute l'année (DEDRYVER, 1982).

Sous les climats tempérés, les pucerons ont presque tous gardé la possibilité d'effectuer un cycle biologique complet avec une phase de reproduction sexuée. La température optimum de développement se situe entre 20°C et 25°C. Les basses températures hivernales et surtout les chaleurs de l'été (supérieur à 30°C) ralentissent le développement des individus (HULLE *et al.* 1998). Selon VANLERBERGBE (1996), la reproduction sexuée a lieu à l'automne et aboutit à la formation d'un œuf d'hiver diapausant (SYMES, 1924 et TAYLOR, 1958).

Au printemps, émerge une femelle fondatrice dont l'éclosion coïncide avec le bourgeonnement de l'hôte primaire, elle se développe en 6-8 jours. La fondatrice engendre par parthénogenèse une ou plusieurs générations de femelles virginipares

aptères. Le potentiel de reproduction dépend plutôt de l'abondance de sève. Les virginipares ailées sont produites au cours du printemps, au moment du départ de l'hôte primaire vers l'hôte secondaire où elles donnent naissance à de nouvelles infestations. La fréquence de vol est en corrélation avec les précipitations. Sur l'hôte secondaire, les virginipares forment une colonie d'aptères qui se multiplient rapidement grâce à une fécondité élevée. Des virginipares ailées apparaissent à partir d'une certaine densité de population, disséminent à plus ou moins grande distance la population vers de nouveaux habitats, sur lesquels elles produisent à nouveau des générations de virginipares aptères (SEKKAT, 2007).

A la fin de l'été, les virginipares donnent naissance à des sexupares qui vont engendrer soit des mâles ailés, soit des femelles gynopares ailés qui vont migrer vers l'hôte primaire, pour produire les femelles sexuées ovipares avec lesquels vont s'accoupler les mâles (Figure 1.5) (SEKKAT, 2007).

Aphide fabae peut attaquer plus de 200 espèces des plantes, y compris le haricot, la pomme de terre, la carotte, l'artichaut, la féverole, le tabac, ainsi que certaines cultures florales et ornementales. Il s'agit d'un petit insecte d'environ deux millimètres de long avec une petite tête et l'abdomen fusionnées en forme de bulbe. Le corps est trapu, vert noirâtre ou de couleur foncée et les ailes membraneuses, lorsqu'ils sont présents, sont détenus en angle sur le corps. Les pattes et les antennes ne dépassant pas 2/3 de la longueur du corps, ils sont jaune clairs. Les cornicules sont deux fois plus longue que la queue en forme de doigt et les deux sont brun-noir (RUPPERT et al. 2004).

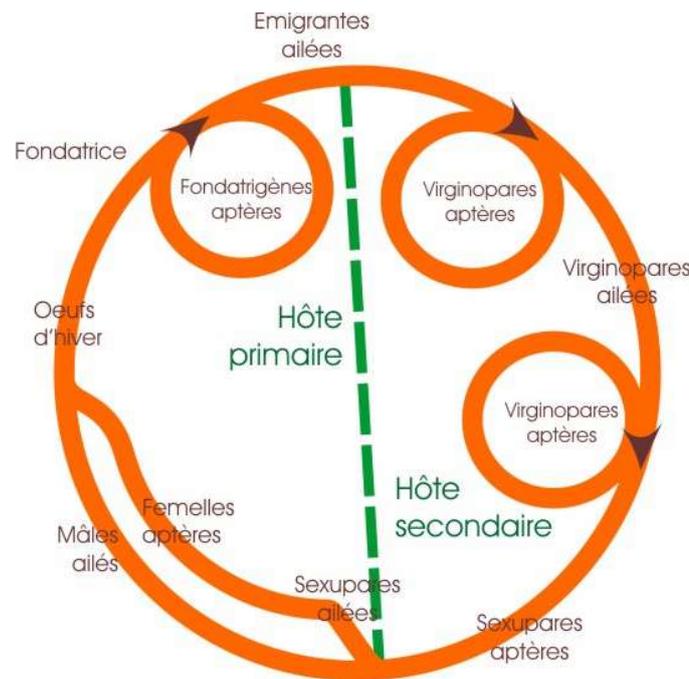


Figure 1.5 : Cycle biologique des pucerons (SEKKAT, 2007).

1.2.4. Facteurs de fluctuation des populations aphidiennes

La multiplication des pucerons est en fonctions de leur fécondité, leur parthénogenèse, la stabilité quantitative et qualitative de leur source d'alimentation pendant une longue durée. La réalité est tout à fait différente en condition naturelles. De nombreux facteurs interviennent dans la dynamique des populations aphidiennes qui ont à la fois un rôle favorable ou défavorable, favorisant les naissances ou la mortalité, selon l'intensité de leur action (ROBERT, 1982).

1.2.4.1. Facteurs abiotiques

La durée de développement, la fécondité et la longévité, sont très largement influencées par le facteur température (HOFFMAN, 1974). Ainsi, à la température 24°C, le développement larvaire est optimal (LECLANT, 1976). Des températures extrêmes sont létales. La survie au froid et à la chaleur dépend par ailleurs de la durée d'exposition. Ainsi, il a été montré que la plupart des espèces cessent de voler la nuit (ROBERT, 1982).

Une humidité relative de l'air supérieure à 85% et une température basse, inhibent le vol des formes ailées et favorisent le développement des champignons Entomophthorales (LECLANT, 1976). Les pluies violentes entraînent la mort d'un grand nombre d'individus par noyade, à la suite de lessivage des colonies sur les plantes (LECLANT, 1976). Le vent affecte les déplacements des ailés et détermine leur distribution spatiale sur les plantes (ROBERT, 1982).

1.2.4.2. Facteurs biotiques

Les facteurs physiques (abiotiques) agissent directement ou indirectement sur les potentialités biologiques des pucerons. Donc ils sont liés à l'espèce aphidienne et à son polymorphisme. Ils s'expriment également en fonction de la source d'alimentation, en l'occurrence la plante hôte et de l'action des ennemis naturels et des méthodes de lutte déployées par l'homme (ROBERT, 1982).

Les pucerons peuvent régler eux-mêmes leur population par des mécanismes intraspécifiques soit par la formation des ailes, sous l'action de l'effet de groupe, suite à l'augmentation des individus dans espaces restreints. Cette formation d'ailes peut, dans d'autre cas, être le résultat d'une diminution de la qualité nutritionnelle de la sève liée ou non à des modifications physiologiques normales de la plantes au cours de sa vie, ou soit par la diminution de la fécondité des adultes, sous l'effet direct de comportements agrégatif intraspécifiques et l'effet de modifications de la composition de la nourriture. Les aptères pondent un plus grand nombre de larves que les ailés (au moins dans les vingt premiers jours de ponte) (ROBERT, 1982).

Le rôle de la plante hôte s'exerce surtout au niveau des processus de résistance dont deux composantes, la non préférence et l'antibiosis (ROBERT, 1982). Selon la plante hôte, on peut observer une variabilité du potentiel biotique entre les clones du puceron d'une même espèce, qui sont alors qualifiés de *biotypes*.

Les biotypes correspondent à des groupes de clones préférentiellement adaptés à une plante hôte, sur laquelle leur taux intrinsèque de multiplication est maximal (HOFFMAN, 1974). Les pucerons représentent à leur tour, une manne alimentaire très abondante pour tout un cortège d'espèces prédatrices comme les araignées ou des

insectes, comme les syrphes, les coccinelles et les chrysopes. Ils peuvent également être parasités, soit par des champignons du groupe des Entomophthorales, soit par des insectes hyménoptères aphididés et aphélinidés dont les larves se développent au dépend du puceron (HULLE et *al.* 1998).

1.2.5. Dégâts des aphides

Les dommages causés aux cultures par les pucerons sont de différent ordre et sont produits à tous les stades phénologiques. Ils sont répartis en deux catégories (LECLANT, 1982).

1.2.5.1. Dégâts directs

Les pucerons sont phytophages. Leur système buccal de type piqueur suceur est composé de stylets perforants. Au fur et à mesure qu'il pique la plante et enfonce ses stylets, le puceron émet une salive qui durcit en formant un fourreau. Ce mode de nutrition peut entraîner au niveau de la plante un affaiblissement par perte directe de sève élaborée (HULLE et *al.* 1998), éventuellement des déformations de types variés sur les feuilles et les rameaux (LECLANT, 1996). Ces déformations se résument en l'enroulement et la crispation des jeunes feuilles (Figure 1.6) et par la suite, la réduction du développement des pousses. En plus des réactions phytotoxiques induites par la salive, les pucerons peuvent entraîner la chute des fleurs et des jeunes fruits (SEKKAT, 2007).



Figure 1.6. : Dégâts du puceron sur haricot (SEKKAT, 2007).

1.2.5.2. Dégâts indirects

1.2.5.2.1. Miellat et fumagine

Les pucerons ingèrent une très grande quantité de sève pour subvenir à leurs besoins en protéines. Le produit de la digestion, encore très riche en sucres est excrété par l'anus, c'est le miellat qui attire les fourmis (LECLANT, 1996). Des champignons agents de fumagine se développent sur ce substrat et entravent la respiration de la plante et son assimilation chlorophyllienne (HULLE *et al.* 1998).

1.2.5.2.2. Transmission des virus

Les pucerons occupent un rôle de premier plan dans la dissémination des maladies à virus. Ils sont susceptibles de transmettre un nombre important de virus (LECLANT, 1996; LECLANT, 1982). La recherche active de la plante-hôte par les pucerons ailés favorise également la dissémination des virus (Figure 1.7).

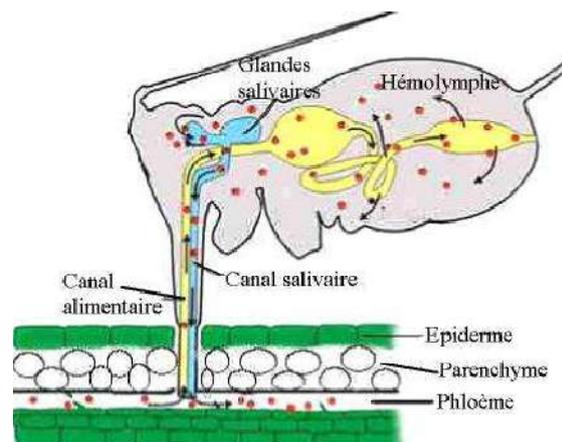


Figure 1.7: Physiologie d'alimentations des pucerons (SEKKAT, 2007).

1.3. La protection des cultures

La protection des plantes comprend toutes les activités et mesures qui visent à protéger les plantes cultivées (grandes cultures, cultures maraîchères, vergers et forêts) des maladies, des ravageurs et de la concurrence d'autres plantes. L'objectif est d'en assurer le rendement (SCHUDEL, 2008).

Une population de puceron peut doubler tous les deux jours (ROCHAT, 1997), et souvent elle est favorisée par la destruction sélective de leurs ennemis naturels (hyménoptères) (ROCHAT, 1995). Donc les mesures de lutte sont destinées à prévenir

les dégâts sur les fruits et sur les jeunes pousses, et en particulier à empêcher la formation d'individus ailés, qui disséminent les virus (KRANZ et *al.*1977).

1.3.1. La lutte chimique

La lutte chimique contre les insectes fait appel aux insecticides dont l'utilisation a connu un essor très important avec les progrès de la chimie de synthèse. Elle est basée sur l'application de molécules détruisant ou limitant les populations de bioagresseurs (DORE et VAROQUAUX, 2006).

Les applications des traitements phytosanitaires doivent être effectuées très tôt, dès l'installation des premières colonies pour réduire le nombre des pucerons et aussi pour protéger leurs ennemis naturels. Dans le cas d'une intervention tardive, on doit utiliser des aphicides spécifiques. L'épandage doit être particulièrement soigné, car les pucerons sont protégés par les feuilles, dont ils ont provoqué la déformation, d'où la nécessité d'utiliser des insecticides systémiques. Plusieurs traitements peuvent être nécessaires certaines années. On aurait intérêt à changer fréquemment la famille de la matière active. Cela permet d'éviter le phénomène d'accoutumance (BAILLAY, 1980 ; SAIGHI, 1998).

1.3.2. La lutte culturale, agronomique ou mécanique

Elle regroupe l'ensemble des mesures créant des conditions défavorables au développement d'organismes nuisibles. Les pratiques culturales comme la taille, les désherbages réguliers et la culture d'une même variété permettant d'avoir une maturation groupée sont des mesures appropriées pour réduire le risque d'attaques (DECAZY et CASTRO, 1990).

1.3.3. La lutte biologique

La lutte biologique est l'usage d'organismes vivants ou de leurs produits pour empêcher ou réduire les pertes ou dommages causés par des organismes nuisibles. Elle s'appuie sur une stratégie de défense écologique et durable (RIBA et *al.*, 2008) qui vient corriger certaines lacunes que rencontrent les autres méthodes de lutte (SALVO et VALLADARES, 2007).

Les ennemis naturels, prédateurs et parasites ont un rôle important dans la régulation naturelle des populations de pucerons. Cela est possible si les conditions sont favorables pour l'accomplissement de leurs actions. Selon IPERTI (1978), parmi les prédateurs il y a les coccinelles (Coléoptère), larves et adultes qui jouent un rôle très important dans la décimation des colonies des pucerons, à noter que 65% des coccinelles sont aphidiphage. Elles attaquent les pucerons au moment de leur plein développement. Au printemps les coccinelles aphidiphage (*Coccinella septempunctata* L.) déposent fréquemment leurs œufs à proximité immédiate d'une colonie des pucerons. Toutes les descendances évoluent dans le champ jusqu'à la dernière génération annuelle (IPERTI, 1986).

De même parmi les parasites il existe de petites Hyménoptères appartenant à deux familles, à celle des *Aphidiidae* et des *Aphelinidae* dont les femelles pondent à l'intérieur des pucerons, le développement larvaire s'effectue au dépend de l'hémolymphe et de différents tissus et organes de l'aphide (MOSTEPHAOUI, 2009).

1.3.4. La lutte intégrée

La lutte intégrée vise à combiner toutes les méthodes de lutte possibles et utiles contre le ravageur. Elle comprend le piégeage, le meilleur produit de plantation, le contrôle biologique et l'utilisation rationnelle des pesticides (MAWUSSI, 2008).

1.3.5. Les insecticides d'origine botanique (Biocide inerte)

En raison de la conjoncture actuelle, les biopesticides d'origine botanique sont appelés à un avenir meilleur, car la demande en produits phytosanitaires sans danger, de faible rémanence et qualifiés de produits verts est actuellement en hausse. Actuellement, on rapporte que 2121 espèces de plantes possèdent des propriétés de lutte antiparasitaire ; un total de 1005 espèces identifiées, présentent des propriétés insecticides, 384 avec des propriétés anti-appétissantes, 297 possédant des propriétés répulsives, 27 avec des propriétés attractives et 31 avec des propriétés de stimulateurs de croissance (CONSTANT, 2009).

Les composés secondaires des plantes sont réputés depuis l'antiquité pour leurs propriétés pharmacologiques et depuis quelques décades, l'homme s'intéresse également à leurs autres activités biologiques. En particulier, ces composés secondaires

sont souvent considérés comme étant un moyen de défense de la plante productrice contre divers organismes comme les pathogènes et les ravageurs (NAS, 1969 ; LARSON, 1989 et SCHMUTTERER, 1992). Au XIXe siècle, seuls quelques composés d'origine végétale étaient identifiés et abondamment utilisés comme répulsifs ou produits toxiques parmi lesquels les huiles essentielles (WEINZEIRL, 1998).

1.3.6. Les huiles essentielles

Les huiles essentielles sont des substances ou extraits de certains végétaux extrêmement puissants. Elles se forment dans un grand nombre de plantes comme sous-produits du métabolisme secondaire. Les huiles essentielles sont extraites des plantes par divers procédés dont l'entraînement à la vapeur d'eau et l'hydro distillation (MARTEL, 1977 ET ESSERIC, 1980) et la pression mécanique à froid (NAVES, 1974 ; PARIS et AURABIELLE, 1981 et PERUT, 1986). Le choix de la méthode d'extraction dépend de la qualité recherchée et de la nature du matériel végétal à extraire, les huiles essentielles sont de véritables concentrés de substances aromatiques et de principes actifs, d'où leur administration à des doses extrêmement faibles. Quelques gouttes suffisent pour agir sur l'ensemble de l'organisme ou sur un système ou un organe spécifique (TOTH et *al.* 2003).

Les huiles essentielles des plantes font partie ces dernières années des voies les plus explorées dans la régulation des ravageurs. Leur application dans la protection des stocks a fait l'objet de nombreux travaux. Leur toxicité s'exprime de différentes manières : activités ovicide, larvicide, anti-nutritionnelle et inhalatoire (KEÏTA et *al.* 2000 et REGNAULT-ROGER et HAMRAOUI, 1995). Les huiles essentielles de certaines plantes sont utilisées pour leurs activités de contact et inhalatoire qui n'offrent pas souvent le même degré d'efficacité selon la cible visée (HABIBA, 2007).

Les huiles essentielles sont des complexes naturels de molécules volatiles et odorantes, synthétisées par les cellules sécrétrices des plantes aromatiques. Celles-ci les conservent dans des poches au niveau de certains organes (DUQUENOIS, 1968). Les huiles essentielles ont une composition assez complexe on y trouve généralement de nombreux constituants appartenant principalement à deux grandes familles chimiques : les composés terpéniques et les composés aromatiques dérivés du phényle propane (AZEVEDO et *al.* 2001).

La composition des huiles essentielles est très complexe .Terpènes, aldéhydes, cétones, phénols, lactones, esters, en sont les composants principaux (ALILOU et *al.* 2008). Plus récemment il a été démontré que de nombreux constituants terpénoïdes d'huiles essentielles végétales sont toxiques au contact, pour un large éventail d'insectes et peuvent être utilisés comme insecticides d'origine végétale (MUHANNAD et *al.* 2002). Un nombre important de composés chimiques sont connus. De ce type, les plus puissants figurent le thymol, extrait de thym (*Thymus vulgaris*, Lamiacées), la pulégone, extraite de menthe pouliot (*Mentha pulegium*, Lamiacées) et l'eugénol, extrait du clou de girofle (*Eugenia caryophyllus*, Myrtacées) (REGNAULT-ROGER, 2005).

Introduction :

Les plantes sont attaquées, non seulement par divers types de micro-organismes pathogènes, mais aussi par d'autres ennemis, parmi lesquels des mollusques, des nématodes, des acariens et des insectes (BONNEMAIN et CHOLLET, 2003).

Avec l'apparition des pesticides de synthèse, certains ont imaginé que les ennemis des cultures seraient battus en brèche et éliminés (METCALF, 1980). De toute évidence, cela ne s'est pas produit.

L'utilisation abusive de ces pesticides a causé de nombreux problèmes à l'environnement et aux écosystèmes touchant particulièrement : la résistance des ravageurs aux pesticides, la contamination de l'eau ainsi que la perte de la biodiversité.

Cependant, depuis une trentaine d'années, chimistes, physiologistes, biochimistes, toxicologues et spécialistes de la protection des végétaux unissent leurs efforts dans la recherche de nouvelles molécules d'origine végétale susceptibles de permettre à l'humanité de lutter efficacement contre les déprédateurs, avec un minimum de problèmes pour l'environnement. (RENAULT-ROGER, 2005). Ainsi, plus de 2000 espèces végétales dotées de propriétés insecticides et méritant d'être valorisées en tant que produits phytosanitaires ont été déjà répertoriées et par suite, la voie vers la découverte de nouvelles plantes et par la même de nouvelles molécules à effet bactéricide, nématicides, insecticide ou fongicide reste ouverte (GRAINGE et AHMED, 1988).

- Objectifs

Ce présent travail a pour objectifs d'évaluer l'efficacité de deux huiles essentielles comparée à un pesticide conventionnel et cela par :

- L'étude in vivo de leur pouvoir insecticide sur un ravageur redoutable du haricot vert, qui est le puceron noir de la fève *Aphis fabae* responsable du développement de fumagine sur le miellat, qui rend les gousses impropres (HABASQUE, 2003), ainsi provoque une réduction de la vigueur des plantes, avortement des boutons floraux, déformation des gousses et transmission de viroses.

2.1. Conditions expérimentales :

2.1.1. Préparation du matériel végétal :

Notre essai a commencé par la réalisation d'un semis du haricot effectué au niveau du laboratoire de zoologie de l'université Mohamed El Bachir El Ibrahimy de Bordj Bou Arreridj.

L'expérimentation a été menée sur des plants d'haricot vert *Phaseolus vulgaris L.* variété « El Djadida » une variété naine à croissance déterminée, appartenant au groupe des haricots mange-tout et destiné pour la consommation en frais. Les graines du haricot sont imbibées dans l'eau pendant 24h. Le semis a été effectué à la fin du mois de février dans des gobelets en plastique remplis de tourbe à raison de 1 graine par gobelets au stade 2 feuilles (Figure 2.1).



Figure 2.1 : plantule de l'haricot à la levée (Originale, 2015)

Les plants d'haricot ont été repiqués dans des pots plastiques de 13,5 cm de hauteur et 15,5 cm de diamètre, ils sont de couleurs marron ayant une capacité de 1500 ml et présentant des orifices de drainage à leur base permettant l'évacuation de la solution excédentaire. Ces pots ont été préalablement remplis d'un mélange de tourbe, de sable et de terre préalablement stérilisé dans une étuve pendant 24 h à une température de 120°C (Figure 2.2).



Figure 2.2 : Plants d’haricot après repiquage(Originale, 2015)

Les plants ont été régulièrement irrigués (tous les 2 à 3 jours) à l’eau du robinet, mais parfois on ajoutant un apport de solution nutritive standard qui a été préconisé dans le but d’accélérer et d’assurer le bon développement des plants.



Figure 2.3 : Différents stades de développement de l’haricot (stade de floraison et formation de gousse)(Originale, 2015)

2.1.2. Préparation du matériel animal

Le matériel animal provenant essentiellement de plants de fèves infestés par le ravageur *Aphis fabae* identifié par Mr Merzouki .Y (Figure 2.4) a été récupéré de chez un exploitant privé du côté Rafistane région «El-Euch» dans la wilaya de Bordj Bou Arreridj.



Figure 2.4 : plants de fèves infestés par le ravageur *Aphis fabae* (Originale, 2015)

Nous avons provoqué une infestation par l'induction des plants de fèves infestés à côté des plants d'haricot. Au bout deux jours les signes de la présence de puceron sur haricot ont commencé à être visibles (Figure 2.5).



Figure 2.5 : Conduite de l'infestation des plants d'haricot (Originale, 2015)

2.2. Présentation des huiles essentielles et du pesticide conventionnel :

Les huiles essentielles sont des substances huileuses, volatiles et odorantes, présentes dans les plantes aromatiques et localisées, dans les fleurs, les feuilles, les fruits, les graines, l'écorce, les racines (MEYER, 1989). Dans notre expérimentation on a utilisé deux sources des huiles essentielles : Le Thym (*Thymus vulgaris*) et L'eucalyptus (*Eucalyptus globulus*).

2.2.1. Le Thym (*Thymus vulgaris*) :

a. Caractéristiques :

Le thym est une plante sous-ligneuse, odorante, il forme des touffes compactes très ramifiées qui s'élèvent à une vingtaine de centimètres au-dessus du sol. Les feuilles sont plus au moins contractées et les inflorescences sont en faux verticilles. Le calice quant à lui est tubuleux et la corolle est plus au moins exserte. Le thym pousse de façon spontanée sur les coteaux secs et rocailleux et dans les garrigues (QUEZEL et SANTANA, 1963).

La composition chimique d'huile essentielle de thym comme celles d'ailleurs des autres plantes aromatiques dépend de plusieurs facteurs tels que: la génétique de la plante, l'âge, les conditions édapho- climatiques, etc.(TEUSCHER *et al.*, 2005).

b. Classification :

Règne: Plantae

Embranchement: Spermaphytes

Sous embranchement: Angiospermes

Classe: Dicotylédones

Ordre: Tubiflorales

Famille: Labiacées

Genre : *Thymus*

Espèce: *Thymus vulgaris*



Figure 2.6. : *Thymus vulgaris* (TEUSCHER *etal.* 2005)

2.2.2. L'eucalyptus (*Eucalyptus globulus*) :

a. Caractéristiques :

Un eucalyptus adulte peut, selon l'espèce, se présenter comme un petit buisson ou comme un arbre de très haute stature. On dit que les eucalyptus sont des petits s'ils mesurent moins de dix mètres de haut ; de taille moyenne s'ils font entre dix et trente mètres ; grands s'ils mesurent entre trente et soixante mètres ; très grands s'ils atteignent plus de soixante mètres (certaines espèces atteignant 90 mètres de hauteur)(METRO, 1970).

Les feuilles de l'*Eucalyptus globulus*, persistantes, ont la particularité d'être totalement différentes selon l'âge du rameau qui les porte. Sur les jeunes rameaux, elles sont opposées, sessiles, horizontales, de couleur bleuâtre, de forme ovale et d'aspect cireux(METRO, 1970).

Les fleurs sont formées d'une urne coriace (formée par les sépales) dont le couvercle (formé par les pétales) tombe au moment de l'épanouissement, laissant apparaître de très nombreuses étamines à filets blancs de couleur crème et produisent un abondant nectar, attirant les insectes en vue de la pollinisation et transformé par les abeilles en miel(METRO,1970).

Les fruits sont des capsules qui, à maturité, ont une forme de cône. C'est en tombant au sol qu'ils laissent échapper les graines, fécondées par des grains de pollen apportés principalement par les insectes. Toutes les graines ne survivront pas aux conditions difficiles, mais le nombre important de graines permet toutefois la survie de l'espèce.

b. Classification :

Règne: Plantae

Classe: Dicotylédones

Famille: Myrtacées

Genre : Eucalyptus

Espèce : *Eucalyptus globulus*



Figure 2.7. : *Eucalyptus globulus* (TEUSCHER *etal.* 2005)

Les huiles essentielles utilisées dans notre expérimentation sont ceux issues de l'extraction de l'eucalyptus et le thym (Figure 2.8).



Figure 2.8. . Dispositif d'extraction par hydrodistillation des huiles essentielles à l'aide d'un appareil de type Clevenger (Originale, 2015).

2.3. Présentation des traitements

✓ Le Premier étant un extrait d'huile essentielle d'eucalyptus dont l'extraction a été effectuée par hydrodistillation à l'aide d'un Clevenger au niveau du laboratoire de biologie végétale de département SNV à l'université de M'sila. Trois distillations ont été réalisées par ébullition, pendant 3 heures de 150 g de matériel végétal (les feuilles d'eucalyptus fragmentés) frais avec 1 L d'eau dans un ballon surmonté d'une colonne de 60 cm de longueur reliée à un réfrigérant.

✓ Le second est une huile essentielle à base de thym formulée. Cet extrait nous a été gracieusement fourni par le laboratoire de phytopharmacie de l'université Saad Dahleb de Blida.

✓ Le troisième est une préparation à base d'extrait aqueux de la poudre du silène *Silene fuscata* cette espèce a une propriété de bioadjuvant. Les plantes ont été étalées sur du papier et mises à sécher à l'air libre, à l'abri de la lumière et de l'humidité et à la température ambiante. Après le séchage, les échantillons sont compressés dans un mortier manuel puis subit un broyage afin d'obtenir une poudre plus ou moins fine à l'aide d'un mixeur électrique (DJELLOUT, 2009). La poudre obtenue est récupérée et conservée dans des bouteilles stériles dans les conditions de laboratoire. Une macération aqueuse a été effectuée sur 20 g de poudre avec 250 ml d'eau distillé stérile, dans des flacons hermétiques et stériles, sous agitateur horizontal pendant 72h à la température ambiante du laboratoire pour faire libérer et extraire les particules actives existantes chez le matériel végétal étudié. Après 72h, les surnageants ont été filtrés d'abord à l'aide de compresses stériles 3 fois, puis par le biais du papier wattman. Ensuite, les solutions obtenues sont utilisées dans la préparation des solutions testées (SOUZA et al., 1995).

✓ Le dernier est un insecticide conventionnel utilisé dans notre expérimentation sa matière active est l'Acétamipride 20%Sp; c'est un insecticide systémique polyvalent utilisé à la dose de 100-125g/ha pour les légumes son délai avant récolte est de 3 à 7 jours.

2.4. Étude in vivo du pouvoir insecticide des huiles essentielles :

Pour l'évaluation du pouvoir insecticide de l'huile essentielle d'eucalyptus, nous avons commencé par la récupération de 18 pots de plants infestés qui ont été numérotés de 1 à 18.

Ainsi, pour chaque plant, nous avons vérifié sous loupe binoculaire les infestations puis nous avons compté le nombre d'individus existants sur chacune d'elle (Figure 2.9). À la fin du comptage ces plants sont soigneusement remis à leur place pour effectuer les différents traitements.



Figure 2.9. : Comptage des individus sur feuillage (Originale, 2015)

L'efficacité des deux huiles essentielles formulées (d'eucalyptus et de thym) a été évaluée et appliquée selon trois concentrations à savoir :

- ◆ 1%, 2% et 5% pour l'huile essentielle de thym
- ◆ 0,5%, 0,7% et 1% pour l'huile essentielle d'eucalyptus
- ◆ à la dose homologuée pour l'insecticide chimique.

Les différentes doses des huiles essentielles (eucalyptus et thym) avec ou sans le rajout de l'extrait aqueux de la poudre du silène ainsi que l'insecticide sont pulvérisés sur les plants d'haricot.

Parmi les 32 plants (18 plants testés par l'huile d'eucalyptus et 18 plants par l'huile de thym) ; 9 plants sont traités par l'huile essentielle formulées (d'eucalyptus ou de thym) et les autres 9 plants sont pulvérisés par une bouillie contenant un mélange d'huile essentielle

(d'eucalyptus ou de thym) et l'extrait aqueux de la poudre de silène ce dernier joue un rôle pénétrant il favorise le perçage des HE à l'intérieur des plants (Figure2.10).

L'évolution des infestations a été suivie pour chaque plant traité en comptant sous loupe binoculaire le nombre d'individus vivants après 24h en comparaison avec l'état d'infestation initiale. Ce procédé a été répété après 48h puis 72h et une semaine après le traitement.

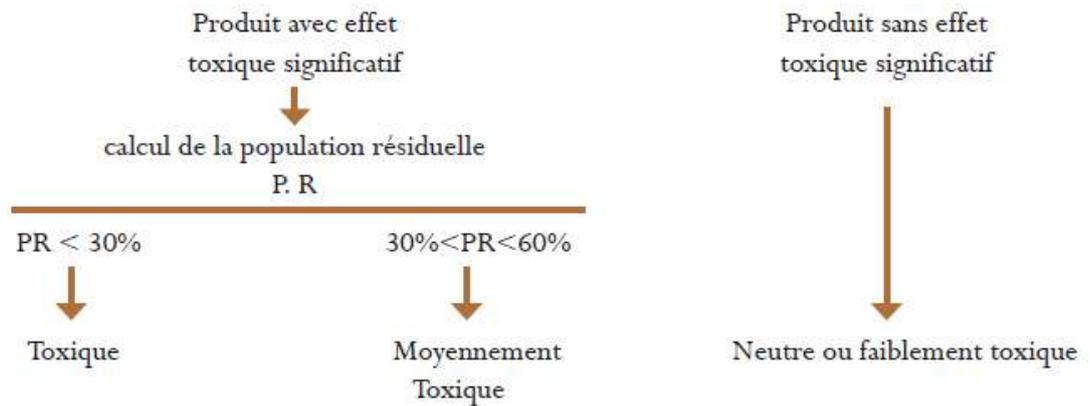


Figure 2.10: Application des différents traitements (Originale, 2015)

L'efficacité des huiles essentielles étudiées a été comparée à l'activité d'un produit phytosanitaire de synthèse. Pour l'évaluation de l'efficacité du pesticide de synthèse Le même protocole d'évaluation a été retenu. Cependant, tous les aspects d'évaluation ont été comparés à chaque fois à un lot témoin contenant des plants infestés et pulvérisés à l'eau courante.

2.5. Estimation de l'activité insecticide des huiles essentielles étudiés et du produit phytosanitaire

L'évaluation de l'effet des biocides et du pesticide a été réalisée par le calcul de la population résiduelle (P.R) selon le TEST de DUNNETT



$$PR = \frac{\text{Nb de formes mobiles (NFM) par traitement} \times 100}{\text{Nb de formes mobiles par témoin (eau)}}$$

P.R.<30% molécule toxique

30% < P.R <60% molécule moyennement toxique

P.R > 60% molécule neutre ou faiblement toxique

2.6. Analyse statistiques des résultats :

Lorsque le problème est de savoir si la moyenne d'une variable quantitative varie significativement selon les conditions (types de traitements, croissance en longueur, nombres de feuilles et périodes d'exposition), il est préconisé de réaliser une analyse de variance. Dans les conditions paramétriques (ANOVA pour Analysis of Variance), la distribution de la variable quantitative doit être normale.

Dans certains cas, une transformation logarithmique a été nécessaire afin de normaliser cette distribution. Dans les cas où plusieurs facteurs sont en jeu, il peut arriver que toutes les interactions entre facteurs ne soient pas pertinentes à tester.

Nous avons alors utilisé le modèle linéaire global (G.L.M.). Par exemple, si on désire connaître l'effet des facteurs A, B et C et seulement l'interaction entre A et C, il suffit de sélectionner explicitement ces 4 catégories. Le déroulement des tests a été réalisé par le logiciel SYSTAT vers. 7, (SPSS 2009).

3.1. Évaluation de l'activité insecticide des huiles essentielles étudiées et du produit phytosanitaire

La fluctuation des populations résiduelles d'*Aphis fabae*, a été évaluée sous l'effet des huiles essentielles du thym et de l'eucalyptus et d'un produit phytosanitaire à activité insecticide.

Dans l'esprit de rationaliser l'utilisation des extraits des huiles essentielles de plantes à activité insecticide, les populations d'*Aphis fabae* sont soumises à des applications par des huiles essentielles de *Thymus vulgaris* et d'*Eucalyptus globulus* recueillis des différentes régions (Blida et BBA); Les différentes applications contiennent des extraits d'huiles essentielles à différentes doses (de *Thymus vulgaris* et d'*Eucalyptus globulus*) et par des mélange d'extraits huiles essentielles et poudre de silène avec un ratio de (75/25%) de *Thymus vulgaris* /*Silena fuscata* et d'*Eucalyptus globulus*/*Silena fuscata*. Le produit phytosanitaire a été appliqué à la dose homologuée.

3.1.1. Variation temporelle de l'efficacité de l'huile essentielle de Thym et du produit phytosanitaire

Les populations résiduelles sont estimées à travers la différence entre la disponibilité des individus avant et après traitement. Une projection a été réalisée en faisant ressortir la fluctuation des populations résiduelles en fonction du temps, des matières actives et des doses d'applications.

3.1.1.1. Cas de l'huile essentielle formulée de *Thymus vulgaris* et de l'Acétamipride

L'évolution temporelle des populations résiduelles montre un effet progressif des matières actives qui tendent vers une similarité entre les traitements à base de thym à différentes doses et le traitement phytosanitaire. Cet effet s'étalant sur une période de 24 h à 7 jours. Cependant, on note que l'effet de l'huile essentielle du thym à la dose D1 et se révèle faiblement efficace au bout de 24h, s'accroît à 48h mais n'atteint son efficacité maximum qu'au bout de 72h à 7 jours. Également, il ressort que le traitement par l'huile essentielle de thym à la dose D2 et l'Acétamipride évoluent parallèlement du début de l'application des traitements à la fin de celle-ci vers une forte toxicité (Figure 3.1).

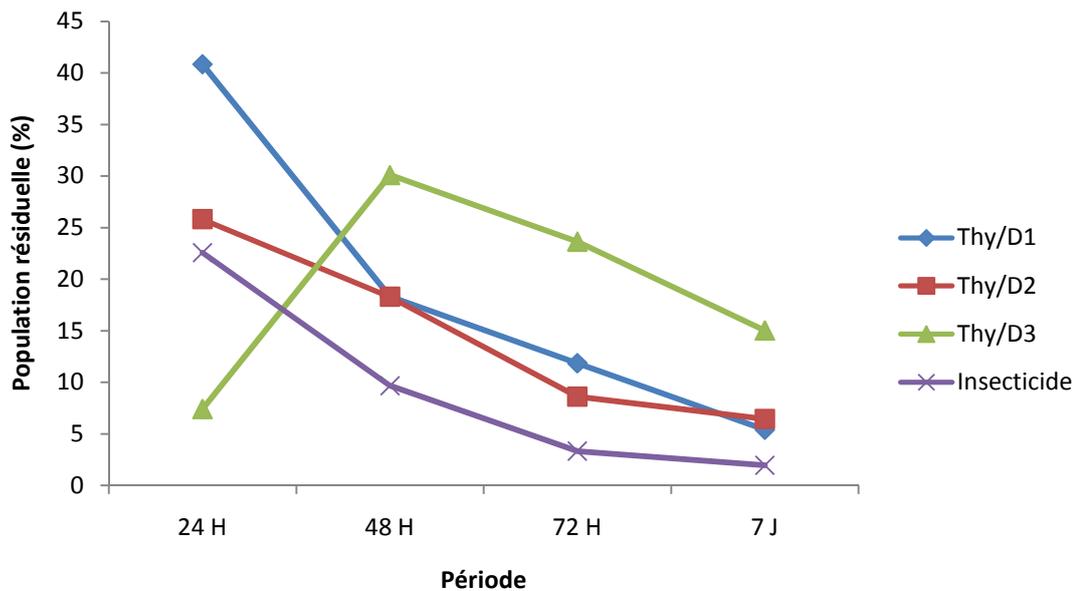


Figure 3.1: Évolution temporelle des populations résiduelles de *d'Aphis fabae* sous l'effet de l'huile essentielle de Thym et de l'insecticide.

3.1.1.2. Cas des ratios *Thymus vulgaris/Silena fuscata* et de l'Acétamipride

Tandis que l'huile essentielle de thym appliquée en mélange avec la poudre de *Silena fuscata* à différentes doses montre une efficacité très élevée du début de leur application jusqu'à la fin de l'essai par rapport au traitement chimique. Ce dernier s'est montré moins efficace que la dose D2 de l'huile essentielle de thym en mélange avec la poudre de silène (Figure 3).

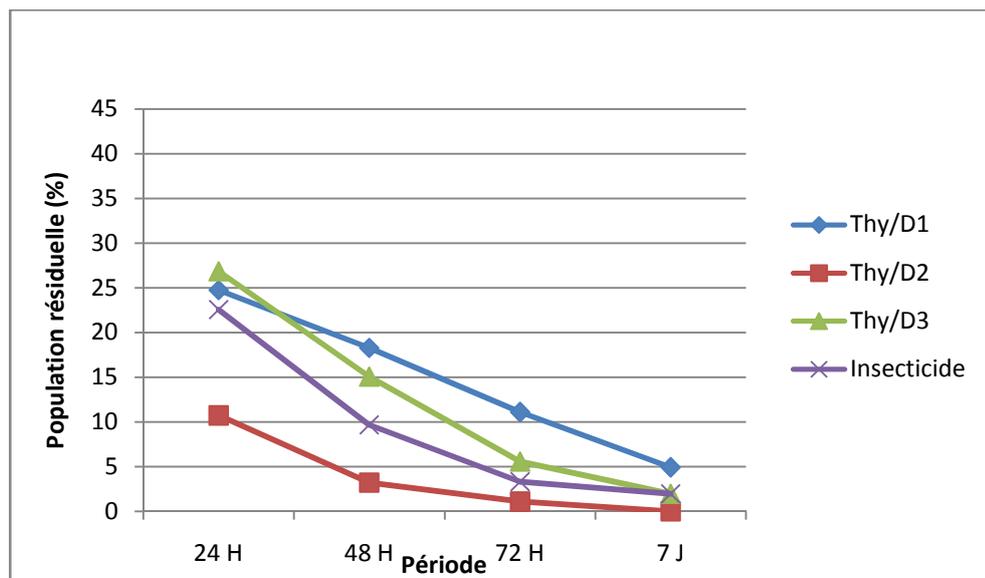


Figure 3.2. : Évolution temporelle des populations résiduelles de *d'Aphis fabae* sous l'effet de l'huile essentielle de Thym plus la poudre de sélène et de l'insecticide.

Les figures suscités stipule une efficacité graduelle allant de celle du traitement à base d'huile essentielle de thym en mélange avec la poudre de silène à la dose D2, à celle, de l'Acétamipride; puis celle du traitement à la dose D1 et D3 et enfin celle du traitement à la dose D1 et D2 de l'huile essentielle de thym sans additif.

3.1.2. Variation temporelle de l'efficacité de l'huile essentielle formulée d'*Eucalyptus globulus* et du produit phytosanitaire

3.1.2.1. Cas de l'huile essentielle formulée d'*Eucalyptus globulus* et de l'Acétamipride

Il ressort que le traitement par l'Acétamipride à la dose homologuée (DH) montre une toxicité forte depuis le début du traitement jusqu'à la fin. Tandis que l'huile essentielle appliquée d'eucalyptus à différentes doses (D1, D2, D3) montre une faible toxicité au début de leur application pour atteindre une toxicité moyenne après 72 h ensuite tend vers une forte toxicité à la fin de l'essai (Figure 3.3).

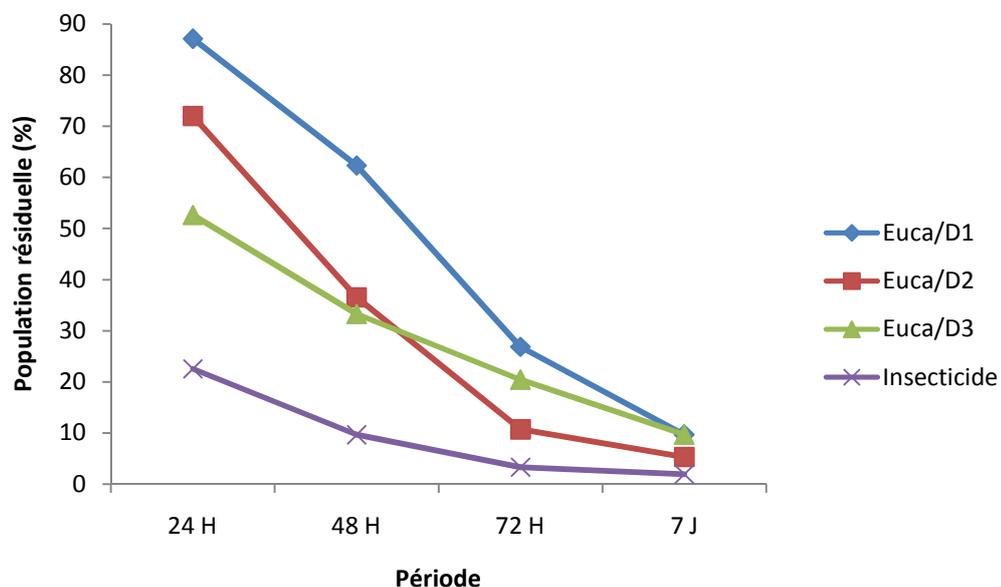


Figure 3.3. : Évolution temporelle des populations résiduelles de *d'Aphis fabae* sous l'effet de l'huile essentielle d'eucalyptus et de l'insecticide.

3.1.2.2. Cas des ratios d'*Eucalyptus globulus*/*Silena fuscata* et de l'Acétamipride

Quanda l'huile essentielle appliquée en mélange avec la poudre de *Silena fuscata* à différentes doses, l'efficacité s'est montrée très élevée du début de leur application jusqu'à la fin du suivi semblablement au traitement chimique (Figure 3.4). La toxicité évolue

collectivement au cours de tout la période d'application des traitements cette toxicité s'est traduit par une population résiduelle nulle au 7^{ème} jour.

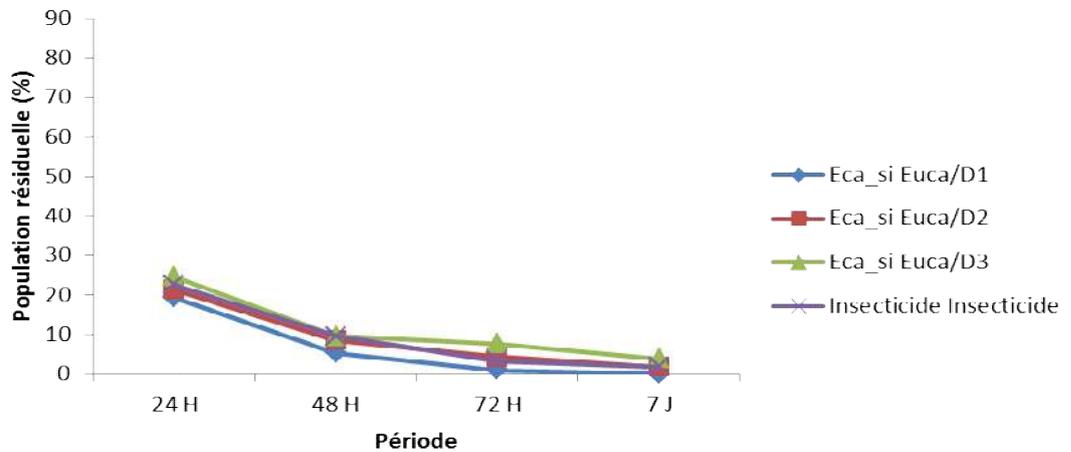


Figure 3.4. : Évolution temporelle des populations résiduelles de *d'Aphis fabae* sous l'effet de l'huile essentielle d'eucalyptus plus la poudre de silène et de l'insecticide.

Les figures 3.3 et 3.4 énoncent une efficacité progressive des différents types de traitements, allant du traitement à base d'huile essentielle d'eucalyptus mélangé avec l'extrait aqueux de la poudre de silène aux doses D1, D2 et D3, ensuite, celle de l'Acétamipride à la dose homologuée et enfin à celle du traitement à base de l'huile essentielle d'eucalyptus sans additif à différentes doses.

3.2. Effet comparé des huiles essentielles et de l'insecticide sur les populations *d'Aphis fabae*

L'efficacité des extraits des huiles essentielles de *Thymus vulgaris* et d'*Eucalyptus globulus* et des ratios *Thymus vulgaris/Silena fuscata* et d'*Eucalyptus globulus/Silena fuscata* ont été scorées grâce à l'évaluation des populations résiduelles *d'Aphis fabae*.

3.2.1. Étude comparée de l'efficacité de l'huile essentielle formulée de *Thymus vulgaris* et du produit phytosanitaire

Nous avons utilisé le modèle général linéaire (G.L.M.) pour étudier la variation temporelle du taux des populations résiduelles en fonction des doses de l'huile essentielle de thym formulée et de l'insecticide Acétamipride. L'ensemble des résultats d'analyses est présenté dans le tableau 3.1 et la Figure 3.5.

Tableau 3.1 : G.L.M. appliqué aux essais des traitements à base de l'huile essentielle formulée *Thymus vulgaris* et de l'insecticide sur les populations résiduelles d'*Aphis fabae*.

Source	Somme des carrés	DDL	Moyen des écarts	F-ratio	P
Types de traitements	3590,91	1	1234,21	0,988	0,872 ^{NS}
Doses	43382,917	3	14460,972	16,052	0,000***
Période	33724,048	2	16862,024	18,718	0,000***

N.S.: non significative, * : Probabilité significative à 5 % ; ** : Probabilité significative à 1 % ; *** : Probabilité significative à 0,1 %.

Le tableau ci-dessus indique que le type de traitement (biologique et/ou chimique) des matières actives génère un effet non significatif sur la variabilité des taux des populations résiduelles (F-ratio=0,988 ; p=0,872 ; p> 0,05). En revanche, les facteurs doses et périodes d'application des traitements révèlent l'existence d'une différence hautement significative des taux de populations résiduelles avec les valeurs respectives (F-ratio=16,052 ; p=0,000 ; p< 0,01) et (F-ratio=18,718 ; p=0,000 ; p< 0,001).

Les matières actives de l'huile essentielle formulée à base de *Thymus vulgaris* et l'Acétamipride présentent le même effet sur les populations résiduelles qui se traduit par un effet très toxique (PR<30%), dont l'efficacité la plus marquée est enregistrée chez l'insecticide (Acétamipride) alors que l'huile essentielle formulée *Thymus vulgaris* se rapprochent de la toxicité moyenne (Figure 3.5).

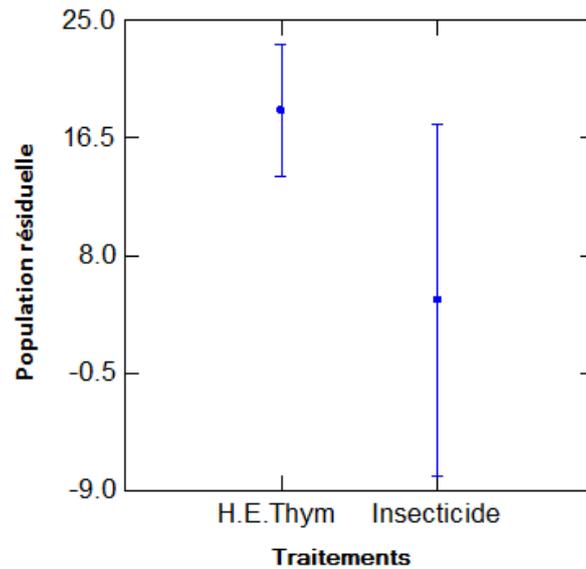


Figure 3.5 : Effet comparé de l'effet de la nature des traitements (à base de l'huile essentielle formulée *Thymus vulgaris* et de l'Acétamipride) sur la variation temporelle des populations résiduelles d'*Aphis fabae*.

L'efficacité temporelle des différents traitements appliqués désigne une différence hautement significative entre les populations résiduelles d'*Aphis fabae* durant la période d'investigation. La lecture de l'évolution temporelle des densités des populations résiduelles en fonction du temps après application de la formulation biologique et du traitement chimique laisse prétendre que l'application de la dose homologuée de l'Acétamipride ainsi que la formulation de l'extrait de l'huile essentielle formulée *Thymus vulgaris* sont très toxiques dès les premières 24h pour l'insecticide et après 48h pour l'huile essentielle de thym. À partir de 48h l'application de l'extrait de l'huile essentielle formulée *Thymus vulgaris* devient très toxique et se maintient durant les 7 jours après application. Alors que le produit chimique perd sensiblement sa faculté toxique et devient moyennement toxique après 72h de traitement (Figure 3.6).

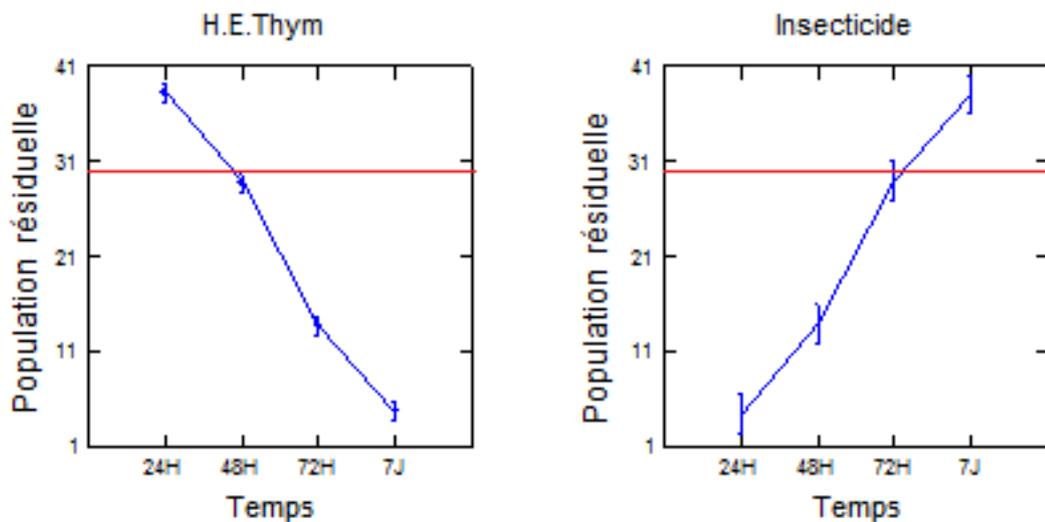


Figure 3.6 : Evolution temporelle de l'efficacité des traitements biologiques et phytosanitaires sur les populations résiduelles d'*Aphis fabae*.

Sur la base du test de Dunnett, les résultats de l'effet comparé des différentes doses appliquées lors des traitements montrent que les trois doses appliquées (D1, D2, D3) de l'huile essentielle de thym formulée se révèlent fortement toxique ($PR < 30\%$). L'Acétamipride appliqué à la dose homologuée (DH) présente un taux de population résiduelle supérieur à 30% après 24h d'application de ($P.R < 54\%$) ce qui le rend plus proche de l'efficacité moyennement toxique.

Les résultats mettent nettement en évidence l'importance du facteur temps sur l'efficacité des différents traitements utilisés. L'effet des doses des différents traitements sur le taux des populations résiduelles révélé par l'ANOVA varie en fonction du temps. Ainsi, l'application de la dose (D3) de l'huile essentielle formulée à base de thym à 24h et 48h présente forte toxicité ($1 < PR < 22\%$) puis devient moyennement toxique de 72h à 7J ($PR < 30\%$) ; alors que son application aux doses D1 et D2 montrent un effet toxique qui est presque constant durant toute la période d'essai (après 24h, 48h, 72h et 7J) ($20 < PR < 30\%$). Le traitement phytosanitaire quant à lui, reste moyennement toxique à 24h, devient toxique à 48h ($PR \leq 30\%$) puis, sa toxicité s'accroît d'une manière apparente de 72h à 7J (Figure 3.7).

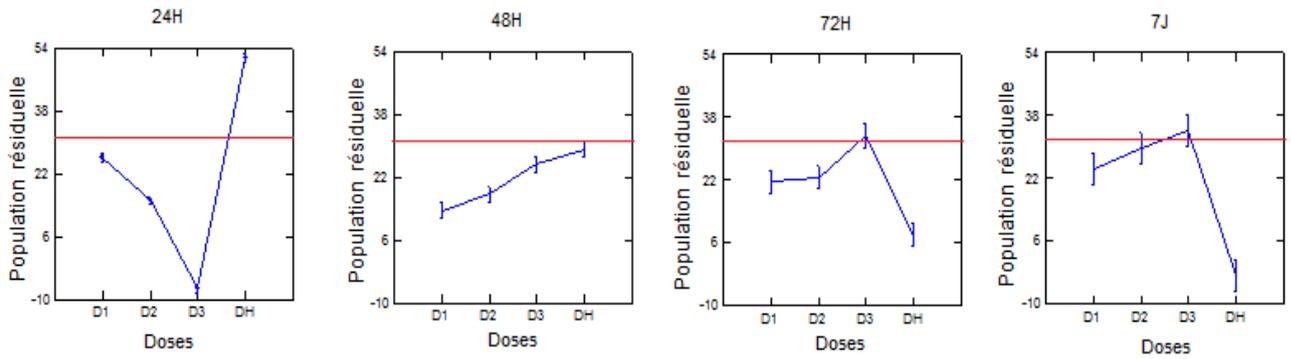


Figure 3.7. : Effet comparé des populations résiduelles d'*Aphis fabae* à l'égard des différentes doses de l'huile essentielle formulée *Thymus vulgaris* et de l'Acétamipride (Après 24h, 48h, 72h et 7J).

3.2.2. Étude comparée de l'efficacité des ratios *Thymus vulgaris/Silena fuscata* et du produit phytosanitaire

L'efficacité des ratios *Thymus vulgaris/Silena fuscata* et de l'Acétamipride ont été scorées grâce à l'évaluation des populations résiduelles de d'*Aphis fabae*.

Le modèle G.L.M. appliqué aux populations résiduelles d'*Aphis fabae* à montrer une différence très hautement significative entre les populations existantes après le traitement. Bien que la tendance générale de l'évolution temporelle des populations résiduelles présente des taux variables, l'analyse de la variance par le modèle G.L.M. a désigner la toxicité des différentes doses appliquées par une différence significative (Tableau 3.2).

Tableau 3.2 : G.L.M. appliqué aux essais des traitements à base des ratios *Thymus vulgaris/Silena fuscata* et de l'insecticide sur les populations résiduelles d'*Aphis fabae*.

Source	Somme des carrés	DDL	Moyen des écarts	F-ratio	P
Types de traitements	96,06	1	10,67	0,936	0,338 ^{NS}
Doses	256,688	3	85,563	8,016	0,007**
Période	833,188	2	277,729	26,020	0,000***

N.S.: non significative, * : Probabilité significative à 5 % ; ** : Probabilité significative à 1 % ; *** : Probabilité significative à 0,1 %.

Le tableau ci-dessus indique que la nature biologique et chimique des matières actives n'a pas un effet significatif sur la variabilité des taux des populations résiduelles (F-ratio=0,936; $p=0,338$; $p > 0,05$). En revanche, les facteurs doses et temps d'application révèlent l'existence d'une différence significative des taux de populations résiduelles avec les valeurs respectives (F-ratio=8,016; $p=0,007$; $p < 0,01$) et (F-ratio=26,020; $p=0,000$; $p < 0,001$).

L'effet de la matière active du traitement à base des ratios *Thymus vulgaris/Silena fuscata* sur les populations résiduelles présente le même effet que celle du traitement phytosanitaire exhibant toutes les deux une forte toxicité (Figure 3.8).

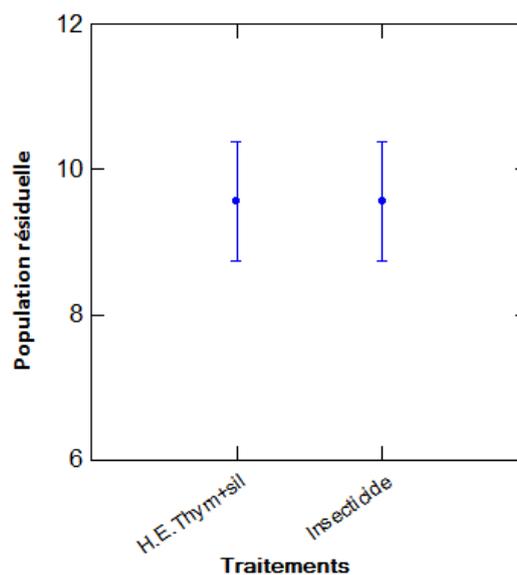


Figure 3.8 : Effet comparé de l'effet de la nature des traitements (à base des ratios *Thymus vulgaris/Silena fuscata* et de l'Acétamipride) sur la variation temporelle des populations résiduelles d'*Aphis fabae*.

Par comparaison de la toxicité des produits utilisés, il en ressort que l'efficacité temporelle du traitement biologique appliqué désigne une différence hautement significative entre les populations résiduelles d'*Aphis fabae* durant la période d'essai. La lecture de l'évolution temporelle des densités des populations résiduelles en fonction du temps après application du mélange de l'huile essentielle de *Thymus vulgaris* et l'extrait aqueux de *Silena fuscata* ainsi que le traitement chimique laisse prétendre que l'application de la dose homologuée de l'Acétamipride s'individualise par son effet choc précoce dès les 24h puis perd sa faculté toxique qui tend vers une toxicité proche de la moyenne à la fin de l'essai. Contrairement au mélange *Thymus vulgaris/Silena*

fuscata qui devient très toxiques et qui persiste durant les 7J après traitement (Figure 3.9).

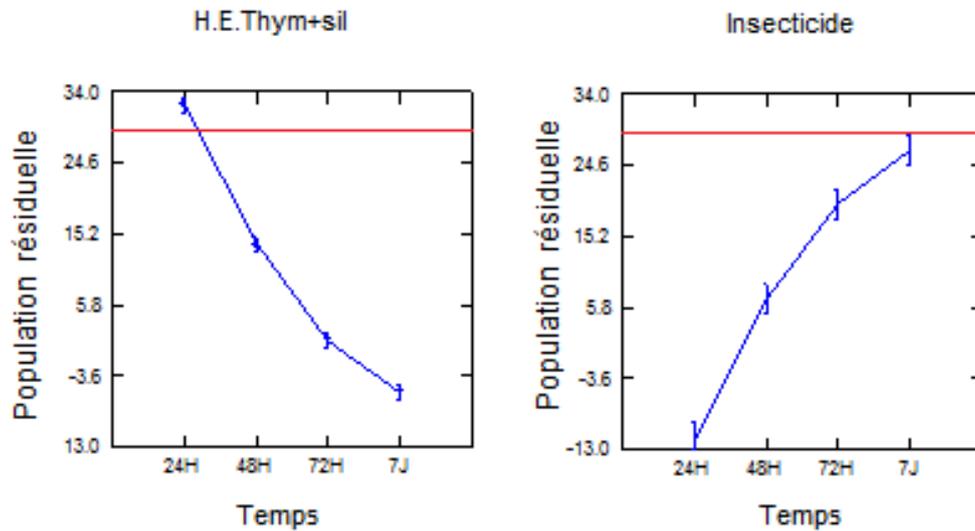


Figure 3.9 : Évolution temporelle de l'efficacité des traitements biologiques et phytosanitaires sur les populations résiduelles d'*Aphis fabae*.

Sur la base du test de Dunnett, les résultats de l'effet comparé des différentes doses appliquées lors des traitements montrent que les trois doses appliquées (D1, D2, D3) de l'huile essentielle de thym mélangé à l'extrait aqueux de la poudre de la silène se révèlent fortement toxiques sur les populations résiduelles d'*Aphis fabae* ($PR < 30\%$) durant toute la période du suivi. l'Acétamipride appliqué à la dose homologuée (DH) présente un taux de population résiduelle supérieur à 30% après 24h d'application ($P.R < 48\%$) ce qui le rend plus proche de l'efficacité moyennement toxique, qui devient toxique à 48h qui se maintient d'une manière apparente de 72h à 7J (Figure 3.10).

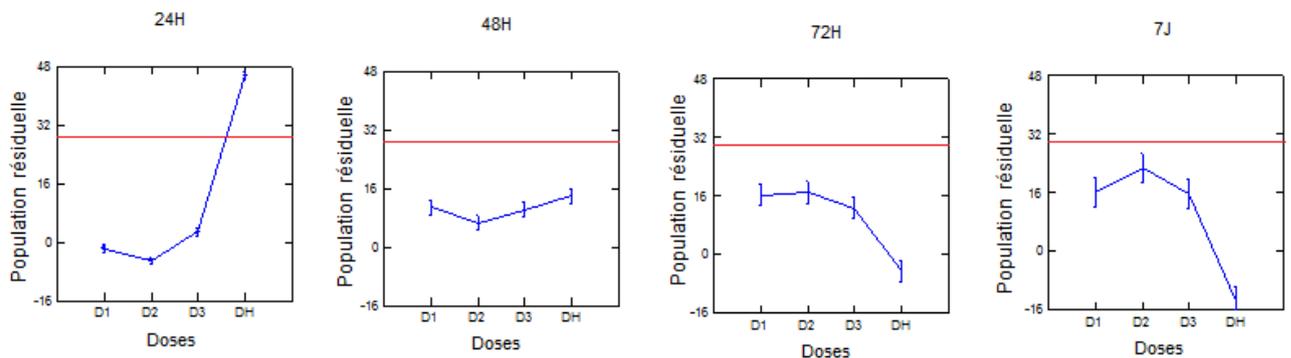


Figure 3.10. : Effet comparé des populations résiduelles d'*Aphis fabae* à l'égard des différentes doses des ratios *Thymus vulgaris/Silena fuscata* et de l'Acétamipride (Après 24h, 48h, 72h et 7J).

3.2.3. Étude comparée de l'efficacité de l'huile essentielle formulée d'*Eucalyptus globulus* et du produit phytosanitaire

L'efficacité de l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* ont été scorées grâce à l'évaluation des populations résiduelles d'*Aphis fabae*. L'ensemble des résultats d'analyses est présenté dans le tableau 3.3 et les figure 3.11 et 3.12.

Tableau 3.3.: G.L.M. appliqué aux essais des traitements à base de l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* de l'insecticide sur les populations résiduelles d'*Aphis fabae*.

Source	Somme des carrés	DDL	Moyen des écarts	F-ratio	P
Type de traitement	0,0	1	0,0	0,000	1,000 ^{NS}
Doses	725,167	2	362,583	2,450	0,141 ^{NS}
Temps	6490,500	3	2163,500	14,618	0,001**

N.S.: non significative, * : Probabilité significative à 5 % ; ** : Probabilité significative à 1 % ; *** : Probabilité significative à 0,1 %.

Le tableau ci-dessus indique que la nature (biologique et chimique) des matières actives et les différentes doses génèrent un effet non significatif sur la variabilité des taux des populations résiduelles (F-ratio=0,000; p=1,000; p> 0,05) et (F-ratio=2,450 ; p=0,141; p< p> 0,05). En revanche, le facteur temps d'application révèle l'existence d'une différence significative des taux de populations résiduelles d'*Aphis fabae* avec les valeurs respectives (F-ratio=14,618; p=0,001 ; p< 0,01).

L'effet de la matière active du traitement à base l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* sur les populations résiduelles présente le même effet que celle du traitement phytosanitaire montrant toutes les deux une forte toxicité (PR<30%)(Figure 3.11).

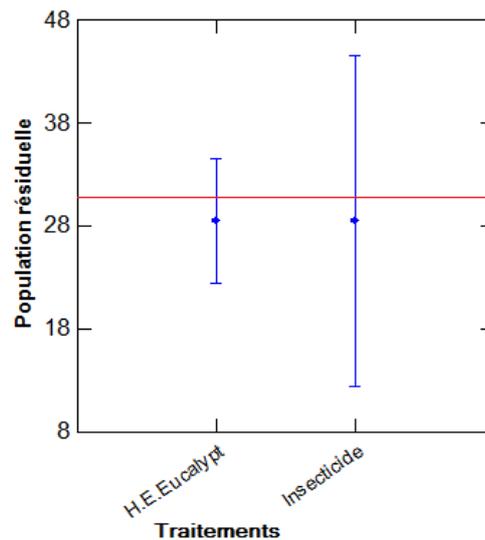


Figure 3.11 : Effet comparé de la variation temporelle des populations résiduelles d'*Aphis fabae* sous l'effet des différents traitements(à base de l'huile essentielle formulée d'*Eucalyptus globulus* et de l'Acétamipride)

En se référant au test de Dunnett et selon le taux des populations résiduelles révélé par l'ANOVA, il apparait une relation étroite entre la dose du traitement et la période après traitement. Après 24h, toutes les doses de l'huile essentielle formulée d'*Eucalyptus globulus* ainsi que ne signalent qu'une légère toxicité ($42\% < PR < 91\%$), alors qu'après 48h, le traitement chimique appliqué à la dose homologuée (DH) offre une plus grande toxicité ($PR=30\%$). Après 72h, on remarque que le temps favorise une meilleure toxicité pour tous les traitements notamment ceux de l'huile essentielle formulée d'*Eucalyptus globulus* appliqué à différentes doses (D1, D2, D3) et du traitement phytosanitaire (DH), lesquels enregistrent un taux de populations résiduelles bas ($PR < 20\%$) (Figure 3.12).

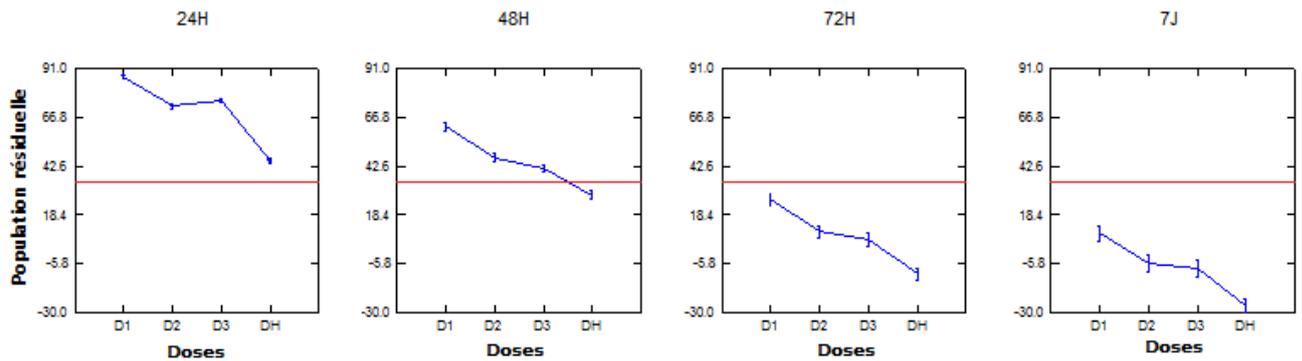


Figure 3.12 : Effet comparé des populations résiduelles d’*Aphis fabae* à l’égard des différentes doses de l’huile essentielle formulée d’*Eucalyptus globulus* et de l’Acétamipride (Après 24h, 48h, 72h et 7J).

3.2.4. Étude comparée de l’efficacité des ratios d’*Eucalyptus globulus/Silena fuscata* et du produit phytosanitaire

L’efficacité des ratios d’*Eucalyptus globulus/Silena fuscata* ont été scorées grâce à l’évaluation des populations résiduelles d’*Aphis fabae*. L’ensemble des résultats d’analyses est présenté dans le tableau 3.4 et les figure 3.13 et 3.14.

Tableau 3.4: G.L.M. appliqué aux essais des traitements à base des ratios d’*Eucalyptus globulus/Silena fuscata* de l’insecticide sur les populations résiduelles d’*Aphis fabae*.

Source	Somme des carrés	DDL	Moyen des écarts	F-ratio	P
Type de traitement	213,52	1	98,28	0,172	0,954 ^{NS}
Doses	40,687	3	13,562	18,600	0,000***
Temps	978,688	3	326,229	447,400	0,000***

N.S.: non significative, * : Probabilité significative à 5 % ; ** : Probabilité significative à 1 % ; *** : Probabilité significative à 0,1 %.

Le tableau ci-dessus indique que la nature biologique et chimique des matières actives génère un effet non significatif sur la variabilité des taux des populations résiduelles (F-ratio=0,172; p=0,954; p> 0,05). En revanche, les facteurs doses et temps d’application révèlent l’existence d’une différence hautement significative des taux de populations résiduelles avec les valeurs respectives (F-ratio=18,600; p=0,000 ; p< 0,01) et (F-ratio=447,400; p=0,000 ; p< 0,001).

Chapitre 3 : Résultats et discussions

Les matières actives de l'huile essentielle à base des ratios d'*Eucalyptus globulus/Silena fuscata* et du traitement phytosanitaire présentent le même effet sur les populations résiduelles d'*Aphis fabae*, les deux molécules sont toxiques (PR<30%) (Figure 3.13).

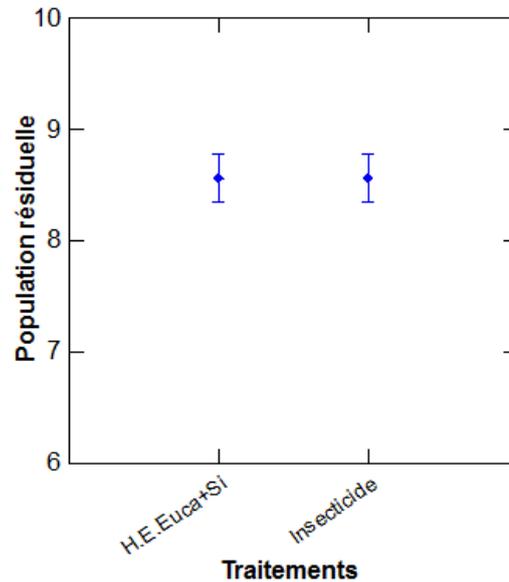


Figure 3.13: Effet comparé de la variation temporelle des populations résiduelles d'*Aphis fabae* sous l'effet des différents types de traitements (ratios d'*Eucalyptus globulus/Silena fuscata* et de l'Acétamipride).

En se basant sur le test de Dunnett, les résultats de l'effet comparé des différentes doses appliquées lors des traitements, montrent que ratios d'*Eucalyptus globulus/Silena fuscata* appliquée à différentes doses (D1, D2 et D3) et la dose homologuée de l'Acétamipride (DH) présentent une tendance à la toxicité en référence aux taux de populations résiduelles dont le PR inférieur à 30%. Les résultats montrent l'effet net et très important du facteur temps. Cependant, les traitements utilisés présentent une toxicité sur les populations résiduelles dès les 24h (PR>25) qui deviennent fortement toxiques à 72h (PR<5%) (Figure 3.14).

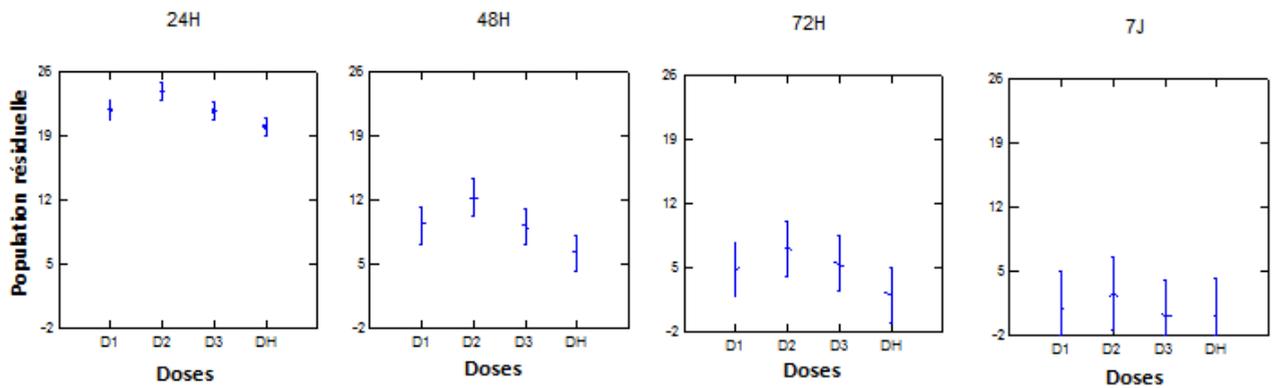


Figure 3.14 : Effet comparé des populations résiduelles d'*Aphis fabae* à l'égard des différentes doses des ratios d'*Eucalyptus globulus/Silena fuscata* et de l'Acétamipride. (Après 24h, 48h, 72h et 7J).

3.3. Discussions générales

A travers cette étude, nous avons tenté de mettre en évidence l'efficacité globale des huiles essentielles de *Thymus vulgaris* et *Eucalyptus globulus* en combinaison avec l'extrait aqueux de *Silena fuscata* utilisés comme bio-adjuvants sur les populations résiduelles d'*Aphis fabae* (Homoptera, Aphididae). L'efficacité de ces biocides inertes a été comparée à un produit phytosanitaire c'est un insecticide de synthèse (l'Acétamipride).

Les précautions prophylactiques et les pratiques culturales consistent à éliminer les sources d'infestation et peuvent réduire la propagation du ravageur. Le recours à la lutte chimique reste la méthode la plus employée et la plus appréciée par les agriculteurs pour la destruction plus ou moins sélective d'insectes, de champignons, de mauvaises herbes, de micro-organismes ou d'autres agents de maladies chez les végétaux. Malgré son efficacité rapide, elle est non durable (BLANCARD, 1988 ; URBAN, 1997).

L'action des produits phytosanitaires sur les déprédateurs des cultures peut avoir comme conséquence divers changements internes. Une fois qu'un produit chimique pénètre l'organisme, il peut altérer directement le système endocrinien. De même, il peut aussi altérer indirectement l'attribution d'énergie, ce qui affecte la capacité reproductrice de l'individu qui déterminera de sérieuses perturbations sur le plan individuel et interindividuel (MAYER *et al.*, 1992 ; LAGADIC *et al.*, 1997).

Pour Barbouche *et al.* (2001), l'accumulation significative de matières actives dans les écosystèmes traités, aquatiques et terrestres est un problème de pollution. Par

ailleurs, les substances actives des produits utilisés présentent un large spectre d'action et n'épargnent pas les organismes non cibles. À tous ces inconvénients s'ajoute aussi un grand problème de développement de résistance aux insecticides chimiques, chez les insectes traités.

Par ailleurs pour assurer une meilleure intervention, tout en préservant au maximum le milieu naturel, de nouvelles méthodes préventives ainsi que de nouveaux produits sont constamment recherchés (CROSBY, 1966). Ainsi, pour contribuer à une gestion durable de l'environnement, la mise en place de nouvelles alternatives de contrôle des ravageurs est davantage encouragée. Les substances naturelles qui présentent un large spectre d'action comme bactéricides, fongicides, acaricides, insecticides etc., peuvent aussi être utilisées comme pesticides de remplacement (TCHAKER, 2011).

3.3.1. Évaluation de l'effet insecticide des huiles essentielles étudiées comparée à l'insecticide chimique sur les populations d'*Aphis fabae*

En raison de la conjoncture actuelle, les biopesticides d'origine botaniques sont appelés à un avenir meilleur, car la demande en produits phytosanitaires sans danger, de faible rémanence et qualifiés de produits verts est actuellement en hausse. Les substances d'origine végétale ont toujours constitué une source majeure pour l'élaboration de nouvelles substances aux propriétés thérapeutiques (LAREW ET LOCKE, 1990 ; GOMEZ *et al.*, 1997).

Dans ce contexte, cette étude préliminaire vise à rechercher de nouvelles molécules bioactives à activité biocide. Les résultats obtenus dans le cadre de cette investigation montrent que les traitements biologiques à base d'huiles essentielles formulés de *Thymus vulgaris* et *Eucalyptus globulus*, des mélanges d'huiles essentielles extraits aqueux ratio *Thymus vulgaris* / *Silena fuscata*, *Eucalyptus globulus* / *Silena fuscata* et du traitement chimique à l'Acétamipride ont montré un effet toxique précoce sur le groupe traité. Cet effet de choc estimé sur les populations résiduelles d'*Aphis fabae* présente une gradation de toxicité allant du mélange d'huiles essentielles extraits aqueux ratio *Thymus vulgaris* / *Silena fuscata*, *Eucalyptus globulus* / *Silena fuscata*, puis l'huile essentielle formulée de *Thymus vulgaris* et l'huile essentielle formulée de *Eucalyptus globulus* et enfin le traitement chimique.

De ce fait on peut émettre l'hypothèse que la matière active probablement neurotoxique a provoqué un effet de choc sur la population de *Aphis fabae* et que la reprise caractéristique des survivants de ce modèle biologique sous le régime de stress chimique (l'Acétamipride) est relative à la nature de la réponse déclenchée pour recouvrir son état initial ou son homéostasie.

Beaucoup de chercheurs trouvent que l'impact des pesticides sur les organismes nuisibles vise l'intégrité de l'individu, donc un dysfonctionnement de l'ensemble de ses paramètres biologiques où chaque paramètre joue ainsi un rôle dans sa survie. Ce dysfonctionnement a perturbé la transmission des informations neurologiques permettant le contrôle de l'individu dans son milieu (RIBA et SILVY, 1989). Donc les produits chimiques hautement toxiques ont fragilisé la santé des organismes vivants, endommageant leurs systèmes immunitaire, reproductif et nerveux (NHAN, 2001).

MOBERG (1999) et CALABRESE (1999), signalent que lorsqu'un individu perçoit une menace à son homéostasie, par une exposition à l'effet des concentrations d'un produit chimique de synthèse, ceci engendre une perturbation de l'homéostasie, à laquelle l'organisme réagit par une surcompensation de l'effet, ce qu'on appelle par le phénomène d'hormesis, et c'est ce qui explique la reprise biocénotique des individus de *Aphis fabae* qui serait due essentiellement à leurs performances physiologiques. Cela est justifiable par la sensibilité élevée des populations de *A. fabae* à la dose homologuée par rapport de l'Acétamipride. Néanmoins, la reprise biocénotique des populations de *A. fabae* a été très distinctive par la suite de l'application chimique à la dose homologue si on la compare aux différentes doses des traitements biologiques.

Les effets des molécules bioactives peuvent varier en fonction des plantes, de la molécule elle-même, de la dose utilisée, de la fréquence et de l'opportunité du traitement. Les effets d'un stress environnemental se traduisent par des réponses hiérarchisées selon le type de perturbation, sa chronicité ou son intensité, et le niveau d'organisation biologique de l'espèce concernée (KUMSCHNABEL et LACKNER, 1993).

Dans le contexte d'estimer la toxicité des molécules bioactives de *Thymus vulgaris* et *Eucalyptus globulus*, les résultats ont montré que les effets des traitements

biologiques à bases des huiles essentielles de chaque plante est différent des traitements à bases des mélanges d'huiles essentielles et extraits aqueux ratio *Thymus vulgaris* /*Silena fuscata* et *Eucalyptus globulus* /*Silena fuscata*. L'effet des huiles essentielles de *Thymus vulgaris* et *Eucalyptus globulus* sont exprimés des effets de choc tardif par rapport aux extraits ratio *Thymus vulgaris* /*Silena fuscata* et *Eucalyptus globulus* /*Silena fuscata*.

L'analyse des données ont montré un effet satisfaisant des extraits ratio *Thymus vulgaris* /*Silena fuscata* et *Eucalyptus globulus* /*Silena fuscata* cela suppose que l'extrait aqueux obtenu contient diverse molécules bioactives ayant été extériorisées au cours du processus de broyage et d'agitation. Cette hypothèse est renforcée par une littérature assez conséquente qui stipule que les substances naturelles défensives des plantes ont servi d'insecticide longtemps avant l'avènement des substances chimiques de synthèse. C'est ainsi qu'avec plus de 400.000 substances chimiques (terpènes, alcaloïdes, phénols, tannins) le règne végétal constitue la plus grande source de produits insecticides naturels du monde (ISRA/CNRA, 1997).

Les plantes sont capables de produire des substances naturelles très variées. En effet, à côté des métabolites primaires classiques (glucides, protéides et lipides), les végétaux accumulent fréquemment des métabolites dits «secondaires» dont la fonction physiologique n'est pas toujours évidente mais qui représente une source importante de molécules utilisables par l'homme dans des domaines aussi différents que la pharmacologie ou l'agroalimentaire (AUGER et THIBOUT, 2002 ; HADDOUCHI et BENMANSOUR, 2008). En particulier, ces composés secondaires sont souvent considérés comme étant un moyen de défense de la plante productrice contre divers organismes comme les pathogènes et les ravageurs. Ces composés sont très nombreux et variés, et certains sont largement distribués, comme les alcaloïdes, les phénols, les flavonoïdes, les terpénoïdes, les stéroïdes et les tanins, tandis que d'autres ont une répartition plus restreinte comme les composés soufrés [AUGER et THIBOUT, 2002 ; BENAYAD, 2008).

Les plantes ont été sélectionnées pour leur niveau élevé de certaines toxines ou la résistance a pu s'obtenir via la culture de plantes physiquement moins attractives pour les insectes. Actuellement, les extraits bruts des plantes commencent à avoir un intérêt très prometteur comme source potentielle de molécules naturelles bioactives. Les

extraits végétaux font l'objet d'études pour leur éventuelle utilisation comme alternative pour les traitements insecticides, bactéricides, nématocides et fongicides (YAKHLEF, 2010). Cette capacité que possèdent les plantes de se protéger a été réexaminée en détail depuis le début du siècle (VERSCHAFFELT, 1910) en vue d'être exploitée à des fins agronomiques. En fait, on connaissait bien avant cela les propriétés insecticides de métabolites d'origine végétale comme la nicotine, la roténone et le pyrèthre. Ce dernier poursuit du reste une carrière remarquable comme produit phytosanitaire domestique (CROSBY, 1966).

Les mêmes résultats expriment que les extraits aqueux des plantes de *Thymus vulgaris* et *Eucalyptus globulus* testés ont montré un grand pouvoir insecticide sur le ravageur traité. Cela est confirmé par plusieurs observations qui avancent que les huiles ou les extraits de toutes les plantes sont prometteurs pour la lutte contre les insectes ravageurs (JOHNSON, 1981 ; JACOBSON, 1989 ; MENUT et al., 1995 ; BEKELE et al., 1997 ; ADJOUJJI et al., 2000 ; BEKELE et HASANALI, 2001 ; KOUNINKI, 2001 ; MARION-POLL et al., 2002). NKOUKA (1995), signale que plus de 2000 espèces végétales déjà identifiées possèdent une activité insecticide. Alors que tous les extraits des plantes ont un effet insecticide qui est en rapport avec la dose, le temps d'exposition et le type d'extrait.

Nos résultats corroborent ceux obtenus par d'autres plantes notamment, les extraits de *Melia azadirachta* et d'*Azadirachta indica* ont affectés la fécondité et la mortalité de *Bemisia tabaci* (COUDRIET et al., 1985 ; NARDO et al., 1997 ; DESOUZA et VENDRAMIM, 2000). La poudre et les extraits de *Capsicum frutescens* (Solanaceae) ont montré un pouvoir répulsif contre *Callosobruchus maculatus* (OFUYA, 1986 ; ZIBOKERE, 1994 ; ONU et ALIYU, 1995), *Rhyzopertha dominica* (EL-LAKWAH et al., 1997), *Sitophilus zeamais* Motsch et *Tribolium castaneum* (MORALLO-REJESUS, 1987 ; TREMATERRA et SCIARRETTA, 2002). La toxicité des extraits des fruits du piment fort a aussi été notée chez *Rhyzopertha dominica*, *S. oryzae* (L.) et *T. confusum* J. du Val (WILLIAMS, et MANSINGH, 1993 ; GAKURU, et FOUA, 1996).

Dans des travaux encore plus récents, les propriétés insecticides de certaines plantes ont été testées sur les larves d'insectes. Nous citons à cet effet, les travaux de JANG et al. (2002a) sur *Aedes aegypti* et *C. pipiens* en testant l'activité larvicide de

Chapitre 3 : Résultats et discussions

certaines légumineuses et les travaux de SLIMANI (2002) dans lesquels la toxicité de *Mentha pulegium* (Labiée) a été confirmée sur des larves de culicidés. L'activité larvicide des extraits de plantes médicinales aromatiques a aussi été confirmée dans les travaux de JANG et al. (2002b). Par ailleurs, la protection des cultures contre les ravageurs par des extraits végétaux a été étudiée aussi bien sur des larves de lépidoptères (LEE et al., 2002) que sur des larves d'acridiens (RHOADES et CATES, 1976).

L'application des extraits des *Allium* sur la carotte, *Daucus carota* montre une diminution des attaques de mouche de la carotte *Psila rosae* et de pucerons de la carotte, *Cavariella aegopodii* (UVAH et COAKER, 1984). Les composés volatils des *Allium* peuvent avoir des effets négatifs sur certains insectes entomophages, ce qui risque d'avoir des répercussions sur les populations d'insectes phytophages. Ainsi, les disulfures séquestrés par le criquet *Romalea guttata* s'alimentant sur l'oignon sauvage, *Allium canadense*, sont répulsifs pour deux espèces de fourmis prédatrices, *Tapinoma melanocephalum* et *Solenopsis invicta* (JONES et al., 1989).

Dans la nature, les êtres vivants sont parfois confrontés à des conditions défavorables telles que la sécheresse, la salinité, le froid ou encore les inondations qui sont des stress abiotiques. Les conséquences vont du simple ralentissement de la croissance à la mort. Ces individus ont développé diverses stratégies pour faire face à ce type de stress. Les cellules végétales répondent aux stimuli environnementaux en synthétisant les métabolites secondaires qui peuvent les protéger contre les agents de l'agression (RAWSON, 1992). L'efficacité de ces espèces autant que biopesticides dépend de nombreux facteurs, en plus du potentiel purement "chimique" des composés produits.

Dans notre étude la plus part des applications ont conclu que les huiles essentielles des plantes étudiées en mélange avec l'extrait aqueux de *Silene fuscata* démontre un effet très toxique précoce et une durée d'efficacité appréciable comparé aux huiles essentielles obtenues des plantes *Thymus vulgaris* et *Eucalyptus globulus*. Ces résultats pourraient être liés à l'hypothèse que le bioadjuvant a accéléré la pénétration de la molécule bioactive, cela suppose que les sites sensibles du bio-agresseur imprégnés par la molécule bioactive pendant un laps de temps assez important. Les molécules en suspension dans des huiles essentielles de *Thymus vulgaris* et *Eucalyptus globulus* ont pu être transportées à travers le parenchyme foliaire par le pouvoir

pénétrant de la Silène, ainsi les aphides se sont confrontés avec une molécule stable à la limite de son efficacité. C'est dans cette optique que les extraits formulés ont exercé un effet plus important que les huiles essentielles utilisés à eux seuls. Autrement dit la plante spontanée *Silena fuscata* est une plante visqueuse, et la viscosité du liquide est peu élevée, il bénéficiera d'un bon écoulement dans les pores et circulera naturellement dans les espaces intercellulaires (CU, 1990).

Les adjuvants sont des substances dépourvues d'activité biologique mais capables de modifier les propriétés physiques ou biologiques des préparations phytosanitaires. Les propos de HAYES, *et al.*, (2006), stipulent que l'adjuvant, devrait être inactif et va servir essentiellement à augmenter la quantité et la rapidité de pénétration du produit dans les feuilles, donc à augmenter sa rapidité d'action, à élargir ses fonctions et à lui offrir une meilleure adhérence. Alors que, CONSTANT (2009), estime que l'influence des adjuvants sur les produits formulés permet l'augmentation de la résistance à la photodégradation de la molécule, du fait qu'il est non synergique. De même, SERRANO *et al.*, (2006) estime que l'adjuvant visant à améliorer la propriété d'adhésivité, il agit en favorisant l'étalement et la rétention de la matière active sur la feuille, et en réduisant son lessivage.

Tout doit être mis en œuvre pour que les traitements de protection des cultures atteignent leur cible (adventices, insectes, plantes à protéger) et ne finissent pas dans le milieu naturel. Les adjuvants contribuent à la protection de l'environnement en permettant un meilleur adressage des gouttes de pulvérisation, en réduisant le lessivage et en augmentant la vitesse de pénétration des matières actives. La bonne dose au bon moment en fonction de la surface foliaire à traiter est l'assurance de maintenir une bonne efficacité des traitements en protection raisonnée. Les adjuvants permettent de raisonner les doses et compensent les pertes de produit pouvant apparaître lors de la préparation et de la pulvérisation de la bouillie phytosanitaire (hydrolyse alcaline, taille des gouttes, tension de surface, adhésion, étalement, pénétration). La cuticule limite la pénétration des matières actives (différemment selon leur formulation) en fonction de la mouillabilité des plantes, du stade végétatif, de la température, de l'hygrométrie. Les adjuvants montrent leur principal intérêt au niveau de la cuticule en améliorant les contacts entre la bouillie de pulvérisation et la cible, en favorisant une meilleure pénétration de la matière active (SERRANO *et al.*, 2006).

Conclusion perspectives

Le contexte générale de cette présente étude, vise la rechercher de nouvelles molécules bioactives à activité biocide. L'évaluation de l'efficacité globale des huiles essentielles formulées de *Thymus vulgaris* et *Eucalyptus globulus* avec Les ratios huiles essentielle formulées et extrait aqueux *Thymus vulgaris/Silena fuscata* et *Eucalyptus globulus/Silena fuscata* constitue une approche de exploit dans le domaine de la protection intégrée. A partir de cette investigation nous pouvons dégager les résultats suivants :

Les résultats relatifs aux traitements biologique par le biais des applications des huiles essentielles formulées de *Thymus vulgaris* et *Eucalyptus globulus* avec Les ratios huiles essentielle formulées ainsi que les ratios *Thymusvulgaris/Silena fuscata* et *Eucalyptus globulus/Silena fuscata* et du traitement chimique ont montré une efficacité notable. Le recours aux extraits aqueux de la poudre de silène a permis d'amplifier la capacité toxique des molécules bioactives dont l'expression c'est manifestée par une mortalité importante et un temps de couverture phytosanitaire acceptable par comparaison aux huiles essentielles seuls. Cet effet de choc estimé sur les populations résiduelles d'*Aphis faba* présente une gradation de toxicité allant des mélange d'huiles essentielles extraits aqueux ratio *Thymus vulgaris /Silena fuscata*, *Eucalyptus globulus /Silena fuscata*, puis l'huile essentielle formulée de *Thymus vulgaris* et L'huile essentielle formulée d'*Eucalyptus globulus* et enfin le traitement chimique.

Au terme de cette approche nous suggérons une caractérisation des molécules bioactives des différents huiles essentielles et extraits aqueux afin de pouvoir exploité d'une manière raisonnable les ressources phytogénétiques naturelles. Si le recours à l'utilisation des ratios de plantes spontanées a augmenté l'efficacité globale des biocides inertes, il serait intéressant de développer davantage la formulation de la *Thymus vulgaris/Silena fuscata* et *Eucalyptus globulus/Silena fuscata* sur la base de compatibilité des molécules bioactives.

L'estimation des modifications des concentrations des molécules phytochimiques devrait passer obligatoirement par des analyses complémentaires ayant pour objectif l'estimation de l'impact d'un tel remaniement sur l'intégrité de la croissance journalière de la plante hôte.

Références bibliographiques

- ADJOUDJI, O., NGASSOUM, M.-B., ESSIA, NGANG, J.-J., NGAMO, L.S.T. ET NDJOUENKEU, R., 2000.** Activité insecticide des huiles essentielles des fruits de *Piper nigrum* (Piperaceae) et de *Xylopia aethiopica* (Annonaceae) sur *Sitophilus zeamais* (Curculionidae). *Biosciences Proceedings*, 7, 511-517.
- ALILOU H., AKSSIRA M., IDRISSE HASSANI, L.M., EL HAKMOUI A., MELLOUKI F., ROUHI R., BOIRA H., BLASQUEZ A. ET CHEBLI B., 2008.** Chemical composition and antifungal activity of *Bubonium imbricatum* volatile oil. *Phytopathol. Mediterr.* (2008) 47, 3–10.
- AROUN M.E.F., 1985** - Les aphides et leurs ennemis naturels en vergers d'agrumes de la Mitidja (Algérie). *Th. Mag. Agro. Inst. Nat. Agro., El-Harrach*, 125.
- AUBERTO, J.N., BARBIER, J.M., CARPENTIER, A., GRIL, J.J., GUICHARD, L., LUCAS, P., SAVARY, S. ET VOLTZ, M., 2005 .** *Rapport expertise scientifique collective*, INRA – Cemagref .Pesticides, agriculture et environnement .59p
- AUGER J., THIBOUT E., 2002.** *substances soufrées des Allium et des Crucifères et leurs potentialités phytosanitaires.* In Regnault-Roger, C, Philogène, B J.R, Vincent C .Biopesticides d'origine végétale . Tec & Doc, Paris, p 77-96.
- AZEVEDO N.R., CAMPOS I.F., FERREIRA H.D., PRATES T.A., SANTOS S.C., SERAPHIN J.C., PAULA J.R. ET FERREIRA P.H., 2001.** Chemical variability in the essential oil of *Hyptis suaveolens*. *Phytochemistry*; 57(5): 733-736.
- BAILLAY R., AGUIAR J., FAURE-AMIOT A., MIMAUDJ et PATRIEK G., 1980** – Guide pratique de la défense des cultures. Ed. le Caroussel, A.C.T.A, Paris, 419 P.
- BARBOUCHE, N., HAJJEM, B., LOGNAY, G., ET AMMAR, M., 2001.** Contribution à l'étude de l'activité biologique d'extraits
- BEKELE, J., OBENG-OFFRIT, D. ET HASSANALI, A., 1997.** Evaluation of *Ocimum kenyense* (Ayobangira) as a source of repellents, toxicants and protectants in storage against three stored product insect pests. *Journal of Applied Entomology*, 121, 169-173.
- BEKELE, J. ET HASSANALI, A., 2001.** Blend effects in the toxicity of the essential oil constituents of *Ocimum Kilimands* and *Ocimum kenyense* (Labiatae) on two post-harvest insects pests. *Phytochemistry*, 57, 385-39.

BENAYAD, N., 2008. Les huiles essentielles extraites des Plantes médicinales marocaines : moyen efficace de lutte contre les ravageurs des denrées alimentaires stockées. Laboratoire des Substances Naturelles et Thermolyse Eclair Département de Chimie Faculté des Sciences de Rabat.Maroc.61p.

BENFEKIH L., 1989 – Etude de la bioécologie des pucerons *Aphis gossypii*, *Myzus persicae* et *Macrosiphum euphorbiae* et de leurs prédateurs sur cultures maraichères (Tomate et poivron) dans la région de Remchi (Tlemcen). Thèse Ing. Agro., Inst. Agro.forest., Univ. Tlemcen, 120p.

BENOUFELLA-KITOUS K., DOUMANDJI-MITICHE B. et SAHRAOUI L., 2008 – inventaire des pucerons des agrumes à Oued Aïssa (Tizi Ouzou). Recueil des résumés 3eme journées nationales sur la protection des végétaux 7et 8 avril 2008. INRA El Harrach, Algérie.

BENYAHIA A. 2008 – Réponse métabolique des générations sexupares et sexuées de *Chaitophorus leucomelas* (HOMOPTERA; APHIDIDAE) au stress chimique, Thèse Ing. Agro. Inst. Agro. , BLIDA, 48p.

BETAM A., 1998 – Contribution à l'étude des pucerons et leurs ennemis naturels dans la région de Bir Touta (Batna). Thèse .Ing. Agro. Univ. Batna. 82p.

BLANCARD, D., 1988- *Maladie de la tomate: observer, identifier, lutter*, INRA,Paris. 173.

BONAN, H. ET PRIME, J.L. 2001. *Rapport sur la présence de pesticides dans les eaux de consommation humaine en Guadeloupe*. Ministère de l'aménagement et du territoire et de l'environnement, 138 pp.

BOUGHNOU N., 1998 – Etude des pucerons et leurs ennemis naturels dans un verger d'oranger dans la région de Oued Aissi (Tizi Ouzou). Thèse .Ing. Agro. Univ. Tizi-Ouzou. 86p.

CALABRESE, E.J., 1999. “evidence that hormesis represents an “overcompensation” response to a disruption in homeostatis.”*Ecotoxicology and environmental .Safety* 42, pp135-137.

CONSTANT N., 2009. L'utilisation du pyrèthre naturel pour lutter contre la cicadelle de la flavescence dorée en viticulture biologique. AIVB-LR.

COUDRIET, LD., PRABHAKER, N., MEYERDIK, DE., 1985. Sweetpotato whitefly (Homoptera: Aleyrodidae): effects of neem seed extract on oviposition and immature stages. *Environ. Entomol.* **14** (6), p. 77–83.

- CROSBY, DG. , 1966.** *Natural pest control agents.* In Gould, R.F. (Ed.). Natural Pest Control Agents. *Adv. Chem. Ser.* **53**, p. 1-16
- CU, J.Q., 1 990.** Extraction de compositions odorantes végétales par divers, solvants organiques. Thèse, de doctorat de l'INP Toulouse, N° d'ordre 393.
- DEDRYVER C.A., 1982** – Qu'est ce qu'un puceron ? Les pucerons des cultures. Jour. D'étude D'inf. Paris, 2, 3 et 4 mars 1981, A.C.T.A., pp. 9 - 20.
- DEGUINE, J. ET FERRON, P., 2006,** Protection des cultures, préservation de la biodiversité, respect de l'environnement. *Cahiers d'études et de recherches francophones/Agricultures.* Vol 15, 307-311.
- DERIASSA A. 2008** – Contribution à l'évaluation du ratio coût/bénéfice dans les Trophobioses entre FOURMICIDAE et HOMOPTERA par l'utilisation des biomarqueuses énergétiques (lipides et sucres) : Cas des insectes du peuplier, Thèse Ing. Agro. Inst. Agro. , BLIDA, 48p.
- DESOUZA, AP., VENDRAMIM, JD. ,2000.** Efeito de axtratos aquosos de Meliaceas sobre *Bemisia tabaci* biotipo B em tomateiro. *Bragantia* **59** (2), p. 173–179.
- DIALLO KARA M. 2008** – Réponses métaboliques de *Chaitophorus leucomelas* (KOCH, 1854) (*HOMOPTERA : APHIDIDAE*) à la variation qualitative des *Populus sp.* dans les régions littorale et sublittorale d'Algérie. Thèse Ing. Agro. Inst. Agro. , BLIDA, 76p.
- DJAZOULI Z.E., 1996** – Inventaire et interaction de l'entomofaune inféodée au peuplier noir *Populus nigra* L. Etude de la dynamique des populations et d'evoloppement ovarien de *Chaitophorus leucomelas* (Koch, 1854) (*Homoptera : Aphididae*) en Mitidja. Thés, Mag. Agro. I.N.A. El Harrach, Alger, 102p.
- DORE C. et VAROQUAUX F., 2006** - Histoire et amélioration de cinquante plantes cultivées, *Guae* Eds. 812 p.
- DUQUENOIS P., 1968.** L'utilisation des huiles essentielles en pharmacie, leur normalisation et l'europe du médicament. *Parf. Cosm. Sov.*, 11: 414-418.
- EL-LAKWAH, F., WHALED, OM., KATTAB, MM., ET ABDEL- RAHMAN, TA., 1997.** Effectiveness of some plant extracts and powders against the lesser grain borer *Ryzopertha dominica* (F.). *Ann. Agric. Sci.* **35** (1), p. 567–578.
- ESSERIC D.Y., 1980.** Brevet Fr. n°8012239 in Koba K. 2003. Thèse de doctorat, Université de Lomé 172p.

- GAKURU, S., ET FOUA, BK., 1996.** Effects of plant extracts on the cowpea weevil (*Callosobruchus maculatus* Fab.) and the rice weevil (*Sitophilus oryzae* L.). *Cah. Agric.* **5** (1), p. 39–42.
- GIROUX, I., ROBERT, C. ET DASSYLVA, N., 2006.** *Présence de pesticides dans l'eau au Québec : bilan dans des cours d'eau de zones de culture de maïs et de soya en 2002, 2003 et 2004, et dans les réseaux de distribution d'eau potable*, Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction du suivi de l'état de l'environnement, Direction des politiques de l'eau et Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, 57p. et 5 annexes.
- GOMEZ, P., CUBILLO D., MORA, GA., HILJE, L., 1997.** Evaluacion de posibles repelentes de *Bemisia tabaci*. II. Extractos vegetales. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* **29**, p. 17–25.
- HADDOUCHI, F., BENMANSOUR, A., 2008.** *huiles essentielles, utilisations et activités biologiques. Application à deux plates aromatiques. article de synthèse*, Université de Tlemcen. les techniques de laboratoire N°8.8p.
- HAYES T.B. ET AL., 2006.** Pesticide mixtures, endocrine disruption, and amphibian declines: are we underestimating the impact? *Environmental Health Perspectives*, 114 Suppl 1, pp.40-50.
- HOFFMAN E.T.A. 1974** – Contes fantastiques complets in-8 broché – 3 vol. Ed. Flammarion - Coll. L'Age d'Or. 1050p.
- HULLE M., TURPEAU E., et LECLANT F., 1998** – Les pucerons des arbres fruitiers, cycle Biologique et activités de vol. Ed. ACTA, Paris, 80p.
- IPERTI G., 1978** – Comportement alimentaire des coccinelles entomophages. *Ann. Zool. Anim.* 10 (3), pp. 405 -406.
- IPERTIE G., 1986** – Les coccinelles de France. Phytoma, *Déf. des cult.* n° 377, 14 - 22.
- ISRA/CNRA, 1997** *Utilisation des feuilles de neem pour le contrôle des insectes ravageurs du niébé*, ISRA, Bambey Sénégal, 8 p.
- JACOBSON, M., 1989.** Botanical pesticides, past present and future *In* Arnason JT. et al. (Ed.). *Insecticides of plant origin*. Washington, D.C. : American Chemical Society Symposium, series 387, p. 1-10.

- JANG, YS., BAEK, BR., YANG, YC., KIM, MK., ET LEE HS. , 2002a .** Larvicidal activity of leguminous seeds and grains against *Aedes aegypti* and *Culex pipiens pallens*. *J. Am. Mosq. Control. Assoc.* **18** (3), p. 210–213.
- JANG, YS., KIM, MK., AHN, YJ., LEE, HS. 2002b.** Larvicidal activity of Brazilian plants against *Aedes aegypti* and *Culex pipiens pallens* (*Diptera : Culicidae*). *Agric.*
- JEAN, K .ET BENMARHIA, T., 2011.** Perturbateurs endocriniens et biodiversité. WWF France. 1 carrefour de Longchamp. 75016 Paris. www.wwf.fr
- JOHNSON, C.D., 1981.** Relations of *Acanthoscelides* with their host-plant. *In: The ecology of bruchids attacking legumes (pulses)*, V. Labeyrie Ed. Junk publisher, The Hague, 73-81.
- JONES, C.G., WHITMAN, W., CONWTON, S.J., SILK, P.J. ET BLUM, M.S., 1989.** Reduction in diet breadth results in sequestration of plant chemicals and increases efficacy of chemical defense in a generalist grasshopper. *J. Chem. Ecol.*, **15**, 1811-1812.
- KARBAN, R. ET BALDWIN, I.T., 1997.** *Induced responses to herbivory*, Ed. J.N. Thompson, Univ. Chicago Press, Chicago, 319 p.
- KEÏTA S.M., VINCENT JEAN-PIERRE C., SCHMIT J.P., RAMASWAMY S. ET BÉLANGER A., 2000.** Effect of various essential oils on *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae). *Journal of Stored Products Research* **36**:355-364.
- KOUNINKI, H., 2001.** Etude de l'activité anti-insecte de *Ocimum gratissimum* L. (Lamiacea) et *Xylopi aethiopica* dunal (Annonacea) sur *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionieda). Mémoire de maîtrise en zoologie. Université de Ngaoundéré. Cameroun 33 p.
- KRANZ J., SCHMUTTERER H., KOCH W., 1977 –** *Diseases, pests and weeds in tropical crops*, pp. 342-343. Paul Parey, Berlin, Allemagne.
- LAGADIC, L., CAQUET, T. ET AMIARD, J.C. 1997.** *Biomarqueurs en écotoxicologie : principes et définitions*. In Lagadic L., Caquet T., Amiard J.C. et Ramade F., eds, *Biomarqueurs en écotoxicologie, aspects fondamentaux*, Masson, Paris, pp 1-9.
- LAMONTAGNE, E., 2004 .**Caractérisation de nouvelles souches de *Bacillus thuringiensis* d'intérêt pour la production des biopesticides et d'enzyme par fermentation de boues d'épuration municipale. Université du Québec INRSETE

- LAREW, HG., LOCKE, JC. , 1990.** Repellency and toxicity of horticultural oil against whitefly on *Chrysanthemum*. *HortScience* 25 (11), p. 1406–1407.
- LARSON R.O. 1989.** The commercialization of neem. pp. 155-168. *In* M. Jacobson. *Focus of Phytochemical Pesticides*. Vol. 1 The neem tree. CRC Press Boca Raton, Fla.
- LECLANT F., 1976** – Peut-on aménager la lutte contre les pucerons des agrumes. 13ème colloque (Réunion de la commission agrotechnique du COMAP). Tunis, 23-27février, 15 p.
- LECLANT F, 1996** – Dégâts et identification des pucerons. *Rev.. P.H.M. Horticole* N° 369. PP 19-23
- LECLANT F., 1982-** Les effets nuisibles des pucerons sur les cultures. Jour. D’info. Et d’étu. Sur les pucerons des cultures, le 2, 3 , 4 mars. Ed. A.C.T.A., Paris, PP 37-56.
- LEE HK., PARK C., AHN YJ., 2002.** Insecticidal activities of asarones identify ed in *Acorus gramineus* rhizome against
- MARTEL J.P., 1977.** Brevet Fr, n°7712831 in Koba K. 2003. Thèse de doctorat, Université de Lomé.172p.
- MAWUSSI G., 2008** - Bilan environnemental de l’utilisation de pesticides organochlorés dans les cultures de coton, café et cacao au Togo et recherche d’alternatives par l’évaluation du pouvoir insecticide d’extraits de plantes locales contre le scolyte du café (*Hypothenemus hampei* Ferrari). Thèse Doc. *Sciences des Agroressources*. Univ. de Toulouse.207 p.
- MAYER, F.L., VERSTEEG, D.J., MAC KEE, M.J., FOLMAR, L.C., GRANNEY, R.L., MAC CUME, D.C. ET RATTNER, B.A. 1992.** Physiological and nonspecific biomarkers. In Huggett R.J., Kimerle R.A., Mehrle P.M. et Bergman H.L., eds, *Biomarkers: biochemical, physiological, and histological markers of anthropogenic stress*, Lewis Publishers, Chelsea, pp 5-86.
- MENUT, C., LAMATY, G., SOHOUHLOUE, D.K., DANGOUE, J. ET BESSIÈRE, J.M., 1995.** Aromatic plants of tropical West Africa III. Chemical composition of leafessential oil of *Lippia multiflora* Moldenke from Benin. *Journal of EssentialOil Research*, 7, 3, 331-333.
- MOBERG, P.G.1999.** When does stress become distress? *laboratryAnimal*28, 22-26.
- MORALLO-REJESUS, B., 1987.** Botanical pest control research in the Philippines. *Philipp. Entomol.* 7, p. 1–30.

- MOSTEFAOUI H., 2009** - effet de la qualité de la plante hôte sur L'allocation des réserves énergétiques des Pucerons dans un verger d'agrumes en Mitidja Centrale. Thèse Mag. Agro. Inst. Agro. BLIDA, 202 p.
- MUHANNAD J., FRANZ H., FURKERTB MILLER W., 2002.** Eur. J. Pharm. Biopharm. 53 115–123.
- NARDO, EAD., DE COSTA, AS., LORENCAO, AL. ,1997.** *Melia azadirach* extract as an antifeedent to *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). *Florida Entomol.* **80** (1), p. 92–94.
- NAS, 1969.** Insect Pest Management and Control. National Academy of Science. Publ. 1695. Washington, D.C.
- NAVES V., 1974.** *Technologie des parfums naturels.* Ed. Masson Paris in Koba K. 2003. Thèse de Doctorat, Université de Lomé 172p.
- NHAN, D. D., CARVALHO, F. P., AM MANH, N., QOOC TUAN, N., THI HAI YEN, N., VILLENEUVE, J. P. ET CATTINI, C., 2001.** "Chlorinated pesticides and PCBs in sediments and molluscs from freshwater canals in the Hanoi region". *International Pollution* 112 311-320.
- NKOUKA, N. ,1995.** Les plantes pesticides dans la lutte intégrée contre les nuisibles In. Intégration de la résistance des plantes et de la lutte biologique. Actes du Séminaire CTA/IAR/IILB, Addis Abeba (Ethiopia), 9-14 Oct. 1997. CTA (ed.) pg 10-11.
- OFUYA TL. , 1986.** Use of wood ash, dry chilli pepper fruits and onion scale leaves for reducing *Callosobruchus maculatus* (Fabricius) damage in cowpea seeds during storage. *J. Agr. Sci.* 107 (2), p. 467–468.
- ONU, I., ALIYU, M., 1995.** Evaluation of powdered fruits of four peppers (*Capsicum spp.*) for the control of *Callosobruchus maculatus* (F.) on stored cowpea seed. *Int. J. Pest Manag.* 41 (3), p. 143–145.
- PARIS M .ET AURABIELLE M., 1981.** *Agbégé de matière médicale, pharmacognosie.* Ed. Masson in Koba K. 2003. Thèse de Doctorat, Université de Lomé 172p.
- PERUT M., 1986.** Informations chimiques n° 272 129-135 in Koba K. 2003. Thèse de Doctorat, Université de Lomé 172p.
- RAWSON, H.M. 1992.** Plant responses to temperature under conditions of elevated CO₂. *Aust. J. Plant Physiol.* 40: 473-490.

- REGNAULT-ROGER C, HAMRAOUI A. 1995.** Fumigant toxic activity and reproductive inhibition induced by monoterpenes on *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera), a Bruchid of kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L). *Journal of Stores Products Research* 31:291-299.
- REGNAULT-ROGER C.,2005.** Molécules allélochimiques et extraits végétaux dans la protection des plantes : nature, rôle et bilan de leur utilisation au XXe siècle. *In* Regnault-Roger, C, Fabres G. Philogène, B J.R .Enjeux phytosanitaires pour l'agriculture et l'environnement. Lavoisier Tec & Doc, Paris, pp 625-650.
- RHOADES, D. ET CATES, R., 1976.** Toward a general theory of plant antiherbivore chemistry. *Recent Adv Phytochem* 10, pp. 168-213.
- RIBA, G. ET SILVY, C., 1989.** *Combattre les ravageurs des cultures : enjeux et perspectives*. Vol. I. INRA, Paris. 230p.
- ROBERT Y., 1982** – Fluctuations et dynamique des populations de puceron. Les pucerons des cultures, journées d'étude et d'information, Paris 2,3 et4 Mars 1981, Acta. 76p.
- ROCHAT J., 1995** – *Dynamique des populations des pucerons des agrumes à la Réunion*. Rapport d'Activité, Service National au titre de l'Aide Technique, INRA-CIRAD, 364 pp.
- ROCHAT J., 1997** – Modélisation d'un système hôte-parasitoïde en lâcher inoculatif : application au couple *Aphis gossypii* – *Lysiphlebus testaceipes* en serre de concombre. Thèse de doctorat, Université Claude Bernard – Lyon-I. 229 pp.
- ROCHFORT, S., LALANCETTE, R., LABBE, R. ET BRODEUR, J., 2006.** Recherche et développement de biopesticides et pesticides naturels à faible toxicité pour les organismes non ciblés et respectueux de l'environnement. Rapport final, Projet PARDE, Volet Entomologie, Université Laval. Pp.10- 28.
- SAIGHI G., 1998-** Biosystématique des Aphides et de leurs ennemis naturels dans deux stations d'étude. Le jardin du Hamma et le parc de l'institut national agronomique d'el Harrach .Thèse Mag. Agro. Inst. Nat. Agro. ,El Harrach,312 P.
- SCHMUTTERER H., 1992.** Higher plant as sources of novel pesticides. pp. 3- 15. *In* D. Otto and B. Weber. *Insecticides: Mechanism of Action and Resistance*. Intercept Ltd Andover, UK.

SCHUDEL P., 2008: Écologie et protection des plantes. Guide pour l'utilisation des produits phytosanitaires. Connaissance de L'environnement n° 0809. Office fédéral de l'environnement, Berne, 110 p.

SEGUY, L., HUSSON, O., CHARPENTIER, H., BOUZINAC, S., MICHELLON, R., CHABANNE, A., BOULAKIA, S., TIVET F., NAUDIN, K., ENJALRIC, F., RAMAROSON, I., ET RAMANANA R., .2009. *Principes et fonctionnement des écosystèmes cultivés en semis direct sur couverture végétale permanente*.vol.I.p.32.
<http://Agroecologie.cirad.fr>

SEKKAT A., 2007 – Les pucerons des agrumes au Maroc Pour une agrumiculture plus respectueuse de l'environnement. *ENA 18 décembre 2007*.

SERRANO, E., SACCHARIN, PH. ET RAYNAL, M., 2006. Optimisation des doses de matière actives appliquée à l'hectare de la réduction de doses Synthèse de 5 années d'essais en Midi-Pyrénées. IFVV - Entav/ITV France Midi- Pyrénées - V'innopôle - BP 22 - 81310 Lisle sur Tarn

SLIMANI, A N., 2002. *Faune culicidienne d'une zone marécageuse de Rabat-Salé : Biotypologie*

STASKAWICZ, B. J., AUSUBEL, F. M., BAKER, B. J., ELLIS, J. G. ET JONES, J. D G., 1995. Molecular genetics of plant disease resistance. *Science* 268.pp. 661-667.

SYMES C.B., 1924 – Notes on the black citrus aphid. *Rhodesia Agricultural Journal* : 21, 612-626, 725-737.

TAYLOR C.E., 1958 – The black citrus aphid. *Rhodesia Agricultural Journal*: 55, 192-194.

TCHAKER F. Z. 2007 – évaluation de l'utilisation des réserves énergétiques (lipides, sucres) en tant que biomarqueurs pour l'effet de stress thermique sur *chaitophorus leucomelas* (homoptera, aphididae) sur le peuplier noir *populus nigra* Thèse Ing. Agro. Inst. Agro. BLIDA, 57p.

TCHAKER F. Z. 2011- évaluation des effets des extraits aqueux d'*inula Viscosa* en combinaison avec un bio-adjuvant sur La qualite phytochimique, la densite des Sexupares de *chaitophorus leucomelas* (homoptera: aphididae) et sur la reprise Biocenotiuque. Thèse Magister . Agro. Inst. Agro. BLIDA, 242p.

THOMAS, M.B. 1999. Ecological approaches and the development of «truly integrated» pest management. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 96: 5944-5951.

- TOTH IK., BELL KS., HOLEVA MC.ET BIRCH PRJ., 2003.** Soft-rot erwiniae: from genes to genomes. *Mol Plant Pathology* **4**: 17-30.
- TREMATERRA, P., SCIARRETTA, A., 2002.** Activity of chilli, *Capsicum annuum* L. var. *acuminatum*, on stored product insects *Oryzaephilus surinamensis* (L.), *Sitophilus oryzae* (L.) and *Tribolium castaneum* (Herbst). *IOBC/wprs Bull.* **25** (3), p. 177–182.
- URBAN, L. 1997-** *Introductions à la production sous serres*. Tec-Doc., Paris.p.125.
- UVAH, I.I.I. ET COAKER, T.H., 1984.** Effect of mixed cropping on some insect pests of carrots and onions. *Entomol. Exp. appl.*, 36, 159-167.
- VAN DER MEIJDEN, E., ET KLINKHAMER, P.G.L., 2000.** Conflicting interests of plant and the natural enemies of herbivores. *Oikos* 89: 202-208.
- VAN LERBERGUE- F., 1996 -** La variabilité des pucerons: causes et conséquences. *Rev. P.H.M. Horticole, N° 369.Avril.* PP 13-17.
- VERSCHAFFELT. C., 1910.** The cause determining the selection of food in some herbivorous insects. *Proc Acad Sci (Amst)*; 13: 536-542.
- WEINZEIRL R., 1998.** Botanicals insecticides, soaps and oils. pp. 101-121. In JE Rechcigl and NA Rechcigl. *Biological, Biotechnological Control of Insects Pest* in. Lewis Publi., Boca Raton, Florida
- WILLIAMS, LAD., MANSINGH, A., 1993.** Pesticidal potential of tropical plants - I. Insecticidal activity of leaf extracts of sixty plants. *Insect Sci. Applic.* 14 (5), p. 697–700.
- YAKHLEF G., 2010-** Etude de l'activité biologiques de feuilles de *Thymus vulgaris* et *Laurus nobilis*. Thes mag. Univ Batna. 110P.
- ZIBOKERE, DS., 1994.** Insecticidal potency of red pepper (*Capsicum annum*) on pulse beetle (*Callosobruchus maculatus*) infesting cowpea (*Vigna unguiculata*) seeds during storage. *Indian J. Agr. Sci.* 64 (10), p. 727–728.

Abstract

EVALUATION OF INSECTICIDE EFFECT OF TWO FORMULATED ESSENTIAL OILS (*THYMUS VULGARIS* AND *EUCALYPTUS GLOBULUS*) WITH COMBINATION A BIOADJUVANT (*SILENA FUSCATA*) ON *APHIS FABAE* (HOMOPTERA : APHIDIDAE) ON BEANS

Chemical pesticide applications have become the dominant forms of pest control. These applications that can frustrate and weaken the biodiversity of natural habitats, create an imbalance between the populations components of agro-ecosystems. In this context, the use of biological pesticides can minimize risk and sustainably protect the ecosystem. This study focused on the comparison of the effect of two essential oils formulated (*Thymus vulgaris* and *Eucalyptus globulus*) in combination with a bioadjuvant (*Silena fuscata*) and neurotropic pesticide on *Aphis fabae* populations on beans.

Our work was based on the use of formulations containing the extract essential oils made of herbs and evaluation of their insecticidal activity compared with synthetic insecticide. For this, we followed the fluctuation of the remaining populations of *Aphis fabae*, which are subject to applications for essential oils of *Thymus vulgaris* and *Eucalyptus globulus* assembled in different doses, and the essential oils extracted proportion (75 / 50%) of *Thymus vulgaris* / *Silena fuscata* and *Eucalyptus globulus* / *Silena fuscata*. Unhooked the results showed a notable effectiveness of the various treatments applied. The shock effect evaluated on residual populations of *Aphis fabae* concrete toxicity gradation from blends of essential oils and aqueous extracts ratio *Thymus vulgaris* / *Silena fuscata* and *Eucalyptus globulus* / *Silena fuscata*, then formulated essential oil *Thymus vulgaris* and the essential oil of *Eucalyptus globulus* formulated and finally chemical treatment.

Keywords:

Aphis fabae, residual population, *Thymus vulgaris*, *Eucalyptus globulus*, insecticidal effect, *Silena fuscata*, bioadjuvant.

ملخص

تقييم التأثير السمي للزيوت الأساسية لـ *Thymus vulgaris* و *Eucalyptus globulus* مع المساعد البيولوجي *Silena fuscata* على *Aphis fabae* على الفاصولياء.

لقد أصبح استعمال المبيدات الحشرية في مراقبة الحشرات أمرا سائدا. إلا أن هذه التطبيقات العلاجية تضعف التنوع البيولوجي وتحدث اختلالا في المجتمعات المكونة للنظام الايكولوجي؛ لهذا تم اللجوء لاستعمال المبيدات ذات الأصل البيولوجي للتقليل من هذه المخاطر وحماية النظام الايكولوجي بصفة عامة. إن هذه الدراسة تركز على مقارنة تأثير الزيوت الأساسية لـ *Eucalyptus globulus* و *Thymus vulgaris* مع المساعد البيولوجي *Silena fuscata* على *Aphis fabae* على نبات الفاصولياء. لقد اعتمدنا في هذا العمل على استعمال صيغ مستخلصات الزيوت الأساسية للنباتات العطرية بالمقارنة مع المبيد الحشري. لهذا الغرض قمنا بمتابعة تغيرات المجتمعات المتبقية *Aphis fabae*. بعد أن تم إخضاعه الجملة من التطبيقات العلاجية؛ منها صيغ الزيوت الأساسية بجرعات مختلفة ومنها الصيغ المكونة من نسبة من مستخلص *Silena fuscata*. مضافة إلى الزيوت الأساسية سابقة الذكر. أظهرت النتائج المتحصل عليها الفعالية المعتبرة لمختلف العلاجات المطبقة. إن التأثير السمي المتزايد والذي يظهر من خلال مراقبة المجتمعات الحشرية المتبقية يبين أن مزيج الزيوت الأساسية مع مستخلص *Silena fuscata* هو الأكثر فعالية. تليه صيغ الزيوت الأساسية بفعالية معتبرة وفي الأخير يأتي ترتيب المبيد الحشري.

الكلمات المفتاحية

المجتمعات المتبقية، التأثير السمي على الحشرات، المساعد البيولوجي *Silena fuscata*، *Thymus vulgaris*، *Eucalyptus globulus* *Aphis fabae*.