



***République Algérienne Démocratique et Populaire***

*Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique*

***Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem***

***Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie***

***Département de Biologie***

**Mémoire**

**Pour l'obtention du Diplôme de Master en Sciences**

**Filière: Biologie**

**Option : biotechnologie et valorisation des plantes**

**Présentée par: DJROUROU Mohamed**

**HABOUCHE Samir**

**THÈME**

**Etude de l'activité insecticide des extraits  
méthanoïques et huiles essentielles de *Sinapis  
arvensis* et *Thymus vulgaris* sur les larves de  
*Aphis spiraecola* (Patch)**

**DEVANT LE JURY**

Président Mr CHADLI Rabah

Pr. U. Mostaganem

Examineur M<sup>m</sup> BERGHEUL SAIDA MCB. U. Mostaganem

Encadreur Mm SAÏAH Farida MCA. U. Mostaganem

*Année universitaire 2017/2018*

## **REMERCIEMENTS**

Au terme de ce projet de fin d'étude, nous, habouchi samir et djrourou mohamed, souhaitons exprimer notre profonde gratitude à toute personne ayant contribué de loin ou de près à ce travail.. Nous tenons à remercier tous les enseignants de l'Université abdel hamid ibn badis de mostaganem qui nous ont suivis durant notre formation. Nos profonds remerciements à notre encadreur, madame SAÏAH Farida pour ses directives, conseils et suivi tout au long de ce travail. Ces remerciements ne seraient pas complets sans une tendre pensée pour nos familles et nos conjoints qui n'ont pas cessé de croire en nous en nous apportant leur soutien d'une manière continue. Nous les remercions d'être patients durant toute cette période de travail dur. A eux nous offrons ce fruit. A tous nos amis également, un grand merci pour leur encouragement.

# **Dédicace**

Je voudrais dédie ce modeste travail :

A mes très cher parents qui m'ont tant soutenu et encouragé  
dans tout les domaines et A tous ceux qui m'aiment.

**Djerourou mohamed**

# Dédicace

Je dédie ce modeste travail à mes parents en guise de reconnaissance et de respect pour leur sacrifice et la patience qu'ils ont consentir a mon égard durant mon parcours scolaire et universitaire et à toute ma famille ,aux enseignants qui ont fait part de ce travail et à tous mes amies.

**Habouchi samir**

## الملخص:

من اجل مكافحة حشرة المن التي تصيب الحمضيات يعتبر الاستخدام المنفصل والبديل لمبيدات الآفات أحد الأصول التي يمكن دمجها مع العديد من تدابير الرقابة الأخرى. من اجل دراسة مدي فعالية مستخلصات والزيوت الأساسية لكل من الخردل والزعتر في مكافحة حشرة المن الخضراء. تحاليل التباين عند عتبة 5% يظهر فرق كبير بين المعالجات ويظهر أن مستخلصات الخردل ذات فعالية قصوى وأكثر نجاعة وبإمكاننا إدراجها ضمن المبيدات الحيوية.

## Résumé

Pour lutter contre les pucerons vert des agrumes, l'utilisation séparée et ou alternée des pesticides est un atout à associer à bien d'autres mesures de lutte.

A cet effet, une étude sur l'effet des extraits méthanoïques et des huiles essentielles de deux plantes; la moutarde des champs et le thym sur les pucerons verts d'agrumes a été menée afin de comparer l'efficacité de ces deux produits dans le contrôle des pucerons verts des agrumes.

L'analyse de la variance au seuil de 5% montre une différence hautement significative entre traitements et il s'en dégage que les extraits de la moutarde utilisés, ont un fort pouvoir de contrôler les pucerons verts que les extraits de thym utilisés qui contrôlent dans une moindre mesure ces pucerons.

**Mots clés:** *Sinapis arvensis*; *Thymus vulgaris*; *Aphis spiraecola*; agrumes; moralité

## summary

For the control of green citrus aphids, the separate and alternate use of pesticides is an asset to be combined with many other control measures.

For this purpose, a study on the effect of methanoid extracts and essential oils of two plants; field mustard and thyme on green citrus aphids was conducted to compare the efficacy of these two products in the control of citrus green aphids.

Analysis of variance at the 5% threshold shows a highly significant difference between treatments and it emerges that the mustard extracts used, have a strong power to control green aphids that used thyme extracts that control in to a lesser extent these aphids.

**Keywords:** *Sinapis arvensis*; *Thymus vulgaris*; *Aphis spiraecola*; citrus; morality

## Table de matière

I. Introduction	1
1. La plante hôte: les agrumes	3
1.1. Classification botanique	3
1.2. Caractéristiques et exigences des agrumes:	4
1.3. Floraison et maturation des agrumes:	5
1.4. Importance économique:	5
1.4.1. En Algérie:	6
1.5. Les ravageurs des agrumes:	6
1.5.1. Mineuse des feuilles des agrumes ( <i>Phyllocnistis citrella</i> ):	6
1.5.2. Puceron vert des agrumes <i>Aphis spiraeicola</i> (Patch):	6
1.5.3. Puceron noir des agrumes <i>Toxoptera aurantii</i> (Boyer de Fonscolombe):	7
1.5.4. Puceron brun des agrumes <i>Toxoptera citricidus</i> (KIRKALDY):	7
2. Le ravageur: Les Aphides (pucerons)	8
2.1. Importance agronomique des pucerons:	8
2.2. Systématique des Aphides:	8
2.2.1. La tête:	10
2.2.2. Le thorax:	10
2.2.3. L'abdomen:	10
2.3. Biologie des aphides:	11
2.3.1. L'adaptation des pucerons à leurs plantes hôtes:	11
2.3.2. Cycle évolutif des pucerons:	12
2.4. Le polymorphisme:	15
2.4.1. Formation des sexuée:	15
2.4.2. Formation des ailés:	15
2.5. Les facteurs de pullulation des aphides:	16
2.5.1. Facteurs de multiplication:	17

2.5.2. Facteurs de mortalité:	17
3- Présentation des plantes médicinales étudiées	19
3.1. Généralités:	19
3.2. Le thym:	19
3.2.1. Description du Thym:	19
3.2.2. Distribution géographique:	20
3.2.3. Les propriétés du Thym:	21
3.2.4. Principes actifs du thym:	21
3.2.5. Vertus médicinales du thym:	21
3.3. La moutarde des champs:	22
3.3.1. Description de la moutarde des champs:	22
II- Partie expérimentale	25
2. Matériel et méthodes	25
2.1. Matériel biologique	25
2.1.1. Matériel végétal:	25
2.1.2. Matériel animal	27
2.2. Méthodes	27
2.2.1. Extraction des huiles essentielles	27
2.2.1.1 Distillation par entraînement à la vapeur:	27
2.2.1.2. Calcul de rendement des huiles essentielles	29
2.2.2. Extraction des composés phénoliques	29
2.2.2.1. Extraction par la méthode de Soxhlet	29
2.2.2.2. Evaporateur rotatif	31
2.2.2.3. Le rendement d'extraction	31
2.2.2.1.4. Préparation des dilutions des extraits	32
2.2.3. Evaluation « in vitro » de l'effet de l'extrait méthanoïque et de l'huile essentielles de <i>Thymus vulgaris</i> et <i>Sinapis arvensis</i> sur <i>Aphis spiraeicola</i> .	32
2.2.3.1. Conduite des essais	32

2.2.3.3. Détermination de la DL50:	34
3.Résultat et discussion	35
3.1.Rendement des extractions	35
3.2. Evaluation « in vitro » de l'effet de l'extrait méthanoïque et de l'huile essentielles de <i>Thymus vulgaris</i> et <i>Sinapis arvensis</i> sur <i>Aphis spiraeicola</i> .	35
3.3.Le calcul des doses l'étales (DL 50):	40
4.Discussion	43
Conclusion	45

## **listes des tableaux:**

Tableau 1: l'évolution de la production agrumicole en Algérie P.6

Tableau 2: Quelques données sur les deux plantes étudiées P.25

Tableau 3: les relevées de température et d'humidité pendant le comptage P.34

Tableau 4: le rendement des extrait et des huiles essentielles P.35

Tableau 5: DL50 des extraits méthanoïques et huiles essentielles des deux plantes P.42

## listes des figures

- Figure1: Morphologie de *Citrus aurantium* L. (bigaradier) Feuille Coupée P.4
- Figure 2: Schémas des principales caractéristiques et ornements cuticulaires (pigmentation) rencontrés chez les pucerons P.9
- Figure 3: Différents types d'antennes P.10
- Figure 4: Représentation schématique du cycle de vie des pucerons en régions tempérées P.11
- Figure 5: Cycle évolutif d'un puceron monoecique (A) et d'un puceron hétéroecique présentant aussi une anholocyclie sur l'hôte secondaire (B) P.13
- Figure 6: comparaison entre un cycle holocyclique et un cycle anholocyclique P.14
- Figure 7: Différents types de vols se succédant au cours d'un cycle évolutif P.14
- Figure 8: Morphologie de *Thymus vulgaris* L thym (Originale, 2018).P.20
- figure9: Morphologie de la moutarde des champs *Sinapis arvensis* P.22
- Figure10: Photo de la moutarde des champs: *Sinapis arvensis* L. (Originale, 2018 P.26
- Figure11: Photo du thym: *Thymus vulgaris* L.(Originale, 2018) P.26
- figure12: puceron vert des agrum *Aphis spiraecola* (Patch) sous la loupe binoculaire (Originale, 2018). P.27
- figure13: distillateur par entrainement à la vapeur P.29
- figure14: Dispositif Soxhlet P.30
- Figure15: Rotavapeur BUCHE R-210 (Originale, 2018). P.31
- Figure 16 : Protocole expérimentale pour le test de toxicité P.34
- Figure:17: Evolution de la mortalité du puceron vert *Aphis spiraecola* après traitement par l'extrait méthanoïque de *Sinapis arvensis*. P.36
- Figure:18: Evolution de la mortalité du puceron vert *Aphis spiraecola* après traitement par l'extrait méthanoïque de *Thymus vulgaris*. P.36
- Figure:19: Evolution de la mortalité du puceron vert *Aphis spiraecola* après traitement par l'huile essentielle de *Sinapis arvensis* P.38
- Figure 20: Evolution de la mortalité du puceron vert *Aphis spiraecola* après traitement par l'huile essentielle de *Thymus vulgaris* P.38
- Figure 21: L'évaluation de l'activité insecticide d'extrait de la moutarde et thym sur le puceron vert des agrumes. P.39
- Figure 22: L'évaluation de l'activité insecticide des huiles essentielles de la moutarde et du thym sur le puceron vert des agrumes. P.39

Figure 23: courbe de tendance linéaire pour l'extrait méthanoïque de la moutarde des champs P.40

Figure 24: courbe de tendance linéaire pour l'extrait méthanoïque du thym P.41

Figure 25: courbe de tendance linéaire pour l'huile essentielle de la moutarde des champs P.41

Figure 26: courbe de tendance linéaire pour l'huile essentielle du thym P.42

## I. Introduction

La culture des agrumes représente pour notre pays un segment stratégique. Selon les dernières statistiques (MADR, 2011), l'agrumiculture couvre une superficie totale de 64 323 ha, soit environ 8 % de la superficie totale occupée par les cultures pérennes. La production totale avoisine les 1.100.000 tonnes toutes variétés confondues pour un potentiel de 1,5 à 2 millions de tonnes dès l'entrée en production des jeunes vergers et l'assainissement du vieux verger.

L'amélioration de la production des agrumes en quantité et en qualité demande une action intégrée pour minimiser les conséquences des différentes contraintes, entre autres, les conditions écologiques, les maladies et les ravageurs. Ces derniers, occasionnent des dommages à l'arbre qui demandent des contrôles et des interventions régulières. Pour remédier aux attaques d'insectes, différents traitements à base de produits chimiques sont conseillés aux agrumiculteurs.

Les pucerons ou les aphides sont considérés actuellement parmi les insectes les plus nuisibles et les plus dommageables pour les agrumes. Ils provoquent d'importants dégâts en ponctionnant la sève des plantes et en leurs transmettant des maladies virales. Ces ravageurs, ont montré une grande résistance à l'égard des différentes molécules chimiques utilisées actuellement dans le cadre de la protection phytosanitaire des cultures (Fraval, 2006).

le puceron vert *Aphis spiraecola* (Patch) compte parmi les déprédateurs les plus redoutables qui ne cesse de prendre de l'ampleur dans les vergers agrumicoles en causant des dégâts importants.

L'utilisation de pesticides conventionnels doit être considérée comme une solution de dernier recours, puisqu'ils ont souvent un impact négatif sur les prédateurs naturels qui réduisent les populations de pucerons

L'importance des désordres écologiques observés au cours des dernières années suite à l'utilisation abusive des produits phytosanitaires organiques de synthèse met en évidence l'intérêt d'une réflexion sur des approches alternatives ou complémentaires pour le développement durable de l'agriculture.

Pour cette raison et depuis des années, la lutte biologique (bioinsecticide) a connu un grand essor à travers le monde et plusieurs lâchers à base d'extraits naturels d'origine végétales sont effectués.

L'expérience et le savoir faire des naturalistes et des agronomes ont conduit à l'élaboration d'une stratégie d'intervention sous des formes divers mais complémentaire; à

s'avoir d'une part la préservation et la valorisation du rôle des métabolites secondaires indigènes et d'autre part la réalisation d'un développement durable..

En effet, depuis des siècles les communautés humaines ont utilisé des biopesticides d'origine végétale pour lutter contre les ravageurs des cultures. En Algérie, cette flore utile reste inconnue et peu étudiée.

C'est dans ce cadre que s'insère principalement cette étude qui vise à évaluer l'efficacité de deux plantes en tant que bio-insecticide. La première est la moutarde des champs (*Sinapis arvensis*), considérée en l'Algérie comme plante nuisible. La deuxième est le thym (*Thymus vulgaris*), une plante très utilisée dans la pharmacopée algérienne. surtout que ces plantes deux plantes s'adaptent au climat de l'Algérie. Afin de proposer des solutions alternatives, pour lutter contre le puceron vert des agrumes, *Aphis spiraecola* (Patch) qui est considérée comme une menace sérieuse pour la production agrumicole en l'algerie.

Ce travail a été consacré à l'extraction des huiles essentielles et des extraits méthanoïques de la moutarde des champs et du thym, ensuite, à l'évaluation de leurs activités insecticides sur le puceron vert *Aphis spiraecola* (Patch), ravageur des agrumes.

## 1.1. Classification botanique

Selon BENEDISTE et BACHES (2002), le mot «Agrume» provient du latin *acrumen* qui désignait dans l'antiquité des arbres à fruits acides. Ces auteurs soulignent que les agrumes se distinguent par leur grande diversité de leurs familles et de leurs ordres.

D'après PRALORAN (1971), la position taxonomique des agrumes, selon SWINGLE est la suivante:

<b>Règne:</b>	Végétale
<b>Embranchement:</b>	Angiospermes
<b>Classe:</b>	Eudicotes
<b>Sous classe:</b>	Archichlomydeae
<b>Ordre:</b>	Germinale (Rutales)
<b>Famille:</b>	Rutaceae
<b>Sous-famille:</b>	Aurantioideae
<b>Tribus:</b>	Citreae
<b>Sous-tribu:</b>	Citrinae
<b>Genre :</b>	Poncirus, Fortunella et Citrus

La plupart des taxonomistes, considèrent que le genre *Citrus* fait partie de l'ordre des Geraniales et de la famille des Rutaceae (NICOLOSI, 2007). Cette dernière comprend 140 genres et 1300 espèces à travers le monde (SINGH et RAJAM, 2009). Elle est subdivisée en six sousfamilles et dont celle des Aurantioideae, regroupe les vrais agrumes. Au sein des Aurantioideae, tribu des Citreae et sous-tribu des Citrinae, il est classé les genres, *Citrus*, *Poncirus*, *Eremocitrus*, *Microcitrus*, *Fortunella* et *Clymenia* (AGUSTI et *al.*, 2014). Tous les porte-greffes et variétés d'agrumes, sont inclus dans le genre *Citrus*, à l'exception des kumquats (*Fortunella* spp.) et de l'oranger trifolié (*Poncirus trifoliata* L. Raf.) (PEÑA et *al.*, 2007). Ce dernier représente le porte-greffe qui confère au greffon la meilleure résistance au froid et il est caractérisé également par sa tolérance à la tristezza (LOUSSERT, 1989).

D'après BENEDISTE et BACHES (2002), les espèces des agrumes sont de trois genres principaux du groupe Citrinae dans la famille des Rutacées: *Citrus* (la majorité des agrumes), *Fortunella* (les Kumquats) et *Poncirus*. On peut y ajouter 2 genres moins répandus, originaires d'Océanie : *Eremocitrus* et *Microcitrus*.

Bien que certains systématiciens ont regroupé tous les agrumes dans le genre *Citrus*, des études récentes suggèrent trois groupes majeurs; le groupe de *C. medica* (*C. medica*, *C. aurantifolia* et *C. limon*), le groupe *C. reticulata* (*C. reticulata*, *C. sinensis*, *C. paradisi*, *C.*

aurantium et *C. jambhiri*) et le groupe de *C. maxima* (*C. maxima*). Il existe un quatrième groupe qui n'a pas d'importance commerciale (*C. halimii*) (Agustí et al., 2014).



**Figure1:** Morphologie de *Citrus aurantium L.* (bigaradier) Feuille Coupée  
(Iphym laboratoires,2017)

## 1.2. Caractéristiques et exigences des agrumes:

D'après PRALORAN (1971) les agrumes sont de petits arbres, ou des arbustes, atteignant de 5 à 15 m de hauteur, assez souvent épineux et à feuillage dense, persistant à l'exception de quelques variétés hybrides dont les feuilles sont caduques ou semi-persistantes d'un vert généralement très foncé, les jeunes plants et les jeunes pousses étant d'un vert nettement plus clair. Le fruit est formé de segments contenant les graines. Les segments sont entourés d'un endocarpe blanc et à l'extérieur on retrouve une écorce à très nombreuses glandes à essence, devenant jaune ou orange à maturité. La distinction des espèces entre elles s'effectue à partir des caractères notés dans la clef dichotomique de Swingle.

Selon EL OTMANI (2005), les agrumes sont généralement classés parmi les espèces végétales pérennes moyennement sensibles au froid, ceci est dû à leur incapacité à survivre sous des températures froides que supportent les espèces ligneuses, des zones de latitudes élevées qui peuvent atteindre des valeurs voisinant les 40 °C.

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).

### **1.3. Floraison et maturation des agrumes:**

D'après JACQUEMOND et al., (2009), la floraison commence par le processus d'induction florale, il passe alors d'un état végétatif à un état reproducteur qui dure un mois et demi, à deux mois. Plus tard se produit la différenciation florale, qui consiste en la formation des ébauches florales à l'intérieur du bourgeon.

Concernant la maturation des agrumes, selon PRALORAN (1971) généralement les fruits d'agrumes sont cueillis quand ils ont atteint le stade de maturité optimal.

### **1.4. Importance économique:**

Le marché des agrumes est prodominé 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).

### 1.4.1. 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 a été 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).

**Tableau1:** l'évolution de la production agrumicole en Algérie ( ITAFV, 2013)

Année	Production	Evolution
2013	1 205 401 Tonnes	~ 117 019
2012	1 088 382 Tonnes	~ -18 957
2011	1 107 339 Tonnes	~ 318 687
2010	788 652 Tonnes	~ -56 300

## 1.5. Les ravageurs des agrumes:

### 1.5.1. Mineuse des feuilles des agrumes (*Phyllocnistis citrella*):

La mineuse des agrumes *Phyllocnistis citrella* STAINTON (Lep., Gracillariidae), est une espèce sténophage, c'est-à-dire que son choix alimentaire ne se porte que sur un petit nombre de plantes. Par ailleurs, ce ravageur n'évolue que sur les jeunes pousses et si les conditions thermiques lui sont favorables (BOULAHIA et *al.*, 2002).

### 1.5.2. Puceron vert des agrumes *Aphis spiraecola* (Patch):

C'est un aphide qui peut vivre sur une très large gamme d'hôtes secondaires appartenant à plus de 20 familles, notamment, les Caprifoliaceae, Asteraceae, Rosaceae, Rubiaceae et Rutaceae (Blackman & Eastop, 2006). Saharaoui et *al.* (2001) ont mentionné que ce puceron est très dommageable aux agrumes en Algérie. Il peut transmettre des phytovirus, tels que Cucumber mosaic virus (CMV), Plum pox virus (PPV) et Zucchini yellow mosaic virus (ZYMV) (BLACKMAN & EASTOP, 2007). Il peut intervenir également dans la transmission du CTV (YAHIAOUI et *al.*, 2012).

### **1.5.3. Puceron noir des agrumes *Toxoptera aurantii* (Boyer de Fonscolombe):**

C'est un ravageur bien connu des agrumes dans la région méditerranéenne (TREMBLAY, 1984). Il est complètement polyphage, et il a été enregistré sur 120 plantes hôtes différentes (HILL, 2008), en particulier sur les Anacardiaceae, Anonaceae, Araliaceae, Euphorbiaceae, Lauraceae, Moraceae, Rubiaceae, Rutaceae, Sterculiaceae et Theaceae. C'est un vecteur important des phytovirus des cultures stratégiques (BLACKMAN & EASTOP, 2000). Cependant, il est considéré comme un vecteur secondaire de quelques isolats de virus de la tristeza (HERMOSO DE MENDOZA et al. 1984 cités par YOKOMI, 2009).

En Afrique du Nord, il existe depuis de nombreuses années en Algérie (LAAMARI et al., 2010; BENOUFELLA-KITOUS et al., 2014a). Alors qu'il a été signalé pour la première fois au Maroc sur les agrumes par MIMEUR en 1934 (MIMEUR, 1934 cité par HOLMAN, 2009).

### **1.5.4. Puceron brun des agrumes *Toxoptera citricidus* (KIRKALDY):**

Ce puceron est présent dans la plupart des zones de culture des agrumes dans le monde, mais il était absent dans les pays du bassin méditerranéen et en Amérique du Nord jusqu'au milieu des années 1990 (Hermoso DE MENDOZA et al., 2008). Néanmoins, il a été détecté sur agrumes en 1994 à Madère (ILHARCO & SOUSA-SILVA, 2009) et en 1995 en Floride (HERMOSO DE MENDOZA et al., 2008). En Juin 2000, il a gagné la Grèce (DIMOU et al., 2002), en 2002, le Nord de l'Espagne, en 2003, le Portugal, et en 2004, le Sud de l'Espagne (HERMOSO DE MENDOZA et al., 2008).

## 2. Le ravageur: Les Aphides (pucerons)

### 2.1. Importance agronomique des pucerons:

Les pucerons sont des insectes piqueurs-suceurs largement répandus dans les régions tempérées. Ils se développent sur de nombreuses plantes d'intérêt agronomique en occasionnant des dégâts importants par prélèvement de sève. Mais les pucerons sont surtout d'importants vecteurs de virus à l'origine de sévères pertes tant qualitatives que quantitatives. Les attaques de pucerons peuvent induire jusqu'à 20% de pertes en rendement sur certaines cultures (DUVAUCHELLE et DUBOIS, 1998).

### 2.2. Systématique des Aphides:

D'après Benjamin ORTIZ -RIVAS et *al.* (2004).

-Embranchement: Arthropodes

**-Sous-embranchement:** Antennates, Mandibulates ou Uniramés

-Classe: Insectes

-Sous-classe: Ptérygotes

**-Division:** Exo ptérygotes = Hétérométaboles = Hémimétaboles

-Super-Ordre: Hemiptera

-Ordre: Homoptères

**-Sous -Ordre :** Sternorrhyncha

-Super -famille: Aphidoidea

**-Famille:** Phylloxeridae, Adelgidae et Aphididae, Eriosomatidae

**-Sous-familles:** Anoeciinae, Aphidinae, Drepanosiphinae, Hormaphidinae,

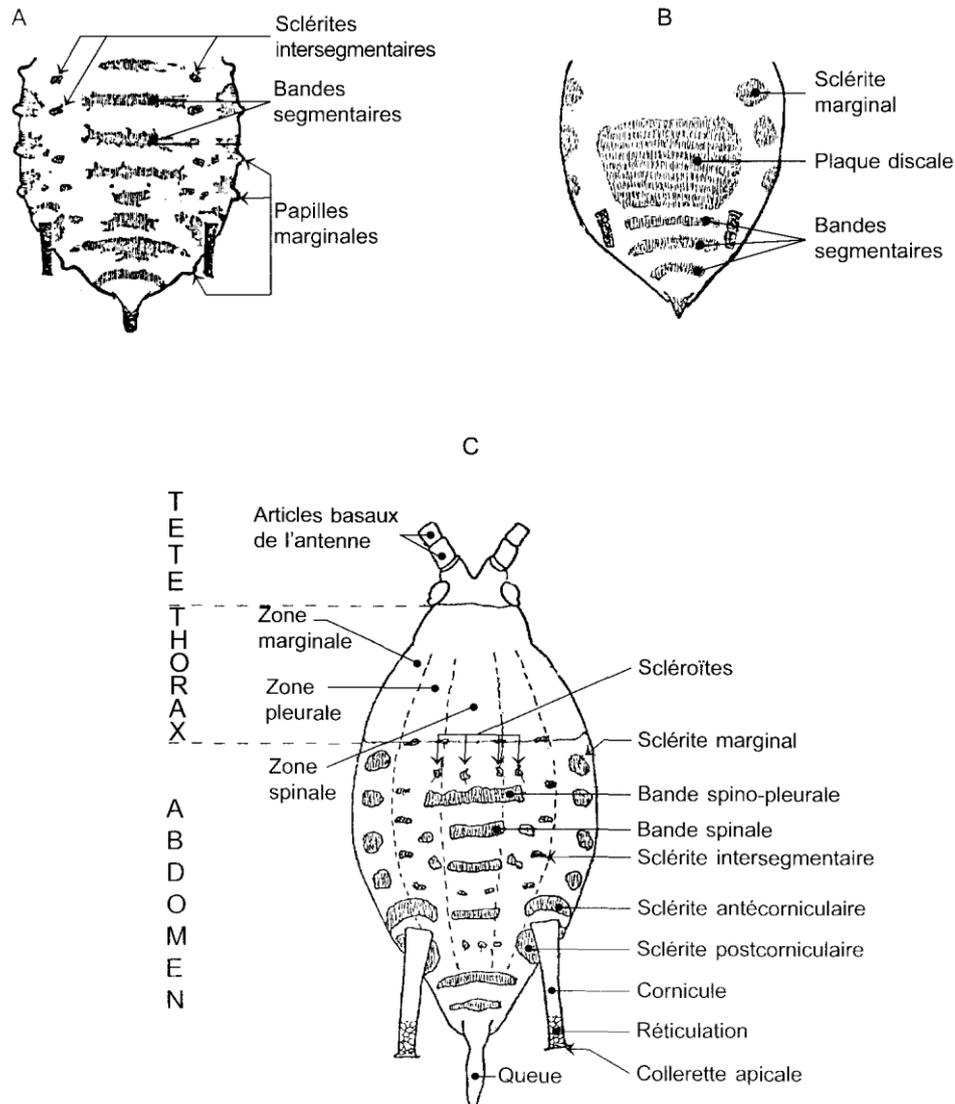
Lachninae, Pemphiginae, Thelaxinae

### 2.3. Morphologie des aphides:

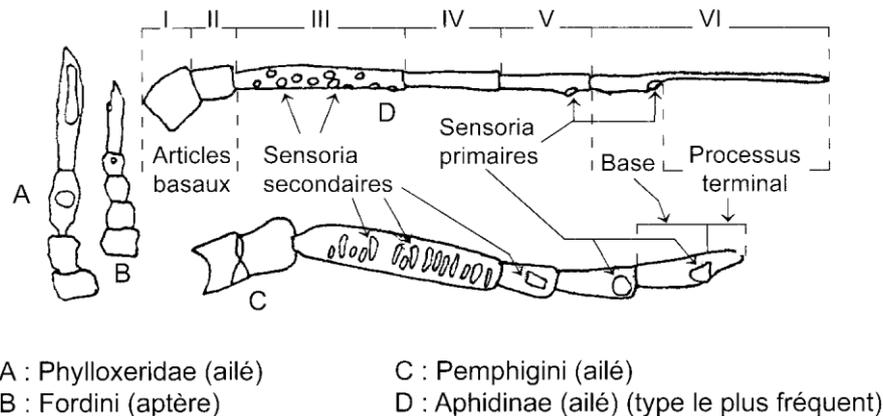
La taille des aphides varie, chez les adultes, entre 0.5 et 8 mm et le plus souvent entre 2 et 4 mm. Nous considérerons comme petites espèces celles dont la taille des individus adultes n'excède pas 1,5 mm. De 1.5 à 3 mm nous aurons les espèces de taille moyenne. Ces fourchettes représentent des estimations moyennes indiquées seulement pour fixer les idées (Leclant, 2000).

D'après LECLANT (2000), la surface des pucerons peut être brillante, mate ou recouverte d'excrétion cireuse plus ou moins abondante (simple pruinosité, filaments blanchâtres ou aspect cotonneux). La cuticule peut être dépourvue de pigmentation ou

pigmentée (imprégnée de mélanine) selon les stades, les formes ou les espèces. Chez la plupart des espèces, les larves et nymphes ne sont pas pigmentées, même si les stades adultes le sont fortement. Chez beaucoup d'espèces il peut y avoir de grandes différences de pigmentation entre différentes formes se succédant au cours d'un cycle évolutif complet.



**Figure 2:** Schémas des principales caractéristiques et ornements cuticulaires (pigmentation) rencontrés chez les pucerons (LECLANT, 2000).



**Figure 3:** Différents types d'antennes (LECLANT, 2000).

### 2.2.1. La tête:

Généralement, elle est bien séparée du thorax chez les formes ailées, mais non chez les aptères. Sur la tête sont insérées deux antennes directement sur le front ou sur des tubercules frontaux plus ou moins proéminentes (figure 2), de longueur très variable de 3 à 6 articles; le dernier article est généralement le plus long et comprend une partie basale légèrement renflée (base) et une partie terminale, qui peut être plus courte que la base ou considérablement plus longue, appelée processus terminal (ou flagelle) (LECLANT, 2000). Certains articles antennaires possèdent des organes sensoriels appelés les sensoria; leur partie distale amincie est nommée fouet ou processus terminalis à l'arrière de l'œil composé (TANYA, 2002; FRAVAL, 2006).

### 2.2.2. Le thorax:

Il est composé de trois segments et porte les trois paires de pattes qui se terminent par des tarsi à deux articles le dernier est pourvu d'une paire de griffes. Chez l'ailé, le thorax porte également deux paires d'ailes membraneuses repliées en toit au repos. Chez certaines espèces, la nervation des ailes peut être caractéristique (HULLE et *al.*, 1998).

### 2.2.3. L'abdomen:

L'abdomen porte généralement dans sa partie postérieure une paire de cornicules (ou siphons) de forme et de longueur très variables, parfois pourvues d'une réticulation ou

surmontées d'une collerette (HEIN *et al.*, 2005). Les cornicules manquent dans quelques genres et parfois même selon les formes dans une même espèce (LIEN et SPARKS, 2001).

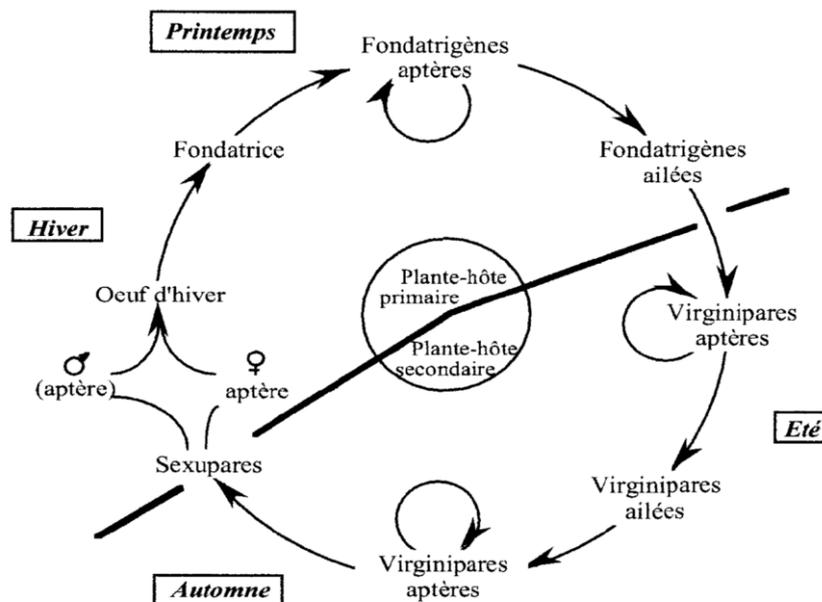
Le dernier segment abdominal (10ème) forme la queue (cauda) plus ou moins développée et de forme variable selon les espèces (Fredon, 2008).

## 2.3. Biologie des aphides:

### 2.3.1. L'adaptation des pucerons à leurs plantes hôtes:

Les pucerons sont des insectes extrêmement répandus dans le monde et qui s'est diversifié parallèlement à celui des plantes à fleurs (angiospermes) dont presque toutes les espèces sont hôtes d'aphides (HEIE, 1987; SHAPOSHNIKOV, 1987). Il en existe également sur les Gymnospermes, ainsi que sur quelques espèces de ptéridophytes et Bryophytes. La plus part des genres de pucerons sont inféodés à une famille végétale, en ce sens, ils sont dits monophages. Mais nombre des pucerons s'attaquant aux plantes cultivées ont un régime alimentaire moins restreint et se nourrissent sur des végétaux de famille très distinctes.

L'espèce *A. gossypii* est l'archétype des pucerons polyphages, elle se développe aussi bien sur le coton (malvacée), que sur le melon (cucurbitacée). C'est dans les zones tempérées que l'aphidofaune est la plus variée. Mais ces insectes sont présents aussi bien sous les climats tropicaux que dans les zones subarctiques (DIXON, 1987; STRATHDEE *et al.*, 1993; BALE *et al.*, 1994; HEIE, 1994).



**Figure 4:** Représentation schématique du cycle de vie des pucerons en régions tempérées (SAUVION, 1995).

En réalité, dans une région donnée, l'adaptation des pucerons aux conditions particulières du milieu peut se traduire par de nombreuses variantes au niveau des phases du cycle (changement de plante hôte appartenant à une même espèce ou non; perte de la possibilité de se reproduire par voie sexuée (DEDRYVER, 1982). La représentation au-dessous est donc effectivement très schématique et ne traduit que partiellement la complexité des cycles chez les pucerons.

Au cours de ce cycle les morphes apparaissent successivement, parmi lesquels les virginipares. Celles-ci sont les formes femelles reproduction parthénogénétique, qui sont à l'état adulte soit ailées, soit aptères. Ces dernières ont un rôle essentiellement reproductif, alors que les ailées assurent d'abord la dispersion des colonies (MIYAZAKI, 1987).

### 2.3.2. Cycle évolutif des pucerons:

Les caractéristiques propres au cycle de vie des pucerons sont parmi les plus remarquables du monde animal. Entre autres, se trouvent des générations issues de la parthénogénèse et de la reproduction sexuée, des polymorphismes complexes et l'obligation d'alterner entre des plantes hôtes de taxons non apparentés (MORAN, 1992; MARGARITOPoulos et al., 2002). Différents patrons de cycle de vie ont été identifiés chez les pucerons. Ces cycles sont soit holocycliques ou anholocycliques selon le fait qu'une génération à reproduction sexuée soit présente ou non, ou encore, qualifiés d'hétéroïque ou de monoïque s'il y a ou non alternance d'hôtes (MIYAZAKI, 1987).

D'après LECLANT (2000), la plus part des espèces de pucerons présentent, au cour de leur cycle évolutif, une génération d'insectes sexués (male, femelle) alternant avec une ou plusieurs générations se multipliant par parthénogénèse et constituées uniquement de femelles (parthénogénèse thélytoque).

Les femelles fécondées sont toujours ovipares alors que les femelles parthénogénétiques sont le plus souvent vivipares.

Au cours de l'année qui, le plus souvent, recouvre un cycle évolutif complet, plusieurs générations polymorphes apparaissent. De l'oeuf d'hiver naît une fondatrice, femelle généralement aptère et très féconde, qui engendre des fondatrigènes aptères et parfois des fondatrigènes ailées (figure 4).

Selon les espèces, deux cas sont alors envisager:

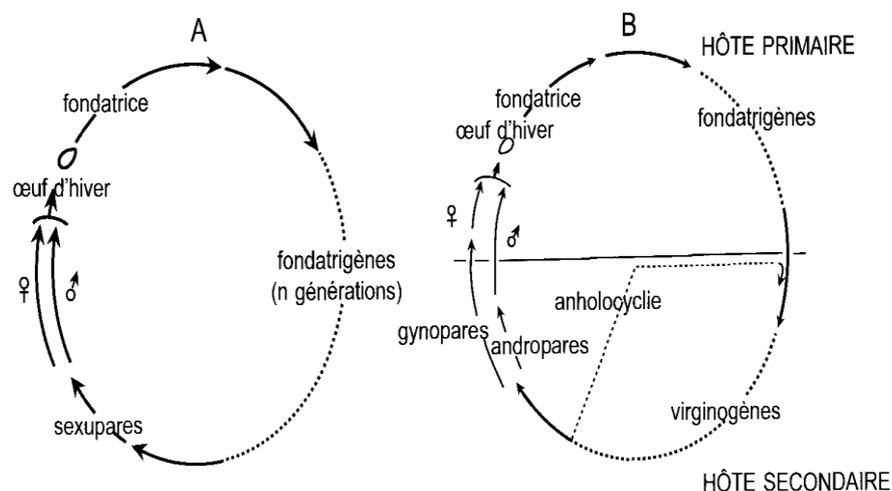
1-Un certain nombre de générations de fondatrigènes aptères et ailées se développent sur le même hôte que celui sur lequel la fondatrice a évolué; les fondatrigènes ailées peuvent

coloniser, au cours de vols de dissémination (figure 7), d'autres plantes de la même espèce ou d'espèces apparentées sur lesquelles elles donnent naissance à de nouvelles colonies: tel est le cas des espèces monoeciques.

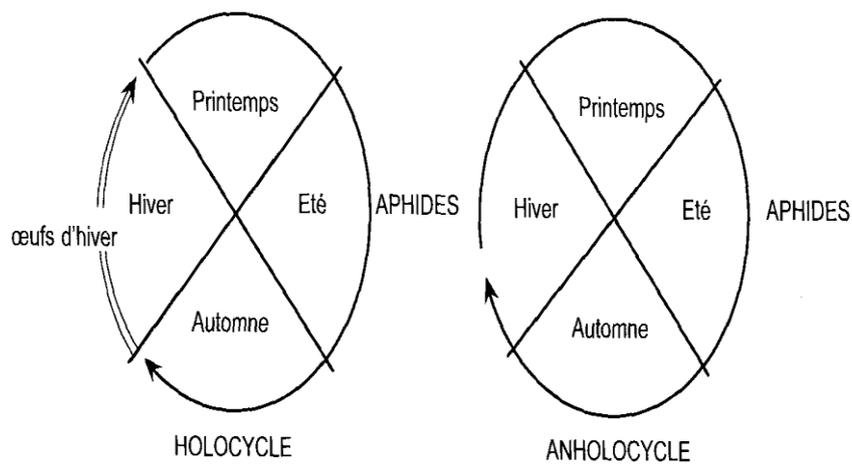
Les insectes de la dernière génération de reproduction parthénogénétique sont appelés sexupares. Ils engendrent les sexués (figure 5A).

2-Les fondatrices ailées ne peuvent pas toujours se reproduire sur la plante hôte sur laquelle elles sont nées, ou même sur les plantes d'espèces voisines ou apparentées. Elles émigrent alors obligatoirement sur des espèces végétales très différentes de celles sur lesquelles l'œuf fécondé a été pondu (vols d'émigration) (figure 6). On parle alors de pucerons dioeciques ou hétéroeciques. Les individus appartenant à la génération qui se développent sur les nouvelles espèces hôtes sont appelés virginogènes ; ils sont aptères ou ailés. Sur ces hôtes apparaîtront, outre les virginogènes, les sexupares et souvent aussi les mâles qui, dans ce cas, seront nécessairement ailés (figure 5B). Notons que, chez certaines espèces, l'émigration n'intéresse pas toute la population: elle est facultative.

Les formes à reproduction parthénogénétique sont qualifiées de virginipares. Les sexupares sont qualifiées d'andropares, de gynopares ou d'amphotères, suivant qu'elles donnent naissance respectivement à des mâles ou à des femelles ou aux deux à la fois.

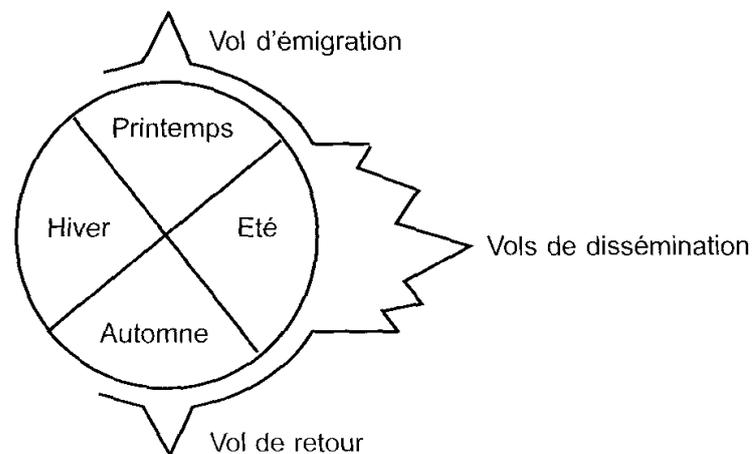


**Figure 5:** Cycle évolutif d'un puceron monoecique (A) et d'un puceron hétéroecique présentant aussi une anholocyclie sur l'hôte secondaire (B) (LECLANT, 2000).



**Figure 6:** comparaison entre un cycle holocyclique et un cycle anholocyclique (LECLANT, 2000).

Dans les régions tempérées à hivers doux, certaines espèces peuvent également présenter une anholocyclie et se maintenir en permanence sur leurs hôtes parthénogénétiquement (LECLANT, 2000).



**Figure 7:** Différents types de vols se succédant au cours d'un cycle évolutif (LECLANT, 2000).

### 2.3.2.1. les pucerons heteroéciques ou dioéciques:

D'après LECLANT (1978), les pucerons heteroéciques nécessitent, pour achever leur cycle deux plantes hôtes, ces dernières ne sont pas apparentées botaniquement, ces espèces d'aphides sont dites heteroéciques ou dioéciques. La plante sur la quelle l'œuf d'hiver est

pondu est appelée hôte primaire, la deuxième espèce de plante est appelée plante secondaire (figure 4, 5 et 6).

### **2.3.2.2. Anholocyclie:**

D'après DEDRYVER (1982), certains pucerons ont perdu totalement ou partiellement la possibilité de se reproduire par la voie sexuée.

Ils se multiplient parthénogénétiquement durant toute l'année. Dans certains cas l'anholocyclie est totale et irréversible, elle peut affecter l'espèce entière l'anholocyclie peut être partielle et réversible, celle-ci n'affecte qu'une partie de la population d'un biotope ou d'un clone (Figure 6).

## **2.4. Le polymorphisme:**

### **2.4.1. Formation des sexuées:**

Plusieurs espèces de pucerons produisent des morphes sexuels l'automne afin de permettre la ponte d'oeufs en diapause sur la plante hôte primaire pour l'hiver (MORAN, 1992). Les femelles sexuées aptères qui pondent ainsi leurs oeufs, libèrent des phéromones sexuelles qui attirent les mâles de la même espèce en vue de l'accouplement. Ces dernières années, les phéromones sexuelles de plusieurs espèces de pucerons ont été identifiées comme étant un mélange variable de deux monoterpénoïdes: le nepetalactol et le nepetalactone (DAWSON et *al.* 1990).

### **2.4.2. Formation des ailés:**

D'après ROBERT et CHOPPIN DE JANVRY (1977), l'effet de groupe a pour conséquence la formation d'ailés. Ces derniers sont d'autant plus nombreux que les colonies aptères au sein desquelles ils se forment sont nombreuses. Cette formation d'ailés sera donc progressive et non réalisable d'emblée à un instant donné. Elle dépend de l'espèce en cause. Les pucerons grégaires sont le plus souvent sensibles à cet effet de groupe. Ce cas est bien connu chez le puceron noir de la luzerne.

Selon DEDRYVER (1982), très fréquemment l'apparition massive d'ailés dans une population de puceron, résulte de l'action de l'effet de groupe sur les femelles et leurs descendances femelles. Ce sont les stimulations tactiles dues à la vie en groupe qui entraînent la formation de larves à ptérothèques, l'important n'étant pas le nombre de pucerons par

colonie mais leur degré de stimulation tactile des pucerons peu nombreux mais mobiles et en se touchant fréquemment peuvent former un pourcentage important de larves à ptérothèque.

Selon DEDRYVER (1982), le polymorphisme semble être déterminé par l'hormone juvénile, c'est le cas des formes ailés et des formes aptères des pucerons, les premiers apparaissent dans des conditions de sir population, les secondes apparaissent quand l'organisme de la femelle vit dans des conditions d'isolement, ainsi un excès, l'hormone juvénile doit être responsable de la production de la forme ailée.

D'après le même auteur et d'une manière générale, la formation d'ébauches alaires chez les pucerons est sous la dépendance de la baisse de la production de l'hormone juvénile.

Enfin, pour des raisons actuellement peu connus, les pucerons ailés au sein d'une même population ne sont pas semblables, certains ailés se comportent comme des aptères, et se produisent sur leur plante d'origine, d'autre ne font que des vols courts, les derniers effectuent des migrations de longue distance.

Un ou plusieurs stades physiologiques particuliers de la plante-hôte par exemple le stade de la floraison ou de la sénescence des feuilles peut retentir de la même façon sur la formation des ailés, ceci est observé même en l'absence de l'effet de groupe.

Il semble que les températures basses favorisent la formation des ailés par contre les attouchements de fourmis l'inhibent. Au sein d'une population de pucerons la production des ailés n'est pas continue. Lorsque les pucerons arrivent sur une nouvelle plante-hôte, la production des ailés est généralement cyclique. Plusieurs causes sont données:

-Les pucerons ailés arrivent sur une nouvelle plante- hôte ne donnent naissance dans la plupart des cas qu'à des larves qui sont destinées à devenir aptères.

-La surpopulation provoque la production massive des ailés, ces effets s'expriment après un certain nombre de générations.

-La maturation des diverses plantes s'effectue durant des périodes bien précises de l'année.

## **2.5. Les facteurs de pullulation des aphides:**

La faculté de multiplication des pucerons est extraordinaire, deux groupes de facteurs déterminent l'importance numérique des aphides, ce sont d'une part les facteurs de leur potentiel biotique tels que la fécondité, le nombre de générations dans l'année et le nombre de plante- hôte susceptibles d'assurer leur survie, et d'autre part les facteurs de destruction (DEDRYVER, 1982),.

### **2.5.1. Facteurs de multiplication:**

D'après LECLANT (1970), la fécondité est conditionnée par deux particularités, la parthénogenèse et la viviparité la reproduction parthénogénétique chez les aphides fait place en automne à une reproduction sexuée et ovipare de type normal. Ce changement déclenché par le raccourcissement de la photophase.

Selon DEDRYVER (1982), aucun mâle n'apparaît avant l'automne. Selon LECLANT (1970), à la température de 24°C, le développement de l'individu depuis sa naissance jusqu'à l'état adulte nécessite une durée d'une semaine environ. Il est apte à la reproduction le lendemain de la mue imaginale. Chez les espèces dioéciques, les hôtes secondaires sont souvent limités à un petit nombre d'espèces végétales.

### **2.5.2. Facteurs de mortalité:**

#### **2.5.2.1. Facteurs abiotique:**

##### **2.5.2.1.1. Température:**

**Selon LECLANT (1978), les températures élevées de l'ordre de 30 à 35°C entraîne une diminution considérable de la population. D'après le même auteur, à la fin de l'hiver ou au début du printemps, les alternances brusques de la température constituent également un facteur de mortalité chez les jeunes fondatrices de certaines espèces de pucerons. Lorsque les larves futures fondatrices éclosent très tôt durant l'été, les périodes prolongées de l'humidité relative élevée, supérieure à 85% favorisent le développement de champignons entomopathogènes. Ces derniers dans certaines régions provoquent l'anéantissement, en quelques jours des pullulations aphidiennes particulièrement importantes. Les pluies de la fin de l'été provoquent un rafraîchissement de l'atmosphère à ce moment les populations reprennent une certaine extension.**

##### **2.5.2.1.2. Pluviométrie:**

Selon LECLANT (1970), les pluies violentes entraînent la mort d'un grand nombre d'individus par noyade. Cela arrive à la suite du lessivage des plantes, les individus ailés sont plus touchés.

### 2.5.2.1.3. La photopériode:

La durée du jour (photopériode) est reconnue comme l'un des principaux éléments, déclencheurs du déclin des populations de plusieurs espèces de puceron. Les Américains ont démontré que des adultes ailés du puceron de soya commencent à migrer vers le nerprun à partir de la mi-août (PARENT, 2005).

D'après DIXON (1973), la production des sexués se fait en premier lieu sous la dépendance de la photopériode. Les sexupares apparaissent en automne lorsque la durée du jour commence à décroître, en fait c'est la durée de période nocturne qui compte ils ne sont formés que si celle-ci dépasse une durée de douze heures. Les températures basses agissent en association avec la photopériode. Plus la température est basse plus la production de sexupares est importante.

### 3- Présentation des plantes médicinales étudiées

#### 3.1. Généralités:

Les plantes médicinales et aromatiques ont connus ces dernières années un important regain d'intérêt et ceci devant le recul des produits chimiques (BABA AISSA, 2000). La diversité de leur utilisation (pharmacologie, cosmétique, fabrication de détergents, teinture et produits de massage) a accru la demande, surtout en huiles essentielles. Cette demande a été étendue aux études de la valorisation des ressources phylogénétiques (biopesticides, pratique des cultures associées, industrie cosmétique, bioprospection, etc ...). Les plantes médicinales portent à la fois sur les plantes spontanées dites « sauvage » ou «de cueillette » et sur les plantes cultivées.

#### 3.2. Le thym:

##### 3.2.1. Description du Thym:

Le thym est un arbuste odorant qui pousse spontanément dans le Nord de l'Afrique (Maroc, Tunisie, Algérie, et Libye), l'Égypte, l'Espagne ainsi qu'en Sibérie et en Europe Nordique. Cependant, la plupart des espèces se concentrent dans le pourtour du bassin Méditerranéen (MORALES, 1997 ; SALGUEIRO et al., 1997 ; PEDERSEN, 2000).

En Algérie, le genre *Thymus* regroupe 12 espèces qui sont : *Thymus fontanesii*, *Thymus commutatus* (Ball.), *Thymus dreatensis*, *Thymus numidicus*, *Thymus guyonii*, *Thymus lanceolatus*, *Thymus pallidus*, *Thymus glandulosus*, *Thymus hirtus*, *Thymus algeriensis*, *Thymus ciliatus*, et *Thymus capitatus* (L.) (QUEZEL ET SANTA, 1963).

L'huile essentielle du Thym est caractérisée par un fort potentiel antimicrobien (COSENTINO ET PALMAS, 1999), et par un remarquable effet antioxydant (DRAGLAND et al., 2003).

Elle possède une activité antifongique (RUBERTO et al., 1993) et acaricide vis-à-vis de *Varroa destructor* (parasite qui affecte les abeilles) (AVIANA et al., 2002).

*Thymus vulgaris* est connu selon QUEZEL ET SANTA (1963), En français: Thym, en arabe Zaateur Et selon KABOUCH et al. (2005) c'est Zaatar.

D'après QUEZEL ET SANTA (1963), la systématique de *Thymus vulgaris* est la suivante :

- Embranchement : Phanérogames ou Spermaphytes
- Sous-embranchement : Angiospermes
- Classe : Eudicots
- Sous-classe : Astéridées
- Ordre : Lamiales
- Famille : Lamiacées
- Genre : Thymus
- Espèce : *Thymus vulgaris* L.



**Figure 8:** Morphologie de *Thymus vulgaris* L thym (Originale, 2018).

### 3.2.2. Distribution géographique:

Le thym comprend plusieurs espèces botaniques réparties sur tout le littoral et même dans les régions internes jusqu'aux zones arides (MEBARKI, 2010). Il est représenté en Algérie par de nombreuses espèces qui ne se prêtent pas aisément à la détermination en raison de leurs variabilités et leur tendance à s'hybrider facilement.

### 3.2.3. Les propriétés du Thym:

Les principaux constituants du thym montrent des propriétés :

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

- vermifuges et vermicides (BAZYLKO et STRZELECKA, 2007)

- Propriétés anthelminthiques (Al-BAYATI, 2008)

- Propriétés antioxydantes (TAKEUCHI et al., 2004; GOLMAKANI et REZAEI, 2008).

en raison de ces propriétés, le thym est utilisé comme un conservateur afin de prolonger la durée de conservation des poissons durant leur stockage (SELMi et SADOK, 2008).

### 3.2.4. Principes actifs du thym

Un grand nombre d'espèces de *Thymus* ont fait, à ce jour, l'objet d'études chimiques et de très nombreux métabolites secondaires ont été isolés les travaux phytochimiques effectués sur le genre *Thymus* ont permis l'isolement, des acides phénoliques ; acide caféique (COWAN, 1999) et acide rosmarinique (TAKEUCHI et al., 2004). Des flavonoïdes; hespéridine, eriotrécine, narirutine (Takeuchi et al., 2004), lutéoline (BAZYLKO et STRZELECKA, 2007). Et des tannin (COWAN, 1999 ; ÖZCAN et CHALCHAT, 2004).

### 3.2.5. Vertus médicinales du thym

En raison de sa saveur aromatique, le thym provoque une stimulation réflexe des sécrétions salivaires, gastriques et biliaires. Il est ainsi utilisé pour ses propriétés régulatrices de l'appétit et comme stimulant digestif, cicatrisantes, vermifuge, antiseptique.

Des extraits de thym ainsi que son huile essentielle sont fortement antimicrobiens. Tous les chimiotypes sont actifs, mais l'activité bactéricide est plus marquée pour les types à thymol et à carvacrol (TEUSCHER et al., 2005).

### 3.3. La moutarde des champs:

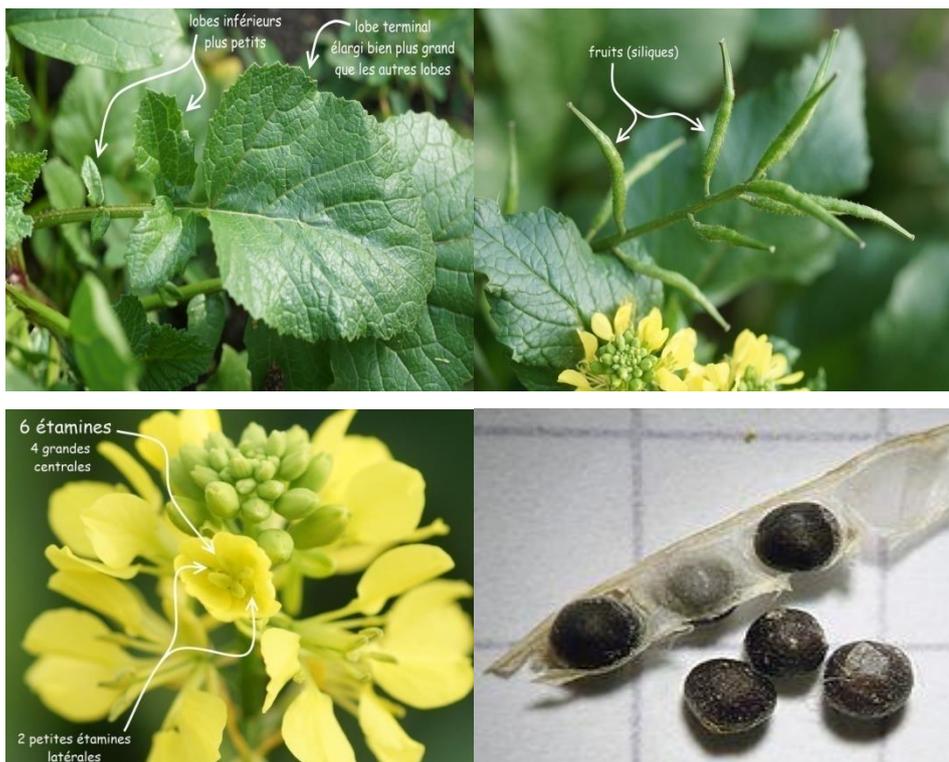
#### 3.3.1. Description de la moutarde des champs:

La moutarde des champs est une plante annuelle, velue-hérissée, sa hauteur est de 30 à 60cm, elle possède de nombreuses tiges, rameuses. La plante se divise en plusieurs tiges vers le haut.

les feuilles sont dentées, mesurent de 5 à 10 cm, terminées par une pointe. Les feuilles inférieures sont très découpées soit à double rangée de lobes et avec un gros lobe terminal.

La floraison s'échelonne de avril à octobre, elle fleurit tard dans l'année dès la fin des gelées . les fleurs sont jaune vif, à 4 pétales et 4 étamines.

Le Fruit est sous forme de petites graines rouge-brun rondes porté dans une gousse pointue de 3 à 4 cm. Elles ont un très grand pouvoir germinatif et peuvent germer après retournement d'un terrain 50 ans plus tard (FUNK et al. 2007).



**figure9:** Morphologie de la moutarde des champs *Sinapis arvensis* FUNK et al. (2007)

### 3.3.2. Classification:

Règne :	Plantae Haeckel, 1866
Sous-Règne :	Viridiaeplantae
Classe :	Equisetopsida C.Agardh, 1825
Cladus :	Tracheophyta Sinnott ex Cavalier-Smith, 1998
Cladus :	Spermatophyta
Sous-Classe :	Magnoliidae Novák ex Takht., 1967
Super-Ordre :	Rosanae Takht., 1967
Ordre :	Brassicales Bromhead, 1838
Famille :	Brassicaceae Burnett, 1835
Genre :	Sinapis L., 1753
Espèce :	Sinapis arvensis L., 1753

### 3.3.3. Ecologie

La moutarde des champs est typique des sols neutres à calcaires. Elle pousse peu en sol acide. Elle préfère les sols argileux à limoneux mais peut aussi se retrouver en sol léger ou en terre noire. Elle est moins compétitive que les céréales quand le sol est sec. Elle est sensible au gel et demande beaucoup de lumière (BOND *et al.* 2006).

### 3.3.4. Nuisibilité et utilité

La moutarde des champs est considérée comme mauvaise herbe et représente surtout un problème pour les céréales de printemps où elle peut causer des pertes de rendement importantes qui varient en fonction du moment de son apparition et de sa densité. Elle peut aussi nuire à d'autres cultures. La diminution de rendement est particulièrement importante dans les légumineuses comme les haricots et les pois si la moutarde lève une semaine avant la culture.

En plus, la moutarde des champs est l'hôte de plusieurs insectes (ex.: l'altise, la mouche du chou, et la punaise, les lépidoptères) et maladies (ex.: hernie des crucifères) qui affectent les crucifères cultivée.

Cette plante est une source importante de pollen pour les abeilles, c'est une plante mellifère. C'est aussi une source de nectar pour certains parasites de la fausse-teigne des crucifères. Les graines de la moutarde sont riches en une huile qui peut avoir des

applications industrielles mais qui n'est pas comestible en raison de sa haute teneur en glucosinolates (Daniel Cloutier, 2007).

### **3.4. Vertus médicinales de la moutarde des champs**

La moutarde est couramment utilisée en phytothérapie pour sa richesse en vitamine C. Elle est donc particulièrement indiquée dans le cadre de cures tonifiantes et dépuratives. La moutarde est également utilisée depuis des générations pour traiter le scorbut, causé par un déficit en vitamine C. elle est particulièrement indiquée dans les troubles digestifs, atonie de l'estomac et des intestins, douleurs menstruelles. En Chine, la moutarde est couramment utilisée dans le traitement de certains abcès (DR JÖRG GRUNWALD ET CHRISTOF JANCKE, 2004)

## II- Partie expérimentale

### 1. l'objectif

Le but de ce travail consiste à évaluer le pouvoir insecticide de l'extrait méthanoïque et de l'huile essentielle de deux plantes l'une aromatique; le thym (*Thymus vulgaris*) et l'autre adventice; la moutarde des champs (*Sinapis arvensis*), sur la mortalité du puceron vert des agrumes *Aphis spiraecola* dans le cadre de la valorisation des substances naturelles végétales.

### 2. Matériel et méthodes

#### 2.1. Matériel biologique

##### 2.1.1. Matériel végétal:

Les plantes étudiées, le thym (*Thymus vulgaris* L. et la moutarde des champs (*Sinapis arvensis* L.), ont été récoltées durant le mois d'Avril 2018 de la région de Mazouna, wilaya de Relizane dont les coordonnées sont comme suit:

- Latitude 36°7' 20 N.

-Longitude 0°53' 55E.

- Altitude 485 mètres.

Cette région est caractérisée par un climat méditerranéen avec été chaud. Les échantillons prélevés ont été identifiées par Mme SEKAL F/Z enseignante au département de biologie, université de Mostaganem.

Tableau 2: Quelques données sur les deux plantes étudiées

Plante	Famille botanique	Partie de la plante utilisée	Stade de développement	Matière extraite
<i>Sinapis arvensis</i> L. (Moutarde des champs)	Brassicaceae	Feuilles, tiges et fleurs	floraison	Huile essentielle et extrait méthanoïque
<i>Thymus vulgaris</i> L. (Thym)	Lamiacées	Feuilles et tiges	Avant la floraison	Huile essentielle et extrait méthanoïque



**Figure10:** Photo de la moutarde des champs: *Sinapis arvensis* L. (Originale, 2018)



**Figure11:** Photo du thym: *Thymus vulgaris* L.(Originale, 2018)

Les plantes, fraîchement récoltées, ont été nettoyées par l'eau distillée. Les feuilles sont ensuite séparées puis séchées à l'air libre, à l'abri de la lumière, l'humidité et à température ambiante pendant quelques jours. Celles-ci ont été ensuite pesées, réduites (coupée en petites parties) pour augmenter la surface de contact avec de l'eau et récupérées dans des sacs en papier afin de les conserver jusqu'au moment de l'expérience.

### 2.1.2. Matériel animal

L'insecte faisant l'objet de cette étude est le puceron vert des agrumes (*Aphis spiraecola*). Des adultes de cette espèce ont été récoltés sur des arbres d'agrumes (bigaradier), situé au niveau de l'atelier expérimental du département d'agronomie de l'université de Mostaganem.



**Figure15:** puceront vert des agrum *Aphis spiraecola* (Patch) sous la loupe binoculaire (Originale, 2018).

## 2.2. Méthodes

### 2.2.1. Extraction des huiles essentielles

#### 2.2.1.1 Distillation par entraînement à la vapeur:

Il existe diverses méthodes pour extraire les huiles essentielles, celle la plus utilisée étant la distillation par entraînement à la vapeur. L'extraction des huiles essentielles peut être réalisée à partir des fleurs, des feuilles, des racines ou encore des graines de la plante.

Datant de plus d'un millénaire, il s'agit de la méthode la plus ancienne et la plus utilisée pour obtenir une huile essentielle de qualité.

Il consiste à faire passer un courant de vapeur d'eau dans une cuve contenant les plantes. Sous l'action de l'humidité et de la chaleur, les huiles essentielles volatiles se libèrent. Ensuite cette vapeur d'eau et d'huile essentielle passe dans un serpentín refroidi par de l'eau. La vapeur se condense alors dans le serpentín, et retourne à l'état liquide. Ce liquide, mélange d'eau et d'huile essentielle est recueilli dans un essencier qui sépare les deux

éléments. En effet, l'huile essentielle est non miscible à l'eau et plus légère donc elle se retrouve dans la partie supérieure de l'essencier.

Lors de notre étude l'extraction des huiles essentielles a été réalisée au laboratoire pédagogique du département des sciences biologiques de l'université de Mostaganem par la méthode d'hydrodistillation par entraînement à la vapeur. La méthode d'extraction consiste à prendre 750 g de la matière sèche de chaque plante (*Thymus vulgaris* et *Synapis arvensis*). Ces plantes sont coupées en petit morceaux au préalable pesée et mis dans une cocotte. La matière végétale est ensuite immergée dans l'eau distillée au deux tiers. La cocotte est ensuite déposée sur une plaque chauffante. La durée de distillation est de trois (03) heures. L'huile essentielle (phase surnageant) est séparée de l'eau à l'aide d'une micropipette.

Les huiles obtenues sont conservées dans des flacons en verre approprié, hermétiquement fermé et couvert d'une feuille d'aluminium à température comprise entre 4 et 6 °C pour éviter toute dégradation des H.E due à l'action de l'air et de la lumière.

Les huiles essentielles sont des substances très délicates et s'altèrent facilement, ce qui rend leur conservation difficile. Les risques de dégradation sont multiples: photoisomérisation, photocyclisation, coupure oxydative de prénylphénols, peroxydation des carbures et décomposition en cétones et alcools (limonène) (BRUNETON, 1999). Ces dégradations peuvent modifier leurs propriétés si elles ne sont pas enfermées dans des flacons propres et secs en aluminium, en acier inoxydable ou en verre teinté, à l'abri de la lumière et de la chaleur (BRUNETON, 1999; VALNET, 1984).



figure12: distillateur par entrainement à la vapeur

### 2.2.1.2. Calcul de rendement des huiles essentielles

Le rendement en huile essentielle est le rapport entre le poids de l'huile extraite et le poids de la matière sèche de la plante, il est exprimé en pourcentage est calculé par la formule suivante:

$$R = PB / PA \times 100 \quad \text{ou} \quad R = [\Sigma PB / \Sigma PA] \times 100$$

R: Rendement en huile en %

PA : Poids de la matière sèche de la plante en g

PB : Poids de l'huile en g

## 2.2.2. Extraction des composés phénoliques

### 2.2.2.1. Extraction par la méthode de Soxhlet

L'extraction solide-liquide est un phénomène lent qui permet d'extraire une substance présente dans un solide pour la faire passer dans un solvant liquide. On peut utiliser successivement des liquides dont le pouvoir solvant vis-à-vis des constituants de la phase solide est différent (dissolution fractionnée). La macération, l'infusion et la décoction sont des méthodes d'extraction solide-liquide.

L'extraction au Soxhlet est très appréciée car elle permet de faire des extractions en continu et d'obtenir un bon rendement, tout en restant simple et relativement peu coûteuse (AL-BANDAK et OREOPOULOU, 2007).



**Figure13:** Dispositif Soxhlet

Une quantité d'environ 40g de poudre sèche des deux plantes prises séparément; a été recouverte d'éther de pétrole et laissez sécher pendant 10 mn, puis ont été transférées dans des cartouches de Soxhlet en papier filtre épais pour être placée dans le réservoir de l'extracteur soxhlet. Avant de lancer l'extraction on verse 400 ml de méthanol dans le ballon du dispositif.

Quand le ballon est chauffé, les vapeurs du méthanol passent par le tube adducteur, se condensent dans le réfrigérant et retombent dans le corps de l'extracteur.

Le solvant condensé s'accumule dans l'extracteur jusqu'à atteindre le sommet du tube-siphon, qui provoque alors le retour du liquide dans le ballon, accompagné des substances extraites, Le solvant continue alors de s'évaporer, alors que les substances extraites restent dans le ballon.

Après cinq cycles dans l'extracteur Soxhlet, L'extrait est récupéré et la séparation du solvant de l'extrait est faite par évaporation à l'aide de l'appareil appelé Rotavapor

### 2.2.2.2. Evaporateur rotatif

L'évaporation à l'aide du rotavapor à une température de 40°C, se fait par l'abaissement du point d'ébullition avec la pression dans le but d'éliminer rapidement de grandes quantités de solvant et d'obtenir un extrait pur afin d'éviter tout risque de dégradation thermique éventuelle du produit.

L'extrait obtenu est déversé dans un flacon stérile et conservé à l'abri de la lumière et à 4°C.



Figure14: Rotavapeur BUCHE R-210 (Originale, 2018).

### 2.2.2.3. Le rendement d'extraction

Après chaque étape d'extraction, on calcule le rendement d'extraction; le rendement exprimé en pourcentage par rapport au poids du matériel de départ est déterminé par la relation suivante :

$$R = M_{\text{est}} \times 100 / M_{\text{éch}}$$

Où :

**R** : rendement en %

**M<sub>est</sub>** : est la masse de l'extrait après l'évaporation du solvant en gr.

**M<sub>éch</sub>** : est la masse de l'échantillon végétal en gr (CLIMENCE et DONGMO, 2009).

#### 2.2.2.1.4. Préparation des dilutions des extraits

##### ❖ Dilutions des huiles essentielles:

- ✓ acétone 70%=70 ml acétone +30 ml de l'eau distillée
- ✓ 2% : 98 ml d'acétone 70% + 2 ml HE
- ✓ 1% : 20 ml HE 2% +20 ml d'acétone 70%
- ✓ 0.5% : 20 ml HE 1% +20 ml d'acétone 70%
- ✓ 0.25% : 20 ml HE 0.5% +20 ml d'acétone 70%

##### ❖ Dilutions des huiles essentielles:

- ✓ 10% : 10 ml d'extrait +90 ml de l'eau distillée
- ✓ 20% : 20 ml d'extrait +80 ml de l'eau distillée
- ✓ 40% : 20 ml d'extrait +30 ml de l'eau distillée
- ✓ 80% : 40 ml d'extrait +10 ml de l'eau distillée

#### 2.2.3. Evaluation « in vitro » de l'effet de l'extrait méthanoïque et de l'huile essentielles de *Thymus vulgaris* et *Sinapis arvensis* sur *Aphis spiraecola*.

##### 2.2.3.1. Conduite des essais

La technique utilisée pour tester la toxicité des extraits (huile essentielle et extrait méthanoïque) est celle du test de sensibilité normalisée par l'Organisation Mondiale de la Santé, adoptée pour tester la sensibilité des larves vis-à-vis des insecticides utilisés en campagnes de lutte (OMS, 1963 in ALAOUI BOUKHRIS, 2009).

Le but de notre test est déterminé parmi les 04 doses (10%,20%, 40% et 80%) des composés phénoliques et les 04 doses (0,25%, 0,5%, 1% et 2%) des huiles essentielles, celle susceptible à être utilisé sur terrain.

Des boites de pétris, ont été préparées, en collant du tulle sur la partie supérieure de la boite préalablement troué à l'aide d'un scalpel chauffé, pour permettre une circulation de l'air à l'intérieure de la boite tout en empêchant les pucerons de s'enfourir, 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.

20 pucerons vert des agrumes (*Aphis spiraecola*) portés sur des feuilles fraîches d'oranger sont introduit dans 4 boites de Pétri à raison de 5 pucerons par la boite. Le traitement a été effectué par pulvérisation de l'extrait des feuilles et fleurs de sauge sur les lots

de pucerons. Chaque lot reçoit une pulvérisation de 5 ml d'extrait végétaux de chaque dose soit (10%,20%, 40% et 80%) pour les extraits et (0,25%, 0,5%, 1% et 2%) pour les huiles essentielles. Le même nombre de puceron à été placé dans des boites pour faire office de témoins (positif et négatif); le témoin négatif est pulvérisé juste avec l'eau distillée, et le témoin positif a été pulvérisé avec de l'acétone dilué. Les observations ont été effectuées quotidiennement.

Des comptages de mortalité sont effectués quotidiennement pour calculer le taux de mortalité déterminé par la formule suivante :

$$TM\% = \frac{\text{Nombre de larves mortes}}{\text{Nomre de larves dénombrées}}$$

Le test est considéré valide si le pourcentage de mortalité chez les témoins est inférieur à 5 % ou compris entre 5 % et 20 %. Si le pourcentage de mortalité chez les témoins est compris entre 5% et 20%, la mortalité après exposition doit être corrigée en utilisant la formule d'Abbott (OMS, 2004 in ALAOUI-BOUKHRIS, 2009).

L'efficacité d'un produit est évaluée par la mortalité. Le nombre d'individus dénombrés morts dans une population traitée par un toxique n'est pas le nombre réel d'individus tué par ce toxique. Il existe, en fait dans toute population traitée une mortalité naturelle qui vient s'ajouter à la mortalité provoquée par ce toxique, les pourcentages de mortalité doivent être corrigés par la formule d'Abbott (Abbott, 1925).

$$\text{Mortalité corrigée (MC \%)} = \frac{M2 - M1 * 100}{100 - M1}$$

M2 : Pourcentage de mortalité dans le lot traité.

M1 : Pourcentage de mortalité dans le lot témoin.

Vue que le puceron vert est un ravageur piqueur suceur qui s'alimente sur la sève élaboré des agrumes, la séparation des feuilles de leurs arbre mère fait interrompre l'apport de cette sève ce qui va provoquer la mort de ce ravageur. Pour cela, il a été nécessaire de procéder à faire changer les feuilles d'oranger chaque jour.



figure15: Protocole expérimentale pour le test de toxicité

Tableau3: les relevées de température et d'humidité pendant le comptage

	24h	48h	72h	96h	120h	144h
Température	22°C	27°C	28°C	27°C	23°C	22°C
Humidité	81%	70%	67%	68%	80%	82%

### 2.2.3.3. Détermination de la DL50:

Les lettres DL désignent la « dose létale ». La DL50 est la quantité d'une matière, administrée en une seule fois, qui cause la mort de 50 % (la moitié) d'un groupe d'animaux d'essai. La DL50 est une façon de mesurer le potentiel toxique à court terme (toxicité aiguë) d'une matière.

La DL50 est calculée à l'équation de la droite de régression des probits correspondants au pourcentage des mortalités corrigées en fonction des concentrations de traitement.

### 2.2.3.4. Analyse statistique:

Les résultats obtenus sont exprimés par la moyenne plus ou moins l'écart-type ( $m \pm s$ ). Logiciel ANOVA, l'analyse de la variance à un critère de classification. A permis de mettre en évidence les différences entre les échantillons pour toutes les expérimentations.

$P \leq 0,05$  Respectivement significative

$P \leq 0,01$  Hautement significative

$P \leq 0,001$  très hautement significative

$P > 0,05$ : non significative.

### 3. Résultats et discussions

#### 3.1. Rendement des extractions

Les rendement en huiles essentielles et extraits méthanoïques des plantes étudiées sont représentés sur le tableau N° 3, les résultats obtenus montre que le thym est plus riche en huile essentielle avec un rendement de 2%, contre 0.4% de rendement pour la moutarde des champs. (Tab.3). Cette différence en termes de rendement pourrait être due à une différence entre les deux plantes .les huiles essentielles de la moutarde se trouve en quantité importante dans les grains.

Nous avons noté que l'huile essentielle de la moutarde des champs est de couleur transparente, alors que celle du thym est de couleur jaune avec une odeur agréable,

La composition et le rendement des huiles essentielles peuvent varier selon l'âge, le cycle végétatif de l'organe, et le mode d'extraction, les facteurs climatiques et la nature du sol.

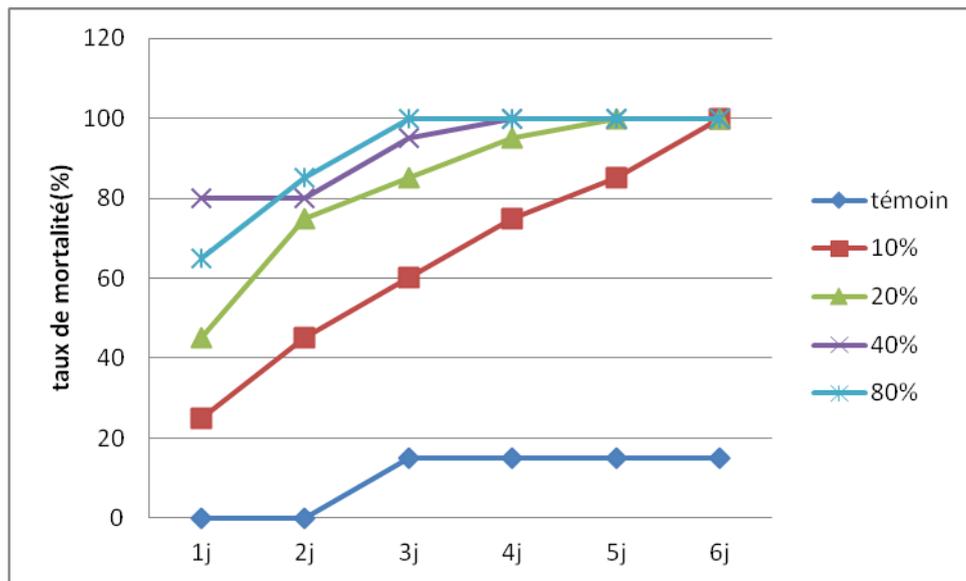
**Tableau:4:** le rendement des extrait et des huiles essentielle

plante	Le poids frais	Le poids sec	Le rendement d'extraction
Le thym	1875g	750g	HE=2% EXT= 5%
La moutarde des champs	2390g	750g	HE=0.4% EXT= 6%

#### 3.2. Evaluation « in vitro » de l'effet de l'extrait méthanoïque et de l'huile essentielles de *Thymus vulgaris* et *Sinapis arvensis* sur *Aphis spiraecola*.

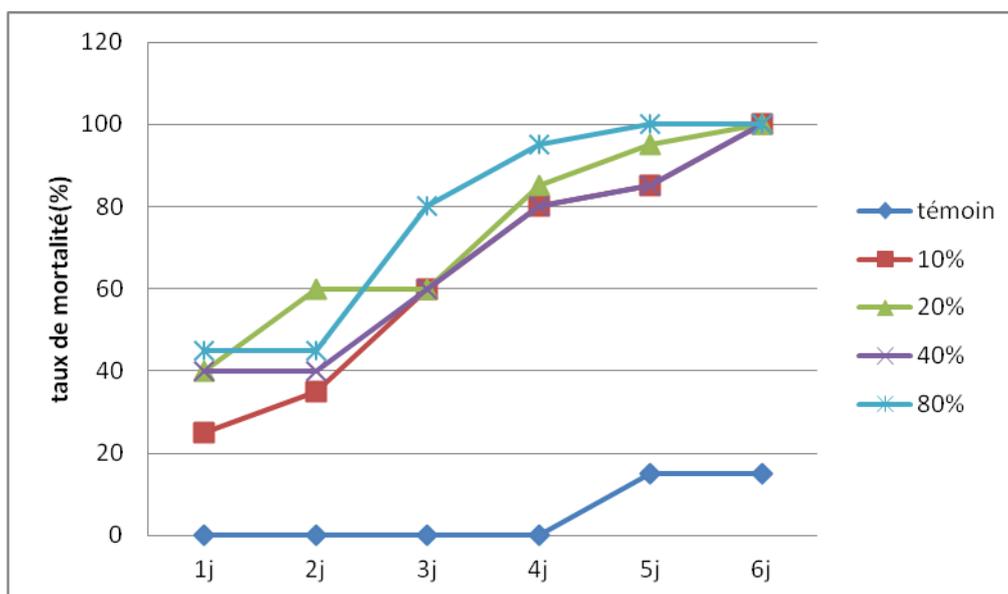
Les résultats des mortalités cumulées des adultes du puceron vert traités par l'extrait méthanoïque de la moutarde des champs, sont représentés sur la Figure 17. On remarque que les mortalités sont significativement supérieures chez les pucerons traités par l'extrait par rapport au témoin. On constate que la concentration de 10% provoque un taux de mortalité de 25% pendant le premier jour, et de 45% dans le deuxième jour du comptage , soit la réduction de la moitié de la population traitée de puceron vert des agrumes. Le début d'action d'un extrait est très important dans la mesure où il donne une indication sur l'efficacité de ce dernier.

On remarque également que les taux de mortalités des pucerons traités évoluent en fonction du temps et de la dose de l'extrait.



**Figure:17:** Evolution de la mortalité du puceron vert *Aphis spiraecola* après traitement par l'extrait méthanoïque de *Sinapis arvensis*.

La figure 18, représente l'effet de l'extrait méthanoïque du thym sur la mortalité des adultes de *Aphis spiraecola*, il en ressort qu'à l'instar de l'autre extrait, la mortalité a démarré le premier jour, pour l'ensemble des concentrations, on remarque également que le taux de mortalité est lié aux concentrations et au temps (fig. 17 et fig. 18). Généralement, le taux de mortalité au troisième jour est important par rapport au premier jour, et plus la concentration de l'extrait augmente, plus la mortalité devient importante.



**Figure:17:** Evolution de la mortalité du puceron vert *Aphis spiraecola* après traitement par l'extrait méthanoïque de *Thymus vulgaris*.

Les différentes doses des extraits méthanoïques des deux plantes testées exercent un effet différent l'un de l'autre (fig. 17 et 18). On remarque que la mortalité est nettement plus importante dans les lots traités par la moutarde des champs, malgré qu'elle ait débuté en même temps pour les deux lots, soit 24 heures mais avec des taux plus importants. En effet, les doses de 40% et 80% ont provoqué des taux de mortalités dépassant les 60% dès le premier jour, pour éliminer la population entière le troisième jour, alors que les mortalités dans les lots traités par le thym la mortalité a démarré avec 40%, la population aphidienne n'a été éliminé qu'au cinquième jour.

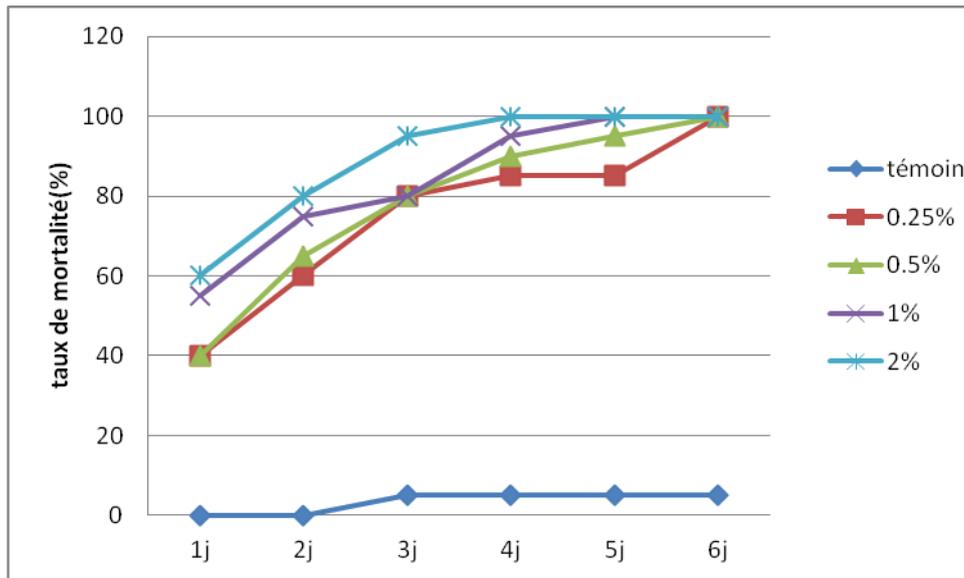
Le degré de significativité retenu est  $p < 0,05$ , pour affirmer qu'il existe une relation significative entre la dose du traitement et la mortalité car cette norme est souvent adoptée dans les recherches sur l'influence des extraits sur la mortalité des insectes.

L'analyse de la variance à un critère de classification révèle une différence hautement significative entre les doses des extraits et la mortalité des pucerons verts.

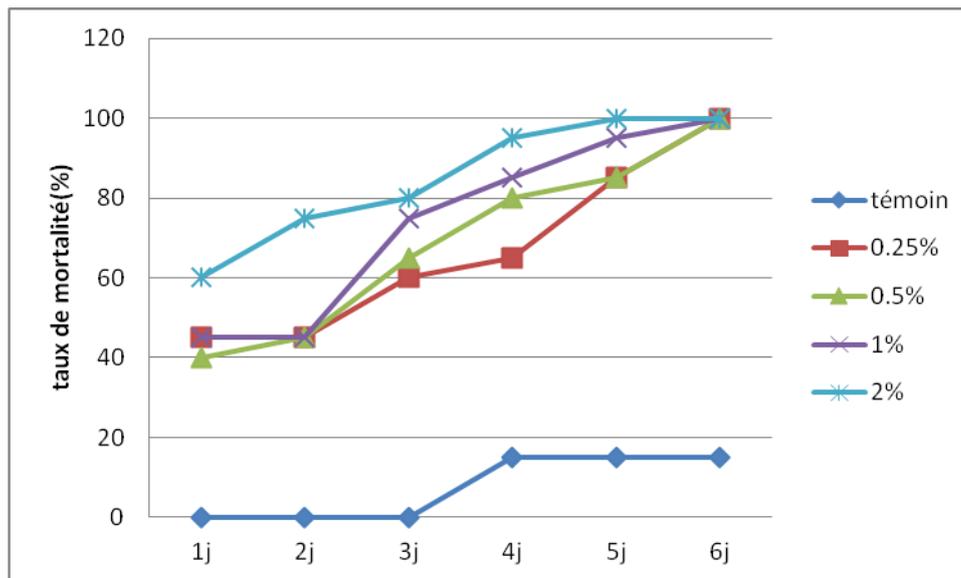
Les résultats de l'activité insecticide des huiles essentielles de la moutarde des champs et du thym sur les adultes du puceron vert, sont représentés sur les figures 19 et 20. Il en ressort que les taux de mortalité des larves observés augmentent en fonction des différentes doses et en fonction du temps. Ce qui traduit leur efficacité à l'égard de puceron vert des agrumes. L'ensemble des lots traités pour les différentes doses ont atteint 100% de mortalité même pour les doses les plus faibles.

L'analyse de la variance à un critère de classification révèle une différence hautement significative entre les doses des huiles essentielles et la mortalité des pucerons verts. HE de la moutarde ( $F = 20,006$ ;  $P = 0,00$ ) et HE du thym ( $F = 80,86$ ;  $P < 0,0001$ ) entre les différents traitements.

La comparaison des moyennes des quatre extraits végétaux a classé les traitements dans un même groupe homogène, c'est à dire qu'à n'importe quelle dose ces extraits végétaux sont efficaces.

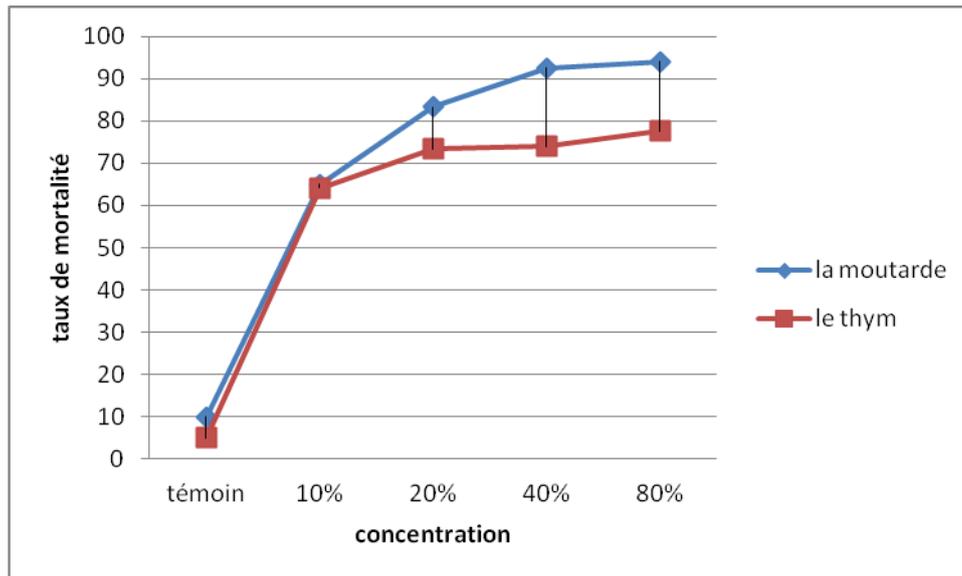


**Figure 19:** Evolution de la mortalité du puceron vert *Aphis spiraecola* après traitement par l'huile essentielle de *Sinapis arvensis*



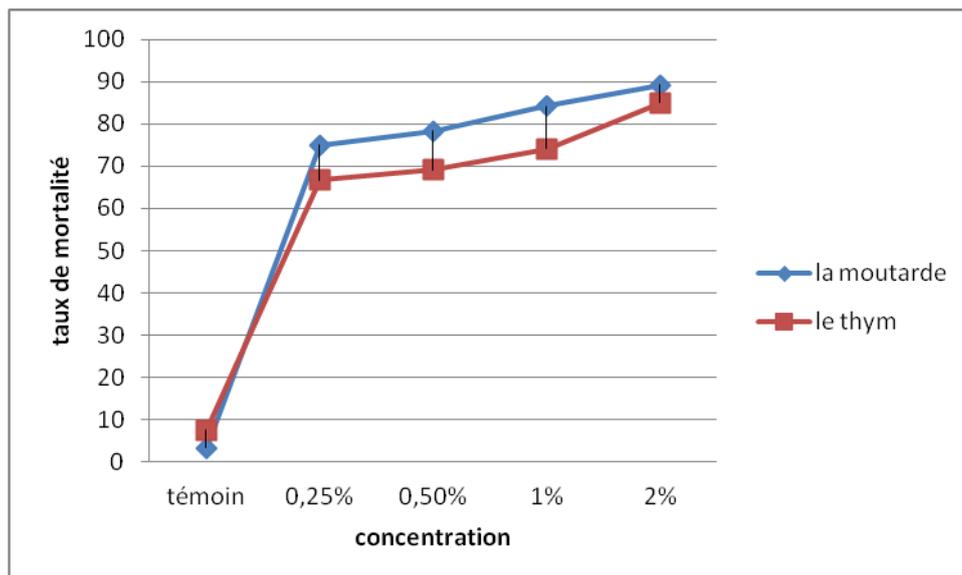
**Figure 20:** Evolution de la mortalité du puceron vert *Aphis spiraecola* après traitement par l'huile essentielle de *Thymus vulgaris*

Chaque plante présente des propriétés insecticides qui diffèrent en fonction de sa composition biochimique. La dilution de n'importe quel extrait fait diminuer dans la plupart des cas sa capacité insecticide.



**Figure 21:** L'évaluation de l'activité insecticide d'extrait de la moutarde et thym sur le puceron vert des agrumes.

La figure 21, illustre l'activité insecticide des deux extraits méthanoïques en fonction des doses. Les résultats obtenus indiquent que les deux extrais (moutarde, thym) ont montré une efficacité plus ou moins importante par rapport au témoin. Cette activité augmente proportionnellement avec les concentrations testées et elle varie d'un extrait à l'autre par une nette dominance de la moutarde des champs avec une différence de quinze pour cent (15%).



**Figure 21:** L'évaluation de l'activité insecticide des huiles essentielles de la moutarde et du thym sur le puceron vert des agrumes.

Par ailleurs, on ne relève une moindre différence d'efficacité entre les huiles essentielles des deux plantes étudiées.

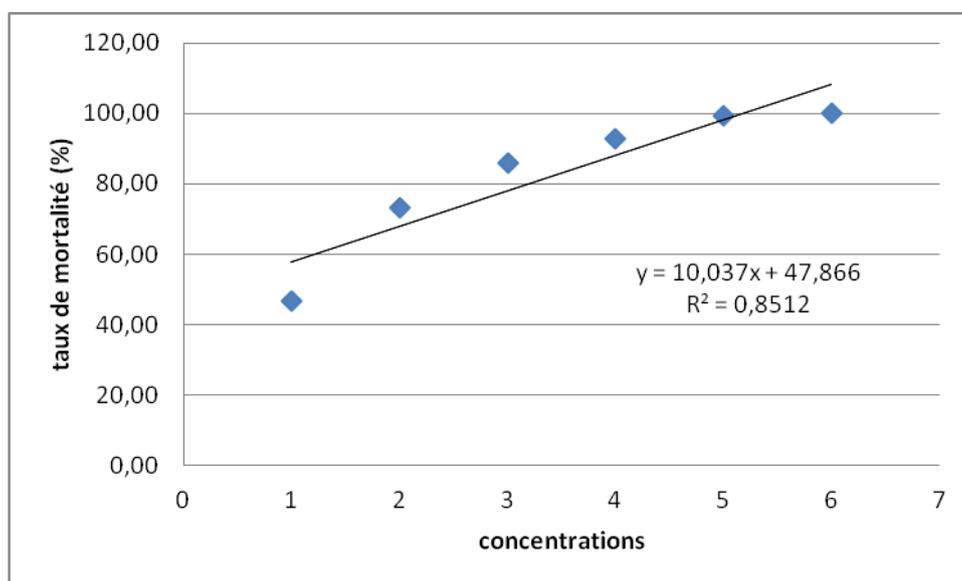
### Le calcul des doses l'étales (DL 50)

Le test de toxicité aiguë en laboratoire, consiste à exposer ou à administrer aux différents lots d'insectes, une dose insecticide, dans des conditions bien contrôlées. Il permet de déterminer la dose létale d'une substance active qui entraîne 50 % de mortalité.

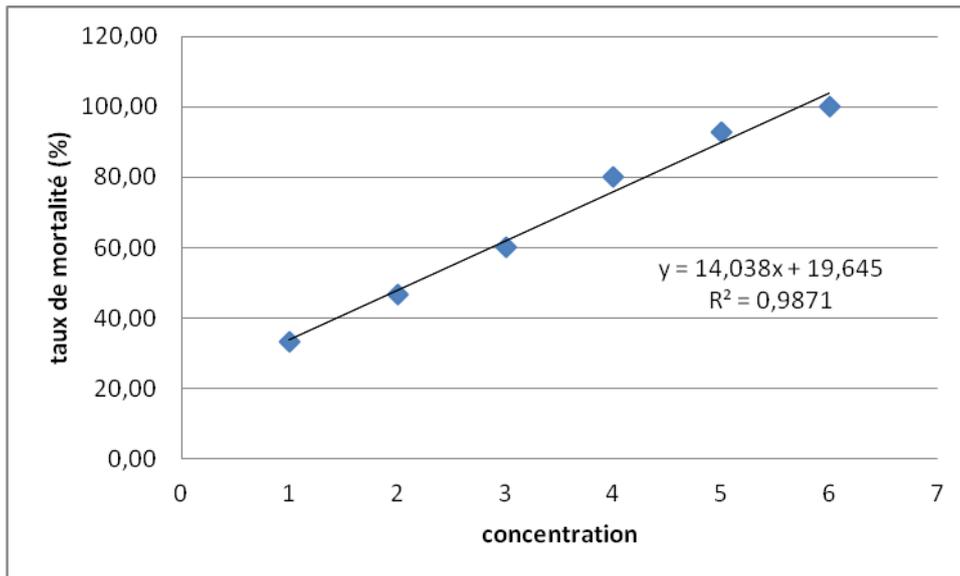
La détermination de la dose létale 50 % (DL50) permet de comparer la sensibilité du puceron vert des agrumes.

Les concentrations létales, (DL50) sont déterminées à partir de l'équation de la droite de régression qui exprime le probit du pourcentage de mortalité corrigée en fonction du logarithme décimal des concentrations.

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



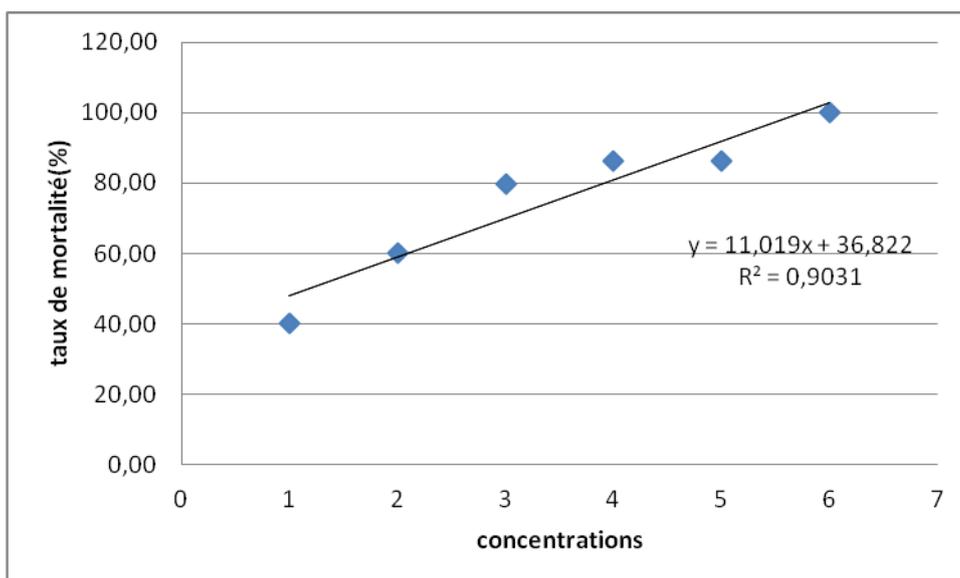
**Figure 22:** courbe de tendance linéaire pour l'extrait méthanoïque de la moutarde des champs



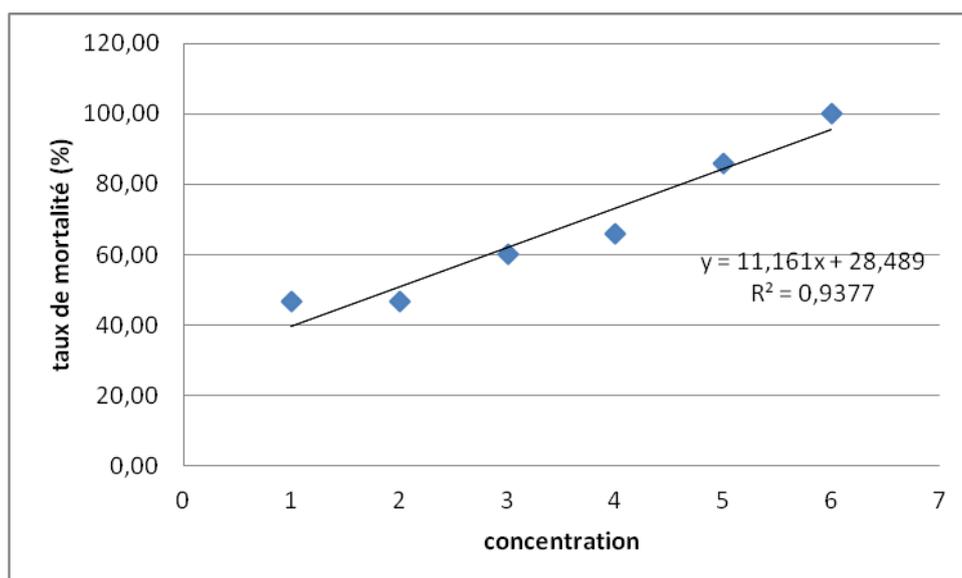
**Figure 23:** courbe de tendance linéaire pour l'extrait méthanoïque du thym

La DL 50 relative à l'extrait de la moutarde des champs, est de 0,21 contre 2,16 pour le thym. Ces DL50 explique la forte toxicité des extraits des deux plantes étudiées avec une efficacité plus élevée de l'extrait de la moutarde.

Une corrélation positive a été obtenue entre les doses des extraits et la mortalité corrigée enregistrée pendant les jours de comptage avec un coefficient de corrélation de 0,85 et 0,98 pour les deux extraits respectivement.



**Figure 24:** courbe de tendance linéaire pour l'huile essentielle de la moutarde des champs



**Figure 25:** courbe de tendance linéaire pour l'huile essentielle du thym

La DL50 de l'huile essentielle de la moutarde des champs est 1.19 alors que celle du thym est de 1.92. Ses résultats montrent la forte toxicité des huiles essentielles quelque soit la plante.

Le coefficient de détermination (R2 égale à 0.90 pour la moutarde et 0.93 pour le thym), révèle une liaison positive forte entre les Probits et le logarithme des concentrations testées.

**Tableau5:** DL50 des extraits méthanoïques et huiles essentielles des deux plantes étudiées.

plante	équation	R2	DL50
Moutarde EXT	$Y=10.03x+47.86$	0.851	0.21
Moutarde HE	$Y=11.01x+36.82$	0.903	1.19
Thym EXT	$Y=14.03x+19.64$	0.987	2.16
Thym HE	$Y=11.06x+28.48$	0.937	1.94

Les résultats mentionnés dans le tableau 05, calculés à partir des droites de régressions montrent une variabilité selon les plantes utilisées, du type d'extraction (huile essentielle ou extraits méthanoïques), et des concentrations.

## 4-Discussion

À cause de leur effet négatif sur l'environnement, l'utilisation des insecticides chimiques est devenue de plus en plus restrictive. Elle conduit aussi à un désordre éco toxicologique accompagné d'une augmentation spectaculaire du nombre d'espèces résistantes.

L'application des produits naturels reste la méthode qui présente beaucoup d'avantages pour la santé de l'être vivant et pour son environnement par rapport aux produits de synthèse chimique qui contaminent globalement la biosphère (BENAYAD, 2008).

En Algérie, l'utilisation des produits naturels, plus particulièrement les extraits des plantes, commence à se développer comme méthode de lutte contre les insectes à travers une multitude de travaux récents (KEMASSI, 2008 ; LABOUZI, 2010 ; HABBACHI *et al.*, 2013 ; AOUATI & BERCHI, 2015).

Cette présente étude, porte sur la valorisation, en qualité de bioinsecticide, de deux extraits (méthanoïque et huile essentielle) de thym et de la moutarde des champs. Elle a montré que l'extrait de la moutarde possède une meilleure efficacité contre le puceron vert par rapport à l'extrait de thym. En effet, chaque plante présente des propriétés insecticides qui diffèrent en fonction de sa composition biochimique. La différence de mortalités enregistrée entre les différentes doses s'explique par le fait que la dilution de n'importe quel extrait fait diminuer dans la plupart des cas sa capacité insecticide.

Les tests de toxicité que nous avons appliqués sur les adultes de puceron vert avec différentes concentrations des huiles essentielles et des extraits méthanoïques de la moutarde des champs et du thym ont engendrés des mortalités après 24h de traitement. Les figures des différents tests mettent en évidence une relation dose- réponse.

Les plantes synthétisent plusieurs substances du métabolisme secondaire. Ces molécules peuvent avoir différents effets chez les insectes: répulsif, attractif, perturbateur du développement, inhibiteur de la reproduction, etc. Leur toxicité peut être directe ou indirecte sur les organes cibles (organes sensoriels, système nerveux, système endocrines, appareil digestif, appareil reproductif, etc.) (BENAYAD, 2013).

L'ensemble des résultats obtenus par notre étude confirment ceux obtenus par plusieurs auteurs qui ont mis en évidence l'activité biologique d'une multitude d'extraits de plantes à l'égard des pucerons.

Pour les huiles essentielles testées, les résultats des tests statistiques montrent qu'il existe une variation concernant le taux de mortalité des insectes qui dépend de la dose utilisée

en huiles essentielles et la durée d'exposition. D'après (KIM et *al.*, 2003), les effets toxiques des huiles essentielles dépendent du ravageur, de l'essence testée et de la durée d'exposition.

D'après les figures de l'évolution de l'effet biocide des huiles essentielles testées, par pulvérisation en fonction du temps d'exposition, une variabilité en fonction de l'espèce de la plante utilisée ainsi qu'un effet dose se distinguent. En effet, une augmentation des taux de mortalités cumulées est observée en fonction de la dose employée et de la durée d'exposition. C'est ainsi que des mortalités modérées allant de 40 à 100% pour le thym et la moutarde des champs et de 25 à 100% pour les extraits, respectivement.

## **Conclusion**

La flore algérienne spontanée est assez diversifiée en espèces à intérêt biologique. L'actuelle étude s'intéresse à l'évaluation de l'effet des extraits et des huiles essentielles de deux plantes (la moutarde des champs et le thym), dans le but de rechercher de nouvelles substances bio-insecticides contre le puceron vert des agrumes.

La présente étude a permis d'évaluer l'activité insecticide et la toxicité des huiles essentielles et des extraits méthanoïques des plantes étudiées (thym et la moutarde des champs) sur le puceron vert des agrumes.

Le thym possède un meilleur rendement en huile essentielle en comparaison avec celui la moutarde des champs. Car les huiles essentielles de la moutarde se trouve essentiellement dans les grains partie non utilisé dans ce travail.

Par ailleurs, l'évaluation au laboratoire de l'activité insecticide des extraits des plantes sur les larves de puceron vert, révèle une sensibilité de cet Homoptère aux extraits de *Sinapis arvensis* et de *Thymus vulgaris*. Cette sensibilité diffère en fonction des extraits de ces plantes et augmente au fur et à mesure des concentrations testées. Les taux de mortalité enregistrés avoisinent les 100%.

Ce présent travail affirme que les deux huiles essentielles étudiées peuvent assurer une protection des agrumes. Par conséquent elles peuvent être exploités comme agents biocides. Les huiles essentielles se sont révélées plus efficaces comparativement aux extrait des plantes étudiés. En comparant et en évaluant l'efficacité de chacun des huiles essentielles et de l'extrait méthanoïque nous constatons que les huiles essentielles sont plus efficaces que les extraits.

Par ailleurs, la moutarde des champs possède une efficacité plus élevé que le thym quelque soit l'extrait végétale utilisé (extrait méthanoïque ou huile essentielle).



## Annexes

**Annexe 1:** l'evolution de taux de mortalité cumulé de l'extrait de la moutarde

	1j	2j	3j	4j	5j	6j
Témoin	0	0	15	15	15	15
10%	25	45	60	75	85	100
20%	45	75	85	95	100	100
40%	80	80	95	100	100	100
80%	65	85	100	100	100	100

**Annexe 2:** l'evolution de taux de mortalité corrigé de l'extrait de la moutarde

	1j	2j	3j	4j	5j	6j
10%	25	45	53	71	82	100
20%	45	75	82	94	100	100
40%	80	80	94	100	100	100
80%	65	85	100	100	100	100

**Annexe 3:** l'evolution de taux de mortalité cumulé de l'extrait du thym

	1j	2j	3j	4j	5j	6j
Témoin	0	0	0	0	15	15
10%	25	35	60	80	85	100
20%	40	60	60	85	95	100
40%	40	40	60	80	85	100
80%	45	45	80	95	100	100

**Annexe 4:** l'evolution de taux de mortalité corrigé de l'extrait du thym

	1j	2j	3j	4j	5j	6j
10%	25	35	60	80	82	100
20%	40	60	60	85	94	100
40%	40	40	60	80	82	100
80%	45	45	80	95	100	100

**Annexe 5:** l'evolution de taux de mortalité cumulé de l'huile essentielle de la moutarde

	1j	2j	3j	4j	5j	6j
Témoin	0	0	5	5	5	5
0,25%	40	60	80	85	85	100
0,50%	40	65	80	90	95	100
1%	55	75	80	95	100	100
2%	60	80	95	100	100	100

**Annexe 6:** l'evolution de taux de mortalité corrigé de l'huile essentielle de la moutarde

	1j	2j	3j	4j	5j	6j
0,25%	40	60	79	84	84	100
0,50%	40	65	79	89	95	100
1%	55	75	79	95	100	100
2%	60	80	95	100	100	100

**Annexe 7:** l'evolution de taux de mortalité cumulé de l'huile essentielle du thym

	1j	2j	3j	4j	5j	6j
Témoin	0	0	0	15	15	15
0,25%	45	45	60	65	85	100
0,50%	40	45	65	80	85	100
1%	45	45	75	85	95	100
2%	60	75	80	95	100	100

**Annexe 8:** l'evolution de taux de mortalité corrigé de l'huile essentielle du thym

	1j	2j	3j	4j	5j	6j
0,25%	45	45	60	59	82	100
0,50%	40	45	65	76	82	100
1%	45	45	75	82	94	100
2%	60	75	80	94	100	100

**Annexe 9:** analyse de variance de l'efficacité de l'huile essentielle de la moutarde des champs:

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	6	14922,667	2487,111	14,757	<b>0,001</b>
Erreur	8	1348,267	168,533		
Total corrigé	14	16270,933			
BLOC	2	1435,733	717,867	4,259	0,055
TRT	4	13486,933	3371,733	20,006	<b>0,000</b>

**Annexe 10 :** analyse de variance de l'efficacité de l'huile essentielle de la moutarde des champs classement des groupes:

Modalité	Moyenne	Groupes	
T2	86,667	A	
T1	80,000	A	
T0.5	73,333	A	
T0.25	70,667	A	
T0	4,000		B
LSD-value :		24,44	

**Annexe 11:** analyse de variance de l'efficacité de l'huile essentielle du thym:

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

**Annexe 12:** analyse de variance de l'efficacité de l'huile essentielle du thym  
classement des groupes:

Modalité	Moyenne	Groupes		
T2%	81,333	A		
T1%	69,333		B	
T0.5%	64,000		B	
T0.25%	61,333		B	
T0	5,333			C
LSD-value :		10,70		

**Annexe 13:** analyse de variance de l'efficacité de l'extrait méthanoïque de la  
moutarde des champs:

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	6	14743,467	2457,244	23,688	<b>0,000</b>
Erreur	8	829,867	103,733		
Total corrigé	14	15573,333			
BLOC	2	194,133	97,067	0,936	0,431
TRT	4	14549,333	3637,333	35,064	<b>&lt; 0,0001</b>

**Annexe 14:** analyse de variance de l'efficacité de l'extrait méthanoïque de la  
moutarde des champs classement des groupes:

Modalité	Moyenne	Groupes		
T40	90,667	A		
T80	90,667	A		
T20	80,000	A		
T10	57,333		B	
T0	8,000			C
LSD-value :		19,177		

**Annexe 15:** analyse de variance de l'efficacité de l'extrait méthanoïque du thym:

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	6	9260,800	1543,467	61,574	< <b>0,0001</b>
Erreur	8	200,533	25,067		
Total corrigé	14	9461,333			
BLOC	2	66,133	33,067	1,319	0,320
TRT	4	9194,667	2298,667	91,702	< <b>0,0001</b>

**Annexe 16:** analyse de variance de l'efficacité de l'extrait méthanoïque du thym  
classement des groupes:

Modalité	Moyenne	Groupes		
T80%	73,333	A		
T40%	62,667		B	
T20%	60,000		B	
T10%	54,667		B	
T0%	2,667			C
LSD-value :		9,427		



**Annexe 17:** : Photo de la mode opératoire. (Prise à laboratoire d'expérimentation)



**Annexe 18:** : Photo de l'oranger attaquée par puceron vert et noir.

## Références

- **Abbott, W.S. (1925):** A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*, 18, 265-267.
- **Abd-Elhamid A., 2009:** Quelle agriculture pour l'Algérie. Ed. Office des Publications Universitaires (Alger), 183 p.
- **ABID L., 2008.** Recherche des activités antimicrobiennes et antioxydantes de *Schinus molle* L. et *Pistacia vera* L. de la région de Tlemcen. Thèse Magister. Univ. Tlemcen, 115 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.
- **ALAOUI-BOUKHRIS M., 2009:** Activités larvicides des extraits de plantes sur les larves de moustiques vecteurs de maladies parasitaires Faculté des sciences et techniques Fès - Master sciences et techniques, 59 p.
- **Al-Bandak G, Oreopoulou V.,2007.** Antioxidant properties and composition of *Majorana syriaca* extracts. *Eur J Lipid Sci Technol*;109:247–55.
- **Al-Bayati F. A. (2008).** *Journal of ethnopharmacology*. 166 (3): 403-406.
- **Alyokhin A., Sewell, G., et Groden, E. 2002:**Aphid abundance and potato virus Y transmission in imidacloprid-treated potatoes. *Am. J. Potato Res* . 79:255–262.
- **Andre L et Gautier D, 2003.** La luzerne: culture, utilisation, étude de l'institut de l'élevage, du GNIS et d'Arvalis- institue du végétal. 15 septembre 2003, 64p.
- **BACHELOT C., BLAISE A., CORBEL T., ET GUERNIC A. (2005)-** Les huiles essentielles. Licence en BIOLOGIE, U.C.O Bretagne Nord, 27 p.
- **Bale J .S., Strathdee A.T. et Strathdee F.C. 1994.** Effects of low temperature on the arctic aphid *Acyrtosiphon brexicorne*. *Funct. Ecol.* Vol. 8. p 621-626.
- **Bailly R., 1980.** Guide pratique de défense des cultures reconnaissance des ennemis notion de protection de culture. Ed°. le Carrousel et ACTA, Paris, 1980, 419p.
- **Bazylko A. et Strzelecka H. (2007).** *Fitoterapia.*, 78 : 391-395.

- **BEKHECHI C., 2008.** Analyse des huiles essentielles de quelques espèces aromatiques de la région de Tlemcen par CPG, CPG-SM et RMN <sup>13</sup>C et étude de leur pouvoir antibactérien. Thèse Doctorat. Univ. Tlemcen, 205 p.
- **BELAICHE P.( 1979)-** Traité de Phytothérapie et d'Aromathérapie. Tome I. Ed. Maloine S.A. Paris.
- **BENEDISTE A. et BACHES M., 2002:** Agrumes. Ed. Ugen Ulmer, PARIS, n° 132, 96 p.
- **BENHAMMOU N., 2011-** Activité antioxydante des extraits des composés phénoliques de dix plantes médicinales de l'Ouest et du Sud-Ouest Algérien. Thèse de Doctorat en biologie. Université Aboubakr Belkaïd, Tlemcen. Algérie. 113 p.
- **Benavente-Garcia O, Castillo J., 2008.** Update on uses and properties of citrus flavonoids: new findings in anticancer, cardiovascular, and anti-inflammatory activity. J. Agric. Food Chem. 56:6185-6205.
- **Benjamín Ortiz-Rivas., Andrés Moya e David Martínez-Torres., 2004.** Molecular systematics of aphids (Homoptera: Aphididae). Institut Cavanilles de Biodiversitat i Biología Evolutiva, Universitat de València, Apartado de Correos 22085, 46071, València, Spain. Vol. 30, January 2004, p. 24-37.
- **Biche M., 2012:** Les principaux insectes ravageurs des agrumes en Algérie et leurs ennemis naturels. Ed. FAO (Algérie), 36 p.
- **Blackman R.L et Eastop V.F., 1985:** Aphids on the world's crops: an identification guide. Chichester (U.S.A): Ed° John Wiley and Sons. 466p.
- **Blackman R. L., et Eastop V. F. 2000:** Aphids on the world's crops: An identification and information guide, Second edition. Willey and Sons, New York. 250 pp.
- **Blackman R. L. & Eastop V. F., 2006.** Aphids on the world's herbaceous plants and shrubs. Ed. John Wiley & Sons (UK), 1439 p.
- **Bond, W., G. Davies et R. Turner. 2006:** The biology and non-chemical control of Charlock (*Sinapis arvensis* L.).

- **BOULAHIA KHEDER S., JERRAYA A., JRAD F. et FEZZANI M., 2002** - Étude de la mineuse des agrumes *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lep. Gracillariidae) dans la région du Cap Bon (Tunisie). *Fruits*, vol. 57, p.p. 29–42.
- **BRUNETON J. (1993)**- Pharmacognosie et phytochimie, plantes médicinales. Ed : Tec & Doc. Lavoisier. Paris pp. 418-419.
- **BUCHBAUER G., & JIROVETZ L., 1994.** Aromatherapy-Use of fragrances and essential oils as médicaments. *Flavour and Fragrance J.*, 9, pp: 217-222.
- **Camille M., 1980.** Fourrages, ed° La maison rustique, Paris, 302p.
- **CAPO M., COURILLEEAU V., et VALETTE C., 1990.** Chimie des couleurs et des odeurs. Culture et techniques, 204 p.
- **CHENG S.S., LIU J.Y., CHANG E.H. et CHANG S.T., 2008**-Antifungal activity of cinnam aldehyde and eugenol congeners against wood-rot fungi. *Bioresource Technology*. 99 (11) : 5145-5149.
- **Christian K.R., 1977.** Effects of environment in the growth of alfalfa. *Adv. Agr.* N° 29. p 183-227.
- **Cloutire C. et Cloutier C., 1992.** Chap 1. Les solutions biologiques de lutte our la répression des insectes et acariens ravageurs des cultures in la lutte biologique. Boucherville (Canada): Ed° Gaetan Morin. 1992, p. 19-88.
- **Comeau A., 1992** : Chap 23 – La résistance au puceron: aspects théoriques et pratiques in la lutte biologique. Boucherville ( Canada): Ed° Gaetan Morin.p. 433-449.
- **COSENTINO & PALMAS F., 1999.** In vitro antimicrobial activity and chemical composition of Sardinian *Thymus* essential oils. *Letters in Applied Microbiology*, 29, pp: 130-135.
- **COWAN, MM., 1999.** Plant product as antimicrobial agents. *Clinical Microbiology Reviews*, vol. 12, no. 4, p. 564-582.
- **Daniel Cloutier Ph., 2007**- Institut de malherbologie et Anne Weill, Ph. D., agr. club agro-environnemental Bio-Action
- **Dawson G. W., Griffiths D. C., Merritt L. A., Mudd A., Pickett J. A., Wadhams L. J., et Woodcock C. M. 1990.** Aphid semiochemicals-a review, and recent advances on the sex pheromone. *J. Chem. Ecol.* 16:3019-3030.

- **DE BILLERBECK V. G., 2002.** Essais d'utilisation d'huiles essentielles en traitement de l'air, les contaminations biologiques des biens culturels, Muséum National d'histoire naturelle et éd. Scientifique et médicales, pp: 345-358.
- **Dedryver C. A., 1982 :** Qu'est ce qu' un puceron? Journ d'ét. et d'inf. Les pucerons des cultures. Paris. 2,3 et 4 mars 1981, A.C.T.A.
- **Dixon A. F. G., 1973.** Biology of aphids studies in biology. N°44. Ed ward Arnold Ed. 58p.
- **Dixon A. F. G., 1987.** The way of life of aphids: host specificity, speciation and distribution in aphids. Amsterdam: A. K. Minks and P. Harrewijn, Ed° Elsevier. Vol. 2A, p.197-208.
- **Dixon A. F. G., 1998:** Aphid ecology, an optimization approach. Second edition. Chapman and Hall, London. 300 pp.
- **DRAGLAND S., SENOO H., WAKE K., BLOMHOFF R., 2003.** Several culinary and medicinal herbs are important sources of dietary antioxidants. The journal of nutrition, 133, pp: 1286-1289.
- **Duvauchelle S. et Dubois L., 1998:** Evolution sanitaire des cultures de pommes de terre en 1997. L'épidémie de mildiou la plus virulente depuis 1981. Phytoma -LdV., 502 : 24-26.
- **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.
- **Edenharder, R. and Grünhage, D.,2003:** Free Radical Scavenging Abilities of Flavonoids as Mechanism of Protection against Mutagenicity Induced by Tert-Butyl Hydroperoxide or Cumene Hydroperoxide in Salmonella typhimurium TA102. Mutation Research, 540, 1-18.
- **EL OTMANI M., 2005:** Les Agrumes, le maraichage, et le froid hivernal. Agadir, Maroc, n° 127, 4 p.
- **F.N.A.M.S., 1987.** la luzerne porte-graine in élaboration du rendement selon lea date de précope dans différentes zones de la région Poitou charentes.
- **Fraval, A. 2006:** Les pucerons - 1re partie. INRA, Insectes, no. 141 (2), 3-8

- **Forrest J.M.S., 1987:** Gallling aphids in Aphids, their biology, natural enemies and control. Amesterdam: A. K. Minks and P. Harrewijn, Ed° Elsevier. Vol. 2A, p. 341-354.
- **Funk et al. (2007) [Statut pour la Guyane française] Funk, V., Hollowell, T., Berry, P., Kelloff, C. & Alexander, S. N. 2007:** Checklist of the Plants of the Guiana Shield (Venezuela: Amazonas, Bolivar, Delta Amacuro; Guyana, Surinam, French Guiana). Contributions from the United States National Herbarium, 55: 1-580.
- **GHEDADBA.,Hambaba, L., Ayachi, A., Aberkane, M., Bousselfela, H., & Oued-Mokhtar, S. (2015):** Polyphénols totaux, activités antioxydante et antimicrobienne des extraits des feuilles de Marrubium deserti de Noé. Phytothérapie, 13(2), 118-129.
- **GHEDADBA N., HAMBABA L., ABERKANE M.C., OUELD-MOKHTAR S.M., FERCHA N., BOUSSELSLA H., 2014-** Évaluation de l'activité hémostatique in vitro de l'extrait aqueux des feuilles de Marrubium vulgare L. Algerian Journal of Natural Products. Vol. 2(2): 64-74.
- **Guy P., 1981.** La sélection végétale et la production agronomique de protéines foliaires et alimentation, ed° Gautier villard, pp. 121-147.
- **Haquet J., 1997:** Luzerne –mesure la rentabilité de vos cultures. B.S. n°140.
- **Haquet J., 1998:** Quelques clefs pour comprendre l'élaboration du rendement de la luzerne, B.S. n°105
- **Heie O.E., 1987:** Palaeontology and phylogeny in Aphids, their biology, natural enemies and control. Amesterdam: A. K. Mink, and P. Harrewijn, Ed° Elsevier. Vol. 2A, P. 367-392.
- **Heller W, Forkmann G. ; 1993.** The flavonoids. Advances in research since 1986. In Harborne JB. Secondary Plant Products. Encyclopedia of plant physiology. Ed. Chapman & Hall, London : 399-425
- **Holman J. 2009.** Host plant catalog of aphids : Palaearctic region. Ed. Springer (Berlin), 1216 p.
- **Huang HC, Harper AM, Kokk EE et Howard RJ., 1981.** Aphis tansmiss alfalfa. Can J. Plant. Pathol, 1981, Vol 5, p. 141-147.

- **Hullé M., Turpeau E., Leclant F., Rahn MJ.,1998:** Les pucerons des arbres fruitiers cycle biologique et activités de vol, éditeur ACTA/ INRA 26 p.
- **ISMAN M. B., 2005.** Plant essential oils for pest and disease management. *Crop Prot*, 19, pp: 603-608.
- **ITAFV, 2013b.** Agrumiculture 2 : Conduite d'un verger d'agrumes. Ed. ITAFV (Algérie), 60 p.
- **JACQUEMOND C., AGOSTINI D. et CUR K., 2009** - Des agrumes pour l'Algérie, Bureau d'ingénierie en horticulture et agro-industrie, p 4.
- **Jiménez-Arellanes A., Martínez R., García R., León-Díaz R., Aluna-Herrera J., Molina – Salinas G. et Said-Fernández S. (2006).** *Pharmacologyonline.*, 3 : 569-574.
- **Kabouch Z, Boutaghane N, Laggoune S, Kabouche A, Ait-Kaki Z, Benlabed K (2005b):** Comparative antimicrobial activity of five Lamiaceae essential oils from Algeria. *Int J Aromather* 15: 129–133.
- **KELLOUCHE A., 2005.** Etude de la bruche du poi-chiche, *Callosobruchus mukulatus* (Coleoptera : bruchidae) : Biologie, physiologie, reproduction et lutte, Thèse. Doc d'état. Univ. Tizi-Ouzou, Algérie, 154p.
- **KIM J., MARSHALL M. R., and VEI C., 1995.** Antibacterial activity of some essential oil components against five food borne pathogens. *J. of Agricultural and Food Chemistry*, 43, pp: 2839-2845.
- **Laamari M., Jousselin E. & Cœur D'acier A., 2010.** Assessment of aphid diversity (Hemiptera: Aphididae) in Algeria : A fourteen-year investigation. *Faunistic Entomology* 62 (2), 73 - 87.
- **Lacirignola C. & D'Onghia A.M., 2009.** The Mediterranean citriculture: Productions and perspectives. *Options Méditerranéennes B* 65, 13 - 17.
- **Leclant F., 1970 :** Eléments pour la prise en considération des aphides dans la lutte intégrée en vergers de chers. *Entomophage*, pp. 15, 53-81.
- **Leclant F., 1976:** Réflexions sur les récentes pullulations de pucerons sur les pie pis de céréales en France. *La défense des végétaux.* 198, 76-83.

- **Leclant F., 1978:** Etude bioécologique des aphides de la région méditerranéenne. Implications agronomiques. Thèse de doctorat, d'état. SoL. UNIV. Des Sol et Tech. Du Languedoc 318p.
- **Leclant F., 1982:** Les effets nuisibles de pucerons sur la culture. Journ. D'étude et d'inf Les pucerons des cultures. AC.T.A. pp 37-56.
- **Leclant F., 2000:** Les pucerons des plantes cultivées. 3-arbres fruitières. INRA, pp 7-13.
- **Loussert R., 1989.** Les Agrumes. Tome 2 : Production. Ed. Technique et Documentation - Lavoisier (Paris), 158 p.
- **MADR.,2011.** Direction de la Régulation et du Développement de la Production Agricole Flash infos .
- **Margaritopoulos J. T., Tsitsipis J. A., Goudoudaki S., et Blackman R. L., 2002.** Life cycle variation of *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae) in Greece. *Bull. Entomol. Res* . 92:309-319.
- **Mebarki N., 2010.** Thèse de magistère. de chimie, Université –M'Hamed Bougara-Boumerdes.
- **MEJHOLM O., & DALGAARD P., 2002.** Antimicrobial effects of essential oils on the seafood spoilage microorganism *Photobacterium phosphoreum* in liquid media and fish products, *Letters in Applied Microbiology*, 34, pp : 27-31.
- **Miles P. W., 1989:** Feeding process of Aphidoidea in relation to effects on their food plants in *Aphids, their biology, natural enemies and control*. Amsterdam: A. K. Minks and P. Harrewijn, Ed° Elsevier. Vol. 2C, P. 1-22.
- **Miles P. Z., 1990:** The responses of plants to the feeding of Aphidoidea: principles in *Aphids, their biology, natural enemies and control*. Amsterdam: A. K. Minks and P. Harrewijn, Ed° Elsevier. p. 131-147.
- **Morales R., 1997.** The history. botany and taxonomy of the genus thymus. In *thyme: the genus thymus. medicinal and aromatic plants. industrial profiles.* edition thylor and francis. Vol. 17. London.

- **Moran N. A., 1992:** The evolution of aphid life cycles. *Annu. Rev. Entomol.* 37:321-48.
- **Myazaki M., 1987:** Forms and morphs of aphids in *Aphids, their biology, natural enemies and control*. Amsterdam: A. K. Minks and P. Harrewijn, Ed° Elsevier. Vol. 2A, P. 27-50.
- **NASSIRI-ASL M. et HOSSEINZADEH H., 2009-**Review of the pharmacological effects of *Vitis vinifera* (grape) and its bioactive compounds. *Phytotherapy Research*. 23(9) : 1197-1204
- **Nicolosi E., 2007.** Origin and taxonomy. In: Khan I. A. (ed.), *Citrus Genetics, Breeding and Biotechnology*, Ed. CAB International (UK), 19 - 44.
- **Padrini F. et Lucheroni M.T., 1996 -** Le grand livre des Huiles Essentielles- guide pratique pour retrouver vitalité, bien être et beauté avec les essences et l’aromassage. Page 115.. Ed de Vecchi, Paris.
- **Parent C., 2005.** Puceron de soya, croissance variable des population. *Rev, grandes cultures*, n° 19. 4 Aout 2005. MAPAQ 200, chemin Sainte- Foy, 9<sup>eme</sup> étage Québec, 05p.
- **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.
- **PIBIRI M. C., & SEIGNIEZ C., 2001.** Assainissement microbologique de l’air et des systèmes de ventilation au moyen d’huiles essentielles et leurs effets sur le bienetre des occupants, CISBAT, Lausanne, LESO, EPFL.
- **Praloran J.-C., 1971.** Les agrumes. Ed. G.-P. Maisonneuve et Larose (Paris), 565 p.
- **Quezel, P. et Santa, S. (1963).** Nouvelle flore de l’Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome I, C.N.R.S.Paris.
- **QUIDEAU S., DEFFIEUX D., DOUAT-CASASSUS C. ET POUYSEGU L., 2011-** Plant polyphenols : Chemical properties, biological activities, and synthesis. *Angewandte Chemie - International Edition*. 50(3) : 586-621.

- **RAI M. K., ACHARYA D. AND WADEGAONKAR P.(2003)-** Plant derived antimycotics: Potential of Asteraceous plants, in: Plant-derived antimycotics: Current Trends and Future prospects. Haworth press, N-York, London, Oxford, pp: 165-185.
- **RUBERTO G., BIONDI D., CIANA P., and GERACI T., 1993.** Antimicrobial activity and chemical composition of essential oils from Sicilian aromatic plants. *Flavour and Fragrance J.*, 8, pp: 331-337.
- **Sarni-Manchado P and Cheynier V.,2006.** Les polyphénols en agroalimentaire. Ed. Tec & Doc, Paris, p. 2-10.
- **SARTORI-THIEL A., 2003-**Activités anti-microbiennes d'extraits végétaux enrichis en polyphénols. Thèse de doctorat en Sciences et agronomie. Chimie, Avignon . 177p.
- **Sauvion N., 1995.** Effet et modes d'action de deux lectines à mannose sur le puceron du pois, *Acyrtosiphon pisum* (harris). Thèse Doc. I.N.S.A. Lyon. 14p.
- **Singh S. & Rajam M. V., 2009.** Citrus biotechnology: Achievements, limitations and future directions. *Physiology and Molecular Biology of Plants* 15, 3 - 22.
- **Selmi S. et Sadok S. (2008).** Pan–American Journal of aquatic sciences., 3 (1) : 36-45.
- **Schepers A., 1989.** Chemical control in aphids, their biology, natural enemies and control. Amsterdam: A. K. Minks and P. Harrewijn, Ed° Elsevier. Vol. 2C, p. 89-122.
- **Shaposhnikov G.C., 1987.** Evolution of aphids in relation of plants, their biology. Amsterdam: A. K. Minks and P. Harrewijn, Ed° Elsevier. Vol. 2A, P. 409-414.
- **Strqthdee AT., Bal J. S., Hodkinson I.D., 1993.** Identification of three previously unknown morphs of *Acyrtosiphon salbardicum heikintiemmo* on spitsbergen. Vol. 24, n°1,p. 43-47.
- **Sylvester E.S., 1989:** Viruses transmitted by Aphids in Aphides, their biology, natural enemies and control. Amsterdam: A. K. Minks and P. Harrewijn, Ed° Elsevier. Vol. 2Cm p. 65-88.

- **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.
- **TAKEUCHI H., Lu Z. G. et Fujita T. (2004).** *Bioscience, biotechnology and biochemistry*, 68 (5): 1113- 1134.
- **TAPONDJOU L. A., ADLER C., BOUDA H., et FONTEM D. A., 2003.** Bioefficacité des poudres et des huiles essentielles des feuilles de *Chenopodium ambrosioides* et *Eucalyptus saligna* à l'égard de la bruche du niébé, *Callosobruchus maculatus* Fab (Coleoptera, Bruchidae). *Cahiers d'études et de recherches francophones, Agriculture*, 12(6), pp : 401-407.
- **TEUSCHER E., R. ANTON & A. LOBSTEIN, 2005.-** *Plantes aromatiques: épices, aromates, condiments et huiles essentielles.* Lavoisier, Paris, 522 p.
- **XIA E.Q., DENG G.F., GUO Y. J. et LI H.B., 2011-** Biological activities of polyphenols from grapes. *International Journal of Molecular Sciences*. 11(2) : 622-646.
- **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.
- **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.
- **Site électronique:** <http://iphym.com/>: Les Laboratoires IPHYM, institut de phytothérapie médicale.