

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE.
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE.
UNIVERSITE DE SAAD DAHLEB BLIDA.**



**Faculté de Science de la Nature et de la Vie.
Département de Biologie des populations et des Organismes**

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

Présenté par :

AMROUCHE Naziha

DJAADI Hasnaa

En vue d'obtention du diplôme de Master en Sciences Biologiques

Spécialité : Parasitologie

Thème

**Test biocide de l'huile essentielle de *Thymus vulgaris* vis-à-vis du
puceron vert des agrumes *Aphis spiraecola* (patch)**

Devant le jury :

Présidente : Zerkaoui A.
Examinatrice : Saighi H.
Promotrice : Tail G.
Co-Promotrice : Bachir K.

MAA/USDB1
MAA/USDB1
Pr. / USDB1
Dr. / USDB1

Année universitaire : 2019/2020

Résumé :

Parmi les insectes inféodés aux agrumes, les pucerons occupent une place très particulière au sein des ravageurs les plus importants induisant des pertes économiques notables. Afin de trouver une alternative à l'emploi d'insecticides de synthèse ayant engendré divers aléas (Résistance de l'insecte, contamination de la biosphère et de la chaîne alimentaire), la présente étude a pour objectif de proposer des solutions basées sur l'utilisation des produits naturels en termes de bio insecticides d'origine végétale. Dans ce contexte, nous avons essayé de comprendre l'effet de l'huile essentielle de *Thymus vulgaris* sur le puceron vert des agrumes ; *Aphis spiraecola*.

C'est par apport aux lots témoins qu'on a réussi à évaluer l'activité insecticide « in vitro » de l'huile essentielle de *Thymus vulgaris* avec une DI50 = 1.94 %, cette toxicité varie selon la dose appliquée et le temps du traitement. En effet des mortalités modérées de 40% sont observées dès les premières heures qui suivent l'application à une dose de 0.25%, et la population aphidienne n'est éliminée qu'au 6^{ème} jour. C'est ainsi que l'ensemble des résultats attendus par cette étude peuvent converger avec ceux obtenus par plusieurs scientifiques et s'ajouter aux travaux qui ont mis en évidence l'activité biologique d'une multitude d'extraits de plantes à l'égard des pucerons.

Mots clés : Effet insecticide, Huile essentielle, *Thymus vulgaris*, *Aphis spiraecola*.

ملخص:

من بين الحشرات الخاضعة للحمضيات، يحتل حشرات المن مكانة خاصة للغاية بين أهم الآفات التي تسبب خسائر اقتصادية كبيرة. لأجل إيجاد بديل لاستخدام المبيدات الحشرية الاصطناعية التي تسببت في مخاطر مختلفة (مقاومة الحشرات، تلوث المحيط الحيوي وسلسلة الغذاء)، تهدف هذه الدراسة إلى اقتراح حلول تستند إلى استخدام المنتجات الطبيعية من حيث المبيدات الحشرية الحيوية من أصل نباتي. في هذا السياق حاولنا فهم تأثير الزيت العطري لتيموس فولغاريس على حشرة الحمضيات الخضراء؛ أفييس سبيريكولا.

من خلال العلاج المطبق على مجموعات الشاهد تمكنا من تقييم نشاط المبيدات الحشرية للزيت العطري لـ *T. vulgaris* في المختبر بنسبة $LD50 = 1.94\%$ وتختلف هذه السمية وفقاً للجرعة المطبقة ووقت العلاج. في الواقع لوحظ نفوق معتدل بنسبة 40% من الساعات الأولى بعد التطبيق بجرعة 0.25% ولا يتم التخلص من حشرات المن حتى اليوم السادس. وبالتالي فإن جميع النتائج المتوقعة من هذه الدراسة قد تتقارب مع تلك التي حصل عليها العديد من العلماء وتضيف إلى العمل الذي أظهر النشاط البيولوجي للعديد من المستخلصات النباتية فيما يتعلق بحشرات المن.

الكلمات المفتاحية: نشاط المبيدات الحشرية ، الزيت الاساسي ، تيموس فولغاري ، أفييس سبيريكولا

Abstract:

Among the insects subservient to citrus fruits, aphids occupy a very special place among the most important pests inducing significant economic losses. In order to find an alternative to the use of synthetic insecticides which have caused various hazards (insect resistance, contamination of the biosphere and of the food chain), the objective of this study is to propose solutions based on the use of natural products in terms of bio insecticides of plant origin. In this context, we tried to understand the effect of the essential oil of *Thymus vulgaris* on the green citrus aphid: *Aphis spiraecola*.

It was by providing the control batches that we were able to evaluate the insecticidal activity "in vitro" of *Thymus vulgaris* essential oil with an LD50 = 1.94%, this toxicity varies according to the dose applied and the time of treatment. In fact, moderate mortalities of 40% are observed from the first hours after application at a dose of 0.25%, and the aphid population is not eliminated until the 6th day. Thus, all the results expected by this study may converge with those obtained by several scientists and add to the work which has demonstrated the biological activity of a multitude of plant extracts with regard to aphids.

Key words: Insecticidal effect, Essential oil, *Thymus vulgaris*, *Aphis spiraecola*

Remerciements :

Tous d'abord, nous tenons à remercier madame la présidente Zerkaoui .A et madame l'examinatrice Saighi .H pour avoir accepté de faire partie de ce jury et d'évaluer ce mémoire.

Nous adressons nos sincères remerciements à notre promotrice Madame Tail Ghania Professeur et responsable de spécialité parasitologie à la faculté SNV, Université Saad Dahleb Blida, d'avoir accepté de nous encadrer, nous la remercions pour sa disponibilité et son aide tout le long de ce modeste travail, qu'elle trouve ici l'expression de notre gratitude.

Nous tenons à remercier aussi notre Co-promotrice madame Bachir Kamilia Docteur à l'université Saad Dahlab Blida pour avoir accepté de diriger cette étude. C'est grâce à son aide démesurée et son soutien permanent, ses corrections, ses conseils et ses recommandations pertinentes que nous avons pu bien mener ce travail.

Ces remerciements ne seraient pas complets sans une tendre pensée pour nos familles et nos conjoints qui n'ont pas cessé de croire en nous en nous apportant leur soutien d'une manière continue. A eux nous offrons ce fruit. A tous nos amis également, un grand merci pour leur encouragement.

Liste des tableaux :

Tableau I : Les caractéristiques morphologiques de puceron.

Tableau II : Teneur en polyphénols (en μg EAG/mg d'extrait) dans l'infusion aqueuse du *Thymus vulgaris*.

Tableau III: DL50 de l'huile essentielle de la plante étudiée.

Tableau IV : Mortalité des pucerons en fonction du temps et de la dose.

Liste des figures :

Figure 1 : Schéma représentant la différenciation entre l'aptère et l'ailé chez *A.spiraecola*

Figure 2 : cycle de vie des pucerons

Figure 3 : Schéma illustrant la différence entre holocyclique et anholocyclique chez *Aphis spiraecola*

Figure 4 : Schéma des différents stades d'*Aphis spiraecola*

Figure 5 : Partie aérienne de *Thymus vulgaris*

Figure 6 : Aspects morphologiques de *Thymus vulgaris*

Figure 7 : Echantillons

Figure 8 : Feuilles de *Thymus vulgaris*

Figure 9 : Dispositif de la distillation à la vapeur d'eau

Figure10 : Evolution de la mortalité du puceron vert *Aphis spiraecola* après traitement par l'huile essentielle de *Thymus vulgaris*.

Figure 11: Courbe de tendance linéaire pour l'huile essentielle du thym

Liste des abréviations :

- **DL :** Dose Létale
- **A :** Aphis
- **% :** Pourcentage
- **ml :** Millilitre
- **OMS :** Organisation mondiale de la santé
- **H.E :** Huile essentielle
- **T :** Thymus
- **INPV :** Institut national de protection des végétaux

Table de matière

Remerciement

Résumé

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Introduction	01
Partie bibliographique	
<u>Chapitre I : Le puceron d'agrumes (<i>Aphis spiraecola</i>)</u>	
I : Généralités sur les pucerons	04
II : Les pucerons en agrumiculture	04
III : Le puceron <i>Aphis spiraecola</i>	04
III.1 : Histoire	05
III.2 : Systématique d'<i>Aphis spiraecola</i>	05
III.3 : Morphologie d'<i>Aphis spiraecola</i>	05
III.3.1 : Tête	06
III.3.2 : Thorax	06
III.3.3: Abdomen	06
III.4 : La répartition géographique	08
III.5 : Biologie	08
III.6 : Le développement larvaire	10
IV : Importance économique et dégâts causés par <i>Aphis spiraecola</i>	11
V : La lutte	12
V.1 : Lutte préventive	12
V.2 : La lutte curative	13
V.2.1 : Lutte chimique	13
V.2.2 : Lutte biotechnique	13
V.2.3 : Lutte biologique	14
V.3 : Lutte intégrée	15
<u>Chapitre II : Le thym (<i>Thymus vulgaris</i>)</u>	
I : <i>Thymus vulgaris</i>	
1 : Généralités	17
2 : Classification	17
3 : Description et Caractéristiques	18
4 : Exigences climatiques et édaphiques de la plante	18
5 : Répartition géographique	19

5.1 : Dans le monde.....	19
5.2 : En Algérie	19
6 : Propriétés du thym.....	19
7 : Huile Essentielle Comme Biocide.....	20
8 : Composition Chimique.....	20

Partie expérimentale

Chapitre I: Matériel et méthodes

I : Objectif de travail	24
II : Présentation du lieu de travail.....	24
III : Matériel	24
III.1 : Matériel biologique	25
III.1.1 : Matériel entomologique.....	25
Echantillonnage.....	25
III.1.2 : Matériel végétale	26
Méthodologie de récolte, séchage, broyage et conservation de la poudre Végétale.....	27
III.2 : Matériel non biologique	27
IV : Méthodes	28
IV.1 : Extraction des H.E par Hydro-distillation.....	28
IV.2 : Récupération, conditionnement et conservation d'huile essentielle ...	29
V : Évaluation de l'activité insecticide de l'H.E de <i>thymus vulgaris</i>	29
V.1 : Préparation des dilutions de H.E de <i>thymus vulgaris</i>	29
V.2 : Mode opératoire.....	29
V.3 : Détermination des taux de mortalité.....	30
V.4 : Détermination de la DL50 et DL90	30
V.5 : Analyse statistique.....	31

Chapitre II: Résultats et discussion

I : Résultats attendus : 1: en se basant sur l'étude 01.....	33
1.1. Evaluation de l'effet de l'extrait méthanoïque et de l'huile essentielle de <i>Thymus vulgaris</i> sur <i>Aphis spiraecola</i>	33
1.2. Le calcul des doses l'étales (DL 50)	34
2: en se basant sur l'étude 02	35

II : Discussions	36
•Conclusion	39
•Références bibliographiques	
•Annexes	

Partie

Bibliographique

Introduction

Introduction

Parmi les cultures les plus estimées en Algérie, l'agrumiculture occupe une place très vaste et constitue un intérêt économique de très grande valeur. Toutefois, le genre Citrus se trouve confrontée à certaines contraintes en particulier celles d'ordre biotique. L'Algérie est l'un des principaux pays producteurs d'agrumes dans la région méditerranéenne. Le secteur algérien des agrumes joue un rôle clé en termes économiques (**Schimmenti et al., 2013**). Après avoir connu un essor grandissant, les Citrus algériens endurent, depuis quelques années, un déclin considérable de la production et de la qualité des fruits. Parmi les causes de ce déclin, les maladies et les ravageurs, tiennent une place prépondérante (**Boulfekhar-Ramdani, 1998**).

Les pucerons sont considérés comme étant de redoutables agresseurs d'agrumes. En raison des particularités biologiques et éthologiques de ces aphides, spécialement leur potentiel biotique remarquable et leur adaptation surprenante à l'exploitation maximale du milieu par leur polymorphisme, en font les déprédateurs majeurs de cette culture. (**FOUARAGE, 1990**)

Depuis un bon moment la lutte efficace contre ces hémiptères est réalisée par l'application massive des insecticides de synthèse, qui à cause de leurs grande toxicité sont responsable de plusieurs problèmes environnementaux, de santé humaine, mais aussi de l'apparition de populations résistantes. La recherche de molécules nouvelles en prenant en considération d'autres critères que l'efficacité est devenue en quelques sortes une obligation. Cette recherche a fini par s'orientée vers la lutte biologique et l'utilisation de substances naturelles telles que les extraits des plantes aromatiques, en guise d'insecticides pouvant constituer une solution alternative aux produits chimiques. (**LAMONTAGNE, 2004 ; ROCHEFORT et al., 2006 ; DEGUINE et FERRON, 2006**).

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

La lutte intégrée est une approche agro-environnementale qui regroupe différentes formes de lutte visant à contrôler les bio-agresseurs et à rentabiliser les cultures en considérant l'environnement comme un allié. Pour cela l'objectif majeur de cette étude ; est de

tester la possibilité d'utiliser l'huile essentielle de *Thymus vulgaris* célèbre pour son potentiel biopesticide, pour contrôler les populations de pucerons (*Aphis spiraecola*). C'est dans cette perspective, que ce travail s'incruste en se focalisant sur :

- L'évaluation de l'activité insecticide de l'huile essentielle de cette plante sur le puceron vert des agrumes afin de concevoir son utilisation comme moyen de lutte alternatif préservant l'environnement.

I. Le puceron vert
d'agrumes
(Aphis spiraeicola)

I : Le puceron d'agrumes (*Aphis spiraecola*)

I. Généralités sur les pucerons

Les pucerons sont de petits insectes d'environ 2 à 4 mm de taille, à téguments mous et corps ovale peu aplati (Fraval, 2006a) qui sont apparus il y a environ 280 millions d'années (**Harper, 2006**). Ils forment des colonies grégaires de dizaines, voire de centaines d'insectes si serrés les uns contre les autres qu'on discerne seulement leurs arrière-trains. Ils présentent différentes formes avec ou sans ailes et selon l'espèce à laquelle ils appartiennent, peuvent être verts, jaunes, bleutés, rouges, bruns, gris, noirs ou blancs (**Anonyme, 2009**).

Ces phytoparasites sont considérés comme l'un des groupes les plus nocifs aux plantes et comme une source perpétuelle de frustration pour les agriculteurs et les jardiniers (**Powell et al., 2006**), et comptent actuellement d'environ 4 000 espèces (**Dedryver et al., 2010**)

Ce sont des insectes de type piqueur-suceur : ils insèrent leur « stylet » dans la plante hôte en s'alimentant de sa sève élaborée. Les dégâts provoqués par ces organismes résultent de ce mode d'alimentation, ils sont des vecteurs de phytovirus (**Alford, 2011**).

II. Les pucerons en agrumiculture

Parmi les insectes ravageurs inféodes aux agrumes, les pucerons occupent une place très particulière (**Dedryver et al. 2010**). Ils sont présents sur les vergers d'agrumes durant les trois grandes phases de leur croissance végétative. On les retrouve sur tous les organes mais les colonies les plus importantes se trouvent sur les jeunes pousses et leur feuillage (**INPV, 2010**).

Les espèces de pucerons les plus répandues sur les agrumes sont ; *A.spiraecola*, *A.gossypii*, *Toxoptera aurantii* et *Toxoptera citricidus* Toutefois, il existe d'autres espèces qui peuvent également s'installer sur les agrumes mais leur importance est secondaire. (**Barbagallo et al., 2007**).

III. Le puceron *Aphis spiraecola*

1. Histoire : Appelé encore *Aphis citricola* Van der Goot, le puceron de la spirée ou encore, puceron vert de l'oranger. Originellement appelé *Aphis spiraecola* Patch, il a été rebaptisé *Aphis citricola* en 1975. originaire des Etats-Unis, Introduit dans le bassin méditerranéen vers

1960, ce puceron, habituellement hôte des agrumes et des spirées, mais peut également coloniser les arbres fruitiers. Il est de forme ovale, globuleuse, de couleur verte et à cornicules brunes. Il ressemble fort à *Aphis pomi* avec lequel il peut être confondu (Anonymes, 1999).

Saharaoui *et al.* (2009) ont mentionné que ce puceron est très dommageable aux agrumes en Algérie.

2. Systématique d'*Aphis spiraecola*

D'après Iluz (2011), les pucerons sont classés comme suit :

Embranchement : Arthropoda

Sous-embr : Hexapoda

Classe : Insecta

Sous-classe : Pterygota

Ordre : Hemiptera

Super-famille : Aphidoidea

Famille : Aphididae

Sous- Famille : Aphidinae

Genre : Aphis

Espèce : Aphis spiraecola Patch

3. Morphologie d'*Aphis spiraecola*

Les aptères sont d'environ 2 mm de longueur et ont la même couleur que les jeunes feuilles d'agrumes, à l'exception des pattes et des cornicules qui sont foncées, de teinte brunâtre à brun noir. Tandis que les ailées sont de couleur brun foncé à noir, sauf l'abdomen qui reste

habituellement verdâtre .Leur corps est partagé en trois parties bien distinctes (la tête, le thorax, et l'abdomen). (Cherfaoui, 2010)

3.1. La tête :

Généralement, elle est bien séparée du thorax chez les formes ailées, mais non chez les aptères, elle porte deux antennes à longueur variable, composés de 3 à 6 articles insérées directement sur le front ou sur des tubercules frontaux plus ou moins proéminentes. Certains articles antennaires possèdent des organes sensoriels appelés les sensoria; leurs partie distale amincie est nommée fouet ou processus terminalis à l'arrière de l'œil composé (Tanya, 2002 ; Fraval, 2006).

A. spiraecola possède des éléments typiques de l'appareil buccal des insectes ; mais ils sont transformés en fonction de leur spécialisation ; La lèvre inférieure est convertie en trompe où se logent deux paires de stylets : les mandibules et les maxilles (Bouhroua , 1987), ces derniers sont accolés, en longueur l'un à l'autre, formant un faisceau coulissant, délimitant des canaux salivaires et alimentaires. Ils ont donc un système buccal de type piqueur-suceur (Fraval, 2006).

3.2. Le thorax :

Il se compose de trois segments : le prothorax, le mésothorax et le métathorax, ces segments sont de couleurs noirâtre chez les ailés (Cobut ,1974) et variables chez les aptères (Aroun ,1985), ces derniers portent les trois paires de pattes qui se terminent par des tarse à deux articles le dernier est pourvu d'une paire de griffes (Sorensen, 2003).

chez beaucoup de puceron, les ailes sont grandes, uniformément membraneuses, avec une nervation plus ou moins complète selon les familles.(Fraval, 2006)

3.3. L'abdomen :

Il comporte 10 segments difficiles à différencier, dont le 5ème porte une paire de cornicules, Ces derniers sont caractérisés par la sécrétion d'une phéromone d'alarme et des matières cireuses. A l'extrémité postérieure, un prolongement impair du dernier segment appelé «cauda» sert à l'épandage du miellat (Fraval, 2006).

Les cornicules sombres qui vont en s'effilant et les antennes courtes permettent une distinction assez juste, mais pour confirmation, on peut vérifier le nombre des soies caudales et la longueur des soies fémorales (Holman, 2009).

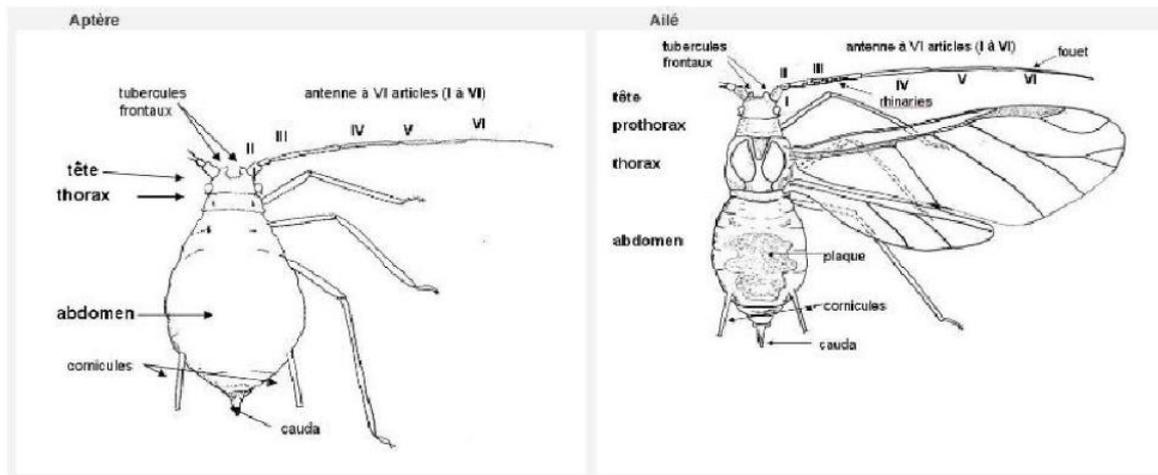


Figure 1 : Schéma représentant la différenciation entre l'aptère et l'ailé chez *A. spiraecola* (fraval, 2006)

•On peut distinguer entre les pucerons aptères et les pucerons ailés d'*A. spiraecola* selon les critères cités dans le tableau suivant :

Tableau I : Les caractéristiques morphologiques de puceron (Evelynes *et al.*, 1999)

Aptères	Corps	De couleur jaune à vert pomme
	Cauda	Noire
	Cornicules	Noires, de longueur moyenne
Ailés	Corps	Vert à vert jaunâtre
	Cauda	Aussi noire que les cornicules, longue et contractée
	Cornicules	Noires, plus courtes que chez les aptères
	Antennes	Courtes (de la dimension du corps)
	Abdomen	Avec des sclérites marginaux

La femelle ailée a une tête, thorax, des cornicules bruns, et un abdomen du même vert tendre que les jeunes feuilles des agrumes.

La femelle aptère est complètement verte, sauf les cornicules brunes et la tête brunâtre (Francois et Georget, 2006).

4. La répartition géographique

Les pucerons constituent un groupe extrêmement répandu dans le monde, qui s'est diversifié parallèlement à celui des plantes à fleurs. (Sullivan, 2008), (Harmel *et al.*, 2008), (Dedryver *et al.*, 2011).

Aphis spiraecola provient probablement de l'Extrême-Orient. Il est maintenant très répandu dans le monde; dans les régions tempérées et tropicales, autour de la Méditerranée, sur tous les continents sauf l'Antarctique (Kindlmann, *et al.*, 2007)

5. Biologie

Les pucerons affichent un large éventail de cycles de vie relativement compliqués. Ils peuvent se reproduire à la fois asexuellement et sexuellement ; dans les régions tempérées, la reproduction asexuée s'effectue à l'automne sous l'effet d'un photopériodisme court et aboutit à la production d'œufs hivernants, qui éclosent au printemps suivant et lancent un autre cycle (Turpeau *et al.*, 2015). Après 12 et 20 générations de femelles parthénogénétiques durant le printemps et l'été, une génération de femelles sexuées se forme à l'automne suivant. (Praloran, 1971), (Fig.2).

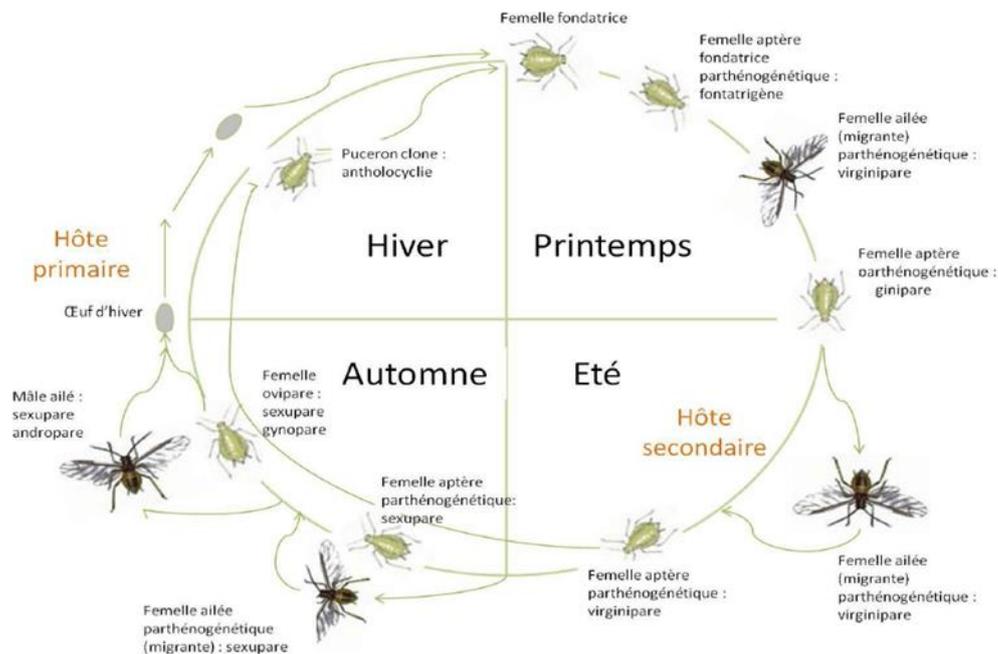


Figure 2: cycle de vie des pucerons (Dewey, 2004)

Selon Lambert (2005), la conséquence de cette reproduction asexuée est due à une multiplication très rapide de la population de pucerons. Ils ont une biologie très complexe, du

fait de la présence successive ou simultanée de ses différentes formes. Il peut également y avoir succession de différents hôtes au cours de la même année (**bonnemain, 2010**).

Les espèces de pucerons dites monoeciques, accomplissent tout leur cycle de développement sur un seul type de plante. D'autres, dites dioeciques alternent entre deux types de plantes (**CABI, 2013**).

Dans une grande partie de son aire géographique, *A. spiraecola* persiste toute l'année sur les hôtes secondaires, dont plus de 65 ont été enregistrés (**kindelmann et al., 2007**), Et il a été considérée d'une part comme une espèce holocyclique et d'autre part anholocyclique (**Fig.3**). Selon **Lykouressis (1990)** elle se reproduit dans plusieurs régions du monde et compte comme la plus fréquente.

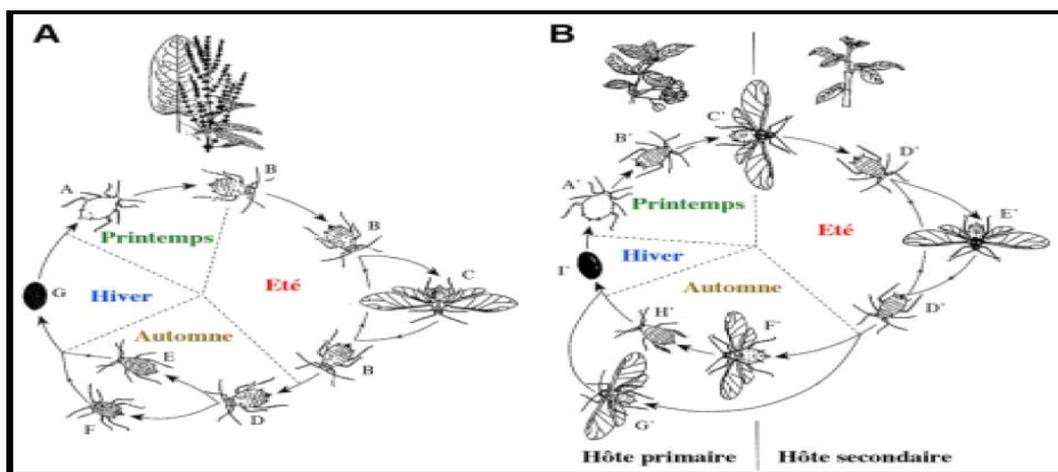


Figure 3 : Schéma illustrant la différence entre holocyclique et anholocyclique chez *Aphis spiraecola* (Leclant ,2000)

Le polyphénisme, unique dans le monde des insectes, est sous la dépendance de divers facteurs. En particulier, le grégarisme, l'état physiologique de la plante hôte, les températures et les caractéristiques génétiques de la lignée parthénogénétique de l'aphide (**Dedryver, 2010**). Ce phénomène s'observe clairement chez les espèces qui vivent sur plusieurs hôtes.

La répartition de cette espèce est influencée par les conditions climatiques qui interviennent également sur les pullulations, tels que les précipitations qui détruisent une forte proportion de pucerons ailés (**Laamari et al., 2011**) ;Les précipitations violentes perturbent les vols tandis que la vitesse et la direction du vent conditionnent les aptitudes à des déplacements plus ou moins lointains (**Hullé et al., 1999**)

De même, l'espérance de vie des pucerons décroît également avec la température entre des limites définies (**Cherfaoui, 2010**). En effet, les températures extrêmes peuvent être un facteur létal important: ceci est très net à 30°C, température à laquelle aucun puceron ne pond

plus de larve viable et à laquelle sa propre survie est minimale (**Bouhdiba, 2014**). Le froid est également un facteur limitant. Tous ces facteurs sont très variables d'une espèce à une autre, ou d'une souche à une autre et d'une plante hôte à une autre. Mais on peut retenir qu'en pratique, à une température diurne de 20°C, le nombre de pucerons est susceptible de doubler en moyenne tous les trois jours, si toutes les conditions optimales de multiplication sont réunies (**Bouhdiba, 2014**)

Il semble aussi que les feuilles plus matures constituent un hôte de qualité inférieure, ce qui induit un changement de coloration des pucerons et une réduction de la fécondité des femelles (**Ragsdale et al. 2004**)

La croissance de la plante induit la production de composés secondaires à l'intérieur du phloème, qui ont un impact sur la dynamique de population du puceron. Ainsi, on observe une diminution du taux des pucerons avec l'âge des plantes (**Rhainds et al., 2007a**).

Selon **ronzon (2006)**, les auxiliaires (les prédateurs, les micro-organismes, et les parasitoïdes) sont des facteurs limitant de population des pucerons .

6. Le développement larvaire

Le développement des pucerons passe par quatre stades de croissance successifs, entre lesquelles, ils se débarrassent de leur exosquelette ; c'est la mue (**Rabasse, 1979**)(**fig.4**). Et ils sont hémimétaboles ; leurs stades larvaires mènent le même mode de vie que les adultes (**Sauvion, 1995**).

Plusieurs générations se développent au cours de l'année sur les *Citrus*.

Dans le bassin méditerranéen, l'espèce est polyphage et se reproduit par parthénogenèse. Les femelles aptères sont présentes surtout au début de la saison et pendant la période froide ; elles sont les fondatrices de nombreuses colonies larvaires au printemps. Les femelles ailées sont observées particulièrement pendant les périodes les plus chaudes de l'année et leurs pullulations sont moins importantes (**INPV, 2010**).

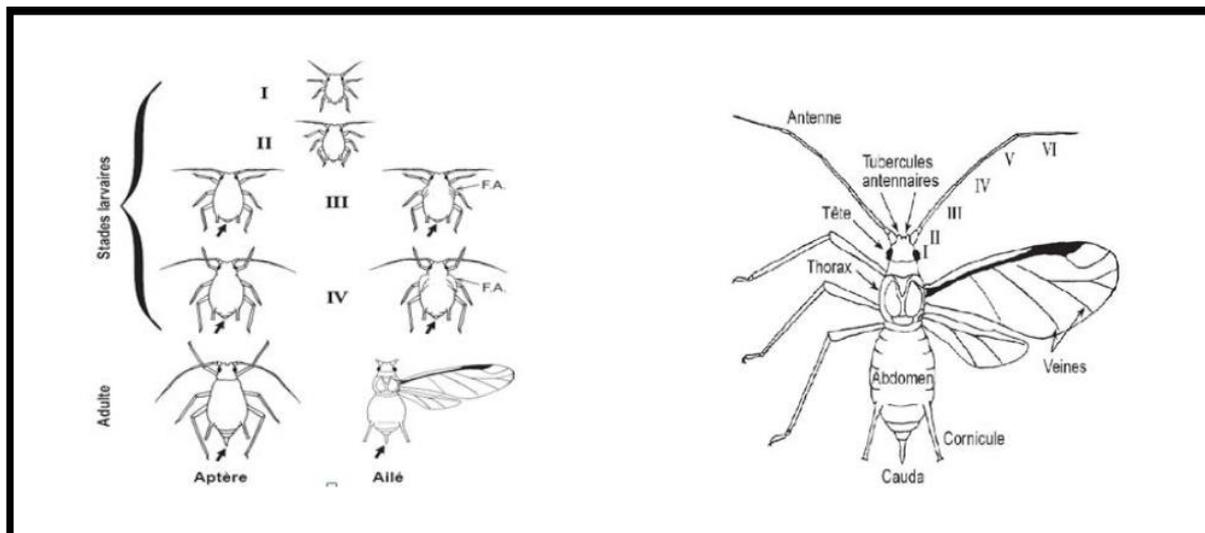


Figure 4 : Schéma des différents stades d'*Aphis spiraecola* (sekkat,2007)

IV : Importance économique et dégâts causés par *Aphis spiraecola*

Depuis 2000, le principal ravageur identifié sur les agrumes est le puceron vert *Aphis spiraecola*. Engendrant des incidences (conséquences) fatales en agrumiculture car ce ravageur colonise les pousses tendres, les boutons, les greffes, les jeunes plants dont le développement est inhibé (**Francois & Georget, 2006**). Il agit sur la quantité et la qualité de la production végétale. Ces dégâts sont en fonction de la durée de présence et du nombre de pucerons sur la plante, et de la vulnérabilité des végétaux en question face aux pucerons (**Praloran ,1971**) . Les principaux dégâts constatés sont les suivants:

- ✓ Les feuilles se recroquevillent fortement, les fleurs tombent durant la floraison (**Francois et Georget, 2006**)
- ✓ Déformation, enroulement, décoloration, voire chute prématurée des feuilles, dessèchement des pousses. (**Girousse et al., 2005**).
- ✓ La production du miellat (une partie de la sève absorbée est non digérée) ,ce qui favorise le développement des fourmis d'une part et celle des mycoses suite à l'attaque des champignons, favorisant l'installation de la fumagine (une sorte de pellicule noire, qui empêche la photosynthèse) (**Francois et Georget, 2006**).
- ✓ L'endommagement des tissus de la plante à cause des piqûres favorise l'introduction des bactéries, des champignons et des autres ravageurs opportunistes (**byenda et Nymangyoku, 2015**).
- ✓ Il peut transmettre des phytovirus (En se déplaçant d'une plante à une autre, les pucerons créent des contacts indirects entre les végétaux distants et immobiles.

Cette caractéristique a été efficacement exploitée par les virus des plantes, incapables de se déplacer d'un hôte à un autre de façon autonome (**Brault et al., 2010**.) tels que *Cucumber mosaic virus* (CMV), *Plum pox virus* (PPV) et *Zucchini yellow mosaic virus* (ZYMV) (**Eastop, 1977**). Il peut intervenir également dans la transmission du *Citrus tristeza virus* (CTV).(**Tremblay ,1984**).

V. La lutte

La sécurité alimentaire et l'augmentation de leur revenu sont les principaux objectifs de la plupart des agriculteurs. La combinaison de certaines pratiques agricoles comme la rotation des cultures, la protection physique (filets anti-insectes), l'utilisation des plantes pesticides (toute plante dont les propriétés chimiques peut être exploitée pour lutter contre les organismes considérés comme nuisibles) sont susceptibles de réduire significativement la pression des bioagresseurs et le besoin en pesticides de synthèse (**Amoatey et al, 2010**).

Plusieurs méthodes de lutte ont été appliquées contre ce groupe de ravageurs, afin de réduire leur impact sur les productions. Un aperçu sur les différentes techniques permet de constater qu'il n'y a pas de méthodes miracles pour éradiquer complètement les pucerons, car chaque méthode présente des avantages et des inconvénients (**Hulle et al, 1999**).

1. Lutte préventive

Elle se base sur les différentes pratiques culturales et l'entretien de la culture par l'enfouissement pendant l'hiver des plantes ayant reçu des œufs d'hiver. Ainsi que la destruction par désherbage des plantes sauvages susceptibles d'héberger des espèces nuisibles aux plantes (mauvaises herbes) cultivées au début du printemps (**Wang et al., 2000**).

Pour cela il faut :

- Evitez de casser ou blesser les plantes lors de la taille, le nettoyage des tiges ou des feuilles pour empêcher l'installation des bactéries ou des virus et par la suite l'apparition des insectes vecteurs des maladies (pucerons surtout)

- Laissez les araignées faire leurs toiles dans votre jardin car les pucerons volants s’y font piéger. Pour cela, évitez de tout tailler à la perfection car les araignées ont besoin de supports pour leurs toiles, comme les branches mortes par exemple.
- Contrôlez les pucerons par des paillis, filets, feuilles de plastique jaune (**Bégin et al., 2000**). Et Les brise-vent des exploitations agricoles, généralement des haies ou des rangées d’arbres modifient la circulation de l’air et influencent donc fortement la dispersion des insectes dans un paysage (**Boiteau et Vernon, 2000**).

2. La lutte curative

2.1. Lutte chimique

La lutte chimique contre les insectes fait appel aux insecticides dont l’utilisation a connu un essor très important avec les progrès de la chimie de synthèse. Elle est basée sur l’application de molécules détruisant ou limitant les populations de bio-agresseurs (**Doré et al., 2006 ; Ferrero, 2009**).

La lutte chimique contre les aphides a donné des résultats très variables selon les matières actives, tout en restant inefficace pour l’éradication complète du ravageur (**Anstead et al., 2005 ; Trudel, 2005**).

Plusieurs auteurs rapportent que les organophosphorés ont été les plus utilisés contre les aphides ; ils ont été progressivement remplacés par des Pyréthriinoïdes (**Yu et al., 2010**). En effet, l’utilisation de la Cyperméthrine et la Deltaméthrine a a donné des résultats positifs.

Le choix des produits: ils doivent être avant tout sélectifs afin de préserver la faune utile. Ces produits doivent aussi être dotés d’un effet de choc élevé, et d’une bonne rémanence, en plus ils doivent appartenir à des familles chimiques différentes afin d’éviter ou de retarder le phénomène de résistance. Il est de préférence que le choix porte sur des produits systémiques qui touchent même les pucerons protégés par l’enroulement des feuilles (**Hulle et al., 1999**).

2.2. Lutte biotechnique

Elle est axée sur le comportement de certains insectes qui sont attirés par différents attractifs visuels (couleur) ou olfactifs (aliments, phéromones). Ces couleurs et ces substances peuvent être utilisés pour le piégeage de masse, le piégeage d’avertissement ou des traitements par tâches (**Ryckewaert et al., 2001**)., le piégeage en dissuadant les pucerons va permettre donc de les capturer en masse et donc contrôler leur population.

2.3. Lutte biologique

Il existe de nombreuses définitions de la lutte biologique mais nous nous en tiendrons à une définition générale telle que celle proposée par **Van Drische et Bellows (1996)** : La lutte biologique est un processus agissant au niveau des populations et par lequel la densité de population d'une espèce est abaissée par l'effet d'une autre espèce qui agit par prédation, parasitisme, pathogénéicité ou compétition. La lutte biologique est donc l'utilisation d'organismes vivants dans le but de diminuer la densité de population d'un autre organisme vivant, généralement un ravageur. Ce ne sont donc pas toutes les méthodes de lutte non-chimiques qui peuvent être considérées comme de la lutte biologique (**Boivin, 2001**)

L'objectif de la lutte biologique est donc à terme de remplacer, en totalité ou en partie, les pesticides chimiques utilisés en agriculture. La lutte biologique n'est donc pas l'agriculture biologique ou organique qui demande une production complètement exempte d'intrants chimiques (engrais, pesticides, antibiotiques ...). Cependant la lutte biologique peut devenir une composante importante de systèmes de production intégrée ou biologique (**Boivin, 2001**).

Les agriculteurs dépensent quand même environ 8.5 milliards de dollars annuellement en insecticides chimiques, alors que le contrôle biologique a présenté une valeur estimée à plus de 400 millions de dollars (**Maameri, 2013**).

Les organismes vivants utilisés, alors appelés auxiliaires, antagonistes ou agents de lutte, peuvent être des parasitoïdes, des prédateurs (insectes, acariens, nématodes), ou des pathogènes (virus, bactéries, champignons), ou des compétiteurs qui occupent la niche écologique plus vite que l'espèce nuisible à juguler, tout en maintenant un équilibre naturel (**Salvo et Valladares, 2007**)

Plus de 150 espèces d'ennemis naturels, parasitoïdes, prédateurs et pathogènes, sont commercialisées à travers le monde (**Van Lenteren et al., 2006**).

Par ailleurs, les pucerons sont attaqués par un large éventail d'ennemis naturels, qui sont capables de maintenir leurs populations au-dessous du seuil économique (**powel et al, 2007**). Ils sont la proie d'une abondante faune prédatrice constituée principalement de coccinelles, de chrysopes et de syrphidés (**Bonnemain, 2010**)

les recherches ont montré que l'utilisation des parasitoïdes d'œufs, des espèces du genre *Trichogramma* est un outil très important pour maintenir des niveaux acceptables de populations aphidiennes. En effet, des résultats très encourageants ont été obtenus grâce à des lâchers inondatifs de *Trichogramma ostrinae* qui ont réduit les dommages à un taux assez important. Par ailleurs, le parasitoïde *Lysiphlebus fabarum* Marshall est considéré comme un ennemi potentiel s'attaquant aux larves des aphides (**Fuchsberg et al, 2007**).

D'autre part, les champignons entomopathogènes sont parmi les premiers agents biologiques à être utilisés en tant que moyen de lutte contre les ravageurs. Ces microorganismes peuvent infecter les insectes directement, par pénétration à travers la cuticule. Les espèces les plus étudiées et utilisées contre les aphides sont *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. Et *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) qui sont les agents pathogènes des aphides (**Ghelamallah, 2016**). Il existe également des champignons ennemis des pucerons, qui appartiennent principalement aux divisions *Zygomycota* et *Ascomycota* (**powel et al, 2007**)

D'autres alternatives plus récentes s'intéressent à l'utilisation de certains microorganismes à caractère entomopathogène qui peuvent juguler les populations de ravageurs, comme les biopesticides (**Wang et al., 2005**). C'est ainsi que le potentiel insecticide de *Bacillus turgiensis* a été étudié et utilisé avec succès contre les larves de puceron (**Huang et al., 2011**).

Par ailleurs, plusieurs phéromones synthétiques ont été utilisées dans la technique de confusion sexuelle, en perturbant l'orientation des mâles, ce qui a donné des résultats encourageants en réduisant les dégâts sur plante hôte (**Cui et al., 2012**).

3. Lutte intégrée :

La lutte intégrée consiste dans l'emploi combiné et raisonné de toutes les méthodes (culturales, chimiques et biologiques) pouvant exercer une action régulatrice sur les divers ravageurs d'une culture, de façon à maintenir à un niveau assez bas leurs populations, pour que les dégâts occasionnés soient économiquement tolérables (**Corbaz, 1990**).

II. *Thymus vulgaris*

II : *Thymus vulgaris*

1. Généralités

Le nom "*Thymus*" dérive du mot grec « thymos » qui signifie "parfumer" à cause de l'odeur agréable que la plante dégage (**Pariente, 2001**). L'espèce *Thymus vulgaris* est un élément caractéristique de la flore méditerranéenne, connu surtout pour ses qualités aromatiques, elle a aussi de très nombreuses propriétés médicinales (**Iserin, 2001**).



Figure5 : Partie aérienne de *Thymus vulgaris* (Morel, 2013)

2. Classification

Selon (**Morales, 2002**) *Thymus vulgaris* est classé comme suit :

Embranchement : Spermaphytes

Sous embranchement : Angiospermes

Classe : Dicotylédones

Sous classe : Dialypétales

Ordre : Labiales

Famille : Lamiacées

Genre : *Thymus*

Espèce : *Thymus vulgaris*

3. Description et Caractéristiques

Le nom "Thymus" provient du mot grec « thymon » qui signifie "parfum" à cause de l'odeur agréable que la plante dégage naturellement ou lorsqu'on la fait brûler (Zeghib, 2013). L'espèce la plus connue parmi les Lamiaceae est sans conteste *Thymus vulgaris* (Amiot, 2005),

Nommé ainsi par Carl Von Linné en 1753 et reste le nom utilisé par toutes les nomenclatures scientifiques. Elle renferme des qualités aromatiques et de nombreuses propriétés médicinales (Tamert *et al.*, 2017). En français et en anglais par exemple, on emploie fréquemment le nom du genre ("thym" et "thyme" respectivement) pour désigner l'espèce *Thymus vulgaris*. Elle est connue en Algérie sous le nom de "zaatar" (Teuscher *et al.*, 2005). *Thymus vulgaris* (Fig.6) est un sous-arbrisseau touffu, vivace et aromatique pouvant atteindre de 20 à 30 cm de hauteur (Benbouali, 2006). Ses tiges ligneuses à la base, herbacées supérieurement sont presque cylindriques. Ses feuilles sont très petites, ovales, à bord roulé en dessous, à nervures latérales distinctes, aux pétioles extrêmement courts et blanchâtres à leur face inférieure. Ses fleurs presque roses ou blanches, font de 4 à 6 mm de longueur, et sont pédicellées et réunies ordinairement au nombre de trois à l'aisselle des feuilles supérieures (Cheurfa, 2015).

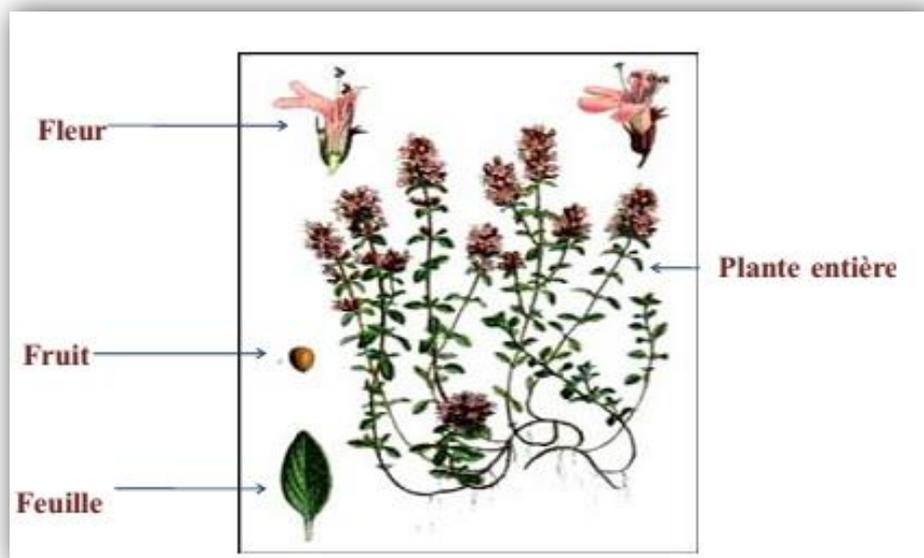


Figure 6 : Aspects morphologiques de *Thymus vulgaris* (Iserin, 2001)

4. Exigences climatiques et édaphiques de la plante

Le thym pousse bien sur des endroits naturels, sur sol légers et calcaires mais il prospère tout aussi bien sur sols fertiles argileux mais non détrempés. Et Il nécessite des endroits bien la

sécheresse .C'est d'ailleurs sur sols pauvres que se développe le mieux son arôme .Dans des endroits de fortes gelée, une protection est recommandés durant l'hiver sa multiplication se fait par semis superficiel (germination à la lumière), réalisé mi-avril ou plus rarement en aout, en rangées encarrées environ 20 à 30 cm ; de préférence sur sol léger et sablonneux **(Eberhard et al., 2005)**

5. Répartition géographique

5.1. Dans le monde

Le thym est réparti entre l'Europe, l'Asie de l'ouest et la méditerranée **(Mabberley, 1997)**. Il est très répandu dans le nord-ouest africain (Maroc, Tunisie, Algérie et Libye), les montagnes d'Ethiopie et d'Arabie du sud-ouest en passant par la péninsule du Sinaï en Egypte.

Il se trouve également en région Micronésienne (îles Canaries, Mader les Açores) et en Himalaya. Il peut même atteindre les limites de la région tropicale et du Japon. Dans le nord, il pousse en Sibérie, en Europe nordique jusqu'aux bords du Groenland **(Morales, 1997)**.

Le thym est actuellement très cultivé au Portugal, France, Allemagne, Espagne, Italie, Algérie, Maroc, Tunisie, Egypte, Turquie, Chine, Russie, Angleterre et les Etats-Unis d'Amérique **(Wilson, 2002)**

5.2. En Algérie

Le thym est représenté par plus de 300 espèces à travers le monde dont 12 sont localisées en Algérie et 9 d'entre elles sont endémiques **(Quezel et Santa, 1962)**. Ces espèces sont réparties le long du territoire national, du Nord algérois à l'Atlas saharien, et du constantinois à l'oranais **(Kabouche et al., 2005)**.

6. Propriétés de *Thymus vulgaris*

- Les principaux constituants du thym montrent des propriétés :

- antivirales, antifongiques, anti inflammatoires et antibactériennes dont une étude récente a montré que les extraits méthanoliques et hexaniques des parties aériennes de *Thymus vulgaris* inhibent la croissance de *Mycobacterium tuberculosis* (bactérie qui cause la tuberculose) **(Jiminez-Arellanes et al., 2006)**.

- vermifuges et vermicides **(Bazylo et Strzelecka, 2007)**

- Propriétés anthelminthiques (**Al-Bayati, 2008**)
- Propriétés antioxydantes (**Takeuchi et al., 2004; Golmakani et Rezaei, 2008**)
- En raison de ces propriétés, le thym est utilisé comme un conservateur afin de prolonger la durée de conservation des poissons *Thunnus thymnus* durant leur stockage (**Zeghad, 2012**).

7. Effet biocide des huiles essentielles

Les huiles essentielles des plantes font partie ces dernières années des voies les plus explorées dans la régulation des ravageurs. Leur application dans la protection des stocks a fait l'objet de nombreux travaux. Leur toxicité s'exprime de différentes manières : activités ovicide, larvicide, anti-nutritionnelle et inhalatoire (**Keïta et al., 2000 et Regnault-Roger et Hamraoui, 1995**). Les huiles essentielles sont des complexes naturels de molécules volatiles et odorantes, synthétisées par les cellules sécrétrices des plantes aromatiques. Celles-ci les conservent dans des poches au niveau de certains organes (**Duquenois, 1968**). Les huiles essentielles ont une composition assez complexe on y trouve généralement de nombreux constituants appartenant principalement à deux grandes familles chimiques : les composés terpéniques et les composés aromatiques dérivés du phényle propane (**Azevedo et al., 2001**). La composition des huiles essentielles est très complexe .Terpènes, aldéhydes, cétones, phénols, lactones, esters, en sont les composants principaux (**Alilou et al., 2008**). Plus récemment il a été démontré que de nombreux constituants terpénoïdes d'huiles essentielles végétales sont toxiques au contact, pour un large éventail d'insectes et peuvent être utilisés comme insecticides d'origine végétale (**Muhannad et al., 2002**). Un nombre important de composés chimiques sont connus. De ce type, les plus puissants figurent le thymol, extrait de thym (*Thymus vulgaris*, Lamiacées), la pulégone, extraite de menthe pouliot (*Mentha pulegium*, Lamiacées) et l'eugénol, extrait du clou de girofle (*Eugenia caryophyllus*, Myrtacées) (**Regnault-Roger, 2005**).

8. Composition Chimique

De nombreuses études ont révélé que les parties aériennes de *Thymus* sont pourvus de composants chimiques dont la teneur varie selon la variabilité des conditions géographiques, climatiques, de séchage, de stockage et des méthodes d'études (extraction et détection). L'hybridation facile de l'espèce mène à une grande variabilité intraspécifique, qui affecte l'homogénéité du rendement d'extrait et sa composition en produits chimique (**Balladin et**

Headley, 1999 ; Amiot, 2005). La teneur en huile essentielle de la plante varie de 5 à 25 ml/Kg et sa composition fluctue selon le chémotype considéré (**Bruneton, 1999**) ; l'huile essentielle de *Thymus vulgaris* a été analysée en utilisant la chromatographie en phase gazeuse (CPG) couplée à une spectrométrie de masse (SM), 30 composés ont été identifiés et caractérisés, les plus abondants sont respectivement : thymol (44,4 - 58,1 %), *p*-cymène (9,1 - 18,5 %), γ -terpinène (6,9 - 18,0 %), carvacrol (2,4 - 4,2 %), linalol (4,0 - 6,2 %). La caractéristique d'huile essentielle de *Thymus vulgaris* était sa teneur élevée du thymol (**Guillén et Manzanos, 1998 ; Balladin et Headley, 1999 ; Hudaib et al., 2002 ; Bouhdid et al., 2006**). Le contenu phénolique total, flavonoïdes, catéchine, et anthocyanine dans l'infusion aqueuse préparée du *Thymus vulgaris* a été déterminé par des méthodes spectrophotométriques (**Kulišić et al., 2006**). Le **tableau 1**, ci-dessous résume les résultats.

Tableau II : Teneur en polyphénols (en μg EAG/mg d'extrait) dans l'infusion aqueuse du *Thymus vulgaris* (**Kulišić et al., 2006**)

Plante	Phénols totaux	Flavonoïdes	Non-flavonoïdes	Catéchines	Anthocyanines
<i>Thymus vulgaris</i>	33.3	25.0	8.3	1.2	6.7

Partie

Pratique

Matériel

Et

Méthodes

Matériel et méthodes

I. Objectif du travail

Ce travail consiste à évaluer le pouvoir insecticide de l'huile essentielle de *Thymus vulgaris* sur le puceron vert des agrumes *Aphis spiraecola* dans le cadre de la valorisation des substances naturelles végétales.

Après extraction de l'huile essentielle de *Thymus vulgaris*, des dilutions ont été préparées afin de servir à l'étude de son activité insecticide vis-à-vis du puceron *A. spiraecola* par évaluation de la mortalité en fonction des doses et du temps après traitement.

II. Présentation du lieu de travail

Ce travail a été effectué au niveau du laboratoire de parasitologie situé dans la station expérimentale de l'Université Saad Dahleb de blida 01.

Dans la même station expérimentale de l'université il existe une parcelle de 4ha d'agrumes, attaquée par les pucerons et les champignons. Depuis 3 ans, ses arbres sont traités par des bio-insecticides à base de : origan à une dose de 0.15, romarin, sauge et citron.

III. Matériel

A .Matériel biologique

1. a.Matériel entomologique

Cette étude concerne les ravageurs appelés communément le puceron vert des agrumes (*Aphis spiraecola*) (**fig.11**) présent également sur agrumes. Cette espèce a été récoltée à partir des feuilles d'orangers qui sont infestées, on a noté une déformation et enroulement en bas spiralé des feuilles, présence des fourmis, présence d'une substance cireuse (le miellat). Cette parcelle d'agrumes se situe au niveau de la station expérimental de l'université de Saad Dahleb de blida.

D'abord l'identification a été faites en suivant les clés dichotomiques dévoués à l'espèce étudiée. Ensuite nous avons fait appel à une zoologiste dans le laboratoire de zoologie situé dans la faculté snv a l'université Saad Dahleb de blida 01.

1. b. Echantillonnage

Un échantillonnage (**fig.7**) aléatoire sur 10 arbres d'orangers a été réalisé dans la parcelle d'agrumes de la station expérimentale située à l'université de Saad Dahleb de Blida (Algérie). Des jeunes feuilles (qui sont plus tendres que les feuilles âgées ; l'introduction facile du stylet induit a un meilleur prélèvement de la sève) non infestées et d'autres infestées sont prélevées manuellement des arbres d'agrumes (contenant des individus d'*Aphis spiraecola*); nous avons mis ces échantillons dans des bacs en plastique. Par la suite, les feuilles prélevées sont acheminées au laboratoire et sont triées en choisissant les pucerons adultes, non ailés afin de réaliser les tests.

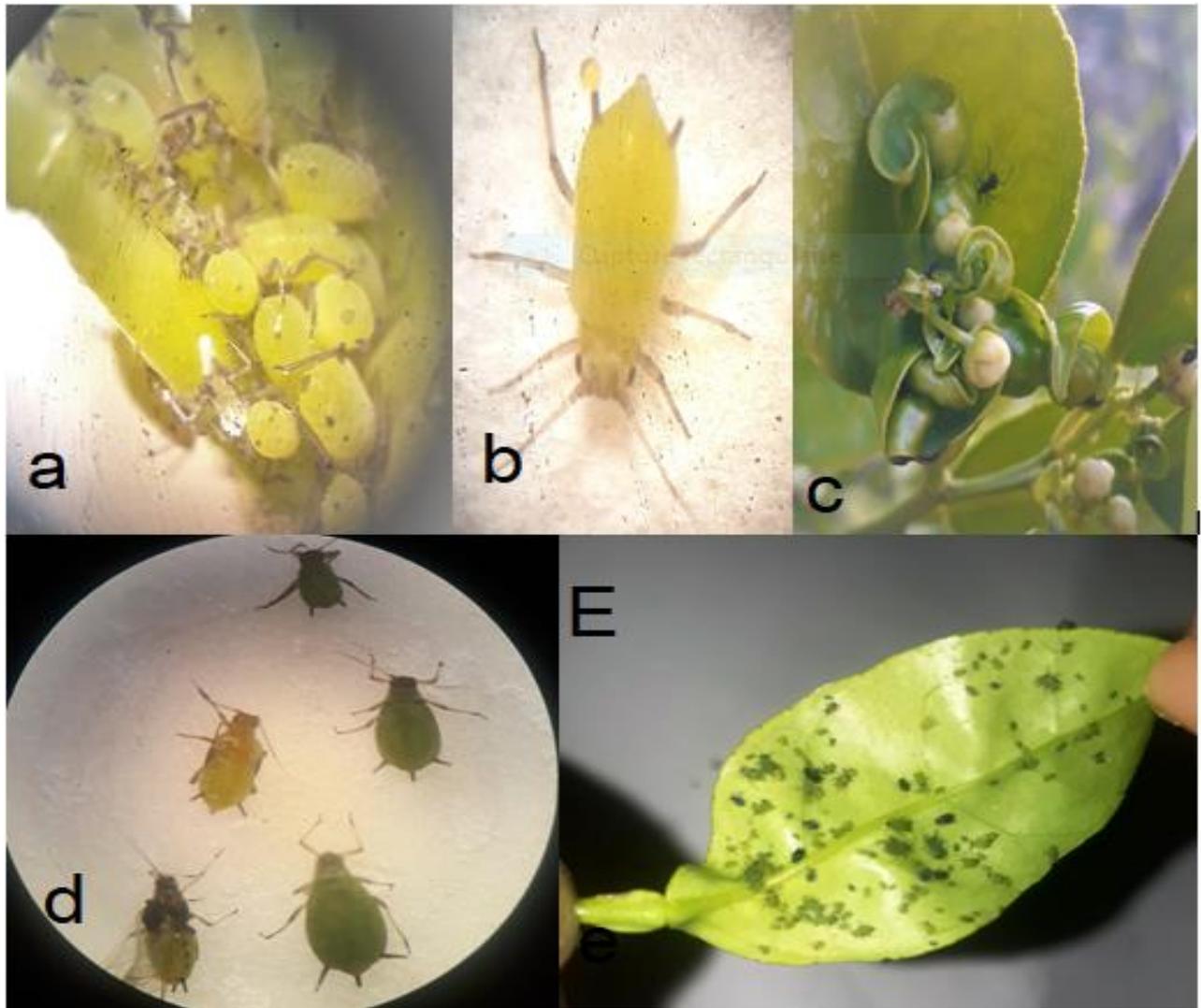


Figure 7 : Echantillons (originale ,2020)

A : Colonie de pucerons sous loupe

E : Colonie du puceron sur jeune feuille

B : Production d'une substance d'alarme

C : Enroulement des feuilles

D : Différents stades de pucerons

2. a. Matériel végétale

La plante choisie pour cette étude est le thym (*Thymus vulgaris*) (**fig.8**) La partie prise en considération pour réaliser cette étude est la partie aérienne (les feuilles).



Figure 8 : Feuilles de *Thymus vulgaris* (DJROUROU et al., 2018)

2. b.Méthodologique de récolte, séchage, broyage et conservation de la poudre Végétale

➤ Récolte

La récolte de thym (partie aérienne) a été effectuée dans la forêt naturelle de Djellal Chergui au Sud-est de la wilaya de Djelfa (Région semi-aride) au mois de Mai 2019.

➤ Séchage

La partie aérienne de la plante est séchée directement après la récolte sur papier absorbant, sec et propre à l'air libre à l'abri de la lumière et a une température ambiante et dans un endroit sec pendant une période s'étalant sur deux semaines.

➤ Broyage et conservation

La partie aérienne séchée est réduite en poudre fine à l'aide d'un broyeur électrique. Cette opération permet de rompre les membranes cellulaires et la matrice extracellulaire et de libérer les organites et les molécules contenues dans la cellule ce qui permet d'augmenter leur surface de contacté avec les différents solvants utilisés et par conséquence améliorer le rendement d'extraction.

La poudre résultante est conservée à l'abri de l'air, de l'humidité et de la lumière dans des flacons en verre hermétiquement fermés.

B .Matériel non biologique

La réalisation des expériences de notre étude a fait appel à un matériel classique composé d'un ensemble d'appareils, de produits chimiques et de verreries.

IV .Méthodes

L'étude est essentiellement axée sur :

- La Préparation de l'huile essentielle de *Thymus vulgaris*.
- L'évaluation de l'activité insecticide de l'H.E de *Thymus vulgaris*.

1. a .Extraction des H.E par Hydro-distillation

C'est la méthode la plus utilisée pour extraire les huiles essentielles et pouvoir les séparer à l'état pur mais aussi de fournir le meilleur rendement.

Principe

L'hydro distillation par un appareil de type Clevenger ; consiste à laisser baigner directement le végétal dans une enceinte (un ballon) d'eau, à qui les vapeurs après chauffage à ébullition entraînent au fur et à mesure des particules légères qui se condensent sur les parois plus froides (réfrigérant) du serpentín, ainsi ces essences seront récupérés par décantation à partir d'un récipient gradué relié à cet enceinte car celui-là comporte à la fois de l'eau, et de l'huile essentielle qu'il faut séparer (Abdelkader *et al.*,2018). (fig.9)

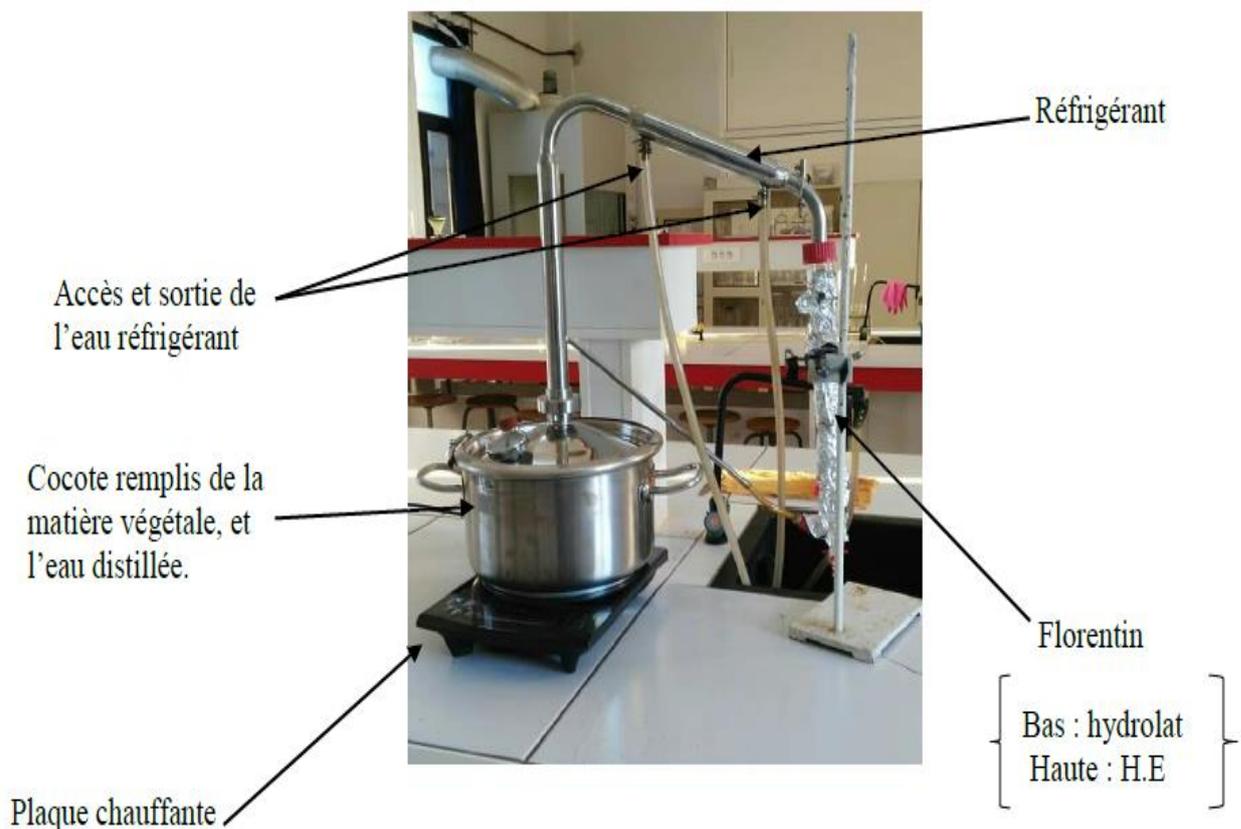


Figure 9 : Dispositif de la distillation à la vapeur d'eau (Abdelkader *et al.*,2018)

1. b. Récupération, conditionnement et conservation d'huile essentielle

La conservation de l'huile essentielle exige certaines précautions indispensables (**BURT, 2004**). L'huile essentielle récupérée est conditionnée dans un tube à essai protégé avec de papier d'aluminium, hermétiquement pour éviter toute dégradation des H.E due à l'action de l'air et de la lumière et par la suite modification de leurs propriétés. Les flacons sont conservés à une température de $4 \pm 1^\circ\text{C}$

2. Evaluation de l'activité insecticide de l'H.E de *Thymus vulgaris* vis-à-vis du puceron *Aphis spiraecola*

a. Préparation des dilutions de H.E de *Thymus vulgaris*

Les différentes doses se préparent en diluant des quantités connues de l'H.E dans de l'eau distillée additionnée d'une petite quantité de tween80 (solution qui homogénéise l'eau avec l'huile).

Nous avons effectué des dilutions pour obtenir des concentrations expérimentales finales dont les pourcentages (v /v) sont respectivement de 0.25%.0.5%,1%,2% (**Djrourou et al, 2018**)

La concentration zéro (0) constituée de l'eau distillée a servi de témoin négatif (pour connaître la mortalité naturelle de ces pucerons).

b. Mode opératoire

Les bios essais au laboratoire s'effectuent selon la méthode **IRAC (2009)**, les feuilles infestées de pucerons se collectent de la parcelle expérimentale de l'université de Saad Dahleb de Blida 01 et s'acheminent au laboratoire peu avant les tests. Seuls les adultes aptères sont utilisés pour ces tests. Les feuilles non infestées d'oranger collectées de la même parcelle, soigneusement nettoyées avec une brosse fine et trempées pendant 5 seconds dans les différentes dilutions, ont servi de support pour les pucerons au cours des différents tests (par contact).

Les dilutions appropriées se préparent avec de l'eau distillée chaque jour peu avant les tests, en diluant l'huile essentielle dans de l'eau distillée ; additionnée d'une petite quantité de Tween 80 comme émulsifiant.

On sèche les feuilles trempées dans les différentes solutions à l'air libre afin de faire évaporer l'eau de leurs surfaces et ensuite vingt pucerons adultes sont transférés sur chaque feuille ainsi traitée à l'aide d'une brosse fine.

Chaque feuille correspondant à une concentration donnée et portant 20 pucerons, est placée dans une boîte de Pétri à raison de 5 répétitions. Du coton hydrophile mouillé est placé à la base des pétioles pour maintenir les feuilles fraîches pendant 24 heures.

Les boîtes de Pétri avec leurs contenus sont placées dans les conditions de laboratoire (température ambiante: 28 °C ; humidité relative 80%) pour les différentes observations.

Nous n'avons pas jugé nécessaire de séparer les mâles des femelles pour l'étude comportementale, Simpson (1982) signale que les mâles et les femelles présentent de nombreuses similarités dans les modes d'alimentation, d'utilisation de la nourriture et de croissance globale et que les différences entre eux sont liées au fait que les femelles consomment plus que les mâles.

3. Détermination des taux de mortalité

Afin de suivre l'évolution chronologique de la mortalité des pucerons soumis aux différentes concentrations et après la mise en contact des pucerons avec les feuilles traitées, les observations sont réalisées successivement du 1^{er} jusqu'au 6^{ème} jours. Une loupe binoculaire a été utilisée pour dénombrer les pucerons morts. La mortalité corrigée (exprimée en pourcentage) est calculée selon la formule d'Abbott (1925) :

$$Mc = \frac{Me - Mt}{100 - Mt} \times 100$$

Mc = mortalité corrigée en pourcentage

Me = mortalité de l'échantillon testé

Mt = mortalité dans le témoin non traité

4. Détermination de la DL50 et DL90

L'efficacité d'un toxique se mesure par sa DL50 et DL90 qui représentent les quantités de substances toxiques entraînant la mort de 50% et 90% d'individus d'un même lot respectivement.

La DL50 et la DL90 sont calculées à partir de l'équation de la droite de régression des probits correspondants aux pourcentages des mortalités corrigées en fonction des concentrations de traitement. La formule de Schneider et la table des probits sont utilisées à

cet effet, $y=a+bx$, on détermine la dose qui correspond à un probit de 50% et de 90% de mortalité (Wabo, 2005)

5. Analyse statistique

Pour estimer les effets insecticides de l'huile essentielle, une analyse de la variance (ANOVA) s'effectue sur la base d'insectes morts en fonction des concentrations et du temps à l'aide du logiciel Statistica (version 6.0.). En outre, des logiciels peuvent servir à l'analyse des probits et le calcul des CL50 et CL90 tel que le logiciel R (Ver. 3.333) ou le logiciel statistique PRISM05.

Résultats

Et

Discussions

Résultats attendus et discussions

I. Résultats attendus

1. En se basant sur l'étude faite par (Djrourou et Habouchi, 2018)

Evaluation de l'effet de l'extrait méthanoïque et de l'huile essentielle de *Thymus vulgaris* sur *Aphis spiraecola*. (Djrourou et Habouchi, 2018)

La figure, illustre la mortalité des pucerons vert traités par des doses croissantes de l'HE de *Thymus vulgaris* (Fig.10), démontrant l'effet significatif des doses utilisées sur la mortalité de l'insecte en fonction du temps. Par contre, le taux de mortalité dans le lot témoin (eau distillée) était inférieur. C'est à partir du premier jour, que nous avons remarqué les premières mortalités au niveau des différents traitements. Nous avons noté également que le taux de mortalité est lié aux concentrations et au temps d'exposition qui est plus prononcé au troisième jour qu'au premier jour chez les insectes traités contrairement aux témoins. Il en résulte que les taux de mortalité des individus observés augmentent en fonction des différentes doses et en fonction du temps.

L'ensemble des lots traités pour les différentes doses ont atteint 100% de mortalité même pour les doses les plus faibles.

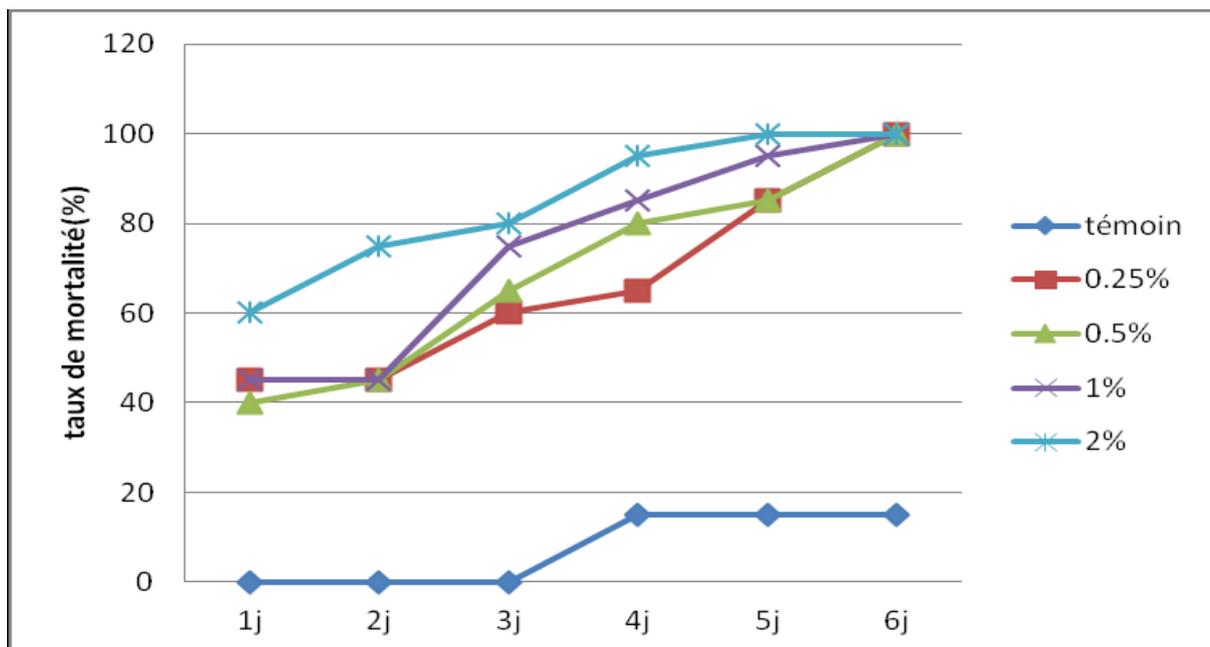


Figure10: Evolution de la mortalité du puceron vert *Aphis spiraecola* après traitement par l'huile essentielle de *Thymus vulgaris*. (Djrourou et Habouchi, 2018)

•L'analyse de la variance à un critère de classification a révélé une différence hautement significative entre les doses de l'huile essentielle utilisée et la mortalité des pucerons verts. HE du thym ($F = 80,86$; $P < 0,0001$) entre les différents traitements.

•Les résultats montrent que l'huile essentielle de *Thymus vulgaris* a provoqué un pourcentage de mortalité allant de 40% dès les premières 24h d'exposition pour une dose de 0.25%.

Le calcul des doses l'étales (DL 50) :

•La DL50 de l'huile essentielle du thym est de 1,94. C'est ce qui montre la forte toxicité de l'huile essentielle de la plante (**Fig.11**). Le coefficient de détermination qui est égale à 0.93, révèle une liaison positive forte entre le probit et le logarithme des concentrations (Présence de corrélation).

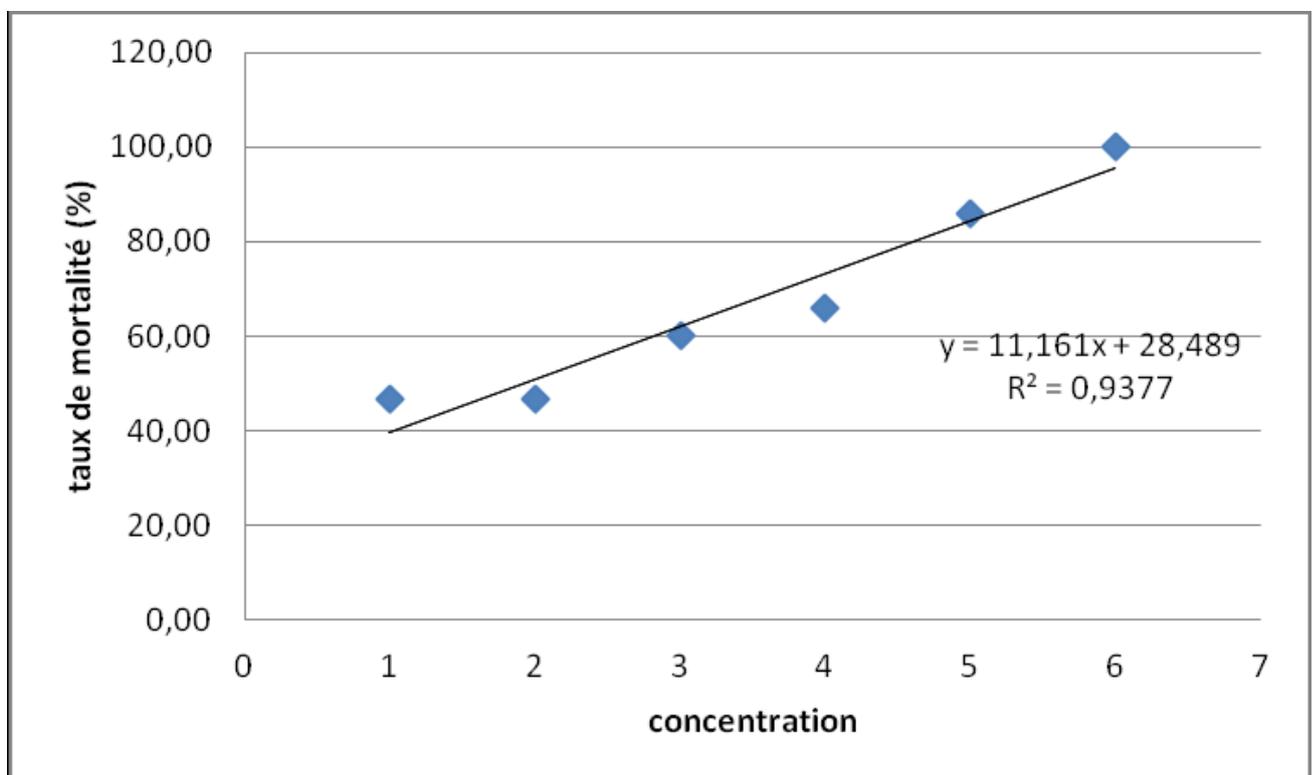


Figure11 : Courbe de tendance linéaire pour l'huile essentielle du thym (Djrourou et Habouchi ,2018)

Le coefficient de détermination qui est égale à 0.93, révèle une liaison positive forte entre le probit et le logarithme des concentrations (Présence de corrélation).

Tableau III: DL50 de l'huile essentielle de la plante étudiée. (Djrourou et Habouchi, 2018)

plante	équation	R2	DL50
Thym HE	$Y=11.06x+28.48$	0.937	1.94

Les résultats de cette étude ont prouvés en quelques sortes l'efficacité des extraits de *Thymus vulgaris* vis-à-vis du puceron *A.spericolae*. Cependant chaque plante présente des propriétés insecticides qui diffèrent en fonction de sa composition biochimique. La dilution de n'importe quel extrait fait diminuer dans la plupart des cas sa capacité insecticide. Ces résultats dépendent aussi de la récolte de la plante c'est pour cela qu'il est préférable de réaliser la cueillette après la rosée du petit matin et avant les heures les plus chaudes ; où la plante aura évacué le maximum d'humidité et n'aura pas évaporé son huile principale. Ils dépendent aussi de l'insecte ; de sa sensibilité, ses systèmes de défenses et des différents stades de développement. On suppose que même la température et l'humidité peuvent avoir un impact majeur sur les résultats de traitement à base d'huile essentielle.

2. En se basant sur l'étude (02) faite par (KASSIMI *et al.*, 2009)

Via l'utilisation de l'huile essentielle de *Origanum compactum*, Les dilutions 1 %, 5 % et 10 % *in vitro* Ainsi qu'une solution de 100 ml d'huile aspergée *in vivo* sur les parcelles de terrain de 1 m² de luzerne. (Kassimi *et al.*, 2009) ont obtenus les résultats présentés dans le Tableau.

Chaque valeur de mortalité est la moyenne de 4 essais ce qui permet d'avoir une incertitude pour chaque valeur.

Tableau IV : Mortalité des pucerons en fonction du temps et de la dose

Mortalité%			
Dose (v /v)	Temps (h)	Origan	Témoin
1%	2	22.27 ± 0.58	4.68 ± 1.51
	3	45.38 ± 0.61	4.68 ± 1.51
	4	66.49 ± 0.66	4.68 ± 1.51
	7	93.7 ± 1.20	10.13 ± 1.20
5%	2	41.56 ± 1.06	4.8 ± 0.41
	3	55.43 ± 0.81	4.8 ± 0.41
	4	67.31 ± 0.55	4.8 ± 0.41
	7	92.17 ± 1.23	6.89 ± 0.85
10%	2	39.6 ± 1.11	5.39 ± 0.51
	3	53.89 ± 0.83	5.52 ± 0.48
	4	66.18 ± 0.76	5.77 ± 0.46
	7	91.14 ± 0.28	7.6 ± 0.22

L'analyse des résultats permet de constater :

- Après deux heures du traitement, le taux de mortalité augmente en fonction de la concentration mais ne dépasse pas les 41 %.
 - Après trois heures du traitement les taux de mortalité des pucerons en fonction de la concentration évolue faiblement que dans le cas précédent (2 heures).
 - Après quatre heures du traitement les variations du taux de mortalité des pucerons sont de l'ordre de 66 % pour toutes les concentrations.
 - Après sept heures du traitement les taux de mortalité sont élevés dès les faibles concentrations mais pas d'augmentations notables.
- Selon les résultats obtenus par l'étude précédente et étant donné la présence des mêmes composés actifs chez *Origanum compactum* et *Thymus vulgaris* on peut supposer que le traitement à base de l'huile essentielle de ce dernier aura significativement le même effet sur les pucerons.

II. Discussion

À cause de leur effet négatif sur l'environnement, l'utilisation des insecticides chimiques est devenue de plus en plus restrictive. Elle conduit aussi à un désordre écotoxicologique accompagné d'une augmentation spectaculaire du nombre d'espèces résistantes. L'application des produits naturels reste la méthode qui présente beaucoup d'avantages pour la santé de l'être vivant et pour son environnement par rapport aux produits de synthèse chimique qui contaminent globalement la biosphère (**Benayad, 2008**). Cet effet toxique pourrait dépendre de la composition chimique des extraits testés et du niveau de sensibilité des insectes (**Ndomo et al., 2009**).

En Algérie, l'utilisation des produits naturels, plus particulièrement les extraits des plantes, commence à se développer comme méthode de lutte contre les insectes à travers une multitude de travaux (**Kemassi 2008 ; Labouzi, 2010 ; Habbachiet al., 2013; Aouati& Berchi, 2015**).

Ce travail a permis de mettre en évidence la capacité insecticide de l'huile essentielle de *Thymus vulgaris* vis-à-vis l'espèce aphidienne testée; *Aphis spiraecola*. Les tests de toxicité qui ont été appliqués sur les adultes de puceron vert avec différentes concentrations ont engendrés des mortalités après 24h de traitement. Les figures des différents tests mettent en évidence une relation dose- réponse.

Les résultats obtenus montrent que cet extrait a démontré une action insecticide certaine vis-à-vis cette espèce de puceron d'agrumes. Les substances produites par les végétaux agissent contre les phytophages de manières très diversifiées. Elles peuvent être répulsives, toxiques, indigestes ou encore mortelles. A cet effet, elles peuvent constituer une solution alternative de lutte contre les ravageurs de plantes. Leurs propriétés et leur relative innocuité environnementale en font des composés très intéressants pour les traitements phytosanitaires à venir (**Chiasson et Beloin, 2007**). Comme le puceron est insecte ravageur qui s'alimente en continu, le temps après le traitement sera proportionnel à la quantité de produit de traitement administré dans le corps de l'insecte et par conséquent l'augmentation de la mortalité.

L'ensemble des résultats obtenus par cette étude confirment ceux obtenus par plusieurs scientifiques qui ont mis en évidence l'activité biologique d'une multitude d'extraits de plantes à l'égard des pucerons. Pour l'huile essentielle testée, les résultats des tests statistiques montrent qu'il existe une variation concernant le taux de mortalité des insectes qui dépend de la dose utilisée en huile essentielle et la durée d'exposition. D'après (**Kim et al., 2003**), les effets toxiques des huiles essentielles dépendent du ravageur, de l'essence testée et de la durée d'exposition. Ces résultats bien que préliminaires, témoignent que l'huile essentielle de *T. vulgaris* présente une efficacité importante vis-à-vis les adultes des pucerons vert d'agrumes et peut être considérés comme bio-pesticide intéressant susceptible d'être préconisés dans le cadre de la lutte biologique. Comme perspectives, il serait préconisable de relancer ces tests sur le ravageur et ses auxiliaires indigènes, afin de choisir la dose optimale qui contrôle le phytophage et en même temps protège ses ennemis naturels utilisés dans le cadre de la lutte intégrée.

Conclusion

Conclusion

Les plantes synthétisent plusieurs substances du métabolisme secondaire ; ces molécules peuvent avoir différents effets chez les insectes : répulsif, attractif, perturbateur du développement...Etc. Leur toxicité peut être directe ou indirecte sur les organes cibles. L'objectif principal de ce travail était de trouver une alternative biologique aux insecticides synthétiques en appliquant l'essence d'une plante médicinale testée sur le puceron d'agrumes *Aphis spiraecola* dans le but de contrôler ses populations au profit de l'agrumiculture.

L'évaluation *in vitro* de l'activité insecticide des extraits de plantes sur les individus de puceron vert, révèle théoriquement une sensibilité de cet Homoptère aux extraits de *Thymus vulgaris*. Cette sensibilité diffère en fonction de la concentration et augmente au fur et à mesure jusqu'à ce que les taux de mortalité enregistrés avoisinent les 100%. En effet, une augmentation des taux de mortalités cumulées est observée en fonction de la dose employée et de la durée d'exposition. C'est ainsi que des mortalités modérées de 40% observées dans les 24h suivants l'application de l'HE du Thym à une dose de 0.25%, et la population aphidienne n'est complètement éliminée qu'au 6^{ème} jour après traitement, quelque soit la dose utilisée. L'ensemble des résultats obtenus ne constituent qu'une première étape dans la recherche de substances naturelles biologiquement active. Des essais complémentaires sur d'autres stades de développement nécessitent d'être envisagés afin de déduire le moment opportun de tout les traitements confondus voir mener d'autres tests à base de Thymus afin de pouvoir confirmer les performances mises en évidence et particulièrement des tests en plein champs.

Il serait judicieux de faire des investigations pour déterminer le mode d'action de ces extraits et d'identifier avec précision les molécules responsables de cette activité insecticide. Il faudrait aussi songer à valoriser cette perspective mais aussi penser à optimiser le rendement de cet extrait (huile essentielle), afin d'obtenir une quantité suffisante pour une utilisation à grande échelle « *in vivo* ».

Enfin, il faudrait notamment penser au maintien de l'équilibre écologique et à la préservation des ressources végétales, raison pour laquelle nous suggérons qu'il serait

primordiale de protéger les cultures, et aussi contrôler le mode de récolte des plantes médicinales devant être adéquat à leur régénération.

Références bibliographiques:

ABDELKADER O., BOUCHAKOUR T., 2018. Etude de l'activité insecticide de l'huile essentielle de *Syzygium aromaticum* et *Illicium verum* vis-à-vis *Aphis spiraecola*. *mémoire de master*. Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem. p19-25.

AL- BAYATI F. A. (2008). Journal of ethnopharmacology. 166 (3) : 403- 406.

ALFORD, D.V., 2011- Plant pests. Harper Collins, Londres, Royaume-Uni. *Harper Collins Publishers Limited*, 2011 ISBN : 0007338481,9780007338481.500p.

ALILOU H., AKSSIRA M., IDRISSE HASSANI, L.M., EL HAKMOUI A., MELLOUKI F., ROUHI R., BOIRA H., BLASQUEZ A. ET CHEBLI B., 2008. Chemical composition and antifungal activity of *Bubonium imbricatum* volatile oil. *Phytopathol. Mediterr.* (2008) 47, 3–10.

AMIOT J., 2005. *Thymus vulgaris*, un cas de polymorphisme chimique pour comprendre and men: A review of aphid damage and control strategies. *Comptes Rendus Biologies* 333:

ANONYMES., 2009 : site internet,
http://entomofaune.qc.ca/entomofaune/Pucerons/Index_Pucerons.html

ANONYMES., 1999. Fiches phyto de la Revue suisse de viticulture, arboriculture et horticulture. Page 4.

ANSTEAD J.A., WILLIAMSON M.S., DENHOLM I., 2005. Evidence for multiple origins of identical insecticide resistance mutations in the aphid *Myzus persicae*. *Insect Biochem. Mol. Biol.* 35, 249-256

AROUN M.E.F., 1985 - Les aphides et leurs ennemis naturels en vergers d'agrumes de la Mitidja. Thèse Magister. agro., Inst. nati. agro., El Harrach, 125 p

AZEVEDO N.R., CAMPOS I.F., FERREIRA H.D., PRATES T.A., SANTOS S.C., SERAPHIN J.C., PAULA J.R. ET FERRI P.H., 2001. Chemical variability in the essential oil of *Hyptis suaveolens*. *Phytochemistry*; 57(5): 733-736.

BALACHOWSKY A. et MESNIL., 1935 - Les insectes nuisibles aux plantes cultivées, leurs mœurs, leur distribution. Ed. Busson, Paris, T. 1, 1137 p.

BALLADIN D.A; HEADLEY, O., 1999. Evaluation of solar dried thyme (*Thymus vulgaris* Linné) herbs. *Renewable Energy*. 17: 523-531.

BARBAGALLO S., COCUZZA G., CRAVEDI P. & KOMAZAKI S., 2007. IPM case studies : Tropical and subtropical fruit trees. In: van Emden H. F. & Harrington R. (eds.), *Aphids as Crop*

- BEDIAGA M., 2011.** etude ethnobotanique, phytochimique et activités biologiques de *Nauclea Latifolia* smith une plante médicinale africaine récoltée au Mali. thèse de doctora. Universit de bamako. p 10
- BENAISSA O., 2011.** Etude des métabolismes terpénique et flavonique d'espèces de la famille des composées, genres *Chrysanthemum* et *Rhantherium*. Activité Biologique, Thèse Doctorat, université Mentouri Constantine. 63p.
- BENAYAD N., 2008.** Les huiles essentielles extraites par les plantes médicinales marocaine : moyen efficace de lutte contre les ravageurs des denrées alimentaires stockées, Université Mohammed V-Agdal de Rabat, Thèse. Novembre 2008, 13-30pp
- BENBOUALI M., 2006.** Valorisation des extraits de plantes aromatiques et médicinales de "*Mentha rotundifolia* et *Thymus vulgaris*".Magister, Génie chimique, Université Hassiba BEN BOUALI –CHLEF, 6-10 ; 17 ; 20-24 ; 29-37 ; 68-73p.
- BENKIKI, N., 2006.** Etude phytochimique des plantes médicinales algérienne. *Ruta montana*, *Matricaria pubescens* et *Hyperium perfoliatum*. Thèse de Doctorat, Université Al-Hadj Lakhdar Batena, p. 112.
- BOELENS M.H., VALVERDE F., SEQUEIROS L. & JIMENZ R., 1990.** Ten years of hydrodistillation of oils. *Perfumer and Flavorist*, **15**: 11-14.
- BONNEMAIN J. -L., 2010.** Aphids as biological models and agricultural pests. *Comptes Rendus Biologies* 333, 461 - 463.
- BOUHADIBA R., 2014 :** Etude de l'effet insecticide de *Mentha piperita* et de *Nerium oleander* sur *Aphis spiraecola*
- BOUHDID S., IDAOMAR, M. ; ZHIRI, A.; BOUHDID, D.; SKALI, N. S. ; ABRINI, J., 2006.** Thymus essential oils: chemical composition and in vitro antioxidant and antibacterial activities. Biochimie, Substances Naturelles et environnement, *Congrès Intrnational de biochimies, Agadir*. 324-327.
- Boulfekhar-Ramdani H., 1998.** Inventaire des acariens des citrus en Mitidja. Annales de l'Institut National Agronomique El Harrach 19, 30 - 39.
- BRAULT. V., UZEST. M., MONSION. B., JACQUOT. E., & BLANC. S., 2010** - Aphids as transport devices for plant viruses Les pucerons, un moyen de transport des virus de plante. *C. R. Biologies* 333 : 525-531
- BRUNETON J., 1999.** Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales, techniques et documentations Lavoisier Business Media B.V. 1216 pp.
- BYENDA B.M et Nyamangyoku O.I., 2015.** Evaluation In situ des effets d'extraits de *Tephrosia vogelii* *Tetradenia riparia*, *Capsicum frutescens* et *Nicotiana tabacum* sur les cochenilles et les pucerons des agrumes en conditions écoclimatiques de kadjucu, sud-Kivu,R.D. Congo. Sciences journal en ligne de l'ACASTI et du cedesurk acasti and cedesurk online journal ISSN : 2410-4299, An International journal; vol.3,n° 2,.P.7.

CABI., 2013. Fiche technique *Aphis spiraecola*. <http://www.cabi.org/cpc/datasheet/6221> (consulté 4 06 2018).

CHEURFA M., 2015. Intérêt des biomolécules d'origine végétale sur la santé. Thèse de doctorat LMD, sciences alimentaires et nutrition, Université Hassiba BEN BOUALI – Chlef, 4-7 ; 12 ; 19 ; 27-41p

COBUT J.C., 1974 - Biologie, Zoologie. Ed. A. de Bocck, Bruxelles, 308 p.

CORBAZ R., 1990. Principes de phytopathologie et de lutte contre les maladies des plantes. Edition : Lausanne : Presses polytechniques et Universitaires romandes, Paris, 286 pages.

CUI L.L., DONG J., FRANCIS F., LIU Y.L., HEUSKIN S., LOGNAYG, CHEN J.L., BRAGARD C., TOOKER J.F., LIU.Y., 2012. E- β -farnesene synergizes the influence of an insecticide to improve control of cabbage aphids in China. *Crop Protection*, vol. 35, pp. 91-96.

DEDRYVER C.-A. & TURPEAU-AIT IGHIL E., 2011. Variété des cycles biologiques chez les pucerons des arbres fruitiers. *In* : Journées Techniques Fruits et Légumes Biologiques, 7 - 8 décembre 2011, Rennes.

DEDRYVER C-A, LE RALEC A & FABRE F., 2010- The conflicting relationships between aphids and men: A review of aphid damage and control strategies. *Comptes Rendus Biologies* 333:539-553.

DEWEY. M., 2004 – Aphids. Ed Cooperative extension ENT-20, University of Delaware.

DEFERERA D.J., B.N. ZIOGAS & M.G. POLISSIOU., 2000.- GCMS analysis of essential oil from some Greek aromatic plants and their fungi toxicity on *Penicillium digitatum*. *J. Agric. Food Chem.*, 48 (6), 2576-2581

DJROUROU M; HABOUCHI S., 2018. Etude de l'activité insecticide des extraits méthanoïques et huiles essentielles de *Sinapis arvensis* et *Thymus vulgaris* sur les larves de *Aphis spiraecola* (Patch).thèse du master. Université Abdelhamid Ibn Badis- Mostaganem.p.20

DORÉ T., ROGER-ESTRADE J., LE BAIL M., NEY B., MARTIN P., 2006. L'agronomie d'aujourd'hui, Edition Quae, 2006. 384 pages.

DUQUENOIS P., 1968. L'utilisation des huiles essentielles en pharmacie, leur normalisation et l'europe du médicament. *Parf. Cosm. Sov.*, 11: 414-418.

EASTOP V. F., 1977. Worldwide importance of aphids as virus vectors. *In*: Harris K. F. & Maramorosch K. (eds.), *Aphids as Virus Vectors*, Ed. Academic Press (New York), 3 - 62.

EBERHARD. T., ROBERT. A., ANNELISIE., L., 2005. Plantes aromatiques.Editions

EVELYNE T.A., MAURICE H., YVON R., YVES M., 1999. Les pucerons des plantes maraichères, cycle biologiques et activité de vol. ISBN: 2-7380-0857-7

FOUARGE., 1990 - Les pucerons sont-ils dangereux?. *Revue Agronomie Belge*. vol. 47: 4-6

- FAURIE F., 1998.** Ecologie : approche scientifique et pratique. Tec & doc-Lavoisier, Paris. 568p.
- FRANCBOIS Maryline & GEORGET Martine, 2006.** P.B.I.en pépinière sous abri: cas du puceron vert des agrumes sur l'aurier-tin. Phym-Revues Horticoles.NP°P 4855.pages 31-34.
- FRAVAL A., 2006 :** Les pucerons : 1ers partie. *Insectes* **141** (2), 3 - 8.
- FRAVAL A., 2006 :** les pucerons .2éme partie, N°142(3) :27-32. Et SORENSEN, J.T.2003). Aphids P32.
- FUCHSBERG J.R., YONG T.H., LOSEY J.E., CARTER M.E and. HOFFMANN M.P., 2007.** Evaluation of corn leaf aphid (*Rhopalosiphum maidis*; Homoptera: Aphididae) honeydew as a food source for the egg parasitoid *Trichogramma ostrinia* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Biological Control.*, 40: 230-236.
- GHELAMALLAH A., 2016.** Etude des pucerons des cultures maraichères et leurs complexes parasitaires dans la région de Mostaganem (Nord Ouest Algérien).thèse de doctorat.Université abou bkr belkaid Tlemcen. p48.
- GUILLÉN M. D., MANZANOS M. J., 1998.** Study of the composition of the different parts of a Spanish *Thymus Vulgaris* L. *plqnt. Food chemistry.* **63** (3) : 373-383.
- GUY BOIVIN., 2001.** « Parasitoïdes et lutte biologique: paradigme ou panacée ? », *Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement* [En ligne], Volume 2 Numéro 2 | octobre 2001, URL : <http://journals.openedition.org/vertigo/4096>.
- HARBAOUI H., MEZGHANI K.M., MARRAKCHI M., 2008.** Étude morphologique et toxicologique des pucerons (Homoptères : Aphididae) des céréales en Tunisie. *Bull. Soc. zool. Fr.*, 2008, 133(1-3) : 203-213.
- HARMEL N., FRANCIS F., HAUBRUGE E. & GIORDANENGO P., 2008.** Physiologie des interactions entre pomme de terre et pucerons: Vers une nouvelle stratégie de lutte basée sur les systèmes de défense de la plante. *Cahiers Agricultures* **17** (4), 395 - 400.
- HOLMAN, J., 2009.** Host Plant Catalog of Aphids, Palearctic Region. Springer Science and Business Media B.V. 1216 pp.
- HUANG F., ANDOW D.A., BUSHMAN L.L., 2011.** Success of the high dose/refuge resistance management strategy after 15 years of Bt crop use in North America. *Entomol Exp Appl* ; 140:1- 16.
- HULLE. M., TURPEAU-AIT IGHIL. E., ROBERT. Y., & MONETt. Y., 1999 –** *Les pucerons des plantes maraichères.* Cycle biologique et activités de vol. Ed A.C.T.A. I.N.R.A. Paris.
- ILBOUDO Z., 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. Université de Ouagadougou.p.40
- ISMAN M.B., 2000 -** Plant essential oils for pest and disease management, *Crop Protection.*, N° 19, pp. 603-608.

JIMNÉZ-ARELLANES A., MARTINEZ R., GARACIA R., LÉON-DIAZ R., ALUNA-HERRERA J., MOLINA-SALINAS G. et SAID-FERNÁNDEZ S. (2006). Pharmacologyonline., 3 : 569- 574.

JOURDAN et MILLE., 2006. [Statut pour la Nouvelle-Calédonie] Jourdan, H. & Mille, C. 2006. Les invertébrés introduits dans l'archipel néo-calédonien : espèces envahissantes et potentiellement envahissantes. Première évaluation et recommandations pour leur gestion. IRD, Espèces envahissantes dans l'archipel néo-calédonien, 163-214.

KABOUCHE Z, a, N. BOUTAGHANE a, S. LAGGOUNE a, A. KABOUCHE a, Z. AIT-KAKI b, K. BENLABED b., 2005. Comparative antibacterial activity of five Lamiaceae essential oils from Algeria

KEÏTA S.M., VINCENT JEAN-PIERRE C., SCHMIT J.P., RAMASWAMY S.ET BÉLANGER A., 2000. Effect of various essential oils on *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae). Journal of Stored Products Research 36:355- 364.

KHERROUB N., 2018. Le pouvoir insecticide de l'extrait et huile essentielle d'*Origanum vulgare* vis-à-vis de pucerons d'agrumes. Thèse de master.université abd elhamid ibn badis mostaganem. p.50-55

KINDLMANN P., Jarošík V. & DIXON A. F. G., 2007. Population dynamics. *In*: van Emden H. F. & Harrington R. (eds.), Aphids as Crop Pests, Ed. CAB International (UK), 311 - 329.

KOUASSI M., 2001. La lutte biologique : une alternative viable à l'utilisation des pesticides. La revue électronique en sciences de l'environnement. Vol 2 N°2 : 01-12.

KOUMAGLO H. K., 1992 - Quelle alternative pour le développement du monde rural. La Valorisation des Production Végétales : Cas des Produits Aromatique et des Huiles Essentielles. Réunion Scientifique Internationale. IRST Butare, pp.263-268.

KRAMARZ P. et STARK J.D., 2003. Population level effects of cadmium and the insecticide imidacloprid to the parasitoid, *Aphidius ervi* after exposure through its host, the pea aphid, *Acyrtosiphon pisum* (Harris). Biological Control 27 (2003) 310–314.

KRIEF, S., 2003. Métabolites secondaires des plantes et comportement animal.

LECLANT F., 2000. Les pucerons des plantes cultivées. 3-arbres fruitières. INRA, pp 7-13. Low-Risk Products in a High-Stakes World. Annu. Rev. Entomol. 57: 405-424.

LAMONTAGNE, E., 2004. Caractérisation de nouvelles souches de *Bacillus thuringiensis* d'intérêt pour la production des biopesticides et d'enzyme par fermentation de boues d'épuration municipale. Université du Québec INRSETE.

MAAMERI E., 2013. Etude bioécologique de deux pucerons *Aphis gossypii* et *Myzus persicae* et leurs ennemis naturels sur poivron sous serre dans la région de Mostaganem. Mémoire d'Ingénieur Agronome, option : protection des végétaux. Université de Mostaganem, Algérie, 120 p.

MABBERLEY D.J., 1997. The plant-book: A portable dictionary of the vascular plants.

Cambridge University Press, 858p.

MAKKOUK K.M. et KUMARI S.G., 2001. Reduction of incidence of three persistently transmitted aphid-borne viruses affecting legume crops by seed-treatment with the insecticide.

MALECKY, M., 2005. Métabolisme des terpénoïdes chez les caprins, thèse Mali. thèse de doctora. Université de Bamako. p 10.

MCCORNACK B. P, RAGSDALE D. W et VENETTE R. C., 2004. Demography of soybean aphid (Homoptera: Aphididae) at summer temperatures. *Journal of Economic Entomology* 97 : 854- 861.

MORALES. R., 2002. The history, botany and taxonomy of the genus *Thymus*. In : *Thyme : the genus Thymus*. Ed. Taylor & Francis, London. pp. 1-43 .

MORALES. R., 1997. Synopsis of the genus *Thymus* L. in the Mediterranean area. *Lagasalia*, 19(1-2), 249.

MYERS S. W. et GRATTON C., 2006. Influence of potassium fertility on soybean aphid, *Aphis glycines* Matsumura (Hemiptera: Aphididae), population dynamics at a field and regional scale. *Environmental Entomology* 35 : 219-227.

MYERS S. W., GRATTON C., WOLKOWSKI R. P., Hogg D. B. et Wedberg J. L., 2005. Effect of soil potassium availability on soybean aphid (Hemiptera: Aphididae) population dynamics and soybean yield. *Journal of Economic Entomology* 98 : 113-120.

ONSTAD D. W., FANG S. et VOEGTLIN D. J., 2005. Forecasting seasonal population growth of *Aphis glycines* (Hemiptera: Aphididae) in soybean in Illinois. *Journal of Economic Entomology* 98 : 1157-1162.

PHILOGÈNE B.J.R., REGNAULT-ROGER C. & VINCENT C., 2002. Produits phytosanitaires insecticides d'origine végétale : promesses d'hier et d'aujourd'hui. In « Biopesticide d'origine végétale ». éditions TEC et DOC., France, EMD S.A.S. pp. 1-16.

POWELL G, TOSH C R et J HARDIA., 2006- Hôte sélection des plantes par les pucerons: comportement, Perspectives d'évolution et appliquées. *Annu. Rev. Entomol*, 51. 309-330.

POWELL W. & PELL J. K., 2007. Biological control. *In*: van Emden H. F. & Harrington R. (eds.), *Aphids as Crop Pests*, Ed. CAB International (UK), 469 - 513.

PRALORAN J.-C., 1971. Les agrumes. Ed. G.-P. Maisonneuve et Larose (Paris), 565 p..

QUEZEL P., SANTA S., 1962. Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. *CNRS, Paris*, 636p

RABASSE, J.M., 1979. Implantation d'*Aphidius matricariae* dans les populations d'*Aphis Gossypii glower* sous serre. In [Bull. Int.N « faune et flore auxiliaire en agriculture » Paris 06-7

RAGSDALE D. W., D. J. VOEGTLIN et R. J. O'NEIL., 2004. Soybean aphid biology in North America. *Annals of the Entomological Society of America* 97 : 204-208.

RAGSDALE D. W., MCCORNACK B. P., VENETTE R. C., POTTER B., MACRAE I. V., HODGSON E. W., O'NEAL M. E., JOHNSON K. D., O'NEIL R. J., DIFONZO C. D., HUNT T. E., GLOGOZA P. A. et CULLEN E. M., 2007. Economic threshold for soybean aphid (Hemiptera: Aphididae). *Journal of Economic Entomology* 100 : 1258-1267.

RAMADE F., 1994. *Eléments d'écologie : écologie fondamentale*. Ed. Ediscience. 579 p.

REGNAULT-ROGER C., VINCENT C., THOR ARNASON J., 2012. Essential oils in insect control: low-risk products in a highstakes world. *ANNUAL REVIEW OF ENTOMOLOGY*, vol. 57, p. 405-424.

REGNAULT-ROGER C., 2005. Molécules allélochimiques et extraits végétaux dans la protection des plantes : nature, rôle et bilan de leur utilisation au XXe siècle. In Regnault-Roger, C, Fabres G. Philogène, B J.R .Enjeux phytosanitaires pour l'agriculture et l'environnement. Lavoisier Tec & Doc, Paris, pp 625-650.

RHAINDS M., ROY M., DAIGLE G. et BRODEUR J., 2007. Toward management guidelines for the soybean aphid in Quebec. I. Feeding damage in relationship to seasonality of infestation and incidence of native predators. *Can. Entomol* 139 : 728-741.

RONZON B., 2006. Biodiversité et lutte biologique Comprendre quelques fonctionnements écologiques dans une parcelle cultivée, pour prévenir contre le puceron de la salade. Extrait d'un mémoire de fin d'étude sur les bandes fleuries, qui sont utilisées comme réservoir d'insectes auxiliaires CES Agriculture Biologique, ENITA C. 25p.

S. J. SIMPSON, Changes in the efficiency of utilisation of food throughout the fifth instar nymphs of *Locusta migratoria*. *Ent. exp. et appl.*, 31 (1982) 265-275.

SAHRAOUI L. & HEMPTINNE J. L., 2009. Dynamique des communautés des coccinelles (Coleoptera : Coccinellidae) sur agrumes et interactions avec leurs proies dans la région de Rouiba (Mitidja orientale) Algérie. *Annales de la Société Entomologique de France* 45 (2), 245 - 259.

SALVO A., VALLADARES G. R., 2007. Leafminer parasitoids and pest management : *Ciencia Investigacion Agraria*. 34(3): 167-185. www.rcia.puc.cl.

SCHIMMENTI E., BORSELLINO V. & GALATI A., 2013. Growth of citrus production among the Euro-Mediterranean countries: political implications and empirical findings. *Spanish Journal of Agricultural Research* 11 (3), 561 - 577.

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

SORENSEN J.T., 2003 : *Aphids*. , 32 p.

STALIKAS, C.D., 2007. Extraction, separation, and detection methods for phenolic acids and flavonoids. *J. Sep. Science*, 30: 3268-3295.

SULLIVAN D. J., 2008. Aphids (Hemiptera: Aphididae). In: Capinera J. L. (ed.), *Encyclopedia of Entomology*, Ed. Springer (Dordrecht), 191 – 215

TAKEUCHI H., LU Z .B et FUJITA T., 2004. *Biotechnology and biochemistry*.

- TAMERT A., LATRECHE A., AOUAD L., 2017.** Phytochemical Screening and Antimicrobial Activity of Extracts of *Thymus serpyllum* and *Thymus vulgaris* from the Mount of Tessala (Western Algeria). *Pharmacognosie*, 15: 384-394.
- TANYA. D., 2002** – Aphids. Bio-Integral Resource Center, Berkeley.
- TEUSCHER E., ANTON R., LOBSTEIN A., 2005.** Plantes aromatiques Epices, aromates, condiments ethuiles essentielles. Tec & Doc. Lavoisier, Paris, 521p.
- TREMBLAY E., 1984.** The parasitoid complex (Hymenoptera: Ichneumonoidea) of *Toxoptera aurantii* (Homoptera: Aphidoidea) in the Mediterranean area. *Entomophaga* **29**, 203 - 209.
- TRIPATJI et al., 2009.** A review on prospects of essential oils as biopesticide in insect-pest management, *Journal of Pharmacognosy and phytotherapy* vol 5(1), 052-063
- TRUDEL R., 2005.** Protéine de l'ail, *Allium sativum*, au service de la lutte contre des insectes piqueurs-suceurs (Homoptera) / *Allium sativum*, a protein from garlic used to control piercing-sucking insects (Homoptera). *Phytoprotection*, vol. 86, n° 2, 2005, p. 87.
- TURPEAU E., HULLÉ M. & CHAUBET B., 2015.** La morphologie des pucerons et les critères d'identification. Disponible sur le site <https://www6.inra.fr/encyclopedie-pucerons/Qu-est-ce-qu-un-puceron/Morphologie>. Consulté le 23 /07/ 2018.
- VAN DEN BERG H., ANKASAH D., MUHAMMED A., RUSLI R., WIDAYANTO H. A., WIRASTO H. B. et YULLY I., 1997.** Evaluating the role of predation in population fluctuations of the soybean aphid *Aphis glycines* in farmers' fields in Indonesia. *Journal of Applied Ecology* 34 : 971-984.
- VAN DRIESCHE R.G. & BELLOWS T.S., 1996.** Biological control, Chapman & Hall, New York.
- VINCENT C., 1998.** Les biopesticides. *Antennae*, 5 : 7-29
- VINCENT C. & CODERRE D., 1992.** La lutte biologique. Gaëtan Morin Editeur (Montréal) et Tec & Doc Lavoisier, Paris
- WABO P, MPOAME J, BILONG M , BILONG CF, KERBOEU D., 2005** - Etude comparée *in vitro* de l'activité nématocidique de l'extrait éthanolique de la poudre d'écorce de *Canthium mannii* (*Rubiaceae*) et du Mébendasole.P2
- WALTER A. J. et DIFONZO C. D., 2007.** Soil potassium deficiency affects soybean phloem nitrogen and soybean aphid populations. *Environmental Entomology* 36: 26-33.
- WANG Y., Ma L., WANG J., REN X., & ZHU W., 2000.** A study on system optimum control to diseases and insect pests of summer soybean. *Acta Ecologica Sinica* 20 : 502-509.
- WILLIAMS I. S. & DIXON A. F. G., 2007.** Life cycles and polymorphism. In: van Emden H. F. & Harrington R. (eds.), *Aphids as Crop Pests*, Ed. CAB International (UK), 69 - 85.
- WILSON R., 2002.** Aromatherapy: Essential oils for vibrant health and beauty. *Penguin edition*, 340p.

WU Z., SCHENK-HAMLIN D., ZHAN W., RAGSDALE D. W. et HEIMPEI G. E., 2004. The soybean aphid in China: a historical review. *Annals of the Entomological Society of America* 97, 209- 218.

YU Y., SHEN G., ZHU H., Lu Y., 2010. Imidacloprid-induced hormesis on the fecundity and juvenile hormone levels of the green peach aphid *Myzus persicae* (Sulzer) *Pestic Biochem Phys.* (98) :38–242.

ZEGHAD. N ., 2012 .évaluation de l'activité antibactériennes de deux plantes médicinales « *Thymus vulgaris*, *Rosmarinus officinalis*) .éditions universitaires Européennes

ZEGHIB A., 2013. Etude phytochimique et activités antioxydante, antiproliférative, antibactérienne et antivirale d'extraits et d'huiles essentielles de quatre espèces endémiques du genre *Thymus*. Thèse de doctorat en sciences, chimie organique, Université de Constantine 1, 2-10p.

Annexes :

Annexe 1 : l'évolution du taux de mortalité cumulée de l'huile essentielle du thym

	1j	2j	3j	4j	5j	6j
Témoin	0	0	0	15	15	15
0.25%	45	45	60	65	85	100
0.50%	40	45	65	80	85	100
1%	45	45	75	85	95	100
2%	60	75	80	95	100	100

Annexe 2 : l'évolution du taux de mortalité corrigée de l'huile essentielle du thym

	1j	2j	3j	4j	5j	6j
0.25%	45	45	60	59	82	100
0.50%	40	45	65	76	82	100
1%	45	45	75	82	94	100
2%	60	75	80	94	100	100

Annexe 3 : analyse de variance de l'efficacité de l'huile essentielle du thym

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr
modèle	6	10668,800	1778,133	55,107	<0,0001
Erreur	8	258,133	32,267		
Total corrigé	14	10926,933			
BLOC	2	232,533	116,267	3,603	0,077
TRT	4	10436,267	2609,067	80,860	<0,0001

Annexe 4 : analyse de variance de l'efficacité de l'huile essentielle du thym, classement des groupes:

Modalité	Moyenne	Groupes		
T2%	81,333	A		
T1%	69,333		B	
T0.5%	64,000		B	
T0.25%	61,333		B	
T0	5,333			C

LSD-value	10,70
-----------	-------