

République Algérienne Démocratique et Populaire

Université Abdelhamid ibn
Badis Mostaganem
Faculté des sciences de la
Nature et de la vie



جامعة عبد الحميد بن باديس
مستغانم
كلية علوم الطبيعة و الحياة

Département d'Agronomie

Mémoire de fin d'études

Présentée par

M^{elle} KHERROUB Nadia

Pour l'obtention du diplôme de

Master en Agronomie

Spécialité : Protection des Cultures

Thème

**Le pouvoir insecticide de l'extrait et huile essentielle
d'Origanum vulgare vis-à-vis de pucerons d'agrumes.**

Soutenue publiquement le 13 / 09 / 2018

DEVANT LE JURY

| | | |
|--------------|---------------------------------|---------------------------|
| Présidente | M ^{me} BOUALEM Malika | Grade M.C.A U. Mostaganem |
| Encadreur | M ^{me} BENOURAD Fouzia | Grade M.C.B U. Mostaganem |
| Examinatrice | M ^{me} SAIAH Farida | Grade M.C.B U. Mostaganem |

Thème réalisé au laboratoire de protection des végétaux

République Algérienne Démocratique et Populaire

Université Abdelhamid ibn
Badis Mostaganem
Faculté des sciences de la
Nature et de la vie



جامعة عبد الحميد بن باديس
مستغانم
كلية علوم الطبيعة و الحياة

Département d'Agronomie

Mémoire de fin d'études

Présentée par

M^{elle} KHERROUB Nadia

Pour l'obtention du diplôme de

Master en Agronomie

Spécialité : Protection des Cultures

Thème

**Le pouvoir insecticide de l'extrait et huile essentielle
d'Origanum vulgare vis-à-vis de pucerons d'agrumes.**

Soutenue publiquement le 13 / 09 / 2018

DEVANT LE JURY

| | | | |
|--------------|---------------------------------|-------------|---------------|
| Présidente | M ^{me} BOUALEM Malika | Grade M.C.A | U. Mostaganem |
| Encadreur | M ^{me} BENOURAD Fouzia | Grade M.C.B | U. Mostaganem |
| Examinatrice | M ^{me} SAIAH Farida | Grade M.C.B | U. Mostaganem |

Thème réalisé au laboratoire de protection des végétaux

REMERCIEMENTS

JE REMERCIE DIEU DE M'AVOIR OFFRIR LA SANTE, LE COURAGE ET LA VOLONTE POUR REALISER CET OUVRAGE QUI SANCTIONNERA MES EFFORTS ET SERVIRA A MA REUSSITE.

*- je tiens à exprimer tout mon respect et mes vifs remerciements à **M^{me} BOUALEM Malika**, maitre de conférences pour avoir accepté de présider le jury et pour son appui technique et son orientation durons le travail.*

*-Mes vifs remerciements vont aussi à **M^{me} BENOURAD Fouzia**, maitre de conférence mon directrice de mémoire, pour ces précieux conseils Qu'il ma donné afin de réaliser ce mémoire.*

*-je tiens à remercier **M^{me} SAIAH Farida** Maitre assistant, chargé de cours, pour sa sagesse scientifique, et de m'avoir honneur de mon travail.*

-Mes remerciements vont également à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Dédicaces

C'est avec un grand plaisir d'amour et de respect que je dédie ce fameux travail :

-A ma très chère mère, pour son affection son amour sa tendresse et son sacrifice pour tout ce que je ne parviendrai jamais à lui rendre ce qu'elle a fait pour moi.

-A mes chers frères : NOUREDDINE, KHEIREDDINE.

-A l'ensemble des enseignants de l'agronomie qui ont contribué à ma formation scientifique.

- A mes amis chacun par son nom, pour leur aide et leur soutien moral.

Résumé

L'objectif de cette étude est la valorisation de la plante *Origanum vulgare* à travers une évaluation *in vitro* de l'activité insecticide de l'extrait aromatique et l'huile essentielle de cette plante vis-à-vis le puceron des agrumes ; les adultes d'*Aphis spiraecola*.

L'extrait aromatique est obtenu par sonication durant 30 min, alors que l'huile essentielle est générée par la technique d'extraction par entraînement à la vapeur d'eau.

Les résultats obtenus révèlent que l'extrait aromatique de l'origan obtenu par sonication a donné des taux de mortalité très importantes dès le deuxième jour pour une concentration de 80%(v/v) avec une DL50 de 26.4%. En revanche, aux doses appliquées la toxicité de l'huile essentielle est moyennement efficace par rapport à l'effet produit par l'extrait aromatique.

Mots clés : *Origanum vulgare*, *Aphis spiraecola*, sonication, entraînement à la vapeur d'eau, extrait aromatique, Huile essentielle.

Abstract

The objective of this study is the enhancement of the *Origanum vulgare* plant through an in vitro evaluation of the insecticidal activity of the aromatic extract and the essential oil of this plant vis-à-vis the citrus aphid; adults of *Aphis spiraecola*.

The aromatic extract is obtained by sonication for 30 min, while the essential oil is generated by the extraction technique by steam distillation.

The results obtained reveal that the aromatic extract of oregano obtained by sonication gave very high mortality rates from the second day for a concentration of 80% (v / v) with an LD50 of 26.4%. On the other hand, at the applied doses the toxicity of the essential oil is moderately effective compared to the effect produced by the aromatic extract.

Key words: *Origanum vulgare*, *Aphis spiraecola*, sonication, steam training, aromatic extract, essential oil.

TABLE DES MATIERES

Résumé

Abstract

Liste des tableaux

Liste des figures

Partie bibliographique

Chapitre I : agrumes

| | |
|--|----|
| Introduction | 01 |
| I.1. Historique et répartition des agrumes dans le monde | 03 |
| 1.2. La production des agrumes | 03 |
| 1.2.1. Dans le monde | 03 |
| 1.2.2. En Algérie | 04 |
| 1.2.3. A Mostaganem | 06 |
| I.3. Systématique..... | 08 |
| 1.4. Description et cycle de développement des agrumes..... | 08 |
| 1.4.1. Description botanique..... | 09 |
| 1.4.2. Cycle de développement des agrumes | 09 |
| 1.4.2.1. Croissance végétative | 10 |
| 1.4.2.2. Développement floral | 09 |
| 1.4.2.3. Développement des fruits | 11 |
| 1.5. Problèmes phytosanitaires des agrumes en Algérie | 11 |

Chapitre II: pucerons

| | |
|---|----|
| II.1. Généralité sur les pucerons | 13 |
| II.1.1. Caractéristiques morphologiques et classification des pucerons..... | 13 |
| II.1.2. Classification systématique | 14 |
| II.1.3. Description morphologique des aphides | 14 |
| II.2 Cycle de vie | 15 |
| II.3. Dégâts causés par <i>A. Spiraecola</i> | 17 |

Chapitre III: effets insecticides des substances défensives des plantes

| | |
|---|----|
| III.1-Introduction | 18 |
| III.2-Plantes a propriétés insecticides | 18 |
| III.3-Cibles des toxines d'origine végétale | 19 |
| III.3.1-Système nerveux | 19 |
| III.3.1.1- Alcaloïdes | 19 |
| III.3.1.2 Pyréthrinoides | 19 |
| III.3.2-Ecdysone | 20 |
| III.3.2.2-L'azadirachtine | 20 |
| III.4-Utilisation des extraits des plantes | 20 |
| III.5-Présentation de la plante étudiée <i>Origanum vulgare</i> L. | 21 |
| III.5.1-Généralités | 21 |
| III.6- <i>Origanum vulgare</i> L | 21 |
| III.7-Description botanique | 22 |
| III.8- Position systématique | 22 |
| III.9- Aires de répartition | 23 |
| III.10- Utilisation en médecine traditionnelle | 23 |

Chapitre I : Matériel et méthodes

| | |
|--|----|
| I.1. L'objectif de l'étude | 24 |
| I.1.1 - Structure de stage | 24 |
| I.2-Matériel végétale | 24 |
| I.3- Matériel animale | 24 |
| I.4- Extraction | 24 |
| I.4- Extraction | 24 |
| I.4.1- Extraction par sonication | 24 |

| | |
|---|----|
| I.4.2- Rendement d'extraction | 26 |
| I.4.3 - Extraction de l'huile essentielle | 26 |
| I.4.4- Récupération, conditionnement et conservation d'huile essentielle | 27 |
| I.4.5- Détermination du rendement | 27 |
| I.5- Evaluation de l'activité insecticide de l'extrait et l'huile essentielle | 28 |
| I.5.1-Préparation des doses de l'extrait | 28 |
| I.5.2-Préparation des doses de l'huile essentielle | 28 |
| I.5.3- conduite de l'essai | 28 |
| I.6- Analyses statistique des données | 29 |

Partie expérimentale

Chapitre II : Résultats et discussion

| | |
|---|----|
| II.1- Rendement d'extraits | 30 |
| II.2- Effet de l'extrait <i>d'Origanum vulgare</i> sur les adultes <i>d'Aphis spiraeicola</i> | 30 |
| II.3- Effet de l'huile essentielle <i>d'Origanum vulgare</i> sur les adultes <i>d'Aphis spiraeicola</i> | 32 |
| Conclusion | 35 |

ANNEXE

Référence bibliographique

Liste des tableaux

| | |
|--|----|
| Tableau 1 : Production d'orange en Algérie | 05 |
| Tableau 2 : La répartition de la superficie et de la production des cultures fruitières | 05 |
| Tableau 3: Plantations agrumicoles | 06 |
| Tableau 4 production des agrumes par variété dans la wilaya de Mostaganem..... | 07 |
| Tableau 5: Principales espèces nuisibles recensées sur les agrumes..... | 12 |

Liste des figures

| | |
|---|----|
| Figure .01 : Répartition géographique de la production mondiale d'agrumes (moyenne sur la période 2009-2010) | 03 |
| Figure 02 : Production mondiale d'agrumes totale ainsi que par catégorie de produit de 1961 à 2010 en tonnes | 04 |
| Figure n°03 : Production des agrumes par rapport aux autres cultures fruitières en Algérie . | 06 |
| Figure n° 04: Feuilles, fleurs et fruits d'oranger | 08 |
| Figure n°05 : Caractéristiques morphologiques d'un <i>citrus</i> | 09 |
| Figure n°06 : Prises sur <i>Aphis spiraecola</i> (a : puceron aptère ; b : feuille enroulée ; c : colonie du puceron sur feuille d'agrumes)..... | 13 |
| Figure n° 07: Puceron aptère et ailé | 16 |
| Figure n°0 8 : Cycle biologique des pucerons | 17 |
| Figure n°09: Caractéristiques botaniques ; <i>Origanum vulgare</i> | 23 |
| Figure n°10 : Sonicateur | 25 |
| Figure N° 11 : protocole expérimental d'extraction de l'extrait..... | 25 |
| Figure n°12 : Dispositif d'extraction de l'huile essentielle | 26 |
| Figure. n°13 : Protocole expérimental d'extraction des huiles essentielles..... | 27 |
| Figure.n°14 : Dispositif expérimentale utilisé pour l'étude d'effet insecticide des deux produits | 29 |
| Figure n°15 : mortalité cumulée d' <i>Aphis spiraecola</i> traité par l'extrait aromatique d' <i>Origanum vulgare</i> | 30 |

| | |
|--|----|
| Figure n° 16 : taux de mortalité corrigée en fonction des concentrations de l'extrait aromatique d' <i>Origanum vulgare</i> (après 02 jours de traitement)..... | 31 |
| Figure n°17 : Adulte des <i>Aphis spiraecola</i> morte traité par l'extrait d' <i>Origanum vulgar</i> | 31 |
| Figure n°18 : mortalité cumulée d' <i>Aphis spiraecola</i> traité par l'huile essentielle d' <i>Origanum vulgare</i> | 32 |
| Figure n°19 : taux de mortalité corrigée en fonction des concentrations de l'huile essentielle d' <i>Origanum vulgare</i> (après 03 jours de traitement)..... | 33 |
| Figure n°20 : Adulte des <i>Aphis spiraecola</i> morte traité par l'huile essentielle d' <i>Origanum vulgar</i> | 33 |

Introduction

Les agrumes appartiennent à la famille des Rutacée et au genre botanique *Citrus*. Cette appellation d'origine italienne, désigne les fruits comestibles et par extension les arbres qui les portent (Loussert, 1989).

En Algérie, l'agrumiculture occupe une place importante, et représente pour le pays un intérêt économique et social. Une relance de l'agrumiculture en Algérie est enregistrée ces dernières années à travers aussi bien le rajeunissement des vergers existants que la création de nouveau verger dans les zones de prédilection. Pour les nouveaux vergers agrumicoles, il est noté également la mise en place de système d'irrigation en goutte à goutte avec une conduite en intensif. Ce qui a pour conséquence une pullulation d'un nombre important de bioagresseurs.

Parmi les insectes ravageurs, inféodés aux agrumes, les pucerons occupent une place très particulière. Les particularités biologiques et éthologiques de ces aphides, notamment leur potentiel biotique extraordinaire et leur surprenante adaptation à l'exploitation maximale du milieu par leur polymorphisme.

Les dégâts directs qu'ils occasionnent correspondent une baisse du nombre de fruits, ce qui engendre un affaiblissement de la plante, l'avortement des fleurs, l'enroulement et la chute des feuilles réduisant la surface photosynthétique et le dessèchement des pousses. Les ravages indirects se résument en l'installation de la fumagine, sur la couche de miellat expulsé par les pucerons et la transmission de phytovirus.

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).

Les recherches sur les développements d'une lutte biologique contre les principaux ravageurs des agrumes sont orientées principalement sur l'utilisation de biopesticide. Dans ce cadre, nous avons fixé pour objectif l'étude de l'effet de l'extrait aromatique et huile essentielle d'*origanum vulgare* vis-à-vis *Aphis spaericola* pucerons des agrumes.

Ce travail est scindé en deux grandes parties. Dans la première, nous avons présenté des généralités sur la plante hôte (les agrumes), ainsi que sur le ravageur (*Aphis spaericola*).

Dans la seconde partie, nous avons exposé les techniques appliquées pour l'extraction de l'huile et l'extrait aromatique de l'origan, et l'étude *in vitro* de l'efficacité insecticide de ces derniers.

1.1. Historique et répartition des agrumes dans le monde

Les agrumes sont originaires du pays du Sud-Est Asiatique. Leurs cultures se confondent avec l'histoire des civilisations chinoises. En effet c'est avec le rayonnement de la civilisation Chinoise et Indoue que la culture des agrumes, s'est propagée à l'ensemble des pays du Sud-Est Asiatique, le Sud de Japon et l'archipel de Malaisie (Loussert ,1989 cité par Berrighi, 2007).

1.2. La production des agrumes

1.2.1. Dans le monde

La production des agrumes est très diversifiée avec 68 Mt d'oranges; 29 Mt des petits agrumes; 14 Mt de citrons et de limes et 5 Mt de pomelos en 2009. (Loeillet, 2010).

La production mondiale des oranges est de l'ordre de 66,4 millions de tonnes en 2010 ce qui représente une hausse de 14 pour cent par rapport au volume enregistré pendant la période 1997-1999. Et de 60 millions de tonnes en 2000, dont 18 millions de tonnes produites par le Brésil à lui seul, suivi par la Floride avec 11 millions et le bassin méditerranéen avec 10 millions. (Anonyme, 2012).

Cette spéculacion est cultivée dans plus de 100 pays à travers le monde où la superficie consacrée à cette culture dépasse largement les 3 millions d'hectares. La plupart est cultivée dans l'Hémisphère Nord, comptant pour environ 70% de la production totale. Les principaux pays producteurs d'agrumes sont le Brésil, les pays du bassin méditerranéen, la Chine, les Etats-Unis et l'Inde (fig.1).

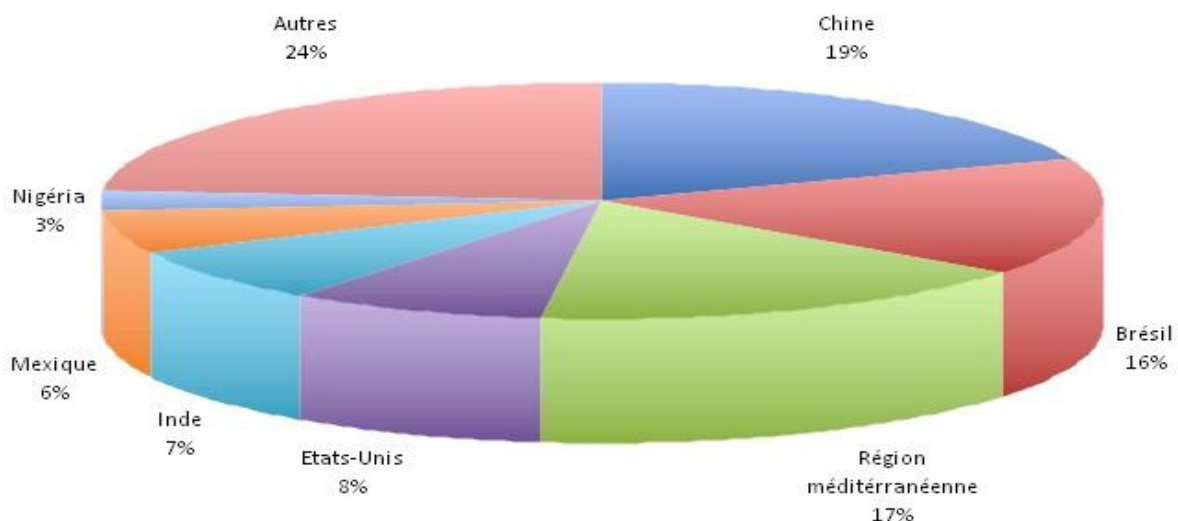


Figure n° 01 : Répartition géographique de la production mondiale d'agrumes (moyenne sur la période 2009-2010) (Anonyme, 2010).

La croissance de la production mondiale des agrumes a été relativement linéaire au cours des dernières décennies du XXème siècle. La production annuelle totale d'agrumes s'est élevée à plus de 123 millions de tonnes sur la période 2009-2010. Les oranges constituent la majeure partie de la production agrumicole avec plus de la moitié (63%) pendant l'année 2010. L'amélioration de la production est principalement due à la croissance des terres cultivées consacrées aux agrumes. Le diagramme suivant représente l'évolution de la production mondiale d'agrumes.

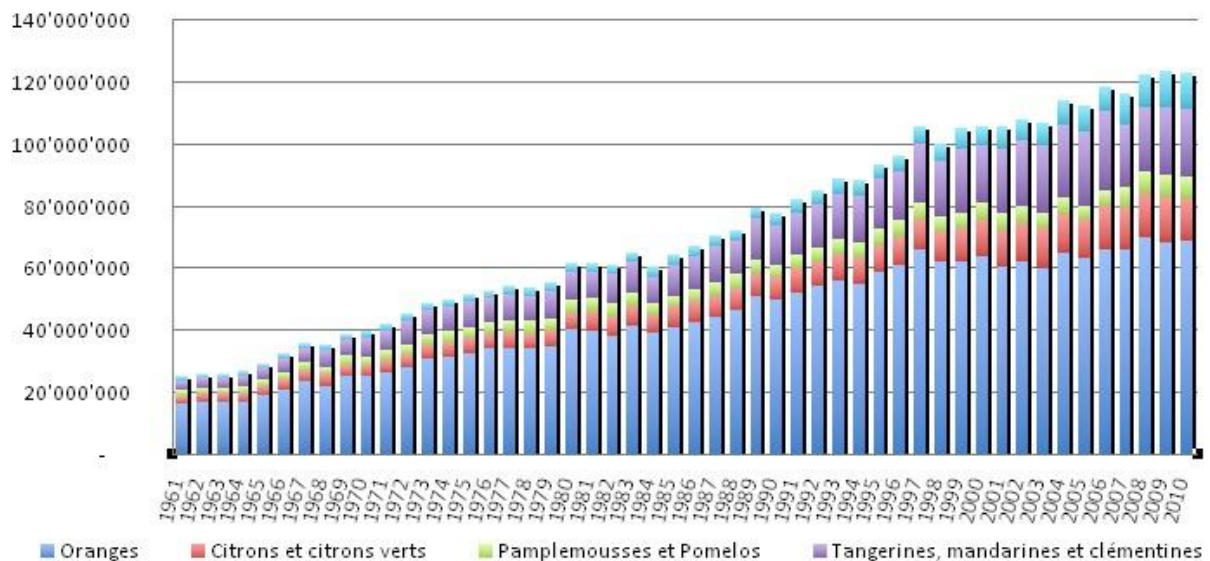


Figure n° 02 : Production mondiale d'agrumes totale ainsi que par catégorie de produit de 1961 à 2010 en tonnes (Anonyme, 2010).

I.2.2.En Algérie

La production des oranges en Algérie augmente d'une année à une autre. Le tableau 1 montre que depuis 2004 jusqu'à 2013, la production a augmenté de plus du double, soit d'une quantité de 473524 tonnes avec un taux d'environ 113.51 %.

Tableau 1 : Production d'orange en Algérie (Hamidouche, 2013)

| Production (en tonnes) | Année |
|-------------------------------|--------------|
| 890674 | 2013 |
| 802517 | 2012 |
| 814740 | 2011 |
| 582496 | 2010 |
| 626091 | 2009 |
| 502991 | 2008 |
| 490915 | 2007 |
| 474453 | 2006 |
| 435236 | 2005 |
| 417150 | 2004 |

Tableau 2 : La répartition de la superficie et de la production des cultures fruitières (Guenouni et kacemi, 2013).

| Espèces | Surface totale (ha) | Production (T) |
|------------------|----------------------------|-----------------------|
| Agrumes | 45 040 | 453 556 |
| Olivier | 165 600 | 363 381 |
| Amandiers | 31 990 | 256 020 |
| Pépins | 37 450 | 206 524 |
| Noyaux | 39 160 | 164 256 |
| Vigne | 56 360 | 178 530 |
| Figuier | 35 760 | 50 609 |
| Total | 411 330 | 1 672 877 |

Les principales cultures pérennes sont représentées par l'olivier, la vigne et les agrumes. Cette dernière représente 27% de la production fruitières totale (fig. 3).

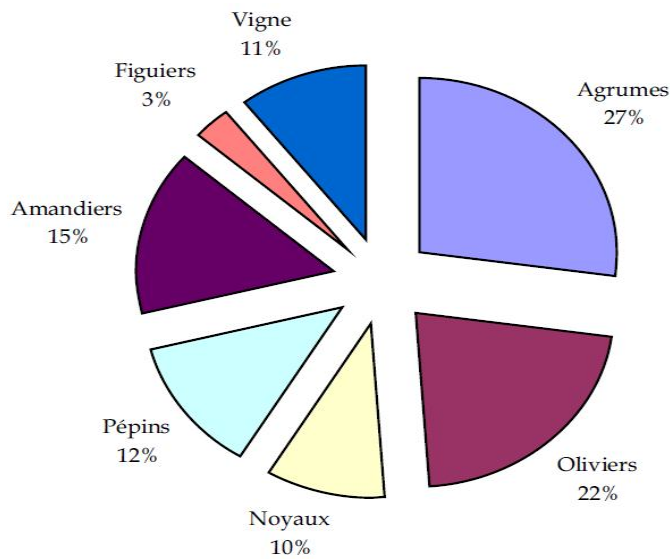


Figure n°03 : Production des agrumes par rapport aux autres cultures fruitières en Algérie (Guenouni et kacemi, 2013).

1.2.3. A Mostaganem

Différentes variétés de *Citrus* sont plantées sur 5000 hectares (superficie totale) soit 16% de la superficie totale des arbres fruitières et 4480.5 hectares comme superficie productive dans la région de Mostaganem (DSA, 2018) ; cependant, la production totale est de 12948,6 tonnes en 2017-2018 toutes espèces confondues avec un rendement qui dépasse 292 Qx/ha. Ces dernières années la wilaya de Mostaganem a connu une progression nette dans les superficies grâce aux subventions de l'état avec le programme FNDA et ET-TAHADI (DSA, 2018) et la rentabilité de l'agrumiculture qui attire de plus en plus d'adhérents en conséquence les plantations ne cessent de s'accroître d'une année à une autre.

Tableau 3 : Plantations agrumicoles 2014 -2018(Source : DSA 2018)

| Année | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 |
|--------------------|-------|------|------|------|------|
| Plantation en (ha) | 120.5 | 43.5 | 113 | 49 | 117 |

Tableau 4 : production des agrumes par variété dans la wilaya de Mostaganem (DSA, 2018).

| | 2013 | | 2014 | | 2015 | |
|-------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| les groupes des agrumes | Superficie (Ha) | Production (Qx) | superficie (Ha) | production (Qx) | superficie (Ha) | Production (Qx) |
| Orange | 3008 | 860175 | 3056 | 896439 | 3085 | 933280 |
| Mandarine | 16,5 | 4805 | 16,5 | 4770 | 17 | 4405 |
| Clémentine | 658.5 | 189230 | 658,5 | 186102 | 659 | 178866 |
| Citronnier | 246 | 64090 | 246 | 69450 | 246 | 66960 |
| Total | 3928.5 | 1118300 | 3977 | 1156761 | 4006 | 1183511 |
| | 2016 | | 2017 | | 2018 | |
| les groupes des agrumes | Superficie (Ha) | Production (Qx) | superficie (Ha) | production (Qx) | superficie (Ha) | Production (Qx) |
| Orange | 3239 | 884023 | 3380,5 | 1004825 | 3544.5 | 10339 18 |
| Mandarine | 17 | 5080 | 17 | 4820 | 16.5 | 4710 |
| Clémentine | 659 | 172932 | 670,5 | 182625 | 670.5 | 187372 |
| Citronnier | 247 | 67965 | 247 | 68170 | 249 | 68860 |
| Total | 4160,5 | 1130000 | 4314 | 1260440 | 4480.5 | 1294860 |

I.3-Systématique

Selon Praloran, (1971) cité par Berrighi, (2007), les agrumes appartiennent à :

- Ordre : *Géniale*
- Famille : *Rutaceae*
- Sous-famille : *Aurantioideae*
- Tribu : *Citreae*
- Sous-tribu : *Citrinae*
- Trois genres : *Fortunella, Poncirus, Citrus*

C'est aux derniers genres qu'appartiennent les principales espèces cultivées Praloran, (1971) cité par Ghelamallah, (2005) :

- *Citrus sinensis* OSBACK (Oranger)
- *Citrus reticulata* BLANCO(Mandarinier)
- *Citrus clementina* CLEMENT(clémentinier)
- *Citrus limon* BRUN(Citronnier)
- *Citrus grandis* OSBACK (Pomplemoussier)

- *Citrus medica* LINN(cédratier)
- *Citrus aurantium* LINN (bigaradier)

1.4. Description et cycle de développement des agrumes

1.4.1. Description botanique

Les agrumes sont de petits arbres ou arbustes atteignant 5 à 10 m assez souvent épineux et à feuillage dense persistant donnant des fruits de formes et de taille diverses :

- Les feuilles sont simples ou composées, sans stipules, éparses ou opposées. Un de leurs caractères communs est la présence de glandes oléifères qui apparaissent par transparence comme des points translucides. Toutes les parties de la plante possèdent en outre des tissus sécrétant des huiles essentielles à odeur aromatique (Courboulex et Lorrain, 1998 cité par Matmati, 2005).
- Les fleurs généralement régulières et hermaphrodites, sont formées par 4 ou 5 pétales (blanches), généralement libres, l'androcée est obdiloclée, les carpelles sont soudées en un gynécée à ovaire pluriloculaire supérieur parfois inférieur (Courboulex et Lorrain, 1998 cité par Matmati, 2005).



Figure n°0 4 : Feuilles, fleurs et fruits d'oranger (Hama et Asloune 2016)

- Les fruits sont sphéroïdaux ou ovales, en les sectionnant on peut observer :
 - Un épicarpe rugueux, robuste, jaune (flavedo), qui entoure et protège le reste du fruit. Cet épicarpe est riche en glandes lysogènes qui contiennent une huile aromatique essentielle volatile d'une saveur citrine, composée de phéllandène, limonane (Courboulex et Lorrain, 1998 cité par Matmati, 2005).
 - Un mésocarpe parenchymateux, blanc (albedo), consistant, qui est relié étroitement à l'épicarpe, forme la peau ou l'écorce. Le mésocarpe contient quelques glycosides, comme la limanine et la citrine et les flavonoïdes qui déterminent la vitamine P, Le glucose et quelques acides organiques tels que l'acide citrique. (Courboulex et Lorrain, 1998 cité par Matmati, 2005).
 - Un endocarpe membraneux qui constitue la chair, une pellicule radiale consistante le subdivise en loges, de dimensions variables selon le cultivar. Ces loges contiennent des cellules fusiformes, allongées, riches en sucres solubles, en quantité non négligeable de vitamine C, pectine, fibres et divers acides organiques sont présents tout comme les sels de potassium (Courboulex et Lorrain, 1998 cité par Matmati, 2005).

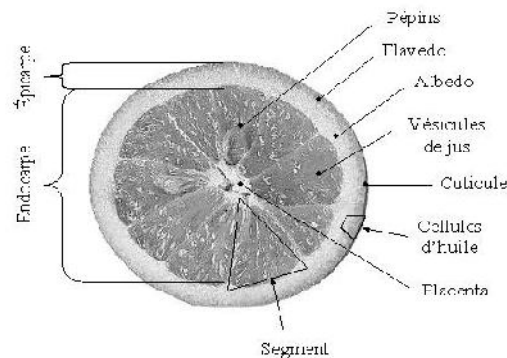


Figure n° 4: Caractéristiques morphologiques d'un *citrus* (Duan et *al.*, 2014).

1.4.2. Cycle de développement des agrumes

1.4.2.1. Croissance végétative

Les *Citrus* dites arbres à feuillage persistants sauf pour *Poncirus trifoliata* qui perd son feuillage en hiver (Loussert, 1989 cité par Berrighi, 2007), Ils sont caractérisés par une émission régulière de feuillages durant l'année. Représentée par l'apparition des jeunes ramifications (rameau) dites poussées de sève au cours de trois périodes distinctes de l'année :

A- Première poussée de sève (poussé de printemps)

De fin Février jusqu'au début Mai : les ramifications s'allongent et se développent des jeunes feuilles de coloration vert-claire, sur ces nouvelles pousses apparaissent en Avril et Mai les organes fructifères. Cette poussée est la plus importante du point de vue masse végétative développée (Loussert, 1989 cité par Berrighi, 2007).

B- Deuxième poussée de sève (poussée d'été)

De juillet à Aout : se développent de nouvelles pousses qui sont en général moins importantes que celles de printemps et d'automne (Loussert, 1989 cité par Berrighi, 2007).

C- Troisième poussée de sève (poussée d'automne)

De Septembre à Novembre : elle assure le renouvellement du feuillage. Ces trois poussées sont le résultat de trois flux de sève qui commandent le développement végétative de l'arbre. Les arbres ne subissent pas le phénomène de dormance mais seulement un ralentissement de l'activité végétative (Loussert, 1989 cité par Berrighi, 2007).

1.4.2.2. Développement floral

Les principales étapes du développement floral sont : la floraison, la pollinisation et la fécondation.

A- La floraison

Elle s'étale de fin Mars au début Mai : chez certaines espèces, la floraison peut être échelonnée durant toute l'année. C'est le cas des limettiers et des cédratiers. Par ailleurs, Praloran, (1971, cité par Berrighi, 2007), rapporte que la proportion des fleurs qui donnent des fruits atteignant la maturité est faible, en effet 1% des 60000 fleurs suffisent pour assurer une récolte de 100 kg/arbre.

B- Pollinisation

Lors de la pleine floraison, les anthères des étamines s'ouvrent et laissent échapper les grains de pollen, ces derniers sont transportés par le vent ou par les insectes, particulièrement les abeilles. Le développement parthénocarpique du fruit est déclenché par la germination du grain de pollen sur le stigmate sans qu'il y soit fécondation complète (Ghelamallah, 2005).

C- Fécondation

Les espèces et les variétés riches en pépins assurent la fécondation complète. Après que la germination du pollen est réalisé, le stigmate, le germe de pollen se développe dans le

stylet et se termine par la fusion des deux gamètes (Anthérozoïde, Oosphère), c'est la phase ultime de la fécondation (Matmati, 2005).

1.4.2.3. Développement des fruits

Les étapes du développement des fruits sont : la nouaison, le grossissement et la maturation.

- a- **La nouaison** : C'est la première étape du développement du fruit juste après la fécondation (Ghelamallah, 2005).
- b- **Le grossissement** : Etape rapide (Mai -Juin) qui nécessite de l'eau et des éléments nutritifs (N) afin d'obtenir un bon calibre et une bonne qualité du fruit (Matmati, 2005).
- c- **La maturation** : Cette étape s'effectue pendant la période échelonnée entre Juillet et Septembre, le fruit poursuit leur développement en grosseur pour atteindre en Octobre son calibre définitif (Loussert, 1989 ; Praloran, 1971 cité par Berrighi, 2007).

1.5. Problèmes phytosanitaires des agrumes en Algérie

Les agrumes souffrent de différentes maladies et ravageurs qui peuvent affecter considérablement la récolte en détruisant les fruits et/ou les arbres (Ghelamallah, 2005). Les principales maladies sont le chancre des agrumes, la psorose écaïlleuse, la gommose, le pourridié et la fumagine (Ghelamallah, 2005). Les planteurs doivent apporter un soin particulier au cours de la croissance et de la récolte des fruits. Les arbres et les fruits sont également sensibles à différents types d'insectes dont le plus important est le puceron vert des agrumes « *Aphis spiraecola* » et la mineuse des feuilles des agrumes « *phyllocnistis citrella* » (Ghelamallah, 2005). Le tableau ci-après regroupe les principaux ravageurs des agrumes :

Tableau 5: Principales espèces nuisibles recensées sur les agrumes (Loussert, 1989 ; Berkani et Dridi, 1992). cité par (Berrighi L, 2007).

| Ravageurs | Ordres | Famille | Espèce |
|--------------------|-------------------|---|--|
| Insectes | <i>Lépidopter</i> | <i>Gracillariidae</i> | <i>Phyllocnistis citrella</i> Stainton |
| | | <i>Pyralidae</i> | <i>Mylois ceratonea</i> Zeller <i>Prays citri</i> Milliere <i>Gymnoxeles pumilata</i> Habner |
| | <i>Homopter</i> | <i>Aphididae</i> | <i>Aphis spiraecola</i> Patch <i>Aphis gossypii</i> Glover |
| <i>Aleurodidae</i> | | <i>Toxoptera auranti</i> Boyerde F <i>Dialeurode citri</i> Ril | |
| <i>Coccidae</i> | | <i>Aleurothruscus floccosus</i> Mask <i>Paramisia myricae</i> Kuwana <i>Parlatoria ziziphi</i> Lucas <i>Aonidiella auranti</i> Mask <i>Planococcus citri</i> Risso <i>Saissetia olea</i> Bern <i>Icerya purchasi</i> Mask | |
| | <i>Dipter</i> | <i>Tephritidae</i> | <i>Ceratiti scapitata</i> Wied |
| Acariens | | | <i>Aceria sheldoni</i> Ewing <i>Tetranychus cinnabarinus</i> Bois Duval <i>Hemitasonemus latus</i> Banks |
| Nématodes | | | <i>Tylenchulus semipenetrans</i> Cobb |

II.1. Généralité sur les pucerons

Les pucerons ont toujours été considérés comme l'un des groupes les plus nocifs aux plantes. Ils sont pris comme une source perpétuelle de frustration pour les agriculteurs et les jardiniers (Powell et *al.*, 2006).

Ce sont des ravageurs communs des cultures et des plantes ornementales (Perera et *al.* 2005). Comme ils sont considérés comme des vecteurs de nombreux virus de plantes tels que la Mosaïque ; la jaunisse de la Sharka et le virus de Tristeza qui a détruit à lui seul environ 50 millions d'arbres pendant une durée de 40 à 50 ans (Locoq, 1996 et Tahiri, 2007)

Pourtant, ils sont souvent contrôlés par un grand nombre d'espèces d'ennemis naturels, notamment les parasitoïdes ; nous comptons actuellement, environ 350 genres avec 3500 espèces décrites (Imenes et *al.*, 2002).



Photo n°06 : différents stades sur *Aphis spiraecola* (a : puceron aptère ; b : feuille enroulée ; c : colonie du puceron sur feuille d'agrumes) (Original, 2018)

II.1.1. Caractéristiques morphologiques et classification des pucerons

Les pucerons ou aphides font partis de l'embranchement des arthropodes : corps segmenté et articulé, squelette externe chitineux (Stary, 1975).

Ce sont des insectes : leur corps, dont la longueur varie entre 2 et 5 mm, est divisé en 3 parties bien différenciées : tête, thorax et abdomen (Cherfaoui, 2010).

Ils font partie de la superfamille des Aphoidoidea, de la famille des Aphididae (présence de deux cornicules sur l'abdomen) se situe dans l'ordre des Homoptères, chez la plupart des espèces de pucerons, coexistent des formes adultes ailées et aptères (Stary, 1975).

II.1.2. Classification systématique (Jourdan et Mille, 2006) :

- **Règne** : Animalia
- **Embranchement** : Arthropoda
- **Sous-embranchement** : Hexapoda
- **Classe** : Insecta
- **Ordre** : Hemiptera
- **Famille** : Aphididae
- **Sous famille** : Aphidinae
- **Genre** : *Aphis*
- **Espèce** : *Aphis spiraecola* (Patch, 1914).

II.1.3. Description morphologique des aphides

Les Aphides varient beaucoup en forme et en taille (Loukia, 1970) mais on peut tout de même donner quelques traits généraux :

- Le corps est ovulaires à coupe globulaire, les téguments sont mous et présentent des soies de forme et de longueur très variables (Stary, 1975).
- La tête est généralement bien séparée du thorax chez les formes ailées et pas chez les aptères. Sur celle-ci sont insérées les antennes qui comprennent 3 à 6 articles (le plus souvent 6). Le dernier article est généralement le plus long et comprend une partie basale légèrement renflée et une partie terminale qui peut être plus courte que la base ou considérablement plus longue, appelée processus terminal (Fraval, 2006).
- Les antennes peuvent être insérées directement sur le front ou sur des protubérances du vertex appelées tubercules frontaux-latéraux (Fraval, 2006). Certains articles antennaires possèdent des organes sensoriels. Les sensoria primaires existent chez toutes les formes à tous les stades, ils sont localisés à la partie distale des deux derniers articles (Fraval, 2006). En revanche, les sensoria secondaires sont situés généralement sur le 3^{ème} article et les suivants : nombreux chez les formes ailées et chez les mâles aptères, ils sont plus rares chez les virginipares aptères (Brun, 1973).
- L'abdomen porte généralement dans sa partie postérieure, une paire de cornicules de forme et de couleur très variable (Fraval, 2006).
- Le dernier segment abdominal (le 10^{ème}) forme la queue (ou coda) plus ou moins développée et de forme variable suivant les espèces qui sert à l'épandage du miellat (Sorensen, 2003).

- Les Tarses ont deux articles dont le dernier est pourvu d'une paire de griffes (Sorensen, 2003).

Les pucerons possèdent des éléments typiques de l'appareil buccal des insectes, mais transformés par leur spécialisation. La lèvre inférieure est transformée en trompe où se logent deux paires de stylets : les mandibules et les maxilles (Bouhroua, 1987). Ces derniers sont accolés, l'un à l'autre sur leur longueur, formant un faisceau, et coulissent les uns par rapport aux autres en délimitant des canaux salivaires et alimentaires. Ils ont donc un système buccal de type piqueur-suceur (Fraval, 2006).

Malgré tous ces caractères communs, il existe d'importantes différenciations morphologiques entre familles, genres et espèces de pucerons (Cherfaoui, 2010). Les critères de différenciation, souvent plus nets chez les ailés que les aptères, portent sur la forme du front et des tubercules frontaux (zones d'insertion des antennes), la forme des cornicules, des stigmates abdominaux, ainsi que sur la forme et le nombre de rhinaries (Sensorials secondaires) et la pigmentation des différentes parties du corps (Fraval, 2006).

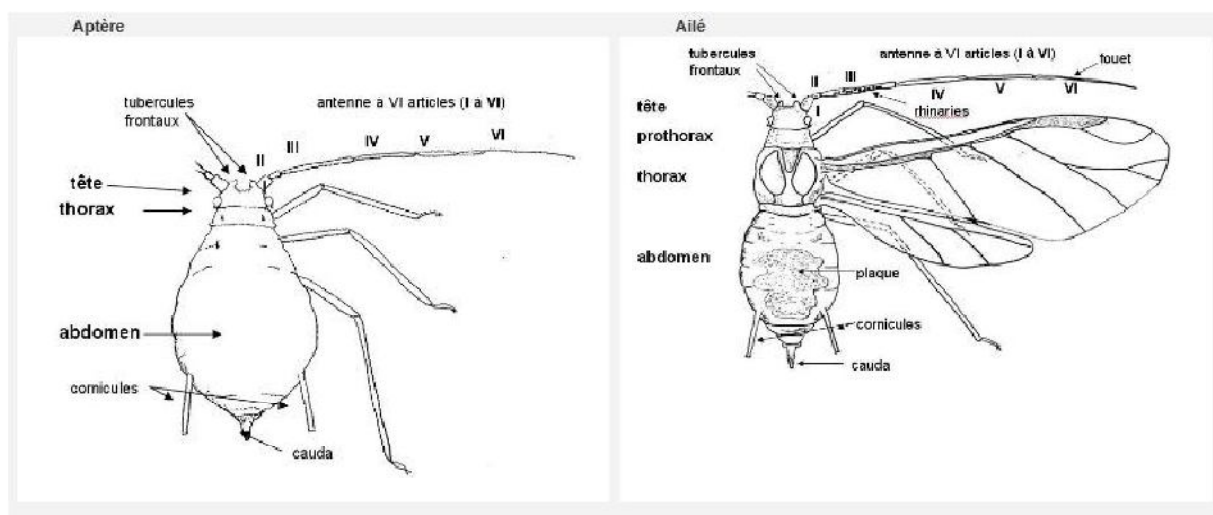


Figure n° 07: Puceron aptère et ailé (INRA, 2013)

II.2 Cycle de vie :

Le cycle évolutif des pucerons est dit hétérologiques c'est-à-dire caractérisé par l'alternance d'une génération sexuée et d'une ou plusieurs générations parthénogénétiques (asexuées) (Christelle, 2007), avec une production asexuée largement dominante sur la reproduction sexuée. Selon Lambert (2005), la conséquence de cette reproduction asexuée est une due a une multiplication très rapide de la population de puceron, les femelles fécondées sont toujours ovipares, alors que les femelles parthénogénétiques sont vivipares (elles donnent

directement naissance de jeunes larves capables de s'alimenter et de se déplacer aussitôt produites).

Selon Simon (2007), il existe différents types de cycles de vie des pucerons selon les espèces. Certaines espèces accomplissent la totalité de leur cycle évolutif sur des plants de la même espèce ou des espèces très voisine ; elles sont dites monoeciques par contre d'autres espèces nécessitent pour l'accomplissement de leur cycle complet deux plantes hôtes non apparentées botaniquement. Ces espèces sont dites hétéroeciques (ou dioeciques). La plante sur laquelle est pondu l'œuf d'hiver est appelée l'hôte primaire, l'autre étant l'hôte secondaire, généralement c'est une plante herbacée sur lequel émigre les fondatrigènes ailées.

Dans les régions tempérées, les pucerons présentent un cycle annuel complet (holocycle) à deux hôtes (dioécique). Dans les conditions défavorables de l'hiver, la plupart des pucerons hivernent sous forme d'œufs sur les plantes vivaces ou dans les débris végétaux. Ils peuvent résister à des températures plus basses de l'ordre de -10°C à -15°C . Certains hivernent sous forme de femelles adultes (Eaton, 2009). Les œufs fécondés éclosent au printemps et produisent une génération de femelles aptères appelées fondatrices qui s'installent sur les feuilles, les pousses et parfois sur les fleurs (Labrie, 2010).

Ils commencent à fonder de nouvelles colonies en produisant des descendants par parthénogenèse. Celles-ci peuvent donner naissance à 10 femelles ou plus par jour (Anonyme, 2009). Parallèlement les fondatrices adultes pondent elles même des larves qui donneront des adultes aptères appelés fondatrigènes (Bahlai et al. 2007). Plusieurs générations vont se succéder dans lesquelles apparaîtront des ailés qui iront contaminer les différents hôtes secondaires. Par parthénogénèse, les fondatrigènes engendrent un certain nombre de générations des femelles appelées virginogènes.

À l'automne, la diminution de la température, de la durée de jour et de la qualité du plant induit le retour des ailés vers leur hôte primaire et l'apparition des femelles capables d'engendrer des sexués. Ces sexupares produisent des mâles (ce sont des andropares) ou des femelles (gynopares) ou les deux (amphotères) (Labrie, 2010). Généralement, le mâle est ailé et la femelle aptère. Cette femelle, c'est la seule de toute cette succession de générations et de formes, pond un œuf, l'œuf d'hiver. Ces œufs éclosent au printemps suivant et le cycle recommence (Klass., 2009 ; Dewey, 2004).

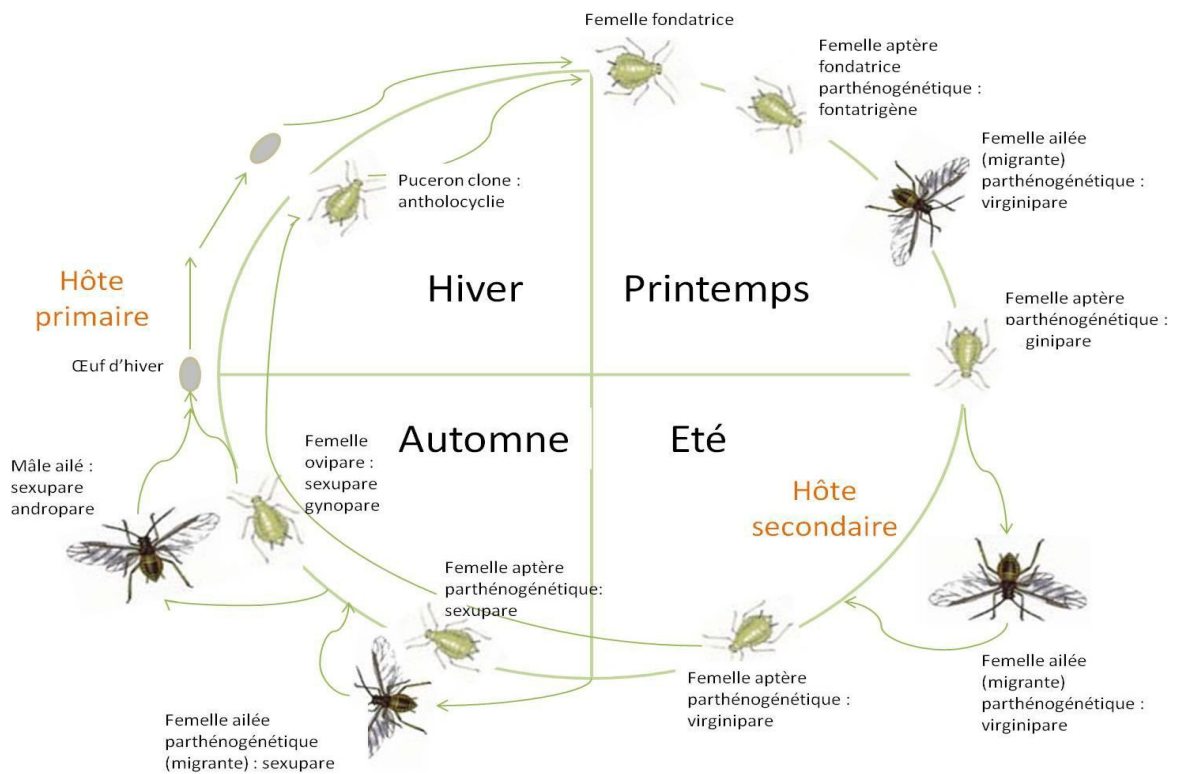


Figure n°08 : Cycle biologique des pucerons (Leray, 2013).

II.3. Dégâts causés par *A. Spiraecola* :

L'enroulement des feuilles de Citrus : les pucerons se nourrissent exclusivement aux dépens des plantes : ils sont phytophages.

Les styles permettent aux pucerons d'effectuer des piqûres dans les plantes et atteindre les faisceaux cribro-vasculaires du phloème. Transporteurs de sève élaborée. Le trajet des stylets est généralement intercellulaire, quelquefois intracellulaire (Loukia, 1970).

➤ Dégâts directs et indirectes

Les pucerons se nourrissent de la sève élaborée des plantes et provoquent des dégâts directs. En prélevant la sève, ils affaiblissent la plante. Leur salive est toxique et provoque la décoloration, la déformation ou la destruction des tissus végétaux. Ils sont aussi responsables de dégâts indirects en transmettant certains virus. En produisant du miellat, ils favorisent la présence de fumagine due à des champignons de couleur noire qui recouvrent les feuilles diminuant ainsi la photosynthèse. Loukia C, Argyriou. (1970).

Chapitre III: effets insecticides des substances défensives des plantes

III.1-Introduction :

Pendant longtemps, la lutte contre les ravageurs des cultures dans les pays en voie de développement s'est reposé sur l'utilisation abusive de pesticides. C'est encore le cas aujourd'hui, même si l'on commence à prendre conscience des conséquences néfastes d'une lutte chimique non raisonnée sur la santé humaine et animale, ainsi que sur l'environnement. Il est donc indispensable de s'orienter vers des solutions alternatives basées sur l'exploitation des ressources naturelles, particulièrement des plantes locales à propriétés insecticides.

D'après Fravel 2005, les biopesticides ou pesticides biologiques sont des produits antiparasitaires, utilisés en agriculture pour détruire les parasites et compétiteurs de l'activité considérée (champignons, insectes, bactéries, plantes adventices).

Les bios pesticides présents l'avantage de ne pas être toxiques pour les vertèbres, d'être biodégradable et surtout d'avoir une spécificité et une efficacité à faible dose sur les organismes nuisibles. (Jaoua, 2005).

Plusieurs études se sont intéressées aux plantes qui peuvent être utilisée comme biocide. Ces plantes contiennent naturellement dans leurs tissus des quantités important des molécules bioactives qui sont libérer lorsqu'elles sont stressées, une gamme de produits connus par leurs propriétés biocides ou bio statiques. (Ait Saada, 2011).

III.2-Plantes à propriétés insecticides :

Depuis l'antiquité, les molécules chimiques végétales sont connues pour leur effet Bioinsecticides. D'après Rana Singh,2000 environ 2121 espèces végétales possédant des propriétés de la lutte anti parasitaire, parmi 1005 espèces de plantes présentant des propriétés insecticides 384 avec des propriétés anti-appétant, 297 ayant des propriétés répulsives, 27 avec des propriétés attractives et 31 identifiées comme stimulateurs de croissance.

Ses molécules a activé bio pesticide appartiennent majoritairement a trois grandes familles chimiques : les substances phénoliques, les terpénoïdes, les stéroïdes et les alcaloïdes.

Selon Bernardet *al.*(2009) si une plante n'est pas attaquée par un insecte, c'est en effet qu'elles s'en défend chimiquement, les secret de l'autoprotection des plantes réside dans la subtile chimie de leurs toxines.

Beaucoup de plantes ayant des effets insecticides ou insectifuges, sont encore inconnues du fait de recherches insuffisantes, et d'autres ont déjà prouvé une certaine efficacité. Il en est ainsi de :

- Apiaceae comme le fenouil (*foeniculum vulgare*)
- Asteraceae comme l'arnica (*Arnica montana*)
- Betumaceae comme le bouleau (*betulapandula*)
- Boraginaceae comme les consoudes (*Symphytum*)
- Cannabaceae comme le chanvre cultivé (*Cannabis sativa*)
- Fabaceae comme le genêt à balais (*Cytisusscoparius*)
- Linaceae comme le lin (*Linum usitatissimum*)
- Solanaceae comme le pétunia (*Petunia axillaris*)

Après avoir déterminé le meilleur extrait de plante utilisable pour combattre un ravageur donné des cultures, il devient alors nécessaire de choisir la meilleure méthode pour réaliser les extractions de produit actifs, l'infusion et la décoction. On peut aussi réaliser des poudres sèches ou encore extraire des huiles végétales (Bernard et al, 2009).

III.3-Cibles des toxines d'origine végétale

III.3.1-Système nerveux :

Parmi les molécules qui agissent sur le système nerveux des insectes, les plus connues appartiennent généralement au groupe des alcaloïdes et des pyréthrinoides.

III.3.1.1- Alcaloïdes :

Le premier alcaloïde d'origine végétale qui a été décrit est la nicotine. Elle est synthétisée par différentes espèces végétales du genre *Nicotiana* mais sa principale source est *Nicotiana rustica* L. (Benner, 1993). Cet alcaloïde a pour principale cible est le récepteur à l'acétylcholine.

III.3.1.2 Pyréthrinoides :

La pyréthrine I est la première pyréthrine naturelle isolée à partir des fleurs de *Chrysanthemum cinerariae* Visiani. Le mode d'action des pyréthrinoides repose sur la fermeture des canaux sodium qui sont ouverts durant l'activité nerveuse normale, il en résulte une pénétration des ions de sodium dans le neurone, induisant des bouffées répétitives de potentiel d'action la mort des insectes survient rapidement, suite au blocage du système nerveux et la destruction des corporalata, conduisant à une atrophie des glandes sécrétrices des insectes qui finissent par mourir. (Benner, 1933).

III-3-2-Ecdysone

Parmi les molécules qui agissent sur la mue des insectes on note :

III-3-2-2-L'azadirachtine :

C'est la première molécule d'origine végétale décrite dont les cibles primaires sont les sites répondant à l'ecdysone. Les effets de l'azadirachtine se traduisent, d'une part par arrêt du développement larvaire et un blocage des mues, d'autres part par une inhibition de l'alimentation.

Cette molécule est extraite à partir de la noix du margousier ou neem , originaire d'inde appartenant à la famille des limonoïdes et se révèle être un insecticide puissant .Elle est utilisée sur les noctuelles ,les cicadelles , les tordeuses et les doryphores .Bien que l'azadirachtine ait des effets anti-appétant chez les insectes , l'efficacité du neem sur terrain comme agent de lutte biologique réside d'avantage dans la capacité de cette dernière à inhiber la croissance des insectes cibles en les empêchant de muer (Isman,2000).

III-4-Utilisation des extraits des plantes :

Les substances défensives des plantes ont servi d'insecticides contre les arthropodes ravageurs des cultures avant l'utilisation des produits de synthèse modernes.

Les extraits de plantes sont utilisés comme répulsif ou comme insecticides. Le mode de préparation et la dilution des extraits d'une même plante ont une influence sur leur efficacité contre une espèce donnée, ils doivent donc être judicieusement choisis.

L'utilisation optimale des extraits végétaux et atteinte dans un contexte agricole peu intensif, ou il n'est pas question d'éradiquer totalement les populations de ravageurs, mais seulement de les réduire. Il est particulièrement important de protéger les espèces auxiliaires indigènes qui se nourrissent des ravageurs, en plaçant des nichoirs, abris, etc., et en n'utilisant pas de substances agressives (Aubertot et al .,2005)

Ces mesures, associées aux extraits végétaux, peuvent diminuer la pression des ravageurs jusqu'à ce qu'elle soit supportable par la plante cultivée. Toutefois, elles ne sont pas toujours suffisantes et doivent s'accompagner parfois de rotations des cultures mieux adaptées, de l'élimination des débris de culture et des plantes atteintes, de l'acclimatation ou de fréquents lâchers d'auxiliaires (Bernard et al 2009).

L'Algérie, par sa situation géographique, offre une végétation riche et diverse, à cet effet, on s'est intéressé pour cette étude à la famille botanique des Lamiaceae afin de se renseigner sur le pouvoir insecticide des feuilles de *Origanum vulgare L.*

III.5-Présentation de la plante étudiée *Origanum vulgare L.*

III.5.1-Généralités :

La région méditerranéenne, d'une manière générale, et l'Algérie en particulier, avec son climat doux et ensoleillé est particulièrement favorable au développement des plantes aromatiques et médicinales. La production des huiles essentielles à partir de ces plantes pourrait constituer à ce titre une source économique importante pour notre pays.

Les plantes médicinales Algériennes méritent une attention particulière. Il existerait en effet 3139 espèces décrites par Quézel et Santa (1962) dans la nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales, Zeraia (1983) dénombre 289 espèces assez rares, 647 rares, 640 très rares, 35 rarissimes et 168 endémiques.

La famille des Lamiacées connue également sous le nom des Labiées, comprend environ 258 genres pour 6900 espèces plus ou moins cosmopolites, mais dont la plupart se concentre dans le bassin méditerranéen tel que le thym, la lavande et le romarin (Botineau, 2010). La plupart des genres ont une importance économique due à leur richesse en huiles essentielles et leur utilisation en tant que condiments ainsi que infusions très prisées. Ils ont fait l'objet de plusieurs études scientifiques dans le but d'évaluer la présence de certains métabolites secondaires typiques (Wink, 2003). L'ancien nom des Lamiacées : Labiées dérive du nom latin "*labium*" qui signifie lèvre, en raison de la forme particulière des corolles.

III.6-*Origanum vulgare L.*

Le terme origan provient du latin *origanum*, lui-même issu de grec *origanon*. Le terme français apparaît au XIII^{ème} siècle. En le décomposant étymologiquement, on trouve *oros*, la montagne et *ganos*, éclat, aspect riant, d'où la signification « *qui se plaît sur la montagne* ». En effet, l'origan ornait les montagnes méditerranéennes en abondance et assurait leur beauté. (Dubois et al., 2005).

Le genre *Origanum* comprend environ 70 espèces, sous-espèces, variétés et hybrides, caractérisés par une extrême variabilité dans leurs caractères morphologiques (longueur de la tige, arrangement, nombre et longueur des branches, formes des feuilles,...) (Kintzios, 2002). Les membres du genre sont principalement distribués le long de la région de la Méditerranée.

Tandis que 75 % d'entre eux sont limités à la Méditerranée orientale, seulement quelques espèces existent dans la partie occidentale de la Méditerranée (Skoula et al., 1999).

Origanum vulgare L. (origan) étant l'espèce la plus répandue et la plus connue de la famille des Lamiacées (Spada et Perrino, 1996).

III.7-Description botanique :

L'origan est une herbacée vivace de 30 à 60 cm de hauteur, au feuillage et aux fleurs très odorants quand on les froisse. Elle est ainsi reconnaissable à son odeur et à sa saveur phénolée, épicée et chaude (Arvy et Gallouin, 2003 ; Teuscher et al., 2004).

Les tiges dressées, souvent rougeâtres et velues, portent les feuilles ovales opposées et espacées. Celles-ci possèdent des glandes sécrétrices sessiles non apparentes. Les fleurs blanches ou rose sont groupées en inflorescences. Chaque fleur est située à l'aisselle d'une bractée ovale, et dépassant le calice. Ce calice est lui-même en tube gamosépale et persistant. La corolle, plus grande que le calice, est quant à elle bilabée à tube saillant à la base et gamopétale. Le fruit est constitué d'akènes. La floraison se prolonge de mai à octobre (Baba Aissa, 1990 ; Teuscher et al., 2004 ; Figueredo, 2007).

III.8- Position systématique :

D'après Guignard (1996), la systématique d'*Origanum glandulosum* est la suivante :

Embranchement : Phanérogames ou Spermaphytes

Sous-embranchement : Angiospermes

Classe : Dicotylédones

Sous-classe : Gamopétales

Série : Superovariées tétracycliques

Super ordre : Tubiflorales

Ordre : Lamiales

Famille : Lamiaceae

Genre : *Origanum*

Espèce: *Origanum vulgare*

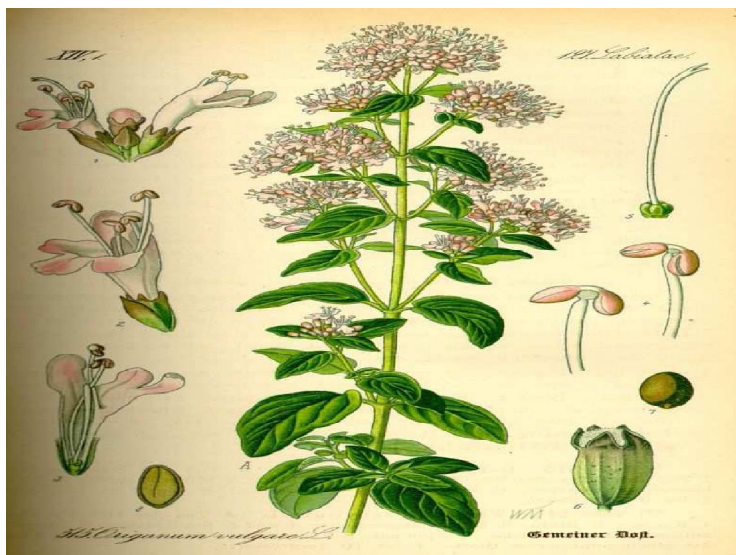


Figure n°09 : Caractéristiques botaniques *Origanum vulgare*

III.9- Aires de répartition :

Origanum glandulosum, est une plante spontanée endémique qui pousse au nord de l'Afrique (Algérie et Tunisie) (Ietswaart, 1980). Très commune dans les endroits secs et ensoleillés tel que le Tell, elle pousse depuis le niveau de la mer jusqu'à 4000 m d'altitude, principalement sur les substrats calcaires (Baba Aissa, 1990).

III.10- Utilisation en médecine traditionnelle :

En Algérie, communément appelé « zaâter », l'origan est une plante essentiellement médicinale qui jouit d'une grande ferveur populaire (Baba Aissa, 1990). La sous-espèce *glandulosum* est utilisée comme tisane par la population locale pour guérir plusieurs maladies telles que : rhumatismes, toux, rhume et troubles digestifs (Mahmoudi, 1990 ; Erdogan et Belhattab, 2010).

I.1. L'objectif de l'étude

Ce travail consiste à évaluer *in vitro* dans des conditions contrôlées, le pouvoir insecticide de l'extrait et huile essentielle d'*Origanum vulgare* vis-à-vis de pucerons d'agrumes.

I.1.1 - Structure de stage

Ce travail est réalisé dans laboratoire de biochimie de l'universitaire Abd Elhamid Ibn Badis de Mostaganem. Les tests de l'activité insecticides ont été effectués au niveau du laboratoire de recherche protection des végétaux.

I.2-Matériel végétale

Le matériel végétal utilisé comme source des extraits naturels est la partie aérienne l'origan. Ce dernier est provient du marché local, ensuite séché à l'ombre à température ambiante. L'échantillon est broyé à l'aide d'un broyeur électrique jusqu'à l'obtention d'une poudre fine, conservés dans des bocaux à labri de lumière jusqu'à son utilisation.

I.3- Matériel animale

Cette étude concerne un ravageur appelé communément le puceron vert des agrumes *Aphis spiraecola*. Cette espèce est récoltée sur des arbres d'agrumes situés au niveau de l'atelier expérimental de l'université de Mostaganem (mazagran).

I.4- Extraction

I.4.1- Extraction par sonication :

Les polyphénols sont extraits par macération de 40 g de poudre d'*Origanum vulgare* dans 400 ml de l'eau distillée, dans un sonicateur (Modèle : Branson 5800, Après centrifugation (Modèle : Hettich, Universal 320 R) 4000 t/mn pendant 10 mn le surnageant contenant les polyphénols est récupéré (Boizot *et al.* 2006) (Figure N°10).



Figure n°10 : Sonicateur Modèle Branson utilisé pour avoir un extrait aromatique (Originale 2018).

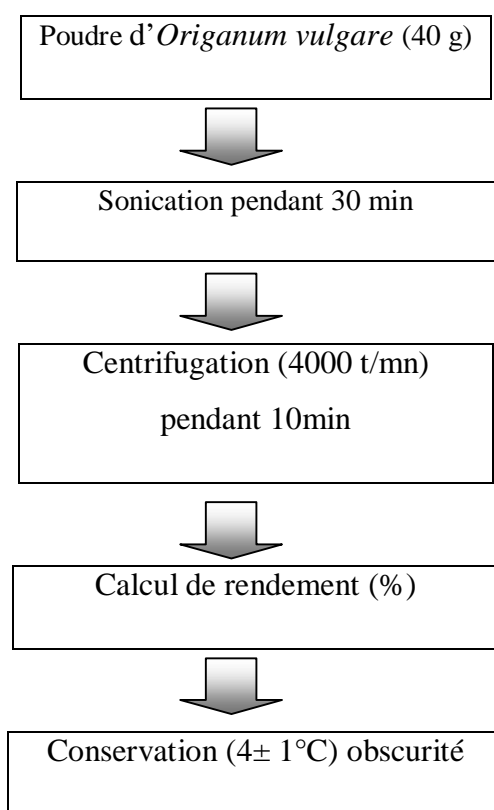


Figure N° 11 : protocole expérimental d'extraction de l'extrait.

I.4.2- Rendement d'extraction :

Le rendement d'extraction est calculé par la formule donnée par (*Falleh et al.,2008*) :

$$R(\%) = 100 \text{ Mext/Méch.}$$

R(%) : rendement en %.

Mext : est la masse de l'extrait en gr.

Méch : est la masse de l'échantillon végétale en gr.

I.4.3 - Extraction de l'huile essentielle :

Afin d'avoir une grande quantité d'huile essentielle nous avons utilisé un appareil d'hydrodistillation constitué d'une cocotte à minute en Aluminium de 15 L de capacité, 25 cm de diamètre et 22 cm de hauteur, où l'on place 700 g de matériel végétal et deux litre d'eau ; il est placé sur un plaque chauffons, et surmonté d'un "chapiteau" qui le relie au condenseur. Ce dernier est formé d'un serpentín de cuivre plongé dans un bac de refroidissement où circule de l'eau fraîche en permanence, l'ensemble est porté à ébullition après 120 min, les vapeurs chargées d'huile essentielle traversant le tube de cuivre (condenseur) se condensent et chutent dans une ampoule à décanter, après décantation on obtient deux phase (huile essentielle et eau florale), l'eau et l'huile se séparent par différence de densité (Figure N°12).



Figure n°12 : Dispositif d'extraction de l'huile essentielle (Originale 2018).

I.4.4- Récupération, conditionnement et conservation d'huile essentielle

La conservation de l'huile essentielle exige certaines précautions indispensables (BURT, 2004). L'huile essentielle récupérée est conditionnée dans un tube à essai protégé avec du papier d'aluminium, hermétiquement fermé pour éviter tout risque d'altération par la lumière et l'oxygène de l'air. Les flacons sont conservés à une température de $4 \pm 1^\circ\text{C}$.

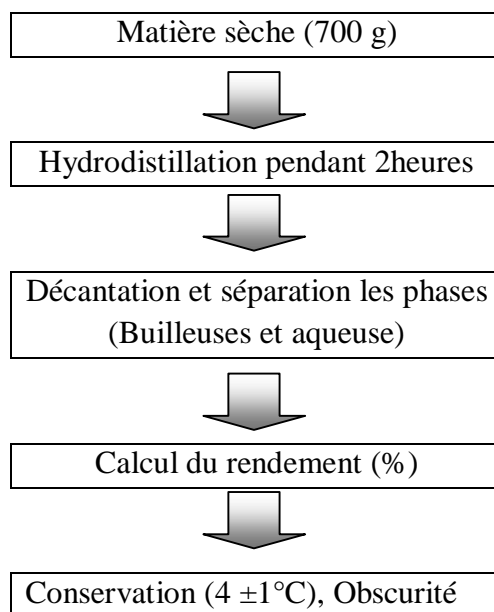


Figure. n°13 : Protocole expérimental d'extraction des huiles essentielles

I.4.5- Détermination du rendement

Selon la norme AFNOR (1986), le rendement en huile essentielle (Rhe), est défini comme étant le rapport entre la masse de l'huile essentielle obtenue après extraction (M_{he}) et la masse de la matière végétale utilisée (M_{mvs}). Il est donné par la formule suivante :

$$Rt(\%) = (M_{he} / M_{mvs}) \times 100$$

R : Rendement en huile essentielle

M_{he} : masse d'Huile Essentielle

M_{mvs} : masse de Matière végétal sèche

I.5- Évaluation de l'activité insecticide de l'extrait et l'huile essentielle

I.5.1-Préparation des doses de l'extrait

La préparation de différentes doses est faite par l'eau distillée pour l'extrait aromatique afin de préparer quatre concentrations C1=20% (v/v), C2=40%(v/v), C3=60%(v/v) et C4=80% (v/v). (Annexe)

I.5.2-Préparation des doses de l'huile essentielle

À partir de l'huile essentielle obtenue, quatre concentrations sont préparé par dilution de l'huile pure par une solution diluée d'acétone à 70%. (Annexe)

I.5.3- conduite de l'essai

Pour Préparer les boites Pétri, du tulle est collée sur la partie supérieure de chaque boîte préalablement troué à l'aide d'un scalpel chauffé, pour permettre une circulation de l'air à l'intérieure de la boîte tout en empêchant le puceron de s'enfouir, le fond est recouvert d'une couche de papier absorbant légèrement humide. Ce dernier permet de garder l'humidité et la fraîcheur de la feuille le plus longtemps possible.

Vingt pucerons verts des agrumes (*Aphis spiraecola*) portés sur des feuilles fraîches de bigaradier sont introduits dans 4 boites Pétri à raison de 5 pucerons par boîte. Le traitement est effectué par pulvérisation de l'extrait et l'huile essentielle séparément sur chaque lot de pucerons et ceci pour chaque dose.

Le même nombre de puceron est placé dans des boites pulvérisés par l'eau distillée pour constituer le témoin, les observations sont effectuées quotidiennement pour déterminer l'effet du traitement sur la mortalité des pucerons en fonction du temps.

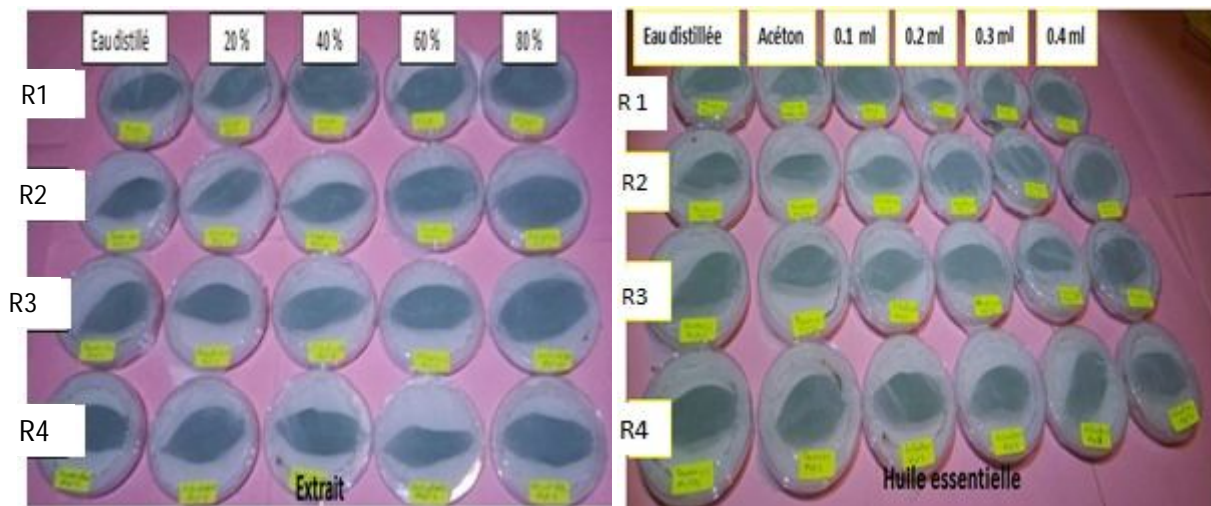


Figure.n°14 : Dispositif expérimental procédé pour l'étude d'effet insecticide des deux produits (*Originale, 2018*)

Et afin d'éliminer tous risques de mortalité naturelle, la mortalité dans les boîtes traitées (M1) sont exprimées selon la formule d'Abbott (1925) en mortalités corrigées (Mc), tenant compte des mortalités naturelles observées dans les boîtes témoins (Mt) selon la formule suivante :

$$\text{Mortalité corrigée (MC\%)} = \frac{M1 - Mt}{100 - Mt} * 100$$

M 1 : Pourcentage de mortalité dans le lot traité.

Mt : 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 cet extrait, des droites de régression sont construites en dressant le taux de mortalité corrigé (donné en probits) en fonction des doses de traitement (Finney, 1971).

I.6- Analyses statistique des données

Les analyses de variance sont réalisées par le logiciel statistique "STATBOX" version 6.4 (Copyright Grimmer logiciels 1997-2002, un dispositif bi factoriel en randomisation totale est appliqué. Les deux facteurs retenus sont : concentration (6 niveaux pour l'huile essentielle et 5 niveaux pour l'extrait) et le temps (6 niveaux).

II.1- Rendement d'extraits :

Le rendement de l'extrait aromatique *d'Origanum vulgare* calculé est de l'ordre de 33.13 % Par contre, pour l'huile essentielle le rendement d'extraction enregistré est de l'ordre de 1.66 %

L'huile essentielle et l'extrait aromatique obtenus sont conservés au réfrigérateur à +04 °C dans un tube de 25 ml hermétiquement fermé et enveloppés par du papier aluminium afin d'éviter tout contact avec les rayonnements ultraviolets de la lumière.

II.3- Effet de l'extrait *d'Origanum vulgare* sur les adultes *d'Aphis spiraecola*

Les résultats obtenus montrent un effet hautement significatif pour l'ensemble des doses de l'extrait d'origan sur la mortalité *d'Aphis spiraecola* (annexe).

D'après la figure 15, on constate que la mortalité due à l'extrait est échelonnée dans le temps en fonction de la concentration appliquée (1J, 2J, 3J, 4J, 5J, 6Jrs). Une forte mortalité des *Aphis spiraecola* sous l'effet d'extrait aromatique *D'Origanum vulgare* est enregistrée dès les premiers jours pour les deux concentrations 60%(v/v) et 80%(v/v) par comparaison avec le témoin dont aucune mortalité n'est enregistrée.

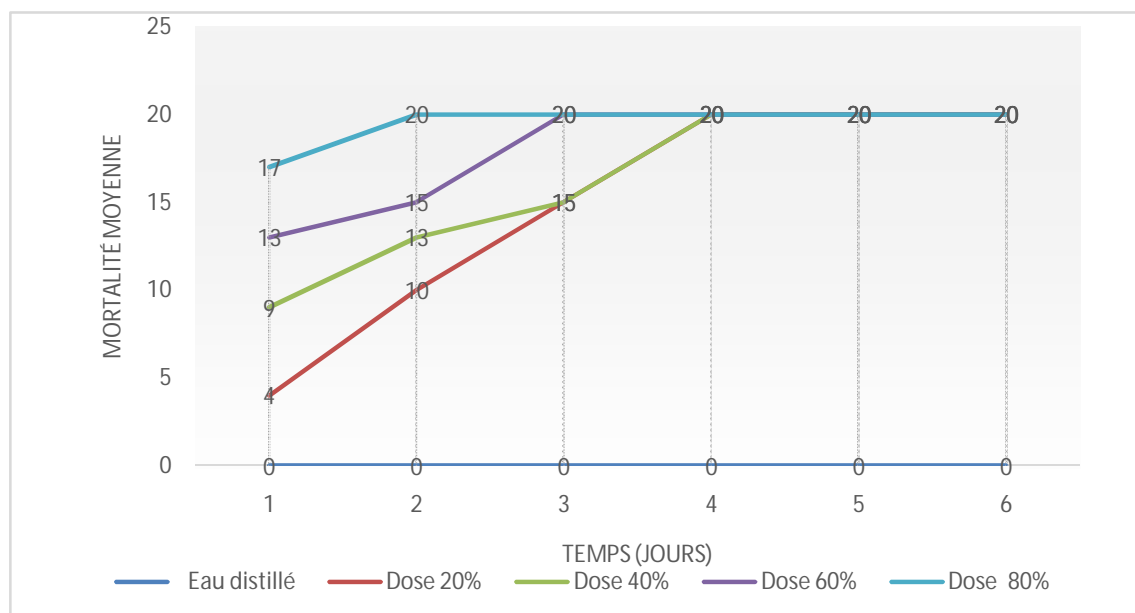


Figure n°15 : mortalité cumulée *d'Aphis spiraecola* traité par l'extrait aromatique *d'Origanum vulgare*

Une mortalité totale (100%) est observée dès le deuxième jour dans le lot traité par la dose 80 % (v/v) , et après trois jours pour une concentration de l'ordre de 60%(v/v).

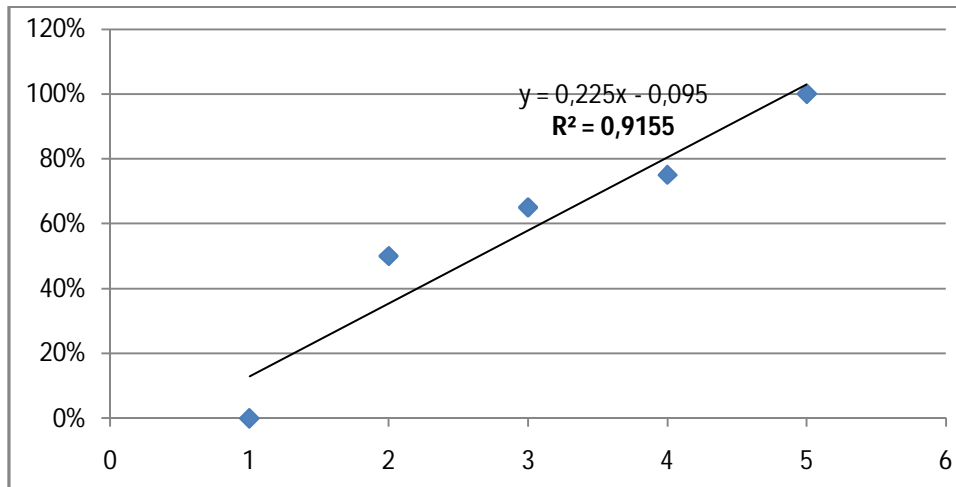


Figure n° 16 : taux de mortalité corrigée en fonction des concentrations de l'extrait aromatique d'*Origanum vulgare* (après 02 jours de traitement).

À partir de l'équation du droit de régression linéaire représentait dans la figure N°16, correspondant au taux de mortalité corrigée en fonction des concentrations de l'extrait aromatique d'*Origanum vulgare*, la DL50 est de l'ordre de 26,4%. Une corrélation positive entre les doses de l'extrait et la mortalité des adultes d'*Aphis spiraecola* est notée avec un coefficient de 0.9155.



Figure n°17 : Adulte des *Aphis spiraecola* morte traité par l'extrait d'*Origanum vulgar*

(Original, 2018)

II.4- Effet de l'huile essentielle d'*Origanum vulgare* sur les adultes d'*Aphis spiraecola*

Les résultats du test de l'effet du traitement à base d'une huile de la partie aérienne de l'Origan sur la mortalité des adultes d'*Aphis spiraecola* sont représentés en annexe et sur la figure 18.

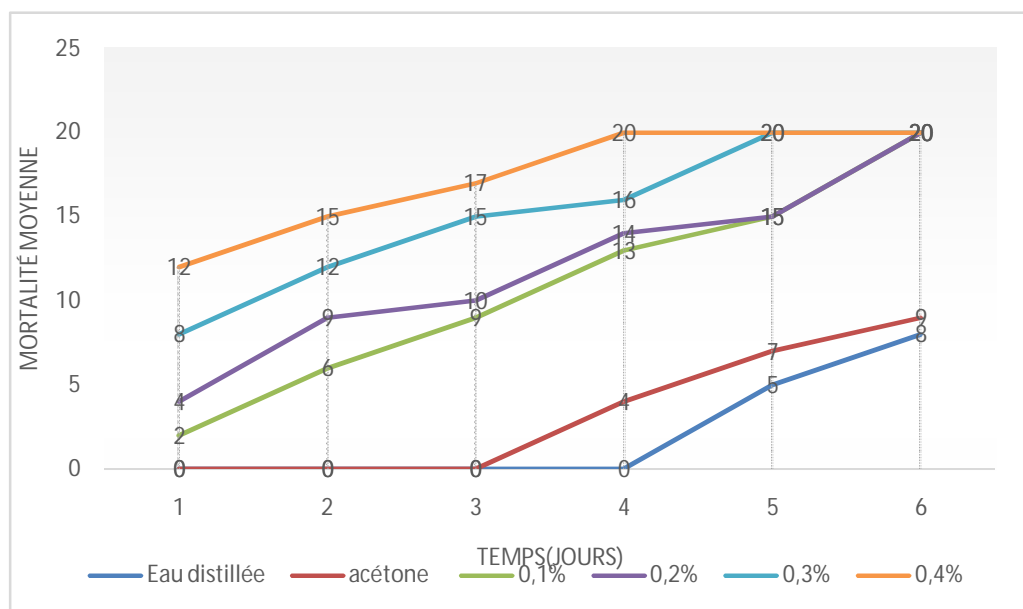


Figure n°18 : mortalité cumulée d'*Aphis spiraecola* traité par l'huile essentielle d'*Origanum vulgare*

Les résultats obtenus après traitement avec l'huile essentielle de différentes doses varient en fonction des doses appliquées, en générale, l'effet de différentes concentrations en huile essentielle vis-à-vis les adultes d'*Aphis spiraecola* est hautement significatif. Plus la concentration en huile essentielle augmente plus la mortalité est importante (figure 18).

En effet, pour les trois premières concentrations la mortalité varie entre 10 et 80 % jusqu'au quatrième jour pour atteindre une mortalité totale (100%) au cinquième jour dans le lot traité avec une concentration de 0.3% (v/v). L'effet insecticide le plus marqué est celui de la dose 0.4%(v/v), dès le premier jour une mortalité de 60% est enregistrée sous l'effet de cette concentration.

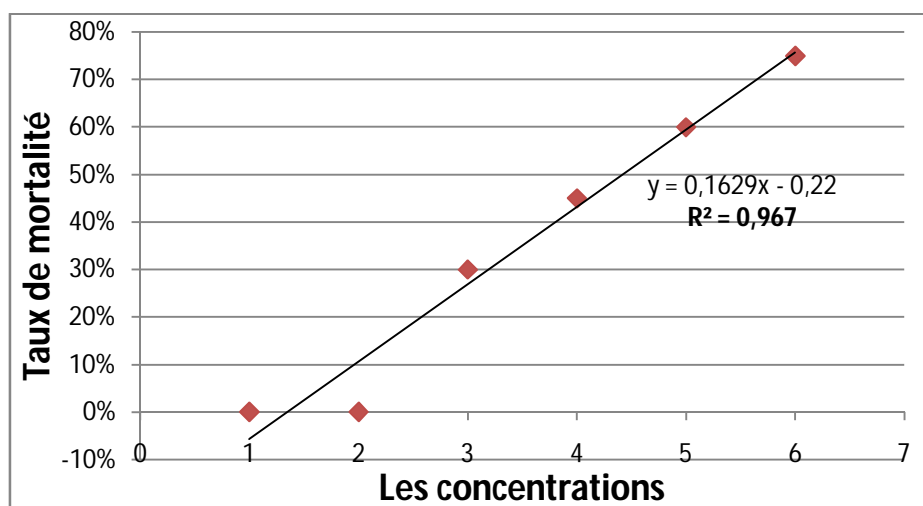


Figure n°19 : taux de mortalité corrigée en fonction des concentrations de l'extrait aromatique d'*Origanum vulgare* (après 03 jours de traitement).

La figure 19 montre une relation proportionnelle entre les deux facteurs la dose de l'huile essentielle et la mortalité des adultes d'*Aphis spiraecola*, cette dernière présente une corrélation positive entre les doses et la mortalité des adultes avec un coefficient de 0.967. La DL50 pour ce cas est de 44.40% enregistrée après le troisième jour de traitement.

D'après l'ensemble de résultats obtenus on remarque que l'extrait aromatique d'*Origanum vulgare* aux doses appliquées a présenté une efficacité plus importante par rapport à celle de l'huile essentielle et ceci dès les trois premiers jours pour les deux concentrations 60%(v/v) et 80%(v/v). En revanche, pour l'huile essentielle la mortalité totale est notée au quatrième et cinquième jour pour les deux dernières concentrations 0.3%(v/v) et 0.4%(v/v) respectivement. On peut dire que le pouvoir insecticide de l'huile essentielle est plus lent mais aussi efficace, dont la mortalité totale est notée pour les quatre concentrations testées.



Figure n°20: Adulte des *Aphis spiraecola* morte traité par l'huile essentielle d'*Origanum vulgare* (Original, 2018)

L'interdiction de l'utilisation de nombreuses substances actives de synthèse dans des formulations des insecticides ou le retrait des produits insecticides ces dernières années a entraîné un regain pour les substances d'origine naturelle. En parallèle à ces disparitions, le contexte réglementaire incite fortement à développer des méthodes alternatives à la lutte chimique. Parmi celles-ci, on peut citer l'emploi de bio-pesticides et en particulier des huiles essentielles et d'autres extraits végétaux (L'iteipmai, 2013).

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 humaine et l'apparition d'une résistance aux pesticides chimiques (Regnault, 2006).

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

Les résultats obtenus montrent un effet hautement significatif des deux extraits à induire des mortalités massives sur les adultes d'*Aphis spiraecola*. On remarque également que l'extrait de *l'origanum vulgare* a présenté une efficacité meilleure par rapport à l'huile essentielle.

Les plantes aromatiques sont réputées pour leur richesse en composés polyphénoliques (Harborne, 1980 ; Tomas-Barberan et Wollenweber, 1990).

Des expérimentations préliminaires ont mis en évidence que certains polyphénols appartenant aux acides phénols (benzoïques ou cinnamiques) et aux flavonoïdes provoquaient une perturbation physiologique de l'insecte, notamment une inhibition progressive de la motricité ou un effet Knock-down (Regnault Roger et Hamraoui, 1994).

Suit aux bio-tests réalisés, on peut avancer que les extraits d'*Origanum vulgare* utilisé présentent une efficacité importante vis-a-vis des adultes d'*Aphis spiraecola* et peuvent être considérés comme bio-pesticides intéressants susceptibles d'être préconisés dans le cadre de la lutte biologique.

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 plante.

Ce travail est pour objectifs d'évaluer l'activité insecticide de l'extrait aromatique et l'huile essentielle de la partie aérienne d'*Origanum vulgare* vis-à-vis des adultes d'*Aphis spiraecola*, le puceron vert des agrumes.

Le test de l'activité insecticide de l'extrait appliqué par pulvérisation direct sur l'insecte a fait ressortir que ce dernier a présenté une sensibilité très importante vis-à-vis de l'extrait, ceci dès le deuxième jour de traitement a une dose de 80% (v/v). En revanche, pour l'huile essentielle la mortalité totale des pucerons n'est atteinte qu'après le quatrième jour de traitement avec la dose la plus concentrée 0.4% (v/v).

Cette étude préliminaire montre bien le pouvoir insecticide des extraits et les huiles essentielles issues des plantes dans la lutte contre les ravageurs, l'intérêt agronomique et écologique de ces extraits et de substances naturelles qu'ils contiennent comme alternative aux produits chimiques de synthèse mérite des études bien avancées afin d'isoler les molécules qui sont à l'origine de leur pouvoir insecticide, d'étudier l'effet synergique ou additif entre les différentes molécules qui montrent un pouvoir insecticide ou insectifuge plus ou moins marqué. Et le plus important c'est d'étudier l'innocuité de ces molécules vis-à-vis des organismes non-cibles.

ANNEXE

Tableaux I : Taux de mortalité (%) d'*Aphis spiraecola* traité a l'extrait d' *Origanum vulgare*.

| Temps Dose | 1 ^{er} jour | 2 ^{eme} jour | 3 ^{eme} jour | 4 ^{eme} jour | 5 ^{eme} jour | 6 ^{eme} jour |
|---------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Eau distillée | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% |
| 20% | 20% | 50% | 75% | 100% | 100% | 100% |
| 40% | 45% | 65% | 75% | 100% | 100% | 100% |
| 60% | 65% | 75% | 100% | 100% | 100% | 100% |
| 80% | 85% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% |

Tableau II: Moyenne \pm Ecart-type de mortalité d' *Aphis spiraecola* traité a l'extrait aromatique d' *origanum vulgare* .

| temps/dose | Eau distillée | 20% | 40% | 60,00% | 80,00% | effet dose | effet Temps |
|-----------------------|---------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|------------|-------------|
| 1 ^{er} jour | 0 \pm 0 | 1 \pm 0 | 2,25 \pm 0,5 | 3,25 \pm 0,5 | 4,25 \pm 0,5 | HS | HS |
| 2 ^{eme} jour | 0 \pm 0 | 2,5 \pm 0,577 | 3,25 \pm 0,5 | 3,75 \pm 0,5 | 5 \pm 0 | HS | HS |
| 3 ^{eme} jour | 0 \pm 0 | 3,75 \pm 0,5 | 3,75 \pm 0,5 | 5 \pm 0 | 5 \pm 0 | HS | HS |
| 4 ^{eme} jour | 0 \pm 0 | 5 \pm 0 | 5 \pm 0 | 5 \pm 0 | 5 \pm 0 | HS | HS |
| 5 ^{eme} jour | 0 \pm 0 | 5 \pm 0 | 5 \pm 0 | 5 \pm 0 | 5 \pm 0 | HS | HS |
| 6 ^{eme} jour | 0 \pm 0 | 5 \pm 0 | 5 \pm 0 | 5 \pm 0 | 5 \pm 0 | HS | HS |

Tableau III : Analyse de la variance de l'efficacité de l'extrait d' *origanum vulgare* sur le taux de mortalité d' *Aphis spiraecola* .

| | S.C.E | DDL | C.M. | TEST F | PROBA | E.T. | C.V. |
|------------------|---------|-----|--------|--------|-------|-------|--------|
| VAR.TOTALE | 293,488 | 79 | 3,715 | | | | |
| VAR.FACTEUR 1 | 225,175 | 4 | 56,294 | 540,42 | 0 | | |
| VAR.FACTEUR 2 | 38,137 | 3 | 12,712 | 122,04 | 0 | | |
| VAR.INTER F1*2 | 23,925 | 12 | 1,994 | 19,14 | 0 | | |
| VAR.RESIDUELLE 1 | 6,25 | 60 | 0,104 | | | 0,323 | 10,29% |

Tableaux IV : Taux de mortalité (%) de (*Aphis spiraecola*) traité l'huile essentielle*D'Origanum vulgare.*

| Temps Dose | 1^{er} jour | 2^{ème} jour | 3^{ème} jour | 4^{ème} jour | 5^{ème} jour | 6^{ème} jour |
|-----------------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Eau distillée | 0% | 0% | 0% | 0% | 25% | 40% |
| Acétone | 0% | 0% | 0% | 20% | 35% | 45% |
| 0.1% | 10% | 30% | 45% | 65% | 66,67% | 100% |
| 0.2% | 20% | 45% | 50% | 70% | 66,67% | 100% |
| 0.3% | 40% | 60% | 75% | 80% | 100% | 100% |
| 0,4% | 60% | 75% | 85% | 100% | 100% | 100% |

Tableau V: Moyenne \pm Ecart-type de mortalité d'*Aphis spiraecola* traité a l'huile essentielle d'*origanum vulgare* .

| temps/dose | Eau distillée | Acétone | 0% | 0,20% | 0,30% | 0,40% | effet dose | effet temps |
|------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|------------|-------------|
| 1 er jour | 0 \pm 0 | 0 \pm 0 | 0,5 \pm 0,577 | 1 \pm 0 | 2 \pm 0 | 3 \pm 0 | HS | HS |
| 2 eme jour | 0 \pm 0 | 0 \pm 0 | 1,5 \pm 0,577 | 2,25 \pm 0,5 | 3 \pm 0 | 3,75 \pm 0,5 | HS | HS |
| 3 eme jour | 0 \pm 0 | 0 \pm 0 | 2,25 \pm 0,5 | 2,5 \pm 0,5 | 3,75 \pm 0,5 | 4,25 \pm 0,5 | HS | HS |
| 4 eme jour | 0 \pm 0 | 1 \pm 0 | 3,25 \pm 0,5 | 3,5 \pm 0,577 | 4 \pm 0 | 5 \pm 0 | HS | HS |
| 5 eme jour | 1,25 \pm 0,5 | 1,75 \pm 0,5 | 3,75 \pm 0,5 | 3,75 \pm 0,5 | 5 \pm 0 | 5 \pm 0 | HS | HS |
| 6 eme jour | 2 \pm 0 | 2,25 \pm 0,5 | 5 \pm 0 | 5 \pm 0 | 5 \pm 0 | 5 \pm 0 | HS | HS |

Tableau VI : Analyse de la variance de l'efficacité de l'huile essentielle d'*origanum vulgare* sur le taux de mortalité d'*Aphis spiraecola* .

| | S.C.E | DDL | C.M. | TEST F | PROBA | E.T. | C.V. |
|------------------|---------|-----|--------|---------|-------|-------|--------|
| VAR.TOTALE | 465,826 | 143 | 3,258 | | | | |
| VAR.FACTEUR 1 | 286,285 | 5 | 57,257 | 504,796 | 0 | | |
| VAR.FACTEUR 2 | 144,118 | 5 | 28,824 | 254,118 | 0 | | |
| VAR.INTER F1*2 | 23,174 | 25 | 0,927 | 8,172 | 0 | | |
| VAR.RESIDUELLE 1 | 12,25 | 108 | 0,113 | | | 0,337 | 13,29% |

Préparation des doses de l'extrait :

Ses substances. Pour chacun des extrait poly phénolique **d'origan**, des solutions d'un volume de 100 ml de concentration croissantes ; 20%, 40%, 60%, 80% ; ont été préparées par dilution dans l'eau distillée stérile ont été retenus. De même le lot témoin a été traité par de l'eau distillée

Préparation des doses de l'huile essentielle :

100 ml de diluant (70 ml de l'acétone +30 ml de l'eau distillé)

0.1% (0.1 ml d'extrait + 99.9 ml diluant), 0.2%(0.2 ml d'extrait +99.8 ml de diluant)

0.3%(0.3 ml d'extrait + 99.7 ml diluant) ,0.4%(0.4ml d'extrait + 99.6 ml diluant)

Les doses de l'huile essentielle utilisées ont été préparées en diluant chaque fois des volumes de solvant (acétone) des volumes successifs de 0.1 ; 0.2 ; 0.3 ; 0.4 ml de l'huile essentielle.

Nous avons utilisé de l'acétone comme diluant pour former des microémulsions et donc l'homogénéisation de la solution d'huile essentielle. De même le lot témoin a été traité par de l'acétone (témoin positif) en plus de l'eau distillée (témoin négatif).

Références bibliographiques

Abbou A., 2012 : Etude du complexe parasitaire de *myzus persicae* sulzer (Homoptera : Aphididae) sur le poivron sous serre.

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

Anonyme(2012)-l'égere base de la production agrumicole en 2011/2012

Source : <http://www.elmoudjahid.com>

Argyriou, 1970. Les Aphides nuisibles aux agrumes en Grèce et leurs ennemis naturels.

Arvy M.P. & Gallouin F., 2003. Epices, aromates et condiments. Ed. Belin, Paris. 412 p.

Baba Aissa F., 1991. Les plantes médicinales d'Algérie: identification, description, principes actifs, propriétés et usage traditionnel des plantes communes en Algérie. Ed. Bouchène et Ad. Diwan, Alger. p: 121.

Belhattab R., Larous L., Figueiredo C.A., Santos P.A.G., Barroso J.C. & Pedro L.G., 2005. *Origanum glandulosum* Desf. grown wild in Algeria: essential oil composition and glycosidic bound volatiles. *Flavour Frag. J.* **20**: 209-212.

Belhattab R., Larous L., Kalantzakis G., Boskou D. & Exarchou V., 2004. Antifungal properties of *Origanum glandulosum* Desf. extracts. *J. Food Agric. Environ.* **2(1)**: 69–73.

Berrighi L., 2007 : Etude de la dynamique des populations de la mineuse des agrumes *Phyllocnistis citrilla* STAIN (Lepidoptera ; Gracillariidae) dans la commune de Mazagran (Mostaganem)

Bouhadiba R., 2014 : Etude de l'effet insecticide de *Mentha piperita* et de *Nerium oleander* sur *Aphis spiraeicola*

Références bibliographiques

Bouhroua Rachid Tarik., 1987 : Bioécologie des pucerons en cultures maraîchères et incidence de leurs ennemis naturels dans la région de Fouka (wilaya de Tipaza). Mémoire d'ingénieur agronome, spécialité : protection des végétaux. INA el Harrach, Alger, 1987, 104 pages.

Botineau M., 2010. Botanique systématique et appliquée des plantes à fleurs. Ed. Tec & Doc, Lavoisier, Paris. pp: 1021-1043.

Brun., 1973 : Les ravageurs animaux et les moyens de lutte en agrumiculture. Revue SOMIVAC N° 68

Cherfaoui. K., 2010: Etude bioécologique de deux espèces de pucerons : *Myzus persicae* s. et *Aphis spiraecola* p. Avec l'inventaire de leur complexe parasitaire dans la région de Mostaganem (Algerie).

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.

Courboulex et Lorrain., 1998 : Les agrumes –M. Courboulex & H. de Lorrain – Edditions Rustica.

Dewey M., 2004 – Aphids. Ed Coopérative extension ENT -20, University of Delaware.

Duan L., Guo L., Liu E . H. & Li P. (2014). Characterization and classification of seven citrus herbs by liquid chromatography-quadrupole time-of-flight mass spectrometry and genetic algorithm optimized support vector machines. J .chromatogr A. 1339:27-118.

Dubois J., Mitterand H., & Dautat A., 2005. Grand dictionnaire étymologique et historique du français, Larousse, Paris.

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

Figueredo G., 2007. Etude chimique et statistique de la composition d'huiles essentielles d'origans (Lamiaceae) cultivés issus de graines d'origine méditerranéenne. Thèse de Doctorat, Université Clermont-Ferrand, France.

Finney D.J., 1971 . Probit analysis .3 rd editin. Cambridge . london .333p.

Fraval A., 2006 : Les pucerons – 2e partie, Insectes N° 142, Office pour les insectes et leur environnement, France, 3e trimestre 2006 : 27-30, site web : www.inra.fr/opieinsectes/pdf/i142fraval3.pdf.

Ghelamallah.A., 2005 : Etude bio écologique du complexe parasitaire inféodé a *Phyllocnistis citrella* Stainton dans la région de mostaganem. Mémoire d'ingénieur agronome, spécialité : protection des végétaux. Université de Mostaganem. 65 pages.

Guignard J.L., 1996. Abrégés en botanique. 10 ème éd. Ed. Masson, Paris. 278 p.

Harborne J.B., (1980) : plant phenolics. In :Second plant products . E.A. Bell & B.V. Charlwood (eds.), Springer Verlag , Heidelberg, 329-432.

Ietswaart J.H., 1980. A taxonomic revision of the genus *Origanum* (Labiataeae). PhD Thesis. Leiden Botanical Series, vol. 4. Leiden University Press, The Hague, Netherlands.

Imenes S.D.L. , Bergmann F.C., Peronti A.L.B.G., Ide S., Martin J.E.R., 2002 : Aphids (Hemiptera: Aphididae) and their 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°4 : 55-64.

Khenissa N & Stary Petr. 2011. Interactions tritrophiques: plante-puceron-hymé-noptère parasitoïde observées en milieux naturels et cultivés de l'Est algérien. Entomologie faunistique – Faunistic Entomology 2011 (2010) 63 (3), 115-120.

Klass. C.S.R. , 2009- Extension Associate, Department of Entomology, Cornell University.

Références bibliographiques

Kintzios S.E., 2002. Profile of the multifaceted prince of the herbs. In: Kintzios S.E. *Oregano – The Genera *Origanum* and *Lippia**. Ed. Taylor & Francis, London. pp: 3–8.

Laamari M, Tahar Chaouche S, Benferhat S, Abbès Sara, Merouani H, Ghodbane S, Loukia C, Argyriou .,1970. Les Aphides nuisibles aux agrumes en Grèce et leurs ennemis naturels. *Annls.inst. Phytopath. Benaki. NS, 9* : 114- 117

Labrie G., 2010 – synthèse de la littérature scientifique sur le pucerons de soya, *Aphis glycines* Matsumura. Centre De Recherche Sur Les Grains Inc. (CEROM) , Québec .

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.

Loillet(2010)-la production mondiale des agrumes ‘’les marchés mondiaux’’.

Loussert R., 1989 : Techniques agricoles méditerranéennes, les agrumes, l’agriculture Lavoisier, Paris . Vol I et II.

Mahmoudi Y., 1990. La thérapeutique par les plantes communes en Algérie. Ed. Palais du livre, Blida. 150 p.

Matmati L., 2005 : Implication des composés phénoliques dans les phénomènes de défense naturelle des Citrus aux attaques de *Phyllocnistis citrilla* STAIN (Lepidoptera ; *Gracillariidae*) en Algérie.

Parloran J C., 1971 : Les agrumes, Paris, maison neuve et la rousse ; 565p.

Quézel P. & Santa S., 1962. Nouvelle flore de l’Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome 1. CNRS. Ed. Paul Le chevalier, Paris.

Rabasse J.M., 1979 : Note préliminaire sur l’utilisation des chocs thermiques en lutte intégrée contre *Myzus persicae* Sulz. En serre. *Bull.O.I.L.B. /S.R.O. (4)* : 99-103.

Références bibliographiques

Regnault-Roger C. et A. Hamraoui, (1994) : Modification of physiological behaviour of *Acanthosclides obtectus* Say, Bruchidae , Coleoptera , by flavonoids and phenolic acid .In : polyphenols 1994. R . Brouillard , M, Jay & A. Scalbert (eds) , Les Colloques de INRA , 69,417-418.

Simon.J.C., 2007- Quand les pucerons socialisent .Biofuture 297 :38.

Sorenson J.T., 2003 : Aphids. , 32 p.

Spada P. & Perrino P., 1996. Conservation of *Oregano* species in national and international collections: an assessment. In: *Oregano: proceedings of the IPGRI International workshop on Oregano*, 8–12 May. Valenzano, Italy. pp: 14–23.

Sary P, Leclant F, Lyon JP., 1975 : Aphidiidés et Aphides (Hom) de Corse. Les Aphidiidés. Ann. Soc. Entomol. Fr (N.S) 11-745-762.

Teuscher E., Anton R. & Lobstein A., 2004. Plantes aromatiques: Epices, aromates condiments et huiles essentielles. Ed. Tec & Doc, Lavoisier, Paris.

Wink M., 2003. Evolution of secondary metabolites from an ecological and molecular phylogenetic perspective. *Phytochemistry*. **64**: 3–19.

Zeraia L., 1983. Liste et localisation des espèces assez rares, rares et rarissimes. I.N.F. Alger.