

République Algérienne Démocratique et Populaire

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



جامعة عبد الحميد بن باديس
مستغانم
كلية علوم الطبيعة والحياة

DEPARTEMENT D'AGRONOMIE

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présentés par

M^r. KADDOURI YUCEF HICHAM

M^r. BOURABA ABDERRAOUF

MASTER 2 EN AGRONOMIE

Spécialité : Protection des cultures

THÈME

« Étude de l'effet « *in vitro* » et « *in vivo* » de
l'extrait méthanoïque de *Salvia officinalis* sur le
puceron vert des agrumes *Aphis spiraecola* »

Soutenue publiquement le 04 /06 / 2018

DEVANT LE JURY

Président:	M ^{lle} . BOUALEM Malika	MCA U. Mostaganem
Examinatrice :	M ^{lle} . BADAOUI Mahdjouba Ikram	MCB U. Mostaganem
Encadreur:	M ^{me} . SAIAH Farida	MCB U. Mostaganem
Co- Encadreur:	M ^{me} . BERGHEUL Saida	MCB U. Mostaganem

Thème réalisé au laboratoire de Biochimie

Remerciements

Nous tenons à remercier avant tout ALLAH qui nous a aidé et nous a donné la force, le courage et la patience pour réaliser ce modeste travail

Nos devons une reconnaissance particulière au Mme SAIAH Farida, l'encadreur pour accepter l'encadrement de ce travail et pour ses conseils.

*Nous tenons à remercier Mme BERGHEUL Saida
Co-encadreur.*

Nos remerciements vont à Mlle. BOUALEM Malika pour nous avoir fait l'honneur d'accepter de présider le jury.

Nous tenons à remercier Mlle. BADAOUI Mahdjouba Ikram qui a bien voulu examiner et évaluer ce travail .

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

JE DIS MERCI

Résumé

Parmi les insectes inféodés aux agrumes, les pucerons occupent une place très particulière du fait qu'ils sont considérés aujourd'hui parmi les insectes ravageurs les plus importants induisant des pertes économiques notables.

Dans le bassin méditerranéen, les populations aphidiennes sont favorisées par le climat qui permet généralement le maintien de leur activité tout au long de l'année.

Dans une perspective de chercher de nouveaux produits susceptibles d'être utilisés en lutte biologique contre ce ravageur. L'objectif de cette étude est de vérifier l'effet insecticide des extraits de *Salvia officinalis* (la sauge) sur le puceron vert des agrumes *Aphis spiraecola*.

Pour répondre à cet objectif, une extraction des feuilles de la sauge a été réalisée, afin d'évaluer sa toxicité sur les pucerons verts.

L'extrait méthanolique de la sauge a donné une activité insecticide remarquable par rapport aux lots de témoin « *in vitro* » avec $DL_{50} = 2,01\%$ et aussi « *in vivo* » avec $DL_{50} = 2,38\%$, cet effet est variable selon la dose appliquée.

Mots clés : *Aphis spiraecola*, Aphidiennes, *Salvia officinalis*, test de toxicité, insecticides, DL_{50} .

Abstract

Among the subservient insects, citrus aphids occupy a very special place because they are considered today among the most important insect pests inducing significant economic losses.

In the Mediterranean, the aphid populations are favored by the climate, which generally allows the maintenance of their activity throughout the year.

In a perspective of looking for new aids that may be used in biological control against these pests. The purpose of this study is to verify the insecticidal effect of extracts of *Salvia officinalis* (sage), on green aphids, citrus *Aphis spiraecola*.

To meet this goal, sage leaf extraction was performed to evaluate its toxicity to green aphids.

The methanoic extract of sage gave a remarkable insecticidal activity, by adding to batches of control "in vitro" with LD50 = 2.01% and also "in vivo" with LD50 = 2.38, this effect is variable according to the applied dose.

Keywords: *Aphis spiraecola*, *Salvia officinalis*, Aphid, toxicity test, LD50.

Listes des figures

Figure N° 01: fleures d'orange.....	04
Figure N° 02: Formation du fruit chez l'Oranger :	05
Figure N° 03 : Les différentes parties d'orange	06
Figure N°04 : Principaux pays producteurs d'agrumes dans le monde	08
Figure N°05 : Morphologie d'un puceron aptère (A) et ailé (B)	18
Figure N° 06 : puceron vert <i>Aphis spiraecola</i>	18
Figure N° 07 : Cycle biologique complet d'un puceron.....	20
Figure N° 08 : Enroulement des feuilles d'agrumes suite aux attaques des pucerons....	21
Figure N°09 : Représentation schématique de la sauge Officinale (<i>Salvia officinalis</i> .L.).....	27
Figure N°10 : la sauge (<i>Salvia officinalis</i>)	29
Figure N°11: feuilles de <i>Salvai officinalis</i> L.....	33
Figure N° 12 : Verger d'agrumes situé à la station expérimentale de l'université de Mostaganem	34
Figure N°13: le puceron (<i>Aphis spiraecola</i>) sur les feuilles d'agrumes	34
Figure N°14: l'extraction de la sauge (<i>Salvia officinalis</i>) par un Soxhlet	35
Figure N°15 : le dispositif de rota vapeur	36
Figure N°16 : Les dilutions préparées	37
Figure N°17: Dispositif expérimentale du test de toxicité de l'extrait méthanoïque de <i>Salvia officinalis</i> sur <i>Aphis spiraecola</i> <i>in vitro</i>	38
Figure N°18 : Dispositif expérimental de test de toxicité d'extrait méthanoïque de <i>Salvia</i> <i>officinalis</i> sur puceron vert d'oranger <i>Aphis spiraecola</i> <i>in vivo</i>	39
Figure N°19: Effet de différentes doses de l'extrait de <i>Salvia officinalis</i> sur le taux de mortalité cumulé des pucerons vert des agrumes <i>Aphis spiraecola</i> « <i>in vitro</i> ».....	40
Figure N°20 : Taux de mortalité des adultes du puceron vert des agrumes (<i>Aphis</i> <i>spiraecola</i>) sous l'effet de l'extrait des feuilles de <i>Salvia officinalis</i> enregistré le 2 ^{eme} jour du traitement. « <i>in vitro</i> ».....	41

Figure N°21 : Effet de l'extrait méthanoïque de *Salvia officinalis* sur le taux de mortalité des pucerons vert des agrumes (*Aphis spiraecola*) « in vivo ».....41

Figure N°22: Taux de mortalité des pucerons verts des agrumes (*Aphis spiraecola*) traités par l'extrait méthanoïque des feuilles de *Salvia officinalis* enregistré le 3^{ème} jour. « in vivo ».....42

Liste des tableaux

Tableau N°01 : Superficies, productions et rendements des agrumes dans les principaux pays Producteurs en 201308

Tableau N°02 : Superficies, productions et rendements des différents agrumes en Algérie en 201309

Tableau N°03 : Les principales maladies et ravageurs des agrumes12

Tableau N° 04 : Les caractéristiques morphologiques de puceron18

Tableau N° 05: Les insectes auxiliaires et les champignons entomopathogènes commercialisés et employés en lutte biologique contre les pucerons26

Tableau N°06 : les variétés de Sauge officinale29

Liste des abréviations

C. : Citrus

°C : degré celsius

Cm: centimètres

CMV : Cucumber mosaic virus

DDT :dichlorodiphényltrichloroéthane

G: gramme

Ha : hectare

ITAF : Institut Technique de l'Arboriculture Fruitière

J_C : avant Jésus-Christ

Km : kilomètre

L1 L2 L3 L4 : larve du 1er 2 ème 3 ème 4 ème stade larvaire de la forme aptère

M : mètre

MC% : pourcentage de mortalité corrigé

ML: millilitre

Mm : millimètre

MT : millions de tonnes

N : nord

PH : potentiel hydrique

PPV : Plum poxvirus virus

Qx : Quintaux

S : sud

T : tonnes

VA : virginipare aptère

VA : adulte virginipare aptère

VL : adulte virginipare aptère

ZYMV: Zucchini yellow mosaic virus

INTRODUCTION GENERALE

Introduction

Les agrumes se rencontrent aujourd'hui sur les cinq continents, leur distribution naturelle était à l'origine centrée sur l'Asie du sud-est, dans des régions à climat chaud et humide. Le mot « agrume » quant à lui provient du latin (*acrumen*), qui désignait dans l'antiquité des arbres à fruits acide, Les agrumes sont très sensibles aux maladies cryptogamiques, et ont aussi beaucoup de ravageurs qui causent des dégâts énormes et influent sur la rentabilité des vergers d'agrumes algériens (Bachés et bachés, 2011).

Parmi les cultures les plus appréciées en Algérie, l'agrumiculture occupe une place très importante et constitue un intérêt économique de valeur. Cependant, 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 subissent, 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 dégâts occasionnés par les maladies virales comme la psorose (*Citivirus psorosis var. vulgare Faw*), la tristeza (*Citivirus viatoris Faw*) et la gommose sont prédominants dans les vieilles plantations. Les ravageurs quant à eux (pucerons, cochenilles, aleurodes, acariens et mineuses), restent incontestablement les ravageurs les plus répandus (Sahraoui et al., 2001)

Parmi ses derniers, les pucerons occupent une place très particulière. Les dégâts occasionnés sont fonction d'une part de la durée de présence et de la quantité de puceron sur l'arbre, d'autres parts du stade de développement de celle-ci et de son degré de sensibilité.

La lutte efficace contre ces ennemis de culture est réalisée par l'application massive des insecticides de synthèse, qui restent responsable de plusieurs problèmes environnementaux, de santé humaine et la base de la sélection d'une population résistante (Nauen et al., 2003).

L'utilisation des produits chimiques contre les espèces aphidiennes posent de graves problèmes à l'environnement en raison de leur grande toxicité. Selon Deferera et al., 2000 un sérieux problème se pose quant à l'efficacité à long terme de ces produits qui se manifeste par un développement de la résistance.

Il est devenu très indispensable de rechercher de nouvelles molécules en prenant en compte d'autres critères que l'efficacité. Cette recherche s'est orientée vers la lutte biologique par l'utilisation de substances naturelles insecticide pouvant constituer une solution

alternative aux produits chimiques. Parmi ces substances naturelles figurent les extraits des plantes aromatiques.

L'Algérie, par sa situation géographique, offre une végétation riche et diverse. Un grand nombre de plantes aromatiques y pousse spontanément. L'intérêt porté à ces plantes n'a pas cessé de croître au cours de ces dernières années (Benkik, i 2006). C'est dans ce contexte que s'inscrit ce travail, ayant pour objectif de mettre en évidence l'activité insecticide de l'extrait méthanoïque *Salvia officinalis* sur *Aphis spiraecola*. par des essais « *in vivo* » et « *in vitro* ».

PATRIE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I :
GÉNÉRALITÉ SUR LES
AGRUMES

I.1. Historique et origine

D'après Praloran (1971), ils seraient originaires de l'Asie du sud. Ils étaient connus en Chine entre 2400 et 800 avant J.C. Ils apparaissent dans le bassin méditerranéen dès l'antiquité. C'est à partir du Bassin Méditerranéen et grâce aux grandes découvertes que les agrumes furent diffusés dans le monde (Loussert, 1987).

Ils ont été répandus selon trois voies principales, vers les côtes anglaises de l'Afrique au X^{ème} siècle par les navigateurs arabes, En Haïti, îles des caraïbes, puis en Amérique central grâce à Christophe Colombe en 1493 et au cap par les Anglo hollandais en 1654 (Loussert, 1989).

Cette distribution est faite dans un premier temps par la voie terrestre, via l'Asie mineure et le Moyen-Orient, puis s'est accéléré grâce aux échanges maritimes dès le XVI^{ème} à des latitudes légèrement supérieures à 40° (Le Bellec F., Le Bellec V., 2007).

I.2. La position systématiques

D'après Praloran (1971) la position taxonomique des agrumes, selon Swingle est celle indiquée comme suite :

Règne : *Végétale*

Embranchement : *Angiospermes*

Classe : *Eudicotes*

Sous classe : *Archichlomydeae*

Ordre : *Germinal (Rutales)*

Famille : *Rutaceae*

Sous-famille : *Aurantioideae*

Tribus : *Citreae*

Sous-tribu : *Citrinae*

Genre : *Poncirus, Fortunella et Citrus*

1.3. Caractéristique botanique des agrumes

Les agrumes sont des petits arbres ou arbustes, dont la taille peut varier de 2 à 10 mètres de haut suivant les espèces. Leur frondaison est généralement dense et leurs feuilles sont persistantes, à l'exception des *Poncirus*. leurs fruits, constitués de quartiers remplis de petites vésicules très juteuses, constituent, leur principale originalité. les botanistes lui ont donné un nom particulier : hesperidium, du nom du jardin des Hespérides de la mythologie.

On ne connaît pas d'autres fruits ayant cette structure. Toutes les parties de l'arbre contiennent des glandes à essence : écorce, feuilles, branches, fleurs, fruits. Le parfum fait partie de

l'agrumes. Quant à leur durée de vie, les agrumes centenaires sont légions algériens (Bachés et Bachés, 2011).

I.3.1. Les fleurs

Les fleurs sont généralement de couleur blanche, de 4 à 5 pétales imbriqués, souvent recourbés vers l'arrière, souvent très odorantes. Selon les espèces, la floraison en grappe ou en fleur isolée est très abondante. L'époque de floraison varie selon les espèces et le climat, de mars à juillet .la pollinisation est assurée par le vent et les insectes .pour cette raison, il ne faudra pas oublier d'ouvrir les fenêtres ou de « faire l'abeille » avec un pinceau afin que les agrumes d'appartement fructifient (Bachés et Bachés, 2011).



Figure N° 01: fleurs d'orange.

I.3.2. Les fruits

Selon les espèces, les fruits mûrissent de novembre à mars.il faut donc 7 à 10 mois pour qu'une fleur se transforme en fruit. Forme, couleur et taille varient selon les espèces et leurs cultivars : du petit Kumquat au très gros pamplemousse, de verdâtre à jaune, orange ou rouge, de rond, ovale aux formes plus que bizarres du cédrat 'Digitata'.l'écorce varie aussi beaucoup, La maturité s'accompagne d'une modification de couleur du fruit et d'un enrichissement en sucres. Cette maturité du fruit s' évalue au taux de sucre et n'est pas forcément corrélée à la coloration. S'il est vrai que le fruit mur est en général coloré, certains, précoces, comme la mandarine Saturna, le sont après la maturité. Le froid lié aux variations d'intensité lumineuse (durée du jour) est responsable de la coloration des fruits. Ainsi, sous les tropiques, l'orange reste souvent verdâtre. La recherche éperdue de précocité des clémentines (notamment en Espagne) entraîne l' obligation, début octobre, du déverdissement artificiel des premières récoltes (Bachés et Bachés, 2011).

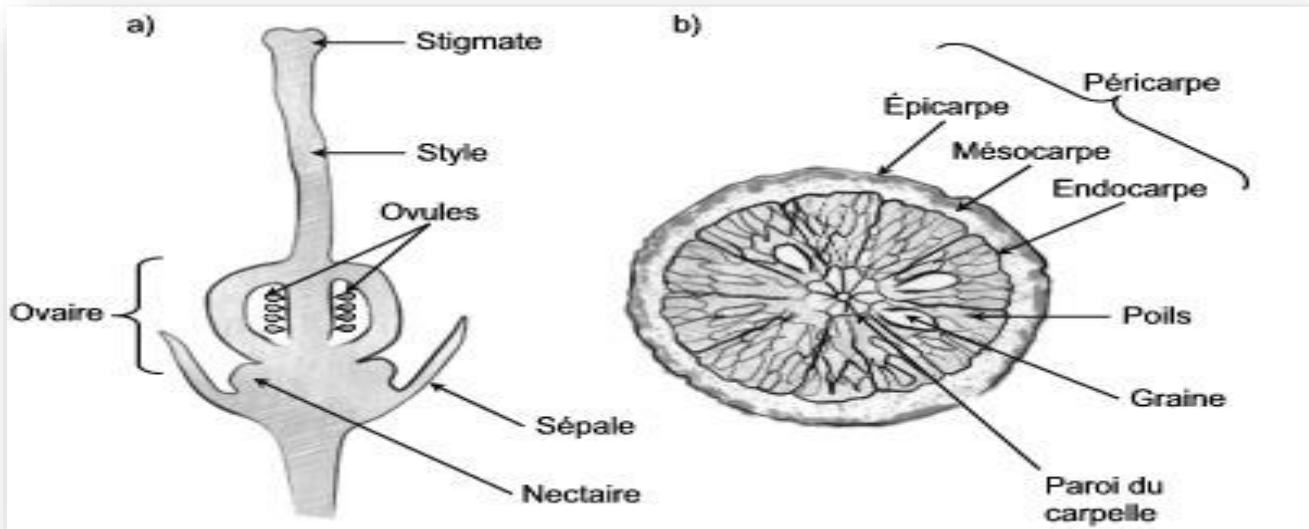


Figure N° 02 : Formation du fruit chez l'Oranger : (a) fleur flétrie vue en coupe longitudinale, (b) fruit en coupe transversale.

I.3.3. Les racines

À part les *Poncirus* qui émettent des racines pivotantes profondes, l'enracinement est superficiel et peut s'étendre jusqu'à 6 à 7 m du pied de l'arbre, à la recherche de l'eau et des éléments nutritifs. Cette caractéristique explique la forte sensibilité des agrumes à la sécheresse. (Bachés et Bachés, 2011).

I.3.4. Les feuilles et les rameaux

En général, les agrumes se ramifient facilement et naturellement, et possèdent une frondaison dense. Il y a plusieurs poussées de végétation dans l'année, la plus importante étant au printemps, dès que la température dépasse 12 °C. Les rameaux sont assez souvent couverts d'épines (épineux ne signifiant pas sauvage). Les *Poncirus* ont une feuille trifoliée et pas caduque. Les *Citrus* et *Fortunella* ont une feuille entière et persistante. Cette persistance n'est pas éternelle. La feuille a une durée de vie limitée et les chutes interviennent naturellement quand de nouvelles pousses apparaissent. (Bachés et Bachés, 2011).



Figure N° 03 : Les différentes parties d'orange (Rameux, feuilles, fruits, (Originale, 2018). feuilles et branches d'orange.

I.4. Le cycle végétatif des agrumes

Selon Praloran (1971). La multiplication des végétaux fait intervenir deux processus :

- La multiplication sexuée qui résulte de la fusion du gamète male et du gamète femelle.
- La multiplication asexuée (végétative) qui fait intervenir la capacité d'évolution de Cellules peu différenciée comme celle du méristème. Des plus, de nombreux agrumes ont la possibilité de donner à coté de l'embryon sexué. Des embryons provenant du développement des cellules d'un tissu de l'ovule ; le nucelle : ces embryon correspondent donc a ne multiplication végétative particulière.

I.4.1. La reproduction sexuée

Quand un équilibre s'établit entre le développement des différentes parties végétatives, L'arbre est alors en mesure d'assurer la pérennité de l'espèce parla reproduction.

A- La floraison :

Les agrumes fleurissent au printemps, après le repos plus ou moins marqué de la saison froide. Certains limes, cédratier et citronnier fleurissent toute l'année (on parle dans ce cas de variété remontante). On observe parfois une apparition de fleurs hors saison.

B- La fructification :

L'évolution normale, après la fécondation conduit au développement de la graine.

Cependant, de nombreuses variétés dont les plus importantes du point de vue commercial, sont Aspermes ou presque dépourvus de graines.

Ces variétés ne produisent pas de graines suite à une dégénérescence de l'ovule ou par suite de non fécondation (parthenocarpie), le fruit des agrumes est une baie Pluviloculaire.

La croissance du fruit s'étend sur les trois quarts de l'année de floraison a lieu au printemps alors que la récolte des fruits à lieu dès la fin de l'automne et se poursuit pendant l'hiver (Praloran, 1971).

I.4.2. La reproduction asexuée

La plus part des agrumes sont des végétaux très instable du point de vue génétique. L'intérêt de la reproduction asexuée réside dans la possibilité d'obtenir une plante ou l'orange mère, sans modification génétique de celui-ci, elle est très fréquente en agrumiculture.

On a essentiellement recours au greffage; le bouturage est encore employé à titre expérimental.

I.5. Importance économique

Le marché des agrumes est pro-dominé par celui des oranges. Ces dernières peuvent être commercialisées sous forme de fruits frais ou transformées en jus (Lacirignola & D'Onghia, 2009).

En plus de l'intérêt alimentaire, les agrumes sont très utilisés en pharmacologie. A titre d'exemple, ils contiennent de nombreux métabolites présentant des propriétés intéressantes pour la santé (Tadeo et al. 2008). En outre, le pomelo est souvent recommandés pour les personnes qui souffrent d'un excès de poids (Xiao et al., 2014), et il a de nombreux bienfaits pour la santé (Xu et al., 2007 ; Yin et al., 2012).

I.5.1. Dans le monde

Les Citrus représentent la culture fruitière la plus importante dans le monde du point de vue économique (Tadeo et al., 2008). Les agrumes sont cultivés dans plus de 100 pays à travers le monde (Peña et al. 2007). Ils sont cultivés dans la plupart des régions tropicales et subtropicales, entre les latitudes 40°N et 40°S (Agustí et al, 2014) et les altitudes allant de zéro à 1000m (Hill, 2008). Les principales régions de production, se localisent dans le Sud des États-Unis, la région méditerranéenne, l'Afrique du Sud, l'Amérique du centre, l'Australie, la Chine et le Japon (Hill, 2008).

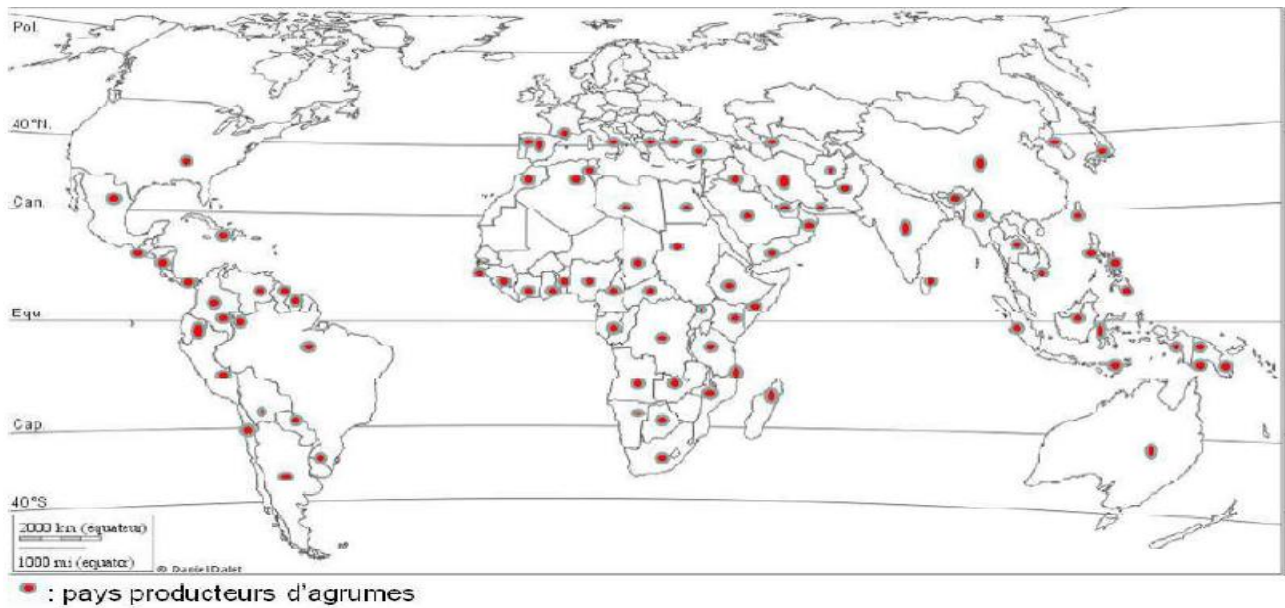


Figure N°04 : Principaux pays producteurs d'agrumes dans le monde (Ndo, 2011)

La production mondiale d'agrumes se situe autour de 100 millions de tonnes (MT), y compris 62 MT d'oranges (*Navel, Maltaises, sanguines, Valencia late...*), 22 MT de petits fruits (*satusma, clémentines, mandarines ...*) et 12 MT de limons (*citrons, limes*) (Lebdi Grissa, 2010). Les superficies, les productions et les rendements des agrumes dans certains pays à travers le monde en 2013 sont exposés dans le tableau 01.

Tableau N°01 : Superficies, productions et rendements des agrumes dans les principaux pays Producteurs en 2013 (FAOstat, 2016)

Pays	Superficies (ha)	Productions (tonnes)	Rendement (qx/ha)
Chine	3 051 300	33 104 744	108,49
Inde	970 000	10 090 000	104,0
Brésil	802 862	19 734 725	245.80
Nigéria	795000	3 800 000	47.8
Mexique	556 789	7 613 105	136.73
États-Unis	322 714	10 133 246	314.00
Espagne	307 900	6 379 100	207.18
Pakistan	195 300	2 150 000	110.09
Égypte	173 007	4 092 339	236.54
Italie	154 764	2 744 779	193.32
Iran	145 837	2 730 920	187.26

Argentine	145 595	2 814 697	193.32
Turquie	125 383	3 681 158	293.59
Maroc	113 122	1 467 925	129.76
Vient Nam	81 116	971 560	119.77
Thaïlande	86 755	1 064 942	122.75
Afrique du sud	73 731	2 407 180	326.48
Colombie	72 140	1 153 547	159.90
Pérou	69 279	1 052 282	151.89

1.5.2. En Algérie

En Algérie, l'arboriculture fruitière constitue un intérêt social, économique et alimentaire (Abd Elhamid, 2009).

Durant la campagne 2006/2007, la superficie réservée aux agrumes au niveau national est estimée à 62 606 ha (Biche, 2012). Les orangers, en particulier, les variétés précoces (Washington Navel et Thomson Navel), occupent 50 % de cette superficie (Kerboua, 2002).

Les superficies, les productions et les rendements des différentes espèces d'agrumes, sont présentés sur le tableau 02

Tableau N° 02 : Superficies, productions et rendements des différents agrumes en Algérie en 2013 (FAOstat, 2016)

Agrumes	Superficies (ha)	Production (tonnes)	Rendement (qx/ha)
Oranges	41 382	890 674	215.23
Tangerines, Mandarines, Clémentines, Satsumas	12 115	231 233	190.86
Citrons et limes	3 897	80 999	207.85
Pamplemousses et pomelos	85	1 945	228.82
Total	57 929	1 205 401	Rendement moyenne = 208.08

Les grandes zones de production par ordre d'importance, sont la plaine de la Mitidja (44 %), Habra à Mascara (25 %), le périmètre de Bounamoussa et la plaine de Saf Saf à Skikda (16 %) et le périmètre de la Mina et le bas Chélif (14 %) (Biche, 2012).

Par ailleurs, l'Algérie, possède une collection composée de 178 variétés d'agrumes au niveau de la station de l'ITAF à Tessala El Merdja. Cette collection renferme un patrimoine génétique important, composé de 65 variétés d'orangers, 40 variétés de mandariniers, 11 variétés de tangerines, 24 variétés de citronniers/cédratiers, 13 variétés de pomelos/ pamplemoussiers et 5 variétés de limes et limettes (Kerboua, 2002).

I.6.Écologie

Les agrumes présentent une grande capacité d'adaptation à des conditions pédoclimatiques très différentes. La culture des agrumes est possible partout où la température moyenne de l'année est supérieure à 13 °C et inférieure à 39 °C. Les agrumes préfèrent les climats maritimes des zones subtropicales. En terme de besoins en eau, 120 mm par mois, soit 1200 à 1500 mm par an, représentent une quantité d'eau au-dessous de laquelle la culture des agrumes nécessite une irrigation (Larousse, 2002).

La lumière a une action très remarquée sur la qualité et la coloration des fruits. Les arbres fruitiers sont plus exigeants sur les caractéristiques physiques du sol et non sur les caractéristiques chimiques qui peuvent être corrigées par des apports d'engrais et d'amendements. Les sols doivent être profonds et de préférence légers (sablo-argileux ou argilo-sableux) et bien drainés. Les agrumes redoutent les eaux salines (au-dessus de 0,5 %). Le Ph idéal est situé entre 5,5 et 7,5 (Walali-Loudyi et al, 2003 ; Van-Ee, 2005).

C'est à cet effet que le choix du porte-greffe est un des facteurs essentiels de réussite car il peut conférer à la plante une tolérance à des maladies et à des contraintes abiotiques (salinité, pH, froid, sécheresse et calcaire). L'optimum d'altitude pour un bon développement des agrumes se situe entre 1000 et 1300 m car ces derniers ne doivent pas être trop exposés aux vents (Larousse, 2002).

I.7. les variétés des agrumes du genre citrus

Le genre citrus constitue, avec ses 145 espèces dénombrées, le genre le plus important. C'est au sein de ce genre que se rencontrent les principales espèces cultivées qui sont :

I.7.1. Les orangers (*citrus sinensis* L.)

Cette espèce est caractérisée par des feuilles lancéolées à pétiole étroitement ailé. Le fruit est subglobuleux à épiderme orange ou rougeâtre la pulpe est juteuse et sucrée acidulée.les cotylédons et les embryons sont blanc (Bousbia, 2011)

I.7.2. Les Bigaradiers (*citrus aurantium* L)

Ils se distinguent des orangers doux par leurs feuilles plus étroitement lancéolées et pointues à pétiole nettement ailé, leurs fruits est à peau rugueuse et à pube acide et amère (Bousbia,

2011).cette espèce offre une bonne résistance à des parasites ce qui explique son utilisation comme porte-greffe des agrumes durant plus d'un siècle.

D'autres porte-greffes sont proposés en remplacement au bigaradier, mais ils ne donnent pas satisfaction dans toutes les situations, ce qui explique que le bigaradier reste encore utilisé dans certaines régions chez nous et notamment dans la zone allant de Chlef à Mohammedia (Belabbas, 2010).

1.7.3. Les Pamplemoussiers (*Citrus grandis* L)

Ce sont des arbres qui peuvent atteindre et même dépasser 10 m de haut. Leurs feuilles sont grandes, ovales; à pétiole amplement ailé et pubescent. Les fleurs, sont de grandes dimensions, mesurent plus de 3 cm de diamètre. Les fruits, de couleur jaune, à écorce épaisse, peuvent atteindre la taille de la tête d'un enfant, sont caractérisés par une pulpe grossière, un vide placentaire bien marqué et des pépins mono embryonnés (Bousbia, 2011).

1.7.4. Le pomélo (*Citrus paradial Macf*)

Elle est originaire des Caraïbes, c'est une espèce satellite du *Citrus grandis* dont elle serait issue par mutation gemmaire ou hybridation. Le grapefruit se distingue du pamplemousse par un ensemble de caractères faciles à reconnaître ; feuilles à pétiole plus étroitement ailé et glabre, Fruits produits en grappes, de taille nettement inférieure, à écorce plus fine ; Pulpe tendre, juteuse, pépins polyembryonies (Bousbia, 2011).

1.7.5. Les Mandariniers (*Citrus reticulata* BL)

Ce sont des petit arbres plus ou moins épineux, à feuilles étroitement a largement lancéolées. Leurs fruits globuleux souvent aplatis aux deux pôles om une peau fine, non adhérent, de couleur orange ou rouge. La chair sucrée, habituellement bien parfumée, est très appréciée. Les pépins se particularisent par la couleur verte des embryons (Bousbia, 2011).

1.7.6. Les Citronniers (*Citrus Limon* L)

Ce sont des arbustes épineux à grandes feuilles ovales, vert pale, avec un pétiole simplement marginé. Les jeunes pousses et boutons floraux sont lavés de pourpre. Les fruits ovoïdes, de couleur jaune, ont une pulpe fine, juteuse et acide. (Bousbia, 2011).

1.7.7. Les Cédratiers (*Citrus media* L)

Ces arbres ont en commun avec le citronnier la couleur des fleurs et des bourgeons qui sont lavés de pourpre. Ils se distinguent des autres espèces par les pétioles non articulés de leurs grandes feuilles et l'épaisseur considérable de l'écorce des fruits volumineux (Bousbia, 2011).

1.7.8. Les Limettiers (*Citrus aurantifolia*)

Ce sont des arbustes épineux à petites feuilles elliptiques vert pale, Quelquefois, les boutons floraux sont légèrement lavés de pourpre, les fruits ovales, de petite." ont une peau très fine,

adhérente, de couleur jaune. La pulpe juteuse, très acide, se singularise par sa coloration verdâtre (Imbert, 2009).

I.8. Exigences

Les agrumes sont cultivés dans les régions tropicales et subtropicales (Pefia & Navarro, 1999). Les sols limoneux-sableux, profonds et bien drainés, sont considérés comme les meilleurs pour la production d'agrumes (Agustí et al. 2014).

Du point de vue climatique, les Citrus sont très sensibles aux variations thermiques et ils exigent des températures élevées au moment de la croissance et la maturation des fruits (Singh & Rajam, 2009). Ces mêmes auteurs ont noté également que des températures moyennes de 20 °C la nuit et 35 °C le jour, sont nécessaires pour une croissance optimale de ces espèces. Par ailleurs, il est à mentionner que les agrumes sont généralement classés parmi les cultures moyennement sensibles au froid. Ils sont vulnérables aux dégâts de froid à des températures inférieures à – 2 °C (El-Otmani, 2005).




Les besoins en eau des agrumes sont estimés à environ 1200 mm /an, répartis sur toute l'année (El macane et al. 2003). Toutefois, il est à noter qu'ils ne supportent pas les zones tropicales très humides (Hill, 2008).






I.9. Protection phytosanitaire des agrumes :

La maîtrise des bonnes pratiques culturales et l'accès au matériel végétal de qualité sont des contraintes agronomiques. La présence des maladies et ravageurs constitue une contrainte parasitaire (Elisabeth et Julien, 2014).

Les pertes économiques engendrées sont liées non seulement aux pertes de production, mais aussi à la mise en quarantaine et l'interdiction d'exporter vers d'autres zones de production afin d'éviter la dissémination d'organismes nuisibles (Elisabeth et Julien, 2014). Parmi les bio-agresseurs des agrumes, on distingue les maladies et les ravageurs.

Tableau N°03 : Les principales maladies et ravageurs des agrumes (Elisabeth et Julien, 2014) :

	Maladies et ravageurs	Symptômes	Moyenne de lutte
Les maladies virales	-La psorose écailléeuse (<i>Citrivis psorosis</i> var .vulgare FAW) 	-L'écorce crevasse uniquement à l'intérieur et surtout au fond des dépressions et il y a une formation de gomme	Choisir des variétés résistantes, porte greffe et greffon.
	-la Tristeza (<i>ctrivis viatoris</i> FAW)	-des nécroses de l'écorce	
Maladies fongiques	-la gommose (<i>Phytophthora parasitica</i>) 	-il y a une formation de gomme	-Éviter les terrains lourds -Choisir des variétés résistantes -Utilisation des fongicides
	-L'antracnose (<i>Colletotric bumgloeoporoides</i>)	-dessèchement des rameaux et des branches -Chute de feuille	-Éliminer tous les rameaux malades et de les incinérer
	-la fumagine 	-Affaiblissement de l'arbre	-Utilisation des fongicides à base de cuivre

Les insectes et les ravageurs	-la mineuse des agrumes (<i>phyllocnistis citrella</i>) 	-les feuilles sont détruites et enroulées	-Effectuer une taille adéquate en éliminant les gourmands et en irriguant raisonnablement
	-La mouche des fruits (<i>ceratitis capitata</i>) 	-les fruits touchés jaunissent plus rapidement tombent précocement et sont véreux	-la pose du piège et le traitement
	-Aleurodes et les cochenilles 	-Attaque les feuilles et les fruits	-tailler les arbres -Utilisation des insecticides
	-Teigne 	-les chenilles perforent fleurs et jeunes fruits	-Traiter au début de floraison avec insecticides
	-Pucerons 	-Enroulement des feuilles	-Utilisation des prédateurs (coccinelles)

Nématode	Nématode des agrumes <i>Tylenchulus semipenetrans</i>	Croissance ralentie des arbres ; pas de symptômes spécifique de cette espèce.	Choisir des variétés résistantes (Biche, 2012)
Acarien	Acarien tisserand <i>Tetranychuscinnabarinus</i>	Provoquent des nécroses, décoloration et chute des feuilles, des fruits et des bourgeons.	
	Acarien des bourgeons <i>Aceriasheldoni</i>		
	Acarien ravisseur <i>Hemitarsonemuslatus</i>		

CHAPITRE II :
LE PUCERON VERT DES
AGRUMES
(*APHIS SPIRÆECOLA*)

II.1. le puceron d'agrumes « *Aphis spiraecola* »

II.1.1. Généralité

Les pucerons ou aphides, constituent un groupe extrêmement répandu dans le monde, qui s'est diversifié parallèlement à celui des plantes à fleurs (Angiospermes) dont presque toute les espèces sont hôtes d'aphides (Simon, 1994 ; Sullivan, 2008 ; Kaygin et al., 2009 ; Harmel et al., 2010). ils comptent actuellement environ 350 genres avec 3500 espèces décrites (Imenes et al., 2002).

Appelé encore *Aphis citricola* Van der Goot, le puceron de la spirée ou encore puceron vert de l'oranger. Originellement appelé *A. spiraecola* Patch, il a été rebaptisé *A. citricola* en 1975.

Aphis spiraecola (*A. Citricola*) est une espèce anholocyclique en France comme dans toute l'Europe ou elle est limitée aux régions méridionales. Ailleurs dans le monde, ces ravageurs sont parmi les organismes provoquant des pertes importantes au niveau de la production agricole, surtout au sein des zones tempérées de la planète (Evelyn et al., 1999 ; Dedryver et al. ; 2010 ; Holman , 2009)

Ces organisme sont des insectes de type piqueur-suceur : ils insèrent leur « stylet » dans la plante hôte et s'alimentent de sa sève élaborée. Les dégâts provoqués par ces organismes résultent de ce mode d'alimentation ; les pucerons peuvent également représenter des vecteurs de phytovirus , et par le dépôt de miellat , une substance riche en sucre sécrétée par les pucerons (Alford, 2011).

II.1.2. Aperçu historique et position systématique

Originaire d'extrême orient, il a été introduit en Amérique du nord en 1907. en Australie en 1926, en Nouvelle Zélande en 1931, dans la région méditerranéenne vers 1939 et en Afrique en 1961 (Blackman et Eastop, 1984) il appartient à l'ordre des Homoptères, et à la famille des Aphididae (Lucas, 1993 ; Jourdan et Mille, 2006 ; Capinera, 2008).

Il s'attaque à une grande variété d'espèces végétales dans de vingt familles différentes dont les Amaranthaceae, Caprifoliaceae, Compositae, Euphorbaceae, Rosaceae, Rubiaceae, Rutaceae, Urticaceae et Verbenaceae mais il est très important sur les Citrus (Lycouressis, 1990). Cet aphide a été signalé par Sekkat (2007), comme peu polyphagie, et comme le ravageur le plus important sur Citrus du Maroc.

Il peut transmettre des phytovirus, tels que Cucumber mosaic virus (CMV), Plum poxvirus (PPV) et Zucchini yellow mosaic virus (ZYMV) (Blackman & Eastop, 2007). Il peut intervenir également dans la transmission du CTV (Yahiaoui et al., 2012).

Les conditions climatiques du printemps interviennent également sur les pullulations telles que les précipitations qui détruisent une forte proportion de pucerons ailes.

L'espérance de vie des pucerons décroît également avec la température entre des limites définies. 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. Le froid est également un facteur limitant. Tous ces facteurs sont très variables d'une espèce ou d'une souche à une autre, d'une plante hôte à une autre, mais on peut retenir qu'en pratique, l'agriculteur peut compter que, par 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.

II.1.2.1. La position systématique :

La position systématique d'*Aphis spiraecola* est présentée selon JOURDAN et MILLE (2006) comme suit :

Règne : *Animalia* ;

Embranchement : *Arthropoda* ;

Sous embranchement : *Hexapoda* ;

Classe : *Insecta* ;

Ordre : *Hemiptera* ;

Super-famille : *Aphidoidea* ;

Famille : *Aphididae* ;

Sous-famille : *Aphidinae* ;

Genre : *Aphis* ;

Espèce : *Aphis spiraecola* (1914)

II.2.1a Morphologie :

En fonction des cycles de vie, la même espèce aphidienne, peut développer plusieurs formes. D'une façon générale, ce sont des insectes de petite taille (2 à 4 mm), avec des téguments mous, un corps ovale et un peu aplati (Fraval, 2006a). Les cornicules sont rarement absents chez les Aphididae (Brues & Melander, 1932). Ils ont des yeux composés et des antennes longues et fines (Sullivan, 2008) composées de 3 à 6 articles (Fraval, 2006) (Figure 05). De plus, ils ont, une nervation assez complexe; à l'extrémité de l'aile, la radiale émerge du stigma pour former une cellule ouverte. La nervure médiane présente deux ou trois branches (Roth, 1980).

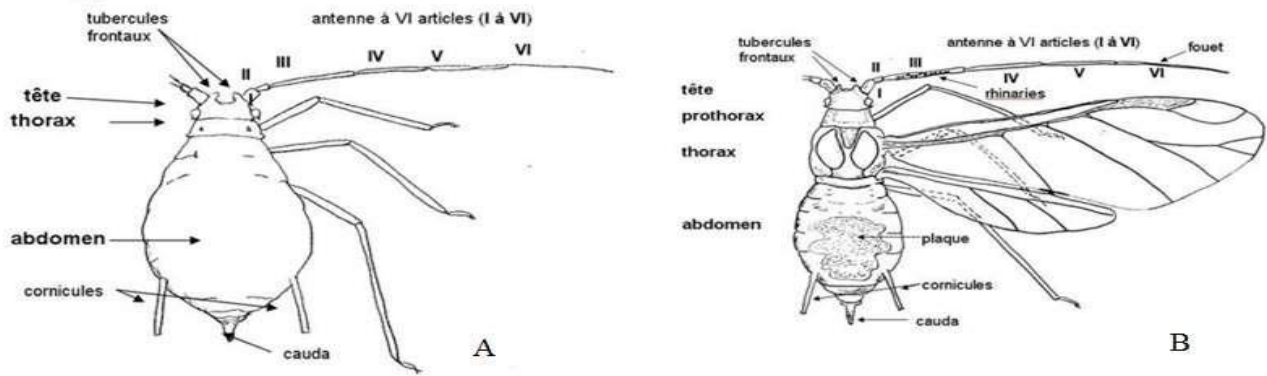


Figure N° 05 : Morphologie d'un puceron aptère (A) et ailé (B) (Turpeau et al., 2015)

II.2.1. Caractéristiques morphologique d'*Aphis spiraecola* :

Aphis spiraecola mesure 1,2 à 2,2 mm de long, sa coloration varie du jaune verdâtre au vert pomme. Les cornicules et la cauda sont noirs chez l'aptère et l'ailé (Lykouressis, 1990 ; Leclant, 2000 ; Ellenrieder, 2003) .selon Evelyne et al. (2011), l'identification de l'espèce repose essentiellement sur les critères morphologiques des adultes ailés.



Figure N° 06 : puceron vert *Aphis spiraecola* (Original2016).

Tableau N° 04 : Les caractéristiques morphologiques de puceron (Evelynes et al. 1999)

Aptère	
Corps	De couleur jaune à vert pomme
Cauda	Noire
Cornicules	Noires, de longueur moyenne

Ailé	
Corps	Vert à vert jaunâtre
Antennes	Courtes (de dimension du corps)
Abdomen	Avec des sclérites marginaux
cornicules	Noires, plus courtes que les aptères
Cauda	Aussi noir que les cornicules, longues et contractée

La femelle ailée parthénogénétique mesure 1.08mm de long, avec la tête, le thorax et les cornicules (organes situés à la partie postérieure de l'abdomen) bruns, et l'abdomen du même vert tendre que les jeunes feuilles des agrumes .la femelle aptère parthénogénétique également , mesure 1.05 mm de long, elle est complément verte , sauf les cornicules brunes et la tête brunâtre (Franchois et Georget, 2006)

II.3.Biologie :

Les pucerons affichent un large éventail de cycles de vie relativement compliquées (Williams & Dixon, 2007). Ils peuvent se reproduire à la fois asexuellement et sexuellement. Dans les régions tempérées, la reproduction sexuée s'effectue à l'automne et aboutit à la production d'œufs hivernants, qui éclosent au printemps suivant et lancent un autre cycle (Kindlmann et al., 2007). L'alternance des phases sexuée (fin de l'été ou à l'automne) et asexuée (printemps et été) est sous le contrôle des paramètres environnementaux, en particulier la photopériode (Bonnemain, 2010).

La biologie des aphides est extrêmement 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 l'année (Praloran, 1971). Les espèces de pucerons dites monoeciques, accomplissent tout leur cycle de développement sur un seul type de plante. D'autres espèces, dites dioeciques alternent entre deux types de plantes, en général très différentes l'une de l'autre (Dedryver & Turpeau-Ait Ighil, 2011). Au cours de l'automne; sous l'effet d'un photopériodisme court et des températures basses, les femelles fécondées (sexuées), pondent des œufs hivernants très résistants au froid (jusqu'à - 30°C). Au printemps, ces œufs donnent exclusivement des femelles (fondatrices) parthénogénétiques. 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 (Dedryver, 2010).

Il a été démontré par plusieurs auteurs, entre autre, par Nijhout (2013), que le polymorphisme qui caractérise les pucerons, est sous le contrôle du système endocrinien et neuroendocrinien. Les

pucerons peuvent produire des formes adultes ailées ou aptères afin d'accomplir des fonctions écologiques différentes (dispersion à grande distance). Ce polyphénisme, unique dans le monde des insectes, est sous la dépendance de divers facteurs, en particulier, l'effet de groupe, l'état physiologique de la plante hôte, les températures et les caractéristiques génétiques de la lignée parthénogénétique de l'aphide (Dedryver, 2010). Ce polyphénisme s'observe clairement chez les espèces qui vivent sur plusieurs hôtes. Les pucerons qui vivent exclusivement sur des arbres à feuilles caduques, développent peu de formes (espèces anholocycliques) comparativement aux autres espèces (espèces holocycliques) (Dixon, 2005).

II.3.1. La biologie d'*Aphis spiraecola* :

Aphis spiraecola a été considérée d'une part comme une espèce holocyclique et d'autre part comme une espèce anholocyclique. Cette dernière se reproduit dans beaucoup de régions du monde et compte comme la plus fréquente (Lykouressis, 1990).

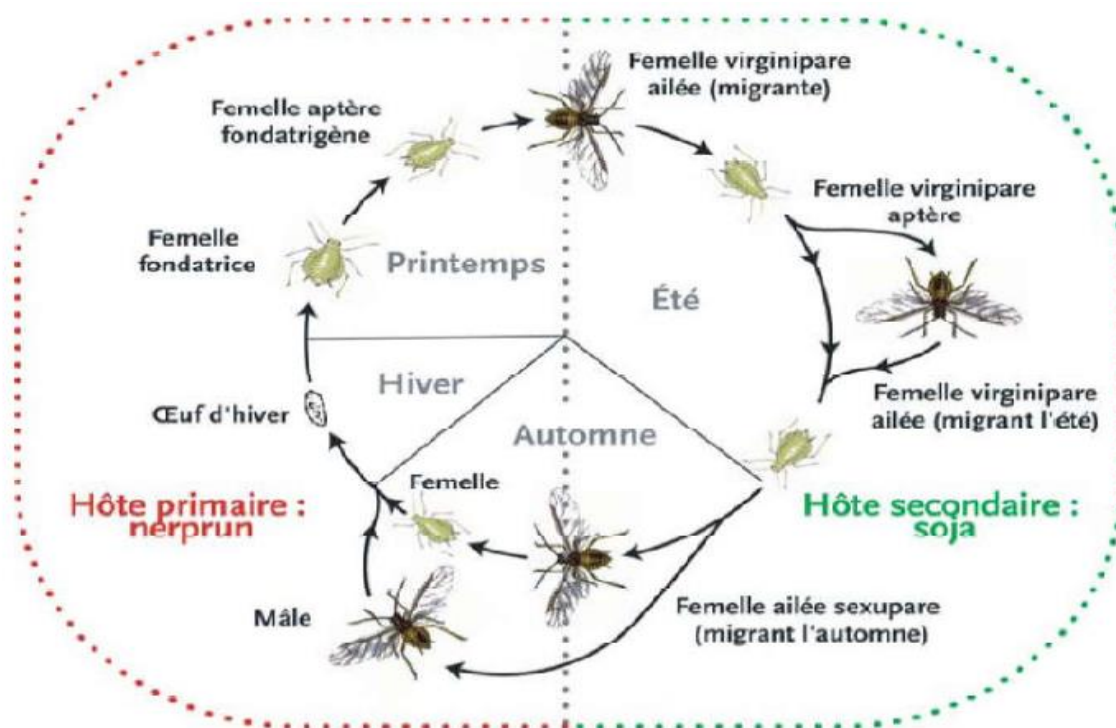


Figure N° 07 : Cycle biologique complet d'un puceron (Fraval, 2006)

II.3.2. Le cycle évolutif

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

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 pullulation sont moins importantes (INPV, 2010)

II .4.les dégâts et causés par les pucerons :

Les pucerons sont des parasites majeurs des végétaux dans le monde, avec des conséquences économique négatives sur l'agriculture, les forêts et L'horticulture (Fournier, 2010). Redoutable ravageurs, les pucerons s'attaquent à toutes les cultures, sans distinction. Ils peuvent entrainer de graves dégâts sur les pousses et les fruits. Ces insectes piqueurs et suceurs prélèvent d'importantes quantités de sèves sur les plantes, dont toutes les parties peuvent être colonisées (feuilles, fleurs, tiges racines). Les dégâts occasionnés varient selon la plante et l'espèce du puceron (Qubbaj et al., 2004). D'après Christelle(2007) et Eaton (2009), les pertes que causent les pucerons sont de deux types :

A. Les dégâts directs :

Le prélèvement et l'absorption de la sève des plantes représentent la première conséquence de colonisation de la plante par le puceron (Harmel et al., 2008). Les piqures alimentaires sont également irritatives et toxiques pour la plante, induisant l'apparition de galles qui se traduisent par la déformation des feuilles ou des fruits et donc une perte de rendement (Christelle. 2007).



Figure N° 08 : Enroulement des feuilles d'agrumes suite aux attaques des pucerons

B .Les dégâts indirects :

Les produits non assimilés de la digestion de la sève, riches en sucre, sont éjectés par les pucerons sur la plante sous forme de miellat. Cette substance peut contrarier l'activité photosynthétique de la plante soit, directement en bouchant les stomates, soit indirectement en favorisant le développement de champignons saprophytes. Ceux-ci provoquent des fumagines qui entravent la respiration et l'assimilation chlorophyllienne ou souillent les parties consommables (fruits par exemple) et les rendent ainsi impropres à la commercialisation (Christelle, 2007). Les pucerons favorisent la transmission virale. En effet, en se déplaçant d'une plante à une autre, les pucerons créent des contacts indirects entre les végétaux distants et immobiles (Brault et al., 2010). Cette caractéristique est efficacement exploitée par les virus des plantes, incapables de se déplacer d'un hôte à un autre de façon autonome. Ainsi, de très nombreuses espèces virales utilisent l'action itinérante des aux pucerons pour se propager et se maintenir dans l'environnement.

II.5.La lutte

Le niveau des populations de pucerons dans les cultures est extrêmement variable d'une année à l'autre et peut évoluer très rapidement au sein d'une même culture. Il dépend bien sûr des capacités reproductives propres aux différentes espèces mais aussi de facteurs extérieurs dépendant de l'environnement physique et biologique. Ces facteurs peuvent être très nombreux, ce qui explique les différences rencontrées dans les tentatives de modélisation de leur influence sur le développement des populations de pucerons (Hulle et al, 1999).

II.5.1. Lutte préventive

Elle se base sur les différentes pratiques culturales et l'entretien de la culture comme l'enfouissement pendant l'hiver des plantes ayant reçu des œufs d'hiver ainsi que la destruction par des hersages ou sarclages des plantes sauvages susceptibles d'héberger des espèces nuisibles aux plantes cultivées au début du printemps (Wang et al. 2000; Lambert, 2005).

II.5.2. Lutte curative**II.5.2.1. Lutte chimique (Insecticide chimique contre *A. spiraecola*)**

Certains insecticides chimiques ont prouvé leur aptitude à contrôler efficacement les insectes (pucerons), mais ils sont difficilement accessibles aux paysans et ont un défaut majeur de contribuer à la dégradation de l'environnement. C'est le cas du dichlorodiphényltrichloroéthane (DDT) qui a remporté une victoire sur les ravageurs des cultures, les mouches des fruits, les lépidoptères des fruits, les défoliateurs du cotonnier, etc. mais qui à cause de sa rémanence et a persistance,

s'accumule chez les êtres dans les tissus adipeux (Campbell et Reece, 2004 ; Lavabre, 1999). Aujourd'hui son usage est prohibé. Parmi les premiers insecticides locaux utilisés, on cite les poudres de pyrèthre, les macérations de roténone extraites des *Denis*, *Tephrosia*, *Tabac*, etc.

Étant donné que certaines plantes comme le tabac, la *tephrosia* et le piment ont des effets insecticides, bactéricides et/ou fongicides (Lefevre, 1989; Lambert et al., 1993) elles auraient des effets positifs insecticides et/ou insectifuges contre les pucerons des agrumes. Certaines substances végétales ont une action relativement généralisée, d'autres agissent très spécifiquement sur tel ou tel ravageur, mais pas sur d'autres. C'est l'expérimentation qui détermine le spectre d'action. L'avantage des substances phytosanitaires naturelles est qu'elles sont biodégradables et ne présentent donc pas de grand danger à long terme pour le milieu et les êtres vivants (Hugues a al., 2001).

II.5.2.2. Lutte biotechnique

Ce moyen de lutte est basé 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 (Ryckewaert et Fabre, 2001).

II.5.2.3. La lutte biologique

II.5.2.3.1. Définition

Le concept de la lutte biologique sous sa forme « scientifique » contre les ravageurs est connu pratiquement depuis plus d'un siècle (Hoffmann et al., 1994). Selon Van Driesche 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 limiter la pullulation et/ou la nocivité des divers ennemis des cultures « rongeurs, insectes, nématodes, maladies des plantes et mauvaises herbes » (Vincent et Coderre, 1992 ; Eilenberg et al., 2001; Jourdheuil et al., 2002 ; Altieri et al., 2005). Cela implique que nous avons affaire à des systèmes biologiques complexes qui varient dans le temps et dans l'espace (FIMAB, 2004), La lutte biologique se base sur la régulation préventive et durable d'importants ravageurs par leurs ennemis naturels.

Cette interaction se base alors sur trois éléments : le ravageur, l'auxiliaire et son habitat (Boller et al., 2004).

II.5.2.3.1.1 Les grands types de lutte biologique

On reconnaît classiquement trois types de lutte biologique (Vincent et Coderre. 1992, Van Driesche et Bellows, 1996 ; Boivin, 2001; Altieri et al.. 2005; Winkler. 2005).

A. La lutte biologique par introduction on l'acclimatation

Où des auxiliaires exotiques sont introduits pour contrôler les rongeurs exotiques. Cette approche a été utilisée avec succès dans les champs ouverts (Winkler, 2005). Cette tactique a conduit à la réduction permanente de plus de 165 espèces de ravageurs dans le monde entier (Van Lenteren et Colazza, 2006).

B. La lutte biologique augmentative

Les auxiliaires exotiques ou indigènes sont périodiquement libérés à des périodes choisies, soit en inondant un champ avec un grand nombre d'individus sans que l'établissement et la reproduction de ceux-ci soient visés; (lutte biologique inondative), soit en inoculant de faibles quantités d'auxiliaires qui doivent s'établir, se multiplier et coloniser une zone donnée et c'est donc leur descendance qui sera efficace (lutte biologique inoculative). Cependant cet établissement n'est généralement pas permanent et des introductions doivent être faites une ou plusieurs fois par saison.

Cette tactique est employée souvent dans des systèmes agricoles fermés comme les serres (Winkler, 2005). D'après Van Lenteren et Colazza (2006), La lutte biologique augmentative a été employée depuis 90 années, et plus de 150 espèces d'auxiliaires sont disponibles commercialement pour la lutte contre environ 100 espèces de ravageurs.

C. La lutte biologique par conservation

La lutte biologique par conservation tend à manipuler l'habitat afin d'augmenter l'impact des auxiliaires déjà présents dans la culture, en utilisant les pesticides au minimum et en fournissant les ressources écologiques principales (infrastructures écologiques). L'Organisation internationale de Lutte Biologique (OILB) définit l'infrastructure écologique comme « toute infrastructure, dans une ferme ou dans un rayon d'environ 150 m. qui a une valeur écologique, telle que la haie, la prairie, la bande florale, le tas en pierre, etc. » et juge que son utilisation judicieuse augmente la biodiversité fonctionnelle de la ferme (Boller et al., 2004)

II.5.3. Les organismes utilisés en lutte biologique :

Auxiliaire a la même signification qu'antagoniste ou ennemi naturel. Pratiquement tous les organismes vivants peuvent être considérés comme des auxiliaires selon l'angle avec lequel on examine leur écologie (Boller et al, 2004), parmi les auxiliaires utilisés en lutte biologiques on peut citer

II.5.3.1. Les microorganismes

Les microorganismes regroupent des bactéries, des virus (650 -1200 espèces), des champignons (700 espèces) et des protozoaires pathogènes aux insectes (Boivin, 2001).

II.5.3.2. Les nématodes entomophages

Les nématodes entomophages exploitent les insectes comme ressource pour se développer et se reproduire. On retrouve des nématodes entomophages dans 30 familles différentes ce qui représente environ 4000 espèces (van Driesche et Bellows, 1996).

II.5.3.3. Les parasitoïdes

Les parasitoïdes représentent une classe d'auxiliaires qui se développent sur ou dans un autre organisme « hôte » dont ils tirent leur moyen de subsistance et leur comme résultat direct ou indirect de leur développement (Eggleton et Gaston, 1990 ; Godfray, 1994 ; Boller et al ... ,2004 ; Altieri et al...,2005). Quand l'insecte parasitoïde émerge de sa chrysalide en tant qu'adulte, il se nourrit habituellement sur le miellat, le nectar ou le pollen, bien que quelques adultes se nourrissent des fluides du corps des hôtes et que d'autres exigent de l'eau additionnelle (Altieri et al., 2005). Normalement, les parasitoïdes sont plus petits de leur proies et s'attaquent a un stade particulier de développement de la proie. Les parasitoïdes laissent souvent des traces de leur activité (par exemple, les momies des pucerons). Le mode de vie parasitoïde, tel que défini plus haut, représente entre 5 et 20% des espèces d'insectes (Eggleton et Belshaw, 1992 ; Godfray, 1994). On retrouve des espèces ayant un mode de vie parasitoïde dans 6 ordres : hyménoptère (67000 espèces, environ 75% des parasitoïdes), diptère (16000 espèces), coléoptère (4000 espèces), neuroptère (50 espèces), lépidoptère (11 espèces) et trichoptère (une espèce) (Boivin, 2001).

II.5.3.4. Les prédateurs :

Les prédateurs tuent et consomment leurs proies souvent aux stades larvaires. L'adulte peut soit avoir le même régime alimentaire que la larve (comme les forficules), soit être polliniphage, nectariphagen, ou encore se nourrir de miellat des Homoptères (comme les syrphes). Les prédateurs sont généralement plus grands que leur proies (Vincent et Coderre, 1992 ; van Driesche et Bellows, 1996 ; Boller et al.,2004). On trouve des espèces prédatrices de façon importante chez neuf ordres

d'insectes (van Driesche et Bellows, 1996) principalement chez les Hémiptères, coléoptères et hyménoptères (Boivin, 2001).

Tableau N° 05: Les insectes auxiliaires et les champignons entomopathogènes commercialisés et employés en lutte biologique contre les pucerons (Copping, 2004 cité par Powell & Pell, 2007)

types	Espèces	Pays fournisseurs
Hyménoptères parasitoïdes	<i>Aphidius colemani</i>	Angleterre, USA, Belgique, Canada, Allemagne, Pays-Bas, Thaïlande
	<i>Aphidius ervi</i>	Angleterre, USA, Belgique, Allemagne, Pays-Bas
	<i>Aphidius matricariae</i>	USA, Canada
	<i>Lysiphlebus testaceipes</i>	USA, Italie
	<i>Aphelinus abdominalis</i>	Angleterre, USA, Belgique, Allemagne, Pays-Bas
	<i>Aphelinus mali</i>	USA
Champignons entomopathogènes	<i>Paecilomyces fumosoroseus</i>	USA
	<i>Beauveria bassiana</i>	USA, Colombie, Tchèque, France, Inde, Italie, Suisse, Russie
	<i>Lecanicillium spp.</i>	USA, Belgique, Inde, Mexique, Pays-Bas
Insectes prédateurs	<i>Aphidoletes aphidimyza</i>	Angleterre, USA, Belgique, Canada, Allemagne, Pays-Bas
	<i>Adalia bipunctata</i>	Angleterre, Belgique
	<i>Coleomegilla maculata</i>	USA, Pays-Bas
	<i>Harmonia axyridis</i>	Angleterre, USA, Belgique, Canada, Finlande
	<i>Hippodamia convergens</i>	Angleterre, USA, Belgique, Canada, Pays-Bas
	<i>Chrysoperla carnea</i>	Angleterre, USA, Belgique, Allemagne
	<i>Chrysoperla rufilabris</i>	USA
	<i>Episyrphus balteatus</i>	Angleterre, Belgique
	<i>Anthocoris nemoralis</i>	Angleterre, Belgique, Italie
	<i>Deraeocoris brevis</i>	Angleterre, Canada
	<i>Geocoris punctipes</i>	USA
<i>Orius sp.</i>	Angleterre, USA, Canada, Belgique, Allemagne, Italie, Japon, Pays-Bas, Pologne	

CHAPITRE III : LA SAUGE

(SALVIA OFFICINALIS)

III.1. Introduction

Depuis l'antiquité et sur tous les continents, les plantes ont toujours tenu une place prépondérante dans l'art de guérir, selon les cultures et les époques : elles ont été exploitées sous différentes formes de diverses manières et pour usages les plus variés, dans tous les domaines de la vie quotidienne (Piasentin, 2010)

La valorisation des substances naturelles extraites à partir de plantes du terroir peut avoir des retombées économiques considérables pour notre pays. En effet, différentes plantes dites médicinales possèdent des molécules ayant une activité biologique vis-à-vis des bioagresseurs des végétaux.

La sauge officinale (*Salvia officinalis* L.) appartenant à la famille des labiées figure, parmi les plantes les plus utilisées dans la pharmacopée Algérienne (Maatoug, 1990). C'est une plante annuelle et biennale d'origine méditerranéenne de la famille des labiées (Djerroumi, 2004, Perry, 1996, Puuevsky, 1992)

Il existe environ 900 espèces identifiées autour du monde (Maksinovic et al., 2007). (Longaray et al., 2007) .En Algérie les espèces qui ont été déterminées sont dans l'ordre d'une trentaine. Plusieurs appellations ont été données à la sauge. Selon Ibn el Beytar, les andalous la nomment « essalma » qui ajoute qu'elle est appelée « salbia » par les botanistes en Espagne. El Djazairi indique l'expression « souek ennebi ». (Madi, 2009).



Figure N° 09 : Représentation schématique de la sauge Officinale (*Salvia officinalis* .L)

III.2. Historique

La sauge était probablement déjà employée en Égypte, environ 6000 ans avant J-C. Elle a vraisemblablement été cultivée pour la première fois en Grèce puis introduite en Europe centrale à partir du VIII^e siècle ou elle était cultivée dans les monastères et les jardins. Dès le Moyen Age, elle devient une véritable panacée. elle fait partie des plantes dont la culture était recommandée par Charlemagne dans l'ordonnancement rural « capitulaire de villis » (Brieskorn, 1991 et al. ; Laux H.E et al. 1993; Ruegg et al. 1997).

III.3. Classification

Selon Madi (2009), la sauge appartient à :

Règne	: <i>Plantae</i>
Embranchement	: <i>spermaphytes</i>
Sous embranchement	: <i>angiospermes</i>
Classe	: <i>dicotyledones</i>
Ordre	: <i>labiales</i>
Famille	: <i>Labiées</i>
Genre	: <i>Salvia</i>
Espèce	: <i>Salvia officinalis L.</i>

III.4. Description morphologique :

La sauge est un aromate réputé et une des principales plantes médicinales. Le nom scientifique de la sauge indique clairement l'importance de cette plante en phytothérapie; la sauge vient de *salvare* qui en latin, signifie « guérir » selon un dicton « qui a la sauge dans son jardin n'a pas besoin de médecin » (Beloued, 2009).

C'est un sous-arbrisseau très rameux, buissonnant, à rameux dressés. Les feuilles, opposées, ont un limbe oblong-ovale à elliptique (2-10 x 1-2 cm), à extrémité arrondie ou subaiguë. Le limbe, gris-vert et finement granuleux sur la face supérieure, est blanc et pubescent sur la face inférieure. Les fleurs, bleu-violacé, nettement bilabiées, sont groupées par trois en faux verticilles au sommet des rameaux (Bruneton 2008).

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









Figure N°10 : la sauge (*Salvia officinalis*) (original 2018)

III.5. Les variétés de sauge officinale

On connaît plusieurs variétés dont les plus saillantes sont la sauge à large feuilles , la sauge à feuilles frisées, que quelque auteurs regardent comme les variétés d'une espèce particulière, appelée ; *Salvia tomentosa* ; la sauge à feuilles étroites , à oreilles ou sans oreilles, ou sauge de catalogne , que certaine n'hésitent pas à la classer comme une espèce à part ; la sauge tricolore et la sauge panachée, qui peuvent appartenir non seulement au type de l'espèce , mais encore à ses variétés (Rozier 1989)

Tableau N°06 : les variétés de sauge officinale (Mémoir PC Master2 Abdeldjalile Hafida)

Variété	Feuillage	Qualités	
Sauge officinale 'Berggarten'	Grandes feuilles oblongues vert-grisâtre.	Fleurs bleu violacé.	
Sauge officinale 'Icterina'	Feuillage panaché vert et jaune.	Ne fleurit quasiment pas.	
Sauge officinale 'Tricolor'	Feuillage gris-vert panaché avec du pourpre et du crème.	Fleurs violet pâle. Un peu moins rustique.	
Sauge officinale 'Purpurascens'	Feuillage pourpre quand il est jeune. Devient vert foncé en vieillissant.	Fleurs bleu violacé.	

Sauge officinale 'Aurea' ou sauge officinale dorée	Feuillage vert marginé de doré.	Fleurs bleu mauve.	
Sauge officinale 'Albiflora'	Feuillage vert foncé.	Fleurs blanches.	
Sauge à feuilles de lavande (<i>Salvia lavandulifolia</i>)	Feuilles ressemblant à celles de la lavande.	Fleurs bleu lavande. La plus parfumée.	

III.6. Usage thérapeutique de la sauge

III.6.1. Usage interne

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

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

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

III.6.2. Usage externe :

En usage externe, la sauge est utilisée pour soigner les leucorrhées, les aphtes, les stomatites, les angines, les laryngites, les névralgies dentaires, l'asthme, les plaies atones, les ulcères, les dermatoses, la débilité infantile, le rachitisme, la scrofuleuse, l'alopecie et les piqures des guêpes et d'insectes. Enfin elle sert aussi à désinfecter les habitations (Beloued, 2009). Elle utilisé pour traiter les enfants affaiblis, les rachitiques, les scrofuleux et les rhumatisants, vous pouvez ajouter de l'infusion de sauge a leur bain (Ahami, 2007).

Avec son odeur rude et son gout puissant, légèrement amer et camphré, elle est utile partout dans la maison pour parfumer les aliments, assainir les armoires. Elle sert également à protéger la ligne, préserver la beauté et soigner les maladies (Duling, 2007).

III.7. Production

Pour des plantations datant d'un an, la récolte se fait fin Aout, alors qu'elle est pratiquée début juillet et fin Aout lors de la 2^e année de culture. Après fauchage, le matériel végétal doit être rapidement séché à 45°C, les tiges étant éliminées avant ou après séchage. Une partie de la drogue est récoltée à l'état sauvage (Dachler et *al.*, 1999).

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

III.8. Toxicologie

D'après nos connaissances, aucune toxicité aiguë ou chronique n'a été signalée après emploi aux doses usuelles des feuilles de sauge et de son huile essentielle (jusqu'à 15 gouttes par jour).

Cependant, la thuyone provoque non seulement un effet local irritant, mais également des effets centraux psychomimétiques, après sa résorption. Une consommation chronique de thuyone peut ainsi conduire à des troubles irréversibles du système nerveux central, à des perturbations des fonctions hépatiques, rénales et cardiaques (Rice, et *al.*, 1976; Lewin et *al.*, 1992; Teuscher et *al.*, 1994).

Dans la mesure où la quantité de drogue, employée à des fins culinaires reste très faible, tout danger lié à la présence d'une forte teneur en thuyone semble exclu pour le consommateur. Cependant, des quantités importantes de drogue (dose supérieure à 15g de drogue sèche) peuvent engendrer une sécheresse de la bouche, l'apparition de sueurs, de tachycardies et de vertiges. Un cas de toxicité aiguë après administration d'une forte dose d'huile essentielle (2g et plus) a été décrit, ainsi, la consommation régulière de sauge, même sous forme de tisane, ne paraît pas recommandée (Centini et *al.*, 1987; Saller et *al.* 1996)

Le potentiel de sensibilisation est faible, des réactions allergiques restent jusqu'à présent ponctuelles et seraient liées à la présence d'acide carnosolique qui agirait comme allergène (Futrell et *al.*, 1993; Hjorth et *al.*, 1997; Hänsel et *al.*, 1999).

III.9. Composition chimique

La sauge officinale renferme de 1 à 3 % de flavonoïdes. Ceux-ci sont des glycosides de l'apigénol et du lutéolol (cosmosioside, cynaroside, ect..) et, comme chez beaucoup de Lamiaceae,. Des flavones substitués en C-6 (dérivés 6 hydroxy et 6-méthoxy du lutéolol, de l'apigénol et de leurs dérivés O-méthylés en C-7 : genkwanine, scutellanéine, hispiduline, cupafoline. Cirsiolol, etc.). La feuille renferme aussi : de nombreux triterpènes dérivés de l'ursane (l'acide ursolique est majoritaire) et de l'oléanane (acide oléanolique et dérivés hydrocylés et en C-

2) ainsi que des diterpènes (carnosol, rosmanol, épimosmanol, acide carnos(ol)ique éptmsmanol, camosate de méthyle, acide carnosique-12-méthyléther-γ-lactone, rosmadial). Des acides-phénols dérivés de l'acide hydroxycinnamique (acides rosmarinique, caféique, salvianolique I, glycosides caféiques, benzoïque et féruliques)) ainsi que des glycosides d'acétophénone..

L'huile essentielle de sauge officinale (8-25 ml/kg) est caractérisée par la présence de camphre, de cinéole et d' α -et β -thuyones. des cétones monoterpéniques bicycliques.

L' α -thuyone [= (-)-(1S,4R.SR)-thuyan-3-one] et la β -thuyone [= (+)-(1S,4S5R)-thuyan-3-one] peuvent représenter jusqu'à 60 % de l'huile essentielle, l' α -thuyone étant presque toujours largement prépondérante. La composition de l'huile essentielle varie en fonction de nombreux facteurs. Le profil défini par la norme NF ISO 9909:1999 Pour l'huile essentielle de sauge officinale est le suivant : α -thuyone, 18-43 % ; β -thuyone, 3-8,5 % ; camphre 4,5-24,5 % ; cinéole, 5,5-13 % ; humulène, 0-12 % ; α -pinène, 1-6,5 % ; camphène, 1,5-7 % ; limonène, 0,5-3 % ; linalol libre et estérifié, 1 % au maximum; acétate de bornyle, 2,5 % au maximum (Bruneton J;2009).

PARTIE EXPERIMENTALE

CHAPITRE I :
MATÉRIEL ET MÉTHODES

I-Matériel et méthodes

I-1- Objectif

L'objectif principal de ce travail consiste à étudier et évaluer le pouvoir insecticide de l'extrait méthanoïque des feuilles de *Salvia officinalis* L., dans le but de déterminer son efficacité sur la mortalité des pucerons vert des agrumes (*Aphis spiraecola*) « in vitro » et « in vivo ».

I.2. La structure du stage

Ce travail a été réalisé au sein du laboratoire pédagogique de biochimie de la faculté SNV, université Abed El Hamid Ibn Badis de Mostaganem.

I.3. Matériel biologique

I.3.1-la plante aromatique

Le matériel végétal est constitué de feuilles de sauge (*Salvia officinalis* L.), prélevées à partir d'un arbuste se trouvant dans l'enceinte du site III (ex ITA) de l'université Abdelhamid Ben Badis Mostaganem durant le mois de février 2018. Les feuilles fraîchement récoltées, sont lavées puis laisser sécher dans un endroit sec et aéré. Les échantillons ont été mis dans une étuve à une température de 34° C pour faciliter la dessiccation.



Figure N°11: Feuilles de *Salvia officinalis* L. (originale, 2018)

I.3.2-La plante hôte

Afin de réaliser les tests « in vitro », nous avons exploités une parcelle des *Citrus*, au niveau de l'atelier expérimentale de l'université de Mostaganem (Mazagran), afin de disposer d'un nombre suffisant de pucerons et de feuilles des agrumes pour lancer notre test.

En parallèle nous avons plantés des arbres dans des pots contenant du terreau, pour réaliser le test « in vivo ».



Figure N° 12 : Verger d'agrumes situé à la station expérimentale de l'université de Mostaganem (Original, 2018).

I.3.3. Matériel animale

L'insecte faisant l'objet de cette étude est le puceron vert des agrumes (*Aphis spiraecola*).



Figure N°13: Le puceron (*Aphis spiraecola*) sur les feuilles d'agrumes (original, 2018)

I.4. Méthodes

I.4.1. Extraction des composés phénoliques

Un échantillon de 4g de poudre sèche des feuilles de la plante (*Salvia officinalis*) est placé dans un récipient contenant 40ml d'éther de pétrole, laissé sous agitation à une température ambiante. Cette solution est ensuite transférée dans une cartouche en papier filtre épais pour enfin être placée dans le réservoir de l'extracteur Soxhlet, après plusieurs cycles successifs d'extraction en continu, le solvant (400ml de méthanol dilué à 80 %) contenant la matière à extraire retourne dans le ballon par déversement à travers le siphon situé dans le coude latéral.

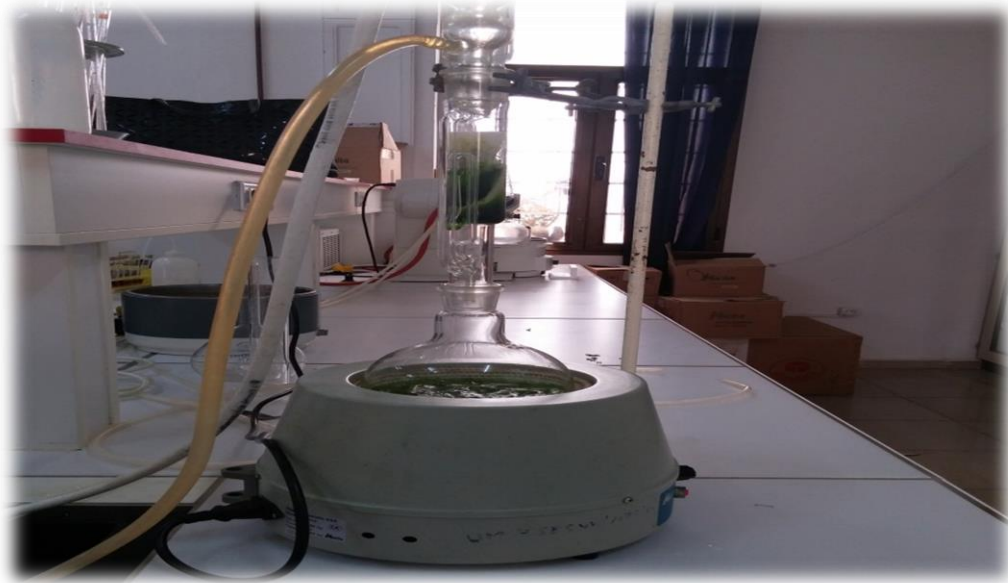


Figure N°14: L'extraction de la sauge (*Salvia officinalis*) par un soxhlet (originale 2018)

L'extrait récupéré est concentré par évaporation à sec à une température de 40°C à l'aide d'un rota vapeur, on récupère facilement l'extrait à partir du ballon sans avoir recours à un solvant grâce à la quantité d'eau distillé (20%) avec laquelle le méthanol a été dilué.



Figure N°15 : Le dispositif de rota vapeur (originale 2018)

L'opération est répétée plusieurs fois dans le but d'avoir un volume suffisant pour effectuer les tests « *in vitro* » et « *in vivo* » prévus. L'extrait obtenu est conservé dans un flacon sombre « à l'abri de la lumière » bien fermé à une température de 4°C et à l'obscurité.

I.4.2. Préparation des dilutions :

L'extrait est solubilisé dans des volumes d'eau distillé stérile en vue d'obtenir un mélange homogène à différentes concentrations (100%, 75%, 50%, 25%).

Dans 10ml :

75% —————> 7.5 ml d'extrait pure + 2.5ml d'eau distillé.

50% —————> 5.0 ml d'extrait pure + 5.0ml d'eau distillé.

25% —————> 2.5 ml d'extrait pure + 7.5ml d'eau distillé.

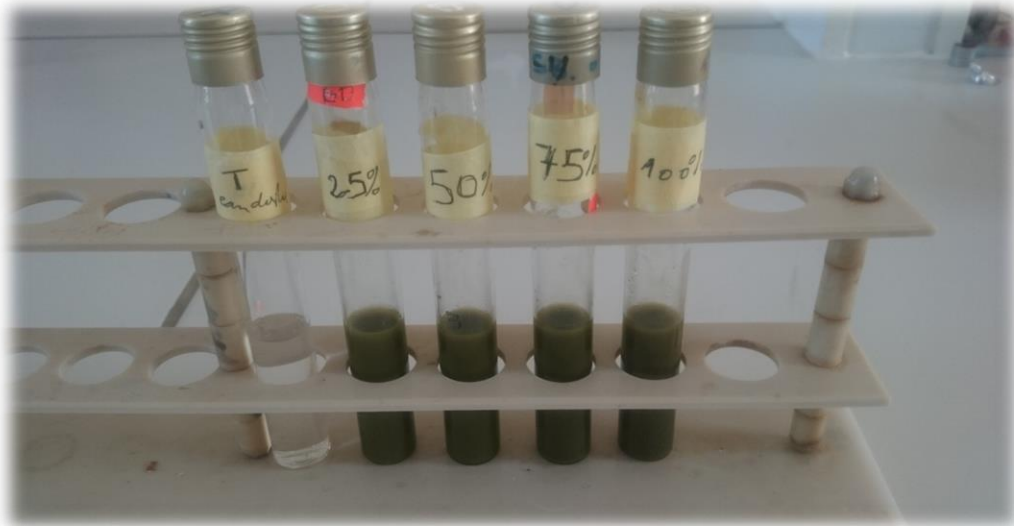


Figure N°16 : Les dilutions préparées (originale, 2018)

I.5. Evaluation « in vitro » de l'effet de l'extrait méthanoïque de *Salvia officinalis* sur *Aphis spiraecola*, puceron vert des agrumes.

Le test d'activité insecticide des extraits méthanoïques des feuilles de *Salvia officinalis* sur le puceron vert des agrumes *Aphis spiraecola* a été inspiré de la technique de l'organisation mondiale de la santé.

I.5.1. Conduite de l'essai :

On prépare des boîtes de Petris, dont le fond est recouvert d'une couche de papier absorbant humide, pour permettre le bon développement des pucerons durant la période d'observation. Dans chaque boîte on dépose une feuille des agrumes et 04 pucerons. Les feuilles sont changées chaque jour.

Le traitement des pucerons a été effectué par pulvérisation de l'extrait de sauge sur les lots de pucerons. Chaque lot reçoit une pulvérisation de chaque dose (soit 25%, 50%, 75%, 100%). De même, cinq boîtes pour le témoin contenant 04 pucerons sont maintenues, soit un totale de 20 pucerons par traitement.

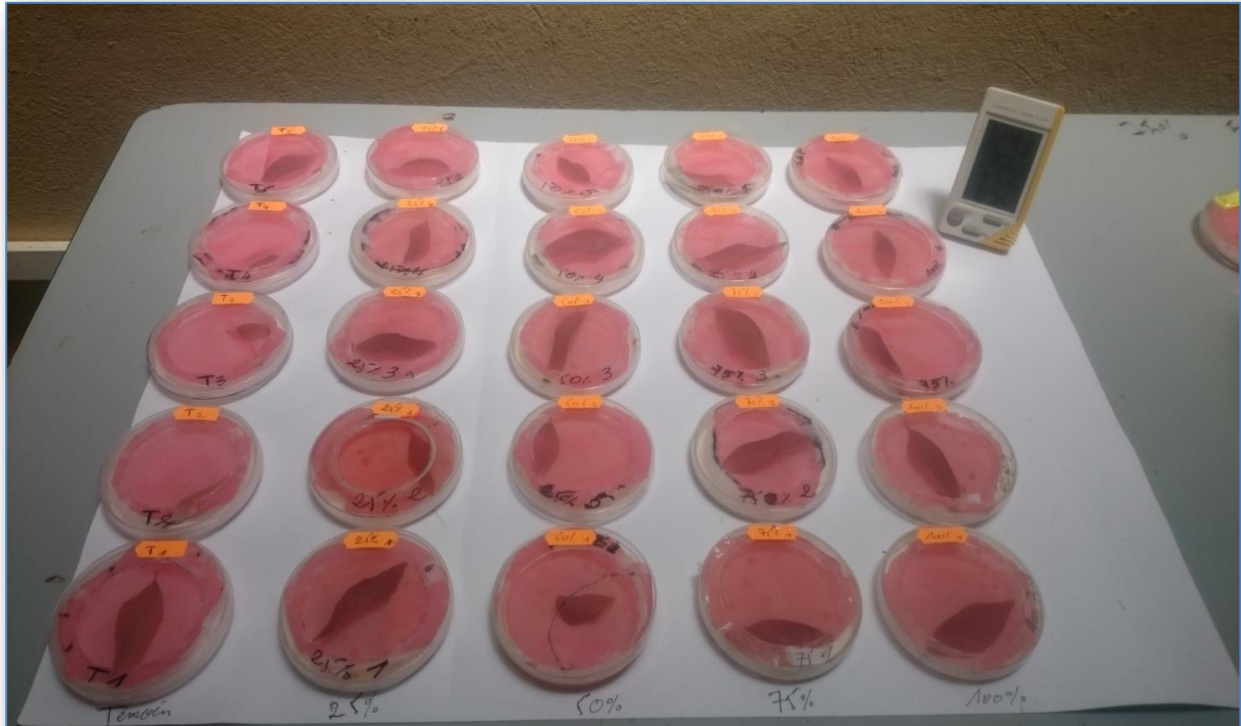


Figure N°17: Dispositif expérimentale du test de toxicité de l'extrait méthanoïque de *Salvia officinalis* sur *Aphis spiraecola* in vitro (Originale, 2018)

Les observations ont été effectuées quotidiennement pour déterminer l'effet de l'extrait de sauge sur la mortalité des pucerons.

Et afin d'éliminer tous risque de mortalité naturelle, nous avons déterminé la mortalité corrigée selon la formule de Schneider et Oreilli, 1947:

$$\text{Mortalité corrigée (MC \%)} = \frac{M_2 - M_1 * 100}{100 - M_1}$$

M₂ : Pourcentage de mortalité dans le lot traité.

M₁ : Pourcentage de mortalité dans le lot témoin.

Et pour estimer la dose létale de 50% de la population d'insectes (DL50), sous l'effet de ce extrait, des droites de régression ont été construites en dressant le taux de mortalité corrigé en fonction des doses de traitement (Finney, 1971).

I.6. Étude « in vivo » de l'effet de l'extrait méthanoïque de la sauge sur le puceron vert des agrumes (*Aphis spiraecola*).

Afin de réaliser ce test, des arbustes d'orangers ont été plantés dans des pots contenant du terreau, 15 pots d'orangers ont été ainsi préparés durant le mois de janvier, 2018. Ces derniers ont été installés au niveau du site 3 de l'université de Mostaganem.

Afin d'infester les arbustes d'oranger par des adultes d'*Aphis spiraecola*, les pots ont été installés dans des cages fabriqués avec un cadre en bois, recouvert par un tulle de couleur blanche. Les démentions du cadre sont 50cm x 50cm x 120cm.

Dans chaque pot on dépose 20 individus d'*Aphis spiraecola*, le traitement des pucerons a été effectué par pulvérisation de l'extrait méthanoïque de la sauge, à différentes concentrations (100%, 75%, 50%, 25% et 0%). Trois répétitions sont retenues pour chacune des concentrations.

Les observations sont effectuées quotidiennement afin de comptabiliser les mortalités du puceron vert (*Aphis spiraecola*), enregistrées sous l'effet du traitement par l'extrait méthanoïque de *Salvia officinalis*. Les comptages des insectes morts est effectuée jusqu'à la mort complète de tous les pucerons des lots traités par l'extrait méthanoïque. L'évaluation de l'effet des extraits est le même que celui de l'essai « in vitro ».



Figure N°18 : Dispositif expérimental de l'étude « in vivo » de l'effet de l'extrait méthanoïque de *Salvia officinalis* sur le puceron vert des agrumes *Aphis spiraecola*.

CHAPITRE II :

RÉSULTATS ET DISCUSSION

II.1. Résultats et interprétations

II.1.1. Evaluation « in vitro » de l'effet de l'extrait méthanoïque de *Salvia officinalis* sur *Aphis spiraecola*, puceron vert des agrumes.

Les résultats du test d'efficacité de l'extrait de la sauge (*Salvia officinalis*) sur les adultes du puceron vert des agrumes *Aphis spiraecola* montrent les variations de mortalité en fonction du temps et des doses comparativement au témoin. Ces derniers mettent en exergue une forte mortalité des individus sous l'effet de cet extrait.

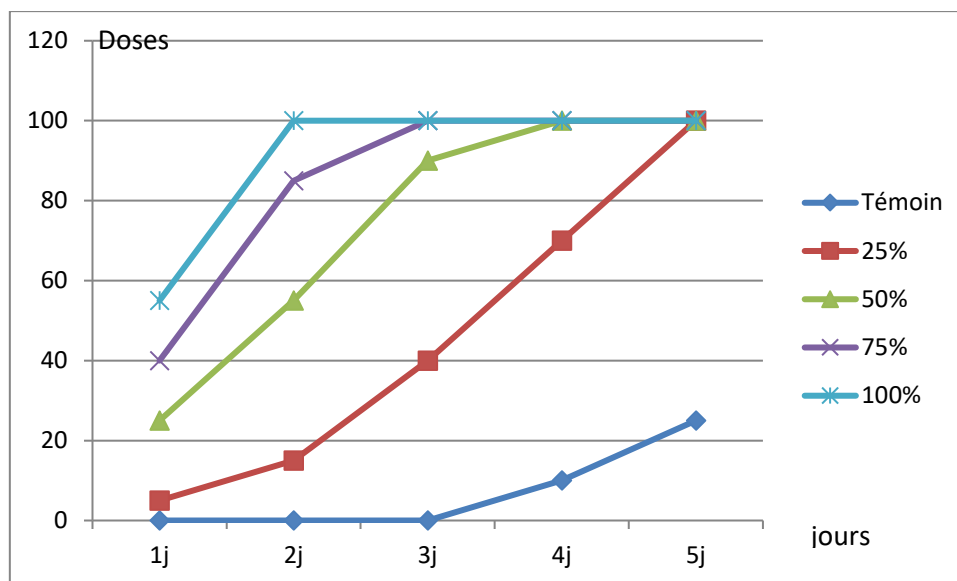


Figure N°19: Effet de différentes doses de l'extrait de *Salvia officinalis* sur le taux de mortalité des pucerons vert des agrumes *Aphis spiraecola* « in vitro ».

La figure (19), illustre la mortalité des pucerons vert traités par des doses croissantes de l'extrait méthanoïque de *Salvia officinalis*, démontrant l'effet significatif des doses sur la mortalité cumulée de l'insecte en fonction du temps. Par contre, le taux de mortalité dans le lot témoin (eau distillée) était significativement inférieur.

C'est à partir du premier jour, que nous avons enregistré les premières mortalités au niveau des différents traitements. En effet un taux de mortalité qui dépasse 50 % est relevé chez les individus traités par les doses (100%,75% et 50%), par contre pour la faible dose de (25%) nous avons enregistré 50% de mortalité qu'à partir du quatrième jour.

La décimation totale (100% de mortalité) est obtenue chez les individus traités par la dose de 100% au 2^{ème} jour, 75% au 3^{ème} jour et 50% au 4^{ème} jours, alors que la dose 25% n'est arrivée à exterminer les populations des pucerons qu'après le 5^{ème} jours.

Comparativement au témoin (eau distillée), toutes les concentrations testées ont montrés une activité insecticide marquée.

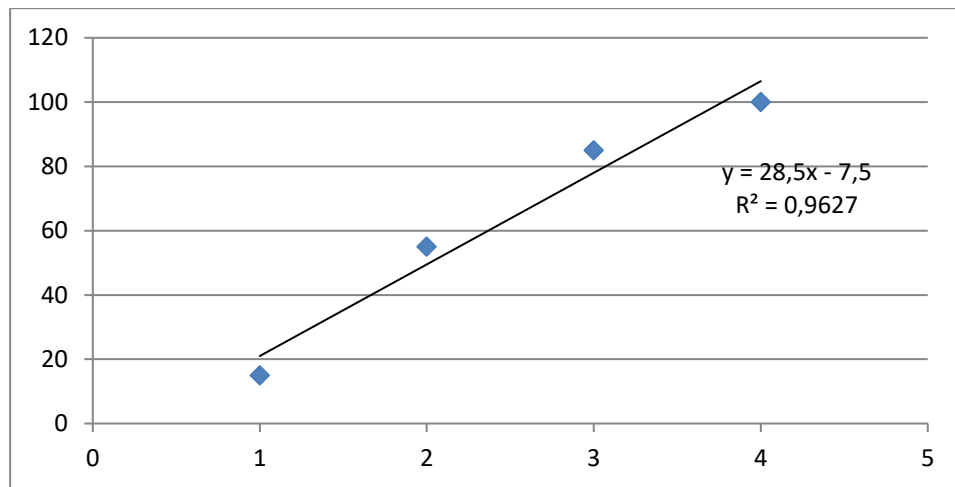


Figure N°20 : Taux de mortalité des adultes du puceron vert des agrumes (*Aphis spiraecola*) sous l'effet de l'extrait des feuilles de *Salvia officinalis* enregistré le 2^{ème} jour du traitement. « in vitro ».

La figure (20), représentent la relation proportionnelle qui existe entre les différentes doses et la mortalité corrigée des pucerons, Cette dernière démontre une corrélation positive entre les doses de la sauge et la mortalité avec un coefficient de corrélation de 0.9627. On remarque également que la DL50 est de 2,01 %.

II.1.2. Evaluation « in vivo » de l'effet de l'extrait méthanoïque de *Salvia officinalis* sur *Aphis spiraecola*, puceron vert des agrumes.

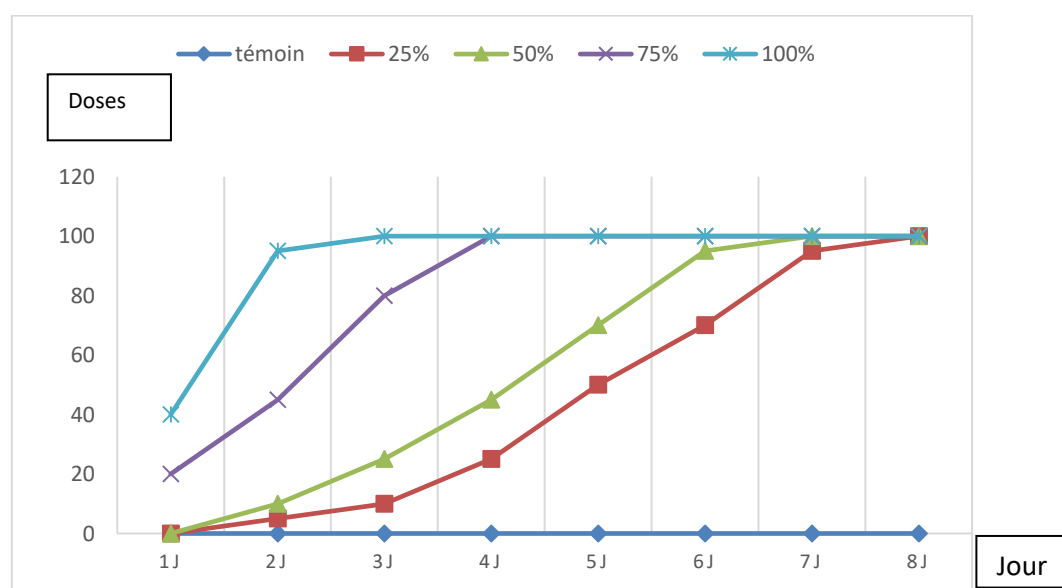


Figure N°21 : Effet de l'extrait méthanoïque de *Salvia officinalis* sur le taux de mortalité des pucerons verts des agrumes (*Aphis spiraecola*) « in vivo ».

Les résultats de la toxicité de l'extrait de *Salvia officinalis* sur la mortalité des pucerons verts des agrumes sont consignés en annexe. Ils montrent des variations de mortalités cumulées et des mortalités corrigées en fonction du temps et des doses comparativement aux témoins.

La figure (21) représente l'évolution de la mortalité des pucerons verts des agrumes en fonction du temps sous l'effet des différentes doses de l'extrait de la sauge. Plus la concentration augmente plus la mortalité est importante.

Les mortalités démarrent d'une manière massive jusqu'à atteindre les 100 %. Ce taux est atteint le 3^{ème} pour l'extrait pur, le 4^{ème} jour pour celui traités avec la dose de 75% , le 7^{ème} jour pour celui traités par la dose 50% alors que pour les doses 25% le maximum de mortalité (100%) est atteint le 8^{ème} jour.

Comparativement aux témoins, toutes les concentrations testées ont montrés une activité insecticide.

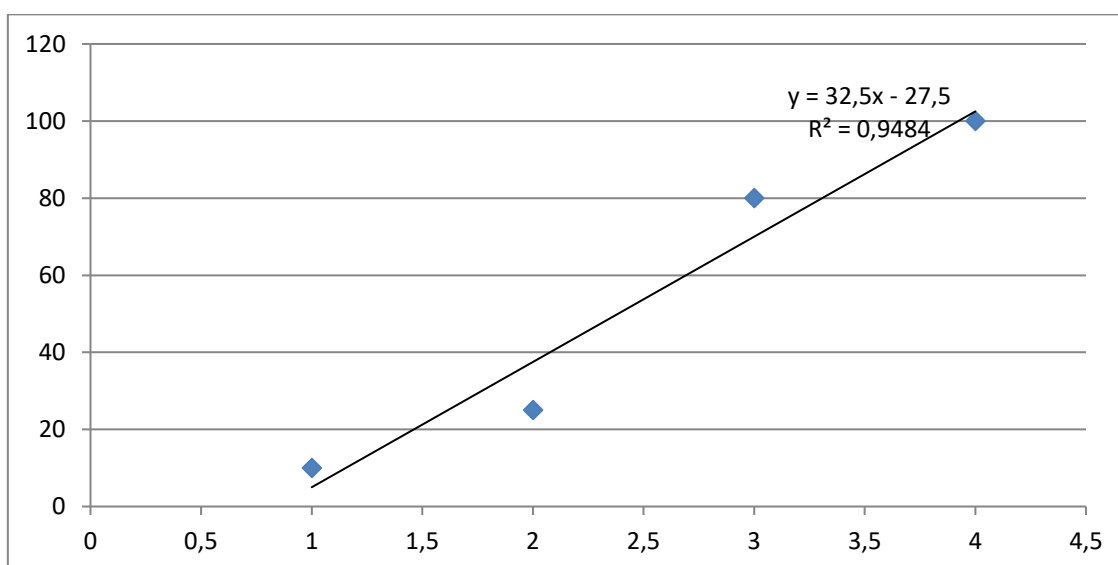


Figure N°22: Taux de mortalité des pucerons verts des agrumes (*Aphis spiraecola*) traités par l'extrait méthanoïque des feuilles de *Salvia officinalis* enregistré le 3^{ème} jour. « in vivo ».

La figure (22), illustre l'efficacité de l'extrait méthanoïque, et fait ressortir la proportionnalité qui existe entre la dose du traitement et la mortalité corrigée des pucerons verts des agrumes. Cette dernière démontre une corrélation positive entre les doses de l'extrait et la mortalité avec un coefficient de corrélation de 0,9484. La DL 50 pour ce cas est de 2,38 %, elle a été enregistrée le 3^{ème} jour après traitement.

Pour la corrélation, une valeur absolue de 1 indique une relation linéaire parfaite. Une corrélation proche de 0 indique l'absence de relation linéaire entre les variables.

II.2. Discussion

Les plantes médicinales sont de plus en plus présentes dans la politique de développement, leur utilisation et leur préservation sont un thème trans-sectoriel englobant, outre les soins de santé, la protection de la nature, la biodiversité, la lutte biologique, ces plantes sont reconnues par leur effet insecticide contre plusieurs groupes d'insectes (UNCN, 2011).

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

Les résultats obtenus montrent que cet extrait a démontré une action insecticide certaine vis-à-vis de l'espèce de pucerons d'agrumes *Aphis spiraecola*. Cette activité insecticide augmente avec la dose et dans le temps. Ce qui s'accorde avec les résultats obtenus par Boufodda (2017) et Rekhis (2016). Les traitements appliqués sur les pucerons in situ ont montré l'efficacité de l'extrait de la sauge sur la mortalité de l'insecte étudiés L'efficacité aphidicide de cet extrait est confirmée par la détermination de la DL50. Cette dernière est de 2.01% (in vitro) et de 2,38% (in vivo). Cet effet toxique pourraient dépendre de la composition chimique des extraits testés et du niveau de sensibilité des insectes (Ndom et al., 2009).

En effet, *Salvia officinalis* contient des composés phénoliques, thuyone, camphre et cinéole, ayant des propriétés insecticides (Aubertot 2016). Cependant, il serait difficile de penser que l'activité insecticide de cet extrait se limite uniquement à certains de ses constituants majoritaires; elle pourrait aussi être due à certains constituants minoritaires ou à un effet synergique de plusieurs constituants (Lang et Buchbauer, 2012).

Les résultats des deux tests sont très encourageants quant a la possibilité d'utiliser ces composés comme moyen de lutte biologique conte *Aphis spiraecola*; afin d'éviter tout traitement par les insecticides conventionnel à effets néfastes pour l'homme et l'environnement

L'ensemble de ces résultats ne constitue qu'une première étape dans la recherche de substances naturelle biologiquement active dans le domaine phytosanitaire. Néanmoins, ils sont très prometteurs et soulèvent beaucoup d'espoirs pour contrôler et maîtriser ce ravageur. Il reste tout de même nécessaire de procéder à des essais complémentaires qui devront pouvoir confirmer les performances de l'extrait des feuilles de sauge mises en évidence.

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

CONCLUSION GENERALE

Conclusion

Ces dernières années, il y a eu un intérêt croissant pour l'utilisation des insecticides naturels. De nombreux chercheurs ont été intéressés par les composés biologiquement actifs isolés des extraits de plantes.

Les plantes médicinales représentent une source inépuisable de substances et composés naturels bioactifs. L'étude des propriétés aphidicides a concerné la sauge (*salvia officinalis*), une plante très répandue en Algérie et dans la région de Mostaganem.

Ce travail avait pour objectifs d'évaluer l'activité insecticide de l'extrait des feuilles de *Salvia officinalis* sur les adultes d'*Aphis spiraecola*.

Le test de l'activité de l'extrait de la sauge « *in vitro* » et « *in vivo* » a fait ressortir que l'insecte étudié a présenté une sensibilité importance vis-à-vis de l'extrait. En effet, toutes les concentrations de l'extrait ont conduit à la mortalité de la totalité des pucerons verts.

A travers cette étude et d'après les résultats obtenus ; on peut conclure que l'extrait méthanoïque a présenté un effet insecticide remarquable à l'encontre du puceron vert des agrumes.

L'ensemble des résultats obtenus ne constitue qu'une première étape dans la recherche de substances naturelles biologiquement active. Des essais complémentaires seront nécessaires et devront pouvoir confirmer les performances mises en évidence plus précisément 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.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

Références bibliographiques

- Abd-Elhamid A., 2009.** Quelle agriculture pour l'Algérie. Ed. Office des Publications Universitaires (Alger), 183 p.
- Agustí M., Mesejo C., Reig C. & Martínez-Fuentes A., 2014.** Citrus production. In: Dixon G.R. & Aldous D. E. (eds.), Horticulture: Plants for People and Place, Volume 1: Production Horticulture, Ed. Springer (Dordrecht), 159 - 195.
- Ahami F., Belghyti D., Elqaj M., 2007-** la phytothérapie comme alternative à la résistance des parasites intestinaux aux antis parasitaires journée scientifique ressources naturelles et antibiotiques, Maroc, pp89-154.
- Alberto P. 2016.-**Lamiaceae phenols as multifaceted compounds: bioactivity, industrial prospects and role of "positive-stress". Industrial Crops and Products, 83: 241-254
- Alford, D.V. 2011-** Plant pests.Harper Collins, Londres, Royaume-Uni. *Harper Collins Publishers Limited*, 2011 ISBN : 0007338481,9780007338481.500p.
- Altieri, M.A., Nicholls, C.I., Frits, M.A., 2005.** Manage insects on your farm: a guide to ecological strategies. Sustainable Agriculture Network, Beltsville, MD
- Bachés B. et Bachés M. (2011).** Agrumes: comment les choisir et les cultiver facilement. éditions Ulmer - édition 2011.p 09
- Bellabas A., 2010.** Rapport de mission : étude de base sur les agrumes en Algérie. Projet GTFS /REM /070/ITA –« Programme régional de gestion intégrée des Ravageurs pour le proch-orient ».
- Beloued A., 2009.** Plantes médicinales d'Algérie. Office des publications universitaires, 5^{ème} édition, pp ; pp 62-56
- Benkiki, N., 2006.** Etude phytochimique des plantes médicinales algérienne. Ruta montana, Matricaria pubescens et Hyperium perjoliatum. Thèse de Doctorat, Université Al-Hadj Lakhdar Batena, p. 112
- Bénédicte et Bachès M., 2002** - Agrumes. Ed. Ulmer, Paris, 96 p.
- Biche M., 2012.** Les principaux insectes ravageurs des agrumes en Algérie et leurs ennemis naturels. Ed. FAO (Algérie), 36 p.
- Boivin, G., 2001.** Parasitoïdes et lutte biologique: paradigme ou panacée? Centre de Recherche et de développement en Horticulture, Agriculture et Agroalimentaire Canada, Vertigo La revue en sciences de l'environnement sur le web 2.

Références bibliographiques

- Boufodda N, 2017** l'étude de l'effet des extraits méthanoïques des feuilles ; avant et après floraison ; et les fleurs de la sauge *Salvia officinalis* sur *Aphis spaericola*. Mémoire, dép. de biologie option biotechnologie et valorisation des plantes 40p
- Blackman I et Eastop L., 1984.** Puceron et insecticides : prévention et gestion des résistances. Cultures légumières, numéro hors série : environnement, France. pp :11-15.
- Blackman R. L. & Eastop V. F., 2007.** Taxonomic issues. In: van Emden H. F. & Harrington R. (eds.), *Aphids as Crop Pests*, Ed. CAB International (UK), 1 - 29.
- Boller, E.F., Hzni, F., Poehling, H.-M., 2004.** Ecological infrastructures: ideabook on functional biodiversity at the farm level, temperate zones of Europe. IOBCwprs, Commission on Integrated Production Guidelines and Endorsement, Switzerland.
- Bonnemain J. -L., 2010.** Aphids as biological models and agricultural pests. *Comptes Rendus Biologies* 333, 461 - 463.
- Boulfekhar-Ramdani H., 1998.** Inventaire des acariens des citrus en Mitidja. *Annales de l'Institut National Agronomique El Harrach* 19, 30 - 39.
- Bousbia N., 2011.** extraction des huiles essentielles riches et antioxydants à partir de production naturels et déco-produits agroalimentaires, mémoire pour obtenir le grade de Docteur en sciences des aliments, université d'Avignon des Pays de Vaucluse & École National supérieure Agronomique
- 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
- Brieskorn C.H.,Z.phytother .12(2) :61-69 (1991)**
- Bruneton J;2009,** Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales.4ème édition, Tec & Doc, Lavoisier, Paris,643p
- Brues C. T. & Melander A. L., 1932.** Classification of insects: A key to the known families of insects and other terrestrial arthropods. Ed. Cambridge (USA), 672 p.
- Campbell N.A. et REECE J.B. 2009.**Biologie, 2ème Edition de Boeck, p.1364, Brussell, Belgium
- Capinera, J.L.2008.**encyclopedia of entomology.p4444
- Centini F. et al., Zacchia(Rom) 60 :263-274 (1987)**

Références bibliographiques

Christelle L., 2007-Dynamique d'un système hôte-parasitoïde en environnement spatialement hétérogène et lutte biologique Application au puceron *Aphis gossypii* et au parasitoïde *Lysiphlebus testaceipes* en serre de melons. Thèse Doctorat., Agro Paris Tech, Paris.p 43-44.

Dachler M., H. Pelzmann, Arznei- und Gewürzpflanzen, Anbau, Ernte, Aufbereitung, Österreichischer Agrarverlag, Klos-terneuburg 1999.

Dedryver. C. A., 2010 - Les pucerons: biologie, nuisibilité, résistance des plantes. Journées Techniques Fruits et Légumes Biologiques – 14 et 15 déc. 2010 à Angers

Dedryver,CA,le Ralee A, Fabre F.2010- the conflicting relationships between aphs and men: Areview of aphid damage an control strategies. Comptes Rendus Biologies 333:539-553p.

Dedryver C.-A., 2010. Les pucerons: Biologie, nuisibilité, résistance des plantes. In : Journées Techniques Fruits et Légumes Biologiques, 14 - 15 décembre 2010, Angers.

Dedryver C.-A. & Turpeau-Ait Ighil E., 2011. Variété des cycles biologiques chez lespucerons des arbres fruitiers. In : Journées Techniques Fruits et Légumes Biologiques, 7- 8 décembre 2011, Rennes.

Dixon A. F. G., 2005. Insect herbivore-host dynamics. Ed. Cambridge University Press (UK), 199 p.

Djerroumi A., et Nacef M., 2004.100 plantes médicinales d'Algérie. ED Palais du livre.PP 135-131.

Duling E.N ;Oven J.C ; John B.G ; Rosmery F.W ; Kevin.A.M ;Yeap L.F ; Nigel B.P, Extraction of phynolic and essential oie from dried sage (*salvia officinalis*) using ethanol woter nixture. Food chemistry., 2007,110 :927-931.

Eaton. A., 2009 - Aphids. University of New Hampshire (*UNH*), Cooperative Extension Entomology Specialist

Elisabeth et Julien J., 2014 - Cultiver et soigner Les fruitiers. Ed. Sang de la terre et Eyrolles, Paris, 495 p.

El macane W. L. D., Ahmed S. & Alattir H., 2003. Le bananier, la vigne et les agrumes. Ed. Programme National de Transfert de Technologie en Agriculture (Maroc), 4 p.

El-Otmani M., 2005. Les agrumes et le maraîchage et le froid hivernal. Ed. Programme National de Transfert de Technologie en Agriculture (Maroc), 4 p.

Ellenrieder, N.V.2003- Aphids- Aphididae spirea aphis (*Aphis spiraecola*).California Departement of food and Agriculture.

Références bibliographiques

Evelyne, T.A., Maurice, H., Yvon, R., Yve, M.1999- les pucerons des plantes maraichères: cycle biologiques et activités de vol. ISBN:2-7380-0857-7.

Evelyne, T.A., Maurice, H., Charles, A.D., Bernard, C. 2011- les pucerons des grandes cultures : cycle biologique et activités de vol.Edition Quae. ISBN :978-2-7592-1026-8

FAOstat, 2015. <http://faostat3.fao.org>. Consulté le 16 mars 2018.

FAOstat, 2016. <http://faostat3.fao.org>. Consulté le 01 avril 2016.

FIMAB (fédération internationale des Mouvements d'Agriculture biologique), 2004. Manuel de formation de l'IFOAM sur l'agriculture biologique dans les pays tropicaux. FIBL, Institut de recherche de l'agriculture biologique, Frick, Suisse.

Fournier. A., 2010 - Assessing winter survival of the aphid pathogenic *fungus pandora neoaphidis* and implications for conservation biological control. Thèse Doctorat. Univ Eth Zurich

Fraval A., 2006a. Les pucerons : 1ère partie. Insectes 141 (2), 3 - 8.

Fraval A., 2006b. Les pucerons : 2ème partie. Insectes 142 (3), 27 - 32.

Francois Maryline & Martine Georget, 2006. P.B.I. en pépinière sous abri : cas du puceron vert des agrumes sur l'aurier-tin. Phym-Revue Horticole.N°485.Pages 31-34

Futrell J.M., R.L. Rietschel, Cutis 52(5) : 288-290 (1993)

Finney, D.J., 1971. *Probit Analysis (3rd edition)*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

Guenaoui, 1988 : Lutte intégrée en culture protégées : contribution à l'étude des interactions entre *Aphis grossypii* Glover (Hom : Aphididae) et son endoparasite *Aphidius colemani* Viereck (Hym : Aphididae).Essai de lutte biologique sur concombre. Thèse Docteur-Ingénieur en science agronomique ENSA, Rennes.1 p.

Hänsel R. et al. (Hrsg) : Hagers Handbuch der pharmazeutischen praxis, Drogen, Bde 4 bis 6, Folgebde. 2 und 3, Spinger Verlag Berlin Heidelberg, New York (1992-1998)

Harmel N., Haubruge E. et Francis F.(2010).Étude des salives de pucerons : un préalable au développement de nouveaux bio-insecticides, Biotechnol. Argon.Environ 14(2),369-378.Univ.Liège-Gembloux Agro-Bio Tech (Belgique) .

Harmel. N., Francis. F., Haubruge. E., & Giordanengo. P., 2008 - Physiologie des interactions entre pomme de terre et pucerons : vers une nouvelle stratégie de lutte

Références bibliographiques

basée sur les systèmes de défense de la plante. Cahiers Agricultures vol. 17, n°, 396: 395-398

Hautier. L., 2003 - Impacts sur l'entomofaune indigène d'une coccinelle exotique utilisée en lutte biologique. Diplôme d'Etudes Spécialisées en Gestion de l'Environnement., Université Libre de Bruxelles 13 : 1-99

Hill D. S., 2008. Pests of crops in warmer climates and their control. Ed. Springer (Netherlands), 704 p

Hjorth A.B. et al ., Contact Dermatitis 37(3) :99-100 (1997)

Hoffmann, G.M., Nienhaus, F., SchÖnbeck, F., Weltzien, H.C., Wilbert, H., 1994. Lehrbuch der Phytomedizin.Blackwell Wissenschafts Verlag, Berlin

Holman, J.2009- Host plant catalog of aphids in the Palaearctic Region. Springer Science, Dordrecht, Pays-Bas.

Hulle. M., Turpeau-Ait Ighil. E., Robert. Y., & Monet. Y., 1999 – *Les pucerons des plantes maraichères.* Cycle biologique et activités de vol. Ed A.C.T.A. I.N.R.A. Paris.

Hugues D., Niyonzima S. et Jean C. 2001. Champs et jardins sains, lutte intégrée, Carnet écologique no12, Terres et Vie, p.238,

Imbert E., 2009. Les agrumes. Fruits 172,1pp.5-50.

Imenes S.D.L., Bergmann F.C., Peronti A.L.B.G., Ide S., Martin J.E.R.,2002 :Aphids (Hemiptera : Aphididae) and thier parasitoids (Hymenoptera) on *Ixora spp* (Rubiaceae) in the states of Bahia and Sao Paulo, Brazil-Formal records interactions.Arq.Inst.Biol., Sao Paulo, V.(69),N°:55-64.

Jourdan H. et Mille C. (2006). Les invertébrés introduits dans l'archipel néo-calédonien : espèces envahissantes et potentiellement envahissantes. Première évaluation et recommandation pour leur gestion.

Jourdheuil, P., Grison, P., Fraval, A., 2002. La lutte biologique: un aperçu historique. INRA (Institut National de la Recherche Agronomique), Laboratoire de Zoologie, le Courrier de l'Environnement de l'INRA n°15.

Kaygin A.T ., Gorure G. et Sadei F.C.(2009).Aphid (Hemiptera : Aphididae) species determined on herbaceous and shrub plants in province in Westem Blacksera Region of Turkey.African Journal of Biotechnology Vol. 8 (12),pp.2893-2897,17 June,2009.

Kerboua M., 2002. L'agrumiculture en Algérie. Options Méditerranéennes B 43, 21 - 26.

Références bibliographiques

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.

Lacirignola C. & D'Onghia A. M., 2009. The Mediterranean citriculture: Productions and perspectives. *Options Méditerranéennes B* 65, 13 - 17.

Lambert M., Trouslot M.F., Nef Campa C, Christen H. 1993. Production of rotenoids heterotrophic and photomixotrophic cell cultures of *Tephrosia vogelii*. *Phytochem*, 34. : 515-1520.

Lambert L., 2005 - Les pucerons dans les légumes de serre : Des bêtes de sève. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, Québec

Lang G Buchbauer G A 2012. Review on recent research results (2008-2010) on essential oils as antimicrobials and antifungals. *A review Flavour and Fragrance Journal* 27(1):13 - 39

Larousse, 2002 - Larousse Agricole. Ed. Larousse, Paris, 767 p.

Laux H.E. et al., *Gewürzpflanzen anbauen, ernten, verwenden*, Franckh, Stuttgart 1993.

Lebdi Grissa K., 2010. Etude de base sur les cultures d'agrumes et de tomates en Tunisie. Regional integrated pest management program in the Near East GTFS/REM/070/ITA. Ed. FAO (Rome), 93 p.

Leclant F., 2000 : les pucerons des plantes cultivées, clefs d'identification : II – cultures maraichères. ACTA-Severine PELCOQ. 98 p.

Lefevre PH. J. 1989. pharmacologie des alcaloïdes mineurs du tabac, SemHop Paris. p.2424-2432

Lewin L., *Gifte und Vergiftungen – Lehrbuch der Toxikologie*, 6. Aufl., Nachdruck der Originalausgabe von 1929, Karl F. Haug Verlag, Heidelberg 1992.

Longaray Delamare, A.P., Moschen-Pistorello, I.T., Atti-Serafini, L., Echeverrigaray, S., 2007. Antibacterial activity of the essential oils of *Salvia oaj'z'cinalzls' L.* and *Salvia tn'loba L.* cultivated in South Brazil. *Food Chemistry* 100, 2: 603-608.

Loussert R., 1989. Technique agricoles méditerranéennes, les agrumes, l'agriculture. Lavoisier, Paris Vol I et I. II.

Références bibliographiques

Loussert R., 1989. Les Agrumes. Tome 2 : Production. Ed. Technique et Documentation -Lavoisier (Paris), 158 p.

Lucas, E. 1993 : évaluation e l'efficacité de prédation des coccinelles,coccinella septempunctata L,et Harmonia axyridis pallas (coleoptera : coccinellidae) en tant qu'auxiliaires e lutte biologique en vergers de pommiers. Université de Québec.p94

Lykouressis, D.P.1990- First record of aphis citricola Van der Goot (Homoptera: Aphididae) on citrus in southern Greece.Entomologia8 (1990): 65-66p.

Maatoug H., 1990- « Nos plantes médicinales ». Lexiques cliniques des plantes médicinales.

Madi A., 2009 : caractérisation et comparaison du contenu poly phénoliques de deux plantes médicinales (thym et sauge) et la mise en évidence de leur activité biologiques- thèse Magister, Uni de Constantine pp107.

Maisonhaute. J.E., 2009 - Quand le paysage influence les ennemis naturels. Bulletin de la Société d'entomologie du Québec., Vol. 16, n° 2: 3-5

Maksimovic M., DAnijela V., Maladen M., Marija E.S., Sabaheta A., et sonja S.Y., 2007- Effect of the environmental condition on essential oil profile in two dinaric *Salvia* species: *Salvia brachydon vandas* and *Salvia officinalis L.* Biochemical Systematics and Ecology. 35: 473-478.

Ndo E. G. D., 2011. Évaluation des facteurs de risque épidémiologique de la phaeoramulariose des agrumes dans les zones humides du Cameroun. Thèse de doctorat en Biologie Intégrative des Plantes, Centre International d'Etudes Supérieures en Sciences Agronomiques, 204 p.

Nijhout H. F., 2013. Arthropod developmental endocrinology. In: Minelli A., Boxshall G. & Fusco G. (eds.), Arthropod Biology and Evolution, Ed. Springer (Berlin), 123 - 148.

Pefia L. & Navarro L., 1999. Transgenic citrus. In: Bajaj Y. P. S. (ed.), Transgenic Trees, Ed. Springer (Berlin), 39 - 54.

Peña L., Cervera M., Fagoaga C., Romero J., Juárez J., Pina J. A. & Navarro L., 2007. Citrus.In: Pua E. C. & Davey M. R. (eds.), Transgenic Crops V, Ed. Springer (Berlin), 35 - 50.

Références bibliographiques

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., 1971: Les agrumes, techniques agricoles et production tropicales. Ed. Maisonneuve et Larose, Paris, T.XXI et XXII, 665p.

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

Praloran J.,C.,(1971)-les agrumes,Paris maison neuve et larose,

Praloran., 1971-les agrumes.Ed.editeur 8348, paris n°5, 25p

Qubbaj T., Reineke. A., & Zebitz. C. P. W., 2004- Molecular interactions between rosy apple aphids, *Dysaphis plantaginea*, and resistant and susceptible cultivars of its primary host *Malus domestica*. *University of Hohenheim, Institute of Phytomedicine, Germany*.p145: 145-152p

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 » Paris06-7

Radulescu V.; Silvia C.; Eliza O.J; Capillary gas chromatography, mass spectrometry of volatile and semi volatile compound of *Salvia officinalis*. *Journal of chromatography a* 2004; 121-126 .

Regnault R., 2006: Les substances naturelles d'origine végétale. Qu'elles soient biopesticides ou éliciteurs (SDN), quelles sont leurs perspectives dans la protection des cultures ? *Phytoma* <http://www.phytoma-ldv.com/article-23601>.

Rekhis H.016). Etude de l'effet des extraits méthanoïques des feuilles de *Salvia officinalis* L .sur les pucerons des agrumes. Mémoire, dép. de biologie option valorisation des substances naturelles végétales 47p.

Rüegg, K.,W.O. Feißt, Großmu terküche, Müller Rüsclikon V Cham 1997.

Rice K.C., Wilson R.S., *J. Med. Chem.* 19 :1054 (1976)

Ryckewaert P., & Fabre. F., 2001- Lutte intégrée contre les ravageurs des cultures maraichères à la Réunion. *Food and Agricultural Research Council, Réduit, Mauritius*. Ed CIRAD, Saint Pierre, La Réunion

Références bibliographiques

- Saharaoui L., Benzara A. & Doumandji-Mitiche B., 2001.** Dynamique des populations de *Phyllocnistis citrella* Stainton (1856) et impact de son complexe parasitaire en Algérie. *Fruits* 56, 403 - 413.
- Sauvion N., 1995 :** Effet et modes d'action de deux lectines à mannose sur le puceron du pois *Acyrtosiphon pisum* (harris). Potentiel d'utilisation des lectines végétales dans une stratégie de création de plantes transgéniques résistantes aux pucerons. Thèse pour obtenir le grade de docteur en Analyse et Modélisation des systèmes biologiques. Institut National des sciences Appliquées de Lyon :3-19
- Saller R., J. Reichling** *Drogenreport* 9(14) : 3-5 (1996)
- 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.
- Schneider-Orelli, O., 1947.** Entomologisches praktikum-Einführung in die land-und forstwirtschaftliche insektenkunde. Sauerländer and co., aarau, Germany.
- Sekkat, A. 2007-** les pucerons des agrumes au Maroc. Pour une agrumiculture plus respectueuse de l'environnement. ENA 18 Décembre 2007. [site web] <http://agrumes.e-makane.net/sekkat.pdf> consulté le 22 janvier 2018.
- Singh S. & Rajam M. V., 2009.** Citrus biotechnology: Achievements, limitations and future directions. *Physiology and Molecular Biology of Plants* 15, 3 - 22.
- Simon H., 1994 :** Agriculture d'aujourd'hui sciences techniques et application. la protection des cultures. Ed. Lavoisier Londres, Tec. et Doc., NEW YORK :21-22
- Sullivan D.J. (2008).** Aphis (Hemiptera : Aphidae), Fordham university, Bronx, NY , USA. 191-215
- Tadeo F. R., Cercós M., Colmenero-Flores J. M., Iglesias D. J., Naranjo M. A., Ríos G., Carrera E., Ruiz-Rivero O., Lliso I., Morillon R., Ollitrault P. & Talon M., 2008.** Molecular physiology of development and quality of citrus, *Advances in Botanical Research* 47, 147 - 223.
- Turpeau-Ait Ighil. E, Dedryver C. A., Chaubet B. et Hullé M., 2011.** Les pucerons des grandes cultures: cycle biologiques et activités de vol, *Ed Quae*. pp35-47.
- 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/Quest-ce-qu-un-puceron/Morphologie>. Consulté le 22 février 2018.

Références bibliographiques

UNCN, 2011. Union internationale pour la conservation de la nature: Connaissance, Valorisation et Contrôle de l'Utilisation de la Flore Sauvage en Médecine Traditionnelle (Plantes Médicinales). 153 p

Van Driesche, R.G., Bellows, T.S., 1996. Biological control. Chapman and Hall, New York.

Van Lenteren, J.C., Colazza, S., 2006. IOBC Newsletter 80. International Organization for Biological Control of Noxious Animals and Plants(IOBC)

Vincent, C., Coderre, D., 1992. La lutte biologique. Gaëtan Morin, Québec, Canada.

Virbel-Alonso C., 2011 - Citron et autres agrumes. Ed. Groupe Eyrolles, 15 p.

Walali-Loudyi D. E. M., Skiredji A. et Hassan E., 2003 - Fiches techniques : le bananier, la vigne, les agrumes. Institut Agronomique et vétérinaire Hassan II, 4 p.

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.

Winkler, Kn 2005. Assessing the risks and benefits of flowering field edges. strategic use of nectar sources to boost biological control. Mémoire de Thesis, Wageningen University, laboratory of Entomology, The Netherlands.

Xiao Y.-J., Hu M. & Tomlinson B., 2014. Effects of grapefruit juice on cortisol metabolism in healthy male Chinese subjects. Food and Chemical Toxicology 74, 85 - 90.

Xu W., Qu W., Huang K., Guo F., Yang J., Zhao H. & Luo Y., 2007. Antibacterial effect of Grapefruit Seed Extract on food-borne pathogens and its application in the preservation of minimally processed vegetables. Postharvest Biology and Technology 45, 126 - 133.

Yahiaoui D., Djelouah K., D'Onghia A.M. & Catara A., 2012. Genetic diversity and epidemiological study of some Mediterranean CTV populations. In: 28th International Horticultural Congress on Science and Horticulture for People, 22 - 27 August 2010, Portugal.

ANNEXES

Annexe 01

Tableau N°01 : Mortalité cumulée de puceron vert *Aphis spiraecola* « in vitro »

J C	1j	2j	3j	4j	5j
Témoin	0	0	0	2	5
25%	1	3	8	14	20
50%	5	11	18	20	20
75%	8	17	20	20	20
100%	11	20	20	20	20

Tableau N°02 : Taux de mortalité de puceron vert *Aphis spiraecola* « in vitro »

J C	1j	2j	3j	4j	5j
Témoin	0	0	0	10	25
25%	5	15	40	70	100
50%	25	55	90	100	100
75%	40	85	100	100	100
100%	55	100	100	100	100

Tableau N°03 : Mortalité corrigé de puceron vert *Aphis spiraecola* « in vitro »

C/J	1j	2j	3j	4j	5j
25%	5	15	40	66,66	100
50%	25	55	90	100	100
75%	40	85	100	100	100
100%	55	100	100	100	100

