

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

**MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

UNIVERSITÉ BLIDA1

FACULTÉ DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

DEPARTEMENT DES BIOTECHNOLOGIE



**MEMOIRE DE FIN D'ETUDE EN VUE DE L'OBTENTION
DU DIPLOME DE MASTER ACADEMIQUE EN SCIENCES DE
LA NATURE ET DE LA VIE**

Spécialité : Phytopharmacie Appliquée

**Effets des différents modes d'administration d'huile
essentielle formulée du Bigaradier sur la toxicité vis à vis du
puceron noir de la fève**

Présenté par : Mlle. Berehal Sarra

Devant le jury composé de :

Mr AROUN M.E.F	M.C.B	U.S.D.B	Président
Mme BABA AISSA K	M.A.A	U.S.D.B	Promotrice
Mme ALLAL BENFEKIH.L	Professeure	U.S.D.B	Examinatrice

Année universitaire 2015/2016

Dédicaces

Je dédie ce travail à mes très chers parents, que Dieu les garde pour moi, qui m'ont éclairé le chemin de la vie par leur grand soutien et leurs encouragements, par leurs dévouements exemplaires et les énormes sacrifices qu'ils m'ont consentis durant mes études et qui ont toujours aimé me voire réussir, qu'ils trouvent ici toute ma gratitude et mes sentiments les plus respectueux.

*A mes chers frères, **AMINE et OUSAMA***

*A ma sœur **CHAHRA***

A mes grands-parents paternels et maternels pour m'avoir toujours encouragé, je vous dédie ce travail en témoignage de mon profond respect et de ma profonde gratitude. Puisse Dieu. Le Tout puissant, vous préserver et vous accorder santé, longue vie et bonheur

*A mes oncles : **ABDE LALI** et sa femme **MALAKE L, FARES** et sa femme **FZ, YOUNES***

*A mes tantes : **SABAHE, HANANE, SABRINA, AHLAME** et leurs enfants bien aimées, à toute ma famille qu'ils trouvent ici tous mes profonds remerciements.*

*A toutes mes amies en particulier : **LINA, MERIEM, AMIRA, NASSMA, CHAHRA, ZAHRA, SARA, JIHAD, AMEL, SAIDA, MILISA, ASMA, SOUMAI, HANIFA, ZEKKARI, BOUC HERF, BELHADI RADAI** que j'admire tant...*

A tous mes camarades de promotion



Dédicaces

Je dédie ce travail à mes très chers parents, que dieu les garde pour moi, qui m'ont éclairé le chemin de la vie par leurs grand soutien et leurs encouragements, par leurs dévouements exemplaires et les énormes sacrifices qu'ils m'ont consentis durant mes études et qui ont toujours aimé me voire réussir, qu'ils trouvent ici toute ma gratitude et mes sentiments les plus respectueux.

*A mes chers frères, **AMINE et OUSAMA***

*A ma sœur **CHAHRA***

A mes grands-parents paternels et maternels pour m'avoir toujours encouragé, je vous dédie ce travail en témoignage de mon profond respect et de ma profonde gratitude. Puisse Dieu. Le Tout puissant, vous préserver et vous accorder santé, longue vie et bonheur

*A mes oncles : **ABDE LALI** et sa femme **MALAKE L, FARES** et sa femme **FZ, YOUNES***

*A mes tantes : **SABAHE, HANANE, SABRINA, AHLAME** et leurs enfants bien aimées, à toute ma famille qu'ils trouvent ici tous mes profonds remerciements.*

*A toutes mes amies en particulier : **LINA, MERIEM, AMIRA, NASSMA, CHAHRA, ZAHRA, AMEL, IMENE, SOUMIA, SARA, JIHAD, SAIDA, MILISA, ASMA, NESRINE, ZAKARI, BOUCHARFE** que j'admire tant...*

A tous mes camarades de promotion

SARRA



REMERCIEMENTS

Je remercie tout d'abord le bon Dieu, le tout puissant de m'avoir donné la chance, la patience, le courage pour achever ce travail.

Je tiens à exprimer mes remerciements les plus profonds et les plus chaleureux à madame BABA AISSA MOUSSAOUI K. Pour avoir suivi et dirigé ce travail, pour sa disponibilité et tous ses précieux conseils qu'elle m'a prodigué tout au long de la réalisation de ce mémoire.

Mes remerciements les plus vifs s'adressent à monsieur le docteur AROUN, pour ses conseils ainsi que d'avoir accepté de présider ce jury, qu'il trouve ici l'expression de mon profond respect.

Mes respects et mes sincères remerciements pour Mme professeure ALLAL, d'avoir bien voulu accepter d'être membre de jury pour examiner ce travail et de l'enrichir.

Je remercie également Mr DJAZOULI Z.E, Mme NEBIH D, et Mr MOUSSAOUI K. Qui ont été toujours disponibles pour un coup de main. Leur sympathie, leur aide et leur attention me tiennent cordialement.

Un grand merci à DJEMAI Y. La technicienne du laboratoire de zoologie, et Mme GEUSEMI F. pour leur aide et leurs encouragements

Mes remerciements à ma famille et toutes mes amies

Effets des différents modes d'administration d'huile essentielle formulée de Bigaradier sur la toxicité vis à vis du puceron noir de la fève

Résumé

Ces dernières années les chercheurs sont orientés vers une nouvelle méthode de lutte alternative de la lutte chimique basée sur l'utilisation des extraits végétaux plus précisément les huiles essentielles dans la protection des végétaux.

La présente étude consiste à estimer l'efficacité d'un bioproduit formulé à base d'une huile essentielle de bigaradier *Citrus aurantium* *Citrus aurantium* L. (1753), administrée deux modes (applications foliaire et racinaire) sur la densité, les populations résiduelles des différentes formes biologiques et la fécondité du puceron noir de la fève *Aphis fabae*.

Comparés au témoin, les deux modes d'application des traitements testés à deux doses (D=0.5 g/l et DD = 1g/l) ont présenté un effet insecticide certain qui se traduit par une baisse importante des populations aphidiennes.

L'efficacité de l'huile essentielle formulée du bigaradier est non seulement dépendante de la dose qui stipule que plus la dose augmente plus sa toxicité est importante mais aussi du mode d'application des traitements qui dénotent une différence de d'efficacité.

Cependant, la double dose du traitement foliaire (DD-F = 1g/l) a agit beaucoup plus sur la densité du puceron contrairement à la double dose racinaire (DD -R= 1g/l) qui a enregistré un effet plus important sur le reste des paramètres étudiés à savoir les populations résiduelles (PR< 30 %) et la fécondité.

Mots clés : *Aphis fabae* Scopoli(1763), bioformulation, *Citrus aurantium* L, huile essentielle, toxicité.

Effects of Different Administration modes of the bitter orange essential oil on the toxicity of the black flat bean aphid

Abstract

Lately, researchers have oriented their work towards a new method which is alternative to the chemical pest control being based on the use of vegetal extracts mainly the essential oils in the protection of plants. The present study tries to estimate the efficiency of a bioproduct being basically formulated by the bitter orange essential oil *Citrus aurantium* (1753) and administered through several modes (foliar and root area application) on the density of the different biological residual forms and the fertility of the flat bean black aphid *Aphis fabae* scopoli.

Compared to the control sample, the two application modes used at two doses (D=0.5 g/l and DD = 1g/l) have presented an insecticide effect reflected in a sharp decline of the aphid population.

The efficiency of the bitter orange essential oil doesn't depend only on the dose with which it's used, the higher it is, the more toxic it gets, but also on the application mode with which it is administered showing a shift in efficiency accordingly.

However, the double dose of the foliar treatment (DD-F = 1g/l) acted much more on the density of the aphid, contrary to the double dose applied to the root area (DD -R= 1g/l) which has left a more important effect on the rest of parameters being studied ie residual population (PR< 30 %) and the fertility.

Keywords : *Aphis fabae* Scopoli, bioformulation, *Citrus aurantium*, essential oils, toxicity

تأثير مختلف طرق استخدام الزيت الأساسي المركب النارج ضد حشرات المن السوداء للفاول.

ملخص

في السنوات الأخيرة توجه الباحثون نحو أسلوب بديل لمنتجات الكيماوية و ذلك باستخدام المستخلصات النباتية والزيوت الأساسية لوقاية النبات.

تهدف هذه الدراسة إلى تقييم فعالية مزيج حيوي مركب على أساس الزيت الأساسي النارج

(1753), *Citrus aurantium L.* و ذلك عن طريق مختلف الاستخدامات (ورقية و جذرية) ضد كثافة

الحشرات المتبقية و خصوبة حشرات المن السوداء

بمقارنة مع المجموعة الشاهدة الطريقتان المستخدمتين بمختلف الجرعات (غ/ل = DD و غ/ل = D 1) قدمت فعالية ضد الحشرات و ذلك بقلة تواجدها.

فعالية الزيت الأساسي النارج لا تتطلب فقط الجرعة حيث كلما زادت زاد سمها انما تتطلب أيضا طريقة استخدام العلاج التي تعطي فعالية مختلفة.

الجرعة المضاعفة عن طريق العلاج الورقي (غ/ل = DD -F= 1) تأثر كثيرا على كثافة حشرات المن على

عكس الجرعة المضاعفة عن طريق المعالجة الجذرية (غ/ل = DD -R= 1) التي تعطي فعالية أكثر على الحشرات المتبقية و الخصوبة.

كلمات البحث:

Citrus aurantium L, Aphis fabae Scopoli(1763), سمية زيت ، 'منتوج حيوي أساسي

Au cours de ces dernières décennies, de nombreux travaux ont été menés dans le but de rechercher des méthodes de protection des végétaux respectueuses de la santé humaine et de l'environnement.

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 (**Larew et al., 1990**).

Gomez et al., (2009) et Chiasson, (2007), signalent que les biopesticides d'origine botanique sont aussi efficaces que les produits de synthèse et qu'ils ont en général une efficacité à large spectre, mais avec une spécificité pour certaines classes ou ordres d'insectes.

Actuellement, le recours aux huiles essentielles s'avère être un choix pertinent face à un risque de contamination précis ou à la nécessité de réduire ou remplacer les agents de conservation chimiques ou synthétiques. Pour cela, plusieurs huiles essentielles de différentes plantes ont été intensivement étudiées pour évaluer leurs propriétés répulsives comme ressource naturelle valable (**Isman, 2006**).

Dans ce contexte, nous allons essayer d'exposer les hypothèses relatives aux effets d'un bioproduit formulé à base d'huile essentielle de bigaradier *Citrus aurantium* appliqué par différents modes à savoir foliaire et racinaire sur la densité, les populations résiduelles des formes biologiques et la fécondité du puceron noir de la fève *Aphis fabae* Scop (1763).

Chapitre V : Discussion générale

Tableau 9 : tableau récapitulatif des principaux résultats

	Effet de l'huile essentielle formulée par application foliaire sur le puceron noir de la fève		Effet de l'huile essentielle formulée par application racinaire sur le puceron noir de la fève		Témoin
	DF =0.5g/l	DD-F=1g/l	DR=0.5g/l	DD-R=1g/l	
<i>Densité</i>	↗	↗↗	↗	↗	—
<i>Population résiduelle(PR)</i>	↗	↗	↗	↗↗	—
<i>PR des larves (L1-L2)</i>	↗	↗	↗	↗↗	—
<i>PR des larves (L3-L4)</i>	↗	↗	↗	↗↗	—
<i>PR des nymphes</i>	↗	↗	↗	↗↗	—
<i>PR des adultes aptères</i>	↗	↗	↗	↗↗	—
<i>PR des adultes ailées</i>	↗	↗	↗	↗↗	—
<i>Fécondité</i>	↗	↗	↗	↗↗	—

↗ : Effet modéré

↗↗ : Effet important

— : pas d'effet

D : dose

DD : double dose

Chapitre V : Discussion générale

Les résultats obtenus après les tests biologiques réalisés avec le bioproduit formulé à base d'huile essentielle de bigaradier ont montré une efficacité sur les taux de mortalité et les infestations des pucerons en tenant compte des modalités des traitements, de la concentration en produit et de la durée d'exposition.

Toutefois, les fluctuations des populations d'*Aphis fabae* traité par différentes doses (DF, DD-F, DR et DD-R) apportées par différents modes d'administration (foliaire et racinaire) du bioproduit suivent la même trajectoire en accusant une forte toxicité par rapport au témoin. Les deux modes d'application ont montré une diminution remarquable des densités des populations du puceron noir de la fève.

L'effet répressif de l'huile essentielle formulée du bigaradier rejoint les nombreuses études qui ont fait un état des lieux sur la qualité des composantes des huiles essentielles.

Ainsi, nos résultats sont confirmés par ceux trouvés par **Belhadi et al (2015)** qui ont montré que la toxicité de la formulation d'huile essentielle du bigaradier est dépendante de la dose signalant que plus la dose augmente plus la formulation présente un effet biocide plus important qui se traduit par la réduction de la densité des populations aphidiennes.

Haubruge et al., (1989) ont montré que l'acétate de linalyle (56.80%) dont la concentration est la plus élevée serait la matière active qui joue un rôle déterminant dans l'activité biocide de l'huile essentielle du bigaradier

Selon Hamdani (2012), l'huile essentielle du bigaradier provoque une mortalité de 100% des adultes d'*Acanthocelidas obtectus* Say(1831).

Haubruge et al, (1989) ont testé la toxicité de cinq huiles essentielles de *Citrus* à l'égard de trois coléoptères. Les résultats du test par contact des grains traités ont indiqué que l'huile extraite du bigaradier est la plus efficace simultanément à l'égard de *Sitophilus zeamais*, (*Coleoptera* : *Curculionidae*), *Prostephanus truncatus* (*Coleoptera* : *Bostrychidae*) et *Triboliumcastaneum* (*coleoptera* : *Tenebrionidae*). Ces auteurs ont constaté que *Sitophilus zamais* est la plus sensible envers ces huiles vu qu'ils ont noté pour cet insecte une mortalité de 96% à la dose de 5µl de l'huile du bigaradier après 7 jours. Pour

Chapitre V : Discussion générale

le test par application topique, les travaux de ces auteurs ont montré que la longévité de *Prostephanus truncatus* est d'une journée à la dose de 2 µl de l'huile du bigaradier. En effet des mortalités de 28% , 98% , 34% et 24% des adultes de *Sitophilus zamais* ont été enregistrées à la dose 2 µl après 24 heures, respectivement pour les huiles de l'orange douce, du bigaradier, du citron et du pamplemousse.

Les huiles essentielles et leurs constituants, exercent des effets insecticides et réduisent ou perturbent la croissance de l'insecte à différents stades de leur vie (**Weaver et al., 1991 ; Konstantopoulou et al.,1992 ; Regnault-Roger et Hamraoui, 1994**).

Les huiles essentielles ont des effets antiappétants, affectant la croissance, la mue, la fécondité ainsi que le développement des insectes et acariens. (**Keane et Ryan, 1999**).

Des résultats de l'étude, il en ressort que le traitement foliaire du bioproduit aurait un effet de toxicité directe par contact sur le puceron et une toxicité indirecte par systémie alors que le traitement par voie racinaire n'agirait que par systémie. Toutefois, les chémotypes de l'huile essentielle formulée qui ont été absorbées par la plante sont véhiculés par la sève jusqu'à la partie apicale où l'insecte piqueur suceur se nourrit, ce qui pourrait affecter la qualité de cette sève dans sa composition et conditionner donc la prise systémique de la nourriture par l'insecte.

Isman (2000), suppose que les huiles essentielles agissent directement sur la cuticule des arthropodes à corps mous étant donné que plusieurs huiles essentielles semblent plus efficaces contre ce genre d'arthropode et moins efficaces avec des insectes à carapace dure tels que les Coléoptères et les Hyménoptères adultes (**Bostanian et al., 2005**).

La toxicité par contact des huiles essentielles peut être très élevée avec des CL50 de 9 µg/cm². Ces produits ont donc leur place comme outils de phytoprotection en milieu agricole soit en serres ou en plein champ, par application topique (**Chiasson et al. 2004; Coats et al. 1991; Isman 1999; Karpouhtsis et al. 1998**) ou au sol (**Lee et al. 1997**).

Chapitre V : Discussion générale

En général, les huiles essentielles sont connues comme des neurotoxiques à effets aigus interférant avec les transmetteurs octopaminergiques des Arthropodes (**Fanny, 2008**).

Les travaux d'**Obeng-Ofori et al., (1997)**. Ont montré que certains composants des huiles essentielles au contact avec les insectes, agissent en bloquant la synthèse de l'hormone juvénile, ils inhibent l'acétyl-cholinestérase en occupant le site hydrophobique de cette enzyme qui est très actif. En générale, les huiles essentielles sont de nos jours connues comme des neurotoxines (**Nagmo et Hance, 2007**).

Les effets toxiques des huiles essentielles dépendent de l'espèce de l'insecte, de la plante et du temps d'exposition (**kim et al.,2003**).

Selon les travaux d'**Elguedoui (2003)**, l'effet toxique des huiles essentielles du thym par contact sur *Rhyzopertha dominica Fabricius* (1792) (Coleoptera : Bostrichidae) ont mené une mortalité de 100%. L'activité toxique par contact est aussi confirmée par d'autres auteurs. A cet effet, **Maafi., (2005)** a affirmé que l'huile essentielle de thym a un effet toxique par contact sur les adultes de *Rhyzopertha dominica Fabricius* (1792) (Coleoptera : Bostrichidae). Cette huile a provoqué 96%de mortalité avec une DL50 (0,425mg/cm²).

Les huiles essentielles ont une toxicité aiguë par voie orale. La majorité de celles qui sont couramment utilisées sont celles de la camomille, citronnelle, lavande, marjolaine, vétiver, etc... (**Bruneton, 1999**).

Le choix d'une plante pour un insecte comme aliment, dépend des quantités relatives d'agents stimulant ou inhibant l'absorption de nourriture présente dans la plante (**Descoins, 1979**). Le coefficient d'utilisation digestif représente les résultats d'interaction entre le tube digestif et la composition de la plante consommée (**Legal, 1989**).

Ould El Hadj (2001), mentionne que la prise de nourriture est l'un des facteurs les plus importants dans le déclenchement de l'activité ovarienne, assurant aussi les besoins métaboliques intenses de la vitellogenèse.

Chapitre V : Discussion générale

La faible prise de nourriture enregistrée chez les larves et les individus adultes nourris aux feuilles de chou traitées par les extraits foliaires de *Cleome arabica* par rapport aux lots témoins des individus adultes et des larves du cinquième stade de *Schistocerca gregaria*, semble provenir de l'effet de l'extrait foliaire de *Cleome arabica*.

Selon les résultats relatifs aux fluctuations des populations résiduelles sous l'effet de la formulation de l'huile essentielle de Bigaradier administrée par différents modes, une similarité d'action sur la diminution des populations résiduelles des formes biologiques du puceron noir de la fève a été constatée. La double dose de l'application racinaire donne une toxicité plus élevée par rapport à la dose racinaire et aux doses de l'application foliaire.

L'huile essentielle formulée du bigaradier est efficace contre tous les stades biologiques d'insectes, mais on remarque que les larves (L1-L2) sont les plus sensibles à ce bioproduit.

Stamopoulos et al., (2007) ont souligné que la susceptibilité des insectes aux actions des huiles essentielles varie en fonction de l'âge des stades larvaires où les larves les plus âgées résistent mieux et peuvent tolérer de fortes concentrations d'huile essentielle, Ceci s'expliquerait probablement par la taille des larves plutôt que par différence dans le mode d'action de l'huile.

Selon **Ngamo et Hance (2007)**, une huile essentielle n'exerce pas forcément la même activité aux différents stades du cycle biologique de l'insecte, comme il existe une grande variation dans les sensibilités des espèces d'insectes pour une même huile essentielle.

D'après Saidji (2015), l'huile essentielle formulée de la menthe pouliot provoque un effet choc sur les larves traitées d'*Aphis fabae* par rapport à celles des adultes.

Les travaux réalisés par **Katoh (1998)**, sur l'activité biologique de différentes huiles essentielles ont montré que les huiles essentielles d'*Ocimum basilicum* (Lamiaceae) et de *Cymbopogon schoenanthus*

(Poaceae) présentaient une action sur tous les stades de développement de *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera : Chrysomelidae).

L'huile essentielle formulée de la menthe pouliot provoque un effet de choc remarquable sur les larves des insectes traités par rapport à ceux des adultes. Plusieurs auteurs ont constaté des effets insecticides directs sur certains ravageurs (**Kumar et Daniel 1981**).

Aiboud (2011) a testé les huiles essentielles du Myrte, du Thym, de l'Origan, L'Eucalyptus, le Bois d'inde et des clous de girofle sur l'émergence des adultes de *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera : Chrysomelidae) de niébé. Les tests effectués montrent que les différentes huiles exercent une activité larvicide très hautement significative proportionnellement à l'augmentation de la dose.

Amada (2010) a bien mis en évidence l'activité des deux huiles essentielles (origan et romarin), d'un produit chimique (proclaim) et d'un extrait aqueux (ortie) sur la mineuse de la tomate (*Tuta absoluta*) (Lepidoptera : Gelechiidae) par mode de contact. Ils ont montré que l'insecticide est plus toxique par effet de contact suivi par l'huile essentielle du romarin, de l'origan et de l'extrait aqueux d'ortie.

Kemassi (2011), stipule que l'extrait acétonique foliaire brut de *Cleome arabica* L. semble avoir un effet très hautement significatif sur la prise de nourriture des larves du cinquième stade et des individus adultes de *Schistocerca gregaria* (**Forssakam, 1775**).

Des travaux effectués par **Mwaiko (1992)**, et par **Mwaiko et Savaeli (1994)** et **Chansang et al.,(2005)** ont rapporté que les extraits de *Citrus* possèdent un bon potentiel larvicide contre les culicidés (notamment contre *Aedes albopictus*) (Diptera : Culicidae).

Les résultats de l'évolution temporelle de la fécondité des populations d'*Aphis fabae* sous l'influence des doses de l'huile essentielle formulée de *Citrus aurantium* administrées par applications foliaire et racinaire ont montré que les deux modes affichent un effet répressif par rapport au témoin. En effet, on constate que la double dose racinaire (DD-R) a montré une

Chapitre V : Discussion générale

régression importante de la fécondité par rapport aux autres doses et au témoin.

La réduction de la fécondité sous l'effet de traitements est due probablement à une stratégie évolutive de l'espèce face à un stress causé par l'application du bioproduit. En effet, selon la théorie d'allocation du sujet énergétique, les femelles consacrent leur énergie dans la dégradation de la matière du principe actif au détriment du développement ovarien. Cette hypothèse trouve son appui dans les travaux effectués par plusieurs auteurs, qui ont mis en évidence l'action des huiles essentielles sur le paramètre démographique de certains ravageurs. La réduction de la fécondité des femelles résulte de la réduction de la longévité des adultes (**Goucem, 2014**).

Selon Kellouche et Soltani (2004), la réduction de la fécondité n'est pas seulement liée à la période de ponte ou de survie des femelles adultes, mais elle peut être également le résultat d'une perturbation du processus de vitellogenèse.

Huignard (1969) et Pouzat (1978) ont montré que des modifications dans l'environnement des sites de ponte peuvent conduire au blocage de l'oogenèse et la rétention des œufs dans les oviductes ainsi les huiles essentielles par leurs substances volatiles, pourraient masquer l'action des odeurs stimulatrices émises par les plantes.

Bouchikhi (2011) a montré que l'huile essentielle de *Thymus capitatus* est efficace sur la ponte des femelles d'*Acanthocolides obtectus* qui provoque une forte réduction de la fécondité.

L'huile essentielle formulée du bigaradier a eu un effet répressif sur la fécondité du puceron noir de la fève. (**Balhadi et al., 2015**).

Liste des tableaux

Tableau 1 : ANOVA One-way appliqué à l'évolution temporelle des densités d' <i>Aphis fabae</i> après l'application du traitement par voie foliaire.....	37
Tableau 2 : la comparaison entre les deux doses appliquées par voie foliaire et le témoin par le test de Tukey.....	38
Tableau 3 : ANOVA One-way appliqué à l'évolution temporelle des densités d' <i>Aphis fabae</i> après l'application du traitement par voie foliaire.....	38
Tableau 4 : Comparaison par le test de Tukey entre les doses et le témoin des traitements appliqués par voie racinaire.....	39
Tableau 5 : ANOVA One-way appliquée à l'évolution temporelle des densités d' <i>Aphis fabae</i> sous l'effet des doses des deux modes d'application.....	39
Tableau 6 : Comparaison entre les deux modes d'application du bioproduit et le témoin sous l'effet des doses par le test de Tukey.....	40
Tableau 7 : test one way anova appliqué sur les populations résiduelles des différentes formes biologiques sous l'effet des doses appliquées par différents modes d'application.....	48
Tableau 8 : Test de Tukey appliqué sur les populations résiduelles des différentes formes biologiques sous l'effet des doses appliquées par différents modes d'application.....	49
Tableau 9 : tableau récapitulatif des principaux résultats.....	53

Liste des figures

Figure 1 :	Schéma des différents stades phenologique de la fève	5
Figure 2:	taches chocolat de la fève	6
Figure 3:	Anthraxnose de la fève	7
Figure 4 :	forme aptère d' <i>Aphis fabae</i>	9
Figure 5 :	forme ailée d' <i>Aphis fabae</i>	10
Figure 6 :	les colonies de puceron sur la fève	11
Figure 7 :	schéma du principe de l'extraction par entraînement à vapeur d'eau	19
Figure 8 :	schéma représentatif de la méthode' de L'expression.....	20
Figure 9 :	Extraction par solvant	21
Figure 10:	plante de bigaradier	24
Figure 11:	semis des graines dans des alvéoles	28
Figure 12:	transplantation des plantules et dispositif expérimentale (A : levée, B : plantule de fève au stade quatre feuille et C : transplantation des plantules de la fève).....	29
Figure 13 :	Infestation artificielle des plantes par des fragments infestée par puceron noir de la fève	30
Figure 14 :	Résultats d'extraction des feuilles de bigaradier (a : huile essentielle, b : hydrolat)	31
Figure 15:	Schéma représentant le choix des blocs dans la serre.....	33
Figure 16:	Schéma récapitulatif du suivie de l'étude.....	34
Figure 17 :	Estimation temporelle de la densité des populations d' <i>Aphis fabae</i> sous l'effet de l'huile essentielle formulée de <i>Citrus aurantium</i> par différents modes d'administration..	36
Figure 18:	L'évolution temporelle des populations résiduelles.	

	d' <i>Aphis fabae</i> sous l'effet des doses de l'huile essentielle formulée de <i>Citrus aurantium</i> , par différents mode d'administration.....	40
Figure 19:	Evolution temporelle des populations résiduelles des stades larvaires (L1-L2) d' <i>Aphis fabae</i> sous l'influence des doses de l'huile essentielle formulée de <i>Citrus aurantium</i> , par différents modes d'administration....	42
Figure 20:	Evolution temporelle des populations résiduelles des larves (L3-L4) d' <i>Aphis fabae</i> sous l'influence des doses de l'huile essentielle formulée de <i>Citrus aurantium</i> , par différents modes d'administration.....	43
Figure 21:	Evolution temporelle des populations résiduelles des Nymphes d' <i>Aphis fabae</i> sous l'influence des doses d'huile essentielle formulée de <i>Citrus aurantium</i> , par différents mode d'administration.....	44
Figure 22:	Evolution temporelle des populations résiduelles des adultes aptères d' <i>Aphis fabae</i> sous l'influence des doses de l'huile essentielle formulée de <i>Citrus aurantium</i> par différents modes d'administration.....	45
Figure 23:	Evolution temporelle des populations résiduelles des adultes ailés d' <i>Aphis fabae</i> sous l'influence des doses de l'huile essentielle formulée de <i>Citrus aurantium</i> par différents modes d'administration.....	46
Figure24 :	Evolution temporelle de la fécondité d' <i>Aphis fabae</i> sous l'influence des doses de l'huile essentielle formulée de <i>Citrus aurantium</i> par différents modes d'administration...	50

Introduction générale

Chapitre I:
**La plante hôte (*Vicia fabae*) et
ses bioagresseurs**

Chapitre II :

Les biopesticides

Chapitre III :

Matériel et méthodes

Chapitre IV :

Résultats et interprétations

Conclusion et perspectives

Les références bibliographiques

Chapitre V :

Discussion générale

Introduction générale

Les légumineuses alimentaires occupent une part importante des travaux accomplis dans des domaines aussi divers que la phytopathologie, la physiologie, la nutrition et la sélection variétale (**Baudoin, 2001**).

Les légumineuses, caractérisées par leur capacité à fixer l'azote atmosphérique présentent un double intérêt. D'un point de vue agro-environnemental, elles ne nécessitent aucune fertilisation azotée et contribuent naturellement à enrichir le sol en azote. En se substituant aux engrais de synthèse, elles évitent ainsi les pollutions liées à leur fabrication, leur transport et leur épandage. D'un point de vue alimentaire, elles constituent des sources importantes de protéines à la fois pour les hommes et les animaux d'élevage. (**Cavaillès et al., 2009**).

En Algérie, la culture des légumineuses alimentaires a un intérêt national car leurs grains constituent une source protéique de qualité et à bas prix pour une large couche de la population. (**Boudjenouia, 2003**).

La fève, *Vicia fabae* est cultivée dans nos systèmes agraires depuis longtemps dans différentes zones agro-écologiques du pays. En Algérie, elle est la plus cultivée parmi les légumineuses alimentaires, avec 58.000 hectares soit 44,3 % de la superficie totale réservée à cette catégorie de cultures. Sa production moyenne annuelle est de 254.000 quintaux au cours de la période 1981 - 1990 (**Maatougui, 1996**).

En plus des contraintes abiotiques (froid, gelées, chaleurs et salinité), cette culture est exposée aux effets néfastes des adventices, des maladies fongiques et virales, des nématodes et enfin des insectes (**Maatougui, 1996**).

Parmi les insectes inféodés à la fève, les pucerons occupent une place très particulière (**Fouarge, 1990**). Ils sont considérés aujourd'hui parmi les insectes ravageurs les plus importants qui induisent des pertes économiques notables. Ils provoquent des dommages de deux types. Les dégâts directs correspondent à de multitudes prises de nourriture, ce qui engendre un affaiblissement de la plante, l'avortement des fleurs, l'enroulement et la chute des feuilles réduisant la surface photosynthétique et le dessèchement des

Introduction générale

pousses (**Delorme, 1997**). Les ravages indirects interviennent d'une part par l'installation du champignon *Fumago spp*, qui induit la formation d'une couche de fumagine, sur le miellat expulsé par les pucerons et d'autre part par la transmission de phytovirus (**Leclant, 1982**).

La lutte chimique contre les pucerons pose souvent des problèmes du fait que ces insectes se fixent généralement à la face inférieure des feuilles et qu'ils sont difficiles à atteindre par les traitements. (**Sauvion, 1995**).

L'usage très répandu de ces pesticides a entraîné l'apparition de formes de résistance chez les insectes traités. Les recherches de moyens de limitation de l'utilisation de ces insecticides dangereux prennent de plus en plus d'importance. A cet effet, de nombreux travaux récents se sont penchés sur la recherche de substances ayant des pouvoirs insecticides et respectueux de la santé humaine et de l'environnement (**Leonard et al, 2004**).

Que ce soit dans les pays développés ou en voie de développement, les huiles essentielles détiennent actuellement une place importante dans les systèmes de lutte et leur rôle dans la recherche phytopharmaceutique dans certains pays du monde n'est plus à démontrer. Les substances d'origine naturelle et plus particulièrement les huiles essentielles représentent actuellement une solution alternative de lutte pour la protection des cultures (**Lahlou, 2004**).

Dans ce contexte, nous nous proposons d'étudier, au cours de ce travail l'effet bioinsecticide de l'huile essentielle formulée à base de bigaradier *Citrus aurantium* L. (1753) par différents modes d'application du bioproduit à savoir application foliaire et application racinaire sur la densité, la fécondité et la population résiduelle des différentes formes biologiques du puceron noir *Aphis fabae* Scopoli (1763).

Cependant, certaines questions hypothèses s'imposent à savoir :

- 1/quel serait l'effet de l'huile essentielle du bigaradier sur la fécondité, et la densité, la population résiduelle du puceron noir de la fève
- 2/quelle serait la meilleure méthode d'application du bioproduit
- 3/quelle serait la dose la plus efficace pour les deux traitements

1. Introduction

La fève est une légumineuse dont la culture est d'origine méditerranéenne. Elle est aujourd'hui parmi les plantes légumières les plus cultivées dans le monde. Sa culture dans les pays du bassin méditerranéen représente presque 25% de la surface totale cultivée (**Saxena ,1991**).

Cette légumineuse constitue une source de protéines importante pour l'alimentation de l'homme et celle des animaux d'une part, et permet une économie de la fertilisation azotée en raison de ses propriétés fixatrices d'azote atmosphérique d'autre part. (**Al Mohandes Dridi et al., 2011**).

1.1. Classification de *Vicia fabae* Scopoli. (1763).

Selon (**Leroy,1982**), *Vicia fabae* appartient à l'embranchement des Spermaphytes, au sous embranchement des Angiospermes, à la classe des Dicotylédones, et sous classe des Rosales, à l'Ordre des Rosales, à la famille des (légumineuses) Fabacées, la sous famille des Papilionacées, la tribu des Viciées, le Genre *Vicia*, espèce *Vicia fabae* (**Saidiki et al .,1998**).

1.2 Exigences de la culture :

D'après **Chaux et al .,(1994)**, la fève supporte les faibles gelées ne dépassant pas -3°C , les fortes chaleurs au dessus de $22-25^{\circ}\text{C}$ de moyenne journalière. Ses besoins en eau sont élevés, ils sont généralement satisfaits dans la première phase de la culture par les réserves en eau du sol et la pluviométrie. En revanche, des irrigations doivent pouvoir être pratiquées, si nécessaire lors de la formation et du développement des gousses. Elle ne présente pas d'exigences spécifiques au regard de la nature des sols pour peu que ceux-ci soient sains, suffisamment profonds et sans excès de calcaire. Pour les cultures hivernantes et de première saison tirent profit de sols plutôt légers (sablo-argileux humifères), elle pousse bien dans les sols dont le PH varie de 6 à 7 et s'accommode occasionnellement aux sols pauvres, mais donnent de bien meilleurs résultats dans les terrain fertiles et bien drainés (**Nathan et al.,1981**). Ses besoins en azote sont très réduits en

Chapitre I: la plante hôte (*Vicia fabae*) et ses bioagresseurs

égard à la capacité de la plante d'utiliser l'azote atmosphérique par l'intermédiaire des bactéries fixatrices d'azote. (**Chaux et al ., 1994**).

1.3. Cycle phénologique

D'après **Sadiki, (1998)**, le cycle de développement de la fève passe par différents stades phénologiques :

-Stade levée : apparition des premières paires de feuilles et les lignes de semis sont nettement visibles

-Stade deux feuilles : l'apparition des deux paires de folioles

-Stade quatre à cinq feuilles : formation de quatre à cinq paires de folioles

-Début de la floraison :apparition des bouquets floraux

-Stade de pleine floraison :début de la formation des gousses plates ainsi que la présence des fleurs

-Fin de la floraison : c'est le grossissement des gousses-Enfin le stade de maturité.

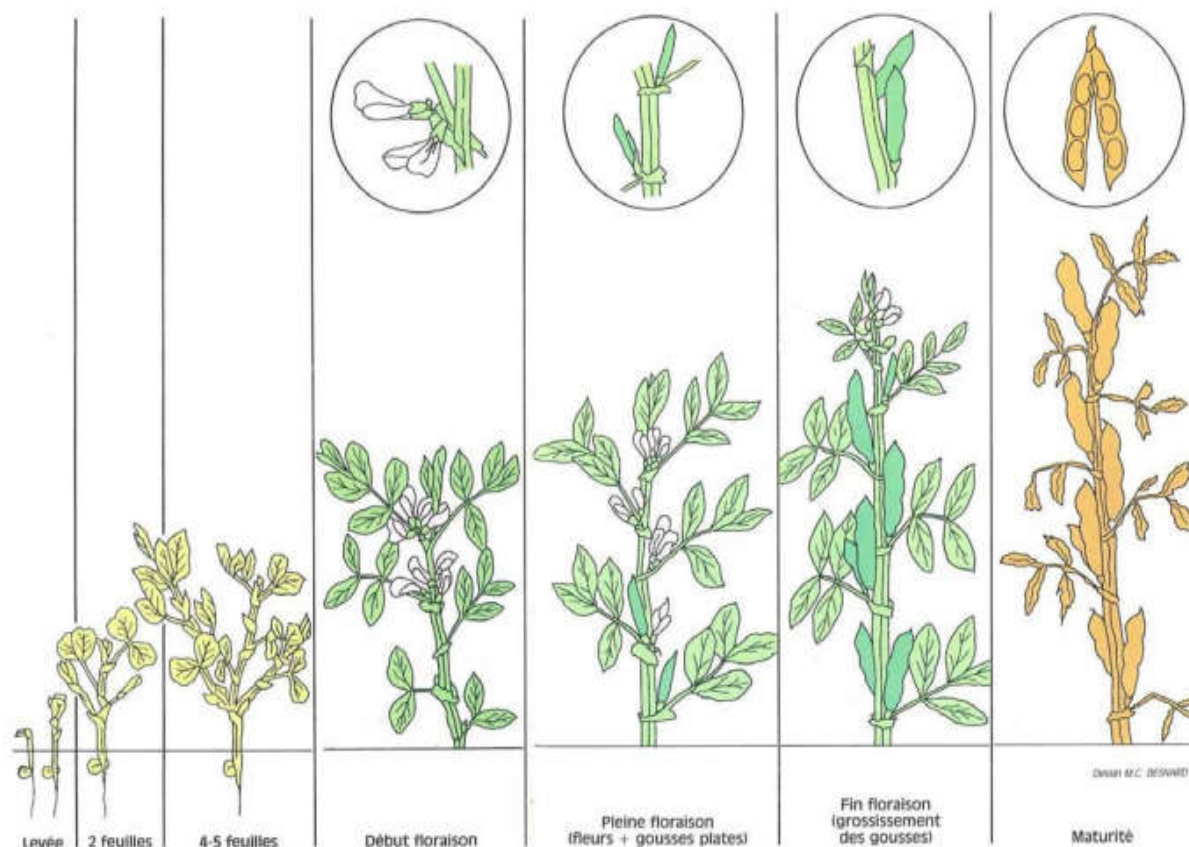


Figure 1 : Schéma des différents stades phénologiques de la fève (Simonneau et al., 2012).

1.4. Les bioagresseurs de la fève

1.4.1. Les Maladies

1.4.1.1. Mildiou de fève

Le champignon responsable de cette maladie est *Peronospora vicia*. Il provoque une décoloration jaunâtre à la face supérieure des feuilles liée à la présence d'un feutrage blanc gris à la face intérieure, les attaques précoces de mildiou entraînent le nanisme des plantes, ainsi qu'une déformation des tiges et des pétioles (Chaux et al., 1994).

1.4.1.2. Taches brunes ou chocolat de la fève

La maladie des taches chocolat causée par *Botrytis fabae* est responsable d'importants dégâts sur la culture de fève (*Vicia fabae*) (Bouhassan et al., 2007). Cette maladie se manifeste, au début, sous forme

Chapitre I: la plante hôte (*Vicia fabae*) et ses bioagresseurs

de points de couleur brun rouge et de très petites taches circulaires brun clair entourées par une bordure rougeâtre, principalement sur les feuilles et moins fréquemment sur les tiges, la maladie entre dans une phase «agressive» dans laquelle les taches deviennent des lésions coalescentes évoluant ensuite en pourriture brun foncé.(**Bouزيد ,2008**).



Figure 2: Taches chocolat de la fève (Simonneau et al., 2011).

1.4.1.3. Anthracnose ou brûlure de la fève

Elle est causée par Le champignon *Ascochyta fabae*, cette maladie provoque sur les feuilles des taches plus ou moins irrégulières, d'abord de couleur brun foncé qui tournent ensuite vers le gris clair au centre entouré d'une marge plus foncée. Lorsque l'attaque est importante, les taches deviennent coalescentes. Ces taches apparaissent aussi sur tiges et gousses. Elles sont comparables à celles des feuilles mais généralement elles se creusent dans le tissu. Les graines peuvent également être atteintes. Une abondante ponctuation noire, souvent en cercles concentriques, apparaît au milieu de ces taches; ce sont les pycnides formées par l'anamorphe. (**Bouزيد ,2008**).



Figure 3: Anthracnose de la fève (Arvalis, 2010).

1.4.1.4. Rouille de la fève

Elle est provoquée par Le champignon *Uromyces viciae-fabae*, maladie généralement tardive puisque la température est de 20c. **(Moreau et Leteinturier, 1997)**, cette maladie se caractérise par la formation sur les feuilles, de petites pustules d'abord ayant une couleur blanc rose, puis après éclatement de l'épiderme de la plante hôte, elles prennent une couleur brun roux. **(Bouزيد, 2008)**.

1.4.1.5. La cecosporiose

Cette maladie est due à *Cercospora zonata* ; ce champignon se développe par temps chaud et humide et ses spores assurent la dissémination de la maladie **(Bertenbreiter et al., 1995)**.

1.4.2. Les ravageurs de la fève

1.4.2.1. Thrips (*Thrips angusticeps*).

Le thrips pique le végétal pour se nourrir, et de ce fait, il injecte à la plante une salive toxique. Les plantes initient alors de nombreuses ramifications qui sont chétives et naines. Les feuilles sont gaufrées avec des taches jaunes ou brunes **(Simonneau et al., 2012)**.

Chapitre I: la plante hôte (*Vicia fabae*) et ses bioagresseurs

1.4.2.2. Lixes poudreux des fèves (*Lixux algerus*),

Ce charançon curculionidé provoque l'affaiblissement de la plante, la réduction du poids moyen des graines ainsi que le dessèchement précoce et la diminution du rendement (**Maoui et al., 1990**).

1.4.2.3. *Bruchus rufimanus*

Selon **Kergoat (2004)**, les bruches sont des Coléoptères de petite taille (4mm en moyenne, mais certaines espèces peuvent atteindre 25mm) qui présentent un cycle biologique annuel strictement dépendant de celui de leur plante hôte *Vicia fabae*. Son activité reproductrice, contrairement aux bruches polyvoltines inféodées aux denrées stockées, est limitée à la période de végétation et de fructification de la fève (**Medjdoub-Bensaad et al., 2015**) et diminue sa valeur commerciale (**Leppik et al., 2015**).

1.4.2.4. Puceron vert (*Acyrtosiphon pisum*)

Puceron de grande taille 3 à 6 mm, allongé, à appendices longs, de couleur vert clair parfois rose, brillant, aux yeux rouges. Antennes aussi longues que le corps, queue longue et effilée. Il se caractérise par sa faculté à se laisser tomber au sol au moindre mouvement des plantes (**Simonneau et al., 2012**), Il compromet toute la récolte lorsque l'infestation survient avant la floraison. Il pompe la sève et cause des pertes de rendement non négligeables et peut même transmettre des virus pouvant atteindre la plante entière (**Bouhachem, 2002**).

1.4.2.5. *Megouria vicia*

Grand puceron vert aux extrémités noires, il attaque les fabacées et plus particulièrement la culture de fève (**Hulle et al., 1999**).

1.4.2.6. puceron noir : *Aphis fabae* Scop.(1763).

Puceron noir de la fève *Aphis fabae* est un puceron piqueur suceur qui vit en colonies compactes, à l'extrémité des plantes (**Hmadache, 2003**) ; c'est l'une des espèces les plus polyphages qui soit : il peut évoluer sur plus de 200 plantes parmi lesquelles la betterave, la fève, la féverole, le haricot, la pomme de terre ainsi que certaines cultures florales et ornementales. (**Fabienne et al., 2013**).

1.5. Présentation d'*Aphis fabae* Scop. (1763).

1.5.1. Description d'*Aphis fabae* Scop. (1763).

1.5.1.1. La forme aptère

L'adulte est aptère avec un corps trapu d'environ 2 mm de long, de couleur noir à brun-noirâtre ou vert-noirâtre, présentant souvent des taches de cire blanchâtres sur l'abdomen, les antennes plus courtes que les corps, cornicules foncées assez court, cauda mousse, digitiforme (**Alford, 2012**).



Figure 4 : forme aptère d'*Aphis fabae* Scop.(1763) (Godinet et al.,2002).

1.5.1.2. La forme ailée

D'après **Hullè et al,(1999)**, la forme ailée d'*Aphis fabae* Scop. (1763), est plus allongée que l'aptere de couleur sombre avec des antennes courtes, d'environ les deux tiers de la longueur du corps. Le troisième article antennaire porte un grand nombre de sensoria secondaires disposés irrégulièrement, l'abdomen est souvent orné de bandes pigmentées à contour irrégulier mais jamais fusionnées pour former une plaque (**Leclant, 1999**).



Figure 5 : forme ailée d'*Aphis fabae* Scop.(1763). (Godinet *al.*,2002).

1.5. 2.Les plante hôtes :

Ce puceron est très polyphage. Il peut vivre sur plus de 200 plantes hôtes. Les hôtes primaires sont principalement des arbustes : Fusain d'Europe (*Euonymus europaeus*), la boule de neige (*Viburnum opulus*) et seringat (*Philadelphus coronarius*). Ses plantes hôtes secondaires peuvent appartenir aux Fabacées, Chénopodiacées, Astéracées, Brassicacées, Solanacées, ainsi que diverses cultures florales et ornementales (**Hulle et *al.*, 1999**).

1.5. 3.Cycle biologique

D'après **Hulle et *al.*(1999)**, *Aphis fabae* Scopoli.(1763), est holocyclique doecique en Europe, dans les régions à climat méditerranéen ; Il alterne son développement entre son hôte primaire, en général le Fusain, et ses hôtes secondaires, des plantes herbacées appartenant à de très nombreuses familles botaniques. Dès le mois de mars, après l'éclosion des œufs d'hiver, plusieurs générations parthénogénétiques se développent sur l'hôte primaire. La proportion d'ailés augmente alors au sein des colonies. Les premiers ailés s'observent au cours du mois d'avril. Ces individus seront à l'origine de colonies en manchons parfois très denses sur les plantes hôtes secondaires sauvages et cultivées. Les ailés impliqués dans la reproduction sexuée apparaissent à l'automne et regagnent l'hôte primaire. La fécondation

Chapitre I: la plante hôte (*Vicia fabae*) et ses bioagresseurs

et la ponte intervenant au courant du mois d'octobre. La reproduction sexuée n'est pas toujours obligatoire chez ce puceron. Dans les régions à climat doux, comme en Afrique du nord et les régions tropicales, les populations peuvent se maintenir tout l'hiver sur des hôtes secondaires en continuant à se multiplier par parthénogenèse.

Aphis fabae Scop. (1763), présente plusieurs générations par an en Algérie. L'espèce est anholocyclique dans la région de la Mitidja. Les femelles parthénogénétiques ont été observées en hiver sur Oxalis à **Chebli (Aron,1985)**.

1.5.4. Les dégâts

La présence de pucerons sur les plantes maraîchères est un problème fréquent. Les pucerons affaiblissent la plante en prélevant de la sève et peuvent provoquer ainsi des maladies (vecteurs de virus). **(Ronzon, 2006)**.

1.5.4.1. Les dégâts directs

Aphis fabae occasionne des dégâts directs importants dus à la densité des colonies formées. Les prélèvements de sève pour se nourrir provoquent un flétrissement des plantes, une moindre croissance. **(Boizet et al., 2013)**, et un avortement des fleurs, éclatement des gousses fortement attaquées' **(Chaux et Foury 1994)**, ainsi qu'une déformation et une décoloration des tissus végétaux. **(Boizet et al., 2013)**. Les récoltes des légumes seront amoindries par la présence de cet encombrant parasite **(Magali ,2007)**.



Figure 6 : Colonies de puceron noir sur la fève (Simonneau et al., 2012).

1.5.4.2. Les dégâts indirects

1.5.4.2.1. Formation de miellat et fumagine

Les aphides prélèvent la sève pour satisfaire leurs besoins nutritionnels en hydrates de carbone et en acides aminés (**Leroy et al., 2009**). Le produit de digestion très riche en sucres divers, est rejeté à l'extérieure sous forme des gouttelettes c'est le miellat, sur ce milieu de culture très favorable se développent ensuite des champignons saprophytes provoquant des fumagines qui entravent la respiration et l'assimilation chlorophyllienne qui souillent les parties consommables (fruit par exemple) (**Moreau et Leteinturier ,1997**).

1.5.4.2.2. Transmission de virus :

Le puceron, lors des comportements de recherche, rencontre une plante (plante hôte ou plante non hôte). Dans tous les cas, il essaie de reconnaître s'il s'agit d'une plante hôte par un enchainement de fonction alimentaire, si la plante est infestée par un virus, le puceron peut alors acquérir le virus.

Aphis fabae est capable de transmettre plus de 30 virus pathogènes de plantes. Entre autres il transmet le *Beet Yellow Net Virus* (BYNV), *Potato Leaf Roll Virus* (PLRV) de et le *Beet Yellow Virus* (BYV), de manière persistante, et le *Beet Mosaic Virus* (BtMV), en non persistant. (**INRA.2014**).

1.5.5. Moyens de lutte contre le puceron noir

1.5.5. 1. La lutte phytosanitaire

Elle est basée sur l'utilisation de produits phytosanitaires pour tuer les organismes nuisibles des cultures ; dans le cas du puceron on utilise les aphicides (**Jourdeuil, 1979**). Le seuil d'interventions sur pucerons noirs dépend du produit utilisé : pour un produit composé d'une pyréthrianoïde seule, le seuil est de 10 % de tiges avec un manchon; pour un produit composé de pyrimicarbe seul, le seuil est de 20 % de tiges avec un manchon. (**Boizet et al., 2013**).

1.5.5.2. La lutte préventive

Elle est fondée sur l'utilisation de différents moyens notamment contrôler la qualité sanitaire des plants avant et durant leur introduction dans l'abri,

produire les plants dans un abri insect-proof, installer des toiles insect-proof aux ouvertures des abris, désherber la serre et ses abords (**Anonyme, 2014**).

Aussi, on peut utiliser les méthodes culturales comme la rotation, l'épandage d'engrais, l'assainissement et l'ensemencement (par exemple : qualité, densité, temps et profondeur de semis) afin de réduire la vulnérabilité de la culture au ravageur (**Hilliard et Reedyk 2003**).

1.5.5.3. La lutte biotechnique

Elle repose sur le comportement des insectes qui sont attirés par des attractifs olfactifs : Attractifs alimentaires, de ponte et sexuels (phéromones, paraphéromones) traitements par taches, confusion sexuelle, ou Attractifs visuels : couleur, forme, rayons (UV), pièges colorés et pièges lumineux (**Ryckewaert, 2004**).

1.5.5.4. La lutte physique

Elle consiste à produire une augmentation de la température qui perturbe les pucerons mais ne nuit pas à la plante. Le choc thermique qu'on provoque par la fermeture des ouvrants de la serre, pendant quelques heures (3h) est très efficace. Dans ces conditions il peut y avoir une élévation de température jusqu'à 45°C qui peut entraîner la mort de près de 90% des populations des stades jeunes de pucerons sans porter préjudice à la culture (**Jourdheuil, 1979**).

1.5.5.5. La lutte biologique

Dupriez et De Leener, (1987), estime que la lutte biologique contre les ravageurs d'une culture est celle qui utilise les parasites ou les prédateurs de ces ravageurs en vue de diminuer leurs dégâts. Elle est pratiquée soit directement en introduisant dans les champs les ennemis du ravageur ou bien indirectement, par l'aménagement du milieu de culture de telle sorte qu'il

Chapitre I: la plante hôte (*Vicia fabae*) et ses bioagresseurs

accueille le plus grand nombre possible d'ennemis comme les coccinelles (*Coccinella septempunctata*), Les carabiques (*Subfam. Lachnophoridae*), Les staphylins (*Staphylinus olens*) et Les cantharides (*Lytta vesicatoria*) (**Ronzon , 2006**).

Matériel et méthodes

1. Objectif

L'objectif de notre travail consiste à estimer l'efficacité d'un bioproduit formulé à base d'huile essentielle de bigaradier (*Citrus aurantium L*) par différents modes d'administration sur la population du puceron noir de la fève *Aphis fabae (scopoli1763)*.

2. Présentation du site d'étude

La réalisation de notre étude a commencé en premier lieu au laboratoire de phytopharmacie appliquée situé au niveau du département d'agronomie par l'extraction de l'huile essentielle du Bigaradier (*Citrus aurantium*) puis en second lieu par des essais de traitements pour l'estimation de l'activité biocide du bioproduit formulé sur le puceron noir de la fève *Aphis fabae* sous abri serre situé au niveau de la station expérimentale de la faculté des Sciences de la nature et de la vie de l'Université de Blida1 (Fig. 10). L'expérimentation a débuté vers la fin février et a été suivie durant une période de trois mois.

3. Matériel biologique

3.1. Préparation du matériel végétal

Les graines de *Vicia fabae major* L. ont été mises à imbiber pendant vingt-quatre heures dans l'eau puis dans des alvéoles noires contenant de la tourbe. Cinq plaques contenant chacune 82 alvéoles ont été utilisées.



Figure 11: semis des graines dans des alvéoles (Originale, 2016).

Après la levée et au stade quatre feuilles, 198 plantules ont été transplantées dans des sachets en plastique. Ces derniers ont été placés sous serre sur un paillage plastique noir. La profondeur de semis est fixée à 5 cm. L'espacement est de 40 cm entre les lignes et de 20 cm entre les plants (Fig.12). La culture est conduite sans aucun traitement insecticide et sans fertilisation.

Durant toute la période de l'essai, une température oscillant entre 24 et 37°C avec une humidité relative de l'air de 75 à 89% ont été enregistrées. Les plantules seront irriguées régulièrement selon les besoins de la culture.



Figure 12: transplantation des plantules et dispositif expérimental (A : levée, B : plantule de la fève au stade quatre feuilles et C : transplantation des plantules de la fève) (Originale, 2016).

3.2. Obtention des populations infestantes du puceron noir de la fève

Au niveau de la serre, nous avons infesté artificiellement chaque plantule de fève par des fragments de fève portant des individus de puceron noir *Aphis fabae* récolté d'une pépinière située au niveau de la commune de Ouled Slama située à la daïra de Larabaa à l'est de la wilaya de Blida.



Figure 13 : Infestation artificielle des plantules par des fragments infestés de puceron noir de la fève (Originale, 2016)

3.3. Extraction de l'huile essentielle de bigaradier

Les feuilles de bigaradier ont été récoltées des vergers d'agrumes situés au niveau de la commune de Bougara entre le 29/01/2016 et le 22/02/2016.

Cette étape relative à l'extraction de l'huile essentielle a été réalisée par la méthode de distillation à la vapeur d'eau (hydrodistillation) qui consiste à découper, peser, puis macérer le végétal. Dans un ballon mis en chauffage, on place 500g de feuilles fraîches de bigaradier avec 4L d'eau, le tout est ensuite porté à ébullition. La vapeur d'eau est refroidie dans un réfrigérant pour former une condensation. La vapeur condensée constitue un mélange d'eau et de l'huile essentielle. Celui-ci est recueilli dans une burette graduée dont on observe : l'huile essentielle flotter à la surface de l'hydrolat. Cette séparation est due à une différence de densité d'où l'huile essentielle est plus légère que l'eau. La phase organique est récupérée et conservée dans un tube opaque en verre et la phase minérale est récupérée dans un erlenmeyer (Fig. 14, a et b).

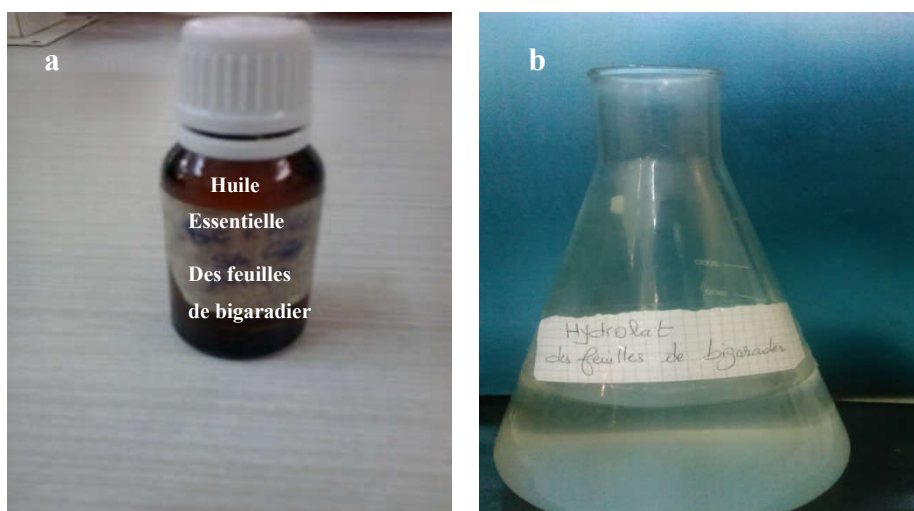


Figure 14 : Résultats d'extraction des feuille de bigaradier (a : Huile Essentielle, b : Hydrolat) (Originale, 2016)

3.4. Produit phytosanitaire utilisé

Dans ce travail, nous avons utilisé un bioproduit à base d'huile essentielle de bigaradier (*Citrus aurantium*) formulée à 10 % par Mr MOUSSAOUI du laboratoire de phytopharmacie applique constituant ainsi la solution mère à partir de laquelle des dilutions sont préparées comme suite pour estimer l'efficacité du bioproduit formulé sur le puceron noir de la fève :

La dose (D) : constituée de 0.5g de la solution mère dilué dans 1L d'eau courante représentant la dose complète

La double dose (DD) : constituée de 1g de la solution mère diluée dans 1 L d'eau courante.

Les doses utilisées sont les mêmes pour chaque mode d'administration.

5. Méthode d'étude :

5.1. Dispositif expérimental

Pour une collection homogène du matériel biologique, le protocole expérimental à été réparti en six blocs pour l'application des différents

Chapitre III: matériel et méthodes

traitements. Ces derniers sont basés sur l'apport d'une seule application foliaire du bioproduit formulé et testé à deux doses différentes qui sont respectivement: D (0.5g/L) et DD (1g/L), et deux applications racinaires a été apportés avec les mêmes doses au quatrième jour après le premier traitement.

Cependant, les différentes doses D et DD sont respectivement pulvérisées comme traitements aux blocs **A** et **B**, comparés à un bloc témoin **C** qui n'a subit aucun traitement mais uniquement pulvérisé à l'eau courante. Ces mêmes doses sont apportées comme traitements aux blocs **D** et **E**, comparés au bloc témoin **F** qui n'a subit aucun traitement mais uniquement irrigué à l'eau courante. Chacun de ces blocs est formé de 33 plants de fève. L'application foliaire à été réalisée par un pulvérisateur manuel alors que l'application racinaire à été réalisée par des gobelets afin d'administrer la même quantité de traitement à toutes les plantes de la fève.

Le suivi des populations d'*Aphis fabae* a été conduit sur une période de 11jours, soit un jour avant traitement et 10 jours après traitement.

Le protocole de l'étude est synthétisé par le schéma directeur ci dessous (Fig.15.16)

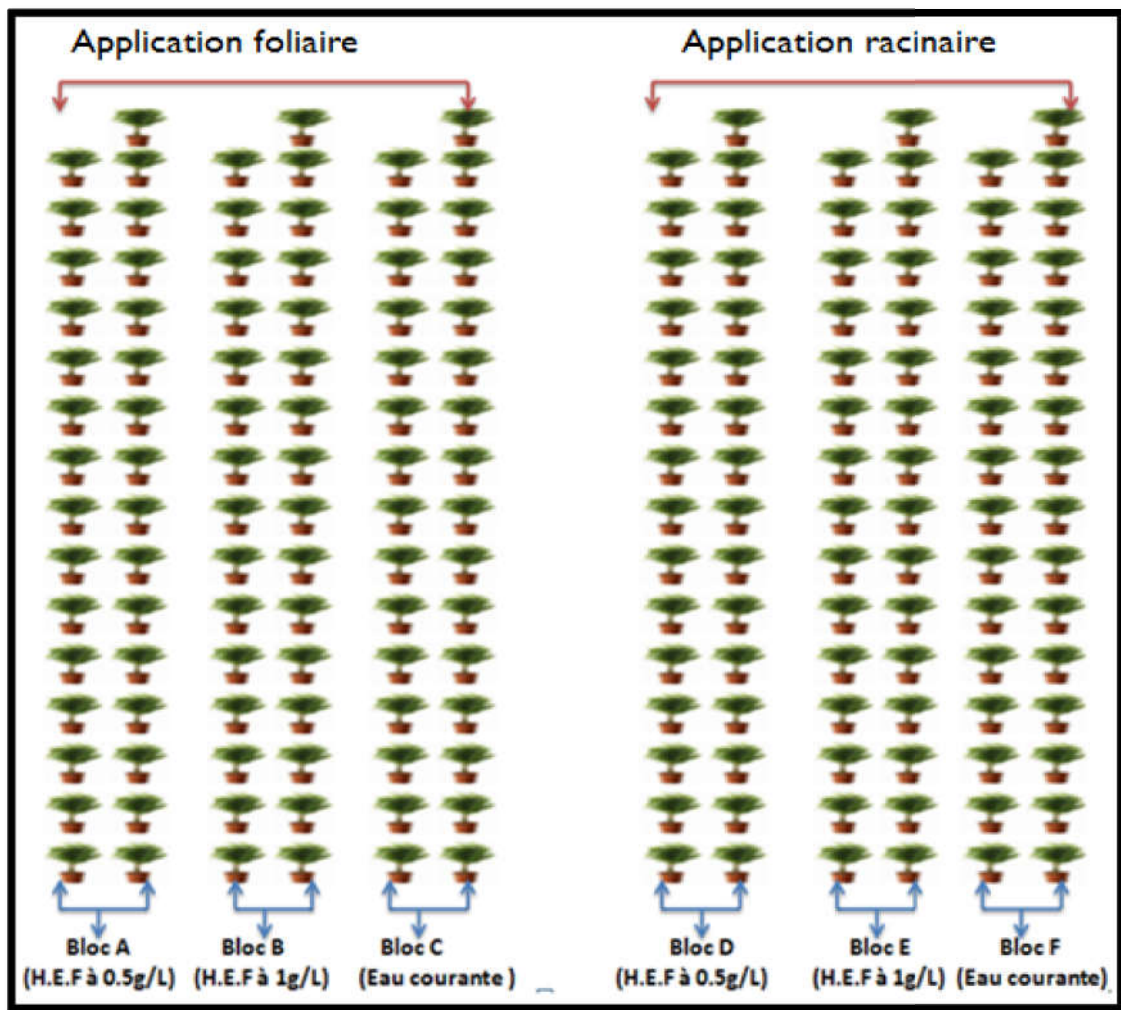


Figure 15: Schéma représentatif des blocs expérimentaux dans la serre.

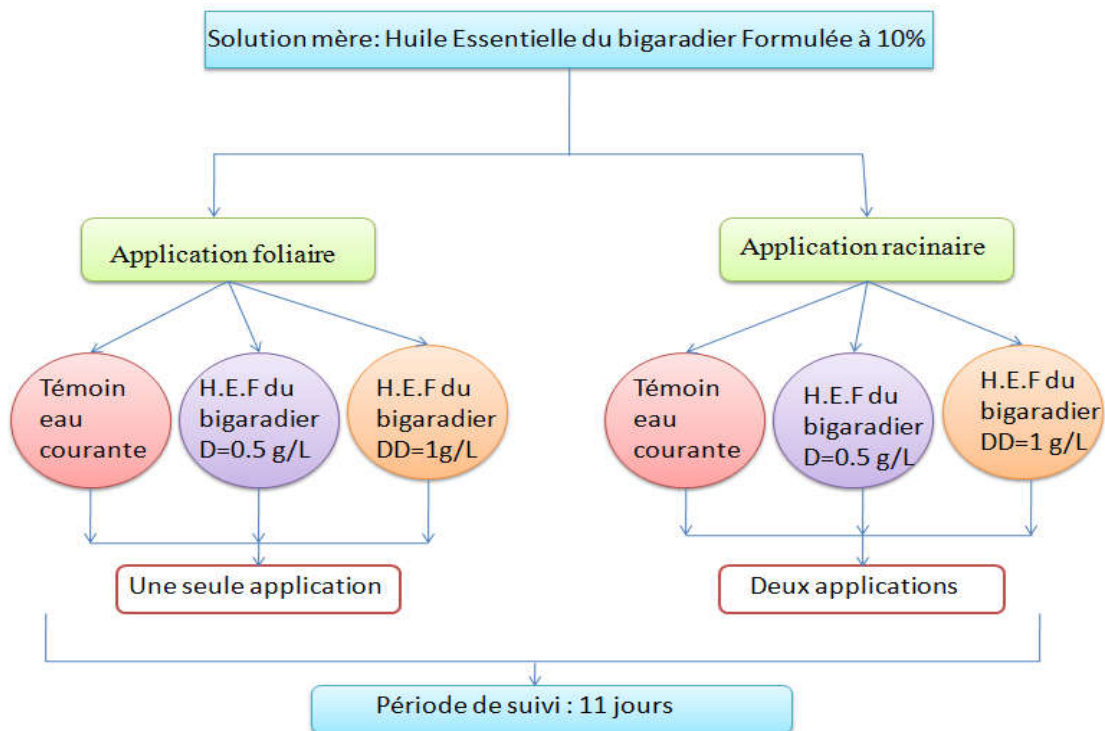


Figure 16: Schéma récapitulatif du suivi de l'étude.

5.2. Technique d'échantillonnage

La méthode consiste à prélever aléatoirement trois tiges de 20 cm de long de chaque bloc avant l'application des traitements puis renouveler les prélèvements après leur application dans le but de suivre l'incidence de ces derniers sur l'évolution du nombre de pucerons et leur densité. Par ailleurs les différentes formes biologiques seront estimées à savoir le nombre des jeunes larves (L1 et L2), des larves âgés (L3 et L4), les nymphes ainsi que des adultes ailés et aptères.

Pendant toute la période du suivi, les échantillonnages ont été réalisés à un intervalle de temps de 24 heures.

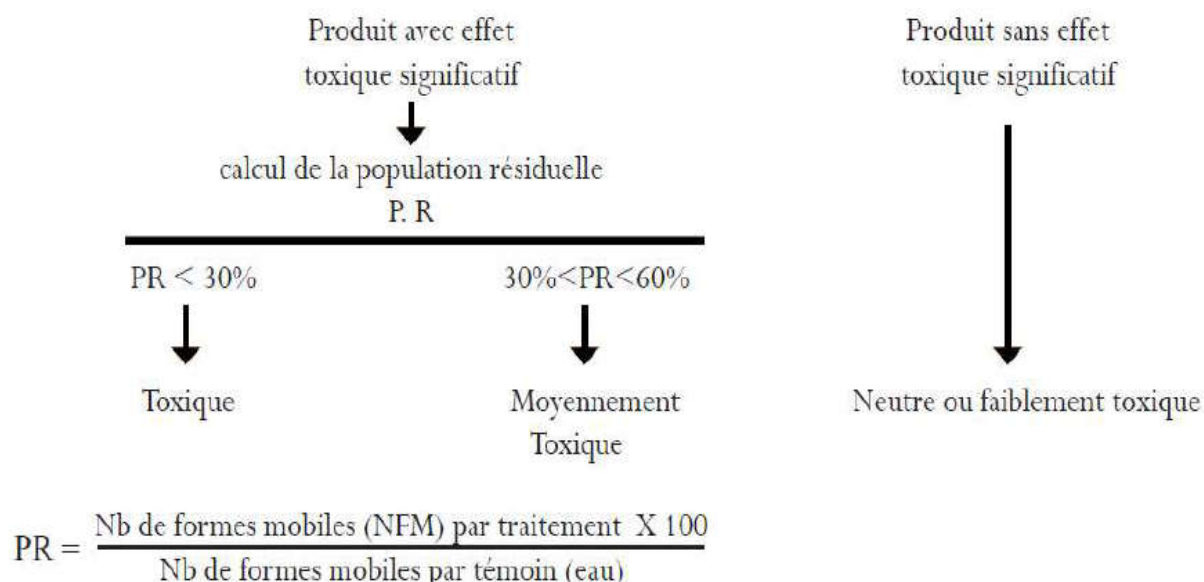
Pour la conservation des échantillons, les tiges sont placées dans des sachets transparents, étiquetés portant toutes les informations nécessaires (date de prélèvement, N° de plants, N° du bloc, ...etc.).

5.3. Dénombrement des populations de puceron noir de la fève

Au niveau du laboratoire de Zoologie du Département de biotechnologie et à laide d'une loupe binoculaire (G×40), nous avons identifié et dénombré les différentes formes biologiques d'*Aphis fabae* (les différents stades larvaires, nymphes, les adultes aptères et ailés)

5.4 Méthodes d'évaluation de la toxicité des huiles essentielles

L'effet des traitements appliqués a été estimé par la comparaison des populations résiduelles (P.R.) selon le Test de DUNNETT (Magali, 2009).



5.5. Analyses statistiques des données

Les données recueillies sur la densité et les populations résiduelles d'*Aphis fabae* ont fait l'objet d'analyse statistique. Les résultats, présentés sous forme de courbes, rejoignent le plus souvent des valeurs moyennes, ces derniers ont été réalisés par Excel.

Les tests d'one-way-ANOVA ont été adoptés pour estimer la densité et la population résiduelle du puceron noir de la fève au niveau des différents blocs expérimentaux. Les tests statistiques ont été réalisés par le logiciel PAST version 3.1 (Hammer et al., 2001).

Effects of Different Administration modes of the bitter orange essential oil on the toxicity of the black flat bean aphid

Lately, researchers have oriented their work towards a new method which is alternative to the chemical pest control being based on the use of vegetal extracts mainly the essential oils in the protection of plants. The present study tries to estimate the efficiency of a bioproduct being basically formulated by the bitter orange essential oil *Citrus aurantium* (1753) and administered through several modes (foliar and root area application) on the density of the different biological residual forms and the fertility of the flat bean black aphid *Aphis fabae scopoli*.

Compared to the control sample, the two application modes used at different doses (D=0.5 g/l and DD = 1g/l) have presented an insecticide effect reflected in a sharp decline of the aphid population.

The efficiency of the bitter orange essential oil doesn't depend only on the dose with which it's used, the higher it is, the more toxic it gets, but also on the application mode with which it is administered showing a shift in efficiency accordingly.

However, the double dose of the foliar treatment (DD-F = 1g/l) acted much more on the density of the aphid, contrary to the double dose applied to the root area (DD -R= 1g/l) which has left a more important effect on the rest of parameters being studied ie residual population (PR < 30 %) and the fertility.

Keywords : *Aphis fabae Scopoli*, bioformulation, *citrus aurantium*, essential oils, toxicity

Liste des abréviations

ANOVA : Analyse de la variance

°C : Degrée celcius

Cm : Centimètre

D : La dose de l'huile essentielle formulé (0.5g/l)

DD : Le double dose de l'huile essentielle formulé (1g/l)

DF : Dose d'application Foliaire de l'huile essentielle formulée (0.5g/l)

DD-F : Double Dose d'application Foliaire de l'huile essentielle (1g/l)

DR : Dose d'application Racinaire de l'huile essentielle formulée (0.5g/l)

DD-R : Double Dose d'application Racinaire de l'huile essentielle (1g/l)

DL50 : Dose létal qui tue 50% de population

Fig : figure

G : Gramme

HE : Huile essentielle

H : heure

ha : Hectare

J : jour

N° : Numéro

TF : Témoin d'application foliaire

TR : Témoin d'application racinaire

Chapitre IV : Résultats et interprétations

Ce chapitre est consacré à la présentation des résultats concernant l'effet toxique des différentes doses D(0.5g/L) et (DD 1g/L) d'une bioformulation à base d'huile essentielle de bigaradier *Citrus aurantium* administrée par différents modes à savoir par application foliaire et racinaire sur la densité, la fécondité et les populations résiduelles des formes biologiques du puceron noir de la fève *Aphis fabae*. Scop1763 dans le temps.

1. Estimation temporelle de l'activité biocide du bioproduit sous l'influence des doses par différents modes d'administration sur la densité, la fécondité et les populations résiduelles globale et des formes biologiques du puceron noir *Aphis fabae*

1.1. Estimation temporelle de l'activité biocide du bioproduit sous l'influence des doses par différents modes d'administration sur la densité du puceron noir *Aphis fabae*

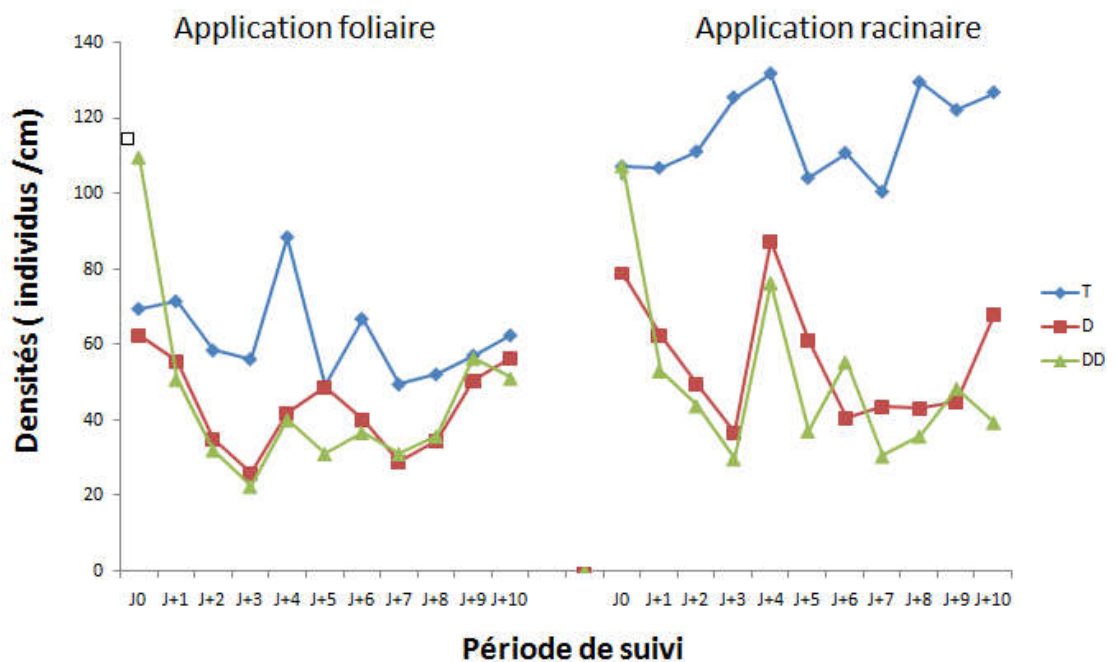


Figure 17 : Estimation temporelle de la densité des populations d'*Aphis fabae* sous l'effet des doses de l'huile essentielle formulée de *Citrus aurantium* par différents modes d'administration

Chapitre IV : Résultats et interprétations

Dans le but de mieux distinguer l'effet biocide du bioproduit formulé sous l'influence des doses par différents modes d'administration des traitements, nous avons tracé la courbe moyenne des traités qui a permis de dire que les deux modes d'application (foliaire et racinaire) ont enregistré un effet toxique appréciable sur la densité du puceron noir de la fève par rapport à celle du témoin en suivant la même trajectoire durant toute la période de suivi.

On constate que les différentes doses apportées par voie foliaire et voie racinaire ont montré la diminution la plus remarquable des densités des populations par rapport au témoin et cela au troisième jour après traitement, avec un meilleur résultat pour la double dose foliaire (DD-F) suivi par la double dose racinaire (DD-R), la dose foliaire (DF) et enfin la dose racinaire (DR) tout en signalant une reprise des densités vers la fin du suivi et cela pour les deux modes d'application. En revanche, une importante diminution de la densité des populations du puceron noir de la fève a été enregistrée après la deuxième application du traitement par voie racinaire qui a été réalisée 4 jours après le premier traitement.

Le recours au test one-way anova nous indique que le traitement foliaire qu'il soit appliqué en dose(DF) ou en double dose (DD-F) montre une différence significative (P : 0,02864) de la densité des populations par rapport au témoin.

Tableau 1 : ANOVA One-way appliqué à l'évolution temporelle des densités d'*Aphis fabae* après l'application du traitement par voie foliaire

	Source	DDL	Moyen des écarts	F-ration	P
Var-inter	22252,25	2	1126,12	4,009	0,02864
var-intra	8427,09	30	280,903	-	-
totale	10679	32		-	-

La comparaison par paires du test de Tukey sur la densité des populations nous informe qu'il y a une différence significative entre la simple

Chapitre IV : Résultats et interprétations

dose foliaire (DF) et le témoin ($p : 0,04094$) et une différence marginalement significative entre la double dose (DD-F) et le témoin ($P : 0,06666$).

Tableau 2 : la comparaison entre les deux doses appliquées par voie foliaire et le témoin par le test de Tukey

	TF	DF	DD-F
TF		0,04094	0,06666
DF	3,616		0,9726
DD-F	3,298	0,3178	

Le test one-way anova nous permet d'avancer que le traitement racinaire avec la simple dose (DR) ou la double dose (DD-R) présente une différence hautement significative ($P : 7,28E-10$) de la densité des populations obtenue par rapport au témoin.

Tableau 3 : ANOVA One-way appliqué à l'évolution temporelle des densités d'Aphis fabae après l'application du traitement par voie foliaire

	Source	DDL	Moyenne des écarts	F-ration	P
Var-inter	28955,3	2	14477,6	45,99	7,28E-14
var-intra	9443,07	30	314,769		
Totale	10679	32			

La comparaison par paires réalisée par le test de Tukey informe qu'il y a une différence très significative des densités des populations du puceron noir de la fève entre les deux doses du traitement par application racinaire (DR et DD-R) et le témoin avec une probabilité de ($p : 0,0001212$).

Chapitre IV : Résultats et interprétations

Tableau 4 : Comparaison par le test de Tukey entre les doses et le témoin des traitements appliqués par voie racinaire

	TR	DR	DD-R
TR		0,0001212	0,0001212
DR	11,22		0,7625
DD-R	12,21	0,997	

Les résultats relatifs au test one waya nova nous montre qu'il y a une différence hautement significative des densités du puceron noir entre les deux types de traitements foliaire et racinaire avec une valeur de $P=2,68E-14$.

Tableau 5: ANOVA One-way appliquée à l'évolution temporelle des densités d'*Aphis fabae* sous l'effet des doses des deux modes d'application :

	Source	DDL	Moyen des écarts	F-ration	P
Var-inter	40680,2	5	8136,05	27,32	2,68E-14
var-intra	17869,4	60	297,823		
totale	58549,6	65			

Le test de Tukey nous indique qu'il n'y a pas de différence significative entre les doses des traitements chez les deux modes d'application d'huile essentielle du bigaradier utilisées par contre on observe qu'il y a une différence hautement significative sur la densité des populations du puceron noir des différentes doses des deux modes d'application par rapport au témoin racinaire alors que pour le témoin foliaire, il n'y a aucune différence avec les doses mais cette dernière est hautement significative par rapport au témoin racinaire.

Chapitre IV : Résultats et interprétations

Tableau 6 : Comparaison entre les deux modes d'application du bioproduit et le témoin sous l'effet des doses par le test de Tukey :

	0	TF	TR	DF	DR	DD-F	DD-R
TF		0	0,000133	0,1457	0,966	0,2249	0,6481
TR		10,4	0	0,000133	0,000133	0,000133	0,000133
DF		3,512	13,91	0	0,5501	0,9999	0,93
DR		1,135	11,53	2,376	0	0,6895	0,9782
DD-F		3,203	13,6	0,3089	2,067	0	0,9765
DD-R		2,16	12,56	1,351	1,025	1,042	0

1.1. Estimation temporelle de l'activité biocide du bioproduit sous l'influence des doses par différents modes d'application sur la population résiduelle du puceron noir

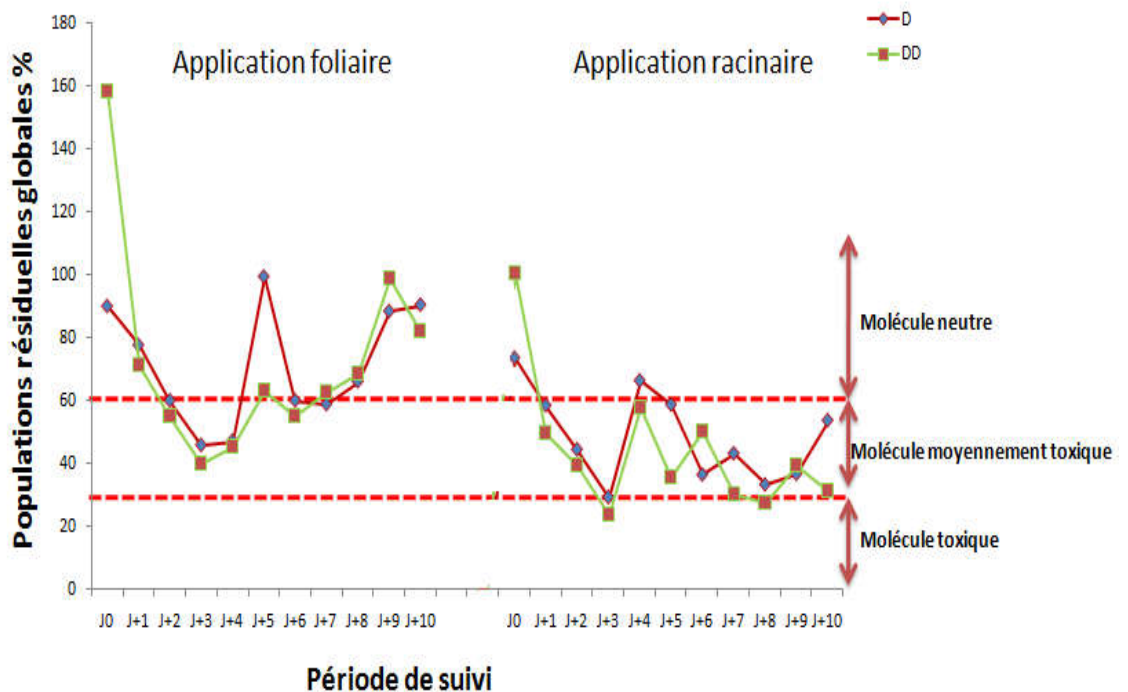


Figure 18: L'évolution temporelle des populations résiduelles d'*Aphis fabae* sous l'effet des doses de l'huile essentielle formulée de *Citrus aurantium*, par différents modes d'administration

Chapitre IV : Résultats et interprétations

La figure (19) représentant les résultats de l'effet des différentes doses apportées par application foliaire et application racinaire, montrent clairement une plus grande toxicité des doses de l'huile essentielle du bigaradier par traitement racinaire par rapport à celles attribuées par pulvérisation foliaire et cela pour toute la période de suivi. Cependant, la toxicité de l'application foliaire reste moyenne ($30\% \leq PR \leq 60\%$) de (J+2 à J+7) pour la double dose (DD-F) et de (J+2 à J+4) pour la dose (DF), qui enregistre une perte de la toxicité à (J+5) avec un ($PR \geq 60\%$). En revanche, pour l'application racinaire, la double dose (DD-R) montre une toxicité moyenne ($30\% \leq PR \leq 60\%$) de (J+1 à J+3), où elle devient plus toxique avec une population résiduelle inférieure à 30%, pour ensuite être moyennement toxique de (J+4 à J+6) tandis que la dose (DR) reste plus ou moins toxique durant toute la période du suivi. Après la deuxième application du traitement racinaire à (J+4) du premier traitement, la double dose (DD-R) montre une toxicité élevée avec une population résiduelle inférieure à 30% de (J+7 à J+8) pour devenir moyennement toxique à la fin du suivi.

1.3. Estimation temporelle de l'activité biocide du bioproduit sous l'influence des doses par différents modes d'administration sur les populations résiduelles des formes biologiques du puceron noir *Aphis fabae*

1.3.1. Estimation temporelle de l'activité biocide du bioproduit sous l'influence des doses par différents modes d'administration sur les populations résiduelles des larves (L1-L2) du puceron noir *Aphis fabae*

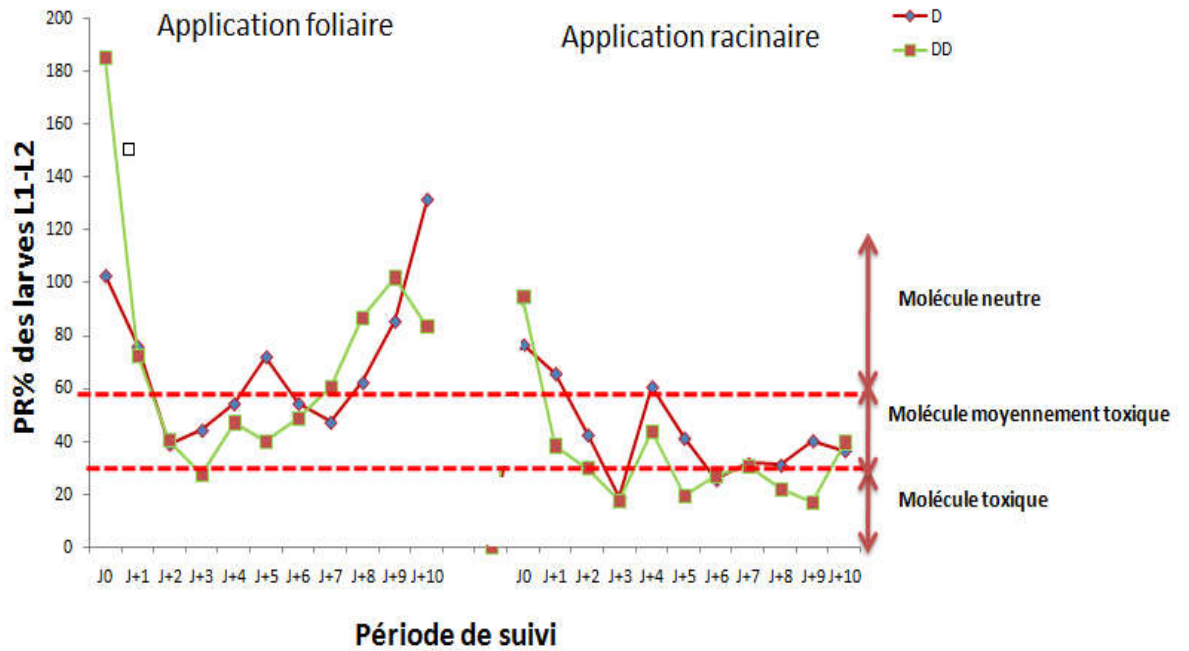


Figure 19: Evolution temporelle des populations résiduelles des stades larvaires (L1-L2) d'*Aphis fabae* sous l'influence des doses de l'huile essentielle formulée de *Citrus aurantium*, par différents modes d'administration

La variation temporelle des populations résiduelles des larves (L1-L2) d'*Aphis fabae* sous l'effet des applications de l'huile essentielle formulée du bigaradier par traitement racinaire et foliaire (Fig.20) montre que la double dose du traitement racinaire (DD-R) donne une toxicité plus élevée par rapport aux autres traitements durant la période de suivi. L'huile essentielle formulée du bigaradier appliquée par traitement foliaire stipule que la double dose (DD-F) et la dose (DF) restent moyennement toxiques ($30\% \leq PR \leq 60\%$) de (J+2 à J+7) deviennent neutres ($PR \geq 60\%$) à partir de (j+8). Pour l'application racinaire, la double dose (DD-R) se montre moyennement toxique au début du traitement ($30\% \leq PR \leq 60\%$) puis très toxique à (J+3). Néanmoins, après le deuxième apport du bioproduit par voie racinaire, la double dose devient toxique et accuse une forte répression sur les populations résiduelles des jeunes larves qui diminuent progressivement ($PR \leq 20$) de (J+5) jusqu' à la fin du suivi, alors que la dose (DR) affiche une toxicité moyenne pendant toute le période de suivi.

1.3.2. Estimation temporelle de l'activité biocide du bioproduit sous l'influence des doses par différents modes d'administration sur les populations résiduelles des larves (L3-L4) du puceron noir *Aphis fabae*

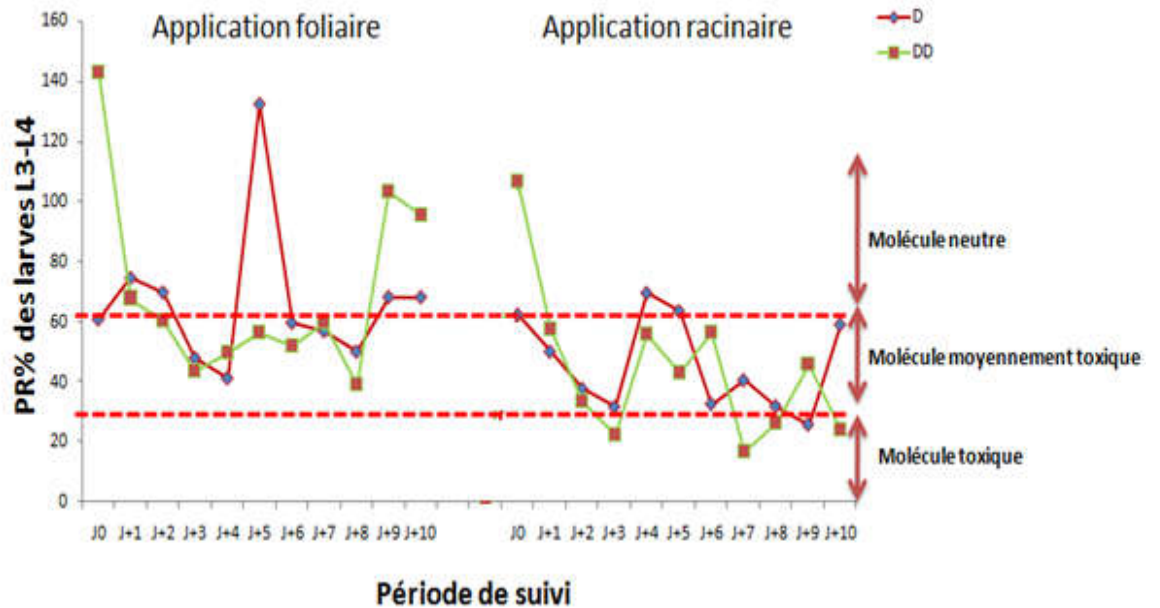


Figure 20: Evolution temporelle des populations résiduelles des larves (L3-L4) d'*Aphis fabae* sous l'influence des doses de l'huile essentielle formulée de *Citrus aurantium*, par différents modes d'administration

La figure (21) relative à l'effet de l'huile essentielle du bigaradier appliquée par différents modes d'administration sur les populations résiduelles des larves (L3-L4) nous révèle que le traitement de la double dose racinaire (DD-R) est plus toxique par rapport aux autres traitements. Cette dernière n'est toxique qu'à partir du deuxième jour après le premier traitement racinaire pour une toxicité plus forte à (J+3) avec un ($20\% \leq PR \leq 30\%$) et une toxicité moyenne à (J+4) ($40\% \leq PR \leq 50\%$) mais après l'apport du deuxième traitement, la double dose racinaire reprend sa toxicité de manière graduelle sur les larves adultes (L3-L4) jusqu'à la fin du suivi en enregistrant un taux de population résiduelle du puceron (PR) compris entre 20 et 30%. La dose racinaire quant à elle reste moyennement toxique du début à la fin du suivi

Chapitre IV : Résultats et interprétations

($30\% \leq PR \leq 60\%$). Concernant l'application foliaire, la même figure signale que la dose (D) et la double dose (DD-F) ne révèlent qu'une toxicité moyenne sur les larves (L3-L4) du puceron noir de la fève en affichant un taux de (PR) compris entre 40% et 60% et cela de (J+2 à J+8) après traitement.

1.3.3. Estimation temporelle de l'activité biocide du bioproduit sous l'influence des doses par différents modes d'administration sur les populations résiduelles des nymphes du puceron noir *Aphis fabae*

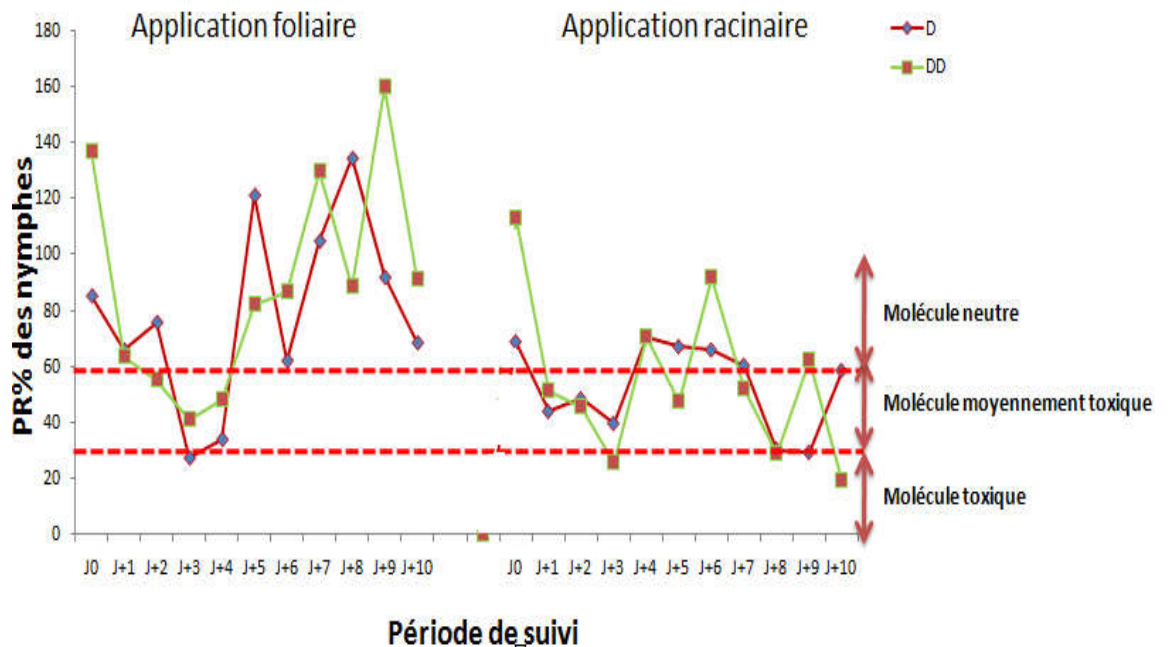


Figure 21: Evolution temporelle des populations résiduelles des Nymphes d'*Aphis fabae* sous l'influence des doses d'huile essentielle formulée de *Citrus aurantium*, par différents modes d'administration

La figure (21) représentant le résultat de l'effet des différentes doses apportées par application foliaire et application racinaire sur la population résiduelle des nymphes d'*Aphis fabae*, signale une grande toxicité du bioproduit formulé à base d'huile essentielle du bigaradier par application racinaire par rapport au traitement foliaire durant toute la période de suivi. Cependant, pour l'application foliaire la toxicité reste moyennement toxique ($30\% \leq PR \leq 60\%$) de (J+2 à J+7) pour la double dose (DD-F) et de (J+1 à J+9)

Chapitre IV : Résultats et interprétations

pour la dose (DF), ensuite le bioproduit perd sa toxicité ($PR \geq 60\%$). En revanche, pour l'application racinaire, la double dose (DD-R) montre des fluctuations temporelles de toxicité sur les nymphes du puceron noir de la fève. Cependant, elle est moyenne ($30\% \leq PR \leq 60\%$) du premier jour après traitement jusqu'au troisième jour (J+1 à J+3), où elle devient plus toxique avec un taux de population résiduelle inférieure à 30%, pour ensuite devenir moyennement toxique. Après application du deuxième traitement, les mêmes fluctuations sont observées pour la (DDR) en étant toxique ($PR \leq 30\%$) à (J+5, J+8 et J+10) et moyennement toxique ($50\% \leq PR \leq 60\%$) à (J+7 et J+9). La dose du traitement racinaire (DR) reste plus régulière en signalant une toxicité moyenne durant toute la période du suivi ($30\% \leq PR \leq 60\%$).

1.3.4. Estimation temporelle de l'activité biocide du bioproduit sous l'influence des doses par différents modes d'administration sur les populations résiduelles des adultes aptères du puceron noir *Aphis fabae*

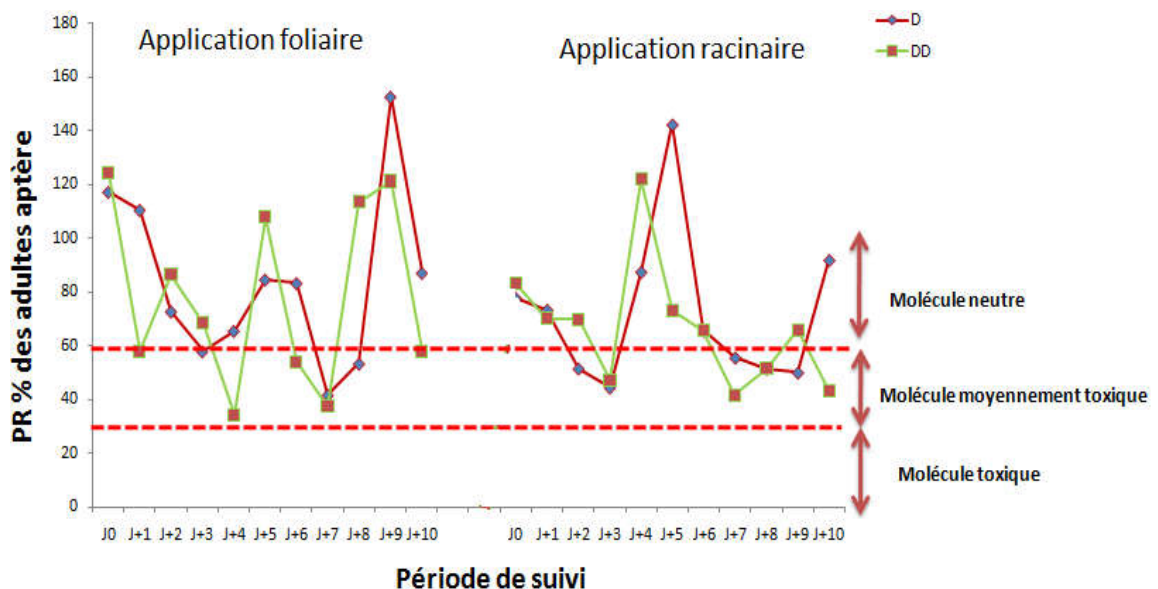


Figure 22: Evolution temporelle des populations résiduelles des adultes aptères d'*Aphis fabae* sous l'influence des doses de l'huile essentielle formulée de *Citrus aurantium*, par différents modes d'administration

Chapitre IV : Résultats et interprétations

La figure (22) coïncidant aux résultats de l'effet des différentes doses apportées par application foliaire et application racinaire sur les populations résiduelles des adultes aptères du puceron noir de la fève, révèle une importante toxicité du bioproduit formulé à base d'huile essentielle du bigaradier par application racinaire par rapport au traitement foliaire durant toute la période du suivi. Toutefois, pour l'application foliaire la toxicité reste moyenne ($40\% \leq PR \leq 60\%$) de (J+2 à J+7) pour la double dose (DD-F) et de (J+3 à j+7) pour la dose (DF), ensuite le bioproduit perd sa toxicité ($PR \geq 60\%$). En revanche, pour l'application racinaire la double dose (DD-R) affiche une irrégularité d'action sur les adultes aptères en révélant une toxicité moyenne ($30\% \leq PR \leq 60\%$) du premier jour après traitement jusqu'au quatrième jour (J+1 à J+4) où elle devient plus toxique avec un taux de population résiduelle inférieur à 30% pour ensuite devenir moyennement toxique. Le même résultat est constaté à (j+7). Quant à la dose racinaire (DR), celle-ci présente une toxicité moyenne à partir du premier jour après traitement jusqu'au neuvième jour où elle devient neutre avec un (PR) supérieur à 60%).

1.3.5. Estimation temporelle de l'activité biocide du bioproduit sous l'influence des doses par différents modes d'administration sur les populations résiduelles des adultes ailés du puceron noir *Aphis fabae*

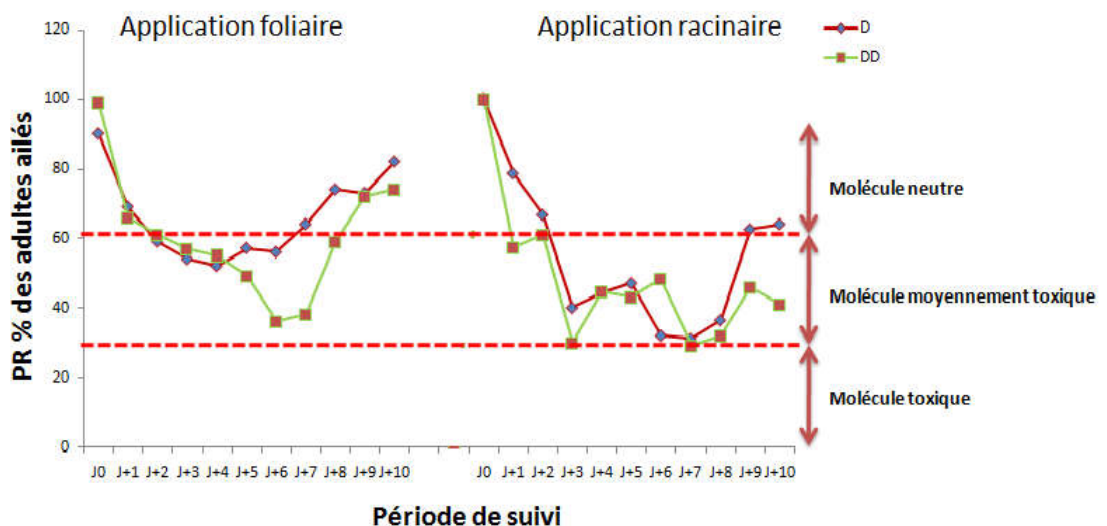


Figure 23: Evolution temporelle des populations résiduelles des adultes ailés d'*Aphis fabae* sous l'influence des doses de l'huile essentielle formulée de *Citrus aurantium*, par différents modes d'administration

Chapitre IV : Résultats et interprétations

De même que pour les stades biologiques précédents, la figure (24) représentant les résultats de l'effet dose de l'huile essentielle du bigaradier appliquée par différents modes d'application, a aussi montré une plus grande toxicité de l'huile essentielle du bigaradier par traitement racinaire par rapport à celle attribuée par pulvérisation foliaire sur les adultes ailés du puceron noir de la fève et cela durant toute la période de suivi. La même figure montre que les deux doses apportées par traitement foliaire restent moyennement toxiques ($30\% \leq PR \leq 60\%$) de (J+2 à J+8) pour la double dose (DD-F) et de (J+2 à J+7) pour la dose (DF) dont la toxicité reste moins importante que la première et pour devenir toutes les deux neutres à la fin du suivi avec un taux de population résiduelle des adultes ailés du puceron noir de la fève supérieur à 60%. Pour l'application racinaire, la double dose (DD-R) montre une toxicité moyenne ($30\% \leq PR \leq 60\%$) du premier jour après traitement jusqu'au troisième jour où elle devient plus toxique avec un taux de population résiduelle égal à 30%, pour ensuite redevenir moyennement toxique. Après application du deuxième traitement, la double dose racinaire (DDR) enregistre un effet toxique ($PR=30\%$) à (J+7 et J+8) et moyennement toxique ($40\% \leq PR \leq 50\%$) à (J+9 et J+10). En revanche, la dose du traitement racinaire (DR) signale une toxicité moyenne ($30\% \leq PR \leq 60\%$) de (J+3 à J+9) pour devenir faiblement toxique voir neutre à la fin du suivi.

Les résultats relatifs au test one way anova appliqué sur les populations résiduelles des différentes formes biologiques sous l'effet des doses appliquées par différents modes d'application signalent qu'il n'y a aucune différence significative des populations résiduelles des adultes ailés du puceron noir entre les deux types de traitements foliaire et racinaire avec une valeur de $P=0,1312$ mais présentent une différence hautement significative avec des populations résiduelles des jeunes larves (L1-L2) ; des larves adultes (L3-L4) et des nymphes en affichant des valeurs respectives de $P=0,001889$; $P=0,0004997$; $P=0,001827$ et une différence significative avec les adultes aptères du puceron avec une valeur de $P=0,04052$

Chapitre IV : Résultats et interprétations

		Source	DDL	Moyen des écarts	F-ration	P
Larves	Var-inter	8105,64	3	2701,88	5,941	0,001889
L1-L2	var-intra	13955,2	40	454,786	-	-
	totale	19947	43	-	-	-
Larves	Var-inter	4378,58	3	1459,53	7,329	0,0004997
L3-L4	var-intra	7965,39	40	199,135	-	-
	totale	12344	43	-	-	-
Nymphes	Var-inter	4828,16	3	1609,39	5,975	0,001827
	var-intra	10774,6	40	269,366	-	-
	totale	15602,8	43	-	-	-
Adultes	Var-inter	1753,39	3	584,464	3,027	0,04052
Aptères	var-intra	7723,87	40	193,097	-	-
	totale	9477,36	43	-	-	-
Adultes	Var-inter	1986	3	662,001	1,988	0,1312
Ailés	var-intra	13316,8	40	332,919	-	-
	totale	15302,8	43	-	-	-

La comparaison par paires du test de Tukey sur les populations résiduelles sous l'influence des doses du bioproduit nous informe qu'il y a une différence hautement significative entre la simple dose foliaire et la double dose racinaire (DF-DDR) ainsi que la double dose foliaire et la double dose racinaire (DDF-DDR) par rapport aux jeunes larves (L1-L2) avec les valeurs respectives de $(p : 0,0056865)$ et $(p : 0,007046)$. Concernant les larves adultes (L3-L4), une différence significative entre la dose foliaire et la dose racinaire est signalée (DF-DR) avec $(P : 0,01097)$ et des différences hautement significatives entre la dose foliaire et la double dose racinaire (DF-DDR) ; la dose racinaire et la double dose foliaire (DR-DDF) ainsi que la double dose foliaire et la double dose racinaire (DDF-DDR) avec les valeurs respectives de $(p : 0,006989)$; $(p : 0,001506)$ et $(p : 0,009674)$.

Chapitre IV : Résultats et interprétations

Ce même test enregistre une différence hautement significative entre la dose racinaire et la double dose foliaire (DR-DDF) et une différence significative entre la double dose foliaire et la double dose racinaire (DDF-DDR) par rapport aux nymphes avec les valeurs respectives de ($p : 0,00313$) et ($p : 0,01027$). En revanche, pour les adultes aptères, une différence significative entre la dose foliaire et la double dose racinaire (DF-DDR) est révélée avec ($P : 0,02324$) alors qu'aucune valeur ne stipule qu'il y a une différence entre les doses par rapport aux adultes ailés.

Tableau 8 : Test de Tukey appliqué sur les populations résiduelles des différentes formes biologiques sous l'effet des doses appliquées par différents modes d'application:

	DF-DR	DF-DDF	DF-DDR	DR-DDF	DR-DDF	DDF-DDR
L1-L2	0,133	0,9999	0,0056865	0,1518	0,5731	0,007046
L3-L4	0,01097	0,9994	0,006989	0,001506	0,9983	0,009674
Nymphes	0,1269	0,4481	0,2813	0,00313	0,9718	0,01027
Aptères	0,4237	0,5891	0,02324	0,9928	0,4722	0,3215
Ailés	0,4523	0,8764	0,1091	0,8795	0,8375	0,40031

Chapitre IV : Résultats et interprétations

1.4 .Estimation temporelle de l'activité biocide du bioproduit sous l'influence des doses par différents modes d'administration sur la fécondité du puceron noir *Aphis fabae*

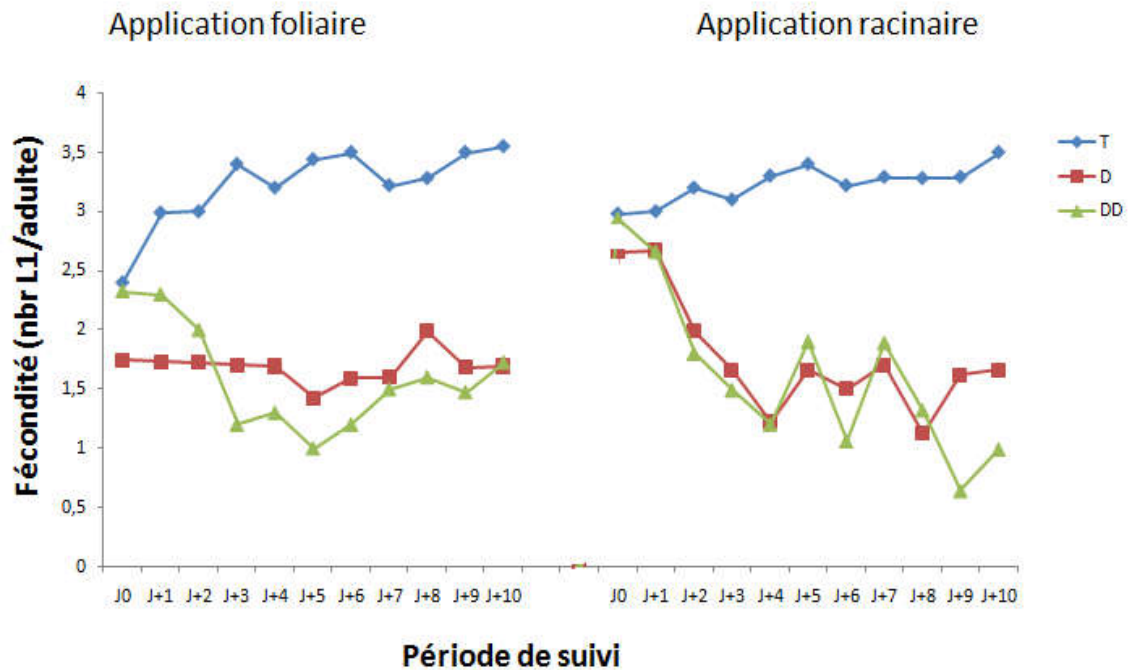


Figure 24 : Evolution temporelle de la fécondité d'*Aphis fabae* sous l'influence des doses de l'huile essentielle formulée de *Citrus aurantium* L. par différents modes d'administration

Pour mettre en évidence l'effet perturbateur du bioproduit formulé à base d'huile essentielle formulée de bigaradier (*Citrus aurantium*) sur la progéniture du puceron noir de la fève, nous avons estimé sa fécondité (nombre L1/nombre d'adultes) dans le temps sous l'effet de deux doses à savoir la dose D (0.5g/L) et la dose DD (1g/L) apportées par deux voies différentes : foliaire et racinaire.

En comparaison avec le témoin, les deux applications (foliaire et racinaire) présentent un effet certain sur la fécondité du puceron noir.

Chapitre IV : Résultats et interprétations

Néanmoins, une différence d'action a été remarquée entre les deux applications.

Au moment de l'application foliaire à la double dose (DD), la baisse de fécondité a été progressive de J0 à J+3, pour ensuite afficher une reprise à partir de J+5. A la dose D, nous avons eu une baisse de fécondité constante sur pratiquement toute la période de traitement.

Quant à l'application racinaire ; la fécondité du puceron noir a été remarquablement affectée par la dose et la double dose qui ont montré un effet de choc dès le début du traitement (de J+1 à J+4) en notant qu'à la fin du suivi ; la baisse de fécondité a été plus marquée par la DD.

Résumé

Abstract

ملخص

Remerciements

Dédicaces

Sommaire

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Introduction générale

Chapitre I: la plante hôte (*Vicia fabae*) et ses bioagresseurs

Introduction	1
1. Classification de <i>Vicia fabae</i> Scopoli. (1763).....	3
2. Exigences de la culture.....	3
3. Cycle phénologique.....	4
4. Les bioagresseurs de la fève	5
4.1. Les Maladies	5
1. Mildiou de fève.....	5
2. Taches brunes ou chocolat de la fève.....	5
3. Anthracnose ou brulure de la fève.....	6
4. Rouille de la fève.....	7
5. La cecosporiose	7
4.2. Les ravageurs de Fève	7
1. Thrips (<i>Thrips angusticeps</i>).....	7

2. <i>Lixus poudreuse des fèves (Lixus algerus)</i>	7
3. <i>Bruchus rufimanus</i>	8
4. Puceron vert (<i>Acyrtosiphum pisum</i>).	8
5. <i>Megouria vicia</i>	8
6. puceron noir : <i>Aphis fabae</i> Scop.(1763).....	8
5. présentation <i>Aphis fabae</i> Scop.(1763).....	9
5.1. Description <i>Aphis fabae</i> Scop.(1763).....	9
a. La forme aptère.....	9
b. La forme ailée.....	9
5. 2.Les plante hôtes.....	10
5. 3.Cycle biologique	10
5.4. Les dégâts	11
1. Les dégâts directs.....	11
2. Les dégâts indirects	12
a. Formation de miellat et fumagine.....	12
b. Transmission de virus.....	12
5.5. Moyens de lutte contre le puceron noir.....	12
a. La lutte phytosanitaire	12
b. La lutte préventive.....	13
c. La lutte biotechnique	13
d. La lutte physique.....	13
e. La lutte biologique.....	13

Chapitre II : les biopesticides

Introductions	15
1. Définition.....	15
2. Type de biopesticides	15

3. Utilisation des produits d'origine végétale contre les bioagresseurs	16
3.1. Extraits aqueux.....	16
3.2. Les huiles essentielles.....	16
3.2.1.Répartition, localisation des huiles essentielles.....	17
3.2.2. Composition chimique.....	17
3.2.3. Facteurs de variabilité des huiles des huiles essentielles.....	17
3.2.4. Notion de chémotype	18
3.2.5. Méthode d'extraction.....	18
3.2.5.1. La distillation (entraînement à la vapeur d'eau).	18
3.2.5.2. Hydrodistillation.....	19
3.2.5.3. Extraction à froid	19
3.2.5.4. L'expression.....	20
3.2.5.5. Extraction à froid par un solvant.....	20
3.2.5.6. L'enfleurage.....	21
4. Les caractères des biopesticides à base des huiles essentielles.....	21
5. Utilisation des huiles essentielles en protection des cultures.....	22
5.1. Activité anti microbiens.....	22
5.2. Activité insecticide.....	22
5. 3. Effet sur les adventices.....	23
6-Présentation de bigaradier (<i>Citrus aurantium L</i>).....	24
6.1. Description morphologique.....	25
6.2. Principes chimique	25
6.3.Activité insecticide d'huile essentielle du bigaradier.....	25
Chapitre III : Matériels et méthodes	
1. Objectif.....	27
2. Présentation du site d'étude	27

3. Matériel biologique.....	28
3.1. Préparation du matériel végétale.....	28
3.2. Obtention des populations infestantes du puceron noir de la fève.....	29
3.3. Extraction de l'huile essentielle de bigaradier.....	30
3.4. Produit phytosanitaire utilisé.....	31
5. Méthode d'étude.....	31
5.1. Dispositif expérimental.....	31
5.2. Technique d'échantillonnage.....	34
5.3. Dénombrement de la population de puceron noir de la fève.....	35
5.4. Analyse statistique des données.....	35

Chapitre IV : Résultats et interprétations

Résultats

1. Estimation temporelle de l'activité biocide du bioproduit sous l'influence des doses par différents modes d'administration sur la densité, la fécondité et les populations résiduelles globales et des formes biologiques du puceron noir <i>Aphis fabae</i>	36
1.1. Estimation temporelle de l'activité biocide du bioproduit sous l'influence des doses par différents modes d'administration sur la densité du puceron noir <i>Aphis fabae</i>	36
1.2. Estimation temporelle de l'activité biocide du bioproduit sous l'influence des doses par différents modes d'application sur la population résiduelle du puceron noir de la fève.....	40
1.3. Estimation temporelle de l'activité biocide du bioproduit sous l'influence des doses par différents modes d'administration sur les populations résiduelles des formes biologiques du puceron noir <i>Aphis fabae</i>	41
1.3.1. Estimation temporelle de l'activité biocide du bioproduit sous l'influence des doses par différents modes d'administration sur les populations	

résiduelles des larves (L1-L2) du puceron noir <i>Aphis fabae</i>	41
1.3.2. Estimation temporelle de l'activité biocide du bioproduit sous l'influence des doses par différents modes d'administration sur les populations résiduelles des larves (L3-L4) du puceron noir <i>Aphis fabae</i>	43
1.3.3. Estimation temporelle de l'activité biocide du bioproduit sous l'influence des doses par différents modes d'administration sur les populations résiduelles des nymphes du puceron noir <i>Aphis fabae</i>	44
1.3.4. Estimation temporelle de l'activité biocide du bioproduit sous l'influence des doses par différents modes d'administration sur les populations résiduelles des adultes aptères du puceron noir <i>Aphis fabae</i>	45
1.3.5. Estimation temporelle de l'activité biocide du bioproduit sous l'influence des doses par différents modes d'administration sur les populations résiduelles des adultes ailés du puceron noir <i>Aphis fabae</i>	46
1.4 .Estimation temporelle de l'activité biocide du bioproduit sous l'influence des doses par différents modes d'administration sur la fécondité du puceron noir <i>Aphis fabae</i>	50
Chapitre V : Discussion générale	52
Conclusion et perspectives	60
Les références bibliographiques	61

Conclusion et Perspectives

Les produits naturels étaient et restent toujours une source inépuisable de structures complexes et diverses vu le rôle que peuvent jouer certains composés purs dans beaucoup d'applications. Les plantes synthétisent plusieurs substances du métabolisme secondaire. Ces molécules peuvent avoir différents effets chez les insectes : répulsif, attractif, perturbateur du développement, inhibiteur de la reproduction, etc. Leur toxicité peut être directe ou indirecte sur les organes cibles (organes sensoriels, système nerveux, système endocrines, appareil digestif, appareil reproductif, etc.). (**Benyad, 2008**).

Ce travail a été mené dans le cadre de l'estimation de la toxicité de l'huile essentielle formulée du bigaradier par différents modes d'administration sur la population du puceron noir de la fève *Aphis fabae* Scopoli (1763).

Les résultats de cette étude semblent être intéressants et confirment le pouvoir insecticide de l'huile essentielle formulée du bigaradier apportée par différents modes d'application sur le puceron noir de la fève.

Cependant, la toxicité des traitements diffère selon le mode d'application du bioproduit et de la concentration des doses. La double dose administrée par voie foliaire (DD-F) est plus toxique sur la densité du puceron noir de la fève alors que celle de l'application racinaire se révèle plus efficace sur les populations résiduelles des différentes formes biologiques étudiées et la fécondité.

De plus, l'évaluation temporelle des populations résiduelles ont montré une toxicité précoce des les 72 h d'applications pour tous les traitements appliqués.

En perspectives, il serait intéressant d'évaluer l'efficacité des huiles essentielles de bigaradier sur d'autres paramètres biologiques en étudiant leur modes d'action sur les insectes et leur plantes hôtes, leur rémanence et leur influence sur la disponibilité des groupes fonctionnels.

Les références bibliographiques

Les références

Aiboud K., 2011. Etude de l'efficacité de quelques huiles essentielles à l'égard de bruche de niébé *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera : Bruchidae) et impactes des traitements sur la germination des graines de *Vigna unguiculata*, Mémoire de Magister en sciences écologie U.M.M.T.O.58p

Akantetou P.K., Koba K.,Nenonene A.Y., Poutouli W.Y., Raynaud C et Sanda.K.,2011. Evaluation du potentiel insecticide de l'huile essentielle de *Ocimum canum Sims* sur *Aphis gossypii Glover* (Homoptera : Aphididae) au Togo. Int. J. Biol. Chem. Sci. 5(4): Pp1491-1500

Al Mohandes Dridi B., Loumerem M., Ibn Maaouia Houimli S., Jabbes N.,Tlahig S .2011. Caractérisation phéno-morphologique de quelques lignées de fève (*Vicia faba L.*) sélectionnées et adaptées aux conditions de culture dans les régions arides en Tunisie afrika focus. Vol 24(1). Pp : 71-94.

Alford D., 2012. Ravageur des végétaux d'ornement : Arbres, arbustes, fleur. Ed : Quae. Paris.475p.

Amada F., 2010. Evaluation de l'efficacité insecticide des substances (végétales) et un produit phytosanitaire contre la mineuse de la tomate (*Tuta absoluta*) .Mem.Ing agronome .BLIDA .79P.

Anton R., Lobstein A., 2005. Plantes aromatique. Epices, aromates .condiments et huiles essentielle. Ed Tec &Doc .Paris.522.

Aouinty B., Oufara S., Mellouki F et Mahari S ., 2006. Évaluation préliminaire de l'activité larvicide des extraits aqueux des feuilles du ricin

Les références bibliographiques

(*Ricinus communis* L.) et du bois de thuya (*Tetraclinis articulata* (Vahl) Mast.) sur les larves de quatre moustiques culicidés : *Culex pipiens* (Linné), *Aedes caspius* (Pallas), *Culiseta longiareolata* (Aitken) et *Anopheles maculipennis* (Meigen). Biotechnol. Agron. Soc. Environ. 10 (2), 67 – 71.

Aron M.E.F., 1985. Les aphides et leurs ennemis naturels en vergers d'agrumes de la Mitidja (Alger). Thèse. Mag. Inst. Nat. Agro. El harrache, alger.125p.

Baba aissa F .2011. Encyclopédie des plantes utiles. Ed: El maarifa, 471p.

Bekhechi C et Abdelouahid D.2014.les huiles essentielles .ED : Office des publications universitaires .Algérie .55p.

Belhadi R et Boureghda Y ,2015. Contribution à l'étude de l'efficacité globale de l'huile essentielle du bigaradier sur le puceron noir de la fève *Aphis fabae* Scop. (1763). mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de master académique en sciences de la nature et de la vie, Spécialité : Phytopharmacie appliquée. Pp 41

Beloued A., 2012. Plantes médicinales d'Algérie.6ème édition : office des publications universitaires .Algérie .234p.

Belyagoubi I., 2006. Effet de quelques essences végétales sur la croissance des moisissures de détériorations des céréales. Thèse de Magister. Univ Abou Bekr Belkaid de Tlemcen. Faculté des Sciences. Départ de biologie.110p.

Les références bibliographiques

Benazzeddine M., 2010. Activité insecticide de cinq huiles essentielles vis-à-vis de *Sitophilus oryzae* (Coleoptera ; Curculionidae) et *Tribolium confusum* (Coleoptera;Tenebrionidae).Mémoire de l'ingénieur.Département : Zoologie agricole et forestière. Option : phyto pharmacie Ecole nationale supérieure agronomique el- harrach, alger. Pp : 102.

Beneteaud E., 2011. Les techniques d'extraction. Comité Français du Parfum.7p.

Benjamin L., 2014. Atelier présentation huiles essentielles.90p.

Benyad N., 2008. Les huiles essentielles extraites des plantes médicinales marocaines : moyen efficace de lutte contre les ravageurs des denrées alimentaires stockées. Projet de recherche. 61p.

Bernard T., Perrineau F., Bravor., Gasset A., 1988. Extraction des huiles essentielles (chimie et technique).information chimie, n 298. Pp : 178-184.

Boizet F , Chaillet I, Crosson PH, Killmayer M, Moquet M, Taupin P, Vacher C, Vannetzel E, Verdier J, ARVALIS -; Fougereux J, Vinsant L, Biarnès V, Blosseville N, Carrouée B, Moussar At, Onfroy C, Raffiot B,2013 , Diagnostic des accidents de la féverole et du pois, ARVALIS - Institut du végétal. P84.

Bostanian N.J., Akalach M., and Chiasson H., 2005.Effets of a Chenopodium based botanical insecticide/acaricide on *orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae) and *Aphidius colemani* (Hymenoptera: Braconidae). Pest Manag.Sci, 61. Pp: 979-984.

Les références bibliographiques

Bouchikhi Tani Z., 2010. Lutte contre la bruche du haricot *Acanthoscelides obtectus* (Coleoptera, Bruchidae) et la mite *Tineola bisselliella* (Lepidoptera, Tineidae) par des plantes aromatiques et leurs huiles essentielles. Thèse .Doctorat. En bio.Eco ani Univ.Tlemcen, 125p.

Boudjenouia A., Fleury A., Tacherifte A. 2003. Les légumineuses alimentaires dans les zones périurbaines de Sétif (Algérie): analyse d'une marginalisation NEW MEDII N. 4/ p27.

Boudoin J., 2001. Contribution des ressources phytogénétique à la sélection variétale de légumineuses alimentaire tropicale. Biotechnol. Agron. Soc. Environ.5(4) ,221-230.

Bouhachem S., 2002. Les pucerons de la féverole en Tunisie. Proceedings du 2^{ème} séminaire du réseau remafeve/remala, (le devenir des légumineuses alimentaires dans le maghreb), Hammamet, Tunisie. P100.

Bouhassan A., sadiki M et Tivol B ., 2007. Effets de la température et de la dose de l'inoculum sur composantes de résistance partielle de la fève au botrytis fabae sard .actabot .gallica 154(1) .53-62.

BRUNETON J., 1999a - Pharmacognosie, Phytochimie, plantes médicinales. 3ième édition. Ed. Tec et Doc., pp. 484 - 535.

Brunton J. ,1993.Pharmacognosie phytochimie, plante médicinale .Ed : technique et documentation ,2ème Edition Lavoisier .Paris. Pp : 406-435.

Les références bibliographiques

Brunton J. ,1999.Pharmacognosie phytochimie, plante médicinale .Ed : technique et documentation ,3éme Edition Lavoisier .Paris. 1120.

Bye B,Descoins C,et Deshayes A.1991.Un point sur phytosanitaire – protection des plantes –biopesticide .Ed :INRA .Paris .178p.

Cavaillès E., 2009. La relance des légumineuses dans la cadre d'un plan protéine, quels bénéfices environnementaux. Etude et document n 15 .44p.

Chansang U., Zhiri N., Bansiddhi S., Jaree B., Nipa B., Mulla s., Mir., 2005. Mosquito larvicidal activity of aqueous extracts of long pepper (*Piperretofractum vahl*) from Thailand, J. vect.Ecol. Pp: 30-195.

Chaux C., Foury C., 1994. Les productions légumières Tome 3: Légumineuses potagères Légumes fruits Ed .Lavoisier. Paris. Pp : 452.

Chiasson H et Beloin N ,2007. Les huiles essentielles des biopesticides, nouveau genre.2007. Antennae, vol. 14, no 1.6p.

Chouinard G,et Gagnon S .2001.Méthodes alternative a la lutte chimique en pomiculture .principales technique applicables au Québec .publication n °01 - 0015-Québec.40p

Claude M., Godin S et Guy B., 2002. Guide d'identification des pucerons dans les cultures maraîchères au Québec.120p.

Cusson C.2007.l'aromathérapie et les huiles essentielles. Masso réflexo.82p

Les références bibliographiques

Delorme R., 1997. Pucerons et insecticides : prévention et gestion des résistances. Cultures Légumières, numéro hors série: environnement, juin 1997, France: 11 - 15.

Descoins, C. 1979. Nouvelles tendances de l'agrochimie, théories et applications. Supplément au fascicule 4 des Cahiers de Nutrition et de Diététique. Pesticide, pp. 93-105.

Dupriez H., Delenneer p.1987.Jardins et vergers d'Afrique. Ed : Terres et Vie.354p.

El ajjouri M., 2013. Etude de la composition chimique et l'efficacité des huiles essentielles de quelque espèce du genre *Thymus* dans la préservation du pois contre les champignons lignivores .Thèse de doctorat. Université Mouhammad V –AGDAL.181p.

EL guedoui R., 2003. Extraction des huiles essentielles de romarin et de thym .comportement insecticides de ces deux huiles sur *Rhyzoperta dominica* .Mem.Ing.Genie chimie.Eco.Nat.Poly.EL HARRACH.70p.

El guilli M,Achban E,Fahad K ,et Jijakli H,2009.biopesticide: alternative a la lutte chimique .partie 4 :culture ,itinères technique et productivité .Sympsium internationale .Agriculture durable en région médéteranéenne (AGDUMED), Rabat .Maroc .pp 266-280.

El idrissi M.,M Elhourri . , Ali Amechrouq A., et Boughdad A ., 2014. Étude de l'activité insecticide de l'huile essentielle de *Dysphania ambrosioides* L. (Chenopodiaceae) sur *Sitophilus oryzae* (Coleoptera:

Les références bibliographiques

Curculionidae) [Study of the insecticidal activity of the essential oil of *Dysphania ambrosioides* L. (Chenopodiaceae) on *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae)]. J. Mater. Environ. Sci. 5 (4). Pp989-994.

Ellouze I., Abderrabba M., Sabaou N., Mathieu F., Lebrihi A and Bouajila. J Season's Variation Impact on *Citrus aurantium* Leaves Essential Oil: Chemical Composition and Biological Activities. J Food Sci. 77(9): T .Pp173-80.

Fanny B., 2008. Effet larvicide des huiles essentielles sur *Stomoxys calcitrans* à la Réunion. Thèse pour obtenir le grade de Docteur vétérinaire. Université Paul- Sabatier de Toulouse.78p.

Ferhat M.A.,Meklati B.Y et Chemat F.,2010.Citrus d'Algérie les huiles essentielles et leurs procédés d'extraction . Ed. L'Office de publication universitaires .Algéries .157p.

Festy D., 2014 .Olk Huiles essentielles le guide visuel .Edition quotidien malin p 20 ; p198.

Fouarge C., 1990. Les pucerons sont-ils si dangereux. Revue Agronomie Belge 47: 4-6.

Franchomme R., Jollois et D.,Pénoël., 1990. L'aromathérapie exactement, pp 44- 48., éditeur, Limoges, France.

Frouhat Z et Lahcini B., 2013. Lutte biologique par l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis* .Mémoire de master en Biochimie appliquée Université Kasdi Merbah – Ouargla 49p.

Les références bibliographiques

Furet A., Bellenot D., 2013. Les huiles essentielles dans la protection des cultures : une voie en cours d'exploration. Iteipmai.8P.

Geucem K. 2014. Etude de l'activité insecticides de quelques plantes à l'égard de la bruche du haricot *Acanthocelides obtectus* Say (Coleoptera, Chrysomelidae, Bruchinae) et comportement de ce ravageur vis-à-vis des composés volatils de différentes variétés de la plante hôte (*Phaseolus vulgaris* L). Thèse de doctorat on Sciences Biologique. Option : Ecologie et biologie de population. Universités : Mouloud Mammeri de Tizi – ousou . Pp.178.

Girard G., 2010. Les propriétés des huiles essentielles dans les soins bucco - dentaires d'hier a aujourd'hui. Mise au point d'un modèle préclinique de lésion buccale de type aphte pour tester les effets thérapeutiques des huiles essentielles. Thèse pour obtenir le grade de docteur en Pharmacie .université Henry Poincare -Nancy 1 .85p.

Gupta S et Diksht A .K., 2010. Biopesticide: An ecofriendly approach for pest control.journal of biopesticides 3(1 special issue) 186-188

Gwinner, J.,Harmisch R, et Muck O ., 1996. Manuel sur la manutention et la conservation des grains après la récolte. Ed: GTZ.Eshborn.368p.

Hadrich B. ,Dahak K., Abdenouri N .,et kechaoul N., 2008. Étude de séchage des feuilles de bigaradier. Revue des énergies renouvelables .SMSTS 08 Alger .Pp 145- 149.

Hamadache A., 2003.La fèverole. Inst. Techn. Gr. Cult (T.T.G.C), 13p

Les références bibliographiques

Hamdani D.2012. Action des poudres et des huiles de quelques plantes aromatiques sur les paramètres biologiques de la bruche du haricot *Acanthoscelides obtectus* Say (Coleoptera : Bruchidae). Mémoire de Magister en Sciences biologiques, UMMTO, 94p.

Haubruge H., Lognay G., Marlier M., Danhier P., Gilson J-C.,Gasper Ch., 1989. Mémoire, Etude de la toxicité de cinq huiles essentielles extraites de *Citrus sp.* A l'égard de *Sitophilus zeamais* Motsch (COL., CURCULIONIDAE) ET *Tribolium castaneum* Herbst (COL., TENERBRIONIDAE), Fac Sciences agronomique de Gembloux, Belgique, Laboratoire de UNDA, Avenue Jules Bordé 118, 1040 Evere. PP : 1085- 1086.

Hilliard C et Reedyk A.S ., 2003.la lutte aux ravageurs et qualité de l'eau, direction générale d'agriculture et agroalimentaire .Ed : Issue .Paris .369p.

Huignard J.1969. Analyse expérimentale de certains externes influençant l'ovogénèse chez *Acanthoscelides obtectus* Say (Coleoptera : Bruchidae). In : L'influence des stimuli externes sur la gamétogénèse des insectes. Colloques internationales du C.N.R.S., pp. 357-380.

Hulle M., Turpeau-aitighil E ., RobertY., Monnet Y .,1999. Les pucerons des plantes maraichères. Cycles biologique et activités .vol. Ed. ACTA.INRA. Paris .136p.

INRA.2014. *Aphis fabae* Scopoli, 1763.Le puceron noir de la fève. ephytia.inra.fr/.../Biocontrol-Aphis-fabae-Puceron-noir

Les références bibliographiques

Isman.B.2000.Plant essential oils for pest and disease management .Crop Protection 19.PP 603-608

Jourdeuil.P., 1979. Insects contre insectes.la recherche n°96.vol.10.pp4-12.

Keane S.et Ryan M.F., 1999. Purification, characterization and inhibition by monoterpenes of acetylcholinesterase from the waxmoth, *Galleria L.*Insect biochemistry and molecular biology Vol 29(12), PP 1097-1104.

Kellouche A., et Soltani N., 2004. Activité biologique des poudres de cinq plantes de l'huile essentielles d'une d'entre elles sur *Callosobruchus maculatus(F)*.International Journal of Tropicale Insect Science, 24(1), pp : 184-191

Kemassi A, Boual Z, Lebbouz I , Daddi Bouhoun M , Saker ML , Ould El Hadj-Khelil A et Ould El Hadj M.2011. Etude de l'activité biologique des extraits foliaires de *Cleome arabica L.* (Capparidaceae). Lebanese science journal, vol. 13, no. 2, 2012.pp 97.

Kergoat., 2004.le genre *Bruchidius* (Coléoptère, Bruchidae) : un modèle pour l'étude des relations évolutives entre les insectes et les plantes. Thèse de Doctorat. Université Paris 6-Pierre et Marie Curie.188p

Ketoh G. K., 1998. Utilisation des huiles essentielles des quelques plantes aromatiques du Togo comme biopesticides dans la gestion des stades de développement de *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae), Thèse Doc. Univ. Bénin, Lomé, 141 p.

Les références bibliographiques

Kolai n., Saiah F., et Boudia A., 2012. effet inhibiteur in vitro de l'huile essentielle d'Artimesia herba alba sur deux souches de *Fusarium oxysporum* f. sp. radicis-lycopersici. Algerian journal of arid environment. vol. 2, n°1.pp 71-76

Leclant F., 1999. les pucerons des plantes cultivées. Clefs d'identification.|-Grandes cultures .Ed. ACTA.INRA. Paris.64p

Lefief .A.2012. Les huiles essentielles .guide pratique et conseils d'utilisation .ED : ESI .Paris.284p

Legal, P. 1989. Le choix des plantes nourricières et la spécialisation trophique chez les Acridoidea (Orthoptères). Bull. Ecol. Ento., 20(3): 245-261.

Leroy j., 1982. Précis de botanique de végétaux supérieurs 2eme édition .Ed : Masson, paris ,579p

Leroy P., Capella Q. & Haubruge É 2009. L'impact du miellat de puceron au niveau des relations tritrophiques entre les plantes-hôtes, les insectes ravageurs et leurs ennemis naturels. E Biotechnol. Agron. Soc. Environ. 13(2), 325-334

MAAFI H., (2005). Evaluation de l'activité insecticide de l'huile essentielle de *rosmarinus officinalis* et *thymus fontanaseii* sur *Rhyzopertha dominica* (f.)(Coleoptera, bostrychidae).Thèse ing agronome. EL HARACHE ,55p
Magister en sciences agronomiques, option Ecologie, INA, El-Harrach, 95 p.

Les références bibliographiques

Maatougui M.E.H., 1996. Situation de la culture des fèves en Algérie et perspectives de relance. Rev. Céréale .29 :6-14

Magali M.O, 2007. Je lutte contre tous les parasites. Ed : De Vecchi .paris.95p

Maoui R., 1990. La culture de la féverole en tunisie .ed. I.n.r.a.t, agropol. Et I.T.C.F., Tunis p16.

Medjdoub-bensaad F, Frah N, Khelil M.A et. Huignard J., 2015. Dynamique des populations de la bruche de la fève, *Bruchus rufimanus* (Coleoptera: Chrysomelidae), durant la période d'activité reproductrice et de diapause Revue Nature & Technologie. B- Sciences Agronomiques et Biologiques, n° 13, pp.12- 21

Moreau et leteinturier j., 1997. La protection phytosanitaire ;légume et petite fruits .ed. CTIFL, paris ,505p

Mukendi R, Tshleng P, Kabwe C et Munyuli TH. , 2014. Efficacité des plantes médicinales dans la lutte contre *ootheca mutabilis sahlb.* (chrysomelidae) en champ de niébé (*vigna unguiculata (l.) walp.*). Lebanese Science Journal, Vol. 15, No. 1, pp 51-71

Mwaiko G.L., 1992. Citrus peel oil extracts as mosquito larvicide. East. Afr. Med.J., 69.Pp: 223-226

Mwaiko G.L., and Savaeli Z.X. 1994.Lemon peel oil extract as mosquito larvicide. East. Afr.Med J.71.Pp: 797-799

Les références bibliographiques

Nathan F et Biggs T, 1981.le jardin potager .Ed : Query.S.A.Bourger.Paris.195p

Ngamo L.S.T., et Hance T., 2007.Diversités des ravageurs des denrées et méthodes alternatives de lutte en milieu tropicale, Tropicultura J., 25(4), pp : 215-220.

Ould El Hadj, M.D., Dan-Badjo, A.T., Halouane, F. et Doumandji, S. 2007. Étude du cycle biologique de *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) (Orthoptère, Acrididae) sur le chou *Brassica oleracea L.* (Brassicaceae) en laboratoire. L'Entomologiste, 63(1): 7-12.

Pouzat J.1978. Host plant chemosensory influence on oogenesis in the bean weevil, *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae). Entomologia Experimentalis Applicata 24: 401-408

Ronzon B.,2006. Biodiversité et lutte biologique Comprendre quelques fonctionnements écologiques dans une parcelle cultivée, pour prévenir contre le puceron de la salade. CES Agriculture Biologique, ENITA C.25p

RYCKEWAERT P.2004. Principes généraux de la lutte intégrée sur cultures maraîchères en Polynésie française. Fiches techniques Cultures Maraîchères.15p

Sadiki M et Lazrak A., 1998.La fève et la féverole, fiche technique. Ed : ACTA, Maroc.27p

Les références bibliographiques

SalléJ-L., 1991. Les huiles essentielles .synthèse d'aromathérapie et introduction a la sympathicothérapie .Ed : Frison-Roche .Paris.167p

Satrani B, Ghanmi M ,farah A , Aafi A, Fougrach h,Bourkhiss B,Bousta D,Talbi M.2007. Composition chimique et activité antimicrobienne de l'huile essentielles de Cladanthus mixtus. Bull. Soc. Pharm. Bordeaux,146, 85-96

Sayah M., El ouali lalami A, Greech A, Errachidi F, Rodi el kandri Y , and Ouazzani chahdi F.2014. Activité Larvicide des Extraits de Plantes Aromatiques sur les Larves de Moustiques Vecteurs de Maladies Parasitaire. International Journal of Innovation and Applied Studies ISSN 2028-9324 Vol. 7 No. pp 832-842

Scimeca D et Tètaux M.2005.Votre santé par les huiles essentielles. Ed : Alpen.paris. 94p

Sexan M C 1991. status and scope for productio of faba in mediterranean countries in Benachour k Louadi k& Terzo M 2007 Rôle des abeilles sauvages et domestiques (Hymenoptera : Apoidea) dans la pollinisation de la fève (Vicia faba L. var. major) (Fabaceae) en région de Constantine (Algérie) 43 (2) : 213-219

Simonneau D., Crosson Ph., Taupin P., Buttet D., Chaillet I. 2011. Mode opératoire observations Féveroles Parcelles fixes. vigicultures_feverole_fixe_proc Version n°5

Les références bibliographiques

Smadja J., 2009. Les Huiles Essentielles .Laboratoire de Chimie des Substances Naturelles et des Sciences des Aliments (LCSNSA) .Université de La Réunion. 50 p.

Sophie R, Lalancette R, Labbé 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 – Volet Entomologie, Projet PARDE p80.

Suty L ., 2010 .la lutte biologique .vers de nouveaux équilibres écologique .Ed : QUAE .France.323p

Yeza, A., Tyagi, R. D., Valero, J. R., Surampalli, R. Y., & Smith, J. (2004). Scale-up of biopesticide production processes using wastewater sludge as a raw material. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*, 31 (1-2), pp: 545-552.

zihri A et Baudoux D .2005. Huiles essentielles chémotypées et leurs synergies.Ed : Inspir development S.A. Luxembourg.80p