

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR

ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE SAAD DAHLAB DE BLIDA

FACULTE DES SCIENCES AGRO-VETERINAIRES

DEPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES

**MEMOIR DE FIN D'ETUDE EN VUE DE L'OBTENTION  
DE DIPLOME DE MASTER ACADEMIQUE  
EN SCIENCES DE LA NATURE ET LA VIE**

Spécialité : biotechnologie végétale

**Etude de l'efficacité insecticide de deux plantes médicinales Romarin  
(*Rosmarinus officinalis*) et l'Origan (*Origanum glandulosum*) sur les  
pucerons des agrumes ( *Aphis gossypii*)**

**Réalisé par : Mr BOUGUETTAF IBRAHIM**

Devant le jury composé de :

<b>M<sup>R</sup> BEN DALI</b>	<b>.A</b>	<b>M. A. B.</b>	<b>U.S.D.B.</b>	<b>PROMOTEUR</b>
<b>M<sup>R</sup> BOUTAHRAOUI</b>	<b>.D</b>	<b>M .C .A</b>	<b>U.S.D.B.</b>	<b>PRESEDANT</b>
<b>M<sup>R</sup> KHALEDI</b>	<b>.O</b>	<b>M .A. B.</b>	<b>U.S.D.B.</b>	<b>EXAMINATEUR</b>
<b>M<sup>R</sup> BEN ACHENHO</b>	<b>.A</b>	<b>INGENIEUR</b>	<b>D.S .A</b>	<b>INVITE</b>

ANNEE UNIVERSITAIRE 2012/2013

# Dédicace

C'est avec un très grand honneur que je dédie ce modeste travail aux personnes les plus chères au monde mes chers parents qui m'ont permis de continuer mes études dans les meilleures conditions et qui m'ont appris à ne jamais baisser les bras.

A la mémoire de mon père et ma mère qui m'a toujours aimé et comblé par ses bénédictions, que Dieu le tout puissant les accueille en son vaste paradis.

Je dédie aussi cette modeste réalisation à :

-Mes très chers frères : REDHA – BILAL -

-Mes chers, cousins et cousines.

- Ainsi que pour tous mes amis et mes collègues,

# REMERCIEMENT

Nous remercions le bon dieu de nous avoir donné le courage et l'assiduité dans la réalisation de ce travail et le prions de faire que ce ne soit pas la fin mais le début d'un chemin.

Nous tenons à remercier notre promoteur Mr BEN DALI ABD EL AZIZ d'avoir accepté de diriger notre travail.

Nous remercions aussi à tous les membres de jury ayant bien voulu juger notre travail.

Un grand merci aux personnels de laboratoire de Saidal Médéa surtout M<sup>r</sup> MOUHAMED BEN AMAYER et M<sup>r</sup> ATMANIA DJAMEL (la faculté des sciences université de Médéa), et BOUTOMIA professeur de faculté de chimie **UNIVERSITE SAAD DAHLAB DE BLIDA.**

Nous remercions également à tous les enseignants qui ont contribué à notre formation.

Un grand merci à tous ceux et celles qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail surtout les responsables et les ingénieurs des stations où nous avons réalisé notre étude.

# الملخص

دراسة تأثير بعض تأثير بعض المبيدات الحيوية بإستعمال الزيوت الأساسية لنباتين طبيبتين الزعتر و إكليل الجبل ضد أحد أنواع الحشرات المعروفة في الحمضيات وهي المن .

في إطار البحث عن طرق المكافحة البيولوجية على أساس اختبار استخدام المواد النباتية المعروفة تاريخا كا المضادة للطفيليات للميكروبات ، وكجزء من استعادة الحياة النباتية في الجزائر ، تحولت الأنظار إلى عائلة نباتية عديدة مثل خيارنا وركزت على الأنواع التالية (*إكليل الجبل المخزنية Rosmarinus officinalis*) و الزعتر (*Origanum glandulosum*) عن طريق استخلاص المائي.

وقد تم تحليل الزيوت الأساسية بواسطة اللوني الغاز (**CPG**) لمعرفة المركبات الكيميائية لهذه النباتات.

. أظهرت نتائج الاستخلاص أن مرد ودية الزعتر (0.86 %) ومرد ودية إكليل الجبل (0.44 %) ، كما تبين (**CPG**) أن الزيوت تحتويان على الفينول (carvacrol) وتربين (Terpènes) ، كما تهدف هذه الدراسة لتقييم كفاءة الزيوت الأساسية ، وذلك باستخدام طريقة المعاملة (الاتصال) ضد المن في الحمضيات (*Aphis gossypii*) .

تبين انه المواد المجربة اثبت فعاليتها المضادة على المن، هذا النشاط يعتمد على التركيز ومدة التعرض ومكونات الكيميائية للزيوت .

فيما يخص التراكيز DL50 , DL90 تبين أن للزيوت الأساسية فعالية على المن بحيث 1.6ملغ /سم<sup>3</sup> من زيت إكليل الجبل قتلت حوالي نصف العدد الإجمالي لحشرات المن و 3.19 ملغ /سم<sup>3</sup> بلغت حوالي 90% من مجتمع المن بينما فيما يخص الزيت الأساسي للزعتر 3.35ملغ /سم<sup>3</sup> قتلت نصف العدد الإجمالي .

نتائج هذه الدراسة تشير إلى أن النباتات البرية يمكن أن تكون بديلا للمكافحة الكيميائية .

**الكلمات المفتاح:** الزيوت الطيارة - إكليل الجبل ، الزعتر، قوة السامة - الاستخلاص المائي- المن في الحمضيات

# Résumé

## Etude de l'efficacité insecticide de deux plantes médicinales Romarin (*Rosmarinus officinalis*) et l'Origan (*Origanum glandulosum*) sur les pucerons des agrumes ( *Aphis gossypii*)

Dans le cadre de la recherche sur les procédés de lutte biologique basés, sur l'essai de l'utilisation des substances végétales ,connu par une longue histoire comme agents antimicrobiens ,antiparasites et insecticides , et dans le cadre de la valorisation de la flore algérienne , on s'est intéressé à plusieurs familles botaniques telle que les Lamiacées et Labiacées , notre choix a porté sur les espèces suivantes le Romarin ( *Rosmarinus officinalis*) et de l'Origan (*Origanum glandilosum*) extraient par une hydrodistillation .

Les huiles essentielles ont été analysées par chromatographie en phase gazeuse (C.P.G), afin de connaître les composés chimiques de ces plantes.

Les résultats de l'extraction révèlent, que le rendement de l'origan (0.86%) est plus intéressant que celui du romarin (0.44%), la CPG a montré que les deux huiles renferment des phénols (Carvacrol) et des terpènes.

D'autre part cette étude a visé l'évaluation du pouvoir insecticide des huiles essentielles en utilisant le mode action ( par contact) contre les pucerons des agrumes *Aphis gossypii* ,

Il a été montré que les substances étudiées se sont révélés actives Sur les pucerons des agrumes( *Aphis gossypii*,) cette activité dépend de la concentration, la durée d'exposition et la composition chimique des huiles essentielles étudiées.

Concernent les CL50 et les CL90 confirment que les deux huiles essentielles ont une activité insecticide sur les pucerons des agrumes 50% de la population est radiée à la concentration 1.6 mg /cm<sup>3</sup> pour le romarin et 90% de mortalité est atteinte à 3.195 mg /cm<sup>3</sup>.

Les résultats de cette étude indiquent que les plantes spontanées peuvent constituer une alternative naturelle à la **lutte chimique**.

**Mots clés** : Huile essentielle, *Origanum glandilosum* ,*Rosmarinus officinalis* , hydrodistillation , ( *Aphis gossypii*) ,pouvoir toxique .C.P.G .

# Abstract

## **Biopesticides power of a many substance against *Aphis gossypii***

As part of research on biological control methods based on testing the use of plant substances, known a long history as antimicrobial agents, antiparasitic and insecticides, and as part of the recovery of the flora of Algeria , attention has turned to several botanical families such as Lamiaceae and Labiacées, our choice has focused on the following species rosemary (***Rosmarinus officinalis***) and oregano (***Origanum glandilosum***) by hydrodistillation extract .

. The essential oils were analyzed by gas chromatography (**CPG**) to know the chemical compounds of these plants.

The results of the extraction show that the performance of oregano (0.86%) is more interesting than that of rosemary (0.44%), the CPG showed that the two oils contain phenols (carvacrol) and terpenes.

Moreover, this study aimed the evaluation of the insecticidal essential oils and a plant protection product, using the mode action (contact) against larvae of the tomato leafminer ***Aphis gossypii***

It was shown that the substances studied were found active on the ***Aphis gossypii***, this activity depends on the concentration ,duration of exposure and chemical composition of oils.

The results of this study indicate that wild plants can be an alternative to **biologicalcontrol**.

**Keywords:** *origanum glandilosum* , *rosmarinus officinalis* , hydrodistillation , CPG - Essential oil- *Aphis gossypii*, -toxic power.

## LISTE DES ABREVIATIONS

**C%** : Concentration.

**CL50**: Concentration létale pour tuer 50% de la population traites.

**CL90**: Concentration létale pour tuer 90% de la population traites.

**CPG** : Chromatographie en phase gazeux.

**DL50** : Dose létale pour tuer 50% de la population traites.

**DL90**: Dose létale pour tuer 90% de la population traites.

**E** : Echantillon.

**EV** : Echantillon végétal.

**H.E** : Huile essentielle.

**HEO** : Huile essentielle de l'origan.

**HER** : Huile essentielle de romarin.

**INS** : Insecticide.

**M** : Moyenne.

**MADR** : Ministère de l'Agriculture et Développement Rural.

**MS** : Matière sèche.

**PNDA** : Plan national de développement agricole.

**R** : Rendement.

**T** : Témoin.

**SAU** : superficie agricole utile.

## LISTE DES TABLEAUX

<b>Tableau 01</b> : Production des agrumes au niveau du Bassin méditerranéen en 2006-2007.....	06
<b>Tableau 02</b> : Superficies et productions d'agrumes en Algérie (DSA Blida, 2005).....	07
<b>Tableau 03</b> : Evolution du rendement, des superficies et de la production agrumicole dans la région de Blida.....	08
<b>Tableau 04</b> : Origine des plantes étudiés et lieu de prélèvement.....	42
<b>Tableau 05</b> : Rendement des huiles essentielles.....	48
<b>Tableau 06</b> : Etude analytique d'huile essentielle d'origan par chromatographie en phase gazeuse (C P G).....	50
<b>Tableau 07</b> : Etude analytique d'huile essentielle du romarin par chromatographie en phase gazeuse (C P G).....	51
<b>Tableau 10</b> : Efficacités des substances chimiques (huiles essentielles).....	54

## LISTE DES FIGURES

<b>Figure 01</b> : Production mondiale des agrumes 2001- 2007(Anonyme 2009.....	05
<b>Figure 02</b> : Evolution de production dans les principaux pays producteurs d'agrumes dans le monde de 1996 à 2007.....	05
<b>Figure 03</b> : Schéma d'un appareil de chromatographie en phase gazeuse .....	30
<b>Figure 04</b> : Les feuilles d'origan .....	34
<b>Figure 05</b> : Les feuilles de Romarin.....	35
<b>Figure 06</b> : Représentation géographique de la Mitidja.....	38
<b>Figure 07</b> : Des attaques de pucerons entrainant l'invasion des fourmis .....	38
<b>Figure 08</b> : Les feuilles d'origan .....	41
<b>Figure 09</b> : Les feuilles de Romarin .....	41
<b>Figure 10</b> : Photo de l'appareil utilisé dans l'analyse chromatographique CPG.....	44
<b>Figure 11</b> : L'effet insecticide de l'huile essentielle d'origan et de romarin sur les les aphides fonction de la dose et la durée d'exposition .....	51
<b>Figure 12</b> : Variabilité de mortalités corrigée en fonction des quatre doses de l'huile essentielle du romarin.....	53
<b>Figure 13</b> : Variabilité de mortalités corrigée en fonction des quatre doses de l'huile essentielle de l'origan.....	54
<b>Figure 14</b> : Efficacité du romarin sur les Aphides .....	56
<b>Figure 15</b> : Efficacité de H.E d'origan sur les Aphides.....	56

## Sommaire

<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>01</b>
--------------------------	-----------

### I - PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

<b>CHAPITRE 1 : DESCRIPTION GENERALE DE LA PLANTE HOTE.....</b>	<b>03</b>
1) HISTORIQUE.....	03
2) CLASSIFICATION DES AGRUMES.....	03
- PRINCIPALES ESPECES D'AGRUMES CULTIVES EN ALGERIE .....	04
3)- IMPORTANCE DE L'AGRUMICULTURE DANS LE MONDE.....	04
4) LE CYCLE ANNUEL DE DEVELOPPEMENT.....	08
-1) LA CROISSANCE VEGETATIVE.....	08
5-2) LE DEVELOPPEMENT FLORAL.....	09
5-3) LE DEVELOPPEMENT DU FRUIT.....	10
6)-EXIGENCES CLIMATIQUES.....	11
6-1) Température:Pluviométrie:.....	11
7)-EXIGENCES EDAPHIQUES.....	11
7-1)- QUALITE AGROCHIMIQUES DU SOL .....	11
7-2)STRUCTURE DU SOL ET SYSTEME RADICULAIRE:.....	11

### CHAPITRE 2 : MALADIES ET RAVAGEURS DES AGRUMES

I - LES MALADIES DES AGRUMES.....	12
1- LES MALADIES A VIRUS, ET A PHYTOPLASMES.....	12
1-1 LE QUICK DECLINE OU TRISTEZA.....	12
1-2. LES PSOROSSES.....	13
.3. STUBBORN.....	13
. LES MALADIES BACTERIENNES.....	13
2.1. HUANGLONGBIN (HLB).....	13

2.2. CHLOROSE VARIEGUE DES AGRUMES (CVA).....	14
2.3. LE CHANCRE DES AGRUMES.....	14
. LES MALADIES FONGIQUE.....	14
3.1. LA GOMMOSE A <i>PHYTOPHTORA</i> .....	15
.2. LES POURRIDIES.....	15
3.3. LA FUMAGINE.....	16
.4. POURRITURE BRUNE ( <i>Phytophthora sp.</i> ).....	16
3.5. MAL SECCO.....	16
4. LES RAVAGEURS DES AGRUMES.....	16
4.1. LES ACARIENS.....	17.
4.2. LES COCHENILLES.....	17.
4.4. LA CERATITE.....	17
4.5. L'ALEURODE.....	18
4.6. LA MINEUSE.....	18
4.7. LES NEMATODES.....	18
II- LA PROTECION PHYTOSANITAIRE.....	19
1- LES PESTICIDES.....	19
1-1 LUTTE CHIMIQUE.....	20
1-2 LUTTE INTEGEE.....	21
1-3 LUTTE BIOLOGIQUE.....	21
2-1 BIOPESTICIDES .....	22
2-1-1 BIOPESTICIDE D'ORIGINE VEGETALE .....	22
3-METHODES PROPHYLACTIQUES.....	23

### **Chapitre 3 : pucerons des agrumes *Aphis gossypii***

INTRODUCTION.....	24
1-LES PUCERONS.....	25
2 LES PRINCIPALES ESPECES.....	25
3 - GAMME D'HOTES.....	25
4- ENNEMIS NATURELS.....	25
5 - EVOLUTION DES PUCERONS SUR CITRUS.....	25
6-MORPHOLOGIE.....	26
7-BIOLOGIE ET DEGATS.....	26
8-CONTROLE BIOLOGIQUE.....	26

### **Chapitre 4 : Données générales sur les huiles essentielles et Présentation des plantes utilisées en traitements**

#### **1- Les huiles essentielles**

1-1 Historique.....	27
1-2 Définition.....	27
1-3. Rôle des huiles essentielles chez les plantes .....	28
1-4. Toxicité des huiles essentielles .....	28
1-5. Procédés d'extraction.....	28
1-5-1. L'hydro distillation .....	29
1-5-2. L'entraînement à la vapeur d'eau.....	29
1-5-3. L'extraction par solvants organiques volatils.....	30
1-6. Identification des huiles essentielles .....	30
1-6.1. La chromatographie en phase gazeuse (C.P.G).....	31
1-6.2 Chromatographie en phase liquide à haute performance (HPLC) .....	33
1-7-La conservation des huiles essentielles .....	33
1-8-Propriétés et utilisation .....	34

## **2- Présentation des plante utilisées en traitements**

1. Origan ( <i>Origanum glandulosum</i> ).....	35
2. Romarin ( <i>Ros marinus officinalis</i> ) .....	36

## **II – PARTIE EXPERIMENTAL**

### **Chapitre 1 : Matériel et méthodes**

Objectif.....	37
1- Matériel Biologique.....	37
2. Matériel Animal .....	37
3. Matériel de laboratoire.....	37
4.Métodolgie.....	39
5. Analyse statistiques .....	40

### **Chapitre 2 : Résultats et discussions**

1. Résultats.....	47
2. Discussions.....	58

## **CONCLUSION**

Conclusion et perspective.....	63
Annexe.....	65

# **INTRODUCTION**

### INTRODUCTION :

Actuellement les agricultures utilisent tous les moyens disponibles pour accroître les rendements, parmi ces moyens nous citerons les pesticides, le nombre de ces derniers par cycle de production ne cesse d'accroître sans tenir compte de la situation phytosanitaire réelle de la culture et des conditions climatiques cet état conduit à l'apparition de phénomènes de résistance chez les ravageurs ses nouvelles méthodes de protection contre les ravageurs se développent l'environnement en évitant les dégâts économiques et en préservant la santé humaine et l'environnement (**Anonyme, 2010**).

Les agrumes représentent la première catégorie fruitière en termes de valeur à faire l'objet d'un commerce international, La libéralisation du commerce, ainsi que les avancées technologiques en matière de stockage et de transport ont engendré une globalisation de l'industrie des agrumes, Les agrumes et leurs produits dérivés constituent une part importante des échanges internationaux. (Imbert, 2007).

Dans le passé, avant la réorganisation du secteur agricole, la plupart des vergers de la Mitidja étaient organisés en structure étatique (ferme pilote, coopératives agricoles) où les programmes de lutte étaient plus ou moins planifiés après, le secteur agricole s'est structuré en exploitations agricoles collectives ou individuelles (EAC, EAI), en plus des terres nationalisées remises à leur propriétaire suite à cette

Malgré l'utilisation de variétés hybrides, résistantes aux maladies, il existe des risques permanents d'attaque par des champignons pathogènes des virus et des insectes (**Berkani et Badaoui, 2008**).

De ce fait la mise au point de stratégie de lutte biologique contre pucerons des agrumes (*Aphis gossypii*,) s'avère indispensable. Dans cette optique plusieurs recherches sont orientées aujourd'hui sur l'utilisation des méthodes de lutte basée sur des molécules de métabolites et des composés secondaires des plantes, ces derniers sont connues par leurs propriétés phytothérapeutiques depuis très longtemps (**Anonyme, 2010**).

## INTRODUCTION

---

Notre étude qui s'intéresse à l'évaluation de l'effet insecticide de deux huiles essentielles à différentes concentrations de deux plantes médicinales :

**Le Romarin (*Rosmarinus officinalis*), et l'Origan (*Origanum glandulosum*), contre les pucerons des agrumes (*Aphis gossypii*),**

Cette contribution est structurée comme suit :

La première partie purement bibliographique, nous rappelons des connaissances concernant Sur les pucerons des agrumes(*Aphis gossypii*), les différentes moyennes de lutte, les huiles essentielles et données générales sur les plantes utilisées en traitements

La deuxième partie nous traiterons la méthodologie, afin de mettre en évidence l'extraction des huiles essentielles avec des analyses chromatographiques CPG, et l'évaluation de leur activité insecticide vis-à-vis de Sur les pucerons des agrumes(*Aphis gossypii*.)

La troisième partie concerne l'étude du pouvoir insecticide des huiles essentielles de deux espèces végétales le Romarin et l'Origan sur Sur les pucerons des agrumes(*Aphis gossypii*.)

**PARTIE**  
**BIBLIOGRAPHIQUE**

**CHAPITRE I : GENERALITES SUR LES AGRUMES :****1) HISTORIQUE:**

Les agrumes, originaires d'Asie tropicale, ont été disséminés au cours des siècles dans différentes régions du monde. Leur apparition dans le bassin méditerranéen est très ancienne et remonte aux échanges entre l'Orient et l'Occident. Ultérieurement, les contacts établis par les navigateurs du XV<sup>e</sup> siècle ont conduit à "amplifier la dissémination de ces arbres qui ont souvent été, ensuite, redistribués vers les zones tropicales d'Afrique et d'Amérique, à partir de l'Europe, dès la fin de la seconde guerre mondiale, la production d'agrumes a connu un essor considérable pendant 40 années, les récoltes ont régulièrement augmenté de rythme de 5,3 % l'an. Au cours de la dernière décennie, de 1985 à 1995, le volume de la demande est subitement passé de 48 à près de 80 millions de tonnes. La progression annuelle a alors été de 8,7 %.(anonyme, 2006).

Le terme agrumes désigne habituellement toutes les variétés comestibles du genre *Citrus* classées ensuite en sept grands groupes : oranges, pomelos, citrons, limes, pamplemousses, cédrats dont les arbres à feuilles persistantes donnent des fruits de forme et de taille diverses (de ronds à oblongues), qui sont gorgés de fragrance, de saveur et de jus (anonyme, 2006).

Avec toutes les variétés se rapportant à ce genre, les agrumes constituent l'ensemble le plus important de fruitiers répandus dans des zones tropicales et subtropicales du globe. Originaire de Chine, des Indes et du Népal, les agrumes très tôt présents dans toutes l'Asie, gagnent ensuite le moyen-Orient, la zone méditerranéenne, l'Afrique, les deux Amériques, l'Australie et le Pacifique. (300 ans av. J.-C).

Cette diffusion à travers le Monde s'est faite très lentement. Le cédratier (*Citrus medica*) fut la première espèce connue en Europe (300 ans av. J.-C).

**2) CLASSIFICATION DES AGRUMES :**

Deux grandes classifications existent pour le genre *Citrus*. Celle du japonais Tyosaburo Tanaka (1961) qui comprend 156 espèces tandis que celle de Walter T. Swingle et Reece (1967) n'en distingue que 16. Actuellement on ne retient que quatre espèces sauvages dont dériveraient les espèces et variétés cultivées actuelles :

- *Citrus medica* (à l'origine des citrons).
- *Citrus grandis* (à l'origine des pamplemousses).
- *Citrus reticulata* (à l'origine des mandarines).
- *Citrus aurantifolia* (à l'origine des limes).

**- PRINCIPALES ESPECES D'AGRUMES CULTIVES EN ALGERIE :**

Selon (Loussert, 1987) ; les principales espèces cultivées en Algérie appartiennent surtout au genre *Citrus* qui sont :

\*Les orangers : *Citrus sinensis*.

\*Les mandariniers : *Citrus reticulata*.

\*Les clémentiniers : *Citrus clementina*.

\*Les citronniers : *Citrus limon*.

\*Les pomelos : *Citrus paradisi*.

\*Les cédratiers : *Citrus medica*.

\*Les bigaradiers : *Citrus aurantium*.

Ces différentes espèces sont souvent plantées en greffage en association avec des porte-greffes choisis en fonction de l'espèce et des régions de plantation .

**3)- IMPORTANCE DE L'AGRUMICULTURE DANS LE MONDE**

La croissance de la production mondiale des agrumes a été relativement linéaire au cours des dernières décennies du XXème siècle. La production annuelle totale d'agrumes s'est élevée à plus de 115 millions de tonnes sur la période 2000-2007 (Anonyme, 2009).

Les oranges constituent la majeure partie de la production d'agrumes avec plus de la moitié (58%) de celle-ci sur l'année 2004. Cette amélioration de la production est principalement due à la croissance des surfaces cultivées consacrées aux agrumes, mais également à un changement de comportement de la part des consommateurs dont le revenu progresse et dont les préférences s'orientent de plus en plus vers des produits sains et pratiques (Figure 1) (Anonyme, 2009).

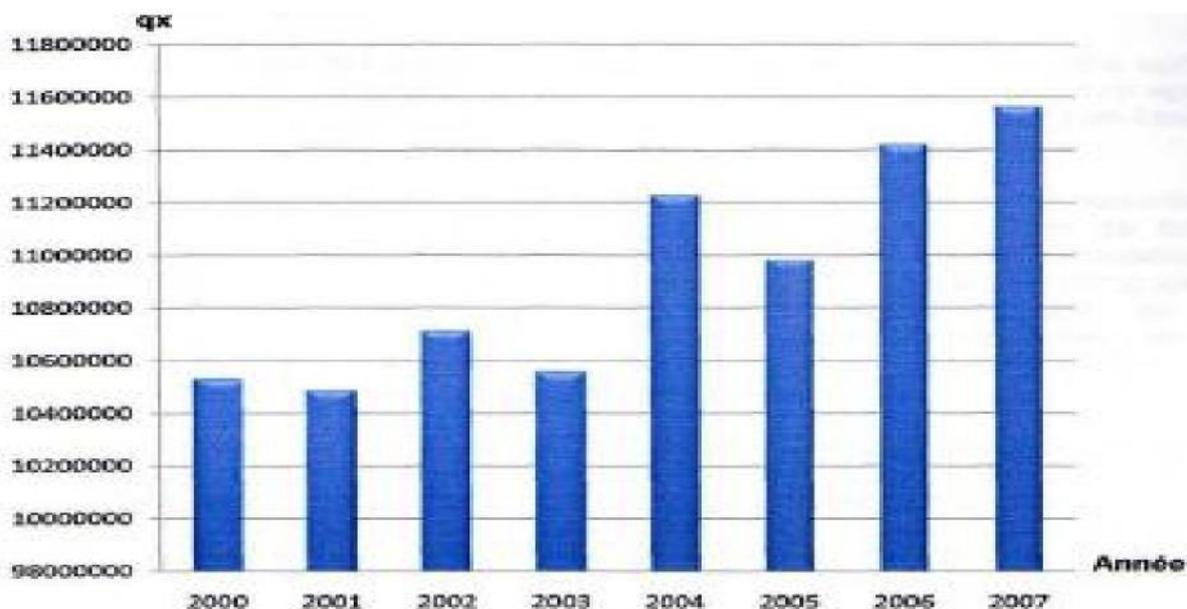


Figure 1 : Production mondiale des agrumes 2001- 2007(Anonyme 2009).

Selon les données statistiques de la FAO (Food and Agriculture Organisation of the United Nations), en 2004, plus de 140 pays produisaient des agrumes. Cependant, la plupart des agrumes sont cultivée dans l'Hémisphère Nord, comptant pour environ 70% de la production totale, les principaux pays producteurs d'agrumes sont le Brésil, les pays du bassin Méditerranéen, la Chine et les Etats-Unis. Ces états comptent pour plus des deux tiers de la production totale d'agrumes (Figure 2) (Anonyme, 2004).

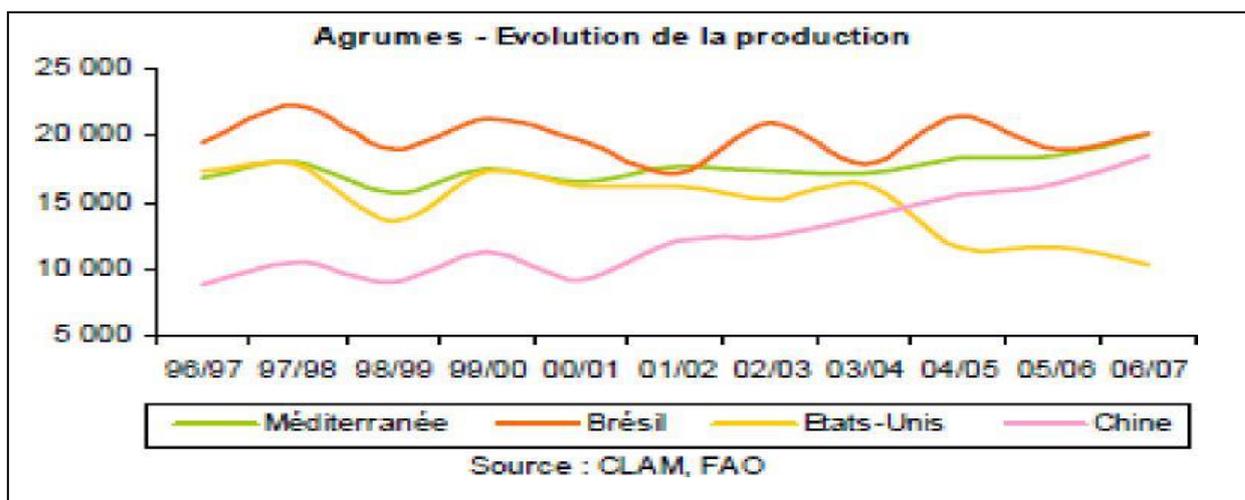


Figure 2: Evolution de production dans les principaux pays producteurs d'agrumes dans le monde de 1996 à 2007 (Imbert, 2007)

Le niveau record de la récolte méditerranéenne, qui a dépassé pour la première fois de son histoire le seuil des 20 millions de tonnes, est certainement un des principaux faits marquants de la campagne 2006-2007 (Tableau 1). Cette troisième année consécutive de progression confirme la dynamique de croissance d'une production méditerranéenne qui stagnait jusqu'en 2003-2004 dans une fourchette comprise entre 16 et 17 millions de tonnes. Tous les groupes variétaux ont affiché un niveau de production record, à l'exception du pomelo (Imbert, 2007).

**Tableau 1** : Production des agrumes au niveau du Bassin méditerranéen en 2006-2007 (Imbert, 2007)

pays	Production	Consommation intérieure	Industrie	Pertes	Exportation
<b>Espagne</b>	7036.2	1471.5	1399.8	521.2	3643.7
<b>Italie</b>	3535.9	1734.9	1531.2	74.4	196.1
<b>Egypte</b>	3023.8	1988.0	151.3	90.7	793.8
<b>TURQUIE</b>	2602.2	1428.5	173.0	52.0	948.7
<b>MAROC</b>	1285.4	672.5	30.0	-	582.9
<b>Grèce</b>	976.0	288.6	323.1	74.9	289.4
<b>Israël</b>	638.3	172.8	283.0	4.6	177.9
<b>Tunisie</b>	282.0	256.0	-	-	26.0
<b>Algérie</b>	251.0	251.0	-	-	-
<b>Chypre</b>	177.5	28.9	62.7	0.3	82.4
<b>Gaza</b>	68.3	10.8	18.8	-	38.7
<b>France</b>	28.8	-	-	4.2	24.6
<b>TOTAL</b>	<b>20905.4</b>	<b>8303.5</b>	<b>3972.9</b>	<b>822.3</b>	<b>6804.2</b>

**\*En Algérie**

Comme pour de nombreux pays, en Algérie les agrumes présentent une importance économique considérable, du moment qu'ils constituent une source d'emploi et d'activité aussi bien dans le secteur agricole que dans diverses branches auxiliaires (Conditionnement, emballage, transformation, transport, ...etc.) (Berkani, 1989).

La surface agrumicole Algérienne a connu ces dernières années une progression, elle est passée de 44. 820 ha en 1997 à 52. 710 ha en 2002 (selon les données statistiques du ministère de l'agriculture et du développement rural M.A.D.R.E, 2004). Le Programme National du Développement Agricole (P.N.D.A) initié à partir de 2000/2001, a fortement encouragé les agriculteurs à s'intéresser de plus en plus à l'agrumiculture. Ainsi, la superficie agrumicole a évolué de plus de 8,5% durant la période 2000/2006; engendrant une nette augmentation dans le volume des productions (Tableau 2) (Anonyme ,2008).

Tableau 2: Superficies et productions d'agrumes en Algérie (DSA Blida, 2005).

Compagnes	2001/2002	2002/2003	2003/2004	2004/2005
<b>Superficie (ha)</b>	48 640	52 710	56 640	62 126
<b>Production (qx)</b>	4 700 000	519 500	5 599 300	6 274 060

En Algérie, la plaine de la Mitidja est considérée comme une région potentielle en agrumiculture. Elle couvre une surface approximative de 140 000 ha ; cette vaste plaine s'étend à partir de l'ouest (Ain Défia, Chelf) en passant par le centre (Alger, Blida et Tipaza) vers l'est (Boumerdes). Elle représente 20% de la superficie agrumicole et contribue avec 36% dans la production nationale (Anonyme, 2008).

Les superficies agrumicoles de la wilaya de Blida (Tableau 4) représentent la grande partie de cette plaine, Selon les statistiques établies par la direction des services agricoles (D.S.A) pour la wilaya de Blida, la superficie agrumicole est de 16.583 ha assurant une production de 2.487.792 qx dont la production des oranges est la plus dominante . (Anonyme, 2005).

**Tableau 3:** Evolution du rendement, des superficies et de la production agrumicole dans la région de Blida. (DSA. Blida, 2010).

Saisons	Superficie total (ha)	Production (qx)	Rendement (qx / ha)
2000/2001	11.522	1.465.500	127.19
2001/2002	11.637	1.772.000	152.00
2002/2003	12.026	1.847.400	153.62
2003/2004	11.955	1.848.540	154.62
2004/2005	12.100	2.097.460	206.50
2005/2006	12.219	2.055.110	174.00
2006/2007	12.506	2.475.863	155.48
2007/2008	13.470	2.342.348	173.89
2008/2009	16.970	2.152.355	126.83
2009/2010	16.583	2.487.792	150.02

#### 4) LE CYCLE ANNUEL DE DEVELOPPEMENT

PRALORAN (1971) Bien que chez les Citrus, les étapes du cycle annuel ne sont pas aussi marquées que chez les espèces fruitières à feuilles caduques, il est possible d'en différencier les étapes suivantes :

##### 5-1) LA CROISSANCE VEGETATIVE :

La croissance végétative se manifeste sur les jeunes ramifications dite poussées de sève. PRALORAN (1971) et LOUSSERT (1985 ; 1989) avaient observé trois vagues de croissance :

##### 5-1-1 Au printemps :

Dés la fin février jusqu'au début mai, elle se manifeste par la pousse de printemps, les ramifications s'allongent et se développent donnant naissance à des jeunes feuilles suivies de pousses fructifères, seules les pousses fructifères bien alimentées verront leur boutons floraux évoluer en fruits. PRALORAN (1971)

**3-1-2 En été :**

(Du juillet à août), où se développe la pousse d'été, plus ou moins vigoureuse, et elle est moins importante que les pousses de printemps et d'automne. LOUSSERT (1985 ; 1989).

**5-1-3 En automne :**

D'octobre à la fin novembre, c'est la pousse d'automne, qui assure le renouvellement du feuillage. LOUSSERT 1989.

Ces trois pousses sont le résultat de trois flux de sève qui commandent le développement végétatif de l'arbre. Ces flux de sève se traduisent par une intense activité d'absorption au niveau du système racinaire, et une activité des synthèses chlorophylliennes au niveau de la frondaison. PRALORAN (1971)

Les arbres ne subissent pas les phénomènes de dormance mais seulement un ralentissement de l'activité végétative. LOUSSERT (1985 ; 1989)

**5-2) LE DEVELOPPEMENT FLORAL :****5-2-1 La floraison :**

D'une façon générale, la floraison des Citrus a lieu au printemps, de la fin de Mars au début Mai, en même temps que s'effectue la pousse de printemps. Cependant, chez certaines espèces, les floraisons peuvent être échelonnées durant toute l'année. Quant à la floraison du clémentinier, elle a lieu au cours du mois de Mars- Avril. PRALORAN (1971).

Le nombre de fleurs produit par un oranger adulte est estimé à 60000, mais seul un très faible pourcentage de ces fleurs donnera des fruits. Les chutes naturelles des fleurs, d'ordre physiologique et hormonal, sont nécessaires pour assurer un calibre convenable des fruits. PRALORAN (1971).

**5-2-2 La pollinisation :**

Lors de la pleine floraison, les anthères des étamines s'ouvrent et laissent échapper les grains de pollen. Ce pollen est transporté par le vent ou par les insectes (principalement les abeilles). noter que souvent la pollinisation (transport de pollen et germination du grain de pollen sur le stigmate) est nécessaire pour déclencher le développement parthénocarpique du fruit. Dans ce cas, la germination du grain de pollen dans le style de la fleur joue

seulement un rôle d'excitateur qui entraîne, sans qu'il y ait fécondation complète, le développement de l'ovaire en fruit.

### **5-2-3 La fécondation :**

Le grain de pollen déposé sur le stigmate de la fleur germe en développant son tube pollinique dans le style. L'anthérozoïde (gamète mâle) qui accompagne le tube pollinique sera ainsi acheminé jusqu'à l'oosphère (gamète femelle).

La fusion de l'anthérozoïde et l'oosphère est la phase ultime de la fécondation, la fécondation est pleinement assurée (fécondation complète) chez les espèces et les variétés riches en pépins (LOUSSERT, 1985 ; 1989).

## **5-3) LE DEVELOPPEMENT DU FRUIT :**

### **5-3-1 La nouaison :**

C'est la première étape du développement du fruit qui suit la fécondation, ou le développement parthénocarpique en l'absence de fécondation complète (LOUSSERT, 1985 ; 1989). Après la chute de pétales, l'ovaire de la fleur se développe, à la suite de la fécondation, les fruits non fécondés chutent peu après avoir jauni (GAUTTER, 1987).

La chute des fruits, au moment de la nouaison, est une chute naturelle bénéfique pour l'équilibre de l'arbre. Elle régularise les productions et favorise le diamètre des fruits. Si cette chute est anormalement élevée, l'agrumiculteur devra essayer d'en déterminer les causes. Très souvent, elle est le résultat d'insuffisances alimentaires en eau ou en azote (LOUSSERT, 1985 ; 1989).

### **5-3-2 Le grossissement du fruit :**

Le grossissement du fruit intervient rapidement après la nouaison (mai – juin), il est influencé par l'âge, la vigueur de l'arbre, et les conditions climatiques (excès de chaleur, alimentation en eau insuffisante) donneront des fruits de petit calibre, à écorce dure et à maturité plus tardive (LOUSSERT, 1985 ; 1989).

### **5-3-3 La maturation :**

Les agrumes subissent au cours de leur évolution diverses transformations avant d'atteindre le point optimum de la maturité à partir duquel ils sont

**6)-EXIGENCES CLIMATIQUES:****6-1) Température:**

Selon Loussert (1989), les températures moyennes favorables à la culture des Citrus sont de l'ordre de: - 10° à 12 °C pour les moyennes hivernales. LOUSSERT (1985).

Le même auteur affirme que les bases températures hivernales et printanières sont souvent un facteur limitatif à l'extension de la culture, car toute baisse e température en dessous de zéro degré centigrade cause des dégâts, en hiver, sur les fruits en cour de maturation et au printemps sur les fleurs et les jeunes pousses. LOUSSERT (1985 )

**6-2) Pluviométrie:**

Même lorsque les agrumes sont cultivés en irrigation, les pluels sont nécessaires, on a remarqué que les récolte augmentaient en qualité et en quantité dans les régions plus pluvieuses que d'autres, il est probable, que l'eau de pluies possède un pouvoir solubilisant supérieur aux eaux d'irrigation et se trouve ainsi plus apte à fourni aux plantes les éléments fertilisants dont elles ont besoin (Boileau et Giordano, 1980).

**7)-EXIGENCES EDAPHIQUES :****7-1) STRUCTURE DU SOL ET SYSTEME RADICULAIRE:**

Selon Loussert (1989), les agrumes présentent un système racinaires peu puissant compare à d'autres espèces fruitières méditerranéennes, la profondeur minimale du sol pour l'implantation d'une orangerie doit être d'environ un mètre; cependant dans les sols sablonneux les racines peuvent se développer jusqu'à plus de deux mètres de profondeur. Le même auteur précise que les agrumes aiment les sols perméables et bien aérés.

**7-2)- QUALITE AGROCHIMIQUES DU SOL :**

L'analyse chimique de la terre de la parcelle nous renseignera sur la fertilité du sol et en particulier sur ses teneurs en matière organique, en P205, en K20. Suivent les résultats de l'analyse, il sera décidé de l'importance à donner à la fumure de fond organique et minérale. La teneur en calcaire actif du sol et son pH sont deux donnés importantes à connaître pour nous guider pour le choix du porte-greffe (Loussert, 1989).

## CHAPITRE II : LES MALADIES DES AGRUMES :

En plus des troubles physiologiques d'origine abiotique (vent; gelée....), les maladies des agrumes sont nombreuses et diversifiées, causées par des ravageurs et des agents parasites phytopathogènes appartenant aux principales catégories parasites: virus, viroïdes, phytoplasmes, bactéries, champignons en plus des ravageurs et insectes. Certains parasites provoquent des affections très graves, alors que d'autres sont de moindre gravité. (Bové, 2008).

### I - LES MALADIES DES AGRUMES

#### 1- LES MALADIES A VIRUS, ET A PHYTOPLASMES

Parmi les nombreuses maladies qui attaquent les agrumes, les viroses paraissent occuper le premier plan par leur gravité. (Bové, 2008).

La tristeza et la psorose, sont les principales maladies à virus signalées dans les pays agrumicoles. Il est se pendant utile de les présenter brièvement, vu leur danger potentiel. (Bové, 2008).

##### 1-1 LE QUICK DECLINE OU TRISTEZA

Cette grave affection est connue dans la plupart des régions agrumicoles du monde. Il est à signaler la présence pratique de cette maladie en Algérie.

Elle est causée par *Citrus tristeza virus* (CTV) il existe plusieurs souches du virus différentes par leur sévérité, la spécificité du vecteur et de la gamme d'hôte (Wallace et Darke, 1972).

La propagation de la maladie se fait par bois de greffage et par plusieurs espèces de pucerons (Bové, 2008).

Les symptômes typiques de cette maladie sont :

- > Le Quick Decline où mort brutale affectant orangers.
- > Le Stem-Pitting (Bois strié).
- > Le Vein clearing (Eclaircissement des nervures).

## 1-2. LES PSOROSSES

Les Psoroses sont causées par des virus désignés sous le nom de *Citri* *psorosis* dont il existe plusieurs variétés, chacune étant responsable d'une forme. On connaît actuellement six type de psorose affectant les citrus (Klotz et Fawcett, 1952), les formes les plus grave sont incontestablement :

- > les psoroses A et B
- >Psorose alvéolaire
- >Psorose en poche
- >Panachure infectieuse et frisolée

De nombreuses expériences semblent prouver que les psoroses se transmettent uniquement par greffage ou par inoculation de jus infectieux.

## 1.3. STUBBORN

Le Stubborn des agrumes causé par *Spiroplasma citri*, représente l'une des plus importantes maladies dans le bassin méditerranéen oriental et proche oriental. L'existence de Stubborn en Algérie a été signalée par Bové et Blondel (1967). Maladie très largement diffusée à travers le monde, entraîne un dépérissement des arbres dans les pays à climat chaud désertique ou semi-aride provoquant une réduction de la production de 50 à 100 % selon les variétés. Dans les régions à climat frais, les manifestations sont moins accentuées et l'incidence sur la production est faible (Tahiri, 2007).

La propagation de la maladie se fait par des espèces de cicadelles (*Eucelidius piebejus*, *Scaphytopius nitridus*, *Circulifer tenellus*) (Tahiri, 2007).

## 2. LES MALADIES BACTERIENNES

Bien que les maladies bactériennes soient assez nombreuses, elles sont peu répandues dans les pays méditerranéens. (Bové, 2008).

### 2.1. HUANGLONGBIN (HLB)

Cette maladie est due à une bactérie située exclusivement dans les tubes criblés du phloème des plantes atteintes, *Candidatus Liberibacter*.

Les symptômes de HLB sont la chlorose des feuilles. En général, les premiers symptômes n'apparaissent que sur un secteur ou une branche de l'arbre. La chlorose se répand et présente des symptômes proches de ceux d'une carence en zinc. On constate un dépérissement des rameaux, l'arbuste contaminé dépérit jusqu'à devenir non productif, le fruit est petit, asymétrique, sa base reste souvent verte, les graines avortent, le goût du fruit devient amer (Anonyme, 2003).

La bactérie du HLB est transmise par deux psylles: *Trioza erytreae* et *Diaphorina citri* et par greffe (Anonyme, 2003).

## 2.2. CHLOROSE VARIEGUE DES AGRUMES (CVA)

La maladie affecte toutes les variétés commerciales d'oranges issues de différents porte-greffes; elle est causée par *Xylella fastidiosa* qui bloque les vaisseaux du xylème de la plante. Elle se transmet à d'autres vergers par le biais des jeunes arbres contaminés et d'insectes piqueurs suceurs (c, 2006).

## 2.3. LE CHANCRE DES AGRUMES

Le chancre des agrumes est une maladie causée par *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri*, (synonymes: *Pseudomonas citri*, *Xanthomonas campestris* pv *citri*). Plusieurs pathotypes de chancre des agrumes ont été décrits, le pathotype le plus destructeur est le type « A » ou chancre asiatique des agrumes (Loussert, 1987).

Le chancre des agrumes est essentiellement une maladie qui produit des tâches sur les feuilles et provoque des lésions sur les tiges et le fruit. La prévalence de lésions chancreuse entraîne l'abscission de la feuille, la chute du fruit et le dépérissement du rameau (Loussert, 1987).

## 3. LES MALADIES FONGIQUES

Les maladies d'origine cryptogamique qui s'attaquent aux agrumes sont assez nombreuses, certaines sont économiquement très importantes, comme la gombose parasitaire, le pourridié, la moisissure et la fumagine(Loussert, 1987)..

### 3.1. LA GOMMOSE A *PHYTOPHTORA*

Cette grave maladie est due à un Champignon appartenant au groupe des Péronosporales, du genre *Phytophthora*, dont il existe diverses espèces parasites d'Agrumes, notamment : *Phytophthora citrophthora* et *Phytophthora parasitica* (Wyss, 1949).

Le champignon pénètre à la faveur d'un point de moindre résistance, telles que les blessures, les cicatrices mal fermées, les craquelures de l'écorce, etc. ..., il se loge entre l'écorce et le liber, et ne tarde pas à encercler tout le tronc (Wyss, 1949).

Selon (Wyss, 1949) dans le cas des attaques avancées, le champignon infecte les racines, le collet et le tronc, les branches, les rameaux, les feuilles, les fleurs et même les fruits. L'arbre infecté réagit par des sécrétions de gommages ayant une odeur acide qui obstrue les vaisseaux de la plante, engendrant un arrêt de la circulation de la sève. Les parties de l'arbre qui ne sont plus desservies par la sève perdent leurs feuilles, se dessèchent et meurent.

### 3.2. LES POURRIDIES

De nombreux champignons sont à l'origine de ces pourritures qui s'installent de préférence sur les arbres affaiblis. La maladie apparaît généralement dans des foyers localisés et s'étend, de plus en plus, dans les plantations. La pénétration de ces champignons en profondeur provoque, un envahissement des parties enterrées du tronc et à la base des grosses racines, un jaunissement puis chute des feuilles et un dépérissement brutal avec dessèchement des feuilles et des rameaux ou la mort de l'arbre lorsque les dégâts souterrains sont plus importants (Kolbezen et al., 1974).

- > Pourritures à Armillaire
- > Pourriture à Sclerotinia
- > Pourritures à Clitocybe
- > Pourritures cotonneuses des racines
- > Pourriture à *Rosellinia*.

### 3.3. LA FUMAGINE

C'est un parasite indirect des agrumes car il se développe en se nourrissant du miellat sécrété par les cochenilles, les pucerons et les aleurodes. Le champignon forme une couche velouté noirâtre. Les feuilles peuvent être entièrement recouvertes par la fumagine ; sur les fruits des traces noirâtres apparaissent également qui diminuent fortement leur qualité à l'exportation. La fumagine gêne l'assimilation chlorophyllienne et donc l'alimentation normale de l'arbre (Loussert, 1985).

### 3.4. POURRITURE BRUNE (*Phytophthora sp.*)

La pourriture brune est une autre maladie qui se développe sur les fruits de citrus. Dans les vergers, ce sont surtout les fruits se trouvant près du sol, sur les branches basses, qui sont atteints par cette maladie. Sur les fruits infectés on observe des zones brunâtres, avec ou sans fructifications du champignon. Tout fois, elle est d'une importance secondaire, sauf dans les régions humides à sol assez lourd (Anonyme, 1976).

### 3.5. MAL SECCO

Appellation d'origine italienne désignant les affections des agrumes causés par un champignon *Deuterophoma tracheiphila*, Se développe sur les agrumes, principalement sur citronnier mais aussi bigaradier, cédratier, bergamotier, *Citrus limettier*. La plupart des cultivars d'oranger, de mandarinier, de clémentinier et de pamplemoussier ne sont qu'occasionnellement affectés. Au départ, seule une partie de l'arbre est touchée au niveau des extrémités puis peu à peu la maladie s'étend vers le bas et atteint les grosses branches. Le dépérissement de l'arbre survient en un ou deux ans (Gentile et al., 1992).

## 4. LES RAVAGEURS DES AGRUMES

La culture d'agrumes est sujette à de nombreuses attaques des ravageurs; parmi ces ravageurs nous citons : les Acariens, la Cératite, la Mineuse, les Aleurodes, les Cochenilles, les Pucerons, les Acariens et les Nématodes. (Gentile et al., 1992)..

#### **4.1. LES ACARIENS**

Les acariens sont des minuscules ravageurs. Ils vivent et se développent sur les organes végétaux, les dommages qu'ils provoquent peuvent être importants. Ils se manifestent sous diverses formes : nécrose, décoloration, déformation, chute des feuilles, bourgeons et fruits...ect. Les espèces nuisibles d'acariens sur les agrumes sont nombreuses : l'acarien des bourgeons (*Aceria shildoni*), l'acarien tisserand (*Tetranychus cinnabarinus*), l'acarien ravisseur (*Hemitarsonemus latus*) (Parloran, 1971).

#### **4.2. LES COCHENILLES**

Ce sont des homoptères, insectes piqueurs-suceurs recouverts soit d'un bouclier, soit d'une matière cireuse ou d'une sécrétion cotonneuse, portant très souvent le nom commun de poux des plantes. Les cochenilles se développent sur les feuilles, les fruits et la tige. Ils sont groupés dans différentes familles, selon leurs caractères morphologiques : Les Pseudococcines (*Planococcus citri* et *Pseudococcus citri*), cochenille australienne (*Icerya purchasi*) (*Chrysomphalus dictyospermi*) et cochenille plat (*Coccus hesperidum* Linne), pou noire (*Parlatoria zizyphus* Lucas), cochenille noire (*Saisetia oleae* Bernard), cochenilles virgule (*Lepidosaphes beckii* Newman) (Loussert, 1985).

#### **4.4. LA CERATITE**

*Ceratitis capitata* est très polyphage ; plusieurs espèces de plantes-hôtes ont été dénombrées jusqu'à présent, parmi lesquelles figurent pratiquement les agrumes. Elle représente l'un des plus graves problèmes pour l'agrumiculture.

Les pertes annuelles sont variables ; en cas d'absence ou mauvaise conduite des traitements, les dégâts s'élèvent facilement à 10-20% ou plus. Deux sortes de dommages résultent de l'attaque de la cératite ; celles provoqués par les piqûres de femelles qui donnent un mauvais état de présentation des fruits des agrumes, en outre les fruits piqués tournent plus rapidement (maturité apparente) et peuvent tomber précocement. Des dommages provoqués par les attaques d'asticots ils entraînent la pourriture des fruits ; les fruits véreux sont totalement perdus (Driochi, 1989).

#### 4.5. L'ALEURODE

Ce sont des petits homoptères qui se reprochent beaucoup des cochenilles, surtout par leurs stades larvaires. La famille des aleurodes a de nombreux représentants ; sur agrumes trois espèces ont été principalement dénombrées : *Acaudalerodes citri*, *Dialeurode citri*, *Aleurothrixus floccosus* (Loussert, 1985).

Bien que les dégâts ne paraissent pas toujours être importants sur les agrumes, le danger potentiel existe certainement. Les aleurodes entre autres à l'origine d'une abondante fumagine, comme d'ailleurs la plupart des homoptères. L'association de miellat abondamment excrété et de fumagine entraîne une asphyxie du végétal à plus ou moins brève échéance, avec perte de vigueur de l'arbre (Loussert, 1985).

#### 4.6. LA MINEUSE

La mineuse des agrumes *Phyllocnistis citrella* est une micro-lépidoptère. Les premières attaques sont observées sur les parties tendres de la plante.

feuilles et les nouvelles pousses en faisant une galerie brillante et transparente, sous laquelle s'abrite pour se nourrir de la feuille. Sur les feuilles, les mines sont creusées entre deux épidermes qui restent intacts. Cette attaque provoque la destruction du parenchyme chlorophyllien (Loussert, 1985).

#### 4.7. LES NEMATODES

L'espèce la plus importante de nématodes qui évolue sur les citrus est *Tylenchulus semipenetrans* Cobb, appelé : Le nématode des agrumes. Il appartient au groupe des nématodes des racines ou *anguillules*, ennemis souterrains d'un grand nombre de cultures. Son attaque est localisée au niveau des racines et les radicelles sur lesquelles se manifestent des nécroses. Sur les racines endommagées s'installent les champignons de pourriture qui aggravent les dégâts (Loussert, 1989).

**II- LA PROTECTION PHYTOSANITAIRE**

La protection phytosanitaire est la mise en oeuvre de l'ensemble des méthodes appropriées pour éviter au maximum la réduction de la valeur de la production agricole lorsqu'elle est provoquée par les déprédateurs et les accidents écologiques. En raison de la grande diversité des ravageurs et des parasites des agrumes, le sujet de lutte a toujours été et reste une préoccupation chez les agrumiculteurs (Regnault et al., 2005).

A côté des méthodes de lutttes culturales, génétiques ou biologiques, les traitements chimiques sont largement utilisés pour combattre les maladies. Toute fois, aucune chimiothérapie n'est développée en pratique contre les virus et les viroïdes à l'exception des interventions contre les vecteurs (notamment les insectes) (Regnault et al., 2005).

Malgré le développement et la constante réflexion d'améliorer les méthodes de lutte, néanmoins dans sa globalité la lutte reste dominée par les méthodes chimiques, et ce en dépit des encouragements orientés vers l'utilisation des procédures de lutte raisonnée plus respectueuses de l'environnement et de la santé des utilisateurs et des consommateurs. Selon les méthodes de protection utilisées, on peut distinguer deux groupes complémentaires à savoir les méthodes prophylactiques et les méthodes curatives (Regnault et al., 2005).

**1- LES PESTICIDES**

Les pesticides sont des substances chimiques de synthèse principalement utilisées dans l'agriculture pour détruire les organismes nuisibles, telles que les champignons, les insectes, les bactéries et les plantes adventices. Ces pesticides sont composés d'un ou de plusieurs ingrédients actifs mélangés à des adjuvants qui permettent une formulation d'utilisation facile tel qu'un liquide ou une poudre. Certains adjuvants sont inertes, alors que d'autres sont également nocifs et peuvent rendre la substance active plus toxique (Regnault et al., 2005).

Le Codex Alimentarius définit comme pesticide toute substance destinée à prévenir, détruire, attirer, repousser ou lutter contre tout élément nuisible, plante ou insecte, pendant la production, l'entreposage, le transport, la distribution et la transformation de denrées alimentaires, de produits agricoles ou d'aliments pour animaux. Vu leurs propriétés toxicologiques, ubiquité, persistance, présence et concentration dans la chaîne alimentaire, ils constituent un véritable danger, et sont actuellement considérés parmi les principaux polluants environnementaux, à l'origine de résidus toxiques dans l'air, le sol et l'eau (Urban et Cook, 1986)

Pour les pays en voie de développement, en l'absence de ces moyens efficaces de lutte, la diminution de la protection alimentaire pourrait être dramatique. Par conséquent, et face à cette dualité bénéfice-risque, la protection de la santé humaine contre l'exposition aux pesticides demeure une préoccupation majeure, et le problème de résidus toxiques reste d'actualité (Geahchan et Abi zeid daou, 1995).

D'après leur cible, les pesticides sont divisés en herbicides, insecticides, fongicides, acaricides, molluscicides, nématicides, rodenticides et avicides. Selon leur structure chimique, ils peuvent être organochlorés, organophosphorés, carbamates, benzimidazoles, triazoles, pyréthriinoïdes de synthèse, pyrimidines et autres (Regnault et al., 2005).

### **1-1 METHODES CURATIVES**

Cette technique consiste à intervenir directement contre le déprédateur en place ou contre ces effets, généralement par des matières actives d'origine chimique (pesticide), en plus des substances de croissance et les correcteurs de carence. (Regnault et al., 2005).

### **1-2 LUTTE CHIMIQUE**

La lutte contre les ennemis des cultures avec des produits chimiques a pris, grâce au développement de la chimie organique, une ampleur considérable, à tel point que l'on oublie parfois l'existence d'autres moyens de lutte. Les traitements antiparasitaires ont permis d'augmenter très nettement les rendements de la

plupart des cultures en réduisant la part prélevée par les ravageurs ou détruite par les maladies des plantes. Dans bien des cas, c'est de leur bonne exécution que dépend avant tout le succès d'une culture (Regnault et al., 2005).

La lutte chimique n'apparaît donc plus maintenant comme la solution universelle aux problèmes posés par la protection des cultures. Elle doit être utilisée avec discernement, en tenant compte aussi des influences à longue échéance. La toxicité des produits chimiques pour l'homme, celle des insecticides et acaricides surtout, est un autre facteur qui en limite l'usage. Il faut, en outre, tenir compte de la toxicité pour les animaux domestiques, les abeilles, le gibier, ainsi que des risques d'altération de saveur des récoltes (Regnault et al., 2005).

Malgré ces divers inconvénients, la lutte chimique reste indispensable à la défense des cultures. Toutefois, les recherches s'orientent maintenant vers la mise au point de moyens de lutte moins toxiques, moins rémanents ou plus sélectifs. De tels produits ont l'avantage de permettre une lutte antiparasitaire « dirigée » qui tient compte de la menace réelle que les ravageurs et les maladies font courir à la culture (Regnault et al., 2005).

## **1-2 LUTTE INTEGREE**

Selon l'OLIB, la lutte intégrée est un procédé de lutte contre les organismes nuisibles, qui utilise un ensemble de méthodes satisfaisant les exigences à la mise en œuvre délibérée des éléments naturels de limitation et en respectant les seuils de tolérance (Regnault et al., 2005).

La lutte contre les parasites des plantes cultivées sont basées sur le respect de quelques règles dont la mise en œuvre repose sur des mesures légales, sur une prophylaxie fondée sur l'élimination des sources et des vecteurs, et sur l'utilisation de méthodes de lutte physiques, chimiques, culturales et biologiques (Regnault et al., 2005).

## **2) LUTTE BIOLOGIQUE**

Selon l'OILB (Organisation Internationale de Lutte Biologique créée en 1948 pour promouvoir la lutte biologique), la lutte biologique (en anglais :

*biological control* ou *biocontrol*) consiste à utiliser des organismes vivants pour prévenir ou réduire les dégâts causés par des ravageurs et agents phytopathogènes (insectes, phanérogames, champignons et bactéries). Principalement adoptée par les entomologistes, cette définition concerne tous les domaines d'application (y compris la protection des forêts). Certains entomologistes de l'OILB élargissent le concept en prenant en compte également les substances dérivées d'organismes vivants (utilisation d'hormones de croissance) (Regnault et al., 2005).

Pour certains, la résistance génétique de la plante-hôte constitue une méthode non chimique de lutte qui ne relève pas spécifiquement des méthodes de lutte biologique au sens strict, alors que pour d'autres, cette résistance génétique doit être considérée comme un, sinon le principal moyen de lutte biologique (Regnault et al., 2005).

### **2-1 BIOPESTICIDES :**

Les biopesticides végétales peuvent être à base de bactérie, champignons, virus, nématodes et des extraits des plantes.

Plusieurs études se sont intéressées aux plantes peuvent être utilisées en bio désinfection.

Ces plantes contiennent naturellement dans leurs tissus des quantités importantes des molécules bioactives que ne sont pas interseéquentement biocides.

Cependant lorsqu'elles sont stressées libèrent une gamme de produits connus par leurs propriétés biocides ou biostatique. (Ait Saaduk 2011)

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

Les biopesticides présentent davantage de ne pas être toxiques pour les vertèbres d'être biodégradable et surtout d'avoir une spécificité et une efficacité d'actions à faible dose sur les organismes nuisibles. (Jaoua ,2005).

**2-1-1 BIOPESTICIDE D'ORIGINE VEGETALE :**

Les molécules chimiques végétales sont connues pour leurs effets depuis l'antiquité ; environ 2121 espèces végétales possédant des propriétés de la lutte anti-parasitaire parmi 1005 espèces de plantes présentant des propriétés insecticides 384 avec des propriétés antiappétissantes, 297 ayant des propriétés répulsives, 27 avec des propriétés attractives et 31 identifiées comme stimulateurs de croissance (Rana Singh .2000) .

Ses molécules à activité biopesticide appartiennent à majorité à trois grandes familles chimiques : les substances phénoliques , les terpénoïdes ,les stéroïdes et les alcaloïdes ( Roger et *al...* 2001).

**3-METHODES PROPHYLACTIQUES**

Ces méthodes ont pour but la réduction jusqu'au minimum les risques d'infection et d'accidents par les moyens préventifs appropriés (Regnault et al., 2005) :

- > **Adaptation écologique** : Une plante mal adaptée à son environnement est susceptible d'être très sensible aux attaques des déprédateurs et parasites.
- > **Alimentation adoptée** : Eviter l'utilisation abusive des engrais et des produits phytopharmaceutiques car ils peuvent parfois modifier l'équilibre minérale de la plante cultivée par conséquent sa sensibilité augmente aux maladies.
- > **Entretien du milieu** : toute modification dans le milieu (brise de vent, labour, traitement phytosanitaire, ect) déterminera un effet défavorable pour le bon développement de la plante cultivée.

## CHAPITRE III : PUCERONS DES AGRUMES :

### INTRODUCTION

L'influence de l'espèce de l'aphide vecteur, sur la multiplication et la distribution du virus de la tristezza des agrumes, n'avait encore jamais été vraiment étudiée.

Certains résultats antérieurs semblaient montrer que la dynamique du , était modifiée en présence de l'aphide brun des agrumes, *Toxoptera citricidus*

Pour étudier ce problème, des données, portant sur l'observation de nombreuses parcelles réparties dans plusieurs pays, ont été scindées en deux catégories,

### 1-LES PUCERONS

Les pucerons se caractérisent par leur apparition massive, ils attaquent pratiquement tous les organes végétatifs, mais on les observe le plus fréquemment sur le feuillage et les jeunes pousses. Les pucerons font une absorption abondante de la sève du végétal attaqué. Les dommages dus aux piqûres diffèrent selon les organes touchés : un enroulement et recroquevillèrent des feuilles, la déformation des jeunes pousses, ect. Les pucerons entraînent également la formation de fumagine et sont la cause de l'invasion des fourmis. Ils peuvent éventuellement transmettre des maladies à virus notamment le *Toxoptera aurantii*, *Aphis citricola*, *Aphis gossypii*, *Myzus persicae* (Loussert, 1985).

### 2- LES PRINCIPALES ESPECES

- *Aphis citricola* V.D.G. = *Aphis spiraecola* Patch. 1914
- *Aphis gossypii* Glov.(1877)
- *Toxoptera aurantii* B.D.F.(1841)
- *Aphis craccivora* KOCH (1854)
- *Aphis fabae* Scopoli (1763)
- *Myzus persicae* Sulz. (1776)

### 3 - GAMME D'HOTES

- *A. gossypii* : Cette espèce est polyphage. Au Maroc, elle est très nuisible sur cucurbitacées (Melons, pastèques, courges, concombres etc.), elle attaque aussi diverses plantes ornementales et spontanées.
- *A. citricola* : Cette espèce est peu polyphage. En plus des Agrumes, l'espèce a été trouvée sur poirier et aussi sur plantes ornementales (*Cotoneaster pyranantha*, *Jacaranda acutifolia*).

- *T.aurantii*: Au Maroc, cette espèce n'a été observée, jusqu'à présent, que sur Citrus.

#### 4- ENNEMIS NATURELS

Le contrôle des populations aphidiennes sur les agrumes est assuré à la fois par les prédateurs et les parasitoïdes.

L'action prédatrice est réalisée par:

- *Coccinella septempunctata* (L)
- *Episyrplus balteatus* (De Geer)
- La cécidomyie) qui joue le rôle le plus important dans la régulation.
- Les chrysopes

Des espèces parasitoïdes de la famille des aphidiides contribuent d'une façon importante à la régulation des populations aphidiennes.

#### 5- EVOLUTION DES PUCERONS SUR CITRUS

- Dans les vergers agrumicoles marocains, les premières colonies s'observent au cours du mois de mars.
- Selon les régions, elles se multiplient plus ou moins activement pendant le printemps en envahissant les jeunes pousses et même les fleurs.
- Les feuilles sont parfois fortement enroulées sous l'action des piqûres des pucerons.
- *A. spiraecola* et *A. gossypii* se manifestent, en plus, par l'excrétion d'un abondant miellat.

À partir de juin on note une réduction des populations, probablement à cause des températures élevées de l'été.

Une reconstitution progressive des colonies aphidiennes est constatée en automne.

- Celles-ci disparaissent des vergers en hiver.

#### 6- MORPHOLOGIE

*Toxoptera citricida*, le puceron brun des agrumes, puceron de grande taille (2,8 mm)

. Adultes noirs, luisants et larves brunes. La détermination de l'espèce se fait à partir des adultes ailés: La nervure médiane est bifurquée deux fois avec un ptérostigma clair. De plus, chez les ailés, l'article antennaire n°3 est entièrement foncé. Chez les aptères, les articles antennaires 3 à 4 sont clairs.

- *Aphis spiraecola* Patch : le puceron vert: de taille moyenne (2 mm), avec cornicules et queue noirs, et pattes brunes.
- *Aphis gossypii* Glover : se distingue de *A. spiraecola* par sa queue claire: Sa coloration peut aller du vert pâle au vert foncé.

## 7- BIOLOGIE ET DEGATS

### Transmission de la maladie de la tristeza

Outre la perturbation de la croissance et la production de fumagine, il faut savoir que *T. citricida* est le meilleur vecteur naturel du virus de la Tristeza. Cette virose a été formellement identifiée en côte sous le vent sur limettier en février 1998. *Aphis spiraecola* est également un bon vecteur naturel du virus de la tristeza. Une propagation limitée de la maladie passe par une maîtrise des populations de pucerons.

## 8- CONTROLE BIOLOGIQUE

### Raisonnement de la lutte contre les pucerons

Il faut intervenir en se basant sur des seuils de nuisibilité en dessous desquels la régulation va pouvoir se faire naturellement grâce aux auxiliaires. Si les populations d'aphides sont trop importantes et que leur apparition est trop rapide pour que l'intervention des auxiliaires soit suffisante, il faut utiliser des produits spécifiques, qui auront le moins d'impact possible sur les parasitoïdes et les prédateurs. Il en va du maintien de l'équilibre biologique de la parcelle.

## DONNEE GENERALE SUR LES HUILES ESSENTIELLES ET LES PLANTES

### UTILISEES EN TRAITEMENTS.

#### 1- LES HUILES ESSENTIELLES

##### 1-1 HISTORIQUE :

Selon **Fabrocini (1999)**, l'aromathérapie est connue depuis la haute antiquité il y a plus de 4000 ans où on faisait l'extraction des essences parfumées des plantes, les égyptiens utilisaient ces essences aromatiques comme cosmétiques.

Le 15<sup>ème</sup> siècle marqua le début de la diffusion des connaissances sur les plantes médicinales et sur la pratique médicale sous forme de compilations appelées herbiers (**Stary, 1992**).

Les traces d'utilisation d'aromathérapie retrouvée au Pakistan ont plus de 7000 ans sur terre, des inscriptions ont été trouvées datant de 4000 ans en Egypte (**Yuredon, 2004**).

Au 19<sup>ème</sup> siècle les travailleurs de parfumeries présentèrent une immunité complète contre les épidémies de choléra (**Young, 2002**).

Les plantes produisent plus de 30.000 types de produits chimiques, y compris des principes volatils, colorants et d'autres, qui constituent aujourd'hui la base des traitements médicaux (**Zedek, 2002**).

##### 1-2 DEFINITION :

Selon **Sallé (1991)**, les huiles essentielles sont des mélanges de divers produits issus d'une espèce végétale, ces mélanges passent avec certaine proportion d'eau lors d'une distillation effectuée dans un courant de vapeur d'eau.

Ce sont des substances fluides, à odeur aromatique agréable qui se forme à l'intérieur des cellules végétales spécialisées.

Les huiles essentielles "essences, huiles volatils" sont des produits de composition générale assez complexe renferment des principes volatils contenus dans les végétaux, elles sont plus ou moins modifiées au cours de leur préparation, **(Bruneton, 1999)**.

### **1-3 ROLE DES HUILES ESSENTIELLES CHEZ LES PLANTES :**

Elles ont des fonctions multiples dans la nature. En effet, expérimentalement il a été établi qu'elles interviennent dans les interactions «végétaux-animaux » où elles constituent un moyen de communication,**(Brutenon, 1997)**.

En raison de leur structure chimique unique, les huiles essentielles ont la capacité de pénétrer les parois cellulaires et de transporter l'oxygène, les nutriments et d'autres composés biochimiques vitaux jusqu'à l'intérieur de chaque cellule. Elles contiennent de puissants composés biochimiques qui donnent aux plantes la capacité de croître, de réparer les dommages à leur structure **(Yong, 2002)**.

**Back et Pemberton in MILADI (1970)**, ajoutent que les huiles essentielles d'agrumes protègent les fruits contre les proliférations et les attaques d'insectes.

### **1-4 TOXICITE DES HUILES ESSENTIELLES :**

Il existe un risque de toxicité aiguë lié à une ingestion massive, en particulier la neurotoxicose des huiles essentielles à thuyone (thuya, absinthe, tanaïsie, sauge officinale) ou à pinocamphone (hysope) : se sont les cétones qui induisent des crises épileptiformes et tétaniforme, des troubles psychiques et sensoriels.

nécessitant parfois l'hospitalisation; d'autres causes d'intoxications sont également de spasme de la glotte (chez le jeune enfant), de cinéol, et de eanéthole,**(Brunton1993)**.

### **1-5 PROCEDES D'EXTRACTION:**

Selon **Sallé (1991)**, il existe plusieurs procédés d'extraction des matières aromatiques donnant des huiles essentielles, on distingue:

- \* L'hydro distillation.
- \* L'entraînement à la vapeur d'eau.
- \* L'extraction par solvants organiques volatils.

### 1-5- 1 L'HYDRO DISTILLATION :

C'est le procédé chimique le plus ancien et le plus connu, il a été proposé par **Garnier en 1891**, son principe consiste à immerger directement la matière végétale à traiter dans un ballon rempli d'eau qui est ensuite porté à ébullition. Les vapeurs hétérogènes vont se condenser sur une surface froide et l'huile essentielle sera alors séparée par différence de densité ,(Bruneton, 1993, Silou et al., 2003).

Selon les mêmes auteurs, cette méthode permet d'obtenir des rendements élevés avec une essence de bonne qualité et concentrée, grâce au contact direct matière végétale-eau. Ce la n'empêche pas que ce mode peut causer des altérations de certaines substances odorantes et des pertes dans la quantité des huiles essentielles, cependant un chauffage modéré peut limiter ces altérations.

Selon **Kothe (2007)** et **Fabrocini (1999)**, La distillation à la vapeur d'eau est l'autre un procédé qui consiste à récupérer l'huile essentielle en faisant passer la matière végétale à travers la vapeur d'eau. Ces vapeurs saturées en composés organiques volatils sont condensées par décantation.

### 1- 5-2 - L'ENTRAINEMENT A LA VAPEUR D'EAU :

La plante est placée sur une grille perforée au-dessus de la base de alambic, et n'est pas en contact avec l'eau , (**Belaiche, 1979**).

Les particules de vapeur d'eau, se dirigeant vers le haut, font éclater les cellules contenant l'essence et entraînent avec elles les molécules odorantes.

La vapeur passe ensuite à travers un récipient réfrigérant où la température diminue, provoquant le déclenchement des molécules huileuses des particules de vapeur, qui se condense en eau. L'huile et l'eau se séparent du fait de leur poids spécifique différent (**Padrini et Lucheroni, 1996**).

### 1-5-3- L'EXTRACTION PAR SOLVANTS ORGANIQUES VOLATILS :

De nombreuses usines se sont développées autour de ce procédé. Les solvants mis en œuvre sont le cyclohexane qui a remplacé le benzène des hydrocarbures aliphatiques et l'anhydre carbonique à l'état supercritique; c'est précisément le développement de l'industrie pétrolière à la fin de ce dernier siècle qui a aidé au développement de cette méthode. **(Boumghar, 1989).**

Certaines huiles essentielles ont une densité voisine de l'eau et le procédé par distillation à la vapeur d'eau ne peut être utilisé. C'est une méthode très employée, qui consiste à faire macérer la plante dans le solvant à froid afin de faire passer les substances odorantes dans le solvant **(Sallé, 1991).**

Les huiles essentielles ont la propriété d'être solubles dans les solvants organiques (pentane, hexane, éther de pétrole, ...).

Les solvants à température d'ébullition peu élevée sont employés pour éviter la décomposition des molécules odorantes les plus fragiles **(Richard et al., 1992).**

Les essences concrètes sont le résultat de l'extraction par les solvants. Elles sont constituées par un mélange généralement homogène de cire et de constituants odorants. Le traitement de ces concrètes par l'alcool éthylique permet de séparer ces deux parties du fait que seules constituants odorants sont solubles dans l'alcool, de sorte que l'élimination de l'alcool conduit aux essences absolues. Ce procédé a des applications potentielles dans l'industrie des arômes et des parfums, car il est très avantageux par rapport aux autres techniques **(Benyoussef, 1999).**

### 1-6 - IDENTIFICATION DES HUILES ESSENTIELLES :

Différentes méthodes sont utilisées pour identifier les composants d'une huile essentielle, parmi celles-ci la chromatographie en phase gazeuse **(C.P.G)**, Chromatographie en phase liquide à haute performance **(HPLC)**

#### 1- 6-1- LA CHROMATOGRAPHIE EN PHASE GAZEUSE (C.P.G):

C'est une méthode d'analyse chimique utilisée pour séparer les constituants d'un mélange de gaz ou de composés vaporisables à haute température, elle permet

d'identifier des constituants même à l'état de traces d'où ces derniers sont caractérisés par leur temps de rétention (**SKOOG et al., 2003**). Le chromatographe en phase gazeuse est constitué de trois modules : un injecteur, une colonne capillaire dans un four et un détecteur. Il existe différents types de détecteurs mais le spectromètre de masse tend aujourd'hui à supplanter tous les autres car il est le seul à fournir des informations structurales sur les composés séparés par chromatographie (**Bouchonnet et Libong, 2000**).

La chromatographie est la plus utilisée car elle permet en même temps de préciser les vertus thérapeutiques de l'huile, son origine, sa spécificité ainsi que sa Pureté, de plus, elle permet de faire une analyse complète de plus d'une centaine de molécules chimiques que contient l'huile (**Willem, 2004 in Bachelot et al., 2005**).

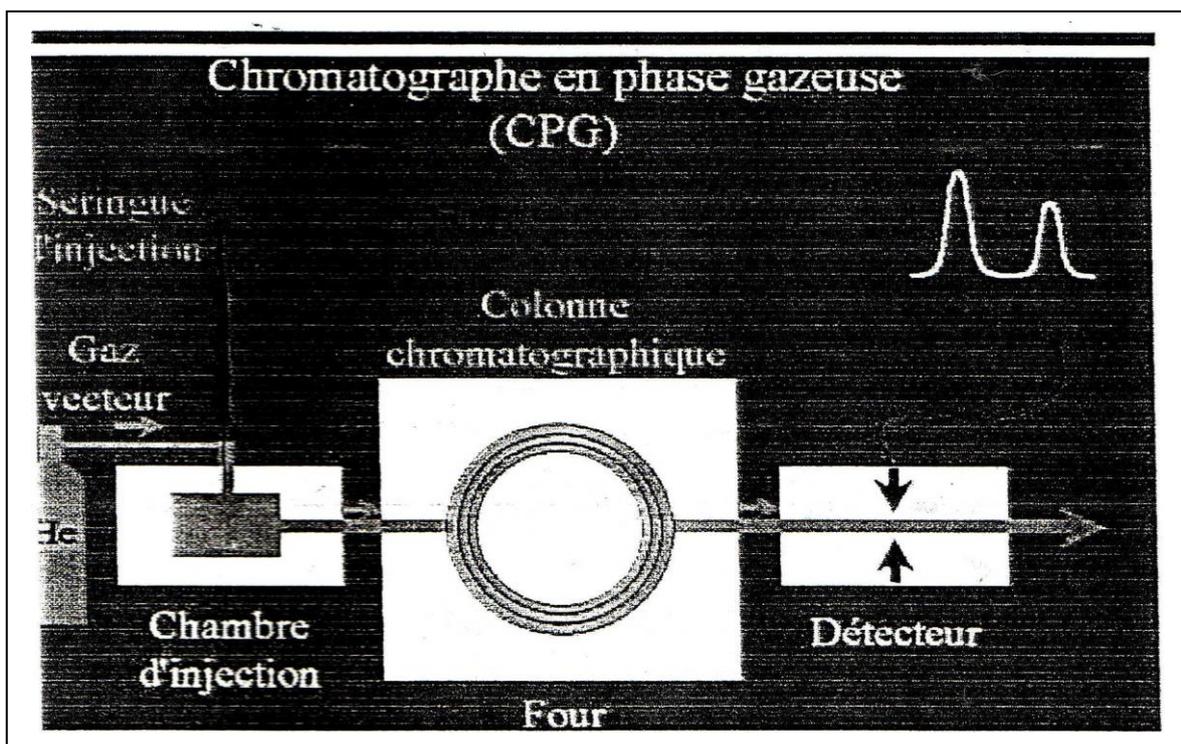


Figure 16: Schéma d'un appareil de chromatographie en phase gazeuse

(CHAICHI.2004)

**- Système d'injection de l' échantillon :**

La méthode la plus courante consiste à utiliser une micro seringue avec laquelle on injecte l'échantillon liquide ou gazeux à travers un diaphragme ou un septum en élastomère dans une chambre à vaporisation instantanée située au sommet de la colonne. **(Willem, 2004 in Bachelot et al., 2005).**

**-Alimentation en gaz vecteur:**

Les gaz vecteurs (ou gaz porteurs) doivent être chimiquement inertes, Selon le type de détecteur on utilise 4 gaz Azote, Hélium, Argon, Hydrogène. Il est nécessaire de régler la pression du gaz pour avoir un débit constant **(Willem, 2004 in Bachelot et al., 2005).**

**-Configuration des colonnes et de leurs fours :**

Les colonnes chromatographiques ont des longueurs comprises entre 2 et 50m ou plus. Elles sont en acier inoxydable, en verre, en silice fondue ou en téflon.

Pour pouvoir s'emboîter dans un four thermostatique, elles sont usuellement formées d'enroulements de 10 a 30 cm de diamètre **(Bouchonnet et Libong, 2000).**

La température de la colonne est un paramètre important qui doit être contrôlé à quelques dixièmes de degré. C'est pourquoi on place la colonne dans une enceinte thermostatique. La température optimale de la colonne dépend du point d'ébullition de l'échantillon et du degré de séparation requis.

En général, la résolution optimale est associée a une température minimale, cependant l'abaissement de température augmente le temps d'ébullition et donc la durée de l' analyse. **(Willem, 2004 in Bachelot et al., 2005).**

**- Le détecteur :**

Le détecteur à ionisation de flamme est le détecteur le plus utilisé. Dans un brûleur, l'échantillon de la colonne est mélangé avec de l'hydrogène et de l'oxygène et ce mélange est en flamme électriquement. La plupart des composés organiques

sont pyrolysées à la température d'une flamme hydrogène oxygène en produisant des ions et des électrons capables de conduire l'électricité à travers la flamme.

**(Willem, 2004 in Bachelot et al., 2005).**

Ce détecteur répond au nombre d'atomes de carbone formés par unité de temps, il constitue un dispositif très sensible.

Mais la meilleure méthode de détection c'est bien sûr la combinaison avec des techniques sélectives de spectroscopie et d'électrochimie **(Willem, 2004 in Bachelot et al., 2005).**

**- L'enregistreur :**

Le signal produit par le détecteur est amplifié et transmis de manière continue à l'enregistreur où il inscrit sur une bande de papier en mentionnant la date, l'heure et le numéro de l'échantillon injecté. **(Bouchonnet et Libong, 2000).**

**1-6-2- CHROMATOGRAPHIE EN PHASE LIQUIDE A HAUTE PERFORMANCE (HPLC) :**

La chromatographie en phase liquide ou **(Liquid chromatography)** : est une technique d'analyse quantitative, qualitative et séparative principalement utilisée dans le domaine de la chimie analytique comme outil scientifique majeur mais aussi dans des domaines variés tels que la chimie organique et la biochimie.

la chromatographie sur couche mince (CCM), la chromatographie sur papier, la chromatographie en phase liquide en colonne ouverte ou à basse pression, et la chromatographie en phase liquide à haute performance (HPLC). Ce type de chromatographie repose sur la séparation de composés entraînés par un liquide (phase mobile) à travers un solide divisé (phase stationnaire) qui est soit placé dans un tube (colonne chromatographique), soit fixé sur une surface inerte, La séparation s'opère suivant les interactions chimiques ou physiques des analytes avec la phase mobile ainsi qu'avec la phase stationnaire.

La colonne n'est pas "capillaire" en chromatographie liquide, même si certains fabricants mettent sur le marché des tubes plus fins. La colonne ont des diamètres

entre situés entre 4 mm et 1mm c'est à dire environ 10 fois plus grosse que les colonnes "capillaires" utilisées en chromatographie gazeuse (**Willem, 2004 in Bachelot et al., 2005**).

### **1-7. PROPRIETES ET UTILISATION :**

Les **H.E** contenues dans les herbes aromatiques sont responsables des différentes senteurs que dégagent les plantes. Elles sont très utilisées dans l'industrie des cosmétiques, de la parfumerie, l'industrie alimentaire (les arômes) et aussi de l'aromathérapie. Cette dernière se veut une technique thérapeutique par le massage, les inhalations ou les bains tout en utilisant les **H.E**.

Respirer une odeur agréable, celle d'une rose ou d'un fruit bien mûr procure une sensation de bien être (**blayn J-F. 1980**).

#### **1-7-1. Antibactérienne :**

Puisque les phénols (carvacrol, thymol) possèdent le coefficient antibactérien le plus élevé, suivi des monoterpénols (géraniol, menthol, terpinéol), aldéhydes (néral, géranial), etc. (**Blayn J-F. 1980**).

#### **1-7-2 Antivirale :**

Les virus donnent lieu à des pathologies très variées dont certaines posent des problèmes non résolubles aujourd'hui, les HE constituent une aubaine pour traiter ces fléaux infectieux aromatiques. Les virus sont très sensibles aux molécules aromatiques, (**Blayn J-F. 1980**)

#### **1-7-3 Antifongique :**

Les mycoses sont d'une actualité criante, car les antibiotiques prescrits de manière abusive favorisent leur extension, avec les HE on utilisera les mêmes groupes que ceux cités plus haut, on ajoutera les sesquiterpéniques et les lactones sesquiterpéniques. Par ailleurs, les mycoses ne se développent pas sur un terrain acide. Ainsi il faut chercher à alcaliniser le terrain. (**Blayn J-F. 1980**).

## 2)- LES PLANTES UTILISEES EN TRAITEMENTS :

### 2-1– ORIGAN (*Origanum glandulosum*).

#### 2-1-1 CLASSIFICATION

- Règne : plantae
- Famille : lamiaceae
- Genre : Origanum
- Espèce : *Origanum glandulosum*



(Dobignard, 2008)

**Fig. 04:** Les feuilles d'origan  
(Dobignard, 2008)

#### 2- 1-2- DESCRIPTION BOTANIQUE

C'est une plante robuste herbacée appartient a la famille de lamiaceae, (Dobignard, 2008) pousse bien dans les sols calcaires. Les feuilles sont gris vert, et lisses .La fleur comporte un calice tubuleux non bilabié à cinq dents courtes, une corolle blanche à lèvre supérieure marginée et à lèvre inférieure trilobée et quatre étamines divergentes (**Fig...04**). Le fruit est presque rond et sans albumen, (Quezel et Santa, 1963).

#### 2-1-3. ORIGINE ET DISTRIBUTION

Le genre est largement répandu en région méditerranéenne. Cependant la plupart des espèces (75 %) sont concentrées dans le pourtour méditerranéen (Ruberto et al, **2002**). *O. glandulosum* et *O. floribundum* (Munby) sont deux espèces qui poussent spontanément en Algérie, (**Quezel et Santa ,1963**).

#### 2- 1-4. DOMAINE D'UTILISATION :

Sa large utilisation dans l'industrie alimentaire en tant qu'épice lui confère une grande importance dans le monde entier. C'est une plante qui possède aussi des propriétés **médicinales** reconnues. C'est un sédatif, un antispasmodique, et un antalgique. L'origan rentre aussi dans la confection des savons, des détergents et des parfums. Son activité bactéricide, fongicide, nématocide et insecticide a été affirmée par plusieurs chercheurs. (**Park et al., 2003**).

### 2-1.5. PRINCIPAUX CONSTITUANTS DE L'HUILE ESSENTIELLE.

L'étude réalisée par Houmani et al (2002) révèle que les constituants majeurs sont :

- Thymol (21, 6%)
- Thymol-methyether (16, 5%)
- Y-terpinene (13, 6%)
- Carvacrol-methylether (11, 4%)

### 2-2. ROMARIN (*Rosmarinus officinalis*) :

#### 2- 2-1- Systématique : D'après (Ozenda, 1991).

- Règne : Végétal.
- Embran : Spermaphytes.
- Classe : Angiospermes.
- Ordre : Lamiales.
- Famille : Labiacées.
- Genre : *Rosmarinus*.
- Espèce : *Rosmarinus officinalis*
- 



**Fig .05:** Les feuilles de Romarin  
(Ozenda, 1991).

#### 2- 2-2 – Description botanique :

*Rosmarinus officinalis* L. est un arbuste très odorant et bien ramifié, pouvant atteindre 2 m de hauteur. Ses feuilles sont nombreuses, dures, étroites, linéaire mesurent jusqu'à 3 cm de long. Elles sont gaufrées, verdâtres au dessus, plus ou moins hispides et blanchâtres en dessous, et présentant une marge révolutes. Ses fleurs longues de 1 à 3 cm, sont disposées en épis courts et serrés partant de l'aisselle des feuilles. Elles présentent un calice en cloche, bilabié a corolle tubuleuse de 2 cm de long de couleur blanchâtres, ou, bleu (Gubb, Garica et Araez, 1953, Pourrat et Men., 1953, Battandier et Trabut ,1988).

**2-2.3 – Origine et distribution :**

Commun à l'état sauvage, le romarin (*Rosmarinus officinalis L.*), est sans doute l'une des plantes les plus populaires en Algérie. Plante spontanée dans toute la région méditerranéenne.

Elle est répondeur sur la plupart des maquis et des garrigues. Le romarin est un ornement des collines et des coteaux ou des montagnes basses (500 à 1000 m d'altitude) surtout calcaire, argileuses ou argilo limoneuses (**Beniston., Battandietr et Trabut, 1988**).

**2-2.4- Domaine d'utilisation :**

Depuis longtemps, le Romarin est utilisé à des fins très diverses. Il est cultivé comme plante condimentaire et ornemental. Ses feuilles riches en huile essentielle ; à la saveur un peu amère, dégagent une odeur rappelle l'encens et le camphre. Il éloigne les mites et les papillons autant au jardin que dans la lingerie. Il fleurit de septembre à mai, selon les climats, période pendant les fabricants de miel exploitent ses fleurs, (**Anonyme,2010**).

**PARTIE**  
**EXPERIMENTALE**

### INTRODUCTION :

La protection de l'environnement commence de plus en plus à être imposée comme une préoccupation mondiale.

L'utilisation des pesticides chimiques dans le domaine de l'agriculture a contribué dans la limitation des pertes dues aux bio-agresseurs, mais la rémanence de ces composés dans l'environnement va provoquer le développement des insectes nuisibles résistants aux matières actives utilisées.

Face à ces problèmes et afin de minimiser tous les effets cités, il est intéressant d'utiliser des nouvelles stratégies moins toxiques basées sur l'utilisation des extraits végétaux tels que les huiles essentielles.

### Objectif :

Notre travail comprend deux parties essentielles :

\* La première partie consiste à préparer des huiles essentielles à partir de deux espèces végétales : l'origan (***Origanum glandulosum***) et le romarin (***Rosmarinus officinalis***) contre les

\* la deuxième partie concerne des analyses quantitatives de ces huiles essentielles par chromatographie en phase gazeuse (**C P G**)

\* La troisième partie concerne l'étude du pouvoir insecticide des huiles essentielles.

## 1- STATIONS D'ETUDE

L'enquête a porté sur un échantillon d'un peu plus de 180 parcelles d'agrumes. La superficie cumulée est de 488 ha réparties sur quatre régions agrumicole (Beni Tamou, Oued El Alleug, Mouzaia, Ameer Elain).

### 1-1- SITUATION GEOGRAPHIQUE DE LA MITIDJA

La Mitidja est la plus grande plaine sub-littorale d'Algérie, elle s'étend sur une longueur d'environ 100 Km, pour une largeur variant entre 5 et 20 Km, sa superficie est d'environ 140000 hectares. Elle est limitée :

## MATERIEL ET METHODE

---

> Au Nord, par la ride du Sahel et le vieux massif de Chenoua. > Au Nord-Est par l'Oued de Reghaia et l'Oued de Boudouaou.

> Au Nord-Ouest et à l'Ouest se situent le Djebel Chenoua (905 m), la chaîne du Boumaad et le Djebel Zaccar (800m).

> Au Sud, par l'Atlas Blidéen, borné par tout un ensemble de montagnes.

> A l'Est se trouvent les hauteurs et les collines de basse de kabylie.

Elle a une latitude Nord moyenne de 36 à 48 degrés et une altitude moyenne de 30 à 50 mètres.



**Figure 06:** Représentation géographique de la Mitidja (MUTIN, 1977)

### MOUZAIA

Cette ferme privée est intégrée dans un programme de la FAO qui a pour but la création des écoles aux champs pour les agrumiculteurs afin d'améliorer leurs connaissances dans le domaine d'agrumiculture.

Elle se situe à environ 12 Km de la ville de Mouzaia en empruntant la route allant vers Hatatba. Les vergers sont entourés par des arbres de cyprès (*Taxodium distichum*) et d'oliviers à titre de brise de vent. La ferme est limitée de l'Est par des

vergers de pommiers et d'un champ de blé, de l'ouest par des habitats, au Sud par des vergers d'agrumes et au Nord par des vergers arboricoles de différentes variétés.

### 1-2 - ENQUETE SUR TERRAIN

Notre enquête phytosanitaire a pour but de connaître la situation phytosanitaire actuelle des vergers agrumicoles où on trouve différentes matières actives employées pour l'éradication des ravageurs et maladies. Mais également pour mettre la lumière sur les éléments qui interviennent dans le choix d'un pesticide appliqués.

Dans cette phase de prospection, aucun matériel spécifique n'a été utilisé pour la réalisation de cette enquête.

La méthodologie adoptée pour la réalisation de cette étude se résume comme suite :

- > Etablissement des fiches d'enquête exhaustives.
- > Sur terrain, balayage d'un grand nombre de vergers d'agrumes.
- > Suivi des traitements phytosanitaires effectués dans chaque station.
- > Evaluation des dégâts à partir des degrés d'attaque :
  - 0 : Absente** c'est-à-dire on n'a pas observé la maladie.
  - 1 : Limité** c'est à dire rares infestations sont rencontrées.
  - 2 : Moyenne** c'est à dire quelques plants seulement sont atteints.
  - 3 : Importante** c'est à dire tous le verger est atteint.

### 1-3- DIAGNOSTIC SYMPTOMATOLOGIQUE

Plusieurs visites ont été effectuées régulièrement et attentivement durant la campagne 2012 pour chaque station, surtout pendant les périodes critiques (poussée de sève, floraison, nouaison, veraison et maturation des fruits), pour contrôler le développement d'une maladie ou l'infestation d'un ravageur.

Les propriétaires de ces vergers nous ont indiqué les maladies et les ravageurs observés pendant la campagne de l'année passée (2009/2010).

Des observations ont été effectuées visuellement sous loupe sur des échantillons de feuilles, tiges et fruits pris à hasard dans les parcelles visitées pour déterminer les

## MATERIEL ET METHODE

---

ravageurs récoltés à partir des vergers visités. Il en ressort la dominance des pucerons, aleurodes, acariens, cochenilles, cératite pour les ravageurs et la fumagine, la gombose à phytophthora, et les dépérissements pour les maladies fongiques en plus du virus de la tristiza (Figure 07).



**Figure 07** :: Des attaques de pucerons entraînant l'invasion des fourmis.

### 2. Matériel biologique :

#### b- les espèces végétales utilisées

Nous avons choisi, par sélection, deux plantes appartenant à différentes familles botaniques connues par leurs qualités pharmaceutiques.



**Fig. 08:** Les feuilles d'origan  
(originale.2013)



**Fig : 09** : Les feuilles de romarin  
(originale.2013)

## **MATERIEL ET METHODE**

---

Le matériel végétal utilisé dans cette étude comprend deux espèces : L'**origan** (*Origanum glandulosum*) et le romarin (*Rosmarinus officinalis*).

Plusieurs critères sont à prendre en considération pour le choix du matériel biologique végétal :

- La disponibilité des plantes sur le territoire national.
- Son usage en pharmacopée traditionnelle locale.
- Les propriétés insecticides relatées dans la littérature.

### **3 -Méthodes d'étude**

#### **3-1- Matériel utilisé pour l'extraction des huiles essentielles :**

##### **3.1-1-Matériel végétal :**

Les parties végétales utilisées pour extraire les huiles essentielles de l'origan et le romarin sont les feuilles et les fleurs.

Ces compartiment ont subit un séchage au préalable à l'air libre à l'abri de la température et de l'humidité au niveau du laboratoire de zoologie, après séchage les différents compartiments de la plante ont été réduit en poudre.

##### **3-1-3. Appareillage :**

Nous avons choisi l'hydro distillation comme méthode d'extraction des huiles essentielles de l'origan et le romarin.

##### **3.1.4-Hydro distillation :**

###### **a- Principe :**

Elle consiste à immerger directement le matériel végétal à traiter dans un ballon (alambic) rempli d'eau qui est ensuite porté à ébullition. Les vapeurs hétérogènes formées dans le serpentin sont condensées sur une surface froide qui est celle du réfrigérant, ainsi la séparation eau- essences s'effectue par une simple différence de densité .

## MATERIEL ET METHODE

---

Dans notre étude, on prend 30g pour les plantes séchés puis on les met dans un ballon (d'un 500ml) et on ajoute environ 300ml d'eau distillée puis on la bouillante pendant 3h l'huile récupérée est mise dans un eppendorf.

### **b-Détermination du volume d'huile essentielle:**

A la fin des 3h d'ébullition et après le refroidissement du mélange contenu dans le ballon, on détermine le volume de l'huile essentielle grâce aux graduations millièmes triques de l'appareil utilisé. Les volumes obtenus sont exprimés en ml.

### **C- Détermination de rendement en huile essentielle :**

Le rendement en huile essentielle est le rapport entre le volume de l'huile essentielle et le poids de matière végétale à l'état sec.

Elles sont exprimées en pourcentage par rapport à 100g de matière sèche selon la formule suivante:

$$R = (V/M) \times 100$$

(Tranchant, 1983).

**R** : Rendement d'huile essentielle en ml/100g de MS ;

**V** : Volume d'huile essentielle en ml ;

**M** : poids de la matière végétal exprimé par rapport à la matière sèche.

### **3.1.5-Méthode d'analyse chromatographique :**

#### **- La chromatographie en phase gazeuse (CPG) :**

Depuis plus trentaine d'années la CPG .s'est développée irrésistiblement .Elle est devenue une méthode de choix pour la séparation d'un mélange complexe de produit volatils. A l'aide de la C.P.G, les mélanges très complexes de substances volatiles peuvent être séparés, identifiés et quantifiés dans un temps relativement bref. **(Tranchant, 1983).**

### a. Principe :

La chromatographie en phase gazeuse (**fig.21**) est une méthode de séparation des composés gazeux susceptible d'être vaporisés par chauffage sans décomposition. (**Tranchant, 1983**). Elle est assez récente et permis de séparer des mélanges de gaz vaporisable à haute température. Le mélange a analyser est injecté dans une colonne métallique de quelques millimètres de diamètre enroulée sur elle-même et contenant la phase stationnaire. Les composés sont véhiculés sous pression par un gaz inerte Il s'agit du gaz vecteur (l'hélium ou l'azote), le temps que met un constituant gazeux pour parcourir la colonne est le temps de rétention, les constituants sont aussi séparés par la différence entre les temps de rétention .



**Fig.21** : Photo de l'appareil utilisé dans l'analyse chromatographique CPG.

### b-Conditions d'analyse chromatographique :

Selon les composantes de base de l'appareil de CPG :

#### 1- Configuration des colonnes et de leur four :

- ❖ Colonne : HP5, 30 m-0,25 mm-0,25 $\mu$ m
- ❖ Four : 40-250 °C, 10°C/min

#### 2- Alimentation en gaz vecteur

- ❖ Gaz vecteur : Azote
- ❖ Débit du gaz vecteur: 2ml/minute

#### 3-Système d'injection de l'échantillon :

## MATERIEL ET METHODE

---

- ❖ Injection : 1 µl, dilution cyclohexane
- ❖ Pression: 5KPa.
- ❖ Vitesse du papier: 0.1 cm/minute.
- ❖ Durée d'acquisition : 105 min
- ❖ Détecteur : flamme (air+hydrogène)

### 4-Type d'appareillage utilisé :

Ou niveau de laboratoire physico- chimique siadal de Médéa.

- La marque d'appareille utilisé : **SHIMADZU (japon)** - Type : **GC-17A**
- Colonne capillaire : **SE30** 25m de long
- La phase stationnaire : 100% méthyle.

### 4- Application de l'huile essentielle sur les aphides:

La méthode d'application d'insecticide est variée et elle dépend surtout la nature de l'insecte et celle du produit à protéger

Dans notre cas nous avons opté pour une méthode d'application : par contact (pulvérisation).

### 4- Préparation des doses des huiles essentielles

A partir des huiles essentielles obtenues, nous préparons les doses à tester après dilution dans le tween 80(diluée 3%).

Nous avons utilise le tween 80 comme témoin à cause de l'absence de l'activité insecticide et comme diluant pour former des microémulsions et donc l'homogénéisation de la solution d'huiles essentielles.

**Pour ces substances nous avons utilisé les doses suivantes :**

- première dose ; 1g de H E +99 de Tween (3% diluée).
- 2 éme dose ; 1.5 g de H E +98.5 de Tween (3% diluée).
- 3 éme dose ; 2g de H E +98 de Tween (3% diluée).
- 4. éme dose ; 2.5g de H E +97.5 de Tween (3% diluée).
- Témoin : 100 g de tween (3% diluée)+ l'eau distillé .

## **MATERIEL ET METHODE**

---

Nous avons utilisé le twéen 80 à la dose 3% comme témoin à cause de l'absence de l'activité insecticide et comme diluant pour former des microémulsions et donc l'homogénéisation de solution de la solution d'huiles essentielles pour obtenir des résultats reproductibles.

Pour la mortalité : le nombre d'insectes morts est compté après 24h, 48h et 72h.

### **5- Application des traitements biologiques :**

Afin d'évaluer l'effet insecticide des différents traitements, nous avons choisi le mode d'action par contact, dont nous avons pulvérisé les parties des arbres infestées par les aphides avec les doses :

**(D1:1% de HE), (D2:1.5% de HE), (D3:2% de HE), (D4:2.5% de HE) et le témoin (TEM:3% Tween80).**

Quatre doses ont été utilisées pour chaque traitement que se soit huile essentielle de l'origan et le romarin, et la dose témoin 3% **diluée**.

#### **5-1 -Matériel de traitement :**

Les traitements ont été réalisés à l'aide d'un pulvérisateur manuel, d'une capacité d'un litre. Ce matériel était utilisé pour l'ensemble des traitements en prenant soin de le laver avant et après chaque utilisation.

#### **5-2. Dénombrement de la population de l'aphide :**

##### **a. Avant traitement**

Le dénombrement des individus à traité (aphide) sur les plants de tomate est effectué pour chaque dose et pour chaque traitement. Juste avant pulvérisation.

##### **b. Après traitements :**

Le dénombrement a été effectué après 24 heures, 48 heures, 72 heures, et pendant 4 jours après chaque traitement.

### 6-Analyse des résultats obtenus :

L'activité insecticide des différentes substances à savoir les huiles essentielles de deux plantes, a été évaluée par le taux de mortalité des aphides.

Trois répétitions ont été réalisées afin de déterminer l'effet insecticide, ces répétitions ont été résumées par le calcul de la moyenne.

Nous avons utilisé le logiciel **SYSTAT, ver.12.SPSS 2009** pour pouvoir vérifier l'efficacité et la comparaison des substances étudiées vis à vis l'aphide en tenant compte les concentrations et les dates.

Nous avons aussi utilisé le GLM (**General Linear Model**) pour tester l'efficacité entre les facteurs (substance, dose et durée)

#### - La CL50 et la CL 90:

L'efficacité d'un toxique se mesure par la CL50 et la CL90 selon la méthode de représente la concentration de la substance toxique qui entraînant la mort de 50% d'individus traités et par la CL90 qui indique la concentration létale de 90% des traités, elles sont déduite à partir de tracer la droite de régression, (**Finney ,1971**).

Afin d'évaluer les CL50 et CL90 les pourcentages de mortalités sont transformé à des pourcentages de mortalité corrigés qui sera transformer en probits .

Les probits sont représentés graphiquement en fonction de logarithme népérien de la concentration pour évaluer la CL50 correspondant à un probit de 5 (50% de mortalité) et la CL 90 à un probits de 9(90%) de mortalité pour chaque substance étudiée.les concentrations sont déterminées à partir de l'équation d'une droite obtenue théoriquement.

## Résultats

### I - Résultats :

#### 1. Evaluation des rendements des huiles essentielles :

Le rendement des deux espèces végétales utilisée à savoir l'origan et le romarin en huile essentielle ressort dans le tableau 06 et la (Figure 06) dont on constate que le rendement le plus élevé est celui de l'origan avec 0.86% et le plus faible celui du romarin avec 0.44%.

**Tableau 05: Rendement des huiles essentielles :**

E V	Romarin		Origan	
	V/30gde MS	R%/100gMS	V/30gMS	R%/100gMs
E1	0,16	0,53	0,29	0,98
E2	0,12	0,4	0,23	0,76
E3	0,12	0,4	0,2	0,66
E4	0,14	0,46	0,22	0,73
E5	0,13	0,43	0,24	0,79
<b>M</b>	<b>0.13±0.01</b>	<b>0.44±0.04</b>	<b>0.26±0.02</b>	<b>0.86±0.07</b>

#### 2-L'analyse de la variance de rendement des huiles essentielles :

Il est à noter que le rendement et la composition chimique des HE dépendent de plusieurs facteurs à savoir l'espèce, le milieu de récolte, la période de récolte, les pratiques culturales et la technique d'extraction.

La signification des différences entre les traitements est exprimée en fonction de la probabilité(P) erreur 5%.

P> 0.05 : différence non significative

P< 0.05 : différence significative.

P≤ 0.01 : différence hautement significative.

P≥ 0.01 : différence très hautement significative.

Le test de **NEWMAN et KEULS** permet de constituer les groupes homogènes en se basant sur les petites amplitudes significatives (**P.P.A.S**).

## Résultats

---

Lorsque l'amplitude observée entre les moyens, les extrêmes d'un groupe de K moyen sera inférieur à la (P.P.A.S) ; alors nous pouvons déduire que K moyenne constitue des groupes homogènes.

D'après le tableau ci- dessus :

- le rendement de l'origan est  $P \geq 0.05$  donc la différence non significative.
- le rendement de romarin est  $P \leq 0.05$  donc la différence significative.
- le volume de l'origan est  $P \geq 0.01$  la différence très hautement significative.
- le volume de romarin est  $P \leq 0.01$  la différence hautement significative.

### **3- Etude analytique des huiles essentielles des plantes utilisées par chromatographie en phase gazeuse (C P G) :**

#### **3-1- Identification et quantification des substances chimiques de l'origan**

L'identification des composants chimique de l'huile essentielle réalisée à l'aide d'un chromatographe en phase gazeuse, les résultats révélé que la composition chimique de l'huile essentielle au tableau 06 nous présentent le temps de rétention, les noms et les pourcentages des différents composants identifiés.

Il est constaté que la fraction monoterpénique est ultramajoritaire dans l'huile obtenu parmi ces monotérpenes, il est remarqué que celles phénoliques (carvacrol (48,42%) est le composé majoritaire, cette huile est aussi riche en  $\gamma$  – Terpinène (27.09%) et Para-Cymène (16.9%). Ce qui concerne les composés séquiterpéniques nous notons la présence du B-Caryophyllène (3.45%),suivi par A.Terpène et Myrcène respectivement (2.55% et 2.44%),

**Tableau 06** : Etude analytique d'huile essentielle d'origan par chromatographie en phase gazeuse (C P G).

<b>Temps de Retention (min)</b>	<b>Identification</b>	<b>Concentration %</b>
<b>33.40</b>	<b>Carvacrol (Isothymol)</b>	<b>48.42</b>
<b>16.55</b>	<b><math>\gamma</math> - Terpinène</b>	<b>27.09</b>
<b>14.44</b>	<b>Para-Cymène</b>	<b>16.01</b>
<b>39.43</b>	<b>B-Caryophyllène</b>	<b>3.45</b>
<b>13.91</b>	<b>A-Terpinène</b>	<b>2.55</b>
<b>12.61</b>	<b>Myrcène</b>	<b>2.44</b>

### **3-2- Identification et quantification des substances chimiques du Romarin :**

Nous relevons du ( tableau 07 ) un ensemble de composés chimiques issus du romarin par chromatographie en phase gazeuse , on note que cette huile contient seize (16) composés chimiques , le taux le plus faible est celui du  $\alpha$ - Cadinène avec 0.0311% et le taux le plus élevé est celui du Cinéole (56,90%) suivi respectivement par le Pinène et le camphre(16.75 % et 10.17% ) ce qui indique que se sont des molécules majoritaires donc l'huile essentielle du Romarin est chimotype cinéole – 1.8 . .

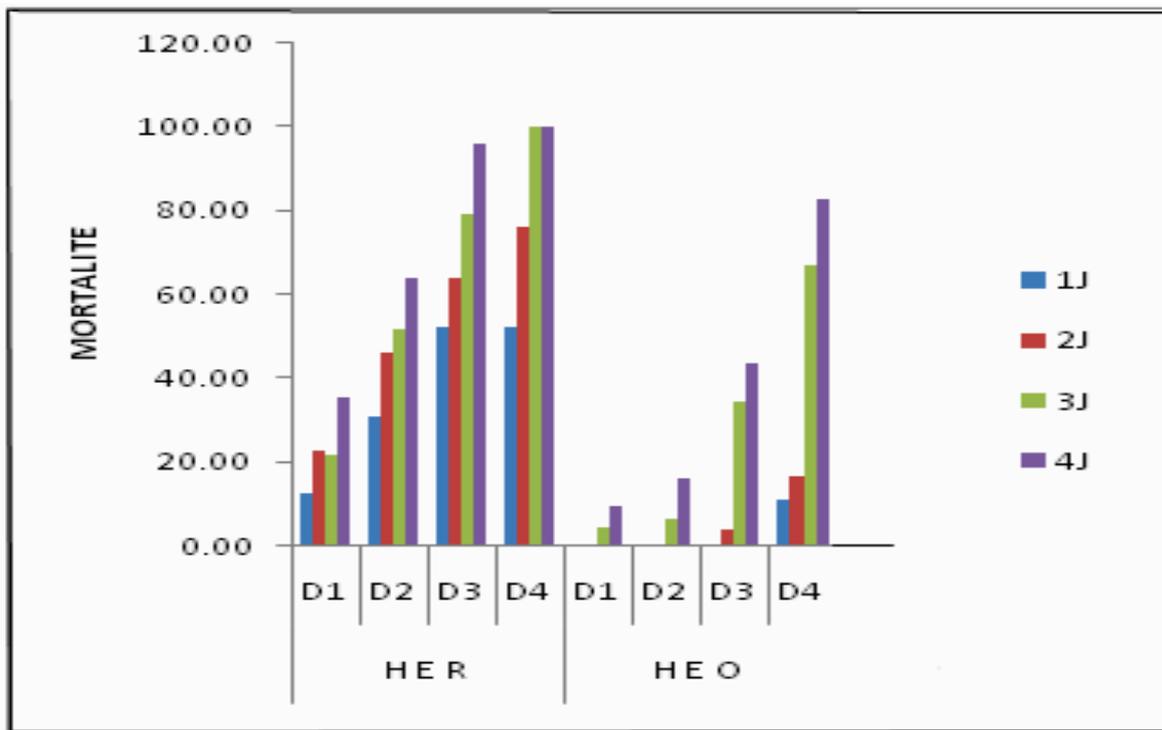
**Tableau 07:** Etude analytique d'huile essentielle du romarin par chromatographie en phase gazeuse (C P G).

<b>Temps de Retention (min)</b>	<b>Identification</b>	<b>Concentration %</b>
3.20	Cinéole-1,8	56.90
7.13	Camphre	10.17
7.13	$\alpha$ -Pinène	16.75
8.32	Camphène	3.40
9.15	1-Octéno-3-OL	0.41
9.63	<i>p</i> -Cymène	0.60
9.74	Bornéol	1.54
10.22	$\beta$ -Caryophyllène	2.25
10.52	$\alpha$ -Terpinéol	1.07
11.38	$\gamma$ -Terpinène	0.11
12.67	$\beta$ -Pinène	6.40
14.00	Terpinèn-1-ol-4	0.09
14.35	<i>p</i> -Cymène	0.09
14.86	Myrcène	0.04
20.72	$\gamma$ -Terpinène	0.08
22.94	$\delta$ -Cadinène	0.03

### 4-Le pouvoir insecticide de l'huile essentielle d'origan et de romarin en sur les aphides fonction de la durée d'exposition :

D'après la (Figure 11), on constate qu'en fonction de la durée de traitements (24heure ,48 heure ,72 heure ,96 heure) une nette augmentation de taux de la mortalité a été notée sous l'effet de la différente concentration de H.E d'origan, pour

Ce qui concerne la dose la plus faible (D<sub>1</sub>), la mortalité n'apparaît qu'après la 3<sup>ème</sup> jour . Contrairement à la dose plus élevé nous avons une forte mortalité dans les 1<sup>er</sup> 24 hures et cette dernière en fonction des déférentes durée d'exposition.



**Fig. 11:** L'effet insecticide de l'huile essentielle d'origan et de romarin sur les aphides fonction de la dose et la durée d'exposition.

L'effet toxique des huiles essentielles apparaît dans les rendement d'exposition la figeur (11) confirme que la toxicite de l'huile essentielle d'origan dépasse légèrement celle de l'huile essentielle romarin.

Toutes les concentrations testées ont montré une activité insecticide, les doses D1 et D2 présentant les pourcentages de mortalité le plus élève par apport a D<sub>3</sub> et D<sub>4</sub>

## Résultats

---

Comparé au témoin (tewin 80), aucune mortalité des larves de l'aphide n'a été enregistrée même après 72 heures.

La figure 11 confirme que la toxicité de l'huile essentielle de romarin dépassé légèrement à celle de d'huiles essentielles d'origan. En ce qui concerne les concentrations des traitements.

La figure 11 ne montre que le taux de mortalité dans les aphides est noté à partir des 1<sup>er</sup> 24 heures et avec la dose D<sub>1</sub>, cette mortalité est d'ordre croissante en fonction de l'augmentation des concentrations et la durée d'exposition, le taux le plus élevé de mortalité 100% des aphides est enregistré après 92 heures d'exposition.

### 6- Analyse de la variance des différents paramètres étudiés :

L'activité insecticide des deux espèces étudiées : Le romarin (**Rosmarinus officinalis**), et l'origan (**Origanum glandulosum**) est très intéressante.

Les résultats obtenus montrent que l'insecte est très sensible à l'augmentation des concentrations des substances, Ce résultat a une relation avec les doses des huiles essentielles, avec les différentes durées d'expositions et la nature des traitements.

### 7- Le calcul de la CL 50 et la CL90

Les graphes ci-dessous ont été tracés à partir du tableau des probits et à travers ces graphes on a déduit les valeurs des CL50 pour chaque substance à travers l'équation de droite de régression.

## Résultats

treatments	Concentration létale mg /cm <sup>3</sup>	1J	2J	3J	4j
H .E Romarin	CL50	2,23	1,59	1,34	1,24
	CL90	5,53	3,56	1,87	1,82
H. E Origan	CL50	5,6	3,2	2,31	2,29
	CL90	8,24	4,17	3,99	4,4

**Tableau 10** : Efficacités des substances chimiques des huiles essentielles :

Les CL50 et les CL90 mentionnés dans le tableau n°10 montrent que l'huile essentielle d'origan est plus toxique que l'huile essentielle de romarin par effet contact on peut déduire que les substances utilisées ont un fort pouvoir insecticide.

Les CL50 et les CL90 confirment que les deux huiles essentielles ont une activité insecticide sur les aphides, 50% de la population est radiée à la concentration 1.6 mg /cm<sup>3</sup> pour le romarin et 90% de mortalité est atteinte à 3.195 mg /cm<sup>3</sup>.

Pour l'origan la concentration létale de 50% du nombre globale d'individu aphide (CL50) traité est de 3.35 mg /cm<sup>3</sup> et la CL90 et de 50 et de 5.2 mg /cm<sup>3</sup>.

On peu conclure que l'huile essentielle du romarin à faible concentration peut provoquer 50% de mortalité des les aphides

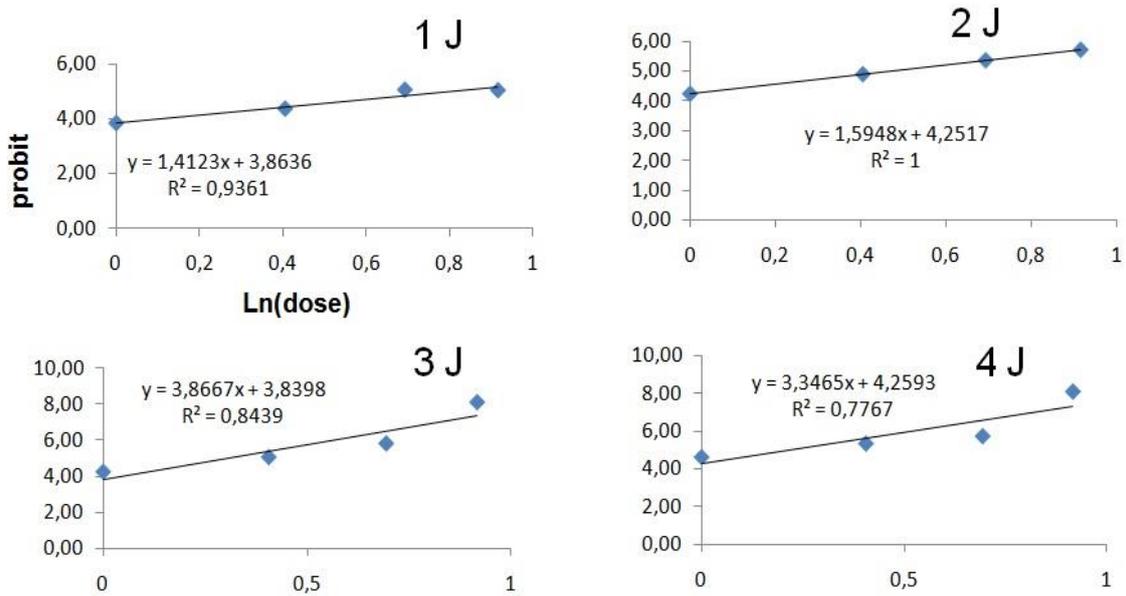


Fig.12 : Efficacité de H.E du romarin sur les aphides

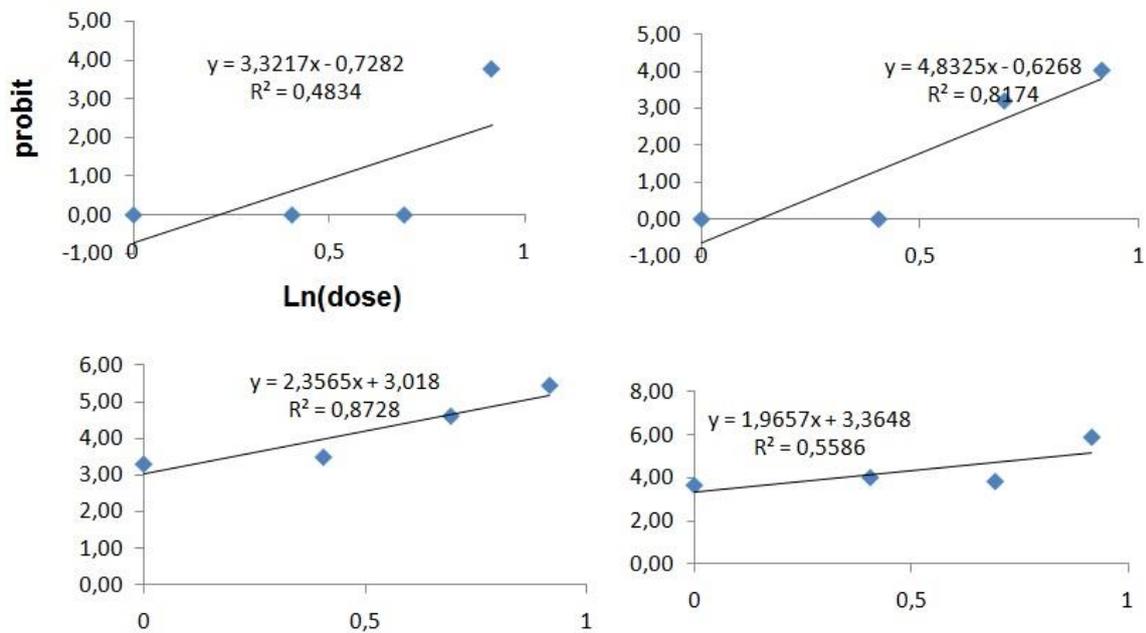


Fig.13 : Efficacité de H.E d'origan sur les aphides.

### II - Discussion

Toutes ces dernières années, les bios pesticides ont été l'objet d'une recherche considérable et de développement des produits. L'intérêt pour les bios pesticides a augmenté en réponse au problème de l'impact des pesticides à large spectre sur l'environnement, la santé humaine et l'apparition d'une résistance de l'insecte à ces produits phytosanitaire.

Les biopesticides peuvent être plusieurs origine ; bactérie, champignon, virus et espèces végétale .D'après **Jacobson 1989** les végétaux les plus prometteurs se trouvent parmi les méliacées, les Rutacées, les Astéracées, les annonacées, les Abatées. Ces végétaux ont les propriétés remarquables susceptibles de contenir des molécules insecticides.

Les plantes sont capables de produire des substances naturelles en plus des métabolites primaires tels que les sucres, les lipides et les protéines, elles accumulent aussi des composées secondaires en faible quantité, mais elles représentent une source d'un certain nombre de substance actives dans la plupart sont utilisées dans la pharmacie humaine, vétérinaire et végétale, en cosmétologie, et en agroalimentaire.

Dans cette étude, une évaluation de l'efficacité insecticide des huiles essentielles de deux espèces végétales (*Rosmarinus officinalus*) et (*Origanum glandulosum*) vis-à-vis des individus des aphides . **Ces espèces sont connu** par leurs propriétés antiseptiques, antitoxiques et; antiparasitaires **(Benammadou., 2010).**

Les résultats de cette étude paraient intéressantes et confirment leur pouvoir insecticide vis-à-vis le ravageur étudiés. Toutefois, ils dénotent les aspects suivants. :

#### **1. Le rendement des espèces étudiées en huiles essentielles et leur composition chimiques :**

La technique d'extraction par hydrodistillation est largement utilisée pour produire des huiles essentielles de grande qualité par rapport à autres méthodes d'extraction.

Le rendement d'origan en huile essentielle s'est montré le plus élevé que celui du romarin, cette variation du rendement peut être attribuée à plusieurs facteurs tels que le stade phénologique de la plante,,les conditions climatiques,la nature de

## Résultats

---

l'espace qui varie d'une région à une autre et le mode d'extraction (Bousbia, 2004) **Naghidi et al., (2004)** ont montré que le meilleur rendement d'HE de *Thymus vulgaris* en thymol est obtenu au début de la floraison de la plante. Ces résultats sont similaires à ceux obtenus par **Shalby et Rezin (1992) et al.. (1994)**

La CPG a montré que l'huile essentielle à base d'origan renferme des différents composés chimiques dont la présence d'une fraction mono terpénique avec la prédominance de composés phénoliques respectivement comme suit (48.42%) en carvacrol (27.09%) en  $\gamma$  – Terpinène et (16.01%) de Para-Cymène.

Des résultats similaires ont été prouvés par **Bounatirou et coli (2007)** sur l'HE de *Thymus capitatus* qui montrent que la composition chimique est dominée par les mono terpènes et la plus forte proportion de carvacrol (74%) a été obtenue en pleine floraison. Mêmes résultats ont été obtenus par **Nejad et al., (2008)** sur l'HE de *Thymus caramanicus*, et ceux obtenus par **Shalby et Rezin (1992) et al.,(1994)**.

Pour ce qui concerne le romarin, lui aussi renferme des composés chimiques identifiés par la CPG dont les molécules majoritaires sont : (56.90.) en **Cinéole-1,8** (16.75%) en  **$\alpha$ -Pinène** et (10.17%) de **Camphre**.

Selon (**Chiasson, Belauges et al., 2001**) la composition chimique de l'huile essentielle varie d'une plante à une autre.

D'après (**Dormaun et al., 2000**) le principal facteur modifiant l'activité insecticide des HE est le type et la structure moléculaire des composants actifs présents.

Les huiles essentielles sont des mélanges complexes trouvant contenir plus de 300 composés différents (**Sell .,2006**).

Ces composés sont des molécules volatiles appartenant pour la grande majorité à la famille des terpènes. Seule les terpènes les plus volatils, c'est –à – dire ceux dont la masse moléculaire n'est pas trop élevée, sont rencontrés soit par des mono terpènes (myrcène  $\beta$ -pinène,  $\alpha$ -ter pinène, etc.

et des sesquiterpènes ( $\beta$ -caryophyllène,  $\alpha$ -humulène,  $\beta$ -bisabolène, etc.).

Au sein d'une même espèce de plante, la composition de l'huile essentielle des

divers individus peut présenter des profils chimiques ou chémotypes différents. exemple le plus marquant est celui de l'espèce sauvage *Thymus vulgaris* présente dans le sud de la France, il existe en effet six chémotypes différents pour cette seule espèce. Ces différences sont au niveau de la nature du mono terpène majoritaire de l'huile essentielle qui peut être soit le géraniol, la terpinéol, le thuyanol-4, le linalool, ce polymorphisme chimique existe aussi pour bien d'autres espèces: *Origanum vulgare* (Mockute et al.,2001), *Mentha spicota* (Edris et al., 2003).

Les études portant sur la variation de la composition chimique des huiles en fonction du cycle de développement et des saisons sont nombreuses .Assad et al. ; (1997)

### 2. Activité insecticide des deux huiles essentielles étudiées

Les résultats relatifs aux traitements biologiques par le biais des huiles essentielles à base d'origan et à base de romarin ont montré une toxicité temporelle plus ou moins similaire. Les applications réalisées ont enregistré un effet choc signalé à travers le taux de mortalité enregistré à partir des premières 24 heures s'est accentué au bout de 96 heures. Les mêmes résultats nous ont permis de signaler une gradation de toxicité allant de la dose (D1) à la dose (D4).

Les deux molécules ont eu un effet répressif sur les aphides. Cela suggère que la molécule biologique testée a pu atteindre le site ciblé de l'insecte à travers la pénétration des molécules..

Nos conclusions rejoignent celles de plusieurs études qui se sont intéressées à ce type de travaux,.

**Stylo et al., (2005)**, ont montré que la nature antimicrobienne des HE est apparemment avec leur fort contenu phénoliques en particulier en thymol et carvacrol, ils ont prouvé que plus les teneurs en phénols sont élevé plus les huiles essentielles sont efficaces, et ils ont un large spectre d'activité sur les moisissures, les champignons filamenteux et les insectes.

Selon **Inouye et al., (1998) in Benamarouche (2010)**, le thym est riche en groupements phénols a montré une activité inhibitrice particulièrement élevée contre la croissance fongique et la sporulation d'*Aspergillus fumigatus*.

L'origan, le thym, la sauge et le romarin, sont autant de plantes aromatiques fréquemment utilisés comme ingrédients alimentaires. Les huiles essentielles de ces plantes ont toutes une particularité commune, elles sont riches en composés

## Résultats

---

phénoliques comme l'eugénol, le thymol et le carvacrol. Ces composés possèdent une forte activité antibactérienne.

Le carvacrol est le composé le plus actif, reconnu pour son effet toxique, il est utilisé comme agent de conservation et arôme alimentaire dans les boissons, friandises et autres préparations. Le thymol est un ingrédient actif des rince-bouches et l'eugénol est utilisé dans les produits cosmétiques, alimentaires, et dentaires. Ces trois composés ont un effet antimicrobien contre un large spectre de bactéries: *Escherichia coli*, *Bacillus cereus*, *Listeria monocytogenes*.

**Cosentino et al., (1999)** ont montré que les phénols ne sont pas les seuls responsables de l'intégralité de l'activité. La totalité de la composition chimique doit être prise en compte. De même Lahlou, (2004) a mentionné que l'activité des HE est supérieure à celle de ses composés majoritaires testés séparément.

Dans notre étude, l'HE du romarin a aussi montré une forte activité insecticide sur les aphides testés, cette activité augmente dans le temps ce qui peut être expliqué que les composés volatils réagissent en synergie mais en fonction de la séparation de chaque molécule (courbe étalon).

Selon **Lahlou, (2004)** les huiles essentielles ont prouvé leur pouvoir insecticide, antiparasitaire et antimicrobienne.

La technique d'activité par contact utilisée dans cette étude a révélé un fort pouvoir insecticide entre les différentes substances (huiles essentielles en fonction des concentrations et durée d'exposition).

Les doses létales (DL50 et DL90) obtenus indiquent que les deux huiles essentielles testées ont montré une toxicité similaire avec les deux modes de traitement utilisés que ce soit par contact ou par inhalation. Selon **Kim et al, (2003)** ont montré une

Les concentrations nécessaires pour avoir 50% de mortalité des insectes sont variables d'une substance à une huile à une autre.

Toutes les concentrations testées ont montrées une activité insecticides, comparées aux témoins (teewin 80) aucune mortalité des aphides n'a été enregistrée même après 96 heures.

Par rapport à l'activité temporelle des molécules testées, nous avons constaté une diminution sensible des taux de mortalité. La différence de toxicité observée

## Résultats

---

entre le laps de temps de 24 heures à 96 heures s'explique probablement par la vitesse d'action des produits.

En effet à ce stade de l'étude, nous pouvons conclure que les deux huiles essentielles semblent donc manifester vis à vis des aphides, une toxicité similaire.

Les huiles essentielles agissent selon le rythme de séparation et libération des molécules

D'après les données que nous avons cerner dans notre étude ,il serait nécessaire de teste l'efficacité de l'activité insecticide des espèces (Origan , Romarin) des différentes région géographique et dans des plusieurs période de récolte durant les étapes de floraison (début ,plein et la fin de la floraison) puisque les chémotypes (molécules majoritaires) varient en fonction de ces paramètres.

Ces résultats prometteurs peuvent être une source efficace comme une alternative de lutte biologique contre les ravageurs.

Sur l'huile essentielle de *Thymus caramanicus*, Tandis que **Naghidi et al... (2004)** ont montre que le meilleur rendement d'HE de *Thymus vulgaris* et de thymol est obtenu au début de la floraison de la plante. Ces résultats sont similaires il ceux obtenus par **Shalby et Rezin (1992) et al... (1994)** .

Les huiles essentielles sent des mélanges complexes pouvant contenir plus de 300 compose différents (**Sell., (2006)**). Ces compose sont des molécules volatiles appartenant pour la grande majorité a la famille des terpènes .seule les terpènes les plus volatils, c'est –à – dire ceux dont la masse moléculaire n'est pas trop élevée.

D'après (**Dormaun et al., 2000**) le principal facteur modifiant l'activité insecticide des HE est le type et la structure moléculaire des composants actifs présents.

L'effet toxique des huiles essentielles apparaît dans les rendement d'exposition la figeur (07) confirme que la toxicite de l'huile essentielle d'origan dépasse légèrement celle de l'huile essentielle romarin.

Toutes les concentrations testées ont montres une activité insecticides , les D1et D2 ont presentent le pourcentages de mortalite le plus elvé par rapport aux D3 et D4 compareé aux témoin ( tewin 80) aucune mortalité des aphides n'a été enregistrée meme après 72 heurs .

## Résultats

---

La technique d'activité par contact utilisée dans cette étude a révélé un fort pouvoir insecticide entre les différentes substances (huiles essentielles en fonction des concentrations et durée d'exposition).

Sur la même espèce en (2005) a montré l'effet du faux poivrier avec une DL50 (2.24 mg/cm<sup>2</sup>).

D'après les données que nous avons cerner dans notre étude ,il serait nécessaire de tester l'efficacité de l'activité insecticide des espèces (Origan , Romarin) de différentes régions géographiques et dans des plusieurs périodes de récolte durant les étapes de floraison (début ,plein et la fin de la floraison) puisque les chémotypes (molécules majoritaires) varient en fonction de ces paramètres.

Ces résultats prometteurs peuvent être une source efficace comme une alternative de lutte biologique contre les ravageurs.

Selon **Kim et al, (2003)** ont montré une activité insecticide des dérivées des graminées d'acarus par contact contre les adultes de *Sitophilus oryzae(L)*, les constituants de ces graminées responsable de cette toxicité sont les phénylopranes, sur la même espèce en a montré l'effet du faux poivrier avec une DL50 (2.24 mg/cm<sup>2</sup>).

Selon les travaux de **Elguedoui, (2003)**, sur l'effet toxique des huiles essentielles de thym par contact sur *Rhyzoperta dominica* ont mené une mortalité de 100%.

Les concentrations nécessaires pour avoir 50% de mortalité des insectes sont variables d'une substance à une huile à une autre.

Toutes les concentrations testées ont montrées une activité insecticides , comparées aux témoins (teewin 80) aucune mortalité des aphides n'a été enregistrée même après 96 heures .

Par rapport à l'activité temporelle des molécules testées, nous avons constaté une diminution sensible des taux de mortalité. La différence de toxicité observée entre le laps de temps de 24 heures à 96 heures s'explique probablement par la vitesse d'action des produits.

En effet à ce stade de l'étude, nous pouvons conclure que les deux huiles essentielles semblent donc manifester vis à vis des aphides, une toxicité similaire.

## Résultats

---

Les huiles essentielles agissent selon le rythme de séparation et libération des molécules

D'après les données que nous avons cerner dans notre étude ,il serait nécessaire de teste l'efficacite de l'activité insecticide des espèces (Origan , Romarin) des différentes région géographiques et dans des plusieurs période de récolte durant les étapes de floraison (début ,plein et la fin de la floraison) puisque les chémotypes (molécules majoritaires) varient en fonction de ces paramètres.

Ces résultats prometteurs peuvent être une source efficace comme une alternative de lutte biologique contre les ravageurs.

# **CONCLUSION**

# Conclusion

Ces dernières décennies, la protection de l'environnement s'impose de plus en plus comme une préoccupation mondiale majeure. La méthode classique de lutte biologique par utilisation de micro-organisme, de prédateurs, de parasitoïdes et de substances naturelles d'origine végétale, les industries agrochimiques orientent de plus en plus leur effort vers l'étude de produits naturels pour la recherche de nouveaux insecticides.

Des nouvelles stratégies de lutte basées sur l'utilisation des insecticides d'origine végétales est très recommandée, parmi les moyens mis en œuvre par les plantes pour se défendre contre leurs prédateurs, les médiateurs chimiques jouent un rôle déterminant.

La présente étude a porté sur l'évaluation du pouvoir insecticide de deux plantes l'origan et le romarin vis-à-vis des aphides

L'insecte étudié a montré une sensibilité à toute la gamme des substances testées, cette sensibilité est en fonction des concentrations utilisées l'activité insecticide s'est traduite par un taux de mortalité de larves enregistré après traitements par mode contact.

Nos résultats ont montrés aussi l'efficacité dans les deux huiles essentielle du romarin et de l'origan, l'analyse par chromatographie phase gazeuse (CPG), nous a renseigné sur la composition chimiques des huiles essentielles de ces espèces végétales, dont elles renferment des molécule chimiques majoritairement sont des phénols et des terpènes connu par leur effet antimicrobien, antiparasitaire et insecticide.

Nos résultats sont comparables à ceux rapportées par des travaux menés sur les insectes des denrées stockées.

Selon **Kim et al., (2003)** ; ont montré que l'activité insecticide des dérivée des graminées d'acarus par contact contre les adultes de *Sitophilus oryzae(L)*, les constituants de ces graminées responsable de cette toxicité sont les phenylopranes, sur la même espèce en (2005) a montré l'effet du faux poivrier avec une DL50 (2.24 mg/cm<sup>2</sup>).

Selon les travaux de **Elguedoui, (2003)** ; sur l'effet toxique des huiles essentielles de thym par contact sur *Rhyzoperta dominica* ont mené une mortalité de 100%.

## Conclusion

---

Par ailleurs ces résultats obtenus montrent que les huiles essentielles des plantes pourraient avoir un intérêt pour des applications phytosanitaire comme des procédées de lutte biologique basée sur l'action bio pesticide afin de lutter contre les bio agresseurs des plantes.

En perspectives, il serait intéressant d'évaluer l'efficacité de ces biopesticides par des essais complémentaires afin de confirmer leurs performances, par le biais des propositions suivantes :

- Mener des essais sur d'autres huiles essentielles, en prenant compte (la région, stade phénologique, le compartiment de plante et autre.
- Les études *in vitro* devront être confirmées par des testes *in situ*
- Formulé ces huiles, d'après Mebarki, (2010), elle a conclu que la formulation à base de l'huile essentielle de *Thymus fontanesii* peut être utilisées en qualité d'antimicrobienne efficace dans de traitement des mycoses cutanées.

# **ANNEXES**

# Annexe

Comptage des larves qui restent vivants avant et après traitements c'est la moyenne de trois répétitions.

**TABLEAU 01 : L'HUILE ESSENTIELLE DE ROMARIN.**

traitement	dose	comptage avant traitement	comptage après traitement			
			1J	2J	3J	4J
H E R	D1	31	27	24	23	19
	D2	26	18	14	12	9
	D3	25	12	9	5	1
	D4	25	12	6	0	0
	T	20	20	20	19	19

**TABLEAU 02 : L'HUILE ESSENTIELLE DE L'ORIGAN.**

traitement	dose	comptage avant traitement	comptage après traitement			
			1J	2J	3J	4J
H E O	D1	22	22	22	21	19
	D2	15	15	15	14	12
	D3	26	26	25	17	14
	D4	18	16	15	6	3
	T	23	23	23	23	22

**TABLEAU 03: RENDEMENT DES HUILES ESSENTIELLES.**

E V	romarin		origan	
	V/30gde MS	R%/100gMS	V/30gMS	R%/100gMs
E1	0,16	0,53	0,29	0,98
E2	0,12	0,4	0,23	0,76
E3	0,12	0,4	0,2	0,66
E4	0,14	0,46	0,22	0,73
E5	0,13	0,43	0,24	0,79
M	0,13	0,44	0,26	0,86

**TABLEAU 04 : TABLEAU DES PROBITS.**

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0		2.67	2.95	3.12	3.25	3.36	3.45	3.52	3.59	3.66
10	3.72	3.77	3.82	3.87	3.92	3.96	4.01	4.05	4.08	4.12
20	4.16	4.19	4.23	4.26	4.29	4.33	4.36	4.39	4.42	4.45
30	4.18	4.5	4.53	4.56	4.59	4.61	4.64	4.67	4.69	4.72
40	4.75	4.77	4.8	4.82	4.85	4.87	4.9	4.92	4.95	4.97
50	5	5.03	5.05	5.08	5.1	5.13	5.15	5.18	5.2	5.23
60	5.25	5.28	5.31	5.33	5.36	5.39	5.41	5.44	5.47	5.5
70	5.52	5.55	5.58	5.61	5.64	5.67	5.71	5.74	5.77	5.81
80	5.84	5.88	5.92	5.95	5.99	6.04	6.08	6.13	6.18	6.23
90	6.28	6.34	6.41	6.48	6.55	6.64	6.75	6.88	7.05	7.33
	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
99	7.33	7.37	7.41	7.46	7.51	7.58	7.75	7.75	7.88	8.09

**TABLEAU 05 : MORTALITE CORRIGEE PAR LES DEFERENTS TRAITEMENTS.**

traitements	doses	1J	2J	3J	4J
H E R	D1	12,90	22,58	21,90	35,48
	D2	30,77	46,15	51,42	63,56
	D3	52,00	64,00	78,95	95,79
	D4	52,00	76,00	100,00	100,00
H E O	D1	0,00	0,00	4,55	9,71
	D2	0,00	0,00	6,67	16,36
	D3	0,00	3,85	34,62	43,71
	D4	11,11	16,67	66,67	82,58

**REFERENCE**  
**BIBLIOGRAPHIQUE**

## Références bibliographique

**ABBAD M. et KELLOUA H. , 2007-** contribution à l'étude de comportement de la tomte *Lycopersicum esculentum mill.* Cultivé sur deux types de sois (neutre et salin) tasé ou mélange. *Thèse Ing. D'Etat Agro.* , blida (Algérie),56p

**ABDEL RAZAK A., 1998-** Biological efficacy of some commercial and isolated varieties of *Bacillus thuringiensis* on the development of stored crushed corn.IOBC. Bulletin, Vol 21 (3), pp : 67-74.

**ABOUSSAID H. ; OUFDOU K. ; ET EL MESSOUSSI S., 2007-** *Biodiversité végétale* : Rôle de *Bacillus thuringiensis* dans la protection de la forêt d'arganier contre la mouche méditerranéenne : *Ceratitis capitata (Wied)*. IV èmes Journées Nationales de Biodiversité. Tétouan, Maroc. 26-27 ,Octobre 2007. pp : 14 – 30.

Ait saada .K 2011 : Evaluation de l'efficacité des extrais aqueux (Asteracees, en combinaison avec bioadyvants.

**Amazouz S, 2008** - Gestion en lutte intégrée de la mineuse de la tomate. Ed. Koppert biological system, Maroc, 18 p.

**ANONYME, 2010A-** Evolution de la production de la tomate en Algérie. Ed. Institut de développement des cultures maraichères ,10 p.

**ANONYME, 2010b** - *Tuta absoluta* new severe tomato pest. Ed.DuPont, 7p.

**ANONYME, 2008C-**fiche techenique : la mineuse de la tomate *Tuta Absoluta* (Meyrick), FREDON Corse ? France.3p, in <http://www.fredon-corse.com/ravageurs/TutaAbsoluta.htm>.

**ANONYME, 2009** - la mineuse de la tomate : *Tuta absoluta* (Meyrick). Ed. Fredon Corse, 2 p.

**ANONYME. 2008B** O- *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) éléments de reconnaissance. Ed. liberté-Egalité-Fraternité, REPUBLIQUE FRANCAISE, 2p.

**ANONYME. 2008A**-Numéro spécial nouveau ravageur de tomate *Tuta Absoluta* (Meyrick), Ed KOPPERT, 4p.

**ANONYME., 2005**- Data sheets on quarantine pests fiches informatives sur les organismes de quarantaine : *Tuta absoluta.*, Rev. *Bulletin n°35*, pp : 434–435.

**AZZOUD JS ., 1999**-valorisation des huiles essentielles de quelque espèces d'origan un et Thymus spontannées en Algérie .Thèse Ing .,Institut D'Agronomie ,BLIDA.

**Attouf R., 2008** - La mineuse de la tomate, *Tuta absoluta* une nouvelle menace pour les cultures maraîchères. Ed. Biobest biological system, 13 p.

**Ausloos p .,2002b** – l'huile essentielles :un triangle corps-esprite emotion,ou comment l'aromathérapie s'affrauchi de la dualité cartisienne .C.aromalve \_conception ABC create\_web ,CNILE,n 806675 ,6p.

**BASSI A., 2009** - Criteri di lotta contro la tignola del pomodoro (*Tuta absoluta*).Ed. E.I. DuPont de Nemours & Co,4p.

**Berkani A. et Badaoui I., 2008** - Mineuse de la tomate *Tuta absoluta* Meyrick (*Lepidoptera* ; *Gelechiidae*). Ed. INRA Algérie, Alger, 16 p.

**BATTENDIER.J.A, TRABUT.L** : “Flore de l'algerie : les dicotylédones”, Ed Adolphe & jordan, Alger. , (1988-90).

**BELAICHE 1979**-traité de phitothérapie et d'aromathérapie .Ed.Maloine S.A ..PARIS

**BENAMOURCHE S., 2009** :Pouvoir biopasticide d'une gamme de plates spontannéel'égard d'une collection de champignons ,thèse ingénieur d'état ; Département des science Agronomiques, USDB Blida

**BENCRARA .A, 2009** : Activité biocide de quelque essences végétales sur *sitophilus oryzae* (L) (Colioptéra : Curculionidae).

**BENISTON.NT.WS, .1984** : “Fleur de l'Algérie”, Ed. Entreprise nationale du livre,

**BERKANI A. ET BADAOU I., 2008** - Mineuse de la tomate *Tuta absoluta* Meyrick (*Lepidoptera* ; *Gelechiidae*). Ed. INRA Algérie, Alger, 16 p.

**BERNARDT ., PERRINEAU F .,BRAOUR.et GASSET A .,1988**-extraction des huiles essentielles (chimie et technique )Information chimie ,n 298 ,pp:178-184.

**BERTRAND B. ,2001**: la compagnon vegetal, Ed Dund, Parie ,128 p.

**BIURRUN R., 2008** - *Tuta absoluta*. La polilla del tomate. Rev.Agricola, pp :16-18.

**BOUCHONNET et LIBONG., 2000**. les huiles essentielles et leur distillation.

**BLANCARD D., 1988** - Maladies de la tomate (observer, identifier, lutter). Ed. INRA, Paris , 211 p.

**BOELENS.MH ,1985** : the essentielles oil from rosmarinus officinalis L.perfumer .

**BRUNTON J.,1993**-Pharmacognosie,phytochimie ,plantes médicinales ,2ème édition .Ed.Tec et Doc . ,pp :484-535.

**CABASSON C., BEN AKAL Y., HEDIJI H. ET DOMINIQUE R., 2008** - L'étude du métabolome de la tomate par RMN du proton. Ed. INRA, 7p.

**CALVERT., 1965** - Flower initiation and development in the tomato. Ed. N. A. A. S. Quarterly, Rev.70, pp 79 - 88.

**CAPONERO A. ET COLELLA T., 2009** - *Tuta absoluta*, anche in Basilicata un nuovo pericolo

**CAPONERO A., 2009** - Ricerca e Tutela delle Risorse Naturali Tonia Colella.Ed. Università degli Studi della Basilicata, 3 p.

**CESAR .,2001** - lutte biologique/ phéromone. Ed. Econo-ecolo, 2p.

**CHABOUSSON F.,1981**-les plantes maladies des pesticide base naturel prevention contre maladies et parasites Ed .DERAR 9.PARIS 20.

**CHARUDATTAN R., WYSS G. ET CHANDRAMOHAN S., 2002** - Biological control : in Wheeler, W. B. Ed. Pesticides in agriculture and the environment, New York, Marcel Dekker, CO DELL'AGENZIA 330 p. L UCANA

**CHIBANE A., 2009** - Fiche Technique Tomate sous serre /maladies des plantes, agriculture et écologie. Ed. MADRPM/DPV/DH, 13 p.

**CHIEJ R., 1982** : Les plantes médicinales, Ed Salar, Paris, 422 p.

**CONSTANT .B, 1994** - Etude des modalités de ponte de la punaise prédatrice *Macrolophus caliginosus* (Heteroptera : Miridae) en vue de l'élaboration d'un support artificiel, Thèse Doctorat en biosciences, INSA Lyon, 176 p.

**DE SOUZA, C.,KOU MAGLO, K.,GBEASSOR, M., 1995-** Évaluation des propriétés antimicrobiennes des extraits aqueux totaux de quelques plantes médicinales. UNIVERSITE DU BENIN, LOME – TOG .Pharm. Méd. tra. afro, pp 103-112 O.

**DELAINGNE R. ,1930-** les essences naturelles et parfums ,Ed ,armond colin ,PARIS.

**DESMAS S., 2005** - Analyse comparative de compétitivité : le cas de la filière tomate dans le contexte euro-méditerranéen. Thèse D.A.A., Institut Agronomique Méditerranéen de Montpellier, 68 p.

**DESOUHANT E., 2009** - Ecologie comportementale et dynamique de populations/ les parasitoïdes : des insectes tueurs. Biométrie et biologie évolutive n°5, Ed. UMR,CNRS 5558, Univ. Lyon, 2p.

**DEVENTER P.V., 2009** - Leaf miner threatens tomato.Ed. Plant Research International, Wageningen, the Netherlands,3p.

**DIONYSSIOS P., FANTINOU A., GARANTONAKIS N., KITSIS P., MASELOU D. ET PANAGAKIS S., 2009** - Studies on the damage potential of the predator *Nesidiocoris tenuis* on tomato plants., Rev. Bulletin of Insectology n° 62 (1), pp: 41- 46.

**DJERROUMI A., ET NACEF M., 2004** : Les plantes médicinales d'algerie, Ed .Palais du livre, Alger.

**DORMAN H.J.D ET DEANS S.G-** Antimicrobial agent from plants-Journal of Applied Microbiology .Vol.88 :N°2.pp 308-316. 2000.

**FABROCINI., 1999** Les huiles essentielles qui soulagent vos douleurs. Les huiles essentielles et les soins de la peau. Edit. Mortgne

**f Fravel D.R 2005** Commercialization and implementation of biocontrol , Phytopatho rev 43.337.359

**EL ABCI A., 2009** - Alerte à la mineuse de tomate. Ed. le quotidien d'Oran, 24p.

**EL GUEDOUI R .,2003-** Extraction des huiles essentielles de romarin et de thym .comportement Insecticides de ces deux huiles sue *Rhyzoperta dominica* .Mem.Ing.Genie

chemie.Eco.Nat.Poly.EL HARRACH.70p.

**EMBERGER ET CHADFAUD ., 1990** : Traite de botanique ( systématique) Tome 2,Ed .Masson,paris 1360 p. entomopatógenos. Tierra Adentro n° 48, pp : 24-25.

**ESTAY P., 2000** - Polilla del tomate *Tuta absoluta* (Meyrick). Ed. Informativo La Platina 9:1-4.

**ESTAY P., 2001** - Primer curso "Manejo integrado de plagas y enfermedades en Tomate". Santiago. Ed. INIA La Platina, 122 p.

**ESTAY P., 2002** - Polilla del tomate *Tuta absoluta* (Meyrick). Informativo, Rev. La Platina n°9, pp 1-4

**ESTEBAM S., 2008** - Numero special : nouveau ravageur tomate. Ed.Koppert Biological systems, 3 p.

**EVANS W.C ,1998**-trease and evan's pharmacognosy,14th édition SANDERS pp :48-65,612p.

**FAO., 2008** - L'actualité agricole en Méditerranée. Ed. CIHEAM ,33 p.

**FERNANDEZ S. ET MONTAGNE A., 1990** - Biología del minador del tomate, *Scrobipalpula absoluta* (Meyrick) (*Lepidoptera: Gelechiidae*). Boletín de Entomología Venezolana.5(12), pp :89-99.

**FINNEY D.J. ,1971**-Probités analysis.3rd editin.Cambridge .london .333p.

**FRAVAL A. ET SILVY C., 1999** - La lutte biologique (II). Dossiers de l'Environnement de l'INRA, Paris, 274 p.

**FREDON, 2009** - *Fiche technique : La mineuse de la tomate Tuta absoluta (Meyrick)*, Ed. FREDON Corse, France, 3p.

**FUNK et WAGNALLS ,2004**-Encyclopédie britannique FUNK et WAGNALLS ,URL :<http://WWW.Funkndwagnalls.com>.

**GALLO .P ET SILVA .E, 1989** - Susceptibilidad de larvas de lepidópteros al nemátodo *Steinerneme carpocapsae* (Steinernematidae).IDESIA, n° 11, pp: 49-51.

**GARNERO ,1985**-Technique de l'Ingenieur,les huiles essentielles :vol.12.

**GARZIA .G.T., Bernardo U., Lodice L, Raffaele .S, 2009** - Pomodoro e *Tuta absoluta*. Ed. Istituto per la Protezione delle Piante-Consiglio Nazionale delle Ricerche, Sezione di Portici, pp : 13-14.

**GERDING .M ET FRANCE A., 2003** - Formulación de biopesticidas con hongos

**GERDING .M, 1999** - Agentes de Control Biológico de Plagas. Ed. INIA Quilamapu, 2p.

**GIOVE ET ABIS., 2007** - Place de la méditerranée dans la production mondiale de fruits et légumes. Ed. Institut Agronomique Méditerranéen de Bari, 22 p.

**GIUSTOLIN T., VENDRAMIN J., ALVESS ET VIEIRA S., 2001** - Patogenicidade de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. sobre *Tuta absoluta* (Meyrick)(*Lepidoptera: Gelechiidae*) criada em dois genótipos de tomateiro. Neotropical Entomology 30 (3): pp 417- 421.

**GRISVARD .P , CHAUDUN .V . , CHOUARD P , ET GUILLAUMIN .A , 1977** :le bon jardinier , Tome 2 , Ed . Flammarion ,Paris ,1667 p.

**GUBB.A.S, .1913** : “La flore algérienne naturelle et acquise”, Ed.A.Jurdan, Alger,

**GUNTHER.E., 1972** :“the essentielle oil ”,Edition . Kreiger ublishing .New york ,128p.

**HOUMANI Z., 2002**-The essential oil composition of Algerien zaatar and thym .J.Herbs.Vol.9.N<sup>o</sup> 4,

**INPV., 2008A**- Nouveau déprédateur de la tomate.Ed.Institut National de la protection des végétaux ,11p

**INPV., 2008B** - Lutte contre la mineuse de la tomate : stratégies et moyens. Ed. Institut national de la protection des végétaux, 16p.

**ISMAN.,2001**-Insecticide and activity of essential oil of tabaco cutworm ,Int,vol,15 n°3,pp75-76.

**JACOBSON,M. ,1989**,Botanical pesticides .past .present and future ,American chemied society symposium .wachingtan ;D.C ,serre n°387 ,168p.

**Jaoua .S. 2005** ; Les biopesticides, biotechnologie Sfax ,Sep 2005.P15.

**KIN J.,2003**-Insecticide activity of aromatic plante extract and essential oil ajoinst sitoghilus oryza .j stored .product vol 39,pp.293-303.

**KOLEV N., 1976** - Les culture maraichères en Algérie : Légumes fruits. Ed. Ministère de l'agriculture et de la réforme agraire, T.1, 207 p.

**KORYCINSKA A. ET MORAN H., 2009** - South American tomato moth *Tuta absoluta*. Ed. The Food and Environment Research Agency (Fera), 4p.

**LAHLOUM.,2004**.Method to study phytochemistry and bioactivity of essential oil.Phytotherapy Research 18:435-448

**Lahlou .M. 2004** Methode to study the phytochemistry and bioactivity of the essential

Oils –phytotherapy reshach; vol 18 PP 435-448-

**LARRAIN P., 1992** - Plagas en cultivos bajo plástico. Investigación y Progreso Agropecuario La Platina N° 73, pp : 41-52.

**LIENTAGHI P., 1988** : le livre des bonnes herbes, Ed .Actes Sud, Paris ,242p.

**LOUCIF M.S., 2009** - Menace sur la production de la tomate. Ed. L'expression, 32 p.

**MADR.2009-** Ministère de L'Agriculture et développement rural.

**MAMOUNI,1994-** Application des différents procédés d'extraction de grain de coriandre projet de fin d'études E.N.P ., Alger .

**MARGARIDA M., 2008** – Mineira do tonateiro (*Tuta absoluta*) Uma nova ameaça à produção de tomate. Instituto Nacional de Recursos Biológicos, 5 p.

**MARTIN J., 2009** - Zoologisk Nomenklaturudvalg : Dansk Selskab for Plantesygdomme og Skadedyr. Ed. Institut for Jordbrug og Økologi, 6 p.

**METZCER H. KLESER M. , HOLSCHER U .AND WIRCSAM K . ,1996:** Urtica Kombination spraprte beider Behandlung der benignem prostate Hyperplasie ,Ed .Mosby , grande Bretagne.413p.

**MOATTI R .,FAURAN R., DONADIEU Y., DONADIEU I .ET JEANPERT H.E.,1983** :la phytothérapie , Ed.Maloine, Paris, 243 p.

**MURPHY, B., MORISAWA, T., NEWMAN J., TJOSVOLD S. AND PARRELLA, M., 1998** - Fungal pathogen controls thrips in greenhouse flowers. Rev. California Agriculture n° 52(3), pp: 32-36.

**NECHADI S, BENDDINE F, MOUMEN A ET KHEDDAM M., 2001**- Tomato yellow leaf curl begomovirus (TYLCV). Ed. Direction de la Protection des Végétaux et des Contrôles Techniques, Ministère de l'Agriculture, 7 p.

**OEPP, 2006** – Data sheets on quarantine pests/Fiches informatives sur les organismes de quarantaine Bulletin OEPP/EPPO, Bulletin 35, 434–435

**OZENDA, .1991** : Flore et végétation du Sahara, 3ème édition, Paris.

**PARIS R., GODON M., 1979**-chromatographie en couche mince et sur papier des huiles essentielles .Ed .Masson ,PARIS.

per le SOLANACEE. Ed. Agrifoglio, 2p. PERIODI

**PRATES H.T.,SANTOS J.P.,WAQUIL.M.,FABRIS J.D.,OLIVEIRA.B.and FOSTER J.E.,1998**- Insecticidal activity of monoterpenes against phytophthora dominica F .and Tribolium (Herbst) .J.of stored .Prod.res .vol.34(4),pp :243-249.

**QUESEL P et SANTA S ., 1963**-Nouvelle flore de l'Algérie et des régions méridionales, tome II.Ed CNRS

**RAMEL J-M ET OUDARD E., 2008** - *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) éléments de reconnaissance. Ed. L.N.P.V, 2p.

**RIPA R., ROJAS S. ET RODRIGUEZ F., 1990** - Consideraciones sobre el control de la polilla del tomate. IPA La Platina n°68, pp: 20-24.

**RODRIGUEZ S., RODRIGUEZ C., Riestra D., VILLANUEVA J. Y RODRIGUEZ D., 2006**- Influencia de la luz y de aditivos naturales sobre la germinación de conidias de *Metarhizium anisopliae*. Manejo Integrado de Plagas n°64, pp : 34-40.

**ROEL P, VAN DER GAAG D.J., LOOMANS A., VAN DER STRATEN M., ANDERSON H, LEOD M., CASTRILLÓN J.M, CAMBRA G.V., 2009** -*Tuta absoluta*, Tomato leaf miner moth or South American tomato moth. Ed .Plant Protection Service of the Netherlands, 24 p.

**SAADALI B.,**Alkamides from *Artemisia dracunculus*.Phytochemistry.Vol.58.,pp.83-86

**SCHOFLIED T. F. ,1994**-Aroma improvement by means of spicing colmu .fruit processing

.Europien Manager flavour tech –Mul berry house ,Reading RG 6 ,pp :144-147.

**SALLÉ., 1991** : Les huiles essentielles. Edit. Frison-Roche, Paris, 166p

**SHANKARA N., JOEP VAN LIDT J., MARJA DE GOFFAU, MARTIN H. ET BARBARA V., 2005** - La culture de la tomate production, transformation et commercialisation. Ed. Prota, 105 p.

**SNOUSSI, S.A, 1984** Effet de variation des concentrations d'azote et de potassium D'une solution nutritive de base sur la tomate cultivée en Système hydroponique Thèse Magister. INA. Alger. 115 p

**SPINDLER 1984**

**STARY 1992** : Les principales techniques, distillation et extraction

**Stylo .T 2005** ; Malonda M , Loubaki L- optimisation de l'extraction de l'huile essentielle de Citrus grâce à un plan factoriel complet VOL 65PP219-233.

**TETEREL M., 2009-** Bulletin de Santé du Végétal Normandie. Ed. Fredon, 2 p.

**THURZOVA L., 1985** Les plantes- santé qui poussent autour de nous. Edit.Heilpflanz, Paris, 268p.

**THIERY D., 2007-** Insectes auxiliaires entomophages et contrôle biologique des ravageurs de la vigne. Ed. INRA, Santé Végétale - Sv / Umr 1065 - ENITAB, pp.51.

**TRACHANT. ,1983** :Annals of botany , Analyse chromatographique des plantes .Edition JB Baillier et fils , p 793-80.

**VELDHUIZER E.J., TJERDSMA .VAN BOKHVEN J. D, ZWERJTZERC. BRUTSA. , HAAJSMAN H.L, 2006** Structural requirements for the antimicrobial activity of carvacol. Agri chem. ,55:1874-1875.

**VERNOUILLET M., 2007-** Guide de l'enseignant de l'animation : Tomate, quand la tomate passe à table ! .Ed . L'Arche des Métiers, 24 p.

**VEROLET J-F., 2001** - Tomate : Fiche technique en agriculture biologique. Ed. A.D.A.B 9 p.

**WILLEM., 2004** :Les huiles essentielles, médecine d'avenir, Edit DAUPHIN