

République Algérienne Démocratique et Populaire

Université Abdelhamid
Ibn Badis- Mostaganem
Faculté des Sciences de la
Nature et de vie



جامعة عبد الحميد بن باديس
مستغانم
كلية علوم الطبيعة والحياة

DEPARTEMENT D'AGRONOMIE

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présentés par

M^r. Zelmat Laouni

M^r. Arab Oussama

MASTER 2 EN AGRONOMIE

Spécialité : Protection des cultures

THÈME

**Étude de l'effet « *in vitro* » et « *in vivo* » de l'huile
essentielle de *Salvia officinalis* sur le puceron noir
de la fève *Aphis fabae***

Soutenue publiquement le 08 /07 / 2019

DEVANT LE JURY

Président :	M. GHELAMALLAH Amine	M.C.A /U. Mostaganem
Examinatrice :	Mme. BERGHEUL Saida	M.C.B /U. Mostaganem
Encadreur :	M ^{me} . SAIAH Farida	M.C.B /U. Mostaganem

Thème réalisé au laboratoire de protection des végétaux

Remerciements

Je tiens à remercier avant tout le dieu qui m'a donné la patience pour réaliser ce travail

*Mes sincères remerciements son exprimés a notre encadreur **Mme SAIAH FARIDA**, pour avoir accepté de nous encadré et d'avoir été patiente et compréhensive.*

*Je tiens à remercier **M. Ghellamellah Amine**, qui nous a fait l'honneur d'accepter de présider le jury. Et **Mme Bergheul Saida**, pour avoir accepté d'examiner notre travail.*

*Nos sentiments de reconnaissance et nos remerciements et nos remerciements vont également à **Mme Mokhtaria** et à tous les laborantins de l'université ITA.*

*Nos remerciements vont également à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à réaliser ce travail. Je dis **MERCI***

Dédicace

*Je dédie ce modeste travail à mes très chers
parents qui ont fait de moi ce que je suis
aujourd'hui.*

*À mes chers frères et sœurs je vous aime
énormément et à toute ma famille.*

*À tous mes chers amis qui étaient là pour moi et
qui m'ont soutenu durant mon travail et durant
tout mon parcours je vous remercie infiniment
pour votre générosité.*

*À tous ceux qui m'ont accueilli chez eux et qui
malgré la distance m'ont fait sentir que je suis
dans ma ville, je vous remercie énormément.*

Laouni. Oussama

Table des matières

Table des matières

Remerciements
Table de matières
Liste des tableaux
Liste des figures
Liste des abréviations
Résumé

Introduction : 1

Chapitre I : La fève (*Vicia fabae*)

I-1 Introduction : 3

I-2-Classification de la fève : 3

1-3-Description botanique..... 4

1-3-1. Les racine..... 4

1-3-2. La tige..... 4

1-3-3. Les feuilles..... 4

1-3-4. Les fleurs 4

1-3-5.Les fruits 5

1-3-6. Les graines 6

1-4.Les variétés de la fève..... 6

1-5.Importance de l'espèce..... 7

1-5-1. Importance nutritionnelle..... 7

1-5-2. Importance agronomique 7

1-5-3. Importance économique..... 8

1-6. La production de la fève..... 8

1-7. Principales maladies et déprédateurs de la fève..... 8

1-7-1. Les maladies 9

1-7-2. Les nématodes 9

1-7-3. Les insectes..... 9

Chapitre II :

Le puceron noir de la fève (*Aphis fabae*)

II-1. Introduction 11

II-2. Biologie 11

II-3. Classification.....	12
II-4. Description du puceron de la fève.....	12
II-4-1. Forme aptère.....	12
II-4-2. Forme ailée.....	13
II-5. Reproduction.....	13
II-6. Cycle de vie.....	13
II-7. Les dégâts et les symptômes causés par les pucerons.....	15
II-7-1. Les dégâts indirects.....	15
II-7-1-1. Transmission des virus phytopathogènes.....	15
II-7-1-2. Production du miellat et fumagine.....	15
II-7-2. Les dégâts directs.....	15
II-8. Lutte contre les pucerons noirs.....	15
II-8-1. Lutte préventive.....	15
II-8-2. Lutte chimique.....	16
II-8-3. La lutte biologique.....	16
II-8-3-1. Quelques insectes prédateurs reconnus.....	16

Chapitre III :

La sauge (Salvia officinalis)

III-1. Historique.....	19
III-2. Description morphologique.....	19
III-3. Classification.....	20
III-4. Usage thérapeutique de la sauge.....	20
III-4-1.1. Usage interne.....	20
III-4-1-2. Usage externe.....	21
III-5. Les variétés de sauge officinale.....	21
III-6. Production.....	21
III-7. Composition chimique.....	22

Partie expérimentale

Chapitre I :

Matériel et méthodes

I-2-1. Matériel végétal.....	23
I-2-1-2. La plante hôte (<i>Vicia fabae</i>).....	23
I-3. Le matériel animal (<i>Aphis fabae</i>).....	24
I-4. Procédés de l'extraction de l'huile essentielle.....	24
I-4-1. La distillation par entraînement à la vapeur d'eau.....	24

I-4-1-1. Conservation de l'extrait.....	24
I-4-1-2. Calcul du rendement d'huile essentielle	25
I-4-1-3. Préparation des dilutions.....	25
I-5. Evaluation « in vitro » de l'effet insecticide de l'huile essentielle de <i>Salvia officinalis</i> sur <i>Aphis fabae</i>	26
I-6. Taux de mortalité.....	28
I-7. Déterminer la DL50.....	28
I-8. Evaluation « in vivo » de l'effet de l'huile essentielle de <i>Salvia officinalis</i> sur <i>Aphis fabae</i> , puceron noir de la fève	28
I-9. Test de l'effet répulsif de l'huile essentielle de la sauge vis-à-vis d' <i>Aphis fabae</i>	29
I-9-1.Le pourcentage de répulsion est ainsi calculé par la formule.....	30

Chapitre II :

Résultats et interprétations

II-1. Evaluation « in vitro » de l'effet insecticide des différentes concentrations de l'huile essentielle de la sauge sur le puceron noir de la fève	31
II-2. Evaluation « in vivo » de l'effet insecticide de l'huile essentielle de <i>Salvia officinalis</i> sur <i>Aphis fabae</i> , puceron noir de la fève	33
I-3.Effet répulsif de l'huile essentielle	35
Discussion	36
Conclusion	
Références	
Annexe	

Liste des figures

Figure 01 : Une plante de fève : <i>Vicia faba</i> L.....	03
Figure 02 : la tige de la fève.....	05
Figure. 03 : les feuilles de la fève.....	05
Figure 04 : les fleurs de la fève.....	05
Figure 05 : les fruits de la fève.....	05
Figure 06 : Forme aptère de puceron noir de la fève <i>Aphis fabae</i>	12
Figure 07 : Forme ailée de puceron noir de la fève <i>Aphis fabae</i>	13
Figure 08 : le cycle biologique de puceron noir.....	14
Figure 09 : la larve de coccinelle.....	17
Figure 10 : L'adulte de coccinelle.....	17
Figure 11 : le syrphe adulte.....	17
Figure 12 : La cécidomyie adulte.....	18
Figure 13 : La plante de la sauge <i>salvia officinalis</i> L.....	19
Figure 14 : <i>Salvia officinalis</i> L.....	20
Figure 15 : Feuilles de <i>Salvia officinalis</i> L.....	23
Figure 16 : puceron noir de la fève.....	24
Figure 17 : Hydro distillateur de type entraînement à la vapeur d'eau pour l'extraction de l'huile essentielle.....	25
Figure 18 : Les dilutions préparées.....	25
Figure 19 : Test « in vitro » de l'effet insecticide des différentes concentrations de l'huile essentielle de la sauge sur le puceron noir de la fève.....	26
Figure 20 : schéma représentatif du protocole du test « in vitro ».....	27
Figure 21 : Dispositif expérimental de l'étude « in vivo » de l'effet insecticide de l'huile essentielle de la sauge sur le puceron noir de la fève.....	29

Figure 22 : le test de répulsion des huiles essentielles.....	30
Figure 23 : Taux de mortalité des pucerons noirs de la fève (<i>Aphis fabae</i>) en fonction de temps in vitro.....	31
Figure 24 : Taux de mortalité du puceron noirs (<i>Aphis fabae</i>) sous l'effet de l'huile essentielle des feuilles de salvia officinalis enregistré le 5ème jour.....	32
Figure 25 : pucerons morts après traitement lors de l'essai « in vitro »	32
Figure 26 : Taux de mortalité des pucerons noirs de la fève (<i>Aphis fabae</i>) in vivo.....	33
Figure 27 : Taux de mortalité du puceron noirs (<i>Aphis fabae</i>) sous l'effet de l'huile essentielle des feuilles de salvia officinalis enregistré le 6ème jour.....	34

Liste des tableaux

Tableau N°01 : production de la fève en tonnes	08
Tableau N° 02 : les principal.es maladies de la fève	09
Tableau N° 03 : les principaux insectes qui attaquent la fève.....	10
Tableau N° 04 : les variétés de sauge officinale.....	21
Tableau N° 05 : Composition de l'huile essentielle de <i>Salvia officinalis</i>	22
Tableau N°06 : pourcentage de répulsion selon le classement de MC Donald et al., (1970).....	30
Tableau N°07 : Nombre moyen d'adultes recensées dans le papier filtre d'une dose pure d'huile essentielle de <i>Salvia officinalis</i> et le pourcentage de répulsion.....	35
Tableau N°08 : Classement de l'huile essentielle de <i>S.officinalis</i> on leur propriété de répulsion.....	35

Liste des abréviations

% : Pourcentage

°C : degré Celsius

cm : centimètre

ITAB : Institut Technique de la Culture Biologique

CREAB MP : Centre Régional de Recherche et d'Expérimentation en Agriculture Biologique de Midi-Pyrénées

O.I.L.B : Organisation Internationale de la Lutte Biologique.

A : *Aphis*

g : gramme

M : Masse de la plante en gramme.

M' : Masse d'huile essentielle en gramme.

Mc% : Mortalité corrigée.

DL50% : la dose létale de 50%

ml : millilitre

mm : millimètre

RHE : Rendement en huile essentielle

PAPVC : Pole Agronomie Production Végétales des Chambres d'agriculture de Bretagne (Revue) – Cap Agro

ITAFV : Institut Technique de l'Arboriculture Fruitière de la Vigne.

FAO : Food and Agriculture organisation Corporate Statistical Database.

Résumé

Dans la recherche de solutions alternatives à la lutte chimique, basées sur l'utilisation des produits naturels à base de plantes " bio insecticide" afin de lutter contre le puceron noir de la fève. Cette présente étude a pour objectif de tester l'effet bio-insecticide et répulsif de l'huile essentielle de *Salvia officinalis* vis-à-vis des adultes du puceron noir de la fève *Aphis fabae*.

Pour répondre à cet objectif, une extraction de l'huile essentielle par entraînement à la vapeur des feuilles de la sauge a été réalisée. Afin d'évaluer sa toxicité sur les pucerons noir de la fève deux test ont été réalisés. En parallèle un test sur la capacité répulsive de l'huile a été conduit.

Les résultats obtenus montrent l'effet insecticide de l'huile essentielle de la sauge sur les adultes du puceron noir de la fève avec un maximum de mortalité enregistré à partir du 5^{ème} jour pour le test « in vitro » et le 6eme jour pour le test « in vivo » avec des DL 50 respectives de 1,27 et 2,76. L'huile essentielle des feuilles de la sauge ont également démontré une capacité répulsive de 60%.

Mots clés : *Aphis fabae*, *salvia officinalis*, *vicia fabae*, DL50, huile essentielle, bio insecticide.

Abstract

In the search for alternatives to chemical control, based on the use of natural plant-based products "bio insecticidal" to fight against the black bean aphid. This study aims to test the bio-insecticidal and repellent effect of the essential oil of *Salvia officinalis* vis-à-vis adults of the black aphid *Aphis fabae* bean.

To meet this objective, an extraction of the essential oil by steaming of the leaves of the sage was performed. In order to evaluate its toxicity on black bean aphids two test were carried out. In parallel a test on the repulsive capacity of the oil was conducted.

The results obtained show the insecticidal effect of the essential oil of sage on adults of the black bean aphid with a maximum of mortality recorded from the 5th day for the test "in vitro" and the 6th day for the test " in vivo "with respective LD 50 of 1.27 and 2.76. The essential oil of the leaves of sage has also demonstrated a repulsive ability of 60%.

Keywords: *Aphis fabae*, *salvia officinalis*, *vicia fabae*, LD50, essential oil, bio insecticide.

ملخص

في البحث عن بدائل للتحكم الكيميائي، بناءً على استخدام المنتج النباتي الطبيعي "مبيد حشري حيوي" لمحاربة حشرة المن السوداء. تهدف هذه الدراسة إلى اختبار تأثير مبيد الحشرات الحيوي والطارد للزيوت الأساسية من المريمية مقابل البالغين من حشرة المن السوداء للقول. لتحقيق هذا الهدف، تم إجراء استخراج الزيت العطري عن طريق تبخير أوراق المريمية. من أجل تقييم التسمم على المن الأسود للقول أجريت تجربتان. في موازاة ذلك تم إجراء اختبار على القدرة التنافرية للزيوت الأساسية. أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها تأثير المبيدات الحشرية للزيوت الأساسية للحكيم على البالغين من حشرة المن السوداء للقول مع الحد الأقصى للوفيات المسجلة من اليوم الخامس للاختبار "في المختبر" واليوم السادس للاختبار "في الجسم الحي".

الكلمات المفتاحية: زيت أساسي ، مبيد حشري حيوي، أفيس فابا ، سالفيا أوفيسيناليس، ج.ق. 50

Introduction :

La fève constitue un aliment très important surtout pour la consommation humaine et l'alimentation animale chez les populations à faibles revenus.

C'est au niveau de la jointure des feuilles que des petites grappes de fleurs blanches tachetées de noir apparaissent de mai à juillet. Elle est une espèce d'hiver qui peut être cultivée comme légume vert ou à l'état sec après la maturité des gousses.

Elle est sensible au manque d'eau, et exige une alimentation hydrique régulière supérieure à 250 mm/an.

La culture de fève est peu exigeante en termes de qualité de sol, cependant, elle aime les sols frais, profonds, et peu acides. Elle est sensible au compactage et à l'excès d'eau. Elle est rustique au froid, la somme de températures nécessaires pour accomplir son cycle végétatif varie de 1900 à 2000 °C (**Carlu, 1952**). Selon les statistiques la récolte mondiale s'élève, en 2002, à 4,75 millions de tonnes dont 1,02 millions de tonnes de fèves vertes et 3,73 millions de tonnes de fèves sèches à 3 millions d'hectares dont plus de 50% se situent en Chine, 20% en Afrique du nord et moins de 10% en Europe (**Abu Amer et al., 2011**).

En Algérie, la culture de la fève *Vicia faba L.* reste la plus importante culture vivrière, pratiquée surtout dans les plaines côtières et de l'intérieure, avec une surface de 58000 hectares avec un rendement total de 254000 tonnes (**Laamari et al., 2008**). 50% de la superficie réservée à cette culture est répartie entre Chlef, Skikda, Tlemcen, AïnTémouchent et Biskra (**Meradsi, 2009**). Cette espèce a un rôle important dans la production agricole et dans l'économie nationale en raison de sa valeur nutritionnelle élevée et de ses divers usages.

La fève est une bonne source de protéine et d'énergie, elle joue un rôle dans la rotation des cultures, la fixation d'azote atmosphérique et dans la fertilité des sols. Elle est dans le régime alimentaire des humains comme des animaux (**Benachouret et al., 2007**).

La culture de la fève est sujette à une série de contraintes d'ordre biotique (les insectes ravageurs, les maladies et les plantes adventices), abiotique (sécheresse, gelée), ainsi que socio-économique (**Hamadache et al., 1996**).

Parmi les insectes inféodés à la fève, les pucerons occupent une place très particulière. Les dégâts occasionnés sont fonction d'une part de la durée de présence et de la quantité de pucerons sur la plante, d'autre part du stade de développement de celle-ci et de son degré de sensibilité, ce puceron excrète du miellat qui entrave certains processus physiologiques de la plante et stimule la croissance de la fumagine.

En plus du puceron noir qui est le ravageur le plus redoutable, la fève peut être attaquée par plusieurs maladies qui se résument dans l'antracnose, le botrytis et la rouille (**Sadiki et al., 1998**).

Cet agent tellurique occasionne des dégâts avec des conséquences désastreuses sur le rendement et la qualité de la récolte. Contre ce genre de fléaux, la prévention ainsi que l'utilisation des produits chimiques représentent à l'heure actuelle la solution la plus efficace, mais l'utilisation de ces produits chimiques contre les espèces aphidiennes posent de graves problèmes à l'environnement en raison de leur grande toxicité. Cependant, les inconvénients liés à l'utilisation répétée des produits de synthèse entraînent souvent la pollution de l'environnement (**ITAFV, 2012 ; Ozbay et Newman, 2004**). Il est devenu indispensable de rechercher de nouvelles molécules en prenant en compte d'autres critères que l'efficacité.

Cette recherche vise à mettre au point la lutte biologique par l'utilisation de substances naturelles insecticide pouvant constituer une solution alternative aux produits chimiques.

L'Algérie, de par sa situation géographique, offre une végétation riche et diverse. Un grand nombre de plantes aromatiques y pousse spontanément. L'intérêt porté à ces plantes n'a pas cessé de croître au cours de ces dernières années (**Benkiki, 2006**).

C'est dans cette optique, qu'on s'est intéressé à la sauge « *Salvia officinalis* », un arbuste indigène méditerranéen très prisé en phytothérapie. Pour de mettre en évidence l'activité insecticide de son huile essentielle sur *Aphis fabae*, le puceron noir de la fève, par des essais « *in vivo* » et « *in vitro* ».

Chapitre I :

La fève (*vicia faba*)

Chapitre I : La fève (*Vicia fabae*)

I-1 Introduction :

La fève est une légumineuse largement utilisée dans les régions méditerranéennes comme source de protéine pour aussi bien la nutrition humaine que animale (Mateos et Puchal, 1981). Elle se différencie des légumes frais par des teneurs particulièrement importantes en fibres, protéines et glucides complexes.

C'est une plante potagère de la famille des papilionacées cultivée depuis la plus haute antiquité. Originnaire d'Asie centrale cultivait il y a près de 10.000 ans. Elle se répandra ensuite à tout l'hémisphère nord. (Zaidi et Mahiout., 2012).

La fève (*Vicia faba major*) aurait été cultivée dès la fin du néolithique (Maurice et al., 1999).

La fève est une espèce d'hiver qui peut être cultivée comme légume vert ou à l'état sec. Après la maturité des gousses. Elle est sensible au manque d'eau et exige une alimentation hydrique régulière supérieure à 350 mm/an.

La culture de fève est peu exigeante en termes de qualité de sol, cependant, elle aime les sols frais, profonds, et peu acides. Elle est sensible au compactage et à l'excès d'eau. Elle est également rustique au froid.

I-2-Classification de la fève :

Selon **Dajoz (2000) et Mezani (2011)**, la fève est classée botaniquement comme suit :

Règne : Plantes

Embranchement : Spermaphytes

Sous-embranchement : Angiospermes

Classe : Dicotylédones

Sous-classe : Dialypétal.es

Série : Caliciflores

Ordre : Rosales

Famille : Fabacées (Légumineuses)

Sous-famille : Faboideae

Genre : *Vicia*

Espèce : *Vicia faba* L.



Figure(01) : Une plante de fève : *Vicia faba* L. (originale 2019)

1-3-Description botanique :

La fève est une plante annuelle légumineuse de la famille des Fabaceae, sous-famille des Faboideae. Les fèves cultivées ont comme origine l'espèce botanique *Vicia fabae*.

Le terme désigne aussi la graine qui, consommée à l'état frais ou sec, est l'un des légumes les plus anciennement cultivés. On la cultive pour ses graines comestibles, tout particulièrement au tour du Bassin méditerranéen ainsi que maintenant dans de très nombreux pays où elle est utilisée fraîche ou sèche.

1-3-1. Les racine :

Les racines pivotantes parfois, superficielles plus généralement, portant des nodosités renfermant la bactérie spécifique fixatrice d'azote atmosphérique, *Rhizobium leguminosarum*. D'après **Chaux et Foury (1994)**, le système racinaire de la fève peut s'enfoncer jusqu'à 80 cm de profondeur, les nodosités sont abondantes dans les 30 premier centimètres.

1-3-2. La tige :

La tige est simple, dressée, creuse, de section quadrangulaire, sa hauteur est généralement comprise entre 0.80 à 1.20 m. Elle est pourvue d'un ou plusieurs rameaux à la base et présente un type de croissance indéterminé.

1-3-3. Les feuilles :

Les feuilles paripennées ne disposent pas de vrilles. Elles sont disposées de façon alterne. Selon **(Chaux et Foury, 1994)**. Les feuilles sont alternes, composée-pennées, constituées par 2 à 4 paires de folioles oval.es, sans vrille, de couleur vert glauque ou grisâtre. Les stipules bien visibles en forme dentées.

1-3-4. Les fleurs :

Selon **(Patrick et al., 2008)** Les fleurs sont grandes, 2 à 3 cm, blanches tachées de noir. Les fleurs classiques de Légumineuses sont portées aux aisselles des nœuds reproducteurs en grappes de 2 à 12 selon le type. **(Gallais et Bannerot, 1992)**.

L'inflorescence est en grappe axillaire de 1 à 6 fleurs. Les fleurs sont constituées d'un calice à 5 sépales, d'une corolle blanche à 5 pétales (la carène, les ailes et l'étendard), de 10 étamines dont 9 sont soudées et libre. L'ovaire est supère et sessile avec 2 à 4 ovules allant parfois jusqu'à 9. La floraison débute en moyenne au niveau du 7^{ème} nœud et continue jusqu'aux 20 nœuds suivants. **(Brink et Belay, 2006)**.

1-3-5. Les fruits :

Les fruits sont des gousses plus ou moins longues contenant de grosses graines aplaties consommées fraîches. A maturité, le tégument devient brun et dur et la graine sert alors à la semence.

Selon (Chaux et Foury, 1994). Les fruits sont des gousses charnues qui peuvent avoir de 10 à 20 cm de long selon les variétés et contenir un nombre variable de graines (4 à 9).

A l'état jeune, les gousses sont de couleur verte puis noircissent à maturité.



Figure(02) : la tige de la fève.



Figure(03) : les feuilles de la fève.



Figure(04) : les fleurs de la fève.



Figure(05) : les fruits de la fève.

1-3-6. Les graines :

Les graines possèdent un hile clair ou de couleur noire parfois entouré de taches de couleur marron (Duc, 1997).

Les graines sont charnues, de couleur vert tendre à l'état immature, elles développent, à complète maturité un tégument épais et coriace de couleur brun rouge à blanc verdâtre et prend une forme aplatie à contour presque circulaire ou réniforme (Chaux et Foury., 1994).

1-4. Les variétés de la fève :

Il en existe 2 sous-espèces, *Paucijuga* et *eufaba*. Dans la sous-espèce *eufaba* qui nous intéresse, on dénombre 3 groupes définis par la taille des graines le premier groupe comporte des graines petites (*Vicia faba minor*) correspond au terme féverole utilisée pour l'alimentation du bétail, le deuxième group est défini par des graines moyennes (*Vicia faba equina*), il est également destiné à l'alimentation du bétail et le troisième groupe est caractérisé par de grosses graines que l'on appelle communément fève (*Vicia faba major*) destinées à la consommation humaine (Gallais et Bannerot, 1992).

Il existe quatre variétés de fève :

a. Variétés très précoces :

On rencontre dans ce groupe le type Muchaniel qui est très productive. Il est caractérisé par des gousses de couleur vert clair, de 20cm de longueur en moyenne, renfermant 5 à 6 graines blanches.

b. Variétés précoces

On rencontre dans ce groupe la Séville à gousses longues, renferment 5 à 6 graines volumineuses. Sa tige est d'une hauteur de 70cm, se distinguant des autres variétés par la couleur de son feuillage, d'un vert assez franc (Chaux et Foury, 1994). Ses gousses présentent une largeur d'environ 3cm et une longueur de 25cm (Laumonier, 1979).

c. Variétés demi-précoces

Les variétés demi-précoces, elles sont caractérisées par une végétation haute de 1,10 à 1,20m, et possèdent des gousses volumineuses et très longues, renferment 7 à 9 graines. (Chaux et Foury, 1994). La variété Aguadulce, appartient à ce type, elle a été introduite en Algérie, de Séville, une région d'Espagne. C'est une variété très productive (Zaghouane, 1991).

d. Variétés tardives :

Elles ont une hauteur moyenne de 85cm, elles produisent de nombreuses gousses contenant 4 graines.

1-5.Importance de l'espèce**1-5-1. Importance nutritionnelle :**

La fève constitue, avec les autres légumineuses, la seconde source protéique pour l'alimentation humaine et animale et ce après les céréales. **Adrianet al., (2002)** affirment que la fève fraîche possède des caractéristiques nutritionnelles intéressantes pour l'équilibre nutritionnel. Elle est, d'après eux, riche en protéines végétales (5,4g aux 100g) et en glucides (10 g aux 100 g), elle fournit des quantités appréciables de vitamines du groupe B (en particulier B3, B5 et B9 ou acide folique) vitamine C (28 mg aux 100 g). Cette richesse en acide folique, ce qui est plutôt inattendu pour une graine de légumineuse. Elle représente aussi une source non négligeable de minéraux et d'oligo-éléments, notamment de potassium, de magnésium et de fer.

1-5-2. Importance agronomique :

Comme toutes les légumineuses, l'espèce *Vicia faba* L. assure sa nutrition azotée par deux voies ; l'assimilation de l'azote minéral du sol et la fixation symbiotique de l'azote atmosphérique. Cette aptitude à fixer l'azote atmosphérique limite l'utilisation des engrais azotés qui sont coûteux pour l'agriculture et néfastes pour la santé humaine et l'environnement (**Nouar, 2007**).

Plusieurs études agronomiques, entre autres celles conduites à l'ITAB (Institut Technique de la Culture Biologique) et au CREAB MP (Centre Régional de Recherche et d'Expérimentation en Agriculture Biologique de Midi-Pyrénées) en France, affirment que l'espèce *Vicia faba* L. (Fève ou féverole) est indifférente à la nature du précédent cultural. Ce qui la met, le plus souvent, en fin de rotation Sa bonne utilisation de l'azote amène à privilégier des précédents à faibles restitutions et reliquats azotés. Par contre, elle est considérée comme excellent précédent cultural pour d'autres cultures exigeantes en azote, telles que les céréales. Un intervalle minimal de 3 à 4 ans est recommandé entre deux cultures de cette espèce (**PAPVC, 2009**).

1-5-3. Importance économique :

La fève (*Vicia faba* L.) est aujourd'hui parmi les plantes légumineuses les plus cultivées dans le monde. Selon les statistiques de la FAO, la récolte mondiale s'élève, en 2002, à 4,75 millions de tonnes dont 1,02 millions de fèves vertes et 3.73 millions de fèves sèches.

Les fèves et féveroles sont produites pour la consommation humaine et pour l'alimentation animale. Elles sont parfois utilisées comme cultures de couverture ou engrais vert.

1-6. La production de la fève :**Tableau N°01 : production de la fève en tonnes (FAOSTAT, 2007)**

Pays	Quantité de production (1000 tonnes)	(%)
MONDE	4 342	100%
MED.	1 093	25%
Chine	1 800	41%
Éthiopie	516	12%
France	372	9%
Egypte	350	8%
Australie	329	8%
UK	130	3%
Soudan	112	3%
Italie	87	2%
Maroc	73	2%
Allemagne	60	1%
Pérou	53	1%
Tunisie	45	1%
Iran	44	1%
Syrie	34	1%
Fédération Russe	33	1%
Turquie	28	1%
Algérie	27	1%
Espagne	25	1%

1-7. Principales maladies et déprédateurs de la fève :

Les cultures de la fève sont attaquées par des nématodes et par plusieurs espèces d'insectes consommant les tiges, la sève et les graines. De plus elle est susceptible à différentes maladies cryptogamiques tels que les maladies des taches chocolat, l'antracnose et la rouille (Huignard *et al.*, 2011).

1-7-1. Les maladies :

La fève est attaquée par plusieurs maladies qui peuvent affecter sérieusement le rendement et la qualité. Les parcelles qui doivent être plantées en fève doivent être soigneusement sélectionnées vu que la plupart des maladies sont communes chez d'autres cultures.

Le tableau N°02 : les principales maladies de la fève (Tivoli et al., 1986).

Maladies	Agents pathogènes	Symptômes
Anthraxnose	<i>Ascohytafabae.</i>	La maladie se manifeste par des taches sur les feuilles, les gousses, et les tiges.
Mildiou	<i>Peronospora viciae</i>	Jaunissement des plantes. Déformations des tiges et des pétioles. Apparition d'un feutrage blanchâtre sur la face inférieure de la feuille.
Rouille	<i>Uromyces fabae</i>	Cette maladie se manifeste par des taches brunes à rougeâtres sur les feuilles, causant un dessèchement, et la chute des feuilles.
Taches chocolat	<i>Botrytis fabae</i>	Cette maladie causes des tâches de couleur rouge-brun sur les feuilles, tiges et gousses. Ces tâches ou lésions peuvent causer une défoliation et même la mort de la plante.





1-7-2. Les nématodes :

Parmi les nématodes les plus redoutables sur légumineuses, on distingue (*Ditylenchus dipsaci*) communément appelé nématode des tiges. Ils constituent un sérieux problème sur les tiges de fève en Algérie (Sellami et Bousnina, 1996). Ils provoquent le gonflement et la déformation de la tige, avec la décoloration des différentes parties de la plante (Abbas Andaloussi, 2001).

1-7-3. Les insectes :

La fève est sujette à des attaques de plusieurs espèces d'insectes qui peuvent occasionner des dégâts considérables, les plus répandus sont représentés sur le tableau N°3.

Tableau N°03 : les principaux insectes qui attaquent la fève.

Insectes	Les dégâts	Image
Le puceron noir de la fève (<i>Aphis fabae</i>)	Ils sont considérés parmi les insectes les plus redoutables de la fève. Les pucerons causent des chutes de fleurs qui se soldent par une réduction des rendements.	
Sitone du pois (<i>Sitona lineatus</i>)	La sitone du pois est un charançon de 3.5 à 5 mm de long de couleur brun-rougeâtre. Les adultes dévorent les feuilles (encoches) sans grande incidence. Les larves de cet insecte consomment les nodosités, ce qui perturbe l'alimentation azotée. (Aversenq et al., 2008).	
Bruche de la fève (<i>Bruchus rufimanus</i>)	La femelle pond ses œufs sur les gousses, et les larves de ce coléoptère se développent aux dépens des graines, qui perdent leur pouvoir germinatif Boughdad (1994).	
Lixe poudreux des fèves (<i>Lixus algerus</i>)	Charançon curculionidé provoque l'affaiblissement de la plante, réduction du poids moyen des graines ainsi que le dessèchement précoce et diminution du rendement. (Maoui et al. (1990).	

Chapitre II :
Le puceron noir de la
fève (*Aphis fabae*)

Chapitre II : Le puceron noir de la fève (*Aphis fabae*)

II-1. Introduction :

Les pucerons sont des insectes aux téguments mous de petite taille avec un corps ovale un peu aplati. Ce dernier est partagé en trois parties bien distinctes (la tête, le thorax, et l'abdomen).

Ils sont apparus il y a environ 280 millions d'années (**Bonnemain, 2010**), ils colonisent la plupart des plantes à fleurs mais aussi les résineux, quelque fougères et mousse (**Turpeau Ait Ighiletal., 2010**), la plupart sont inféodés à une seule espèce végétale mais certains font preuve d'une polyphagie étendue (**Faraval, 2006**).

La famille des *Aphididae* est divisée en trois sous-familles, celle des *Blattchaitophorinae*, des *Pterocommatinae* et des *Aphidinae*, les Aphides ou pucerons classés dans le Super-ordre des Hémiptéroïdes, appartiennent à l'ordre des *Homoptera*, au sous-ordre des *Aphidinea*, et à la Super-famille des *Aphidoidea* (**Faraval, 2006**).

Les pucerons sont un sérieux problème en agriculture bien qu'il forme un petit groupe d'insecte d'environ 4000 espèces dans le monde (**Dedrveretal., 2010**), près de 250 espèces sont de sérieux ravageur de culture (**ILLUZ, 2011**).

Le puceron noir de la fève (*Aphis fabae*) est un petit puceron de la famille des aphididés, qui parasite de nombreuses plantes cultivées, sous abri et en plein champ. C'est l'une des espèces de pucerons les plus polyphage, il peut évoluer sur plus de 200 plantes différentes parmi lesquelles la betterave, la fève, la féverole, le haricot, la pomme de terre ainsi que certaines cultures florales et ornementales.

II-2. Biologie :

Les pucerons sont hémimétaboles, les œufs sont minuscules à peu près sphériques. Habituellement gris foncé ou noir, mesurent environ 0.5 à 1 mm de long et sont pondus en groupe ou isolément selon les espèces (**Sutherland, 2006**). Les différents stades larvaires ressemblent aux adultes aptères mais de petite taille et certains caractères sont parfois moins prononcés (**Fredon, 2008**). Les adultes sont aptères ou ailés. Ils mesurent de 1,6 à 2,6 mm et sont de couleur noir anthracite ou vert olive foncé, avec des taches cireuses blanches, et des antennes nettement plus courtes que le corps.

II-3. Classification :

Règne : Animalia

Embranchement : Arthropoda

Classe : Insecta

Super-ordre : Endopterygota

Ordre : Homoptera

Famille : Aphididae

Genre : *Aphis*

Espèce : *Aphis fabae* (D'après Scopoli, 1763).

II-4. Description du puceron de la fève

D'après (AROUN, 1985) et (Berchiche, 1998) le puceron noir de la fève *Aphis fabae* est une espèce qui présente une reproduction exclusivement parthénogénétique dite *Anholocyclique*. D'après (Leclant, 1999) cette espèce se présente sous deux formes : une aptère et l'autre ailée. Ces deux formes sont caractérisées par une coloration noire ou vert olive foncé pour distinguer cette espèce des autres espèces *Aphidiennes* on fait appel aux grandes lignes de la systématique. Le puceron aptère est plus petit que le puceron ailé qui dispose lui d'un corps plus allongé.

II-4-1. Forme aptère

La forme aptère présente des petites taches éparses sur l'abdomen et 10 soies plantés sur la cauda qui est digitiforme et trapue. La forme aptère du puceron noir de la fève *Aphis fabae* mesure environ 2 mm (Hulle et al., 1999). Elle est de couleur vert olive foncé à noir mat et recouverte d'une forte sécrétion cireuse blanche (Leclant, 1999).



Figure(06) : Forme aptère de puceron noir de la fève *Aphis fabae* (originale 2019).

II-4-2. Forme ailée :

La forme ailée possède un grand nombre de sensoria secondaires. Cette espèce joue un rôle important dans la transmission des maladies à virus. Sous sa forme ailé, *Aphis fabae* est plus allongée que l'aptère (Hulle et al., 1999). Elle est de couleur sombre, avec des antennes courtes et qui représentent environ les deux tiers de la longueur du corps (Hulle et al., 1999).



Figure(07) : Forme ailée de puceron noir de la fève *Aphis fabae* (originale 2019).

II-5. Reproduction :

Le processus de reproduction du puceron est en soi un phénomène assez particulier. Si la plupart du temps la première génération à naître des œufs d'hiver est exclusivement composée de pucerons aptères, la situation peut évoluer si les insectes manquent de place sur leur support (feuilles, tiges, branches...). Ainsi une génération de pucerons ailés peut se substituer aux réguliers pour pouvoir décoller et migrer vers d'autres horizons qu'ils vont infester. Cette première bordée d'œufs d'hiver est exclusivement composée de pucerons femelles. Les générations suivantes sont mixtes.

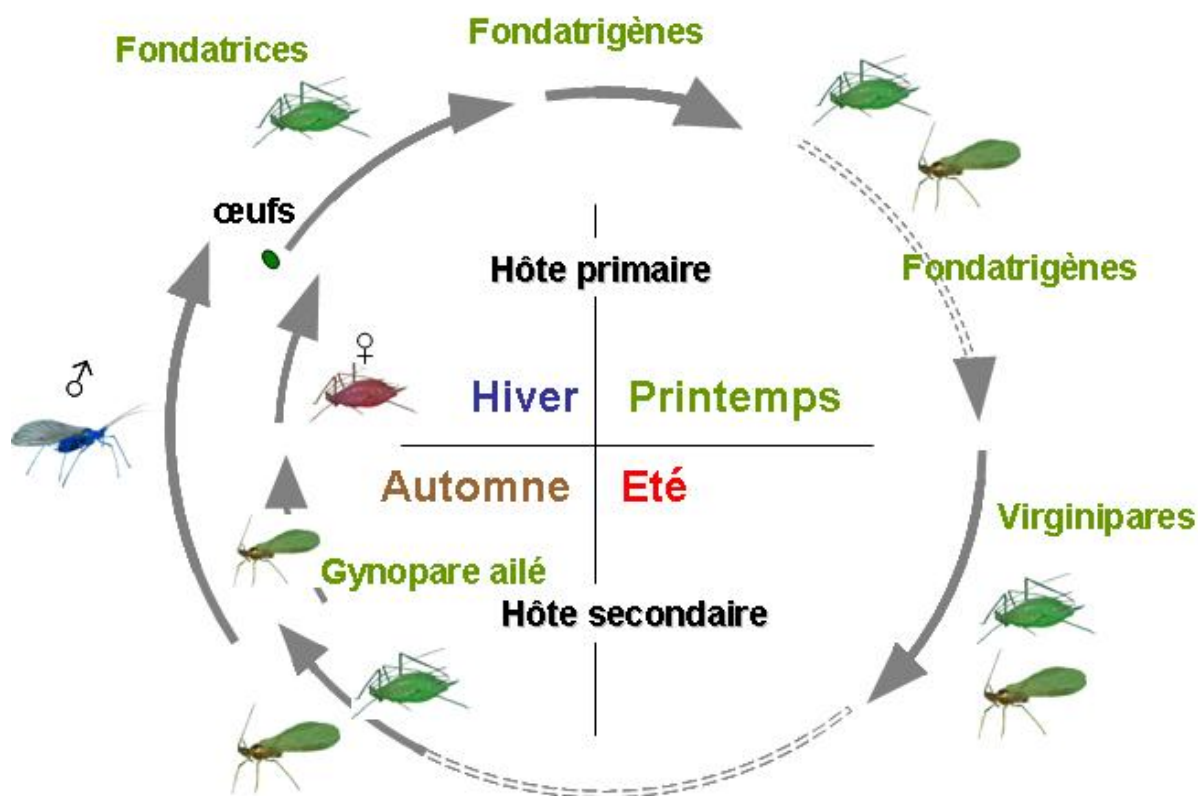
Les femelles de puceron ont une capacité de multiplication très élevée : 40 à 100 descendants par une seule femelle. Une femelle va vivre 25 jours, elle peut donner 3 à 10 pucerons par jour pendant plusieurs semaines et peut à son tour pondre jusqu'à une centaine d'œufs. Elle est capable d'engendrer jusqu'à 30 à 70 larves.

II-6. Cycle de vie :

D'après le Bohec et al.(1981) ;Hull et al.(1998), l'*Aphis fabae* est un des pucerons les plus polyphages. Le puceron noir de la fève est diœcique, il alterne son développement entre son hôte primaire en générale le fusain d'Europeet ses hôtes secondaires. Il hiverne sur le fusain à l'état d'œufs noirs (œufs d'hiver) qui donnent les femelles fondatrices au mois de Mars. Elles produisent une génération aptère donnant des femelles ailées qui migrent vers les plantes

hôtes et colonisent la face inférieure des plantes. Les premières ailes s'observent au cours du mois d'avril. Plusieurs générations parthénogénétiques se développent sur l'hôte secondaire, à l'origine de colonies en manchon parfois très dense sur les plantes hôtes secondaires sauvage et cultivées. La multiplication est intense le mois qui suit l'infestation initiale et la pullulation dure six semaines la proportion d'ailes augmente alors au sein des colonies

En automne, les sexupares ailés partent vers les plantes d'hiver. La fécondation et la ponte ont lieu en octobre. Ces derniers ont impliqué dans la reproduction sexuée à l'automne, elles regagnent l'hôte primaire, la fécondation et la ponte interviennent au courant du mois d'octobre. La reproduction sexuée n'est pas toujours obligatoire chez ce puceron dans les régions à climat doux, des populations peuvent se maintenir tout l'hiver sur des hôtes secondaires en continuant à se multiplier par parthénogenèse.



Figure(08) : le cycle biologique de puceron noir (Inra ; 2010)

II-7. Les dégâts et les symptômes causés par les pucerons :

Les conséquences économiques du puceron noir de la fève sont principalement dues aux dégâts liés directement à son alimentation. (**Christelle ,2007**)

II-7-1. Les dégâts indirects :

Les dégâts indirects des pucerons sont essentiellement de deux ordres :

II-7-1-1. Transmission des virus phytopathogènes :

Les dommages indirects sont provoqués par la transmission de virus aux plantes. L'infestation commence généralement au niveau des parties les plus jeunes de la plante, mais elle peut se répandre dans toute la plante.

II-7-1-2. Production du miellat et fumagine :

La sève de la plante est riche en sucres, mais pauvre en protéines. Les pucerons doivent, de ce fait, extraire une quantité importante de sève pour satisfaire leurs besoins en protéines. Ils sécrètent les excédents en sucres sous forme de miellat, rendant la culture et les fruits collants. Les champignons noirs se développent sur ce miellat et contaminent les fruits et les cultures ornementales. Dans le même temps, la photosynthèse dans les feuilles est réduite ; ce qui affecte la production.

II-7-2. Les dégâts directs :

Si la plante est en mauvais état où manque de lumière où y a une présence forte de leur congénère les larves et les adultes prélèvent leur nourriture directement sur les plantes et perturbent ainsi l'équilibre en hormones de croissance. Il en résulte alors un retard dans le développement des végétaux, les feuilles se recroquevillent, se déforment et, si l'infestation est apparue tôt dans la saison, les jeunes plantes meurent. Le retard de croissance et la chute des feuilles réduisent les rendements. (**Harmel et al ; 2008**)

À8. Lutte contre les pucerons noirs :

À8-1. Lutte préventive

Il est nécessaire que les semis soient réalisés dans des conditions saines, par l'élimination des résidus de culture et des mauvaises herbes.

La lutte préventive se base sur les différentes pratiques culturales et l'entretien de la culture, tel que l'enfouissement pendant l'hiver des plantes ayant reçu des œufs d'hiver ainsi que la

destruction par des hersages ou sarclages des plantes sauvages susceptibles d'héberger des espèces nuisibles aux plantes cultivées au début du printemps (**Wang et al., 2000**).

À8-2. Lutte chimique :

Les insecticides utilisés contre le puceron noir de la fève sont des organophosphorés, des carbamates et des pyréthrinoides de synthèse et il est apparu une nouvelle famille de produits les chlorocotiniles qui agissent sur le système nerveux central des ravageurs par contact et ingestion. Systémique et translaminaire, ils sont dotés d'une action de choc et d'une bonne rémanence. (**Dedreyver, 2010**).

Les traitements doivent être courts et très ciblés. Évitez les périodes de floraison pour ne pas atteindre les insectes mellifères. Cependant les insecticides présentent des inconvénients ; ils coûtent cher, nuisent à l'écosystème et à l'environnement et tuent les insectes auxiliaires. En plus les pucerons peuvent développer des résistances aux différentes molécules chimiques utilisées (**Dogimon et al. 2010**).

À8-3. La lutte biologique :

D'après l'organisation internationale de la lutte biologique contre les animaux et les plantes nuisibles **I.O.I.L. B (1971)** ; **Hautier (2003)**; **Lambert (2005)** et **Maisonhaute (2009)**, la lutte biologique est l'utilisation des organismes vivants (insectes, bactéries, nématodes, Les microorganismes...) ou de leurs dérivés pour contrôler les populations de nuisibles et empêcher ou réduire les pertes ou dommages causés aux cultures.

La lutte biologique contre cette espèce nuisible vise à utiliser quelques insectes prédateurs (les coccinelles, les syrphes, et les cécidomyies), et même privilégier la plantation des végétaux qui attirent les pucerons comme la morelle noire.

En cas de forte attaque, on peut aussi arroser les extrémités des plantes avec un jet d'eau puissant (**Boivin ;2001**)

II-8-3-1. Quelques insectes prédateurs reconnus :

II-8-3-1-1. Les coccinelles :

Les aphides (pucerons) représentent la nourriture favorite des coccinelles. Les larves et les adultes de coccinelle consomment tous les stades des pucerons (aillés, larves, aptères). Ils parcourent activement les plantes à la recherche de leurs proies potentielles, puis les vident de leur contenu. Les principaux stades prédateurs sont les stades larvaires L3 et L4, ainsi que le

stade adulte, qui présente l'intérêt de durer très longtemps. Chacun d'eux peut consommer jusqu'à 60 pucerons par jour. Les statistiques concernant leur appétit varient selon les auteurs : de 50 ou 70 insectes par jour, pour larves et adultes, respectivement, à 80 ou 100. Les femelles peuvent pondre jusqu'à 20 œufs par jour. La coccinelle est active à partir de 12 ou 13°C, ce qui en fait un auxiliaire idéal pour les cultures extérieures.

- **Les larves de la coccinelle :**

Comme les larves ne volent pas, elles restent sur la plante et s'acquittent consciencieusement de leur tâche. Introduites au bon moment, ces auxiliaires sont tout aussi efficaces que de fâcheux traitements insecticides, sans en avoir les inconvénients écologiques. Mieux, les larves, devenues adultes, iront pondre à leur tour sur d'autres plantes infestées.

La larve en fin de croissance dévore environ 80 pucerons par jour. La coccinelle adulte en dévore environ 100. Elle est presque aussi vorace que l'insecte adulte.



Figure(09) : la larve de coccinelle



Figure(10) : L'adulte de coccinelle

- **Les syrphes :**

Les syrphes, de couleur jaune et noire, sont souvent confondus avec les abeilles et les guêpes. Elles ne sont pas des hyménoptères mais des diptères (elles n'ont que deux ailes), communément appelées « mouches ». Leurs larves peuvent consommer de 400 à 700 pucerons au cours de leur développement.



Figure(11) : le syrpe adulte

- **Les cécidomyies :**

Les larves sont considérées comme un important agent de lutte biologique contre les pucerons, qui est présent à l'état naturel et qui s'attaque à plus d'une soixantaine d'espèces différentes. La cécidomyie du puceron passe l'hiver au stade de larve dans un cocon dans le sol, elle se purifie au printemps. L'adulte émerge à la fin du printemps se nourrissant seulement de miellat. Les adultes se reproduisent puis les femelles pondent leurs œufs près de colonies de pucerons. Les œufs éclosent et les larves s'attaquent aux pucerons, les paralysant en détruisant les articulations des pattes, puis sucent l'intérieur de leurs proies jusqu'à les vider, laissant des pucerons noircis et affaissés rattachés aux feuilles. Les larves tuent plus de pucerons qu'il ne leur en faut pour compléter leur développement, surtout lorsque la densité des proies est élevée.



Figure(12) : La cécidomyie adulte

Chapitre III :

La sauge (Salvia officinalis)

III-1. Historique :

Salvia officinalis ou la sauge est une plante annuelle et biannuelle d'origine méditerranéenne de la famille des labiées (**Djerroumi et Nacef, 2004**).

D'après la 1^{ère} histoire, une variété de sauge appelait *Chia* était cultivée par les mexicains. Les grecs, les romains et les arabes ont utilisé la sauge comme tonique, et en compresse contre les morsures de serpent. La sauge était probablement déjà employée en Egypte, environ 6000 ans avant J-C. Elle a vraisemblablement été cultivée pour la première fois en Grèce puis introduite en Europe centrale à partir du **8^{ème}** siècle ou elle était cultivée dans les monastères et les jardins. Dès le Moyen Age, elle devient une véritable panacée. Elle fait partie des plantes dont la culture était recommandée par Charlemagne dans l'ordonnancement rural, *Capitulare de villis* (**Brieskorn, 1991 et al., Laux H.E et al., 1993 ; Rüegg et al., 1997**).

Au **18^{ème}** siècle, les feuilles de la sauge ont été roulées comme des cigarettes pour les fumer contre l'asthme, surtout au printemps (**Anonyme, 2010**).

Il existe environ 900 espèces identifiées autour du monde (**Maksinovic et al., 2007 ; Longarayetal., 2007**). En Algérie les espèces qui ont été déterminées sont dans l'ordre d'une trentaine. Plusieurs appellations ont été données à la sauge.

III-2. Description morphologique :

La sauge est une plante vivace à tige ligneuse à la base, forme un buisson dépassant parfois 80cm, rameaux vert-blanchâtre. Les feuilles sont assez grandes, épaisses, vert-blanchâtres, et opposées. Les fleurs bleu-violacé clair en épis terminaux lâches, sont disposées par 3 à 6 en verticilles espacés. Le Calice est campanulé à 5 dents longues et corolle bilabée supérieure en casque et lèvre inférieure trilobée ; le fruit est en forme de tétrakènes (**Hans, 2007**).

Ces grains se cultivent en sol léger et perméable voire rocailleux, toujours à exposition en soleil liée. La multiplication se fait par bouturage ou division des touffes.



Figure(13) : La plante de la sauge *salvia officinalis* L. (**originale 2019**).

III-3. Classification :

Règne :	<i>Plantae</i>
Sous-règne :	<i>Tracheobionta</i>
Division :	<i>Magnoliophyta</i>
Classe :	<i>Magnoliopsida</i>
Sous-classe :	<i>Asteridae</i>
Ordre :	<i>Lamiales</i>
Famille :	<i>Lamiaceae</i>
Genre :	<i>Salvia</i>
Espèce :	<i>Salvia officinalis L.</i>



Figure (14) : *Salvia officinalis L.* (Originale 2019)

III-4. Usage thérapeutique de la sauge

III-4-1.1. Usage interne

En usage interne, la sauge est utilisée pour traiter toutes les faiblesses organiques, l'asthénie, la neurasthénie, les dyspepsies par atonie gastro intestinale, les digestions lentes, l'inappétence, les affections nerveuses (tremblement, vertiges, paralysies), l'apoplexie, les bronchites chroniques et l'asthme. On se sert aussi pour soigner les sueurs nocturnes des tuberculeux et des convalescents, les sueurs profuses des mains et des aisselles, les adénites, le lymphatisme, les fièvres intermittentes, la diurèse insuffisante, la stérilité, les symptômes de la ménopause, les diarrhées des tuberculeux et des nourrissons, la cancérose. Enfin on s'en sert pour faire tarir la lactation (Ahmi, 2007).







D'après Djerroumi et Nacef (2004), Elle est considérée comme un stimulant pour les gens anémique, aussi pour les stressées et déprimées, et conseillée pour les étudiants en période d'examen.

Les infusions de la sauge sont appliquées pour le traitement de plusieurs maladies de la circulation sanguine et les troubles digestifs (Radulescu et Eliza, 2004).

III-4-1-2. Usage externe :

En usage externe, la sauge est utilisée pour soigner les leucorrhées, les aphtes, les stomatites, les angines, les laryngites, les névralgies dentaires, l'asthme, les plaies atones, les ulcères, Les dermatoses, la débilité infantile, le rachitisme, la scrofuleuse, l'alopécie et les piqûres des guêpes et d'insectes. Enfin elle sert aussi à désinfecter les habitations (**Beloued, 2009**).

III-5. Les variétés de sauge officinale**Tableau N°04** : les variétés de sauge officinale

Variété	Feuillage	Qualités	Image
Sauge officinale <i>Berggarten</i>	Grandes feuilles oblongues vert-grisâtre.	Fleurs bleu violacé.	
Sauge officinale <i>Icterina</i>	Feuillage panaché vert et jaune.	Ne fleurit quasiment pas.	
Sauge officinale <i>Tricolor</i>	Feuillage gris-vert panaché avec du pourpre et du crème.	Fleurs violet pâle. Un peu moins rustique.	
Sauge officinale <i>Purpurascens</i>	Feuillage pourpre quand il est jeune. Devient vert foncé en vieillissant.	Fleurs bleu violacé.	
Sauge officinale <i>Aurea</i> ou sauge officinale dorée	Feuillage vert marginé de doré.	Fleurs bleu mauve.	
Sauge officinale <i>Albiflora</i>	Feuillage vert foncé.	Fleurs blanches.	
Sauge à feuilles de lavande <i>Salvia lavandulifolia</i>	Feuilles ressemblant à celles de la lavande.	Fleurs bleu lavande. La plus parfumée.	

III-6. Production

Pour des plantations datant d'un an, la récolte se fait fin Aout, alors qu'elle est pratiquée début juillet et fin Aout lors de la 2^e année de culture. Après fauchage, le matériel végétal doit

être rapidement séché à 45°C, les tiges étant éliminées avant ou après séchage. Une partie de la drogue est récoltée à l'état sauvage (**Dachler et al., 1999**).

Pour un usage personnel, les feuilles fraîches peuvent être récoltées de Mai à Septembre. Les jeunes tiges feuillées doivent être cueillies juste avant la floraison, puis sont mises à sécher.

III-7. Composition chimique

La sauge contient 5% de tanins, un principe amer, 5,5% de résine, 6% de gomme du mucilage, des acides phosphoriques oxaliques, des nitrates, 9% de pentosane, des traces d'aparatone et de 1,5 à 2,5 d'huiles essentielles dite huile de sauge, renfermant de la thuyone, du cinéole, du camphre des terpènes salive et pirosalive(**Ryberg, 1991**).

Plusieurs travaux récents ont étudié la composition chimique de l'huile essentielle de *Salvia officinalis* dans différentes régions de part et d'autre du bassin méditerranéen tel que, la Yougoslavie (**Perry et al., 1996, Putievsky et al., 1992**), la Bulgarie (**Tsankova et al., 1994**), l'Italie (**Place et al., 1995 ; Piccaglia et al., 1993**), l'Egypte (**Karawya et al., 1981**) et le Maroc (**Belkamel et al., 1990**), etc. La composition chimique de l'huile essentielle de la sauge a été déterminée par la méthode chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (CPG /SM), cette composition est représentée dans le tableau N°05

Tableau N°05 : Composition de l'huile essentielle de *Salvia officinalis* (**Wolter, 2007**).

Hydrocarbures terpéniques		Cétones	
Myrcène	0,3 à 3%	Camphre	4,1 à 27,5%
Limonène	trace à 7,6%	±-thujone	1,5 à 44,2%
Humulène	trace à 18,9%	² -thujone	1 à 36,7%
±-pinène	1,7 à 7,6%	Ester	
² - pinène	0,5 à 17,9%	Acétate de benomyl	0,1 à 3,5%
Camphène	11 à 10,3%	Alcools	
² -cariophyllène	trace à 9,4%	Linalol	trace à 1,8
p-cymène	trace à 1,1%	Boméol	0,7 à 6,2
		Viridiflorol	0 à 9,9
		Autre	
		1,8 cinéole	0,7 à 20,8%

Partie

expérimentale

Chapitre I : Matériel et méthodes

I-1. Objectif du travail

L'objectif de ce travail expérimental est l'évaluation des potentialités bio insecticide de l'huile essentielle de *Salvia officinalis L.*, « in vitro » et « in vivo » vis-à-vis des adultes du puceron noir de la fève *Aphis fabae*.

I-2. Matériel biologique

I-2-1. Matériel végétal

I-2-1-1. La plante aromatique

Le matériel végétal est constitué de feuilles de sauge (*Salvia officinalis L.*), prélevées à partir d'un arbuste se trouvant dans l'enceinte du site III (ex ITA) de l'université Abdelhamid Ben Badis Mostaganem durant le mois de Mars 2019. Les feuilles fraîchement récoltées, sont lavées puis laissées sécher dans un endroit sec et aéré. Après 24 H ces feuilles ont été mises dans une étuve à 30°C. 800g des feuilles séchées sont utilisées pour l'extraction de l'huile essentielle.



Figure(15) : Feuilles de *Salvia officinalis L.* (originale, 2019)

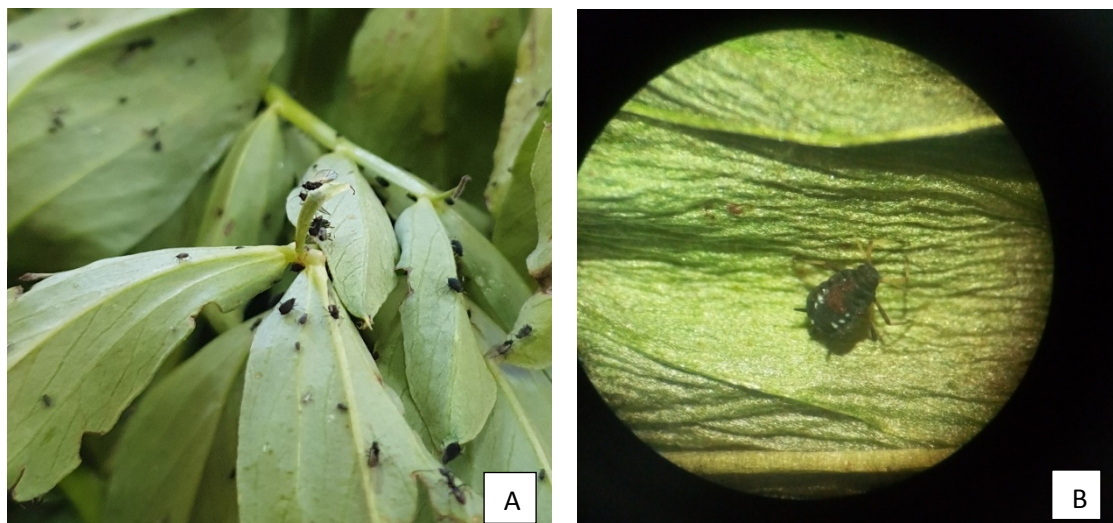
I-2-1-2. La plante hôte (*vicia fabae*)

Afin de réaliser les tests « in vitro », nous devons disposer d'un nombre suffisant de feuilles de fève. Ces dernières ont été prélevées d'une parcelle située au niveau de l'atelier expérimentale de l'université de Mostaganem (Mazagran).

En parallèle nous avons mis en culture des plantules de fève dans des pots contenant du terreau, pour réaliser le test « in vivo ».

I-3. Le matériel animal (*Aphis fabae*) :

L'insecte objet de notre étude est le puceron noir de la fève, un ravageur qui provoque des dégâts sérieux pour la production de la fève en Algérie. Les insectes d'*A. Fabae* ont été obtenues à partir d'une parcelle de fève infestées située dans la région de Mascara-Tighenif.



Figure(16) : puceron noir de la fève

Observation à l'œil (A) et la loupe binoculaire (B) (**Originale, 2019**)

I-4. Procédés de l'extraction de l'huile essentielle :

I-4-1. La distillation par entraînement à la vapeur d'eau :

Dans ce système d'extraction (**Figure N°17**) que nous avons retenu le matériel végétal (800g) ne macère pas directement dans l'eau, il est placé sur une grille perforée au travers de laquelle passe la vapeur d'eau. Cette dernière endommage la structure des cellules végétales et libère ainsi les molécules volatiles qui sont ensuite entraînées vers le réfrigérant (pendant 2 heures). Cette méthode apporte une amélioration de la qualité de l'huile essentielle en minimisant les altérations hydrolytiques ; le matériel végétal ne baignant pas directement dans l'eau bouillante (**Franchomme et al., 1990 ; Richard, 1992 ; Lucchesi, 2005**).

I-4-1-1. Conservation de l'extrait :

L'huile essentielle de *Salvia officinalis L.* a été préservée dans un flacon protégé avec du papier aluminium pour éviter toute dégradation des molécules par la lumière il est ensuite conservé dans le réfrigérateur pour une utilisation ultérieure.



Figure(17) : Hydro distillateur de type entraînement à la vapeur d'eau pour l'extraction de l'huile essentielle (**Originale, 2019**).

I-4-1-2. Calcul du rendement d'huile essentielle :

Selon la norme **Afnor (1986)**, le rendement en huile essentielle est défini comme étant le rapport entre la masse d'huile essentielle obtenue après extraction et la masse de la matière végétale utilisée. Il est exprimé en pourcentage et calculé par la formule suivante :

$$\text{RHE} = M'/M \times 100$$

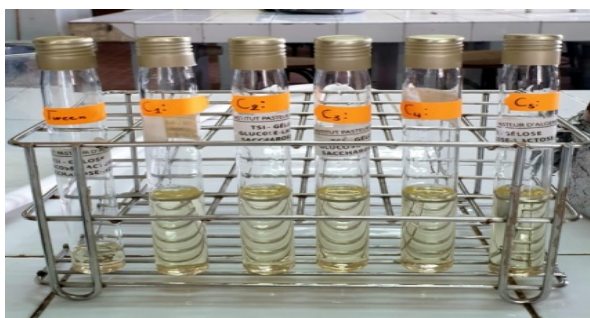
RHE : Rendement en huile essentielle en %.

M' : Masse d'huile essentielle en gramme.

M : Masse de la plante en gramme.

I-4-1-3. Préparation des dilutions :

L'huile essentielle est solubilisée dans des volumes variables de Tween à 80 % en vue d'obtenir un mélange homogène à différentes concentrations ; 10% ,1%, 0,1%, 0,01%, 0,001% et un témoin positif à 10% de tween à 80%.



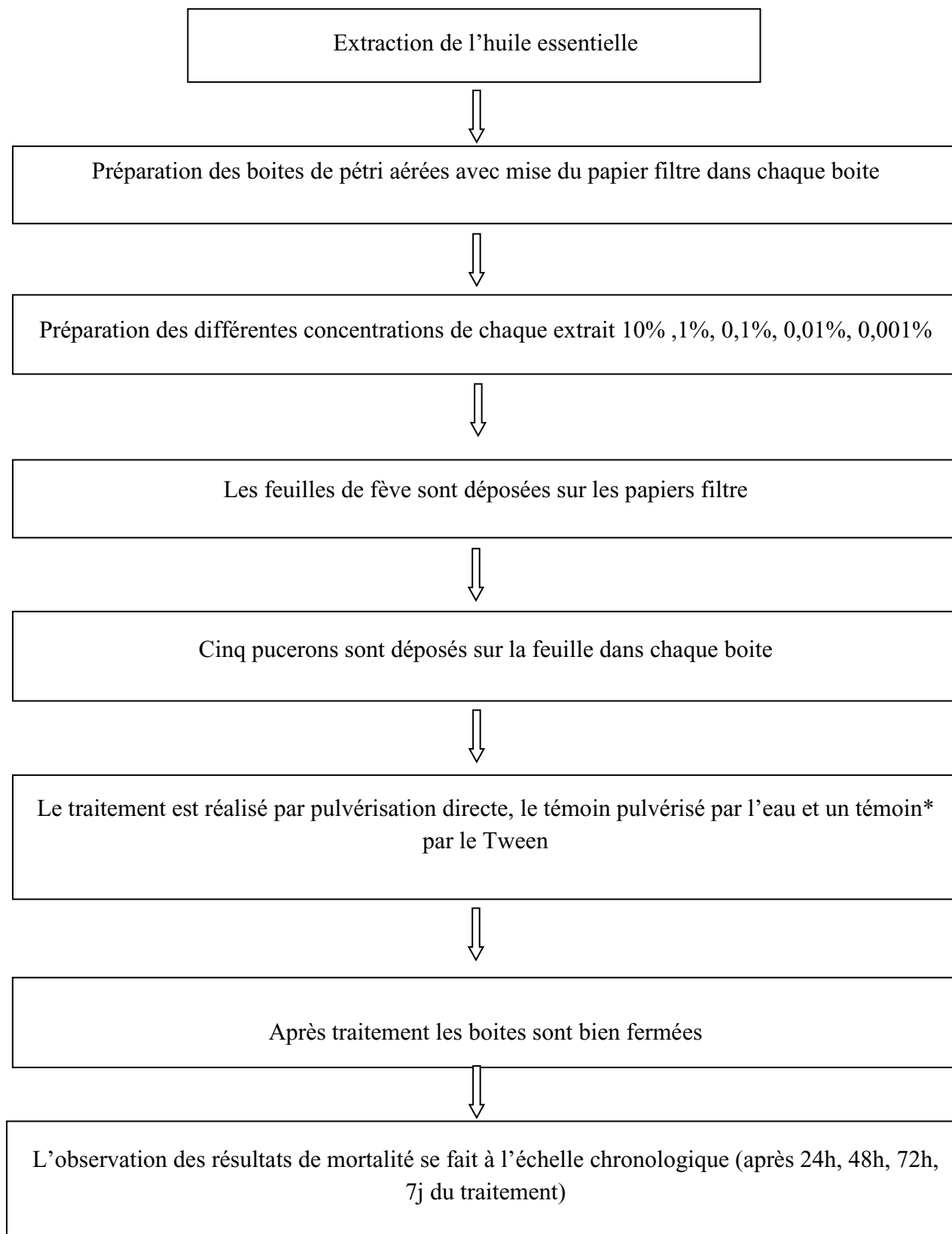
Figure(18) : Les dilutions préparées (**Originale, 2019**).

I-5. Evaluation « in vitro » de l'effet insecticide de l'huile essentielle de *Salvia officinalis* sur *Aphis fabae*.

25 pucerons noir de la fève (*Aphis fabae*) portés sur des feuilles fraîches de fève sont introduit dans 5 boîtes de pétri à raison de 5 pucerons par la boîte. Le traitement des pucerons a été effectué par pulvérisation de l'huile essentielle de sauge sur les lots de pucerons. Chaque lot reçoit une pulvérisation de chaque dose (soit 10% ,1%, 0,1%, 0,01%, 0,001%). Des boîtes de Pétri, contenant des folioles de fève infestées par des pucerons traitées à l'eau distillée ont été utilisée sen guise de témoins. La mortalité des insectes est relevée d'une manière régulière après une période de contact (24h, 48h, 72h,..., jusqu'au septième jour après la pulvérisation).



Figure (19) : Test « in vitro » de l'effet insecticide des différentes concentrations de l'huile essentielle de la sauge sur le puceron noir de la fève (Originale, 2019).



Figure(20):Schéma représentatif du protocole du test « in vitro ».

I-6. Taux de mortalité :

Le taux de mortalité (%) est déterminé pour chaque traitement après 24h, 48h, 72h, 7j de la pulvérisation. Afin d'écartier tous les risques de mortalité naturelle nous avons calculé la mortalité corrigée selon la formule (d'Abott ,1925).

$$Mc\% = \frac{(M_0\% - Mt\%)}{(100 - Mt\%)} \times 100$$

Mc% : Mortalité corrigée.

M0% : Mortalité observée après pulvérisation.

Mt% : Mortalité observée dans le témoin.

I-7. Déterminer la DL50 :

L'efficacité d'un toxique se mesure par sa **DL50** qui représente les quantités de substance toxique entraînant la mort de 50% d'individus d'un lot. La **DL50** est calculée par l'équation de la droite de régression des Probits correspondants aux pourcentages des mortalités corrigées en fonction des concentrations de traitement. La formule de Schneider et la table des Probit sont utilisées à cet effet, $y = a + bx$, on détermine la dose qui correspond à un probit de 50% de mortalité) **Wabo-poné, (2005)**.

I-8. Evaluation « in vivo » de l'effet de l'huile essentielle de *Salvia officinalis* sur *Aphis fabae*, puceron noir de la fève :

Afin d'infester les plantes de fève par des adultes d'*Aphis fabae*, les pots ont été installés dans des cages fabriqués avec un cadre en bois, recouvert par du tulle de couleur blanche. Les dimensions du cadre sont 50cm x 50cm x 120cm. Dans chaque pot on dépose 20 individus d'*Aphis fabae*, le traitement des pucerons a été effectué par pulvérisation de l'huile essentielle de la sauge, à différentes concentrations (10% ,1%,0.1%, 0,01%, 0,001%). Les observations sont effectuées quotidiennement afin de comptabiliser les mortalités du puceron noir (*Aphis fabae*), enregistrées sous l'effet de l'huile essentielle de *Salvia officinalis*. Les comptages des insectes morts est effectuée jusqu'à la mort complète de tous les pucerons des lots traités par l'huile essentielle.



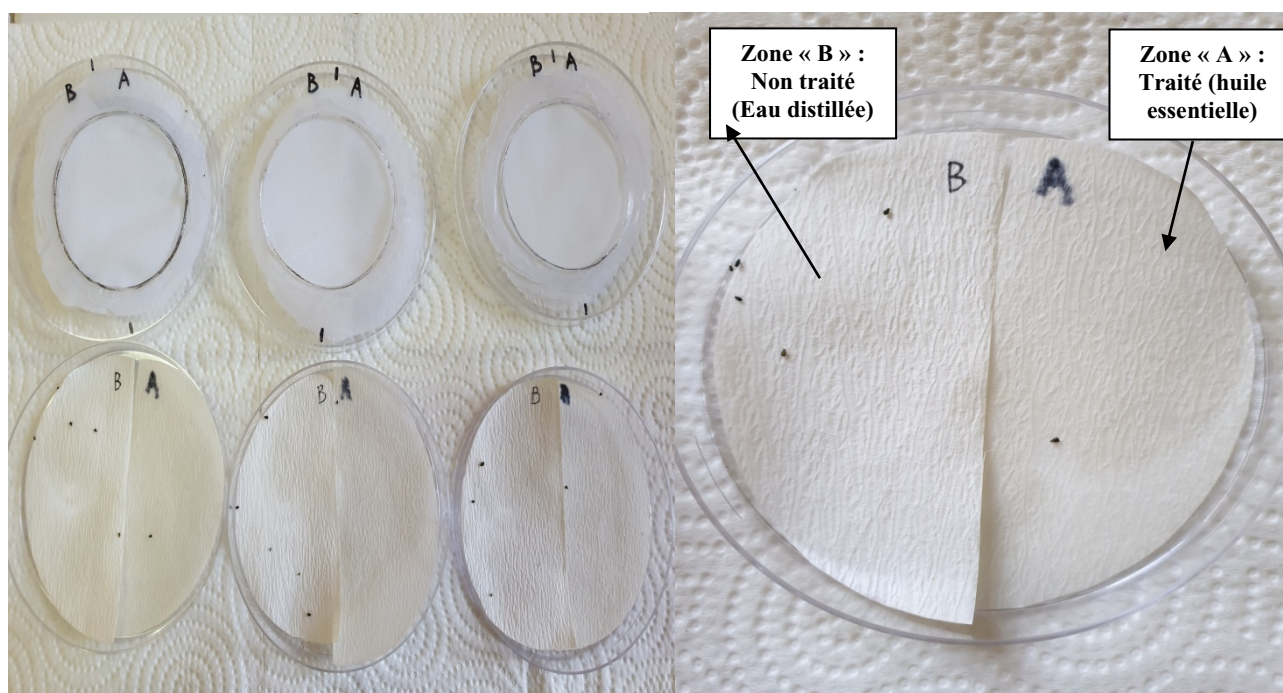
Figure(21) : Dispositif expérimental de l'étude « *in vivo* » de l'effet insecticide de l'huile essentielle de la sauge sur le puceron noir de la fève (**Originale, 2019**).

I-9. Test de l'effet répulsif de l'huile essentielle de la sauge vis-à-vis d'*Aphis fabae*:

L'effet répulsif de l'huile essentielle de la sauge à l'égard de l'*Aphis fabae* a été évalué en utilisant la méthode de la zone préférentielle sur papier filtre décrite par **Mc Donald et al.(1970)**. Des disques de papier filtre de 9 cm de diamètre sont découpés en deux parties égales. Une des parties du disque est traitée avec une dose 1 μ L d'huile essentielle pure, et l'autre partie est traitée uniquement avec l'eau distillée. Après quinze minutes, temps nécessaire pour l'évaporation complète du solvant de dilution, les deux moitiés des disques ont été ressoudées au moyen d'une bande adhésive. Le disque de papier filtre ainsi reconstitué a été placé dans une boîte de Pétri et un lot de 5 insectes adultes, a été placé au centre de chaque disque. Ces essais sont répétés trois fois. (**Figure 22**) Au bout de deux heures, le nombre d'insectes présents sur la partie de papier filtre traitée à l'huile essentielle (**A**) et le nombre de ceux présents sur la partie traitée uniquement à l'eau distillée (**B**) ont été relevés.

Tableau N°06 : Estimation de La capacité répulsive de l'huile essentielle pure (McDonald et al.,1970).

Classes	Intervalle de répulsion	Propriétés
Classe 0	PRd0 ,1%	N'est pas répulsive
Classe 1	0,1%<PRd20%	Très faiblement répulsive
Classe 2	20%<PRd40%	Faiblement répulsive
Classe 3	40%<PRd60%	Modérément répulsive
Classe 4	60%<PRd80%	Répulsive
Classe 5	80%<PRd100%	Très répulsive



Figure(22) : le test de répulsion des huiles essentielles (Originale,2019).

I-9-1. Le pourcentage de répulsion est ainsi calculé par la formule :

$$\text{Pourcentage de répulsion (PR) \%} = \left[\frac{(\text{NC} - \text{NT})}{\text{NC} + \text{NT}} \right] \times 100$$

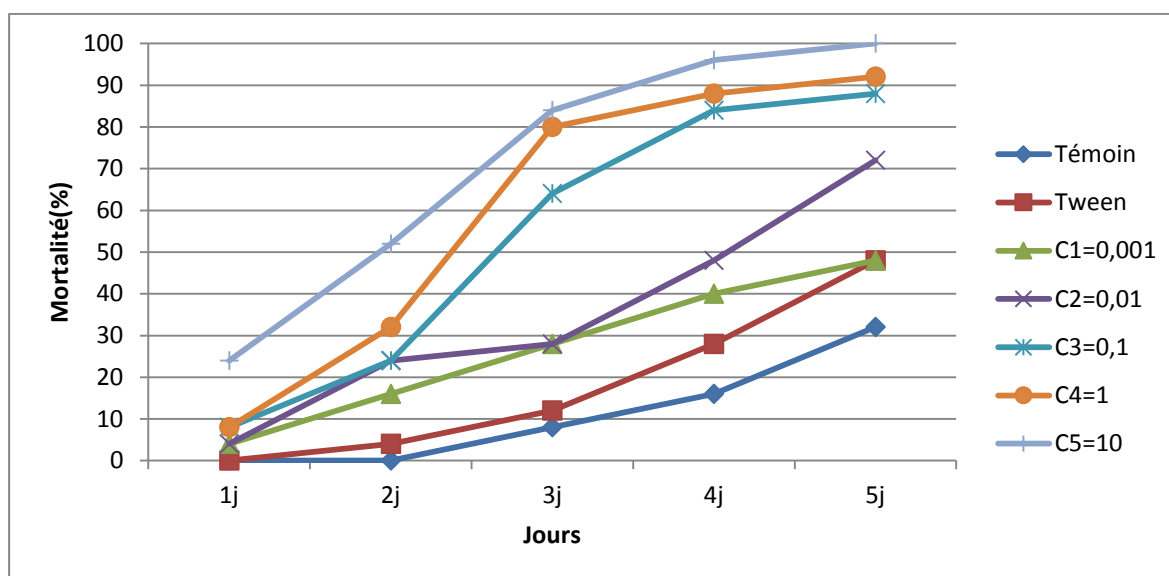
NC : nombre de l'individu présent sur la partie du disque traitée uniquement avec l'eau distillée.

NT : nombre de l'individu présent sur la partie du disque traitée avec l'huile essentielle.

Chapitre II : Résultats et interprétations

II-1. Evaluation « in vitro » de l'effet insecticide des différentes concentrations de l'huile essentielle de la sauge sur le puceron noir de la fève.

Les résultats du test d'efficacité de l'huile essentielle des feuilles de la sauge (*Salvia officinalis L.*) Sur les adultes du puceron noir de la fève, *Aphis fabae* sont représentés en annexe. Ils montrent les variations de mortalité en fonction du temps et des doses comparativement au témoin et témoin+ (tween).



Figure(23) : Taux de mortalité des pucerons noirs de la fève (*Aphis fabae*) en fonction de temps « in vitro ».

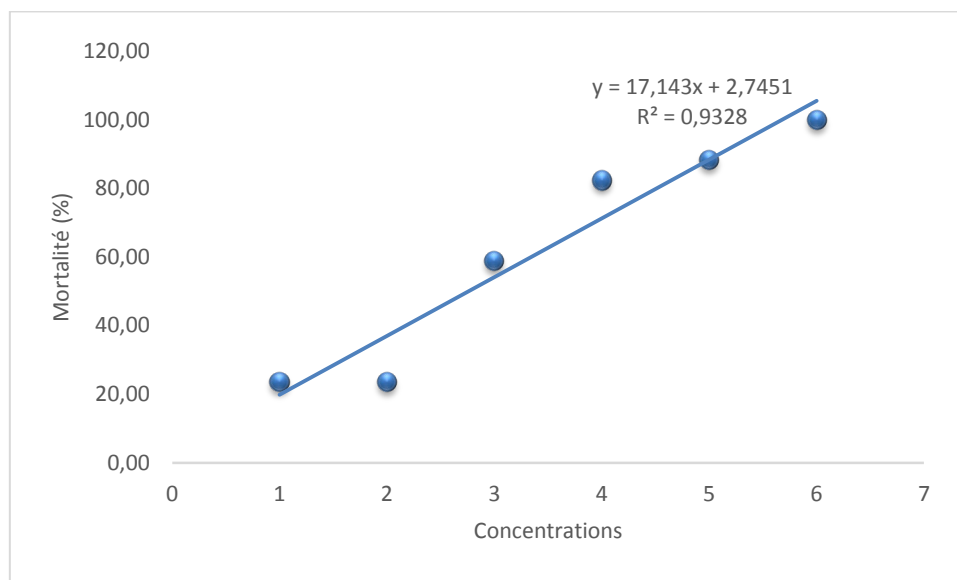
La figure précédente (Fig. 23), illustre la mortalité des pucerons noir traités par des concentrations différentes de l'huile essentielle de *Salvia officinalis*, démontrant l'effet significatif des concentrations sur la mortalité de l'insecte en fonction du temps. Par contre, le taux de mortalité dans le lot témoin et témoin+ (tween) était significativement inférieur.

C'est à partir du premier jour, que nous avons enregistré les premières mortalités au niveau des différents lots traités. En effet un taux de mortalité qui dépasse 20 % est relevé chez les individus traités par la dose de (10%), ce taux de mortalité a été atteint chez le lot traité par la plus faible dose (0,01%) avant le troisième jour.

Au 2^{ème} jour on a relevé plus de 50% de mortalité au niveau du lot traité par 10% d'huile essentielle de la sauge. Ce même taux est atteint pour le lot traité par la dose de 0,01%, au 5 jours.

Nous avons également relevé un taux important de mortalité au niveau du lot traité par du tween seulement, le 5^{ème} jour. En effet, nous avons relevé de faible taux de mortalité chez les deux lots témoins pendant les 4 premiers jours. Un pic de mortalité a été remarqué au 5^{ème} jour après le traitement dépassant les 30% pour les deux témoins.

La décimation totale (100% de mortalité) est obtenue chez les individus traités par la dose de 10% au 5^{ème} Jours.



Figure(24) : Taux de mortalité du puceron noirs (*Aphis fabae*) sous l'effet de l'huile essentielle des feuilles de *Salvia officinalis* enregistré le 5^{ème} jour.

La figure (24), représentent la relation proportionnelle qui existe entre les différentes concentrations et la mortalité corrigée des pucerons, Cette dernière démontre une corrélation positive entre les concentrations de l'huile essentielle de *Salvia officinalis* L. et la mortalité avec un coefficient corrélation de 0.932. On remarque également que la DL50 est de 2.76%.

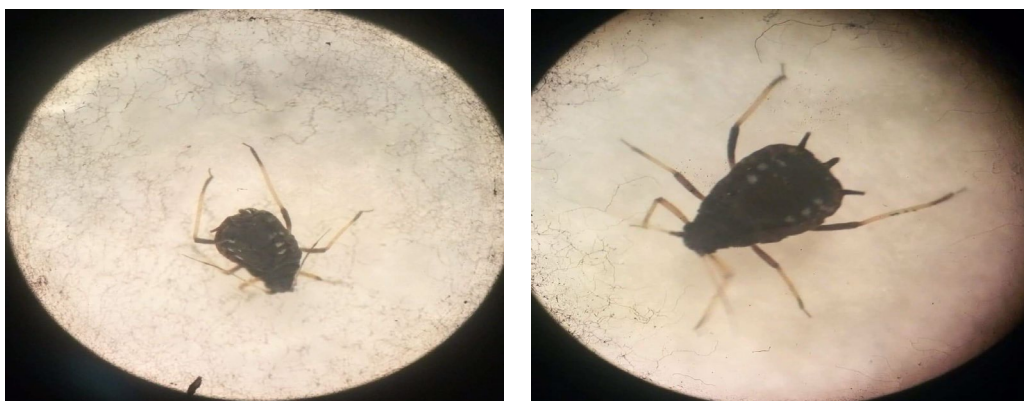
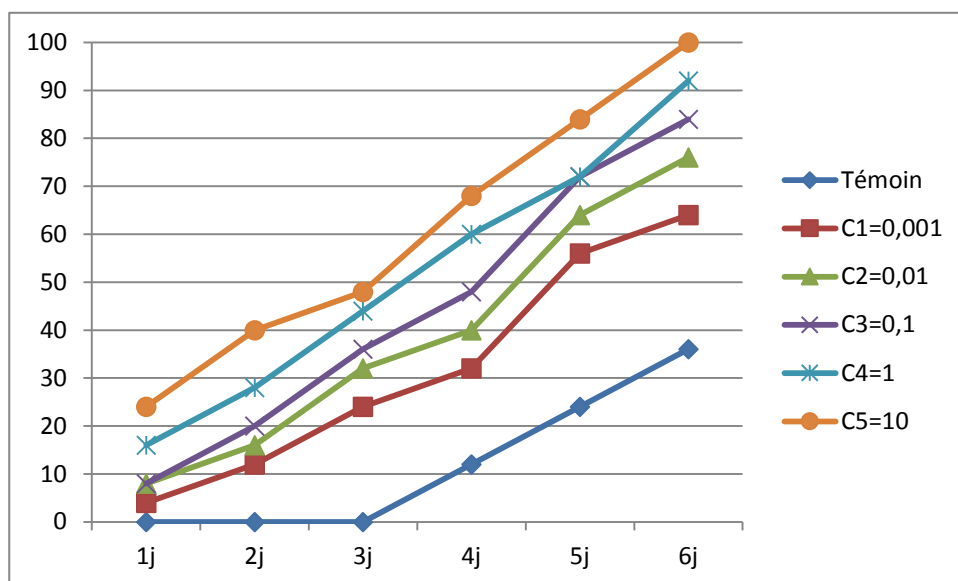


Figure (25) : Pucerons morts après traitement lors de l'essai « in vitro » (Originale,2019)

II-2. Evaluation « in vivo » de l'effet insecticide de l'huile essentielle de *Salvia officinalis* sur *Aphis fabae*, puceron noir de la fève :



Figure(26) : Taux de mortalité des pucerons noirs de la fève (*Aphis fabae*) en fonction de temps« in vivo ».

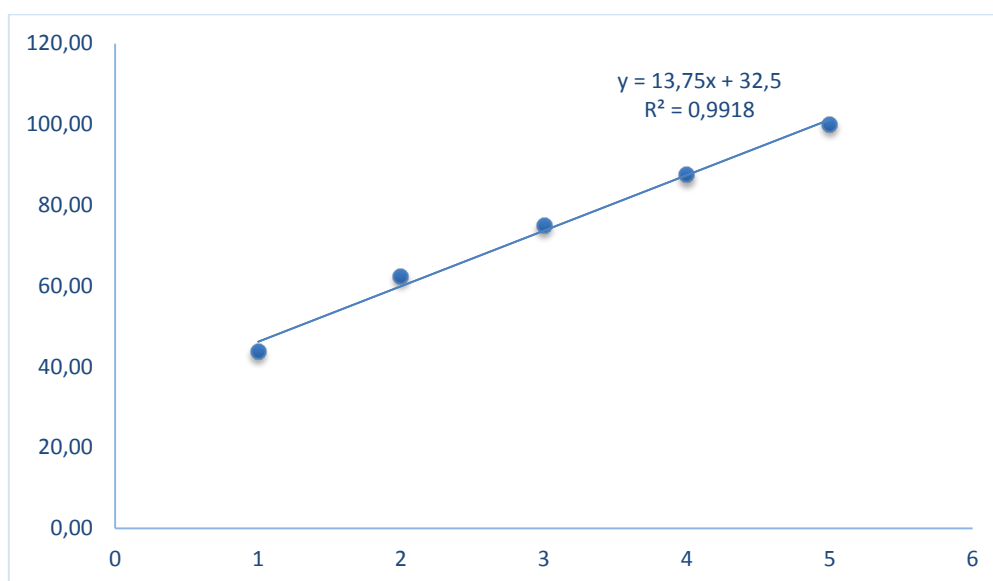
Les résultats de la toxicité de l'huile essentielle de *Salvia officinalis* sur la mortalité des pucerons noirs de la fève sont consignés en annexe. Ils montrent des variations de mortalités cumulées et des mortalités corrigées en fonction du temps et des concentrations comparativement aux témoins.

La figure (26) représente l'évolution de la mortalité des pucerons noirs de la fève en fonction du temps sous l'effet des différentes concentrations de l'huile essentielle de la sauge. Plus la concentration augmente plus la mortalité est importante.

Les mortalités démarrent d'une manière massive au niveau de l'ensemble des lots excepté dans le lot témoin dès le premier jour du traitement.

Un taux de 100 % a été relevé au 6 jours dans le lot traité par 10% d'huile essentielle. Au niveau les autres lots (1%), (0.1%), (0,01) et (0.001%) ont présenté des mortalités moins importantes mais conséquentes.

Néanmoins nous avons enregistré des mortalités au niveau du lot témoin à partir du troisième jour. Au-delà de cette date d'autres facteurs de mortalité autre que l'efficacité de l'huile essentielle sont mis en cause.



Figure(27) : Taux de mortalité du puceron noir (*Aphis fabae*) sous l'effet de l'huile essentielle des feuilles de *Salvia officinalis* enregistré le 6ème jour.

La figure (27), illustre l'efficacité de l'huile essentielle de *Salvia officinalis*, et fait ressortir la proportionnalité qui existe entre la concentration du traitement et la mortalité corrigée des pucerons noirs de la fève. Cette dernière démontre une corrélation positive entre les concentrations de l'huile essentielle de sauge et la mortalité des adultes du puceron noir de la fève avec un coefficient de corrélation de 0,991. La DL 50 pour ce cas est de 1.27%, elle a été enregistrée au 6ème jour du traitement.

I-3.Effet répulsif de l'huile essentielle :

Effet répulsif de l'huile essentielle de *Salvia officinalis* Les pourcentages de répulsion d'une dose pure d'huile essentielle de *Salvia officinalis* sont récapitulés dans le tableau (07). Il en ressort qu'après deux heures d'exposition, la dose pure de l'huile essentielle de *Salvia officinalis* ont occasionné respectivement 60% de répulsion vis-à-vis des adultes d'*Aphis fabae* Figure (22) tableau (06).

Tableau N°07 : Nombre moyen d'adultes recensées dans le papier filtre d'une dose pure d'huile essentielle de *Salvia officinalis* et le pourcentage de répulsion.

La dose	Nombre d'individué		Pourcentage de répulsion %
	Dans la partie traitée	Dans la partie non traitée	
La dose pure	4	1	60

A la lumière de ces résultats, on peut noter que l'huile essentielle de la plante *Salvia officinalis* a également une activité répulsive à l'égard des adultes de *Aphis fabae* et appartiendrait selon le classement de McDonald et al., (1970) à la classe 04 avec un taux de répulsion moyen de 60 %.

Tableau N°08 : Classement de l'huile essentielle de *S.officinalis* selon le classement de McDonald et al. (1970).

Huile	<i>Salvia officinalis</i>
Taux de répulsion (%)	60
Classe de répulsion	04
Effet	Modérément répulsive

Discussion :

Les plantes sont capables de produire des substances naturelles très variées. En effet, en plus des métabolites primaires classiques (glucides, protéines, lipides, acides nucléiques), elles synthétisent et accumulent perpétuellement des métabolites secondaires dont la fonction physiologique n'est pas toujours évidente mais qui représente une source immense de molécules exploitables par l'homme dans des domaines aussi distincts que la pharmacologie, l'agroalimentaire ou encore en agriculture dans le cadre de la phytoprotection (Arthur, 1996 ; Auger et Thibout, 2002).

L'intérêt pour les biopesticides a augmenté en réponse aux problèmes de l'impact des pesticides chimiques à large spectre sur l'environnement, la santé et l'apparition d'une résistance aux pesticides chimiques (Regnault, 2006).

Le présent travail, constitue une étude préliminaire sur la recherche de molécules bioactives à intérêt pesticide pouvant limiter la pullulation d'une espèce aphidienne. Il consiste à tester l'activité insecticide et répulsive de l'huile essentielle des feuilles de *Salvia officinalis* sur les adultes d'un insecte économiquement important en Algérie en l'occurrence *Aphis fabae*, le puceron noir de la fève.

Durant cette expérience, nous avons testé la technique de toxicité par contact, les résultats ont montré un effet insecticide très important variant en fonction des concentrations utilisées et du temps, l'extrait testé a présenté un effet toxique sur les pucerons noirs de la fève, il a causé un taux de mortalité atteignant les 100% dès le 5ème jour de contact avec une concentration de 10%.

« In vivo », les traitements appliqués sur les plantes ont montré l'efficacité de l'huile essentielle de la sauge sur la mortalité de l'insecte étudiés.

Cet effet toxique pourraient dépendre de la composition chimique des extraits testés et du niveau de sensibilité des insectes (Ndomo et al. , 2009). En effet l'huile essentielle de *Salvia officinalis* contient des composés phénoliques, Thuyone, camphre et cinéole, ayant des propriétés insecticides (Aubertot et al.,2005).

Cependant, il serait difficile de penser que l'activité insecticide de cette l'huile se limite uniquement à certains de ses constituants majoritaires ; elle pourrait aussi être due à certains constituants minoritaires ou à un effet synergique de plusieurs constituants (Lang et Buchbauer, 2012).

Pour cela, il serait judicieux d'identifier avec précision les molécules responsables de cette activité insecticide et de faire une étude éco toxicologique de l'extrait, pour une éventuelle utilisation comme produit phytosanitaire.

Par ailleurs, le taux de mortalité non négligeable enregistré au niveau des lots témoins du test « in vitro », oblige à reconduire l'étude et essayé de pallier à quelques problèmes rencontrés lors de l'expérimentation, tel que les amplitudes de température au niveau du laboratoire, du moment que le test n'a pas été mené au niveau d'un phytotron ou l'on peut maîtriser la température et l'humidité. On devrait également utiliser la kinetine pour garder les feuilles verte et fraîche, car le changement continuel des feuilles de fève peut perturber les pucerons. En plus il faudrait peut-être utiliser du tween plus dilué pour préparer les différentes concentrations.

Enfin, quoi que préliminaires, les résultats de cette étude sont très encourageants quant à la possibilité d'utiliser l'huile essentielle de la sauge comme moyen de lutte biologique contre *Aphis fabae*, afin d'éviter tout traitement par les insecticides conventionnel à effets néfastes pour l'homme et l'environnement

Conclusion

Les végétaux produisent des composés secondaires (terpènes, alcool, polyphénols, .etc.) souvent considérés comme étant un moyen de défense de la plante contre divers ennemis (Auger et *al.*,1999). L'utilisation de ces substances végétales en tant que bio pesticide dans la protection des cultures contre les insectes a fait l'objet de nombreuses études notamment en zone tropicale (Arthur, 1996).

Ces dernières années, il y a eu un intérêt encore plus important pour l'utilisation des insecticides naturels. C'est dans ce contexte que s'insère ce travail qui a pour objectif d'évaluer l'activité insecticide de l'huile essentielle des feuilles fraîche de *Salvia officinalis* « in vitro » et « in vivo » sur les adultes de *Aphis fabae*, le puceron noir de la fève. L'activité répulsive de l'huile essentielle de *Salvia officinalis* sur ce puceron a également été étudiée.

Le test de l'activité de l'huile essentielle a fait ressortir que l'insecte étudié a présenté une sensibilité très importance vis-à-vis de l'huile essentielle. En effet, dès le premier jour de traitement, cette dernière a conduit à la mortalité de tout le lot d'insectes traité à la dose de 10%.

En ce qui concerne le test de répulsion, l'huile essentielle de *Salvia officinalis* a montré que l'huile est répulsive avec un taux de répulsion de 60% vis-à-vis d'*Aphis fabae*.

A travers cette étude et d'après les résultats obtenus ; on peut conclure que l'huile essentielle présenté un effet insecticide remarquable à l'encontre du puceron noir de la fève. Avec un effet répulsif pour l'huile essentielle.

L'ensemble de ces résultats obtenus ne constitue qu'une première étape dans la recherche des substances de source naturelle biologiquement active.

Et pour pallier aux mortalités enregistrées au niveau des lots témoin à partir du troisième jour pour le test « in vivo », il faut essayer de contrôler la température et l'humidité, durant le test, en devrait également diluer le tween.

Par ailleurs, il serait judicieux de faire des investigations pour déterminer le mode d'action de ces extraits et d'identifier avec précision les molécules responsables de cette activité insecticide.

Référence bibliographique

A

- **Abbas Andaloussi, 2000.**, screening of vicia faba for resistance to the "giant race" of ditylenchus dipsaci in moroco. Nematol .medier.29, 29-33
- **Abu-Amer JH, Saoub HM, Akash MW, Al-Abdallat AM (2011).** Genetic and phenotypic variation among faba bean landraces and cultivars. International journal of Vegetable Science. 17 :45-59.
- **Adrian J., Potus J.et Fragne R.,2002**-la science alimentaire de A à Z. Ed.Tech.et Doc.lavoisier(3 éd) ;579p
- **AFNOR** (Association Française de Normalisation), 1986, Recueil des normes françaises “huiles essentielles”. *AFNOR*, Paris, 57p.
- **Ahami F., Belghyti D., Elqaj M., 2007**- la phytothérapie comme alternative à la résistance des parasites intestinaux aux antis parasitaires journée scientifique ressources naturelles et antibiotiques, Maroc, pp89-154.
- **ANONYME;Inra;2010** - https://www.google.com/search?q=cycle+biologique+de+puceron+noir&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiI7JefjZbjAhWv34UKHcTXA7YQ_AUIECgB#imgrc=QR7EDvVghNX1pM
- **Aversenq et al., 2008 ., GOUTIER J ., GUEGUEN M ., 2008.** Le truffaut anti maladies et parasites, larousse . edition octavo .224 p

B

- **Belkamel. S., Drouet, M., Rouzet, (1990)**, Rev. Mar. Pharmacol. 4, 7.
- **Beloued, 2009.** Plantes médicinales d’Algérie. Office des publications universitaires, 5P émeP édition, pp ; pp 62-56
- **Benachour K., Louadi K .et TERZO M.,2007**- Rôle des abeilles et domestiques (*hymenoptera apoidea*) dans la pollinisation de la fève (*vicia faba L.*) en région de Constantin (Algérie) J.Plant Physiol 152 :213-219
- **Benkiki, N., 2006.** Etude phytochimique des plantes médicinales algérienne. Ruta montana, Matricaria pubescens et Hyperium perfoliatum. Thèse de Doctorat, Université Al-Hadj Lakhdar Batena, p. 112
- **Bonnemain J. -L., 2010.** Aphids as biological models and agricultural pests. Comptes Rendus Biologies 333, 461 - 463.
- **Boughdad 1994** statut de nuisibilité et ecologie des populations de bruchus rufimanus (BOH) sur vicia fabae, au maroc :these d'etat en science n°3628 , universitede paris sud Orsay ,182 p
- **Brieskorn, C.H.,Z.phytother .12(2) :61-69 (1991) .**
- **Brink M. et Belay G., 2006.** Ressources végétales de l’Afrique tropicale 1 : Céréales et légumes secs. Ed PROTA. Pays-Bas. 328 p.

C

- **Chaux et Foury 1994** .production légumière secs, tome 3, légumineuse potagères, légume, fruits, technique et documentation Lavoisier F 75384 paris cedex 08, pp 3-15

D

- **D'Abott Abbott W.S.,1925.**A method for computing effectiveness of an insecticide .journal. Ecological Entomology,18,pp:265-267
- **Dachler M., H. Pelzmann, Arznei- und Gewürzpflanzen, Anbau, Ernte, Aufbereitung,** Österreichischer Agrarverlag, Klosterneuburg 1999.
- **Dajoz 2000 in Mezani 2011** element d'ecologie .Ed, dunod ,565 p
- **Dedryver. C. A., 2010** - Les pucerons: biologie, nuisibilité, résistance des plantes. Journées Techniques Fruits et Légumes Biologiques – 14 et 15 déc. 2010 à Angers
- **Djerroumi S ; Nacef A,** 100 plantes d'Algérie, édition Masson, Paris, 2004 ; p159
- **DOGIMONT C ,BENDAHDANE A ,CHOVELON V , BOISSOT N (2010)** .host plant resistance aphids in cultivated crops :genetic and molecular bases ,and interaction with aphid C.R 333:566-573
- **Duc G(1997).** Faba bean (*Vicia faba L.*). Field Crops Research. 53:99-109

F

- **FAOstat, 2006.** <http://faostat3.fao.org>.
- **Faraval, 2006.,** les pucerons .insectes . N°.141:3-8., la féverole, encyclopédique technique agricole, partie production végétale : 2213 p
- **Franchomme P., Pénoel D, 1990,** L'aromathérapie exactement. Encyclopédie de l'utilisation thérapeutique des huiles essentielles. Edition Roger Jallois, Limoges, France, 445p.
- **Fredon., 2008** – fiche technique sur les pucerons

G

- **Gallais et Bannerot, 1992.** Amélioration des espèces végétales cultivées. INRA. Paris. 765 pp.

H

- **Hamadache A, (1996).** Effet de l'environnement, de la date de semis et du désherbage sur le rendement en grain et ses composantes chez la fève (*Vicia faba L.*). Céréaliculture. N°29 :15-18.
- **Hans W.K.2007.**100 plantes aromatiques et médicinales. Terre édition
- **Hautier. L., 2003** - Impacts sur l'entomofaune indigène d'une coccinelle exotique utilisée en lutte biologique. Diplôme d'Etudes Spécialisées en Gestion de l'Environnement., Université Libre de Bruxelles 13 : 1-99
- **Huignard J., Glitho I. Monge A.,, Regnault-Roger C., Coord C., 2011:** "insectes ravageurs des graines de légumineuses" biologie des bruchinae et lutte raisonnée en Afrique. p22.
- **Hulle et al., 1999.** Les pucerons des plantes maraichères. Cycle biologique et activités de vol. Ed A.C.T.A. I.N.R.A. Paris.

I

- **Iluz D (2011).** The plant-aphid universe. Cellular Origin, Life in Extreme Habitats and Astrobiology. 16 : 91-118.

K

- **Karawya, S., El Hawary, (1981).** J. Pharm. Sci. 19, 301.

L

- **Lambert L., 2005** - Les pucerons dans les légumes de serre : Des bêtes de sève. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, Québec
- **Laumonier r ., 1979:** culture legumineuse et maraichere , tome ~~AA~~ED.J.B BAILLIERE ,276P
- **Leclant, 1999.,** les pucerons des plantes cultivees ; clefs d'identification il cultures maraicheres INRA, paris, pp 9-14

M

- **Maoui R., SAY B ., EHADJ B et GIRARD C ., 1990 .** la culture de la féverole en Tunisie .ED .I.N.R.A.T.O.N.H ., AGROPOL . et I.T.C.F., 16 p .

N

- **Nouar S., 2007-**Réponse physiologique de la féverole (*vicia faba L.*) au stress thermique Thèse de magister ; INA, EL-Harrach ;86p

P

- **PAPVC :** Pole Agronomie Production Végétales des Chambres d'agriculture de Bretagne (Revue) – Cap Agro. Printemps 2009 ,41-42
- **Patrick KC, Stoddard F.L (2010).** Physiology of flowering and grain filling in faba bean. Field Crops Research. 115 : 234-242.
- **Perry, A J., Baxter, N J., Brennan, J W., Van Klin J., (1996).** Flavour Frag. 11, 213.
- **Place, R., Piccaglia, J., essent. (1995).** Oil. Res. 7, 443.

R

- **Radulescu V.; Silvia C.; Eliza O.J;** Capillary gas chromatography, mass spectrometry of volatile and semi volatile compound of *Salvia officinalis*. Journal of chromatography a 2004; 121-126 .
- **Ryberg M., Moller C., Erriscon T.,** *Salvia* composition and carie development in asthmatic patients treated with B²Radrenoceptor, agonist, a four-years flow. Up Study. 1991; 99 :212-8 .

S

- **Sadiki M., A. Lazrak, W. Kasten, et H. Betz. 1998.** La fève et la féverole. Fiche technique. projet amélioration de la culture des légumineuses alimentaires. 31 pages. Référentiel pour la Conduite Technique de la fève (*Vicia faba*).
- **Sellami S. et Bousnina A.Z., 1996.** Distribution de *ditylenchus dispsaci* (hunk) sur la fève dans l'est de l'Algérie. Céréaliculture : spéciale fèves N° 29, pp 27-30.

- **Sutherland. C. A., 2006** - Aphids and Their Relatives. Ed, College of Agriculture and Home Economics. New Mexico.

T

- **Tivoli B, Maurin N.et Oneroy C, 1986:** "les maladies fongique de la féverole ", Bulletin fnams semence 98, INRA, France.
- **Turpeau-Ait Ighil. E, Dedryver C. A., Chaubet B. et Hullé M., 2011.** Les pucerons des grandes cultures: cycle biologiques et activités de vol, Ed Quae. pp35-47.

W

- **Wabo-Poné, J., Mpoame, M., Bilong Bilong, C.F., Kerboeuf, D. 2005.** Etude comparée in vitro de l'activité nématodicide de l'extrait éthanœique de la poudre d'écorce de *Canthium manni* (Rubiaceae) et du Mébendazole.P2.
- **Wang. Y., Ma. L., Wang. J., Ren. X., & Zhu. W., 2000** - A study on system optimum control to diseases and insect pests of summer soybean. Acta Ecologica Sinica 20: 502-509
- **Wolters kluwer, (2007).** botanique pharmacognosie phytothérapie.1, rus Eugène et Armand Peugeot.92500 Rueil-Malmaison Cedex.

Z

- **ZAGHOUANE O., 1991** .the situation of faba bean (*vicia faba*) in Alegria .option méditerranéenne , present statut and future perspets of faba bean production I.C.A.R.D.A.serie A .N° 10.pp 123-125
- **ZAIDI et MAHIOUT, 2012.**Voyage au cœur des aliments. 200 p

Le test (in vivo)

1. Mortalité cumulée de puceron noir (*Aphis fabae*).

(C) \ J	1j	2j	3j	4j	5j	6j
Témoin	0	0	0	3	6	9
C1=0,001	1	3	6	8	14	16
C2=0,01	2	4	8	10	16	19
C3=0,1	2	5	9	12	18	21
C4=1	4	7	11	15	18	23
C5=10	6	10	12	17	21	25

2. Taux de mortalité de puceron noir (*Aphis fabae*).

(C) \ J	1j	2j	3j	4j	5j	6j
Témoin	0	0	0	12	24	36
C1=0,001	4	12	24	32	56	64
C2=0,01	8	16	32	40	64	76
C3=0,1	8	20	36	48	72	84
C4=1	16	28	44	60	72	92
C5=10	24	40	48	68	84	100

3. mortalité corrigé de puceron noir (*Aphis fabae*).

(C) \ J	1j	2j	3j	4j	5j	6j
C1=0,001	4	12	24	22,73	42,11	43,75
C2=0,01	8	16	32	31,82	52,63	62,50
C3=0,1	8	20	36	40,91	63,16	75
C4=1	16	28	44	54,55	63,16	87,50
C5=10	24	40	48	63,64	78,95	100

(C) : concentration / J : jour

Annexe

Le test (in vitro)

1. Mortalité cumulée de puceron noir (*Aphis fabae*).

(C) \ J	1j	2j	3j	4j	5j
Témoin	0	0	2	4	8
Tween	0	1	3	7	12
C1=0,001	1	4	7	10	12
C2=0,01	1	6	7	12	18
C3=0,1	2	6	16	21	22
C4=1	2	8	20	22	23
C5=10	6	13	21	24	25

2. Taux de mortalité de puceron noir (*Aphis fabae*).

(C) \ J	1j	2j	3j	4j	5j
Témoin	0	0	8	16	32
Tween	0	4	12	28	48
C1=0,001	4	16	28	40	48
C2=0,01	4	24	28	48	72
C3=0,1	8	24	64	84	88
C4=1	8	32	80	88	92
C5=10	24	52	84	96	100

3. mortalité corrigé de puceron noir (*Aphis fabae*).

(C) \ J	1j	2j	3j	4j	5j
Tween	0	4	4,35	14,29	23,53
C1=0,001	4	16	21,74	28,57	23,53
C2=0,01	4	24	21,74	38,10	58,82
C3=0,1	8	24	60,87	80,95	82,35
C4=1	8	32	78,26	85,71	88,24
C5=10	24	52	82,61	95,24	100