

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE DE BLIDA 1
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET LA VIE
DEPARTEMENT DES BIOTECHNOLOGIES



Mémoire de fin d'étude

En vue de l'obtention d'un diplôme de Master II

En Sciences de la nature et de la vie

Option : Phytopharmacie et Protection des Végétaux

Thème

**Contribution à l'étude des effets de l'huile essentielle du
géranium sur un insecte entomophage**

Présenté par :

- **M^{elle}MAHAMMEDI Rania Fatma-Zohra**
- **M^{elle}ASSAMEUR Roumaïssa**

Membre du jury :

Présidente	Mme Baba Aïssa K.	M.A.A	U.S.D.B.1
Promotrice	Mme Allal Benfekih L.	Professeur	U.S.D.B.1
Examinatrice	Mme Brahimi L.	M.C.B	U.S.D.B.1
Copromoteur	Mme MohamedAliL.Doctorante	U.S.D.B.1	

Année universitaire : 2019/2020

Remerciement

Tout d'abord, nous remercions ALLAH, de nous avoir donné la santé, le courage ,la volonté et la patience de mener à terme ce travail.

Merci à nos familles notamment nos parents, Sans vous, rien n'aurait été possible, merci pour votre soutien moral et votre amour.

Nos remerciements s'adressent également à notre encadreur Professeur Mme **Allal BenfekihL**, qui nous a proposé le thème de ce mémoire, et pour avoir accepté de diriger ce travail, ainsi que son soutien, ses conseils, son encouragement et ses compétences.

Nous tenons également à remercier les membres du jury pour l'honneur qu'ils nous ont fait en acceptant de siéger à notre soutenance.

Mme **Baba Aïssa K.** Maitre assistante A au département de Biotechnologies de l'Université de Blida 1 pour nous avoir fait l'honneur de présider notre jury de soutenance

Et Mme **Brahimi L.** Maitre de Conférences B au département de Biotechnologies de l'Université de Blida 1 pour avoir accepté d'examiner ce travail.

Nous remercierons également notre co promotrice Mme **Mohamed Ali L.** Doctorante, au département des Biotechnologies de l'Université de Blida1, pour sa disponibilité, pour les précieux conseils constructifs.

Finalement, nous remercions nos enseignants pour leurs enseignements et toutes les connaissances et savoirs qu'ils nous ont transmis ainsi que toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à mes très chers Parents. A celle qui m'a donné la vie, le symbole de tendresse, qui s'est sacrifiée pour mon bonheur et ma réussite, à ma mère **Zohra**. Que dieu te donne longue vie et te protège pour moi, A mon cher père **Kamel** qui m'a soutenu. Et Qui ont toujours été là pour moi, m'ont donné un magnifique modèle de la beur et de persévérance et qu'ils sont très fières de ce que je suis aujourd'hui.

A mes chers frères **Lahcene** et **Al-hociene**, et surtout mon petit frère **Mohamed islam** qui je t'aime trop .

A mes grand parents et A ma très chère grand-mère **Khaira**

Aux grandes familles : **Mahammedi** et **Merzouka**

A ma binôme : **Roumaissa**

A mes chères amies : **Zahra ,soumia , Mouna , , Titou**. Au souvenir des moments qu'on a passé ensemble. je vous souhaite beaucoup de succès, de réussite et de bonheur. A toute mes collègues de promotion 2019.

A toutes les personnes m'ayant consacré un moment pour m'aider, me conseiller, m'encourager ou simplement me sourire.

À tout, qui ont partagé de près ou de loin mes années d'études

Rania

DÉDICACE

Je dédie ce modeste travail

A celui qui m'a tout donné sans rien attendre en retour

Pour celui qui m'a encouragé et soutenu, la source de mes efforts ,ma
vie et mon bonheur ; maman que j'adore **.HAMIDA**

A l'âme de mon père "**Mohammed**"

À mes chers sœurs , **DALILA ,SAFIA et surtout AMINA** ,pour leur soutien

Et leurs encouragements

À mes chers neveux **HOUSSEM et ANESS**

À mes chers frères **Nassim** , surtout mon frère **Ismail**, qui mon aidé et s'est
tenu à côté de moi et À sa femme **AMINA**

A mon oncle **Kamal** et mon cousin **Mohammed** pour leur
soutien Ma grand-mère **KHIRA** et a l'âme de grand-père

AHMED

Aux grandes familles : **ASSAMEUR ET BAKIR**

A ma binôme **RANIA**

À mes chères amies : **KAWTHER, NESSRINE** et surtout **NIHED** qui m'a
aidé À tous mes amis et collègues.

Tout ce qui a contribué directement ou indirectement au développement de
cette œuvra

Pour tous ceux que j'aime

Résumé

Ce travail se focalise sur la recherche de l'effet indirect de l'huile essentielle des feuilles de la Geraniaceae *Pelargonium graveolens* (L'Her.) cultivée, sur les larves et les adultes de la coccinelle aphidiphage *Coccinella algerica* (kovar), par inhalation et par ingestion, in vitro.

L'élevage de cet insecte auxiliaire a permis le suivi des durées de développement de l'espèce en conditions de laboratoire, à une température de 20 à 25 °C, une humidité relative de 65 à 75% et une photopériode de 8/16h. Selon nos observations, l'activité de cette espèce de coccinelle a été précoce étant donné des conditions climatiques idéales. Les adultes s'installent sur les cultures vers la dernière décade du mois de novembre, et la reproduction commence vers le début du mois de février. Au laboratoire, La ponte de *C.algerica* est variable d'une femelle à une autre, de 9 à 52 œufs /femelle. Le temps d'incubation varie de 3 à 5 jours à 20 °C et 25°C respectivement. La durée moyenne du développement larvaire est de 11 jours.

L'effet des différents doses (5%, 10%, 20% et à 40%) à base de huile essentielle de géranium rosat a été initié pour étudier l'effet Sublétaux de cette huile sur la croissance des larves et la fécondité des adultes. L'analyse de quelques travaux sur les effets des huiles essentielles sur des exemples les d'insectes entomophages a mis en évidence les préalables à la continuité et l'exploitation de ce travail.

Mots clés : *Pelargonium graveolens*, huile essentielle; activité biologique .*Coccinella algerica* , effets sublétaux ,aphidiphage.

ملخص

يركز هذا العمل على البحث عن التأثير غير المباشر للزيت العطري لأوراق نبات *Pelargonium graveolens* (L'Her.) المزروع، على اليرقات والبالغات من الدعسوقة المنخلية. *Coccinella algerica* (كوفار)، عن طريق الاستنشاق. وعن طريق الابتلاع في المختبر. مكنت أكثر هذه الحشرة المساعدة من مراقبة أوقا تطور الأنواع في ظل ظروف معملية، عند درجة حرارة تتراوح من 20 إلى 25 درجة مئوية، و رطوبة نسبية من 65 إلى 75٪ و فترة ضوئية 16/8 ساعة. وفق ملاحظتنا، فإن نشاط هذا النوع من الخنفساء كان مبكرًا في ظل الظروف المناخية المثالية.

يستقر البالغون على المحاصيل في العقد الأخير من شهر نوفمبر تقريبًا، ويبدأ التكاثر في بداية شهر فبراير تقريبًا. في المختبر، يختلف وضع *C. algerica* من أنثى إلى أخرى، من 9 إلى 52 بيضة / أنثى. يختلف وقت الحضانة من 3 إلى 5 أيام عند 20 درجة مئوية و 25 درجة مئوية على التوالي متوسطة تطور اليرقات 11 يومًا.

بدأ تأثير الجرعات المختلفة (5%، 10%، 20% و 40%) على أساس الزيت العطري لزهرة الغر نوفي لدراسة التأثير شبه المميت لهذا الزيت على نمو اليرقات وخصوبة البالغين. سلط تحليل بعض الأعمال المتعلقة بتأثيرات الزيوت الأساسية على أمثلة من الحشرات الملوثة للحشرات الضوء على المتطلبات الأساسية لاستمرارية هذا العمل واستغلاله.

الكلمات المفتاحية: عطر الورد، زيت أساسي، النشاط الأساسي، *Coccinella algerica*

ahidiphages، تأثيرات قاتل.

Abstract

This work focuses on the research of the indirect effect of the cultivated Geraniaceae *Pelargonium graveolens* (L'Her.), leaves essential oil on the aphidladybird *Coccinella algerica* (kovar) larvae and adults, by inhalation and ingestion, in vitro.

The rearing of this auxiliary insect allowed the monitoring of the species development times under laboratory conditions, at 20-25°C of temperature, 65-75% of relative humidity and 8/16h photoperiod. According to our observations, the activity of this ladybird species was early due to ideal climatic conditions. The adults settle on the crops around the last decade of November, and reproduction begins around the beginning of February. In the laboratory, *C. algerica's* egg-laying varies from one female to another, from 9 to 52 eggs /female. The incubation time varies from 3 to 5 days at 20°C and 25°C respectively.

The average duration of larval development is 11 days. The effect of different doses (5%, 10%, 20% and 40%) of rose geranium essential oil was initiated to study the sublethal effect of this oil on larval growth and adult fecundity. The analysis of some studies on the effects of essential oils on entomophagous insects has highlighted the prerequisites for the continuation and exploitation of this work.

Key words: *Pelargonium graveolens*, essential oil, biological activity, *Coccinella algerica*, sublethal effects, aphidophagous.

Liste des figures

Figure 01 : Quelques exemples d'auxiliaires spécialistes et généralistes des pucerons	7
Figure 02 : Représentation schématique des différentes étapes impliquées dans le fonctionnement d'une interaction hôte-parasitoïde, des stimuli mis en œuvre et leurs localisations	9
Figure 03 : Adulte de <i>Coccinella algerica</i>	11
Figure 04 : Appareillage utilisé pour l'hydrodistillation	15
Figure 05 : Schéma du principe de la technique de l'entraînement à la vapeur d'eau	15
Figure 06 : Schéma du principe de la technique d'hydrodiffusion	16
Figure 07 : Quelques genres et espèces de la famille GERANIACEAE	18
Figure 08 : Le Géranium rosat (<i>Pelargonium Graveolens</i>)	19
Figure 09 : Aspect morphologique de <i>Pelargonium graveolens</i>	20
Figure 10 : Séchage de la plante cultivée de <i>Géranium rosat</i>	24
Figure11 :Image satellitaire de la région de prélèvement	25
Figure12 : Photo réal de la région d'étude	25
Figure13 : Humidité relative moyenne de l'air % (Novembre 2019 - Mars 2020)	26
Figure14 : Appareil de Clevenger pour L'extraction de H. essentielle	27
Figure 15 : les matériels utilisés d'élevage de coccinelle au laboratoire	28
Figure16 : Appareil d'hydrodistillation de type Clevenger	29
Figure17 : Préparation du matériel d'élevage de <i>Coccinella algerica</i>	31
Figure18 : Adultes de <i>Coccinella algerica</i> consommant des pollens	31
Figure19 : Feuille infestée par des pucerons verts.	32
Figure20 : Nourriture administrée aux coccinelles, à l'aide d'un pinceau	32
Figure21 : Œufs et larve (L3) de <i>C.algerica</i>	36
Figure22 : Rendement moyen des HE du <i>Pelargonium graveolens</i> sous l'effet de traitements biologiques	37

Liste des tableaux

Tableau 01 : la différences entre Pélargonium et Géranium	21
Tableau 02 : Températures moyennes (Nov 2019 – Mars 2020)	26
Tableau 03 : Humidité relative moyenne de l'air (Nov 2019 – Mars 2020)	26
Tableau 04 : Nombre d'œufs pondus par femelle de <i>C. algerica</i> au niveau du laboratoire	34
Tableau 05 : Taille des différents stades larvaires de <i>C.algerica</i>	35
Tableau 06 : Période d'activité et de présence de <i>C.algerica</i> dans la région d'étude	37
Tableau 07 : Rendement en huile essentielle de <i>Pelargonium graveolens</i> des différents pays	38
Tableau 08 : Composés majoritaires de l'HE de géranium rosat	39
Tableau 09 : Effet du traitement au <i>neem</i> sur la coccinelle à 7 points au laboratoire	39
Tableau 10 : Effet des huiles essentielles des <i>Pelargoniums</i> sur les <i>phytophages</i>	43
Tableau 11 : Effet des huiles essentielles des <i>Pelargoniums</i> sur les entomophages	44

Listes des Abréviations :

HD : hydro-distillation

HE : Huile essentielle

HEs: Huiles essentielles

P.graveleons : Pelargonium graveolens

H : heure

C.algerica : Coccinella algerica

AFNOR: Association française de normalisation

Sommaire

Remerciements

Dédicaces

Liste des tableaux

Liste des figures

Listes Des Abréviations

Introduction	2
Premier partie : Etude bibliographique	
Chapitre 01 : Généralité sur les entomophages et les huiles essentielles et les Géraniums	
1-1-Généralités sur les entomophages	6
1-1-1-Présentation des prédateurs et des parasitoïdes	6
1-1-1-1-Présentation des prédateurs	6
1-1-1-2-Présentation des parasitoïdes	7
1-1-1-2-1-Les différents types de parasitoïdes	7
1-1-1-2-2- Les étapes du parasitisme	8
1-1-2- La production des insectes entomophages	9
1-1-3-Auxiliaires et interactions trophiques	10
1-1-4- Présentation d'un modèle d'entomophage : <i>Coccinella algerica</i>	10
1-1-4-1- Position systématique	11
1-1-4-2- Morphologie	11
1-1-4-3- Cycle Biologique	12
1-2-Généralités sur les huiles essentielles	12
1-2-1-Définition	12
1-2-2- Localisation et lieu de synthèse	13
1-2-3- Propriétés physico-chimiques	13
1-2-4- Composition chimique	13
1-2-5- Facteurs influençant la composition chimique	14
1-2-6- Notion de <i>chémo</i> type	14
1-2-7- Méthodes d'extraction des huiles essentielles	14
1-2-8- Domaines d'utilisation des huiles essentielles	16
1-2-9- Toxicité des huiles essentielles	17

1-2-10-Conservation des huiles essentielles	17
1-3-Généralités sur les Géraniaceae et le genre <i>Pelargonium</i>	17
1-3-1- Les principaux caractères morphologiques des Géraniacées	17
1-3-2- Généralités sur le Géranium Rosat (<i>Pelargonium graveolens</i>)	18
1-3-2-1- Position systématique	18
1-3-2-2- Description botanique de <i>Pelargonium graveolens</i>	20
Deuxième partie (étude expérimentale)	
Chapitre 02 : Matériels et Méthodes	
2-1- Matériels biologiques	24
2-1-1- Matériel végétal	24
2-1-2- Matériel animal	24
2-2- Paramètres climatiques	25
2-2-1- Températures	25
2-2-2- Humidité relative de l'air %	26
2-3- Matériels non biologiques	27
2-3-1- Matériel utilisé pour l'extraction de l'huile essentielle	27
2-3-2- Matériel utilisé pour l'élevage de <i>C. algerica</i>	27
2-4- Méthodes	28
2-4-1- Extraction des huiles essentielles	28
2-4-2-Préparation des traitements	30
2-4-2-1- Evaluation de la toxicité des huiles essentielles par contact	30
2-4-2-2- Evaluation de la toxicité des huiles essentielles par inhalation	30
2-4-3- Méthodologie d'élevage de <i>Coccinella algerica</i>	31
Résultats et discussion	
3-1- Etude de la durée de développement des stades préimaginaux et de la longévité de <i>C.algerica</i> au laboratoire :	34
3-1-1- Suivi des pontes et de la durée des stades larvaires	34

3-1-2- Longévité et période d'activité et de présence de <i>C.algerica</i>	36
3-2- Synthèse préliminaire des travaux de littérature	37
3-2-1- Rendement d'extraction et composition chimique de l'huile essentielle du Géranium rosat	37
3-2-2- Effet des traitements phytopesticides à base d'huiles essentielles sur les <i>Coccinellidae</i>	39
3-2-3- Effet des traitements phytopesticides à base d'huiles essentielles sur les pucerons proies	41
3-2-3-Etude de la toxicité de l' l'huile essentielle des Géraniums	41
3-3-Synthèse analytique de l'effet des huiles essentielles de différentes plantes Géranium sur quelques insectes phytophages et entomophages	43
Conclusion	46
Références bibliographie	48

Introduction

Introduction générale :

La régulation des populations d'insectes ravageurs par leurs ennemis naturels est l'un des bénéfices que nous tirons du fonctionnement naturel des écosystèmes (**Bianchi et al., 2006**).

Les insectes jouent un rôle crucial dans la lutte biologique. Les entomophages sont des insectes prédateurs, parasites ou parasitoïdes qui se développent aux dépens d'autres insectes. Tous les stades de développement d'un insecte, œuf, larve, nymphe, adulte sont attaqués par un ou plusieurs entomophages. Ces derniers peuvent à leur tour être victime d'autres consommateurs appelé shyperparasites.

Les coccinelles sont des ennemis naturels qui contribuent efficacement au contrôle des populations de ravageurs et peuvent être ainsi utilisées dans un programme de lutte biologique. Différents travaux algériens se sont penchés sur l'étude des coccinelles *aphidiphages* et leur activité parmi lesquels ceux de **Saharaoui et al.(2001)**, **Chaoutene(2006)**,**Haddadj (2013)**, **Benyoucef et Boudjema, (2014)**, **Benoufella-Kitous(2015)**; **Rahmouni et al. (2017)**.En fonction de leur efficacité prédatrice, les coccinelles *aphidiphage* sont été classées en prédateur de «choc» ou de «faiblesse» d'après **Iperti,(1978)**.

La protection intégrée des cultures doit avant tout restreindre les infestations des ravageurs à un en dessous des seuils de nuisibilité. L'estimation des risques d'infestation à travers la surveillance des cultures est un outil de décision primordial qui doit précéder les interventions phytosanitaires en matière de pesticides de synthèse. De ce fait, on cherche à optimiser et à bénéficier de manière durable les facteurs naturels de limitation des ravageurs, notamment de l'action de leurs ennemis bénéfiques (**ACTA, 1991**). Par ailleurs, il est impératif de connaître les effets des pesticides sur les auxiliaires des cultures afin de raisonner, en cas de nécessité de lutte chimique, le choix du produit qui limitera l'impact sur leur population (**Mouron,2013**).

Les effets non intentionnels liés à l'usage des pesticides sur la faune non cible, résultent le plus souvent de données acquises suite aux utilisations de post homologation en conditions de plein champ ou de cultures sous abris), mais aussi d'études expérimentales réalisées en conditions semi-naturelles ou de laboratoire (**Mills, 2006**).

Le biocontrôle est un ensemble de méthodes qui utilisent soit des produits totalement naturels non transformés, soit des organismes vivants pour lutter directement contre une problématique agricole.

L'utilisation des pesticides biologiques comme alternative à la réduction de l'application des pesticides chimiques tant en matières actives que de l'intensité et de la fréquence des traitements, est de plus en plus initiée et encouragée pour orienter l'agriculteur vers des pratiques plus respectueuses des équilibres naturels.

Aussi, la détermination du degré d'innocuité ou de toxicité envers les auxiliaires, des substances actives de ces produits biologiques homologués ou disponibles est un préalable incontournable pour indiquer des précautions ou des restrictions de leur emploi particulièrement en période d'activité maximale.

Ce modeste travail s'est focalisé dans cette optique sur l'étude de l'effet des huiles essentielles, prises comme exemple de produit biologique; sur un modèle d'entomophage bénéfique pour la régulation naturelle dans les milieux cultivés. L'objectif étant d'évaluer l'effet de l'huile essentielle sur les larves et les adultes de *Coccinella algerica* (**Kovar**), une espèce aphidiphage très répandue dans nos cultures (**Sahraoui et al., 2001**).

Le document se présente sous forme de 3 chapitres. Le Chapitre 1 traite de généralités où nous donnons un aperçu sur les entomophages et le modèle coccinelle, les huiles essentielles et une présentation de la plante testée. Le Chapitre 2 présente les objectifs de l'étude avec la méthodologie utilisée pour notre étude. Le Chapitre 3 a concerné quelques résultats personnels et une synthèse préliminaire qui a porté sur des résultats d'études similaires à notre travail. Nous avons terminé par une conclusion générale avec des perspectives.

Premier partie :
Etude
bibliographique

Chapitre 01 :
Généralité sur les
entomophages et les
huiles essentielles et
les géraniums

Chapitre 01. Généralités sur les entomophages, les huiles essentielles et les géraniums

Chapitre 01 : Généralités sur les entomophages et les huiles essentielles et les géraniums

1-1- Généralités sur les entomophages :

Les entomophages constituent un ensemble d'insectes prédateurs et parasites qui vivent aux dépens d'autres insectes et les détruisent. Ils jouent un rôle important dans la régulation de l'abondance des populations d'autres insectes, en particulier des espèces nuisibles aux cultures et aux forêts. Certains de ces insectes sont utilisés en lutte biologique pour remplacer les insecticides donc ils n'ont pas d'inconvénients, (Dajoz, 2010).

1-1-1-Présentation des prédateurs et des parasitoïdes :

1-1-1-1-Présentation des prédateurs:

Les prédateurs sont des organismes qui s'emparent de proies et s'en nourrissent. La plupart des prédateurs sont généralistes, ils se nourrissent d'une grande diversité de proies. Cependant, certaines espèces prédatrices ont des préférences marquées pour un groupe d'espèces en particulier comme pour le cas des coccinelles. Un insecte prédateur peut consommer plusieurs fois son poids en proies dans une courte période de temps. Les insectes prédateurs peuvent avoir un impact important sur les populations d'insectes ravageurs même s'ils ne semblent pas nombreux dans les cultures (Durand, 2018).

Deux classes d'ennemis naturels attaquent les ravageurs herbivores. Les auxiliaires spécialistes se nourrissent d'une ou d'un petit nombre d'espèces. Les auxiliaires généralistes possèdent un spectre de proies beaucoup plus large (Bertrand, 2015). (Figure 01).

La plupart des prédateurs sont *polyphages* (ou généralistes) et vont chercher leur nourriture en s'attaquant à des espèces très variées, aussi bien utiles que nuisibles, ce qui relativise leur utilité en tant qu'auxiliaires de lutte biologique (Suty, 2010).

Le synergisme produit par les prédateurs peut être très important : les pucerons

Acyrtosiphon pisum (Harris) (*Hemiptera : Aphididae*) qui fuient la prédation par *Coccinella septempunctata* (L.) (*Coleoptera : Coccinellidae*) tombent au sol et subissent alors la prédation de *Harpalus pennsylvanicus*. (*Coleoptera : Carabidae*), avec un taux de prédation avoisinant le double de la somme des taux individuels de prédation (Losey et Denno 1998).

Chapitre 01. Généralités sur les entomophages, les huiles essentielles et les géraniums

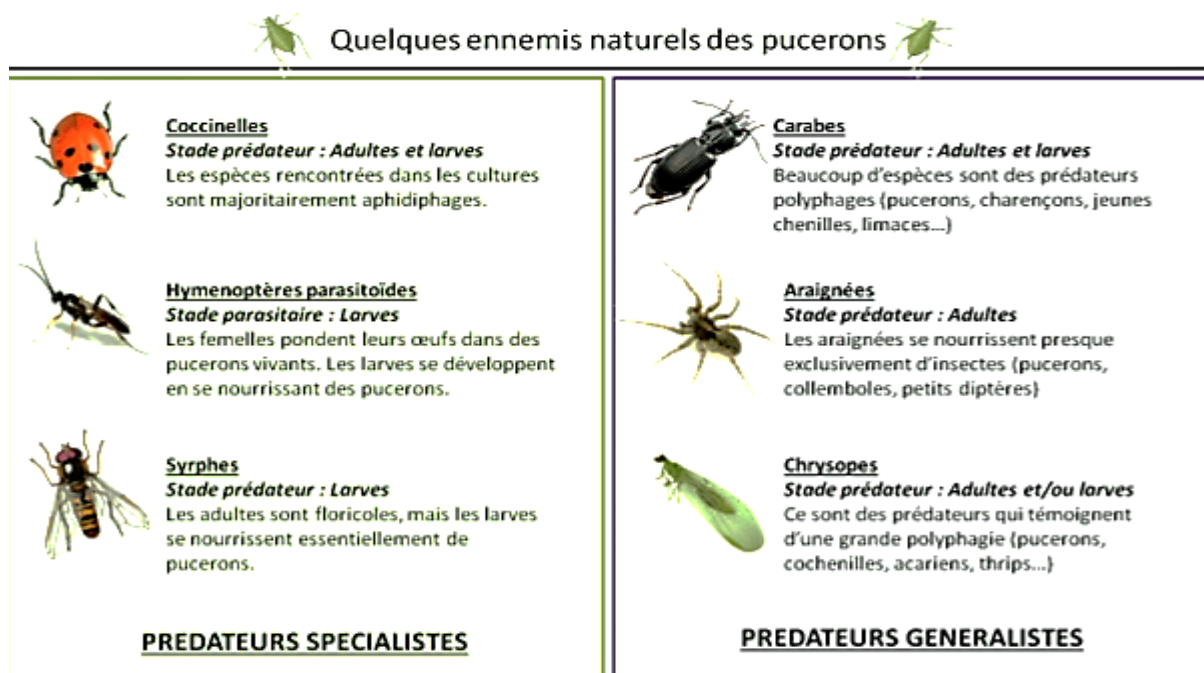


Figure 01 : Quelques exemples d'auxiliaires spécialistes et généralistes des pucerons, (Bertrand, 2015).

1-1-1-2- Présentation des parasitoïdes :

Les parasitoïdes constituent un second groupe d'ennemis naturels très intéressant. Le mode d'action des parasitoïdes est la ponte dans le corps (*endoparasitisme*) ou sur le corps (*ectoparasitisme*) de leur hôte. Ensuite, le développement de l'œuf dans le corps de l'hôte entraîne inévitablement la mort de l'hôte. Chez les parasitoïdes, on retrouve différents ordres d'insectes comme les *Coleoptera*, les *Nevroptera*, les *Lepidoptera* et les *Trichoptera*, (Jaloux, 2017).

Ce sont surtout les insectes de l'ordre des *Hymenoptera* et des superfamilles des *Ichneumonoidea* et des *Chalcidoidea* ainsi que les *Diptera*, chez lesquels on observe ce comportement. Les insectes parasitoïdes déposent alors leur ponte dans leurs hôtes (Normak, 2003 ; Dupin, 2017).

1-1-1-2-1-Les différents types de parasitoïdes:

Le monde des parasitoïdes est diversifié. On retrouve des espèces ayant un mode de vie parasitoïde dans 6 ordres: *Hyménoptère*, *Coléoptère*, *Diptère*, *Neuroptère*, *Lépidoptère* et

Chapitre 01. Généralités sur les entomophages, les huiles essentielles et les géraniums

Trichoptère. L'importance relative du mode de vie parasitoïde varie beaucoup d'un ordre à l'autre (**Hawkinse et al.,1997**).

Les parasitoïdes appartenant aux Coléoptères et Diptères sont relativement bien connus, contrairement à ceux appartenant aux Lépidoptères et Trichoptères. **Gaston (1991),et Eggleton et Belshaw (1992)** mentionnent qu'il ya entre 87,000 et 800,000 espèces d'insectes parasitoïdes décrites dans le monde. Mais, d'après **LaSalle (1993)**,au moins 75% des espèces d'Hyménoptères sont encore non-décrites et une proportion importante des espèces décrites ne peuvent être identifiées.

Les 87 000 espèces d'insectes parasitoïdes répertoriés dans le monde sont réparties dans six ordres : *Hymenoptera* (67 000), *Diptera* (15 600), *Coleoptera* (4 000), *Neuroptera* (50), *Lepidoptera* (10) et *Trichoptera* (1) (Boivin 1996, 1999). Les trois principaux ordres dans lesquels on retrouve des Parasitoïdes utilisés en lutte biologique sont les Hyménoptères (dominant avec plusieurs familles), les Diptères (6 familles) et les Coléoptères avec une seule famille (*Melonidae*).

Les familles d'Hyménoptères les plus couramment utilisées en lutte biologique sont les *Braconidae*, les *Ichneumonidae*, les *Eulophidae*, les *Pteromalidae*, les *Encyrtidae* et les *Aphelinidae*. Les diptères, quant à eux, sont principalement représentés par la famille des *Tachinidae* (**van Driesche et Bellows, 1996**).

1-1-1-2-2- Les étapes du parasitisme :

Plusieurs étapes chronologiques doivent être franchies avec succès pour qu'un parasitoïde réussisse son infestation et son développement (**Doutt, 1959 ; Vinson, 1975, 1976**).

La (**Figure 02**) correspond au deux grandes parties du cycle de vie d'un parasitoïde. La première étape correspond à la perception, par une femelle, d'une série de stimuli qui vont lui permettre de réduire progressivement son aire de recherche pour aboutir à la découverte d'un hôte et à son acceptation en tant que site de ponte (on parle alors *d'oviposition*).

Les étapes de cette première phase sont qualifiées de pré-ovipositionnelles et dépendent du comportement des femelles adultes (**Vinson, 1981**). La seconde partie, qui concerne les stades immatures se développant dans l'hôte, est qualifiée de *post-ovipositionnelle* et met en oeuvre

Chapitre 01. Généralités sur les entomophages, les huiles essentielles et les géraniums

des mécanismes liés à la physiologie de l'association entre les deux partenaires (Vinson et Iwantsch, 1980).

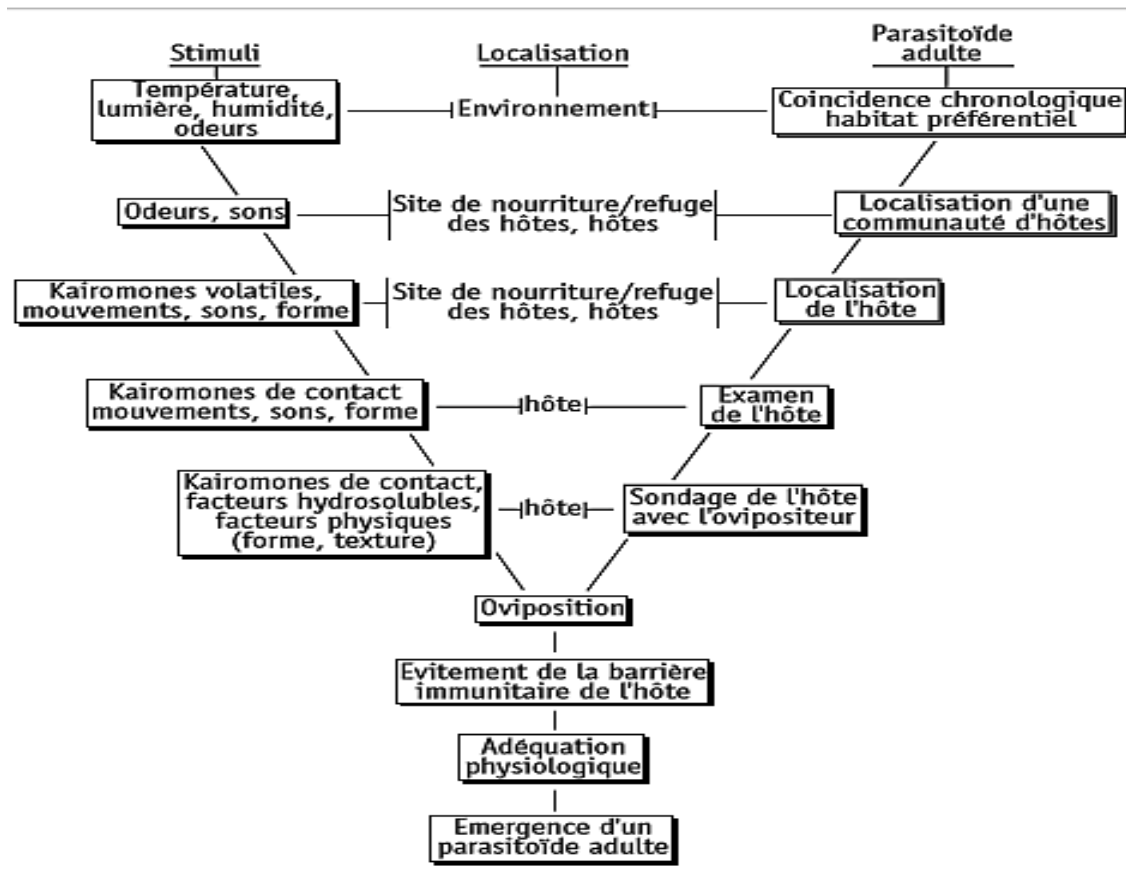


Figure 02 : Représentation schématique des différentes étapes impliquées dans le fonctionnement d'une interaction hôte-parasitoïde, des stimuli mis en œuvre et leurs localisations (modifié d'après Vinson, 1975).

1-1-2- La production des insectes entomophages :

En matière de lutte biologique, l'information sur la disponibilité des insectes est un facteur primordial conditionnant le succès de cette stratégie de contrôle des bioagresseurs. Garantir des insectes de qualité et leur efficacité quand ils ont été introduits constitue alors un enjeu dans les programmes et itinéraire de protection biologique.

Les insectes entomophages sont surtout employés dans les systèmes de cultures sous abri, car leur utilisation dans les programmes de lutte biologique en plein champ est largement freinée par les possibilités de production. Cinq pays totalisent les 2/3 des ventes pour les insectes auxiliaires. Le Royaume-Uni et les Pays-Bas, principaux pays de

Chapitre 01. Généralités sur les entomophages, les huiles essentielles et les géraniums

développement de la lutte biologique, sont rejoints par la France et l'Espagne, sont les plus gros marchés pour les entreprises d'auxiliaires, devant les États-Unis (Van Leteren, 2012). Grenier en 2010 a signalé que des progrès substantiels ont été accomplis et une cinquantaine d'espèces auxiliaires sont disponibles à grande échelle en Europe.

Les insectes utilisés dans le cadre du biocontrôle sont de plus en plus nombreux à la fois parce que les techniques d'élevage ont évolué, et aussi parce qu'on comprend de mieux en mieux les interactions et l'impact de ces auxiliaires sur les cultures. Parmi les entomophages déjà commercialisés, il y a lieu de mentionner la Chrysope (*Chrysoperla carnea*), la Coccinelle à deux points (*Adalia bipunctata*), la Coccinelle à virgules (*Exochomus quadripustulatus*), les Trichogrammes (*Trichogramma*) et *Encarsia formosa* (Hymenoptera, Aphelinidae) très connu pour son action sur les aleurodes (Hoffman, 2018).

Van Leteren en 2012, a toutefois mentionné que la production de masse des insectes auxiliaires mérite davantage d'attention et que ses faiblesses structurelles peuvent expliquer les difficultés dans le développement de la protection biologique intégrée.

1-1-3-Auxiliaires et interactions trophiques

Dans un écosystème agricole, la plante cultivée constitue un maillon central d'un réseau trophique complexe impliquant directement des organismes herbivores, pollinisateurs ou détritivores mais aussi, à différents niveaux trophiques, tous les organismes se nourrissant des précédents (Suty, 2010). Les interactions entre les plantes et les insectes phytophages reposent sur trois niveaux trophiques et sont régies par un grand nombre de stimuli chimiques impliquant :

- les métabolites secondaires, terpènes, des plantes-hôtes au premier niveau trophique (Flint et al., 1979 ; Turlings et al., 1990 ; 1992 ; De Moraes et al., 2001),
- les produits sécrétés et excrétés par les ravageurs phytophages tels les différentes phéromones (agrégation, sexuelles et d'alarme), au second niveau trophique (Kennedy, 1984 ; Nordlund et al., 1985 ; Symondson et al., 2002),
- les ennemis naturels parasitoïdes et prédateurs au troisième niveau trophique, (Leroy et al., 2008).

1-1-4-Présentation d'un modèle d'entomophage : *Coccinella algerica*

Chapitre 01. Généralités sur les entomophages, les huiles essentielles et les géraniums

1-1-4-1- Position systématique :

Selon, **Rebhi et Ben halima, 2011** la coccinelle appartient à :

Classe : Insecta

Super-ordre : Endopterygota,

Ordre : Coleoptera,

Sous-ordre : Polyphaga,

Super-famille : Cucujoidea,

Famille : Coccinellidae,

Sous-famille : Coccinellinae,

Genre : Coccinella,

Espèce : *Coccinella algerica*.



Figure 03 : Adulte de *Coccinella Algerica*(WWW.INSECTA.COM)

1-1-4-2- Morphologie :

La tête s'insère parfaitement dans le prolongement du thorax et de l'abdomen formant une courbe régulière .Les pattes courtes et robustes sont rétractables dans les sillons de la face

Chapitre 01. Généralités sur les entomophages, les huiles essentielles et les géraniums

ventrale du thorax Les antennes courtes se terminent en massue. Le dernier article des palpes maxillaires rappelle un embout d'aspirateur ou de hache. Les pièces buccales broyeuses permettent de déchiqueter des proies ou de ronger les tissus végétaux. **(Iperti ,1965).**

1-1-4-3- Cycle Biologique :

L'espèce *Coccinella algerica* présente 4 stades larvaires, un stade nymphal et un stade imaginal.

Elle évolue avec trois générations annuelles se développant de septembre jusqu'à mai, avec une quiescence hivernale facultative qui dépend de la nature des agro écosystèmes et des conditions climatiques et une diapause estivale. Les coccinelles s'accouplent et pondent une dizaine de jours plus tard, **(Rebhi et Ben halima, 2009).**

Les femelles pondent de 100 à 400 œufs, de 2 à 3 mm de couleur jaune clair. Les œufs sont collés sous les feuilles par paquets, à proximité ou au sein même des colonies d'insectes proies. Entre 3 et 5 jours plus tard, en fonction des températures, de jeunes larves noires naissent, de 2 à 3 mm de long. Celles-ci se mettent très rapidement à la recherche de nourriture .Elles attaquent les pucerons quelque fois beaucoup plus gros qu'elles. Elles muent au bout de trois jours leur corselet ne pouvant plus les contenir. Elles répètent ce processus encore trois fois jusqu'à atteindre une dimension de 1,5 à 2 cm **(Iperti ,1965).**

En suite les larves s'immobilisent, collent leur abdomen au dos d'une feuille et se courbent pour progressivement former une nymphe. Elles donneront en quatre à sept jours les adultes pourvus d'ailes, d'abord incolores puis qui se pigmentent en mois de 24 heures. La durée d'un cycle de coccinelle (de l'œuf à l'adulte capable de se reproduire), n'excède jamais un mois. Une coccinelle adulte vit en moyenne 14 jours **(Rebhi et Ben halima, 2009).**

1-2- Généralités sur les huiles essentielles :

1-2-1-Définition :

Une huile essentielle, selon la pharmacopée française **(Bruneton, 1993)**, est définie comme « un produit odorant, de composition complexe, obtenu à partir d'une plante connue ».L'huile essentielle est extraite par entraînement à la vapeur, par distillation sèche, ou par un procédé mécanique approprié, sans chauffage. Une huile essentielle est souvent séparée de la phase aqueuse par un procédé physique n'entraînant pas de changement significatif de composition **(Cazau et Beyret, 2013).**

Les huiles essentielles sont des mélanges volatiles de constituants liquides **(Paris et**

Chapitre 01. Généralités sur les entomophages, les huiles essentielles et les géraniums

Moyse, 1976), de consistance huileuse, très concentrées, offrant une forte concentration en principes actifs (**Larydy et Haberkorn, 2007**). Leur volatilité les oppose aux huiles fixes qui sont des lipides.

1-2-2- Localisation et lieu de synthèse :

Les huiles essentielles sont obtenues à partir de feuilles, de graines, de bourgeons, de fleurs, de brindilles, d'écorces, de bois, de racines, de tiges ou de fruits, mais également à partir de gommés qui s'écoulent du tronc des arbres, (**Burt, 2004**). Elles se forment dans des cellules non différenciées et sont le plus souvent localisées dans des organes sécréteurs (**Paris et Moyse, 1976**).

1-2-3- Propriétés physico-chimiques :

Les huiles essentielles sont constituées de molécules aromatiques de très faible masse moléculaire (**Degryseet al.,2008**). Elles sont en général liquides à température ambiante, volatiles, inflammables et ne sont que très rarement colorées. Leur densité est le plus souvent inférieure à 1 sauf pour les huiles essentielles de saffran (*Sassafras albidum*), de clou de girofle (*Syzygium aromaticum*) et de cannelle (*Cinnamomum zeylanicum*). Elles ont un indice de réfraction élevé et la plupart dévient la lumière polarisée (**Bruneton, 1999 ; Charpentier et al.,2008 ; Desmares et al., 2008**).

Les huiles essentielles sont solubles dans les alcools et dans les solvants organiques, peu solubles dans l'eau, très altérables et s'oxydent au contact de l'air et de la lumière (**Bruneton, 1999**). Entraînables à la vapeur d'eau, elles se retrouvent dans le protoplasme sous forme d'émulsion plus ou moins stable qui tend à se collecter en gouttelettes de grosse taille (**Martini et Seiller, 1999**).

1-2-4- Composition chimique :

Une huile essentielle peut renfermer plus de 60 molécules chimiques différentes. Les composés majoritaires peuvent représenter, à eux seuls, plus de 85% de l'huile alors que d'autres composés ne sont présents qu'à l'état de traces (**Senatore, 1996**). Ces constituants se divisent en deux groupes d'origine biogénétique distincte : le groupe des *terpénoïdes* d'une part et le groupe des composés aromatiques dérivés du phénylpropane moins fréquents, d'autre part (**Bruneton, 1999 ; Baser et Buchbauer, 2010**). Les huiles essentielles peuvent également renfermer divers produits issus de processus dégradatifs mettant en jeu des constituants non volatils (**Bruneton, 1999**).

Chapitre 01. Généralités sur les entomophages, les huiles essentielles et les géraniums

1-2-5- Facteurs influençant la composition chimique :

Il existe beaucoup de facteurs externes pouvant influencer la composition chimique de l'huile essentielle : la température, le taux d'humidité, la durée d'ensoleillement, la composition du sol, la partie de la plante utilisée, le cycle végétatif de la plante, la méthode utilisée pour l'extraction sont autant de facteurs susceptibles d'exercer les modifications chimiques.

Outre la composition, ces facteurs peuvent également avoir un impact sur la teneur en HE par exemple : les *citrus* ont une teneur importante en HE lorsque la température est élevée. (Bruneton, 1999).

1-2-6- Notion de chémotype :

Le *chémotype* d'une huile essentielle est une référence précise qui indique le composant biochimique majoritaire ou distinctif, présent dans celle-ci. C'est l'élément qui permet de distinguer des huiles essentielles extraites d'une même variété botanique mais, d'une composition biochimique différente. Cette classification permet de sélectionner les huiles essentielles pour une utilisation plus précise, plus sûre et plus efficace. Il est important de noter que les HE à *chémotypes* différents présentent non seulement des activités différentes mais aussi des toxicités très variables (Pibiri, 2005).

1-2-7- Méthodes d'extraction des huiles essentielles :

Différentes méthodes sont mises en œuvre pour l'extraction des essences végétales (Sallé, 2004). En général, le choix de la méthode d'extraction dépendra de la nature du matériel végétal à traiter (graines, feuilles, ramilles), du rendement en l'huile et de la fragilité de certains constituants des huiles aux températures élevées (Crespoet *al.*, 1991 ; Hellal, 2011).

Il existe différents procédés d'extraction des huiles essentielles: les méthodes d'*hydrodistillation*, *hydrodiffusion* et entraînement à la vapeur d'eau (Figure 04, 05 et 06).

L'*hydrodistillation* est utilisée pour des huiles essentielles dont les constituants chimiques sont thermorésistants (Haekel et Omar, 1993 ; Piochon, 2008).

La méthode d'entraînement à la vapeur d'eau apporte une amélioration de la qualité de l'huile essentielle en minimisant les altérations hydrolytiques. La vapeur d'eau permet de libérer les molécules volatiles des cellules végétales qui sont ensuite entraînées vers le réfrigérant (Franchomme *et al.*, 1990 ; Richard, 1992 ; Lucchesi, 2005).

Chapitre 01. Généralités sur les entomophages, les huiles essentielles et les géraniums

L'*hydrodiffusion* est une méthode plus rapide qui consiste à faire passer, la vapeur d'eau à pression réduite (0,02 – 0,15 bar), au travers de la matrice végétale. L'huile essentielle est appelée « essence de percolation » (Franchomme et al, 1990 ; Richard, 1992).

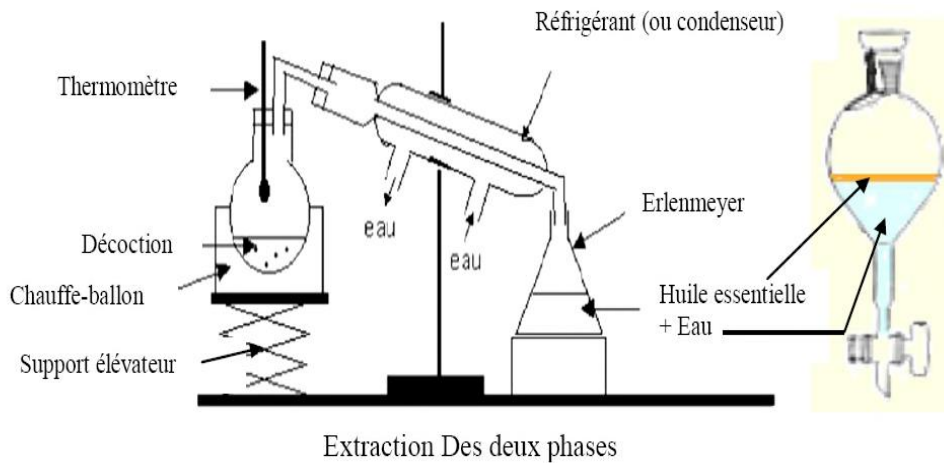


Figure 04: Appareillage utilisé pour l'*hydrodistillation* (Lagunez, 2006).

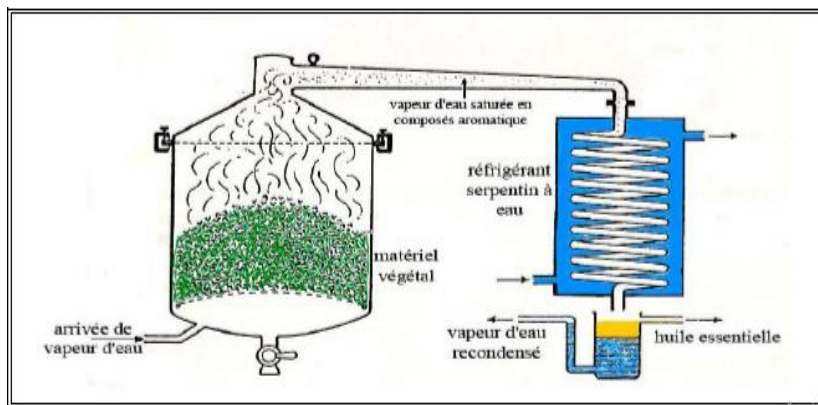


Figure 05: Schéma du principe de la technique de l'entraînement à la vapeur d'eau (Lucchesi, 2005).

Chapitre 01. Généralités sur les entomophages, les huiles essentielles et les géraniums

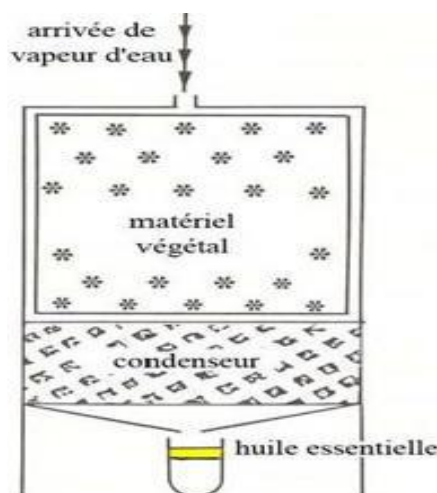


Figure 06: Schéma du principe de la technique d'*hydrodiffusion* (Lucchesi, 2005)

L'extraction des huiles essentielles peut être obtenue également à travers des solvants volatils, réalisée avec un appareil de Soxhlet ou un appareil de Lickens-Nickerson (Belaiche, 1979 ; Duraffound et al., 1990; Bruneton, 1999) et par microondes (Hemwimonet al., 2007). Les solvants les plus utilisés sont l'*hexane*, le *cyclohexane*, l'éthanol, le méthanol, le dichlorométhane et l'acétone (Kim et Lee, 2002). Leur choix est influencé par des paramètres techniques et économiques.

1-2-8- Domaines d'utilisation des huiles essentielles :

Plusieurs milliers d'huiles essentielles sont connues et caractérisées dans le monde. Mais une faible proportion de ce nombre présente un intérêt commercial, en raison de leurs propriétés odorantes, aromatiques et antimicrobiennes, mais aussi, les différentes utilisations possibles et leur coût de production (Grysole, 2005 ; Fillatre, 2011). Ces caractéristiques offrent des débouchés importants dans de nombreux domaines industriels, que ce soit dans l'industrie cosmétique, les secteurs de la santé, de l'agro-alimentaire ou de l'agriculture (Fillatre, 2011).

Dans le domaine de l'agriculture, les pesticides naturels basés, notamment, sur les huiles essentielles représentent une alternative intéressante pour la protection des cultures contre les insectes mais également contre les adventices et les champignons (Isman, 2000 ; Dayan et al., 2009). Les huiles essentielles sont utilisées comme agent de lutte biologique (Ilboudo,

Chapitre 01. Généralités sur les entomophages, les huiles essentielles et les géraniums

2009) avec des modes d'application très variés : soit par fumigation, par attractif ajouté aux pièges à phéromones, répulsif ou par contact (**Regnault et Hamraoui, 1995**).

1-2-9- Toxicité des huiles essentielles :

L'utilisation des huiles essentielles doit s'accompagner de nombreuses précautions. La plupart des composés d'une huile essentielle sont lipophiles et sont donc rapidement absorbés, quel que soit la voie d'administration. Plusieurs facteurs jouent un rôle dans la dangerosité d'une huile essentielle comme la teneur en molécules toxiques, la manière d'appliquer l'huile essentielle, le dosage ou encore la durée de l'application (**Chavanne, 2011; Muther, 2015**).

1-2-10 - Conservation des huiles essentielles :

Les huiles essentielles sont des substances sensibles et très délicates, ce qui rend leur conservation difficile et obligatoire dans le but de limiter les risques de dégradation, ces dégradations peuvent modifier leurs propriétés si elles ne sont pas enfermées dans des flacons opaques à l'abri de la chaleur et de la lumière (**Longevialle, 1981, Valnet, 2001**).

1-3-Généralités sur les Géraniaceae et le genre *Pelargonium* :

1-3-1-- Les principaux caractères morphologiques des Géraniacées :

La famille des *Geraniaceae* comprend 7 genres et 841 espèces. Ces plantes présentent des tiges noueuses et des feuilles alternes ou opposées, palmées et lobées. Les fleurs sont régulières, solitaires ou groupées en inflorescences (**Benelli et Mehlhorn, 2018**) (figure 07).

Selon **Watson et Dallwitz**, la famille des *Geraniaceae* renferme 3 genres regroupant 750 espèces herbacées ou arbustives. Elles sont pleines de suc en début de végétation puis deviennent ligneuses à écorce brun clair.

Kubitzki (2007) et Simpson, (2010), donnent une description détaillée de la morphologie des *Geraniaceae* :

Les tiges sont un *pachycaul* dans certains taxons, Feuilles alternes ou opposées, principalement palmées ou composées, lobes profondément dentelés ou lobulés,

Chapitre 01. Généralités sur les entomophages, les huiles essentielles et les géraniums

Inflorescences pseudo-ombellées, ou fleurs solitaires ; Sépales libres ou unis à la base ; Pétales 5 (4, 2 ou 0), libres, imbriqués ; Etamines 5 ou 10 et 15, puis en deux verticilles, parfois quelques stériles, filaments libres ou plus ou moins connues à la base ; Gynécée de 5 (4) carpelles ; Style avec 5 branches stigmatiques ; Ovaire à 5 lobes, Placentation axile.



Fleurs d'*Erodium acaule* (bec-de-grue acaule), *Geranium phaeum* (géranium livide), *Geranium robertianum* (géranium herbe-à-Robert) et *Erodium malacoides* (bec-de-grue fausse-mauve)



Fruits d'*Erodium ciconium* (érodium bec-de-cigogne), *Erodium cicutarium* (bec-de-grue commun) et *Geranium sylvaticum* (géranium des bois) ; fleurs de *Geranium pyrenaicum* (géranium des Pyrénées)

Figure 07: Quelques genres et espèces de la famille des *Geraniaceae*

(www.montana.plant-life.org)

1-3-2- Généralités sur le Géranium Rosat (*Pelargonium graveolens*) :

1-3-2-1- Position systématique :

Selon Demarneet *al* (1989), l'espèce *Pelargonium graveolens* (figure 08) est classée comme suit :

-Domaine	Eukaryota
-Règne	Plantae (vegetal)

Chapitre 01. Généralités sur les entomophages, les huiles essentielles et les géraniums

-Sous-règne	Tracheobionta
-Embranchement	Spermatophyta
-Sous-embranchement	Manoliophyta
-Classe	Magnoliopsida
-Sous-classe	Dialypetales
-Ordre	Geraniales
-Famille	Geraniaceae
-Espece	<i>Pelargonium graveolens</i> L'Her .ex Aiton



Figure 08: Le Géranium rosat (*Pelargonium Graveolens*)
(FORNET, 2016)

Son nom vient du grec « **pelargos** » littéralement cigogne puisque son fruit ressemble à un bec de cigogne. Il porte différents noms dont *Geranium rosat*, *Geranium odorant* *Pelargonium asperum*, *Pelargonium graveolens*. Une dizaine de variétés seulement sont exploitées pour la production de l'HE. (Lis- balchin, 2002).

Pelargonium graveolens, *P. roseum*, *P. capitatum*, *P. radula* sont les espèces les plus importantes ; elles sont cultivées à la réunion, Madagascar, Chine et dans les régions méditerranéennes,(Vidalie, 1998). La distinction entre variétés est basée sur le type de parfum qu'elles dégagent (rose, agrume, menthe, épices... etc.) la forme et la coloration des feuilles aussi que la coloration des fleurs et le nombre de pétales (Skaria, 2007).

Chapitre 01. Généralités sur les entomophages, les huiles essentielles et les géraniums

1-3-2-2- Description botanique de *Pelargonium graveolens*:

- **Appareil végétatif (figure 08)**

Pelargonium est une plante buissonnante, elle porte des feuilles odorantes persistantes avec 5 à 7 lobes, opposées, recouvertes de poils glanduleux microscopiques qui donnent un aspect velouté, elles ont une racine pivotante (**Demarne, 1985**).

L'espèce est généralement actinomorphe, de 3 à 5 des carpelles, munis d'un bec généralement hygroscopique, se détache d'une colonne centrale en s'enroulant de bas en haut (**Judd et al., 2002**).

- **Appareil reproducteur :**

Les fleurs sont groupées par paire de couleur rose disposées en ombelles et s'épanouissant tout au long de l'année. Chaque fleur est constituée de 5 sépales égaux et 5 pétales plus ou moins ondulés dont 2 différents avec des stries de rouge, avec 7 étamines groupées en 2 séries (internes et externes), portent à leur base des nectaires, et 5 carpelles contenant chacune 2 ovules dont un seul qui donnera une graine (**Demarne, 1985**).

- **Les poils :**

Les poils donnent un aspect velouté. Ils sont défensifs et rendent la plante poisseuse, Les poils glanduleux sont remplis d'essence aromatique et rendent la plante odorante quand on la Touche, ils ont aussi un rôle dans la défense contre les insectes (**Demarne, 1985**).



Figure 09: Aspect morphologique (fleurs, feuilles et poils) de *Pelargonium Graveolens*.

Miller en **2002** a mis en évidence des différences morphologiques entre les deux genres *Pelargonium* et *Geranium* (Tableau 01).

Chapitre 01. Généralités sur les entomophages, les huiles essentielles et les géraniums

Tableau01 : La différence entre les genres *Pelargonium* et *Geranium* (Miller, 2002).

Genre <i>Pelargonium</i>	Genre <i>Geranium</i>
*Fleurs irrégulières, la forme et la taille des deux pétales supérieurs sont différentes de celles des trois pétales inférieurs.	*Fleurs régulières, tous les pétales, plus ou moins, sont identiques en forme et en taille.
*Présence de l' <i>hypanthe</i> (ou <i>hypanthium</i>).	*Absence de l' <i>hypanthe</i> (ou <i>hypanthium</i>).
*Le nombre des étamines fertiles : moins de dix.	*Le nombre des étamines fertiles : dix
*Apparence générale (Habitat) diverse	*Principalement herbacée
*La plupart sensibles au gel	*La plupart robustes
*Principalement de l'hémisphère sud. et nord.	*Principalement de l'hémisphère nord.

Deuxième partie :
étude expérimentale

Chapitre 02 :

Matériels et

Méthodes

Chapitre 02 : Matériels et Méthodes

Notre étude expérimentale s'est déroulée entre Novembre 2019 et mars 2020, au niveau du laboratoire des plantes médicinales et aromatiques de la Faculté SNV (département des Biotechnologies, Université de Blida 1). Elle a été basée sur l'étude *in vitro* de l'effet des huiles essentielles extraites de la plante étudiée (*Pelargonium graveolens*) sur les larves et les adultes d'un prédateur *aphidiphage* *Coccinella algerica* et sur ses proies (les pucerons).

2-1- Matériels biologiques :**2-1-1- Matériel végétal :**

La récolte de la plante cultivée a été réalisée le 20/11/2019 d'un champ de culture situé à Attatba, wilaya de Tipaza. Le séchage (**figure 09**) a été effectué à la température ambiante dans une chambre à l'abri de la lumière pendant 21 jours et la conservation de la plante après séchage a été réalisée dans des sachets en papier.



Figure 10: Séchage de la plante cultivée de *Geranium rosat*

2-1-2- Matériel animal :

Les pucerons ainsi que des individus adultes de la coccinelle *Coccinella algerica* ont été récoltés sur le terrain dans le campus de l'Université Saad Dahleb-Blida (**figure 11**).

Les coccinelles sont de vrais prédateurs, pour la majorité. Elles s'alimentent à tous les stades de leur vie d'insectes. Les espèces de la tribu des *Coccinellini* surtout se nourrissent des

puçerons. L'espèce *C. algerica*, entomophage cible dans notre étude, a été choisie pour sa grande taille, sa disponibilité durant la saison printanière et sa facilité d'élevage.

Le campus de l'Université de Blida 1 est retenu comme lieu de récolte du matériel entomofaunique, en raison de sa diversité végétale (**figure 11**), notamment en plantes ornementales et spontanées qui peuvent héberger de nombreux pucerons ainsi que l'espèce de coccinelle étudiée et d'autres coccinelles de grande taille.

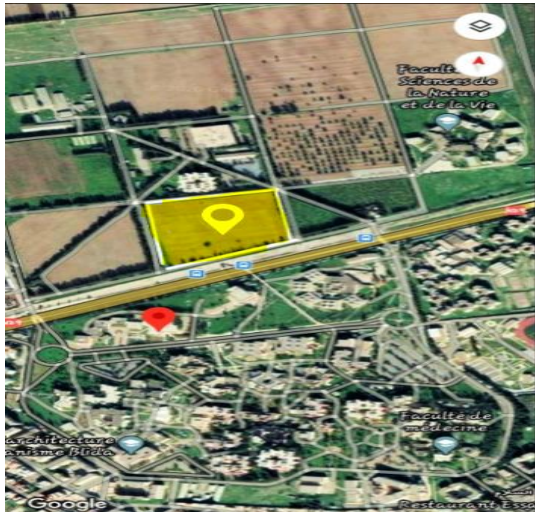


Figure 11 : Image satellitaire de la zone de prélèvement



Figure 12 : Photo réelle de la région d'étude

2-2-Paramètres climatiques :

Les facteurs climatiques, durant la période d'étude, au niveau de la zone de récolte des insectes (puçerons et coccinelles) ont été favorables à l'installation des pucerons sur la végétation et à une disponibilité abondante des coccinelles au niveau de la strate basse herbacée.

2-2-1- Températures :

Les valeurs des températures de jour et de nuit enregistrées entre novembre 2019 et mars 2020 sont consignées dans le (**Tableau 02**).

Durant la journée, de novembre 2019 à mars 2020, les valeurs des températures minimales sont comprises entre 16°C et 18°C tandis que les températures maximales ont atteint 29°C et

30°C en novembre et mars respectivement, (**tableau 2**). De janvier à mars, les températures moyennes varient de 19,5°C à 24°C.

Tableau 02 : Températures moyennes en °c enregistrées à Blida (Nov 2019 – Mars 2020)

Mois/températures en °c		Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars
Jour	Max	29	24	23	26	30
	Min	17	17	16	18	18
Nuit	Max	20	18	18	12	15
	Min	8	5	4	4	8

2-2-2- Humidité relative d’air :

L’humidité relative de l’air (%) est supérieure à 60 % de novembre à mars (**Tableau 03**). Le mois de mars a été caractérisé particulièrement par une humidité importante (70 %).

Tableau 03: Humidité relative moyenne de l’air % (Novembre 2019 - Mars 2020)

Mois	Novembre	décembre	Janvier	Février	mars
HR de l’air %	70	66	68	65	72

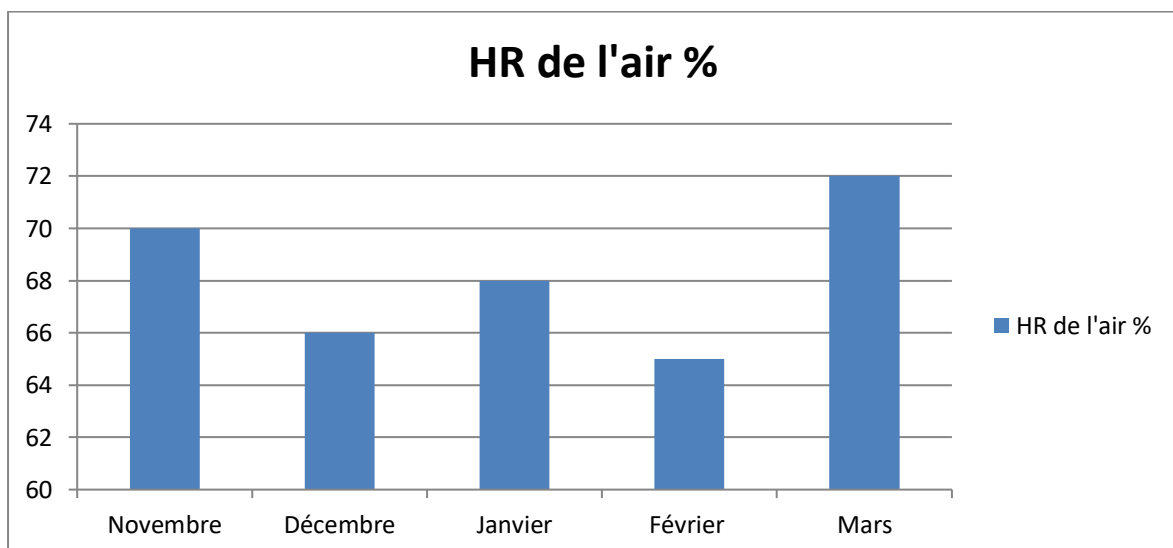


Figure 13 : Humidité relative moyenne de l’air % (Novembre 2019 – Mars 2020)

2-3- Matériels non biologiques :

Le matériel utilisé au laboratoire pour la réalisation de la partie expérimentale, dont celui utilisé pour les traitements à base d'huiles essentielles (HEs), est mentionné en annexe. Nous avons utilisé du matériel d'une part pour réaliser l'extraction de l'huile essentielle de *Pelargonium graveolens* et un matériel pour l'élevage des coccinelles d'autre part.

2-3-1- Matériel utilisé pour l'extraction de l'huile essentielle :

- Appareil de l'extraction (Type Clevenger)
- Chauffe-ballon
- Les parties aériennes de la plante *Pelargonium graveolens*
- Becher et éppendorfs pour récupérer les huiles essentielles

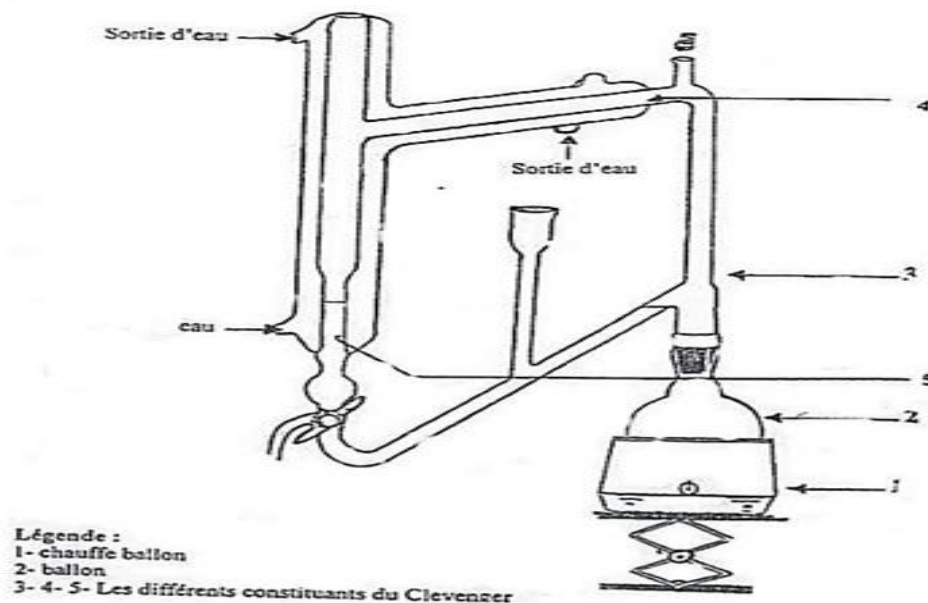


Figure 14 : Appareil de Clevenger
Pour l'extraction de l'huile

2-3-2- Matériel utilisé pour l'élevage de *C. algerica* :

Pour l'élevage des Coccinelles, nous avons utilisé deux types de matériel : sur le terrain et au niveau du laboratoire (figure 15).

Le matériel utilisé sur le terrain consiste en des boites en plastique, des pinceaux et des Ciseaux. Le matériel utilisé au laboratoire est représenté par des feuilles pliées en accordéon, une cuillère, une boîte à manger, des boîtes de pétrie, du papier film, une loupe binoculaire ainsi qu'une pipette Pasteur, pinceau, coton, des boites en plastique. Les boîtes destinées pour l'élevage et les boîtes de pétri sont nettoyées quotidiennement.



Figure 15: Le matériel d'élevage des coccinelles utilisé au laboratoire

2-4-Méthodes :

2-4-1- Extraction des huiles essentielles :

L'extraction de l'huile essentielle a été réalisée par la méthode d'hydro distillation de la biomasse sèche des feuilles de l'espèce *P. graveolens*, à l'aide d'un hydrodistillateur de type Clevenger.

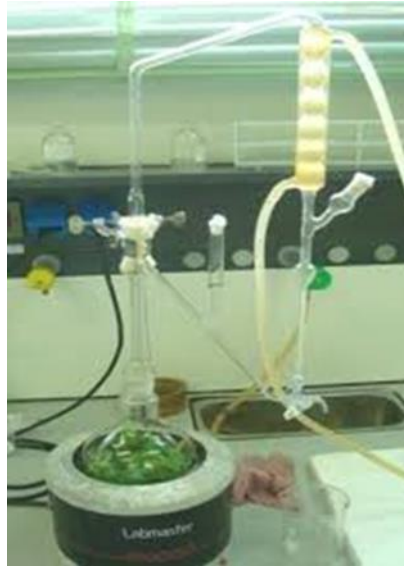


Figure 16 : Appareil d'hydrodistillation de type Clevenger.

- **Mode opératoire :**

Une quantité de 30g de matière végétale sèche a été introduite dans un ballon de capacité d'un litre rempli de 700 ml d'eau distillée. L'HE a été obtenue après 1 heure d'extraction.

Le ballon est chauffé à l'aide d'un chauffe-ballon, pendant 1 heure ceci engendre la formation de vapeurs. Ces vapeurs s'élèvent et passent dans un réfrigérant, les vapeurs chaudes se condensent et s'écoulent à l'état liquide goutte par goutte, dans le tube gradué du clevenger, où elles forment le distillat. Ce dernier est un mélange de deux phases non miscibles qui sont séparées l'une de l'autre par le robinet du Clevenger. La vapeur condensée obtenue conduit à une phase organique (huile essentielle) qui est séparée de l'hydrolat par décantation.

L'huile essentielle obtenue a été conservée au réfrigérateur à +4°C et à l'abri de la lumière jusqu'à son utilisation.

- **Détermination du rendement en huiles essentielles :**

La quantité d'essence obtenue est pesée à l'aide d'une balance de précision pour le calcul du rendement. Le rendement en HEs est obtenu par rapport à la matière végétale sèche considérée, et exprimé selon la formule: **$RH = (V / MMV) .100$**

Où

RH : Rendement des huiles essentielles en (ml) par rapport à 100g de matière sèche (%).

V : Volume d'huile essentielle en (ml).

MMV : Masse de la matière végétale sèche (g).

2-4-2-Préparation des traitements:

La préparation des dilutions des HEs de *Pelargonium graveolens* a été faite par l'utilisation du tween 80 à une gamme de concentrations de 5%, 10%, 20% et à 40% (**Ait Zerrouk D., et Raoui S. 2018**)

Par exemple pour obtenir la concentration de 40%, un volume de 0.2 ml d'HE pris à l'aide d'une micropipette sera ajouté dans 0.5ml de Tween 80 dans un tube à essai stérilisé en les agitant pour bien homogénéiser le mélange.

Pour préparer les autres concentrations, nous avons suivi la même procédure, la quantité d'HE prélevée et de tween 80 changent selon la concentration voulue.

2-4-2-1-Evaluation de la toxicité des huiles essentielles par contact :

Quatre solutions d'huile essentielle du géranium rosat ont été préparées en diluant des quantités connues d'huile avec Tween 80. 1,3 ml de chaque solution a été répandu uniformément sur un disque de papier filtre avec un diamètre de 9 cm à l'aide d'un micro-pulvérisateur. Après évaporation complète du solvant de dilution, chaque disque traité ou témoin, a été minutieusement placé dans une boîte de Pétri de même dimension 9 cm de diamètre et 2 cm de hauteur. Quatre répétitions ont été effectuées pour les larves et les adultes. Un lot de 15 insectes adultes et 15 larves a été introduit dans chaque boîte de Pétri qui a été aussitôt fermée.

Le nombre d'insectes morts a été comptabilisé chaque 24 heures pendant 6 jours de traitement.

2-4-2-2-Evaluation de la toxicité des huiles essentielles par inhalation :

Une solution de produit avec une dose connue, dans des papiers filtres de 3 cm de diamètre sont imbibés de chaque solution d'huile essentielle. Puis chacun d'eux est placé dans un couvercle contenant 15 individus. 4 répétitions sont réalisées ainsi pour la solution d'huile essentielle du géranium rosat et pour le témoin.

La mortalité des insectes est déterminée chaque jour pendant 6 jours après le traitement.

2-4-3- Méthodologie d'élevage de *C.algerica* :

Dans un premier temps, les adultes des 2 sexes ont été récoltés dans certaines zones où ils étaient présents en abondance. En absence de pucerons durant la période hivernale, les adultes ont été nourris à l'aide de pollen et de fleurs, étant donné la précocité de la floraison de certaines espèces végétales avant l'arrivée des pucerons. Dans un second temps, les individus récoltés ont été placés par groupe de 10 couples dans de petites boites en plastique perforées, pour permettre les accouplements et assurer les pontes. Les femelles se distinguent facilement des mâles par leur plus grande taille.

Chaque boite a été piquée à l'aide d'une fine aiguille, pour permettre une bonne aération. A l'intérieur de chaque boite, nous mettons du coton humidifié par une solution d'eau sucrée avec quelques feuilles de plantes et des fleurs. Une feuille pliée en accordéon est placée dans le fond de la boite pour assurer la ponte, et observée quotidiennement. Une résistance électrique a été utilisée pour assurer une température de $25\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$ (figure 17 et 18).



Figure 17 : Préparation du matériel d'élevage de *Coccinella algerica*



Figure 18: Adultes de *Coccinella algerica* consommant des pollens

Les individus de coccinelles ont été alimentés chaque jour par des pollens, les fleurs et des feuilles infestées par les pucerons, dès l'observation des 1^{ères} colonies. L'élevage a été conduit en conditions de température (20 à 25 C°) et (65 à 75%) d'humidité relative.

Les boîtes d'élevage et les boîtes de pétri sont nettoyées et séchées périodiquement pour éviter l'accumulation des déchets qui favorisent la formation de moisissures. Les pontes, déposées sur les feuilles plissées, de forme ovale et de couleur jaune clair à orange vif, sont récupérées à l'aide d'un pinceau dans des boîtes de pétri pour les éclosions.

À partir de janvier, période pendant laquelle nous avons remarqué leur première présence, les pucerons ont été récoltés quotidiennement pour nourrir les adultes et surtout les larves pour suivre les stades de développement, (**Figure 19 et 20**). On a commencé l'élevage le mois de novembre 2019 à la fin de mois de mars 2020.

Après l'incubation, les larves éclosent et le développement larvaire commence et passe par cinq stades larvaires (L1, L2, L3, L4 et L5). Nous avons réalisé le suivi du nombre d'œufs par femelle, la durée du développement larvaire ainsi que la longévité des adultes.



Figure 19 : Feuille infestée par des pucerons verts.



Figure 20 : Nourriture administrée aux coccinelles, à l'aide d'un pinceau.

Résultats et discussion

Chapitre 03 : Résultats et discussion

Nous présentons dans ce chapitre, d'une part les seuls résultats que nous avons pu obtenir au courant de notre travail expérimental. Ils concernent un suivi de l'élevage de *C. algerica* dont le but est d'obtenir un nombre d'individus de larves et d'adultes suffisants pour initier les traitements à base de solutions d'huile essentielle diluée de *Pelargonium graveolens*. Les adultes et les larves sont issus de la 1^e génération qui s'est développée en conditions de laboratoire à partir des adultes récoltés de terrain.

D'autre part, d'autres résultats de synthèse bibliographique sont présentés sur l'effet des huiles essentielles sur quelques exemples d'entomophages prédateurs et sur les Coccinellidae.

3-1- Etude de la durée de développement des stades préimaginaux et de la longévité de *C.algerica* au laboratoire :

3-1-1- Suivi des pontes et de la durée des stades larvaires

Les résultats du suivi de la ponte de *C.algerica*, en conditions de laboratoire présentées dans le chapitre 2, ont été obtenus à partir de 6 femelles. Le début de la ponte intervient en moyenne 8 jours après l'émergence des femelles de *C. algerica*. Le nombre moyen d'œufs pondus est de $30 \pm 15,70$ œufs (figure 22). Il existe des extrêmes que nous avons observés chez les différentes femelles suivies de cette espèce (tableau 07). Les plus faibles fécondités indiquent des pontes de 9 à 23 œufs tandis que les fécondités élevées sont de l'ordre 34 et 52 œufs par ponte.

Tableau 04 : Nombre d'œufs pondus par femelle de *C. algerica* au niveau du laboratoire

Femelles de <i>C.algerica</i>	Nombre d'œufs/ponte
Femelle 1	20
Femelle 2	34
Femelle 3	42
Femelle 4	9
Femelle 5	23
Femelle 6	52

Le temps d'incubation a été sensiblement identique pour les conditions du laboratoire: de 3 à 5 jours respectivement à des températures moyennes de 20 °C et 25°C

La durée d'incubation des œufs de *C. algerica* nourrie de pucerons noirs de la fève varie entre 2 et 5 jours pour des températures moyennes de 21,70 °C et 25,50 °C et des humidités relatives de 44,20% et 48,66% respectivement. La durée d'incubation diminue lorsque la température augmente. Elle est de 2 jours à des températures moyennes qui varient entre 24,71 °C et 25,06°C et de 5 jours lorsque les températures sont plus basses (21,70 °C et 22,84°C) d'après **Mehalli et Temzi, (2017)**.

Les larves de *C.algerica* (figure 22) ont mué 3 fois pendant notre suivi. La durée de chacun des 4 stades larvaires est différente de même que la taille des larves des différents stades (tableau 08).

Tableau 05 : Taille (mm) des différents stades larvaires de *C.algerica* au laboratoire

Stades larvaires (n= 10)/ stade	Taille moyenne (mm)
L1	1,07 ±0,054
L2	2,5 ±0,707
L3	5,0 ±1,414
L4	9,0 ±2,828

Les tailles moyennes des larves des différents stades sont de l'ordre de 1,07 mm pour les L1 ; 2,5 mm pour les L2 ; 5 mm pour les L3 et 9 mm pour les L4, d'après nos observations.



Figure 21: Œufs et larve (L3) de *C.algerica* (original, 2019)

La durée moyenne de développement de l'état larvaire dans les conditions de laboratoire est de 11 jours.

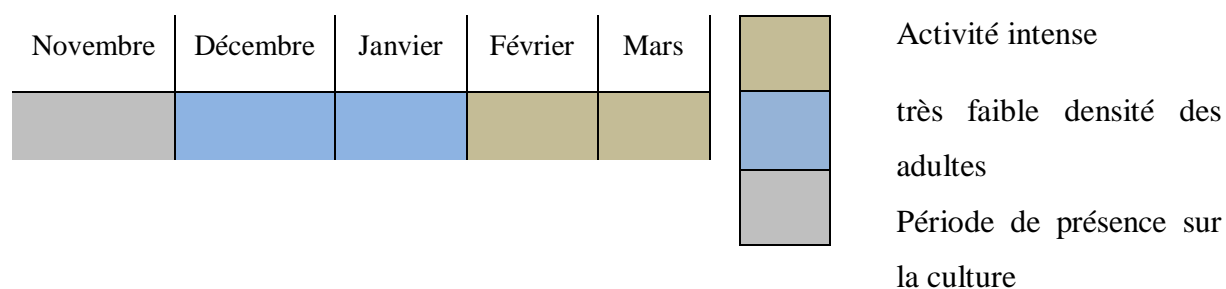
Mehalli et Temzi, (2017) ont trouvé des durées respectives entre les stades larvaires de 2 jours entre les L1-L2 et L2-L3, 2 à 3 jours entre les L3-L4 et un 5^e stade noté après 3 jours. La durée totale du développement de *C. algerica* estimé par ces auteurs a été de 9 à 10 jours, à 22°C et 48% d'humidité relative. Nous avons constaté que la voracité des larves augmente surtout chez les L3 et L4, où la voracité d'une larve L3 variait de 140 jusqu'à 205 pucerons par jour. **Rahmouni et al., (2017)** signalent que la voracité d'une larve de stade trois est de 188 jusqu'au 243 puceron par jour à des températures variant entre 27°C et 30°C.

La variation de la température au niveau du laboratoire et la variation de l'alimentation aphidienne pourrait agir sur la fécondité de *C.algerica*

3-1-2- Longévité et période d'activité et de présence de *C.algerica* :

L'activité des coccinelles varie suivant le degré de présence des proies sur les cultures et les conditions climatiques saisonnières de la région étudiée. Selon **Sahraoui (1987)**, *C. algerica* est une coccinelle plurivoltine qui évolue avec trois générations annuelles se développant de septembre jusqu'à Mai. Parmi ses proies aphidiennes préférées, figurent le puceron *Aphis fabae* (le puceron noir de la fève), tandis que *Aphis piraecola* 'le puceron vert des citrus) et *Aphis gossypii* sont des proies moins recherchées (**Sahraoui, 1987**).

Tableau 06 : Période d'activité et de présence de *C.algerica* au niveau de la zone de prélèvement à Blida (novembre 2019 à mars 2020).



L'activité de cette espèce de coccinelle est un peu précoce dans le cas de notre site d'étude car les conditions climatiques sont idéales , les adultes s'installent sur les cultures vers la dernière décade du mois novembre et la reproduction commence vers le début du mois de février .

3-2- Synthèse préliminaire des travaux de littérature

3-2-1- Rendement d'extraction et composition chimique de l'huile essentielle du Géranium rosat

Ait Zerrouk et Raoui, (2018) ont étudié le rendement d'extraction par hydro distillation de l'huile essentielle du *Pelargonium gravelons* selon différents traitements par des produits biologiques (T01 à T08). Ces auteurs ont obtenu des rendements variables dont les plus élevés ont été obtenus avec les traitements T1, T5 et T6 (figure 21).

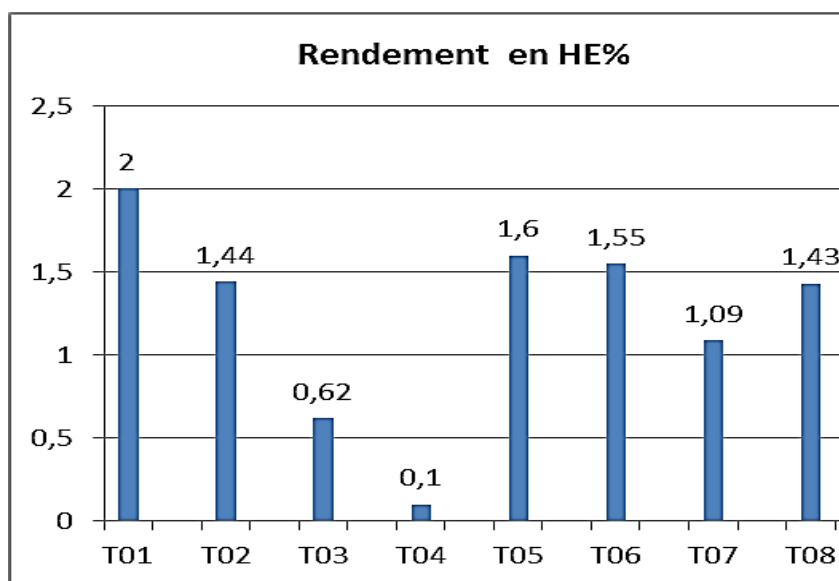


Figure22: Rendement moyen des HE du *Pelargonium gravelons* sous l'effet de traitements biologiques (**Ait Zerrouk et Raoui, 2018**)

Le rendement en HE de *Pelargonium graveolens* issu de plante cultivée et récoltée pendant la période végétative, est compris dans l'intervalle $[6.81 \times 10^{-1}, 1 \times 10^{-1}]$. La variabilité entre les différents rendements obtenus a un rapport avec les différents traitements utilisés dans l'arrosage des plants (Ait Zerrouk et Raoui, 2018). Aussi, selon ces mêmes auteurs, ce rendement est tributaire de plusieurs facteurs abiotiques et biotiques: la température, l'humidité relative, la durée totale d'insolation, le régime des vents, les écartements entre plants (un espacement de 60x30 cm avec la culture de menthe intercalaire), pour un meilleur rendement (Rao et al, 2002), le désherbage ou encore l'apport de la paille. les amendements minéraux qui contribuent à l'augmentation de la masse végétale et donc celui du rendement en huile essentielle notamment, les engrais organiques en combinaison avec l'azote (160kg/ha), le temps de séchage (Demarne, 1985 ;Demarne, 2004), la nature des traitements bio stimulants utilisés, la technique d'extraction et le cycle végétatif qui influent qualitativement et quantitativement sur le rendement en huile essentielle de *Pelargonium graveolens* cultivé.

Tableau 07: Rendement en huile essentielle de *Pelargonium graveolens* des différents pays, d'après (Boukhatemetal., 2010)

Auteurs	Demarne	Shawl	Mosta	AFNOR	Boukhatemetal., (2010)
Pays- (Année)	Paris-Sud(1989)	Inde (2006)	Afr du Sud (2006)	Paris (2000)	Algérie (2009)
Rendement (%)	0,08-0,16	0,22	0,25 (hiver) 0,2 (été)	0,1-0,15	0,2

Boukhatem et al., (2010), ont trouvé de meilleurs rendements en huile essentielle de la même espèce (0,2 %) et dont taux avoisinent ceux du géranium rosat provenant d'inde et d'Afrique du sud (0,22, 0,25 %), en comparaison avec les rendements normatifs (0,1-0,15 %, AFNOR) (tableau 07).

Les mêmes auteurs signalent par ailleurs que les composés majoritaires du géranium rosat correspondent au citronellol (33,21%) et formate de citronellyle (10,56%) (tableau 08).

Tableau 08: Composés majoritaires de l'HE de géranium rosat (Boukhatem et al., 2010)

Composés %	Pourcentage
Citronellol	33.215
Formate de citronellyle	10,566
Guaia-6,9-diene	9,256
Geraniol	5,423
Isomenthone	4,352
Tiglate de géranyle	3,033
Linalool	2,237
β-Tiglate de phényl	2,208
Menthone	1,964

3-2-2- Effet des traitements phytopesticides à base d'huiles essentielles sur les Coccinellidae :

Expérience 1 Effet du traitement au neem sur la coccinelle à sept point *Coccinella septempunctata* dans les conditions de laboratoire, au Népal.

Trois traitements à base de neem (*Neemraj* super : pesticide naturel composé d'*Azadirachtin*, *Nimbin*, *Nimbidin*, *Salanin*, etc .. à 3000 ppm), en comparaison avec le témoin, à raison de 2 ml /1 L , 3 ml /1 L ,et 4 ml /1L, ont été réalisés sous forme de mélange avec de l'eau.

➤ Effet sur la ponte, l'éclosion et la mortalité des œufs :

La ponte de *C. septempunctata* a diminué avec l'augmentation des concentrations de neem (contrôle > 2 > 3 > 4). Le nombre d'œufs a chuté de 193,75 à 25,5 œufs, lors du traitement avec le contrôle et des concentrations de neem à 4%, respectivement (Tableau 6).

Tableau 09 : Effet du traitement au neem sur la coccinelle à 7 points au la boratoire (**Regmi et al.,2019**)

Concentrations (%)	Nombre d'œufs	Nombre d'œufs Pendant le traitement	Mortalité
Contrôle	(32,74 -193,75)	(1,74 - 86,27)	(8,54 - 17,5)
2%	(62,39 - 96,25)	(20,17 - 34,94)	(8,66 - 35)

3%	(28,93- 49,5)	(21,03 - 36,42)	(6,29 - 22,5)
4%	25,5	20,1	(6,45 - 35)
P- value	0,05	0,09	0,29

La mortalité moyenne du nombre d'insectes contrôlés était de 17,5. La variable était 35, 22,5 et 35 à des concentrations de neem de 2%, 3% et 4%.

➤ **Mortalité des coccinelles selon le sexe :**

Les mâles avaient un mortalité moyenne de 72,5% chez le témoin, tandis que celle des femelles était d'environ de 28%, sous l'effet des traitements à 2%, 3% et 4% de solution de neem, la mortalité moyenne des males a diminué à 65, 78, et 65, respectivement

La mortalité moyenne des femelles variait de 35%, 21,1% et 35%, sous l'effet des concentrations de 2%, 3% et 4% du bio insecticide, respectivement.

Expérience 2 : Effet des solutions aqueuses d'huile de graines de neem sur la survie et le développement du prédateur Coccinellidae *Cycloneda sanguinea*(L.). Les solutions aqueuses de l'huile de graines de neem, ont été utilisées à la dose recommandée de 5ml /L d'eau (0,5% d'azadirachtine).

D'abord, les Œufs de *C. sanguinea*, ont subi un traitement à des concentrations respectives à 0,5; 2,25 et 5 ml de solution huileuse /L d'eau. Puis, la survie et la durée de développement des larves ont été évaluées.

L'éclosion des œufs de *C. sanguinea* dans tous les traitements au neem était similaire à celle du groupe témoin. La durée du stade de l'œuf variait de 1,7 à 2,7 jours parmi les traitements, bien que les différences n'étaient pas statistiquement significatives.

Aucun changement n'a été observé sur la survie et la durée des larves provenant d'œufs traités. **Kaethner et Schmutterer, (1990)**, mentionnent qu'il n'y a aucune réduction de l'éclosion des œufs et du développement larvaire enregistré pour *Coccinella septempunctata* L. et *Crysopeplacarne* Steph., à partir d'œufs traités avec le produit AZT-VR-K (1000 ppm) ou une combinaison de ce composé avec de l'huile de neem (250-30000 ppm). Cependant, **(Schmutterer, 1990)** a déclaré que l'action ovicide des traitements à l'huile de neem est

Courante, et le produit peut obstruer la membrane de l'œuf, gênant ainsi la respiration de l'embryon, avec une relation dose-dépendante.

L'auteur n'a pas attribué ce fait à l'action des régulateurs de croissance présents dans l'huile de neem, mais plus à l'adhérence du produit à la membrane de l'œuf, comme observé avec d'autres huiles végétales. L'effet ovicide de l'huile de neem sur des insectes phytophages a également été signalé par **Souza et Vendramim., (2000)**.

Des études ont démontré que les larves provenant d'œufs traités peuvent présenter une mortalité due principalement au contact du produit biologique avec le chorion, lors de l'éclosion des larves (**Prabhaker et al.,1999**) ou comme conséquence de la consommation de résidus de neem présents sur le chorion (**Tanzubil et McCaffery, 1990**).

Cela signifie que il y a des capacité de décence pour quelque doses chez les insectes

3-2-3- Effet des traitements phytopesticides à base d'huiles essentielles sur les pucerons proies :

L'application topique de l'huile essentielle de colza sur *Aphis gossypii* au laboratoire a induit une mortalité de 95% à la concentration de 1,6% (**Bello, 2010**). L'huile a eu un effet considérable sur la densité des pucerons seulement à partir de la concentration de 2% , contrairement la concentration de 1%, qui a provoqué un effet limité sur ces ravageurs. Le même auteur signale des résultats en station expérimentale en adéquation avec ceux obtenus au laboratoire (**Bello,2010**).

3-2-3-Etude de la toxicité de l' l'huile essentielle des Géraniums :

Les propriétés insecticides des huiles de géranium ont été signalées depuis de nombreuses années (**Deans et Ritchie, 1987**). Les espèces de *pélaronium* ont une action anti-appétante sur les insectes (**Lis-Balchin, 1996**). Un agoniste rare des récepteurs d'acides aminés, l'acide quisqualique (C₅H₇N₃O₅) des pétales du géranium zonal *Pelargonium hortorum* des effets paralytiques sur le scarabée japonais (*Popilia japonica*). Les scarabées japonais sont attirés par l'odeur du pélaronium des jardins, (*Pelargonium hortorum*). Même, si on leur donne le choix, les scarabées préféreraient les fleurs de pélaronium à la plupart des autres végétaux. Par contre, quand ils goûtent à ses fleurs riches en acide quisqualique, ils deviennent rapidement paralysés.

Par le fait que les géraniums sont une source naturelle d'acide *quisqualique*, ils présentent des opportunités uniques pour la recherche de formulations à base de plantes pour la gestion des insectes ravageurs (**Range et al., 2011; Ballou, 1929; Heldet Potter, 2003**).

Les huiles essentielles de géranium sont toxiques à l'égard de *Stephanitis pyriodes* (Hemiptera, Tingidae), avec une action plus rapide que celle du malathion à une dose de 10000 ppm. Les Huiles essentielles des cultivars «*Bourbon*» et «*China*» ont induit la mortalité la plus élevée allant de 96 à 100% dans les 2 h suivant l'exposition au traitement biologique.

Toutes les huiles essentielles du géranium rosat étaient plus toxiques que la formulation commerciale d'huile de neem et du malathion, sauf pour le cultivar «*Frensham*», qui a montré une plus faible activité. L'activité insecticide de ces huiles contre *S. pyrioides* serait attribuée aux mono terpénoïdes, y compris le géraniol, le citral, le citronellol et le nérol.

Sampson et al., (2005) ont mis en évidence la toxicité des huiles essentielles de cultivars de géranium rosat contre *S. pyrioides*, à des valeurs de DL50 de 300 ppm ou moins au bout de la première heure d'exposition.

Les huiles essentielles riches en mono terpènes de cultivars du géranium rosat peuvent s'avérer utiles dans les programmes de lutte intégrée (IPM) « les punaises des dentelles » *Stephanitis pyrioides* et autres petits arthropodes ravageurs.

3-6-Synthèse analytique de l'effet des huiles essentielles de différentes plantes *Geranium* sur quelques insectes phytophages et entomophages

Nous avons synthétisé quelques résultats de travaux sur les effets des huiles essentielles de *Pelargoniums* sur des exemples d'insectes phytophages et entomophages (tableaux 10 et 11)

Plante	Insecte cible	Dose(s) utilisées/DL50	Temps d'exposition	Mode de traitement	Effet(s) observé(s)	Auteur(s)
<i>Pelargonium zonale</i>	<i>Tuta absoluta</i> , (larve) (Lepidoptera Gelechiidae)	DL ₅₀ :32% DL ₉₀ :57.7%	Après 24 h	Pulvérisation (contact)	32% :50% mortalité 57.71% : 90% mortalité	Keddar (2018)
<i>P. graveolens</i>	<i>Sitophilus zeamais</i> (Coleoptera Dryophthoride)	D:1/5 D:1/10 D:1/20 D:1/40 D:1/60 D:1/80 D:1/100	6 jours	Inhalation Ingestion	40% de Mortalité le 1 ^{er} jour (D1/5) 90% de Mortalité de obtenu de 1 ^{er} jour de dose (D1/5) 90% Mortalité DE (D1/5)	Kabera et al. (2011)

Tableau 10 : Effet des huiles essentielles des *Pelargoniums* sur les phytophages

<i>P. graveolens</i> îles de la Réunion et de la Chine	<i>Stephanitis pyrioides</i> (Hemiptera Tingidae)	10 000 Ppm	5h	Inhalation	100% de mortalité après 5 h	Abbas et al. (2013)
<i>P. Zonale</i>	<i>Aphis gossypii</i> (Hemiptera Aphididae)	2% 6%	1 et 3 jours	Pulvérisation	Dose 2% mortalité 46% après 1j 86% après 3 j Dose 6% mortalité 56% après 1j 96% après 3j	Ghanim et Bayoum (2014)

Tableau 11: Effet des huiles essentielles des Pelargoniums sur les entomophages

Neem	<i>Coccinella septempunctata</i> (Coleoptera Coccinellidae)	2% 3% 4%	à 13 heures et après	Pulvérisation	Mortalité des mâles 2% :65% 3% :78% 4% :65% Mortalité des femelles 2% :35 % 3% :21% 4% :35%	Regmi et al. (2019)
Extrait aqueuse d'huile de graines de Neem	<i>Cycloneda Sanguinea</i> (Coleoptera Coccinellidae)	5%	24 h	Pulvérisation	mortalité moyenne 50%	Silva et Martinez (2004)

Conclusion

Conclusion générale et perspectives

Cette étude a pour objectif de rechercher les effets sublétaux des huiles essentielles de la plante *Pelargonium graveolens* (géranium rosat) sur un aphidiphage *Coccinella algerica* (Kovar).

Il s'est avéré, d'après les travaux consultés que l'huile essentielle de cette plante présente un rendement très faible, démontré en Algérie et par différents auteurs à travers le monde. Cependant, de par sa richesse en composés chimiques majoritaires (Citronellol et formate de citronellyle), son rôle a été prouvé en protection des plantes.

Quelques références récentes dans la littérature actuelle, indiquent une toxicité importante sur des phytophages d'intérêt économique comme *Tuta absoluta*, la mineuse de la tomate, *Aphis gossypii* le puceron vert des cucurbitaceae et le charançon des grains *Sitophilus zeamais*. D'autres ravageurs secondaires comme certaines punaises et des Scarabéidae phytophages (*Popilio japonica*) ont manifesté une anti appétence ou une mortalité paralytique due à l'effet des pélargoniums et des géraniums. C'est l'action de l'acide quisqualique contenu dans ces plantes qui induit en partie cette toxicité.

Les résultats des mortalités enregistrées ont été surtout obtenus in vitro ou en conditions semi naturelles à des doses très variables et pendant une durée d'exposition très courte : entre 5 heures pour les applications des traitements par inhalation et jusqu'à 6 jours pour les traitements par ingestion et contact, d'après la littérature consultée. Les taux de mortalité dépendent de l'insecte cible et de la dose appliquée.

Certes, une recherche plus approfondie permettrait de mettre en évidence les effets non intentionnels des huiles essentielles à base de géraniums et de pelargoniums sur les entomophages importants utilisés dans la protection intégrée comme le cas des coccinelles. A notre connaissance, ces effets sont peu documentés. Certains auteurs rapportent que les huiles de grains de neem et l'azadirachtine n'ont pas eu d'effet sur l'éclosion des œufs et le développement larvaire de la coccinelle aphidiphage *Coccinella septempunctata*.

Le suivi de l'élevage de l'espèce *Coccinella algerica*, entre novembre 2019 et mars 2020 à une température de 20 à 25 °C, une humidité relative de 65 à 75% et une photopériode de 8/16h, indique un développement larvaire de 11 jours en moyenne avec une fécondité moyenne de l'ordre de 30 œufs par femelle. L'activité reproductrice de cet entomophage sur le terrain a été constatée précocement, depuis le mois de février 2020. Ce travail devrait faire l'objet de futures investigations.

Références bibliographiques

(A)

- **Acta ., (1991)-***Les auxiliaires, ennemis naturels des ravageurs des cultures.* Paris Cedex 12 France: ACTA- Les instituts techniques agricoles, 64p.
- **Ait Zerrouk D., et Raoui S. , 2018-** *Recherche sur les activités biologiques et application industrielle des extraits de plante cultivée de Pelargonium rosat L.* Mém .Master,Biotechnologie et valorisation des Plantes., Université Saad Dahleb Blida ,Algérie, 31p.
- **AFNOOR .,(2000)-** *Recueil de normes : les huiles essentielles. Tome I. Echantillonnage et méthodes d'analyse.* AFNOR, Paris, 440 p
- **Ali A, Murphy C , Demirci B, E Wedge D, J Sampson B, A Khan I , Can Baser K,andTabanca N., 2013-***Insecticidal and bitingdeterrent activity of rose-scentedgeranium (Pelargonium spp.). essential oils and individual compounds against Stephanitis pyrioides and Aedesa egypti,(wileyonlinelibrary.com) DOI 10.1002/ps.3518.*

(B)

- **Ballou CH .,(1929)-***Effects of Geranium on the Japanesebeetle.* J. Econ. Entomol., 22: 289-293
- **Baser K.H.C., Buchbauer G., (2010)-** *Handbook of essential oils: Science, technology, and applications.* CRC Press, Taylor and Francis Group, LLC. Boca Raton. New York, 994p
- **Belaiche P., (1979)-** *Aromatogramme.* In *Traité de phytothérapie et d'aromathérapie.* Edition Maloine-S-S, tome I. p: 9-20
- **.Bello AI., (2010)-***Effet de l'huile de Colza sur le puceron Aphis gossypii et impact de l'interaction entre champignon entomopathogène et acarien prédateur sur la lutte biologique contre l'acarien vert du manioc.* Mémoire de fin de formation pour l'obtention du diplôme de Master en Entomologie Appliquée. FAST/UAC Bénin, 38 p

Références bibliographiques

- **BenelliGi, MehlhornH.,(2018)-Mosquito-Borne Diseases: Implications for Public Health.**Springer,p109(en ligne).Disponible sur « <https://books.google.dz/books?id=f=alse.com> (consulté le 1er septembre 2020).
- **Benoufella-kitous K., (2015)-Bioécologie des pucerons de différentes cultures et de leurs ennemis naturels à Oued Aïssi et Draâ Ben Khedda (Tizi-Ouzou).** Thèse de Doctorat. Ecole Nationale Supérieure Agronomique d'El Harrach, 334 p
- **Bertrand C., (2015) -L'hétérogénéité spatiale et temporelle des paysages agricoles influence les auxiliaires généralistes des cultures et le potentiel de contrôle biologique des ravageurs**[en ligne]. Thèse soutenue à Rennes . l'Université Européenne de Bretagne, 18 p. disponible sur : «<http://scholar.google.com>» (consulté le 1er septembre 2020).
- **Bianchi, F.J.J.A., Booij, C.J.H., Tscharrntke, T., (2006)-Sustainable pest regulation in agricultural landscapes: a review on landscape composition, biodiversity and natural pest control.** Proc. R. Soc. Lond. B Biol. Sci., 273, 1715–1727.
- **Boukhatem M.N , Hamaidi S.M , Saidi F , Hakim Y., 2010-Extraction, composition et propriétés physico-chimiques de l'huile essentielle du Géranium Rosat (Pelargonium graveolens L) .cultivé dans la plaine de Mitidja (Algérie),**Revue « Nature et Technologie ». n° 03. Pages 37 à 45.
- **Brenner RJ, Barnes KC, Helm RM, Williams LW., (1991)- Modernized society and allergies to arthropods.** Am. Entomol. 37: 143-155
- **Bruneton J., (1993)- Pharmacognosie. Phytochimie, plantes médicinales.** 2ème édition, Tec & Doc. Lavoisier. Paris, 915p.
- **Bruneton J., (1999)- Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales.** Ed. Tec & Doc. Lavoisier, Paris, 1120 p..
- **BRUNETON J., (1999) - Pharmacognosie, Phytochimie, plantes médicinales.** 3ième édition. Ed. Tec et Doc., pp. 484 – 535
- **Burt S., (2004)- Essential oils: Antibacterial properties and potential applications in food: A review.** International Journal of Food Microbiology., 94(3): 223-253p

Références bibliographiques

(C)

- **Cazau et Beyret N., (2013)**-*Prise en charge des douleurs articulaires par aromathérapie et phytothérapie*. Thèse de Doctorat en pharmacie. Université Toulouse III sabatier, 194p.
- **Charpentier B., Hamon-Lorleac'h F., Harlay A., Huard A., Ridoux L., Chanselle S., (2008)**- *Guide du préparateur en pharmacie*. 3ème édition, Elsevier Masson, Paris, 1358p.
- **Chaoutene K., (2006)**-*Etude de quelques paramètres biologique de deux coccinelles aphidiphages : Coccinella algerica Kovar, 1977 et Hippodamiavariegata Goeze 1777(Coleoptera : Coccinellidae)*. Mémoire. Master., Institut National d'Agronomie, El-Harrach, 68p.
- **Chavanne P., (2011)**- *200 remèdes au citron*. Editions First .Grund, Paris, 255p
- **Crespo M.E., Jiménez J., Navarro C., (1991)**-*Specialmethods for the essential oils of the genus Thymus*. In: Modern Methods of Plant Analysis, (edited by H.F. Linskens and J.F. Jackson., Vol 12: 41-46p.

(D)

- **DajozR ., (2010)**- *Dictionnaire d'entomologie :Anatomie ,systématique, biologie*.Ed TEC et DOC rue Lvoisier.p117
- **Dayan F.E., Cantrell C.L., Duke S.O., (2009)**- *Natural products in crop protection*. Bioorganic & Medicinal Chemistry., 17: 4022-4034p
- **Deans SG, Ritchie G (1987)**. *Antibacterial properties of plant essential oils*. Intern. J. Food Microbiol., 5: 165-180.
- **Degryse A.C., Delpla I., Voinier M.A., (2008)**-*Risques et bénéfices possibles des huiles essentielles*. Atelier santé environnement-IGS-EHESP, 87p.
- **Demarne .,(1985)**- *Le géranium rosat*. Parfums, Cosmétiques et Arômes, n°62, 1985.
- **Demarne FE., (1989)**-*l'amélioration variétale de geranium rosat contribution systématique cary logique et biochimique ORSQY(France) ;. université de Paris-Sud, pp : 180-250.*
- **De Moraes C.M., Mescher M.C. & Tumlinson J.H., (2001)**-*Caterpillar-induced nocturnal plant volatiles repel conspecific females*. Nature, 410, 577-580.
- **Desmares C., Laurent A., Delerme C., (2008)**- *Recommandations relatives aux critères de qualité des huiles essentielles*. AFSSAPS. Anatole, France, 18p

Références bibliographiques

- **Dorman&Deans, 2000 ;Rajeswara et al., 1996 ; Rajeswara, 2002 H.J.D. & S.G. Deans, 2000-** *Antimicrobial agent from plants: antibacterial activity of plant volatile oils.* J. Appl. Microbiol., 88 (2), 308-316
- **Doutt, R.L.,(1959)-** *The biology of parasitic hymenoptera.* Annual Review of Entomology 4 : 161-182
- **Dumortier 1829-Eu-Dicotylédones Moyennes ou Rosides, Botineau M 2010, Botanique systématique et appliquée des plantes à fleurs.** Ed Tec et DOC , Lavoisier, paris,p451-847.
- **Dupin T., (2017)-***Observation des ravageurs et de leurs ennemis naturels dans des vergers d'agrumes menés avec des pratiques agroécologiques en Martinique[en ligne].* Mémoire de Fin d'Etudes . Université de Rennes I France,13 p. disponible sur : «<http://C:/Users/dz/Desktop/8122F.pdf>» (consulté le 1er septembre 2020)..
- **Duraffound C., Hervicourt L., Lapraz J.C., (1990)-***Cahiers de phytothérapie clinique. I. Examens de laboratoires galénique. Eléments thérapeutiques synergiques.* 2ème éd.Masson, Paris.
- **Durand Geneviève,M.E.I., (2018)-** *connaitre les ennemis naturels des insectes ravageurs et favoriser leur activité dans les cultures maraichères.*

(E)

- **Eggleton P, Belshaw R., (1992)-** *Insect parasitoids: an evolutionary overview.* Phil. Trans. R. Soc. Lond. B 337: 1-20.

(F)

- **Fillatre Y., (2011)-** *Produits phytosanitaires : Développement d'une méthode d'analyse multi-résidus dans les huiles essentielles par couplage de la chromatographie liquide avec la spectrométrie de masse en mode tandem.* Thèse de doctorat. Université d'Angers. France, 288p
- **Flávia A.C. DA Silva AND SueliS. Martinez.,(2004)-** *Effect of Neem Seed Oil Aqueous Solutions on Survival and Development of the Predator Cycloneda sanguinea (L.)* (Coleoptera: Coccinellidae) ;NeotropicalEntomology 33(6):751-757.
- **Flint H.M., Salter S.S. & Walters S., (1979)-***Caryophyllene: an attractant for the green lacewing Chrysopa carnea Stephens.* Environ. Entomol., 8, 1123-1125

Références bibliographiques

- **Franchomme P., Péroel D., (1990)-** *Thérapie. Eléments de médecine aromatique.* L'aromathérapie exactement. R.J. édition. Limoges, 445p
- **Fornet N (2016)** Le GÉRANIUM ROSAT BOURBON. Mémoire de fin d'études «Conseil en aromathérapie» HIPPOCRATUS. Île de La Réunion.

(G)

- **Ghanim N .M, Sherif Bayoum I A.G.,2014-***Controlling Tuta absoluta (Lepidoptera: Gelechiidae) and Aphis gossypii (Hemiptera: Aphididae) by aqueous plant extracts ;by aqueous plant extracts.* Life Science journal ;11(3):299-307]. (ISSN:1097-8135). Disponible sur « <http://www.lifesciencesite.com>. 44 ». (consulte le 10 septembre 2020) .
- **Godfray HCJ., (1994)-** *Parasitoids, behavioral and evolutionary ecology.* Princeton University Press, Princeton.
- **Gomez KA, Gomez AA.,(1984)-***Statistical Procedures for Agricultural Research.* Handbook. John Wiley & Sons, New York
- **Grenier S., (2010)-***Le milieu aquatique, SutyL, La lutte biologique: Vers de nouveaux équilibres écologiques.* Ed QUAE, p236
- **Grysole J., (2005)-***La commercialisation des huiles essentielles. In : Huile essentielle : de la plante à la commercialisation : Manuel pratique (coordonné par F.-X Garneau., G.J Collin. Université du Québec à Chicoutimi., Laboratoire d'analyse et de séparation des essences végétales), p:1-24.*

(H)

- **Haddadj N., (2013)-***Etude de quelques aspects biologiques d'une coccinelle aphidiphage Hippodamia (Adolia) variegata Goeze, 1777 (Coleoptera: Coccinellidae).* Mémoire Master. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, 28 p.
- **Hawkins BA, Cornell HV, Hochberg ME., (1997)-** *Predators, parasitoids, and pathogens as mortality agents in phytophagous insect populations.* Ecology 78: 2145-2152.
- **Held DW, Potter DA., (2003)-***Characterizing toxicity of Pelargonium spp. And two other reputedly toxic plant species to Japanese beetles (Coleoptera: Scarabaeidae).* Environ. Entomol., 32: 873–880.

Références bibliographiques

- **Hellal Z., 2011-** *Contribution à l'étude des propriétés antibactériennes et antioxydantes de certaines huiles essentielles extraites des Citrus*. Application sur la sardine (*Sardina pilchardus*).Mémoire de magister. Université de Tizi-Ouzou, Algérie, 120p.
- **Hemwimon S., Pavasant P., Shotiprux A., (2007)-** *Microwave-assisted extraction of antioxidative anthraquinones from roots of Morinda Citrifolia*. Separation and Purification Technology., 54: 44-50p.
- **Hoffmann J., (2018)-***Biocontrôle des productions agricoles : les insectes vont-ils remplacer les pesticides ? Article de presse, Le biocontrôle par les insectes va-t-il enfin devenir la norme ?* www.consoglobe.com.
- **Hutchinson, J., (1969)-** *Evolution and phylogeny of flowering plants*. London: Academic Press. Phylogeny and Historical Biogeography of Geraniaceae in Relation to Climate Changes and Pollination Ecology

(I)

- **Iboudo M., (2009)-** *Activité biologique de quatre huiles essentielles contre Callosobruchus maculatus Fab.* (Coleoptera : Bruchidae), insecte ravageur des stocks de niébé au Burkina Faso. Thèse de Doctorat, 126p
- **Iprti G., (1965)-** *contribution à l'étude de la capacité chez les principales aphidiphages des Alpes-Maritime et Basses-Alpes* .Entomophaga .10 : 178 p.
- **Isman M.B., (2000)-** *Plant essential oils for pest and disease management*. Crop Protection.,19:603-608p.

(J)

- **Jaloux Bruno., (2017) -***cours Méthodes de protection vis-à-vis des bioagresseurs*. « Les bases scientifiques de la lutte biologique contre les insectes ravageurs. Agro Campus Ouest Angers,.
- **Judd Ws. Bouharmont J, Campbell CS. Evrard CM, Kellogg EA Sternes P. ,(2002)-** *Botanique systématique , une perspective photogénique* . Edition de Boeck université , Bruxelles. Pp : 240-488.
- **Jussieu., 1789., (incl. Hypseocharitaceae Weddell 1861)-** *Eu-Dicotylédones Moyennes ou Rosides ; BOTINEAU M (2010)- BOTINEAU*. Botanique systématique et appliquée des plantes à fleurs. Lavoisier, paris, p451-847.

Références bibliographiques

(K)

- **Kabera J, Gasogo A , Uwamariya A , Ugirinshuti V and Nyetera P(2011)- insecticide a l'effects of essential oils of *Pelargonium graveolens* and *Cymbopogon citratus* on *Sitophilus zeamais*(Motsch.), African Journal of Food Science Vol. 5(6), pp. 366 – 375, Disponibles sur <http://www.academicjournals.org/ajfs> (consulte le 10 septembre 2020)**
- **Kaethner, chmutterer, H. 1990. Properties and potential of natural pesticides from the neem tree, *Azadiracta indica*. Annu. Rev. Entomol. 35: 271-297**
- **Kaethner M.,(1990)-Effect of Neem Seed Oil Aqueous Solutions on Survival and Development of the Predator *Cycloneda sanguinea* (L.) (Coleoptera: Coccinellidae) ; Neotropical Entomology 33(6):751-757.**
- **Keddar F.,(2018)-Etude de l'activité insecticide d'extrait hydroalcoolique de *Pelargonium zonale* sur les larves de *Tuta absoluta*(en ligne).Mémoire fin D'Etude . Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem. Disponible sur <http://e-biblio.univ-mosta.dz%20plantes.pdf>. (consulte le 10 septembre 2020)**
- **Kennedy B., (1984)- Effect of multilure and its components on parasites of *Scolytus mutistriatus* (Coleoptera: Scolytidae). J. Chem. Ecol., 10, 373-385**
- **Kim N.S., Lee D.S., (2002)- Comparison of different extraction methods for the analysis of fragrances from *Lavandul* species by gas chromatography mass spectrometry. Journal of Chromatography., 98: 31-47p.**
- **Kubitzki. K., (2007)- The Families and Genera of Vascular Plants. IX Flowering Plants. Eudicots. Springer Berlin Heidelberg New York: 503 p .**

(L)

- **Lagunez –Rivera L., (2006)-Etude de l'extraction de métabolites secondaires de différentes matières végétales en réacteur chauffe par induction thermomagnétique directe ;. Thèse de Doctorat de l'Institut National Polytechnique de Toulouse , p : 31-42.**
- **Larydy J.M., Haberkorn V., (2007)- L'aromathérapie et les huiles essentielles. Revue de Kinésithérapie., 61 :14-17p**
- **LaSalle J., (1993)- Hymenoptera and biodiversity In LaSalle J and Gauld ID (éd) Hymenoptera and biodiversity. p. 197-215, CAB International, Wallingford**

Références bibliographiques

- **Leroy P., Capella Q., HaubrugeÉ.,(2008)-** *L'impact du miellat de puceron au niveau des relations tritrophiques entre les plantes-hôtes, les insectes ravageurs et leurs ennemis naturels*[en ligne]. Mémoire. Université de Gembloux (Belgique) ,325 p. . disponible sur : «[http:// C:/Users/dz/Desktop/mémoirefind'etude/Leroy,Base202009.PDF](http://C:/Users/dz/Desktop/mémoirefind'etude/Leroy,Base202009.PDF)» (consulté le 1^{er} septembre 2020).
- **LisBalchin, (2002) , Lis-Balchin M.,(1996).-** *Geraniumoil*.Int. J. Aromather., 7,10-11
- **Longevialle P., (1981)-** *Spectrométrie de masse des substances organiques* .Edition Masson, Paris, 208p
- **Losey, J. E., et Denno, R. F.,(1998)-** *Positive predator-predator interactions: Enhanced predation rates andsynergistic suppression of aphid populations*. Ecology, 79(6), 2143-2152.
- **Lucchesi M.E., (2005)-***Extraction sans solvant assistée par micro-ondes conception et application à l'extraction des huiles essentielles*. Thèse de doctorat en Sciences, Université de la Réunion, France, 146p.

(M)

- **. Martini M.C., Seiller M., (1999)-** *Actifs et additifs en cosmétologie*. Tec & Doc édition, Paris, 656p
- **Miller M .,(2002)-***Geranium and Pelargonium. The taxonomy of Geranium species and cultivars, theirorigins and growth in the wild (Ed) Taylor & Francis*. South Bank University, London, UK, 49-79.(en ligne).Disponible sur <https://books.google.dz/books> (consulté le 1^{er} septembre 2020).
- **Mills M., (2006)-***Mancozeb : A profile of effects on beneficial and non-target arthropods*.Pesticides and Beneficial Organisms IOBC/wprs Bulletin29 (10), 67-79.
- **Mouron P., CalabreseC., Breitenmoser S., Spycher S., Baur R., (2013)-***Evaluation de l'impact des insecticides sur la durabilité dans les cultures*. Recherche Agronomique Suisse 4 (9), 368–375.
- **.Muther L., (2015)-***Utilisation des huiles essentielles chez l'enfant*. Thèse de Doctorat en pharmacie. Université d'Auvergne.156p.

(N)

Références bibliographiques

- **Nordlund D.A. & Lewis W.J., (1985)**-*Response of females of braconid parasitoids Microplitis demolitor to frass of larvae of noctuids, Heliothis zea and Trichoplusia and to 13-methylhentriacontane*. Entomol. Exp. Appl., 38, 109-112.
- **Normak, B.J.,(2003)**-*The evolution of alternative genetic systems in insects*. Annual Review of Entomology 48 : 397-423.

(P)

- **Paris R.R., Moysse H., (1976)**-*Précis de matière médicale* .Tome1, deuxième édition, Masson, Paris
- **Peter Knovel KV.,(2004)**-*Handbook of herbs and Specis* Woodhead Publishing.Cambridge England .pp 162-178.
- **Pibiri M C., (2005)**- *Assainissement microbiologique de l'air et des systèmes de ventilation au moyen d'huile essentielle*. Thèse de doctorat. Polytechniques Fédérale de Lausanne. France
- **Piochon M., (2008)**- *Etude des huiles essentielles d'espèces végétales de la flore Laurentienne: composition chimique, activités pharmacologiques et hémi-synthèse*. Mémoire, Université du Québec à Chicoutimi, Canada
- **Prabhaker, N., N.C. Toscano & D.L. Coudriet.,(1999)**-*Comparison of neem, urea, and amitraz as oviposition suppressants and larvicides against Bemisia argentifolli (Homoptera:Aleyrodidae)*. J. Econ. Entomol. 91: 820-826.

(R)

- **Rahmouni M., Belhamra M., Ben Salah M.K., (2017)**-*Biological control by Coccinella algerica, kovar 1977 against aphids of crops under greenhouses, (Biskra; Algeria)*. J.Fundam Appl Sci., 9(3), 1585-1597.
- **Range CM, Rudolph EW, Ajay PS, Michael ER, Jonathan MF, James C, Charles RK .,(2011)**-*Rare exitary amino acid from flower of zonal geranium responsible for paralyzing the Japanese beetle PNAS.*, doi:1073/pnas.1013497108.
- **Rebhi R. Et Ben Halima K.M., (2009)**-*Bioécologie de coccinella algerica dans une région côtière de la Tunisie* . Actes du congrès international sur la diversité biologique des invertébrés en milieux agricoles et forestiers .INA EL Harrach . Alger 14 -17 avril 2008 .61 P

Références bibliographiques

- **Regmip, KumariJha S, Kiju P, Poudel H and ShivaShankarBhattarai.,(2019)-** *Effect of neem treatment on seven spotted ladybugs (Coccinella septempunctata) in a laboratory condition in Nepal.* Journal of Entomology and Zoology Studies ; 7(5): 916-919.
- **Regnault R.C., Hamraoui A., (1995)-** *Fumigant toxic activity and reproductive inhibition induced by monoterpenes on Acanthoscelidesobtectus (Coleoptera), a bruchid of kidneybean (Phaseolusvulgaris L.).* J. StoredProd. Res., 31 : 291-299p.
- **Richard H., (1992)-** *Epices et aromates.* Edition Tec & Doc. Lavoisier, Paris, 339p.

(S)

- **Sahraoui L., Gourreau J. M., Iperti G., (2001)-***Etude de quelques paramètres biologiques des coccinelles aphidiphages d'Algérie (Coleoptera,:Coccinellidae).* Bulletin dela Société Entomologique de France. 126 (4) : 351-373.
- **Sallé J.L., (2004)-** *Les huiles essentielles, Synthèse d'aromathérapie et introduction à la sympathicothérapie.* 2ème édition, Frison Roche, 168p.
- **Sampson BJ, Tabanca N, Kirimer N, Demirci B, Bas,er KHC, Khan IA et al., (2005)-** *Insecticidal activity of 23 essential oils and their major compounds agains tadult Aphisps eudobrassicae (Davis) (Aphididae: Homoptera).*Pest ManagSci 61:1122–1128
- **Seiemannej., (2005)-***World spiceplants.E.conomic usages BotanyTaxonomy.* Springer London pp:275-277
- **Senatore F., (1996)-** *Influence of harvesting time on yield and composition of the essential oil of thyme (Thymus pulegioides L.) growingwild in Campania (SouthernItaly).* J. Agric. Food. Chem., 44:1327-1332p
- **Simpson. M. G., (2010)-***Plant Systematics, Second Edition, Academic Pressis an imprint of Elsevier: 428-432 ;Composition chimique et activité antibactérienne de l'huile essentielle, del'hydrolat et des flavonoïdes extraits des feuilles de Pelargonium graveolens(en ligne).Mémoire fin d'étude ,université Université des Frères Mentouri Constantine , 4p .Disponible surhttps://fac.umc.edu.dz/snv/bibliotheque/b.pdf (consulté lé 1er septembre 2020).*
- **Silva & Martinez(2004)-***Effect of Neem Seed Oil Aqueous Solutions on Survival and Development of the Predator Cycloneda sanguinea (L.) (Coleoptera: Coccinellidae).*Neotropical Entomology 33(6):751-757.

Références bibliographiques

- **Souza, A.P. & J.D. Vendramim.,(2000)-** *Atividadeovicidade extratosaquososedmeliáceassobre a moscabranca Bemisiatabaci (Gennadius) biótipo B emtomateiro.* Sci. Agric. 57: 403-406
- **Suty L., (2010)-***La lutte biologique : Vers de nouveaux équilibres écologiques.* Collection : Sciences en partage, Éditeur : Educagri éditions, pages 135 à 148.
- **Symondson W.O.C., Sunderland K.D. &Greenstone M.H., (2002)-** *Can generalistpredatorsbe effective biocontrol agents? Annu. Rev. Entomol., 47, 561-594.*

(T)

- **Tanzubil, P.B. & R. McCaffery.,(1990)-***Effects of azadirachtinanda queous neem seedextracts on survival, growthand development of the Africanarmyworm, Spodopteraexempta.* CropProt. 9: 383-386.
- **TIERTO-NIBER B., HELLENIUS J., VARIS A.L., (1992) -** *Toxicity of plant ex tracts tothree storage beetles (Coleoptera).* J. Appl. Ent. N° 113, pp.202-208
- **Turlings T.C.J., Tumlinson J.H. & Lewis J., (1990)-** *Exploitation of herbivore-induced plant odor by hostseekingparasitic wasps.* Science, 250, 1251-1253.
- **Turlings T.C.J. &Tumlinson J.H., (1992)-***Systemic release of chemicalsignals by herbivore-injured corn.* Proc. Natl Acad. Sci., 89, 8399-8402

(V)

- **Valnet J., (2001)-***La santé par les fruits, légumes et les céréales.* Ed Vigot, pp: 207-281.
- **Van Driesche, R G. et Bellows T.S Jr., (1996)-** *Biological control.* Chapman &Hall.Toront, 34-50.
- **Van Lenteren J.C., (2012)-**« *The state of commercial augmentative biological control: plenty of natural enemies, but frustrating lack of uptake* »,BioControl, 57, 1-20.
- **VidalieH.,(1998)-***les productions florales .*Editions TEC &Doc , Paris (France). P252.254
- **Vinson, S.B.,(1975)-** *Biochemical coevolution between parasitoids and their hosts.* In : Evolutionary strategies of parasitic insects and mites (ed. P. W. Price). Plenum : 14-48.
- **Vinson, S.B.,(1976)-** *Host selection by insect parasitoids.* Annual Review of Entomology 21 : 109-133.
- **Vinson, S. B. etIwantsch, G. F., (1980)-***Host suitability for insect parasitoids.* Annual Review of Entomology 25 : 397-419

Références bibliographiques

- **Vinson, S B.,(1981)- *Habitat location***. In :Semiocemicals : Their role in pest control (ed. D. A. Nordlund, R. L. Jones et W. J. Lewis). John Wiley, New York : 51-77