

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

العلميالبحتو العاليتعليم وزارة

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة محمد الصديق بن يحي-جيجل

Université de Mohammed Seddiki Ben Yahia Jijel

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des Sciences de l'Environnement
et des Sciences Agronomiques



كلية علوم الطبيعة و الحياة
قسم علوم المحيط و العلوم الفلاحية

Mémoire de fin d'étude

En vue de l'obtention du diplôme : **Master Académique en Biologie**

Option : Phytopharmacie et Gestion des Agrosystèmes

Thème

Exploration de la Lavande et du Romarin à usage insecticide pour
contrôler laCochenilles des Agrumes

Membre de Jury :Présenté par :Président :M^rKERMICHE, A.TEBOUB Meriem

Encadrant : D^rROUIBAH, M.

Examinatrice : D^rDERDOUKH, W.

Session :....

Numéro d'ordre :...../....

Laboratoire ou entreprise ou le travail a été réalisé : Laboratoire de l'Université de Jijel



Dédicace



Je dédie ce travail à :

Ceux qui ont consacré leur vie et souffert pour veiller à mon bien être, à la source de ma réussite, à mes chers parents. Que dieu les garde.

Mon mari : Abdelkeder

Ma petite fille : Nihal

Mes chers frères : Abdelhakim, Abdelfatah, Badis, Mohamed et Fouzi

Mes sœurs : Fatiha, Hassina, Assia

Mes amies :

Naziha et tassadit

Loubna, Safia, Soumia, Afaf et Radia

Je tiens particulièrement à remercier énormément :

Boulahbel Meriem, Bouretba Fayza, et Zineddar Soumia

À toute la famille : Teboub et Boudria

A toute personne dont elle a une place dans mon cœur, que je connais, que j'estime et que j'aime

Remerciements

Au terme de ce modeste travail, je remercie ALLAH de m'avoir donné le courage et la patience de réaliser ce travail.

Je tiens tout particulièrement à adresser mes remerciements les plus vifs d'abord à mon encadrant Dr Rouibah M. qui m'a fait l'honneur de diriger mon mémoire sur un sujet passionnant et m'a guidé tout au long de son élaboration, je lui est très reconnaissante pour ses conseils, sa disponibilité et son sérieux dans le travail.

Je tiens aussi à remercier les membres du jury : Dr Derdoukhi W. et Mr Kermiche A. qui ont acceptés de porter leurs apports, j'espère que leurs remarques, critiques, orientations et conseils me seront très utiles pour une continuité dans le processus de recherche.

Je tiens particulièrement à remercier Mr Sebti qui a apporté une aide efficace et une part active à l'laboratoire de cette étude sans oublier tous les membres du laboratoire de Biologie de l'Université de Jijel.

Je remercie également ma famille qui m'a encouragé tout le long de mes études, de même que mes amis qui m'ont aidés à l'achèvement de ce mémoire, tout en m'excusant auprès d'eux de ne pas les avoir tous cités, je leur exprime ma vive reconnaissance

Merci encore du fond du cœur.....

Liste des figures

Figure 1 : acyclique : myrcène.....	4.....
Figure 2 : monocyclique : thymol.....	4.....
Figure 3 : Les béta-bisabolène.....	5
Figure 4 : Poils épidermiques sur le Calice d'une fleur d'Origan.....	6
Figures 5 : Galande simple d'Origan,Entièrement d'huile et en forme deDôme (800x).....	6
Figure 6 : Le Romarin: <i>Rosmarinus officinalis</i> L.....	11
Figure 7 : La Lavande: <i>Lavandula stoechas</i>	13
Figure 8 : Mâle adulte de cochenille.....	15
Figure 9 : Femelle Adulte de cochenille.....	16
Figure 10 : <i>La Lavande : L stoechas</i> sèche.....	21
Figure 11 : Le Romarin : <i>RosmarinusOfficinalis</i>	21
Figure 12 : Poudre duRomarin : <i>Rosmarinus Officinalis</i>	22
Figure 13 : poudre du La Lavande : <i>L stoechas</i>	22
Figure 14 : Montage du dispositif d'hydrodistillation de type clevenger	23
Figure 15 : Dispositif expérimental des traitements contre <i>C. hesperidum</i>	25
Figure 16 : Rendement moyen de l'extraction des HEs par hydrodistillation.....	27.
Figure 17 : Taux de mortalités corrigées et cumulées,enregistrés suite au traitement à l'HEs de <i>Rosmarinus officinalis</i>	31
Figure 18 :Taux de mortalités corrigées et cumulées, enregistrés suite au traitement à l'HEs de <i>Lavandula stoechas</i>	32.
Figure 19 : détermination de la DL50 pour le test d'HEs de <i>Lavandula stoechas</i> sur <i>C.hesperidum</i>	33
Figure 20 :Détermination de la DL50 pour le test d'HEs de <i>Rosmarinus officinalis</i> sur <i>C.hesperidum</i>	34

Liste des tableaux

Tableau 01 : Rendement en HES de <i>Lavandula stoechas</i> et de <i>Rosmarinus officinalis</i>	27
Tableau 02: Les constituants majeurs des HES du Romarain	28....
Tableau 03: les constituants majeurs de HES de <i>Lavandula stoechas</i>	29
Tableau 04 : Toux de mortalité moyen observées après traitement par l'HE _S de <i>Rosmarinus officinalis</i> et du témoin.....	30
Tableau 05 : Moyennes de mortalité observées après traitement par l'HE _S de <i>Lavandula Stoechas</i> et du témoin.....	30...
Tableau 06 : logarithes des doses et probit de la mortalité cumulée pour le test d'HES de <i>Lavandula stoechas</i> sur <i>C.hesperidum</i>	33.....
Tableau 07 : logarithes des doses et probit de la mortalité cumulée pour le test d'HES de <i>Rosmarinus officinalis</i> sur <i>C.hesperidum</i>	34.....

Listedes abréviations

Sommaire

Introduction	1
---------------------------	---

Partie I. Synthèse bibliographique

Chapitre 01 : Généralités sur les huiles essentielles

1.1. Historique.....	3
1.2. Généralités sur les huiles essentielles.....	3.
1.3. Composition chimique	4
1.3.1. Les terpénoïdes.....	4
1.3.1.1. Les monoterpènes.....	4
1.3.1.2. Les sesquiterpènes.....	5
1.3.2. Les composés aromatiques.....	5
1.4. Caractères physico-chimiques des huiles essentielles.....	5.
1.5. Localisation des constituants d'HEs dans les tissus végétaux.....	6.
1.6. Les méthodes d'extraction.....	6
1.6 .1. Entraînement à la vapeur d'eau.....	7
1.6.2. L'hydrodiffusion.....	7
1 .6.3. La distillation à la vapeur saturée.....	7
1 .6.4.L'hydrodistillation simple.....	7
1.7. Activités biologiques des huiles essentielles.....	7
1.8. La conservation.....	8
1.9. Domaines d'utilisation des huiles essentielles.....	8
1.9.1. En parfumerie et cosmétologie.....	8
1.9.2. En Agriculture.....	8
1.9.3. En agroalimentaire.....	9

Chapitre 2 : Etude sur les plantes utilisées

2.1. Le Romarin : <i>Rosmarinus officinalis L</i>	10
2.1.1. Description	10
2.1.2. Systématique.....	10
2.1.3. Utilisation traditionnelle.....	11
2.1.4. Composition chimique.....	11
2.2. La Lavande: <i>Lavandula stoechas</i>	12
2.2.1.Description.....	12...

2.2.2. Systématique	13.
2.2.3. Utilisation traditionnelle.....	13
2.2.4. Composition chimique.....	14

Chapitre 3 : Les Cochenilles des agrumes

3. 1. Description	15
3.1. 1.La cochenille mâle.....	15
3.1.2. La cochenille femelle.....	15
3. 2.Systématique.....	16
3. 3.Mode de vie et régime alimentaire.....	16
3.4. Reproduction	16
3. 5.Cycle de vie	17
3. 6.Différents types	17
3.7. Nature des dégâts	17
3.8. Méthodes de lutte	18
3.8.1. Lutte Physique	18
3.8.2. Lutte chimique	19.
3.8.3. Lutte Biologique	19
3.8.4. Lutte intégrée.....	20
3.8.5. Lutte par les biopesticides.....	20
3.8.5.1. Les biopesticides d'origine animale.....	20
3.8.5.2.2. Les biopesticides d'origine végétale.....	20

Partie 2 : Etude expérimentale

Chapitre 1 : Matériel et méthodes

1.1. Matériel végétal.....	21
1.2. Récolte et séchage.....	21
1.3. Extraction des huiles essentielles.....	22
1.3.1. Principe d'hydrodistillation.....	22
1.3.2. Matériel d'hydrodistillation.....	22
1.3.3. Procédé d'extraction.....	22.
1.4. Identification des constituants des huiles essentiels.....	24
1.5. Matériel animal.....	24
1.6. Matériel de laboratoire	24.
1.7. Test d'efficacité.....	25.

1.8. Analyse des résultats	26
1.8.1. Correction de la mortalité.....	26.
1.8 .2.Détermination de la DL 50.....	26
1.8.3. Tests statistiques.....	26

Chapitre 2 : Résultats et discussion

2.1. Rendements en huile essentielles.....	27
2.2. Composition chimique des HEs du Romarin.....	28
2.3. Composition chimique des HEs de la Lavande.....	29
2.4.Activité insecticide des huiles essentielles	29
2.5.Analyse des résultats.....	30
2.5.1. Effet insecticide de l'HEs de <i>Rosmarinus officinalis</i> sur <i>C.hesperidum</i>	31
2.5.2. Effet insecticide de l'HEs de <i>Lavandula stoechas</i> sur <i>C.hesperidum</i>	32...
2.6. Calcul des DL50.....	32
Conclusion.....	35
Références bibliographiques.....	36
Annexes	42

L'usage généralisé des produits chimiques en agriculture, notamment les produits phytosanitaires, est un moyen de lutte contre les bio agresseurs des cultures à travers le monde. Ceci a permis un accroissement spectaculaire des rendements des cultures. Beaucoup de pesticides sont toxiques, persistants et s'accumulent dans l'environnement et chez l'homme à travers la chaîne alimentaire, provoquant ainsi des effets non intentionnels et diverses pathologies.

La lutte contre les maladies et ravageurs des plantes est basée sur différentes méthodes. La plupart d'entre elles sont orientées pour prémunir les plantes saines contre leur bio agresseur plutôt que de guérir les plantes malades ou ravagées. Seules quelques infections ou infestations peuvent être contrôlées d'une façon satisfaisante. Selon (**Nasraoui, 2006**) le but final de toutes les méthodes de lutte est de combattre les maladies et ravageurs des plantes et ainsi alors d'accroître la production et améliorer la quantité des produits agricoles.

Le monde végétal est riche de 8000.000 espèces des plantes dont une partie seulement est capable de synthétiser des essences à partir des plantes aromatiques (**Odoul, 2003**). L'Algérie de par sa situation géographique, offre une végétation riche et diverse. Un grand nombre de plantes aromatiques et médicinales y pousse spontanément. L'intérêt porté à ces plantes n'a pas cessé de croître au cours de ces dernières années (**Mebarki, 2010**). Ces plantes aromatiques sont donc à l'origine de produits à forte valeur ajoutée (huiles essentielles, extraits, résine, etc.) qui se présentent presque toujours comme des mélanges complexes dont il convient d'analyser la composition avant leur éventuelle valorisation (**Bernathet al., 2005**).

L'utilisation des extraits des plantes comme insecticides est connue depuis longtemps. Dans certaines régions d'Afrique noire, les feuilles de tabac malaxées dans l'eau étaient utilisées pour lutter contre les moustiques (**Wichtel et Antour, 1993**). Dans l'histoire moderne, les vertus thérapeutiques des huiles essentielles occupent une place en plus importante (**Badreau, 1978**).

Les huiles essentielles extraites par hydro distillation des plantes aromatiques et médicinales sont utilisées à l'heure actuelle pour leurs effets biopesticides. Selon (**Delimietal., 2013**), elles sont considérées comme une véritable banque de molécules chimiques agissant comme insecticides. De nombreuses études ont été mises en place pour isoler et identifier ces molécules en vue du développement de nouvelles formulations bio insecticide (**Philogène et al., 2005**).

L'objectif de ce travail est l'étude des potentialités insecticides des huiles essentielles de deux plantes aromatiques à savoir : le Romarin : *Rosmarinus officinalis* et la Lavande : *Lavandula stoechas* et de déterminer leur pouvoir insecticide vis-à-vis de la Cochenille des Agrumes: *Coccus hesperidum* (Homoptera : Coccidae).

Notre étude est structurée en deux parties dont la première concerne une étude bibliographique qui comporte 3 chapitres à savoir des généralités sur les huiles essentielles, une étude sur les plantes utilisées ainsi qu'un rappel sur les Cochenilles des Agrumes. La partie pratique commence par la description des matériels utilisés et des méthodes employées. Les résultats et leur discussion seront présents dans le chapitre 2 et on termine enfin par une conclusion.

L'usage généralisé des produits chimiques en agriculture, notamment les produits phytosanitaires, est un moyen de lutte contre les bio agresseurs des cultures à travers le monde. Ceci a permis un accroissement spectaculaire des rendements des cultures. Beaucoup de pesticides sont toxiques, persistants et s'accumulent dans l'environnement et chez l'homme à travers la chaîne alimentaire, provoquant ainsi des effets non intentionnels et diverses pathologies.

La lutte contre les maladies et ravageurs des plantes est basée sur différentes méthodes. La plupart d'entre elles sont orientées pour prémunir les plantes saines contre leur bio agresseur plutôt que de guérir les plantes malades ou ravagées. Seules quelques infections ou infestations peuvent être contrôlées d'une façon satisfaisante. Selon (**Nasraoui, 2006**) le but final de toutes les méthodes de lutte est de combattre les maladies et ravageurs des plantes et ainsi alors d'accroître la production et améliorer la quantité des produits agricoles.

Le monde végétal est riche de 8000.000 espèces des plantes dont une partie seulement est capable de synthétiser des essences à partir des plantes aromatiques (**Odoul, 2003**). L'Algérie de par sa situation géographique, offre une végétation riche et diverse. Un grand nombre de plantes aromatiques et médicinales y pousse spontanément. L'intérêt porté à ces plantes n'a pas cessé de croître au cours de ces dernières années (**Mebarki, 2010**). Ces plantes aromatiques sont donc à l'origine de produits à forte valeur ajoutée (huiles essentielles, extraits, résine, etc.) qui se présentent presque toujours comme des mélanges complexes dont il convient d'analyser la composition avant leur éventuelle valorisation (**Bernathet al., 2005**).

L'utilisation des extraits des plantes comme insecticides est connue depuis longtemps. Dans certaines régions d'Afrique noire, les feuilles de tabac malaxées dans l'eau étaient utilisées pour lutter contre les moustiques (**Wichtel et Antour, 1993**). L'évaluation de l'effet insecticide des huiles essentielles extraites de *Lavandulastoechas* et *Origanum glandulosum* dans la région de Jijel. (**Tebboub et Amirat, 2001**).

Dans l'histoire moderne, les vertus thérapeutiques des huiles essentielles occupent une place en plus importante (**Badreau, 1978**).

Les huiles essentielles extraites par hydro distillation des plantes aromatiques et médicinales sont utilisées à l'heure actuelle pour leurs effets biopesticides. Selon (**Delimietal., 2013**), elles sont considérées comme une véritable banque de molécules chimiques agissant comme insecticides. De nombreuses études ont été mises en place pour isoler et identifier ces

molécules en vue du développement de nouvelles formulations bio insecticides (**Philogène et al., 2005**).

Dans cette étude nous sommes fixés comme objectif principal l'exploration de deux plantes aromatiques à savoir : le Romarin : *Rosmarinus officinalis* et la Lavande : *Lavandula stoechas* et de déterminer leur pouvoir insecticide vis-à-vis de la Cochenille des Agrumes: *Coccus hesperidum* (Homoptera : Coccidae).

1.1. Historique

Les végétaux peuplaient la planète bien avant l'homme. Ils ont d'abord servi à le nourrir via la cueillette puis la culture. Leur emploi a rapidement évolué en constatant leurs propriétés thérapeutiques pour traiter les blessures et les maladies (**Lorrain, 2013**).

L'aromathérapie utilise les extraits aromatiques des plantes (essences ou huiles essentielles). Elle est considérée à travers le monde comme une médecine complémentaire ou alternative de la médecine traditionnelle. C'est une branche particulière de la phytothérapie (**Lorrain, 2013**).

Les huiles essentielles ont été utilisées tout au long de l'histoire pour une grande variété d'applications de bien-être. Il semble que les Egyptiens étaient les premiers à utiliser les huiles essentielles aromatiques dans la pratique médicale, soins de beauté, la préparation des aliments, et les cérémonies religieuses. Encens, bois de santal, de la myrrhe et de la cannelle ont été considérés comme des marchandises très précieuses, parfois échangées contre de l'or (**Bouyahyaoui, 2017**).

Par ailleurs, les Grecs utilisaient des huiles essentielles dans leurs pratiques de massage thérapeutique et de l'aromathérapie. Les Romains puis les Chinois et les Indiens ont également utilisé des huiles aromatiques pour promouvoir la santé et l'hygiène personnelle. Les Perses ont commencé à affiner les méthodes de distillation pour extraire les huiles essentielles de plantes aromatiques (**Bouyahyaoui, 2017**). Les extraits d'huiles essentielles ont été utilisés à travers les âges sombres en Europe pour leurs propriétés antibactériennes et odorantes (**Bouyahyaoui, 2017**).

1.2. Généralités sur les huiles essentielles

Les huiles essentielles sont des mélanges de nombreux composés qui sont des molécules peu complexes comme les terpènes, les méthyl-éthers, les oxydes, les esters, les cétones... (**Isman, 2002**). Elles sont produites par les plantes comme moyen de défense contre les ravageurs phytophages (**Csek et Kaufman, 1999**).

L'extraction de ces huiles peut s'effectuer par expression à froid, ce qui préserve l'intégrité de l'essence mais ne peut s'appliquer qu'aux plantes appartenant à la famille des Rutacées (**Masango, 2005**). L'extraction par distillation se fait en exploitant la volatilité des composés aromatiques pour les séparer. Il existe deux formes de distillation : l'hydrodistillation à l'eau et l'hydrodistillation par entraînement à la vapeur d'eau (**El Haib, 2011**).

D'autres méthodes d'extraction ont également été mises au point comme l'hydrodiffusion pulsée et l'extraction aux fluides comme le CO₂ supercritique (Tuley De silva, 1995).

1.2. Composition des huiles essentielles

Ce sont des mélanges complexes et variables de constituants appartenant de façon quasi- exclusive a deux groupes caractérisés par des origines aromatiques distinctes : le groupe des terpénoïdes d'une part et le groupe des composés aromatiques dérivés du phénylpropane beaucoup moins fréquents d'autre part(Couderc,2001).

1.3.1. Les terpénoïdes

Dansle cas des huiles essentielles, les terpénoïdes les plus volatils (masse moléculaire la moins élevée : monoterpènes et sesquiterpènes) sont les plus concernés. Porteurs de fonctions dont le degré d'oxydation est variable, ils donnent naissance à des milliers de substances différentes (Couderc, 2001).

1.3.1.1. Les monoterpènes

Les carbures sont presque toujours présents. Ils sont acycliques (fig1), les monocycliques ou bicycliques (fig2). Ils constituent parfois plus de 90% de l'huile essentielle (citrus, térébenthine) (Couderc, 2001).

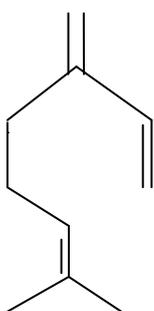


Figure 1 : acyclique : myrcène

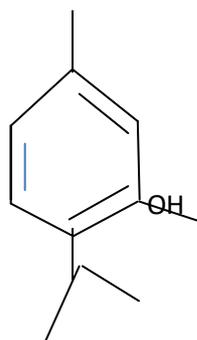


Figure 2: monocyclique : thymol

Quand la molécule est optiquement active, les deux énantiomères sont le plus souvent présents dans des plantes différentes(Couderc, 2001).

1.3.1.2. Les sesquiterpènes

L'allongement de la chaîne farnesyl pyrophosphate (fpp) accroît le nombre de cyclisation possibles. Ainsi, plus d'une centaine de squelettes différents ont été décrits (fig 3) (Couderc, 2001).

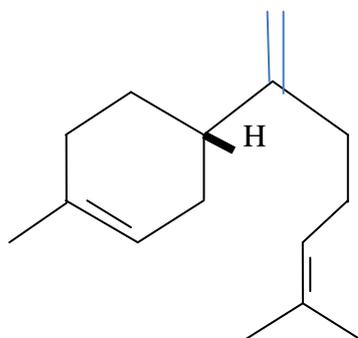


Figure 3 : Les bêta-bisabolène

1.3.2. Les composés aromatiques

Les huiles essentielles contiennent des composés en C6 – C11 comme l'anthranilate de méthyle dans l'essence de néroli et de jacinthe et la vanilline dans la vanille. On trouve aussi dans les essences des composés phénylpropanoïdes (C6-C3) qui sont moins fréquents que les terpénoïdes. On rencontre aussi des aldéhydes phénols comme l'aldéhyde salicylique. Les aldéhydes aromatiques et les phénols sont à l'origine des arômes caractéristiques des condiments comme la vanille (vanilline), la cannelle (cinnamaldéhyde) (Mama, 2007).

1.4. Caractères physico-chimiques des huiles essentielles

Chaque HEs est caractérisée par différentes constantes physiques permettant de l'identifier et de contrôler son origine géographique ainsi que son absence de falsification ou sa pureté. Les critères à déterminer selon la pharmacopée européenne, les normes ISO et AFNOR (Velé, 2015) sont :

- La densité qui est évaluée à l'aide d'un densimètre ou à la pesée.
- La solubilité dans l'alcool de divers degrés. Les HEs sont toutes solubles dans l'alcool mais à des degrés différents.
- Les points de fusion et d'ébullition.
- Le point de congélation.

- Le pouvoir rotatoire évalué grâce au polarimètre pour les molécules renfermant un carbone asymétrique dans leur structure.
- L'indice de réfraction évalué grâce au réfractomètre.
- Le résidu d'évaporation.
- L'indice d'acide.
- L'indice d'ester (4,8) (Velé, 2015).

1.5. Localisation des constituants d'HEs dans les tissus végétaux

Les constituants des HEs peuvent s'accumuler dans des cellules isolées qui se distinguent des cellules banales par leur teinte plus jaune et leurs parois épaisses et légèrement subérifiées (Alilou, 2012). Elles peuvent former de fines gouttelettes parsemant le protoplasme de cellules épidermiques (épiderme supérieur des pétales du Rosier). Mais généralement les épidermes des pétales de fleurs odorantes ne contiennent pas de grosses réserves d'essences. Les essences sont vaporisées de façon continue au cours de leur formation (Alilou, 2012). Les (fig 4) et (fig 5) représentent deux sites de localisation des HEs dans les tissus.

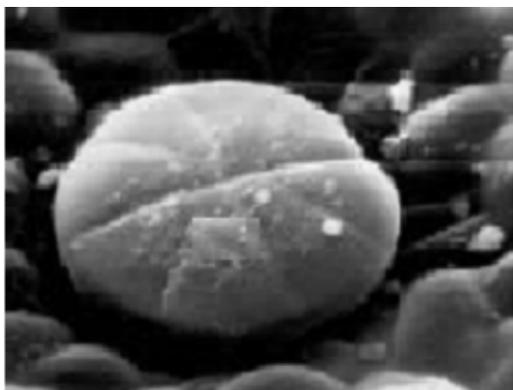


Figure 4 : Poils épidermiques sur le **Figure 5 :** Glande simple d'Origan, Calice d'une fleur d'Origan (Alilou, 2012) entièrement d'huile et en forme de dôme (800x) (Alilou, 2012)

1.6. Les méthodes d'extraction

Il existe plusieurs méthodes pour extraire les huiles essentielles. Les méthodes les plus importantes sont : l'entraînement à la vapeur d'eau, l'hydrodiffusion, la distillation à la vapeur saturée et l'hydrodistillation simple.

1.6 .1. Entraînement à la vapeur d'eau

Selon **El Haib (2011)**,L'entraînement à la vapeur d'eau est l'une des méthodes officielles pour l'obtention des huiles essentielles. A la différence de l'hydrodistillation, cette technique ne met pas en contact direct l'eau et la matière végétale à traiter. La vapeur d'eau fournie par une chaudière traverse la matière végétale située au-dessus d'une grille. Durant le passage de la vapeur à travers le matériel, les cellules éclatent et libèrent l'huile essentielles qui est vaporisée sous l'action de la chaleur pour formes un mélange 'eau + huile essentielles'. Le mélange est ensuite véhiculé vers le condenseur et l'essencier avant d'être séparé en une phase aqueuse et une phase organique : l'huile essentielle. L'absence de contact direct entre l'eau et la matière végétale, puis entre l'eau et les molécules aromatiques évite certains phénomènes d'hydrolyse ou de dégradation pouvant nuire à la qualité de l'huile (**El Haib, 2011**).

1.6.2. L'hydrodiffusion

Selon **Bruneton (1993)**,L'hydrodiffusion est utilisée par certains producteurs. Le principe de l'extraction est basé sur l'action descendante d'un flux vapeur qui traverse le végétal (utilisation de la pesanteur) ce qui permet globalement un gain de temps d'extraction, et donc une économie d'énergie par rapport à la technique précédente ou le courant de vapeur est ascendant (**Bruneton, 1993**).

1 .6.3. La distillation à la vapeur saturée

Pour La distillation à la vapeur saturée, le végétal est supporté dans l'alambic par une plaque perforée située à une certaine distance au- dessus du fond rempli d'eau. Le végétal est en contact avec la vapeur d'eau saturée, mais pas avec l'eau bouillante (**Bousbia, 2011**).

1 .6.4.L'hydrodistillation simple

L'hydrodistillation simple consiste à immerger directement le matériel végétal à traiter (intact ou éventuellement broyé 'turbodistillation') dans un alambic rempli d'eau qui est ensuite portée à ébullition (**Bruneton, 2009**). Les vapeurs hétérogènes sont condensées sur une surface froide et l'huile essentielles se sépare par différence de densité. Dans une variante du procédé, le matériel végétal est broyé in situ (turbo-extracteur) (**Bruneton, 2009**).

1.7.Activités biologiques des huiles essentielles

Les huiles sont employées pour leur saveur et odeur en industrie des produits naturels et en industrie des parfums (**Smallfield, 2001**).Selon**Caillard (2003)**, ellesont des propriétés

antiseptiques pour les poumons (Eucalyptus). Par ailleurs, ces huiles agissent comme dépuratives ou cicatrisantes (Lavande), ou analgésique (Origan, Thym) (**Schwämmle *et al.*, 2001**). D'autre part, les huiles essentielles possèdent une activité antimicrobienne et antiparasitaire : les terpènes ou terpénoïdes ont des effets contre les bactéries, les mycètes, les virus et les protozoaires. (**Cowan, 1999**). En 1977, il a été signalé que 60% des dérivés d'huiles essentielles examinés jusqu'au 1999 sont inhibiteurs de mycètes tandis que 30% inhibent les bactéries (**Cowan, 1999**). Le triterpénoïde et l'acide betulinique ont montré une action inhibitrice envers l' HIV. Le mécanisme d'action des terpènes n'est pas entièrement compris mais on pense qu'il s'agit de la rupture de la membrane par les composés lipophiles (**Cowan, 1999**).

1.8. La conservation

La conservation de l'huile essentielle exige certaines précautions indispensables (**Burt, 2004**). C'est pour cela qu'il est conseillé de déshydrater l'huile essentielle des graines du fenouil par exemple, le sulfate de sodium (Na_2SO_4) et la conserver à une température voisine de 4°C , dans un flacon en verre hermétiquement fermé pour la préserver de l'air et de la lumière (**Bajpai *et al.*, 2008**).

1.9. Domaines d'utilisation des huiles essentielles

Les plantes aromatiques et leur huile essentielle peuvent avoir d'intéressantes applications dans différents secteurs :

1.9.1. En parfumerie et cosmétologie

Les industries des parfumeries utilisent les huiles essentielles pour la fabrication des produits divers tels que : savons, dentifrices, lotions désodorisantes, etc. (**Bruneton, 1993**). La cosmétologie et le secteur des produits d'hygiène sont également des consommateurs. On notera aussi, la présence d'huiles essentielles dans les préparations pour bains (bains « calmants » ou « relaxants ») (**Bruneton, 1993**).

1.9.2. En Agriculture

Il a été démontré que de nombreux constituants terpénoïdes d'huiles essentielles végétales sont toxique au contact pour un large éventail d'insecte et peuvent ainsi être utilisés comme insecticide d'origine végétale. Quelques insecticides à base d'huiles essentielles ont donc atteint le marché d'une façon fort différente (**Regnault-Roger, 2005**).

1.9.3. En agroalimentaire

Les effets antimicrobiens de différentes espèces d'herbes et d'épices sont connus depuis longtemps et mis à profit pour préserver les aliments (**Bekhechi, 2008**). Ainsi, les huiles essentielles et leurs composants, actuellement employés comme arômes alimentaires, sont également connus pour posséder des activités antioxydantes et antimicrobiennes sur plusieurs bactéries responsables de la pollution des aliments et pourraient donc servir d'agents de conservation alimentaires (**Kimet *al.*, 1995**)

2.1. Le Romarin : *Rosmarinus officinalis L*

2.1.1. Description

Originaire des régions méditerranéennes, le Romarin pousse spontanément dans le sud de l'Europe. On le cultive dans le monde entier, Il apprécie les climats chauds ou modérément secs (Iserin et al., 2007). Il doit le nom rose de mer vient simplement du fait qu'il pousse spontanément au bord de la mer (Iserin et al., 2007). Le nom latin *Rosmarinus* est interprété, comme dérivé de "ros" rosée et "marinus" appartenant à la mer autrement dit rosée marin, ce qui fait référence à la présence du romarin sur les côtes et les îles de la Méditerranée et à diverses légendes liées à cette plante (Guinochet, 1973). Le romarin se présente sous forme d'arbuste, d'arbrisseau ou de plante herbacée, mesurant environ de 0.8 à 2m de hauteur. La tige est ligneuse et carrée. Les feuilles sessiles et opposées (fig6), sont persistantes et vivaces. Elles sont enroulées sur les bords, vertes à la face supérieure, velues et blanchâtres à la face inférieure dont elles sont parcourues par une nervure médiane (Garnier et al., 1961). Elles possèdent des poils sécréteurs qui lui confèrent une odeur aromatique spécifique. Les fleurs bleues à blanches (variétés albiflorus) sont disposées en courtes grappes à l'aisselle des feuilles, sur la partie supérieure des rameaux (Garnier et al., 1961). La floraison a lieu presque toute l'année. Le calice bilabié, pulvérulent, nu à la gorge, présente un tube campanulé à 3 divisions dont la plus large est la lèvre supérieure. La corolle est plus longue que le calice dont elle s'élargit sur 2 lèvres inégales, la lèvre supérieure à 2 lobes et la lèvre inférieure à 3 lobes qui possède un médian le plus développé et concave (Quezel et Santa, 1963). L'androcée comporte 4 étamines dont 2 sont stériles et réduites à des crochets. Les 2 autres, saillantes, sont insérées sur la gorge par leur filet muni d'une petite dent. Ces 2 étamines sont des anthères allongées uniloculaires et déhiscentes par une seule fente. Le gynécée se compose d'un style se terminant par un stigmate qui se développe souvent après les étamines. L'ovaire a 2 carpelles divisés en 2 parties. Le fruit est tétrakéne brun dont chaque partie renferme un seul embryon sans albumen (Quezel et Santa, 1963).

2.1.2. Systématique

D'après Quezel et Santa (1963) le Romarin appartient au :

- Règne: Plantae.
- Embranchement: Spermaphytes.
- S/Emb: Angiospermes.
- Classe : Dicotylédones.
- S/Classe : Gamopétales.

- Ordre : Lamiales.
- Famille : Lamiaceae.
- Genre : *Rosmarinus*.
- Espèce : *Rosmarinus officinalis*.
- Noms vernaculaires : Iklil Al Jabal ,Klil, Hatssalouban, Hassalban, Lazir ,AzÎir, Ouzbir ,Aklel, Touzala(Lucienne, 2007).



Figure 6: Le Romarin:*Rosmarinusofficinalis*L. (Ouibrahim, 2015)

2.1.3. Utilisation traditionnelle

En médecine traditionnelle, le Romarin aide à la digestion, traite les céphalées et les migraines, les branchîtes, les coliques, améliore les fonctions hépatiques et biliaires en cas de troubles digestifs. Il est utilisé en usage externe pour soigner les rhumatismes et les troubles circulatoires. C'est un hypoglycémique, il soigne les affections oculaires (Bnouhamet *al.*, 2002)et est utilisé comme antiseptique, cholagogue, antispasmodique, vulnéraire et diurétique (Koubissi, 2002). Dans la région de Béchar, *Rosmarinus officinalis L.* est traditionnellement destiné à la conservation des pâtes,des dattes et comme un emménagogue (Makhloufi, 2013).

2.1.4. Composition chimique

La littérature est particulièrement riche sur les huiles essentielles de *Rosmarinusofficinalis*.Elle en posséderait un rendement de 1 à 2.5%.En plus de l'huile essentielle, on distingue 2 à 4% de dérivés tritérpéniques tels que:l'acideursolique, l'acide oléanolique, l'acétate de germanicol;des lactones diterpéniques:picrosalvine, dérivés de l'acide carnosolique, rosmanol,

rosmadial , des acides phénoliques,des acides gras hydroxylés surtout des dérivés de l'acide décanoïque , des acides grasorganiques : l'acide citrique, glycolique et glycérique , des stérols, de la choline, du mucilagetet de la résine (Bellakhdar, 1997). (Gonzalez Trujanoet al., 2007) ont démontré d'aprèsun criblage phyto-chimique la présence de flavonoïdes, des tanins, des saponines et l'absencedesalcaloïdes.Concernant les éléments minéraux, la spectrométrie d'émission atomique aidentifié 18 éléments à savoir : Al : 146.48 mg/kg ; Ca : 7791.80 mg/kg ; Fe : 330.16 mg/kg;K : 14916.23 mg/kg ; Mg : 1634.55 mg/kg ; Na : 2711.87 mg/kg ; P : 1474.60 mg/kg ;Cr : 97.36 mg/kg ; Sr : 74 .65 mg/kg (Arslanet Musa ozcan, 2007).

2.2. La Lavande:*Lavandulastoechas*

2.2.1. Description

Le nom *Lavandula*dérive du latin lavare qui signifie laver. Elle appartient à la famille des Labiées (Lamiaceae) (Chu et Kemper, 2001). Ce genre renferme environ 32 espèces, qui sont pour la plupart d'origine méditerranéenne (Upson, 2002).*L.stoechas*(fig7) est largement distribuée dans les îles canaries, l'Islande et à travers, tous le Tell méditerranéen, l'Afrique du nord, le sud Ouestde l'Asie etl'Afrique tropicale avec une disjonction vers l'Inde (Upsonet al.,2000). Elle apprécie les climats chauds ou modérément secs et les endroits ensoleillés ainsi que les sols riches (Upsonet al.,2000).

Le genre *Lavandula*présente les caractères suivants :

- Sous-arbrisseau,
- Inflorescence en épi lâche ou serré
- Bractées distinctes des feuilles,
- Calice velu-laineux tubuleux, avec 8 à 15 nervures, 5 dents inégales, les 4 inférieures très courtes et la supérieure prolongée par un appendice cordiforme,
- Corolle à tube saillant un peu dilaté à la gorge, à 2 lèvres (la supérieure à 2 lobes, l'inférieure à 3 lobes),
- 4 étamines courtes, deux étamines appuyées sur la lèvre inférieure de la corolle,
- Anthères uniloculaires

2.2.2. Systématique

SelonQuezel et Santa(1963), *Lavandula stoechas* appartient au :

- Règne : plantes.
- Classe : Dicotyledones.
- Ordre :Lamiales (Labiales).

- Famille: Lamiaceae.
- Genre: Lavandula.
- Espèce : *Lavandula stoechas* L (Quezel et Santa, 1963).
- Noms communs : lavande stéchade, lavande papillon, lavande à toupet ou lavande des îles d'Hyères,
- Nom vernaculaire : **Khezama, Lavande, Lavender** ; en arabe 'El halhal' الحلال (Beloued ,1998).



Figure 7: La Lavande: *Lavandula stoechas*

2.2.3. Utilisation traditionnelle

Lavandula stoechas possède une large utilisation traditionnelle grâce à ses propriétés thérapeutiques remarquables. La décoction des feuilles est utilisée dans le cas d'infections intestinales, de gastralgies; mais c'est surtout pour ses propriétés antitussives qu'elle est largement recommandée. Les fleurs en décoction apaisent l'hystérie. Ingérées telles quelles, elles seraient également efficaces pour calmer la toux et l'asthme. Ses huiles essentielles sont un précieux remède des premiers secours. Elle est antiseptique, accélère la guérison des brûlures et des plaies et calme les inflammations dues aux piqûres d'insectes. Comme elle est utilisée pour traiter la gale et les poux. En massage, elle est appliquée sur la tête pour calmer les maux de tête, pour se détendre, tonifier le système nerveux et retrouver le sommeil (Beloued ,1998).

2.2.4. Composition chimique

Le constituant principal du genre *Lavandula* sont les huiles volatiles. En effet, toutes les espèces de *Lavandula* sont des plantes fortement aromatiques, qui produisent des mélanges complexes d'huiles essentielles. Les constituants chimiques actifs du genre *Lavandula* sont :

- Monoterpenesaldéhydes : aldéhyde de cumi, des monoterpèneethers : 1,8-cinéol,
- les monoterpene esters : acétate de linalyl, acétate de terpényl,
- monoterpene cétones : carvone, coumarine, cryptone, fenchone, methylheptone, noctanone, nopinone, p-méthylacétophénone
- benzenoïdes : eugénol, coumarine, carvacrol, acide hydroxycinnamique, acide rosmarinique, thymol
- sesquiterpenes : caryophyllene, oxyde de caryophyllene, α -photosantanol, α -santanol, α -norsantanol(Chu et Kemper, 2001).

L'huile essentielle de *Lavandula stoechas* d'Algerie, analysée au stade de pleine floraison, contient la α -pinéne à 1.0%, la p-Cyméne à 6.5%, la Fenchone à 31.6%, le Camphre à 22.4%, et la lavandulyl acétate a 3.0%, comme principaux constituants avec une variation quantitative et qualitative par rapport à d'autre pays (Dobet *al.*, 2006). Le genre *Lavandula* est relativement riche en constituants phénoliques. Environ dix-neuf flavones et huit anthocyanines ont été trouvées dans cette plante. Deux esters de l'acide hydroxycinnamique : l'acide rosmarinique et l'acide chlorogénique, sont régulièrement présents dans les feuilles des espèces de *Lavandula*(Harborne et Williams, 2002). Selon(Upsonet *al.*, 2000), Les flavonoïdes identifiés de *L.stoechas* sont les suivants: apigénine, lutéoline, lutéoline 7-glucoside et lutéoline7-glucuronide.

Une cochenille est un insecte appartenant à l'ordre des Homoptères et à la superfamille des Coccoidea, divisée en 23 familles et 7700 espèces (Sforza, 2008) réparties à travers le monde et plus particulièrement dans l'hémisphère Sud. L'appareil buccal est de type piqueur - suceur, comme les pucerons. Elle enfonce son stylet en forme d'aiguille dans la plante et se nourrit de sa sève. Les cochenilles sont appelées aussi poux des plantes. Ils attaquent tous les organes de la plante. Ils vivent comme des parasites surtout sur Citronniers et Orangers, entraînant par conséquent leur affaiblissement et même leur mort (Beaumont, 1996).

Parmi les cochenilles déprédatrices des agrumes, nous pouvons citer le pou rouge, le pou noir, la cochenille noire, la cochenille virgule et la cochenille blanche (Vinecenot et Quilici 1993).

3. 1. Description

Les cochenilles sont des insectes généralement mobiles, de petite taille et de forme ovale. (Richard, 2002) allant de 0.5 mm à 10 mm (Dajoz, 2007). La cochenille mâle diffère totalement de la cochenille femelle (phénomène de dimorphisme sexuel).

3.1. 1. La cochenille mâle

Les mâles (fig8) sont des insectes plus petits que les femelles. Ils ont habituellement deux paires d'ailes et des pattes bien développées tous sont dépourvus de pièces buccales (Dajoz, 2010).

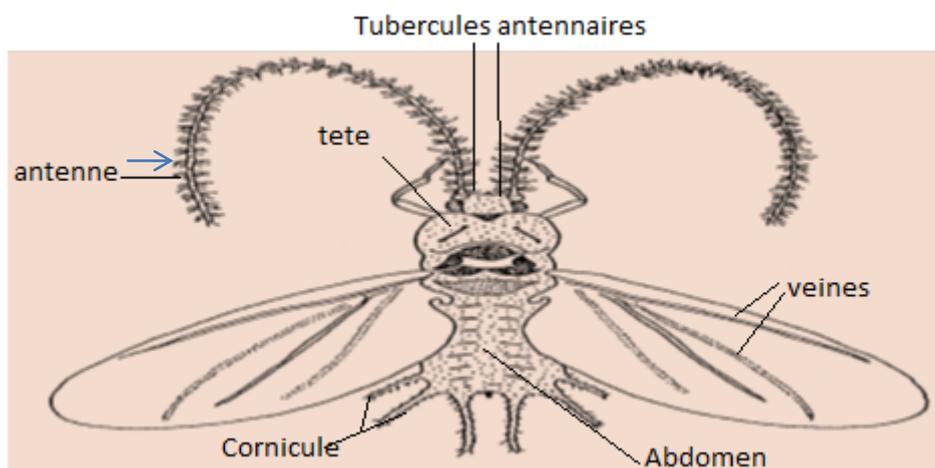


Figure 8: Mâle adulte de cochenille (Foldi, 2003)

3.1.2. La cochenille femelle

Les femelles (fig9) sont des insectes invariablement aptères, larviforme et néoténique. La tête et le thorax sont plus ou moins fusionnés et plus différenciés de l'abdomen qui possède huit segments visibles (Agiuler, 1964). Les antennes sont réduites ou nulles et les yeux sont souvent

réduites en une masse pigmentée et arrondie (Grassé et Doumene, 1998). D'après Dhouibi (2002), les pattes sont au nombre de six, formées de deux articulations et terminées chacune par un ongle pointu.

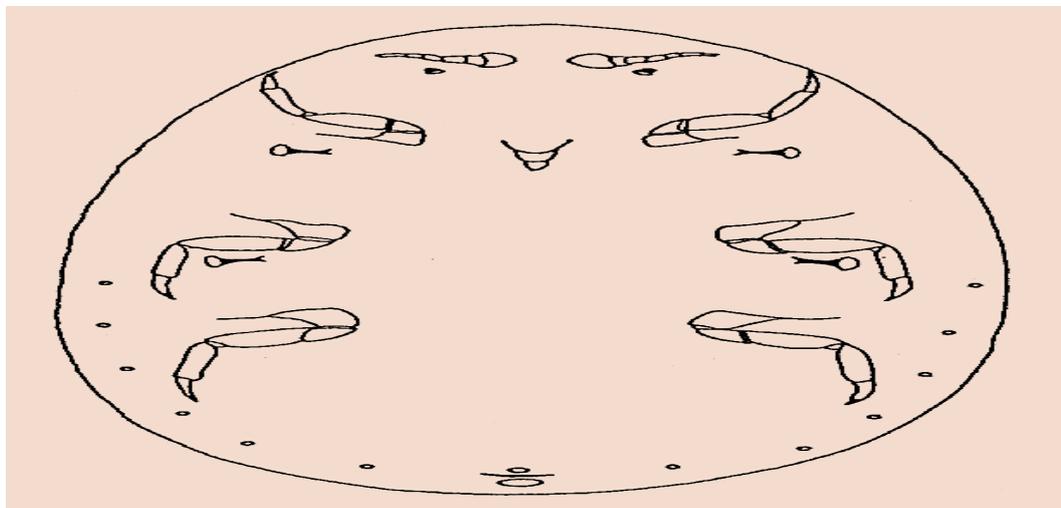


Figure 9: Femelle Adulte de cochenille (Foldi, 2003)

3. 2. Systématique

Les cochenilles sont des insectes appartenant à super-ordre des Hémiptéroïdes ou des Rhynchotes (caractérisés par un appareil buccal piqueur suceur) et l'ordre des Homoptères (caractérisés par des ailes homogènes). Elles appartiennent à la section des Sternohynques (Suty, 2010).

3. 3. Mode de vie et régime alimentaire

A cause de leur parasitisme, les Cochenilles sont assimilées à des poux, d'où le nom de poux des plantes, ils ne sont pas ou sont peu mobiles et se nourrissent toutes en restant fixé sur les tiges les feuilles et les fruits d'une plante dont elles sucent la sève (insectes opophages) avec une efficacité redoutable (Olsen *et al.*, 2000).

3.4. Reproduction

Selon Foldi (2003), Les cycles de reproduction des cochenilles sont compliqués et s'appuient à la fois sur la reproduction asexuée et sexuée. La reproduction est généralement bisexuée: toutefois la parthénogenèse est observée chez de nombreuses espèces, tandis que quelques cochenilles sont hermaphrodites. Les divers modes de reproduction peuvent coexister chez une même espèce, formant des lignées parthénogénétiques et bisexuées comme chez le canium du cornouiller et de la vigne, le Pou des Hespérides et la Cochenille virgule du pommier (Foldi, 2003). Le développement

d'un œuf non fécondé par parthénogenèse, peut-être de type thélytoque constant chez quelques Diaspididés et Margarodidés (les œufs non fécondés donnent alors toujours des femelles) ou de type facultatif. Elle peut être arrhénotoque lorsque l'œuf non fécondé donne uniquement des mâles (**Foldi, 2003**).

3. 5.Cycle de vie

Selon **Philippe (2011)**, Ces insectes ont un développement différent selon la famille à laquelle ils appartiennent. Ils sont parfois issus d'œufs, mais certaines cochenilles sont vivipares ou ovovivipares. Ces œufs ou larves sont émis dans ou sous des abris de natures différentes. Ils peuvent être déposés par certaines espèces dans des sacs cireux appelés ovisacs (Pseudococcidae, Margarodidae, Coccidae du groupe des pulvinaires), sous des boucliers (Diaspididae) ou encore des carapaces (Coccidae). Les stades larvaires sont au nombre de deux ou trois, suivis d'un stade adulte pour la femelle. Chez le mâle, on a deux stades larvaires et deux stades nymphaux (**Philippe, 2011**). La mobilité est réduite voire inexistante à partir du deuxième stade larvaire. C'est d'ailleurs à ce moment-là, que certaines familles développent un système de protection ayant un but final, celui de protéger la descendance des agressions physiques et chimiques du milieu environnant. Les mâles ont parfois un rôle inexistant (**Philippe, 2011**). Certaines souches ou espèces peuvent se reproduire par parthénogenèse comme *Aspidiotus nerii*, Bouché (Hemiptera, Diaspididae) très utilisé dans les élevages d'auxiliaires grâce à cette particularité biologique, comme hôte de substitution. Comme tous les exothermes, les cochenilles ont leur développement lié aux conditions abiotiques du milieu environnant et plus particulièrement la température. Ainsi pour une même espèce, selon la région où elles vivront, elles pourront être monovoltine ou polyvoltine (**Philippe, 2011**).

3. 6.Différents types

Il existe trois familles d'importance économique chez les Cochenilles dans le monde : les Coccidae, appelé anciennement lécanines, les Pseudococcidae ou cochenilles farineuses et les Diaspididae ou cochenilles à bouclier ou encore diaspines. D'autres comme les Monophlebidae (Margarodidae), les Orthezidae ou les Phenicococcidae peuvent parfois engendrer des dégâts considérables sur des cultures spécifiques (**Foldi, 2003**).

3.7. Nature des dégâts

Les dégâts des cochenilles sont difficilement quantifiables. Toutefois, ces ravageurs sont présents sur toutes les parties de la plante que ce soit sur feuille, fruit, tronc, tige ou racine (**Kozstarab et kozar, 1988**). Une même espèce peut être présente, en même temps, sur différents

organes de la plante, ou en fonction de son stade phréologique. On constate des dégâts directs dû à la spoliation de sève provoquant un dépérissement de la plante et des dégâts indirects comme les écarts de triage des fruits ou la présence de miellat ou de fumagine (Kozstarab et kozar, 1988).

Les cochenilles sont des insectes piqueurs qui absorbent pour la plus grande partie, la sève élaborée, riche en sucre. Ce prélèvement entraîne un affaiblissement de la plante se traduisant par la mort des organes végétaux, ou par la taille réduite des fruits, qui sont économiquement préjudiciables (Philippe,2011). La sécrétion de miellat sur les feuilles dû à l'absorption de la sève élaborée, nuit à la photosynthèse et *a fortiori* au développement de la plante, mais surtout entraîne des écarts de triage et un surcoût de nettoyage augmentant ainsi le prix de vente des fruits (Philippe,2011). Ce miellat sur les feuilles, lié à une forte humidité provoque le développement d'un complexe de champignon de type *Capnodiumoleaginum*, la fumagine. Elle se développe ensuite sur l'ensemble des organes foliaires et bloque la photosynthèse et rend plus difficile le nettoyage des fruits Certaines cochenilles sont vectrices de virus notamment en vignoble (Philippe,2011).

3.8. Méthodes de lutte

Les cochenilles sont difficiles à combattre, notamment les cochenilles femelles matures à bouclier et carapace, par contre les jeunes larves ne possèdent pas encore d'organe de protection. Une vigilance régulière est nécessaire pour éviter les attaques importantes.

3.8.1. Lutte Physique

La méthode consiste à déloger les cochenilles présentes sur les branches et le tronc par des jets d'eau puissants. Cette méthode déstabilise les cochenilles sans toutefois les tuer. Mais leur progression est ainsi fortement limitée. Cette méthode s'applique uniquement aux cochenilles pulvinaires (Schmid *et al.*,1982).

Si vous n'avez qu'une ou deux plantes vertes attaquées, retirez les cochenilles à l'aide d'un chiffon imbibé d'un peu d'alcool. Ensuite rincez les plantes à l'eau claire. Cela vous permet en même temps de nettoyer le miellat et la fumagine déjà présents (Schmid *et al.*, 1982).

Durant l'hiver, vous pouvez couper les fines branches (de diamètre inférieur à 2 cm) infestées de cochenilles pulvinaires. Ce moyen de lutte permet de diminuer très fortement les populations au printemps suivant. Les autres types de cochenilles ne sont présents que sous abris ; elles se développent donc toute l'année. Les branches ou bouquets floraux trop attaqués peuvent

être taillées mais cela n'est pas suffisant pour freiner leur évolution. Pour cela, effectuez des traitements à l'huile paraffinique, au pyrèthre naturel ou au savon potassique (**Schmid et al., 1982**)

3.8.2. Lutte chimique

L'utilisation des insecticides organiques reste le moyen le plus commun pour le contrôle des ravageurs (**Regnault-Roger, 2005**).

Un insecticide chimique est un produit issu de synthèse chimique qui a la propriété de tuer les insectes, à court ou à long terme (Rafes, 1971). Aujourd'hui, 433 molécules insecticides sont classées par familles chimiques parmi lesquelles par ordre d'importance trois familles majoritaires : les organophosphorés, les carbamates, les pérythrinoides de synthèse qui représentent à eux seuls 58% des molécules. On remarque aussi des molécules répertoriées à partir de leur mode d'action, comme les fumigants ou les régulateurs de croissance d'insectes (**Regnault-Roger, 2005**).

3.8.3. Lutte Biologique

La lutte biologique a très vite été un moyen efficace pour lutter contre les cochenilles (**Foldi, 2003**).

Les agents de lutte biologique contre les cochenilles sont divisés en deux groupes principaux, les parasitoïdes et les prédateurs.

Le plus grand nombre de parasitoïdes utilisés en lutte biologique, appartient à l'ordre des hyménoptères. L'utilisation de ces derniers a été menée sur les principaux groupes de cochenilles ravageurs des cultures. On retrouve, la plupart du temps des hyménoptères et notamment, les Aphelinidae utilisés contre les Diaspididae ainsi que la famille des Encyrtidae qui parasite les Coccidae ou les Pseudococcidae. De nombreuses autres familles d'hyménoptères peuvent être rencontrées comme les Eulophidae, les Megaspilidae, les Braconidae (**Fabres et Nénon, 1997**). Les Pteromelidae comme les *Scutellista* spp. sont à la fois, parasitoïde et prédateur.

La littérature scientifique regorge d'exemples de lutte biologique contre les cochenilles à l'aide de prédateurs de la famille des Coccinellidae (**Fabres et Nénon, 1997**). Ces prédateurs ont été utilisés en lutte biologique classique (introduction d'un auxiliaire exotique) ou encore sous forme de lâcher répétitif. Ces prédateurs se nourrissent de tous les stades de développement de la cochenille, de l'oeuf à l'adulte, alors que le parasitoïde ne pond souvent que sur un seul stade de développement de la cochenille. Toutefois, le prédateur est pour la plupart du temps, généraliste ou polyphage alors que le parasitoïde est beaucoup plus spécifique. (**Fabres et Nénon, 1997**).

3.8.4. La lutte intégrée

La lutte intégrée est une stratégie multidisciplinaire de contrôle des ravageurs qui inclut plusieurs approches comme par exemple la lutte biologique, les méthodes culturales et l'usage judicieux et limité des pesticides chimiques. Cette méthode considère l'écosystème dans son ensemble, dont les interactions entre les organismes, le but ultime est de réduire les dommages aux cultures économiquement, avec le moins de menaces à l'environnement et à la santé humaine possible (**Lambert, 2010**).

3.8.5. Lutte par les biopesticides

Un biopesticide se définit étymologiquement comme un pesticide d'origine biologique, c'est-à-dire issu d'organismes vivants ou de substances d'origine naturelle synthétisées par ces derniers. Comme le notent (**Regnault –Roger et al., 2005**). Le biopesticide est préconisé pour un meilleur respect des biocénoses et de l'environnement (**Regnault –Roger et al., 2008**).

Ils sont classés en trois grandes catégories selon leur origine (microbienne, végétale ou animale)

3.8.5.1. Les biopesticides d'origine animale

Cette catégorie comprend les prédateurs et parasites. L'efficacité d'un nombre important d'entre eux repose sur des substances actives dérivées des micro-organismes (**Javana et al., 2014**). Ce sont, en principe, ces substances actives qui agissent contre le bio-agresseur plutôt que le micro-organisme lui-même (**Javana et al., 2014**).

3.8.5.2. Les biopesticides d'origine végétale

Les plantes produisent des substances actives ayant des propriétés insecticides, aseptiques ou encore régulatrices de la croissance des plantes et des insectes (**Javana et al., 2014**).

Le plus souvent, ces substances actives sont des métabolites secondaires qui, à l'origine, protègent les végétaux des herbivores. Le biopesticide d'origine végétale le plus utilisé est l'huile de neem, un insecticide extrait des graines d'*Azadirachta indica* (**Javana et al., 2014**).

On peut considérer un biopesticide d'origine végétale comme avantageux à cause de ces critères comme la rémanence, la biodégradabilité, l'absence de phénomène de sélectivité-résistance et l'absence de toxicité sur les espèces (**Regnault-Roger et al., 2002**)

Source		Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F	
Modèle	DDL	13057,095	3264,274	408,981	< 0,0001	
Erreur	4	71,833	7,981			
Total corrigé	9	13128,929				
<i>Calculé contre le modèle Y=Moyenne(Y)</i>	13					

			DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F	
		Source	4	7103,214	1775,804	198,537	< 0,0001	
		Modèle	9	80,500	8,944			
		Erreur	13	7183,714				
		Total corrigé						
		<i>Calculé contre le modèle Y=Moyenne(Y)</i>						

		DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F		
	Source	4	890,929	222,732	62,643	< 0,0001		hautement significative
	Modèle	9	32,000	3,556				
	Erreur	13	922,929					
	Total corrigé							
	<i>Calculé contre le modèle Y=Moyenne(Y)</i>							

Annexe 4 : Analyse de la variance pour l'HEs de la Lavande

	Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F	
	Modèle	4	7086,381	1771,595	824,708	< 0,0001	
	Erreur	9	19,333	2,148			
	Total corrigé	13	7105,714				
	<i>Calculé contre le modèle $Y = \text{Moyenne}(Y)$</i>						

Annexe 5 : Les logs doses et doses des DL50

Logs doses	Doses
1.23	14.12
1.15	14.16

L'étude expérimentale a été réalisée au sein du laboratoire de zoologie, à la faculté des sciences de l'université de Jijel. Cette étude a exigé beaucoup de matériels (végétal, animal et matériel de laboratoire). L'objectif de ce travail est l'exploration de deux plantes pour contrôler la cochenille des agrumes *Coccus hesperidum*, très fréquente sur les agrumes de la région de Jijel.

1.1. Matériel végétal

Le matériel végétal est constitué par deux espèces à savoir la Lavande : *Lavandula stoechas* et le Romarin (*Rosmarinus officinalis* L) qui appartiennent toutes les deux à la famille des Lamiacées. Le choix de ces plantes est basé sur leur utilisation traditionnelle comme plantes médicinales et aromatiques ainsi que la forte odeur et toxicité de leurs huiles essentielles.

1.2. Récolte et séchage

La Lavande utilisée dans cette étude a été récoltée en pleine floraison durant le mois d'Avril 2017 à une hauteur de 520 m d'altitude dans la région de Béni H'Bibi. Pour le Romarin, celle-ci a été prélevée au niveau du campus universitaire.

Le séchage a été effectué pendant 21 jours à la température ambiante à l'abri de lumière, et les feuilles devenues cassantes, en prenant soin de trier chacune de ces feuilles et fleurs qui sont utilisées pour l'extraction des HEs (fig 10 et 11).



Figure 10: La Lavande : *L. stoechas* sèche

Figure 11 : Le Romarin : *Rosmarinus*

officinalis

Pour conserver les huiles volatiles, les organes secs ont été stockés dans des bocaux hermétiques jusqu'à leur étude (Anton et Lobstein, 2005).

Après séchage, les organes ont été préalablement broyés à l'aide d'un mixeur électrique pour obtenir une poudre grossière, puis réduits en poudre fine à l'aide d'un moulin électrique pour

faciliter l'extraction des huiles essentielles (fig 12 et 13) (Freitas et *al.*, 2004 ; Diallo, 2005 ;Burrows,2006).



Figure 12 : Poudre du Romarin : *Rosmarinus*

Figure 13 : poudre du La Lavande : *L. stoechas*

officinalis

1.3. Extraction des huiles essentielles

1.3.1. Principe d'hydrodistillation

L'extraction de l'huile essentielle (HEs) des grains du fenouil a été faite par un hydrodistillateur de type Clevenger (1928)(fig 14). Il est constitué d'une plaque chauffante, un erlenmeyer à vide en verre pyrex où l'on place le matériel végétal et de l'eau distillée, d'une colonne de condensation de la vapeur (réfrigérant) qui vient de l'échauffement de l'erlenmeyer à vide et une ampoule à décanter qui reçoit les extraits de la distillation et d'un thermomètre pour contrôler la température et éviter le surchauffage (Bouguerra ,2012).

1.3.2. Matériel d'hydrodistillation

L'huile essentielle est volatile et insoluble dans l'eau. Pour cela, l'extraction a été effectuée par hydrodistillation.

1.3.3. Procédé d'extraction

Le dispositif consiste à utiliser un mélange de 100 g de la matière végétale sèche et 1000 ml de l'eau a été versé dans un ballon de 2000 ml placé dans un chauffe-ballon, Le mélange a été chauffé à 100 °C pour amener l'eau à ébullition, la vapeur d'eau chargé de constituants volatils de l'HEs passe vers la colonne puis vers le réfrigérant où elle se condense sous l'effet de l'eau froid (alimentation de l'eau à contre-courant dans le réfrigérant). Après la condensation, le distillat et l'HEs versent dans le décanteur ou ils forment deux couches non miscibles et bien distinctes en fonction de leurs densités encore appelés phases :

La phase aqueuse, la plus abondante, est constituée d'eau dans laquelle sont dissoute très peu d'essences odorantes et la phase organique (l'huile essentielle) est constituée des essences odorantes. Le distillat et l'huile essentielle sont recueillis par décantation à la fin de la distillation dans un erlenmeyer. Six extractions ont été effectuées pour chacune des deux plantes dont chaque extraction s'effectue pendant 1 heure 30 minutes. L'huile essentielle obtenue a été mise dans des petits flacons sombres bien fermés et conservé dans le réfrigérateur à une basse température (environ de 4 °C) dans l'obscurité jusqu'à son utilisation ultérieure.



Figure 14 : Montage du dispositif d'hydrodistillation de type clevenger

Après extraction et élimination de toute trace de solvant, le rendement en huile essentielle a été déterminé par rapport au poids de la matière végétale séchée avant extraction (Mohammedi, 2006), évaluée à partir de six échantillons de 100 g. Le rendement a été calculé d'après qui :

$$R = \frac{M_{HE}}{M_s} * 100$$

M_s

R : rendement de l'huile essentielle

M_{HE} : la masse de l'huile essentielle

M_s : la masse de la matière végétale sèche

1.4. Identification des constituants des huiles essentiels

L'identification des constituants des huiles essentielles a été faite par la Chromatographie en phase gazeuse liée à la spectrométrie de masse (GC-MS)

La chromatographie en phase gazeuse CPG est particulièrement intéressante pour l'analyse détaillée des mélanges complexes de composés volatils, dans la mesure où la totalité de l'échantillon est analysée. La séparation des molécules de l'odorant dans les huiles essentielles est faite sur la base de leurs indices de rétention et de leurs spectrométrie de masse.

Les huiles essentielles ont été analysées sur un chromatographe de type GCMS Simadzu QP 2010, équipé d'une colonne capillaire apolaire SE 30 (longueur : 30 m, diamètre intérieur : 0,25 µm de, épaisseur du film : 25 m) couplé à un spectrographe de masse (SM) de même type chromatographe avec un détecteur à impact d'électrons, 70 eV, et de type EV. Les conditions analytiques sont les suivantes: température de la colonne 60°C (8 min) à 180°C (3°C/ min), jusqu'à 230°C (20°C/min), mode d'injection, Split, Split ratio 1 : 40, volume injecté d'huile essentielle est 0.6 µl, le gaz vecteur est l'hélium. Pour toutes les analyses, on injecte manuellement 0,2 µl d'échantillon d'huile essentielle pure. Les pourcentages relatifs (%) des composés identifiés dans la composition chimique des huiles essentielles ont été calculés à partir des aires de pics obtenus en chromatographie en phase gazeuse GPC/SM sans aucun facteur de correction. La quantification de chaque composé a été effectuée par intégration de son pic sur le spectre du chromatographe en phase gazeuse.

1.5. Matériel animal

Le but de cette étude est de tester l'efficacité des huiles essentielles de *Lavandula stoechas* et *Rosmarinus officinalis* contre la cochenille du citronnier : *Coccus hesperidum* (Homoptère : coccidae). Sont ramassées à partir des vergers d'agrumes situés à Jijel .Il s'agit de rameaux et feuille d'arbres recouvert par les encroutements dus à la présence massive de bouclier enveloppant le corps des cochenilles.

1.6. Matériel de laboratoire

Le travail a été réalisé au niveau du laboratoire de zoologie de l'université de Jijel pendant les mois d'avril, mai et juin 2017. Concernant le matériel suivant : un congélateur, un dispositif d'extraction (clevenger), une CPG (chromatographie en phase gazeuse) , une loupe binoculaire, un mixeur électrique , une balance analytique. Comme réactifs nous avons employé essentiellement de l'éthanol pour l'extraction des substances bioactives. Quant à la verrerie, celle-ci est composée d'une fiole, de boîtes de pétrie, de béchers, de tubes à essais, de pipette, d'entonnoir...etc.

1.7. Test d'efficacité

La Cochenille du Citronnier (*Coccus hesperidum*) étant un insecte immobile, il était donc facile de les traiter directement dans les boîtes de pétri . Pour cela, nous avons utilisé des doses de 6 μ l, 12 μ l, 24 μ l, 48 μ l .



Figure 15 : Dispositif expérimental des traitements contre *C. hesperidum*

La lecture des résultats (nombre d'individus mort) a été faite sous loupe binoculaire 6 jours après le traitement et ce en détachant à l'aide d'une aiguille le bouclier sous lequel est cachée la Cochenille pour s'assurer de sa mort (par dessèchement).

1.8. Analyse des résultats

1.8.1. Correction de la mortalité

Pour connaître la mortalité causée par l'effet biocide des substances bioactives sur les population de cochenilles, nous avons calculé la mortalité corrigée (M_C), et ce en tenant compte des mortalités naturelles observées chez les témoins (M_T), selon la formule d'Abbott suivante :

$$M_C = (M_0 - M_T / 100 - M_T) * 100$$

M_C : Taux de mortalité corrigé.

M_0 : Taux de mortalité dans la population traitée

M_T : Taux de mortalité dans la population témoin.

1.8 .2.Détermination de la DL 50

Pour évaluer plus précisément la toxicité des extraits, nous avons calculé les DL 50, définis comme étant les doses létales provoquant 50 % de mortalité dans la population d'insecte traité. Elle est déduite par le tracé de la droite de régression des probit des taux de mortalité en fonction des logs doses. Les pourcentages de mortalités corrigées sont transformés par la suite en probits selon la table de (Finney ,1952).

1.8.3. Tests statistiques

Les résultats sont également traités statistiquement pour calculer le coefficient de corrélation. Pour cela, nous avons employé le programme Excel pour obtenir la droite de régression linéaire des différents taux de mortalité en fonction des doses .Concernant la différence entre les tests dans les boîtes , nous avons utilisé le test d'analyse de la variance ANOVA à deux facteur et ce pour connaître si la différence est significative ou non :

$P > 0.05$: Aucune différence significative.

$P < 0.05$: différence significative.

$P < 0.01$: différence très significative.

$P < 0.001$: différence hautement significative

2.1. Rendements en huiles essentielles

Les rendements des huiles essentielles en pourcentage ont été calculés à partir de la masse de ces dernières obtenus et de celle de la matière sèche utilisée pour l'extraction. Les résultats sont indiqués dans le **tableau 01** suivant.

Tableau 01 : Rendement en HEs de *Lavandula stoechas* et de *Rosmarinus officinalis*.

Les plantes	extraction	Matière sèches (g)	HEs (g)	Rendement(%)
Lavandula stoechas	6	600	5	0.83
Rosmarinus officinalis	6	600	2.98	0.59

Les rendements moyens de l'extraction par hydrodistillation sont donc calculés par rapport à 100 g de la matière sèche pour chaque plante. Ils sont représentés dans la **figure 16** suivante

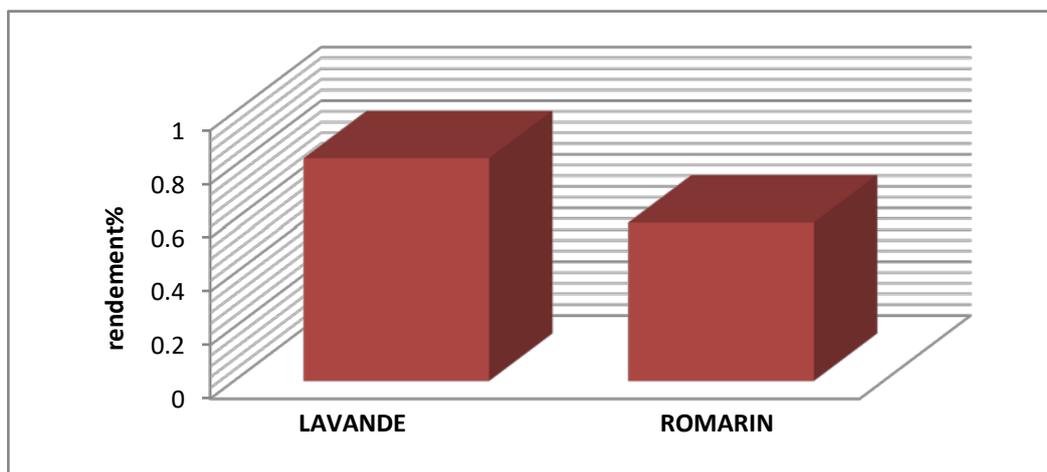


Figure 16: Rendement moyen de l'extraction des HEs par hydrodistillation.

Les rendements en huiles essentielles obtenus par rapport à la matière sèche sont différentes entre les deux plantes étudiées. Le rendement le plus élevé est enregistré pour la Lavande (0.83%), tandis que celui du Romarin est nettement inférieur (0.60%).

D'après les résultats obtenus, il s'est avéré que l'extraction par hydrodistillation a permis d'obtenir un bon rendement en HES et ce pour les deux plantes. Concernant la Lavande, **Tebboubet Amirat (2011)** ont obtenu la moitié (0,43%) du rendement pour cette plante. Nous pouvons dire donc que nos résultats (0,83%) sont très satisfaisants.

Pour ce qui est du Romarin, le rendement obtenu (0,59%) semble être moins important mais satisfaisant. En Kabylie, **Taleb-Toudert (2015)** a obtenu pour cette même plante un rendement d'uniquement 0.20%. Il faut signaler ici que le rendement en HES d'une plante peut varier d'une famille botanique à une autre, d'une espèce à l'autre et même au sein de la même espèce. De plus, cette différence peut être liée à plusieurs facteurs tels que la zone géographique de collecte, le climat, le stade phénologique de la plante et la saison de récolte (**Belyagoubi, 2006; Khnaka, 2011**), sans oublier la partie de la plante concernée ainsi que le matériel et la technique d'extraction (**Bruneton, 1993**).

2.2. Composition chimique des HES du Romarin

L'analyse par la CPG obtenu montre (Annexe 1) que l'HES de cette plante est composée de 119 constituants dont la majorité sont des : Bicyclo[3.1.1]hept-3-en-2-one,4,6,6-triméthyl (13.69%), Bicyclo[3.1.1]hept-3-en-2-ol,4,6,6-triméthyl (12.92%), Eucalypol (10.36%), Bicyclo[3.1.1]heptan-3-one,2,6,6-triméthyl (6.92%), Camphène (3.85%), Limonène (3.55%), (Tab.2).

Tableau 02: Les constituants majeurs des HES du Romarin

N° de pic	Constituants majeurs	Pourcentages%
04	Camphène	3.85
12	Limonène	3.55
14	Eucalypol	10.36
30	Bicyclo[3.1.1]hept-3-en-2-ol,4,6,6-triméthyl-	12.92
35	Bicyclo [3.1.1]heptan-3-one,2,6,6-triméthyl-	6.92
47	Bicyclo[3.1.1]hept-3-en-2-one,4,6,6-triméthyl-	13.69

2.3. Composition chimique des HEs de la Lavande

Cette HEs est composée (Annexe 2) de 90 constituants dont les majoritaires sont : Bicyclo [3,1,1] hept -2-en-6- one,2,7,7-trimethyl-(37.23%), Bicyclo [3,1,1] hept -2-en-6- one,2,7,7-trimethyl-(7.93%), L-Fenchone(7.84%), Camphene(4.04%), Myrtenyl acetate(4.04%), Eucalytol(2.5%), Alpha.pinene(1.17%) (Tab 3).

Tableau 03: Les constituants majeurs de la Lavande

N° de pique	Constituants majeurs	Pourcentages
05	Alpha.pinene	1.17
06	Camphene	4.04
14	Eucalytol	2.5
21	L-Fenchone	7.84
33	Bicyclo [3,1,1] hept -2-en-6- one,2,7,7-trimethyl-	37.23
50	Bicyclo [3,1,1] hept -2-en-6- one,2,7,7-trimethyl-	7.93
56	Myrtenyl acetate	4.04

2.4. Activité insecticide des huiles essentielles

Les **tableaux 04 et 05** résument les moyennes de mortalités observées et leur écart-types après traitement des populations de la Cochenille des Agrumes (*Coccus hesperidum*) par les HEs de *Lavandula stoechas* et de *Rosmarinus officinalis*, ainsi que ceux du témoin.

Tableau 04 : Taux de mortalités moyens observées après traitement par l'HE_s de *Rosmarinus officinalis* et du témoin .

Durée/dose	6μl/ml	12μl/ml	24μl/ml	48μl/ml	Témoin
2 jours	13.00±1.33	15.33±1.11	25.00±1.33	40.00±2.00	2±0.66
4 jours	35.00±1.77	45.00±1.33	67.66±1.77	72.00±2.66	6.33±1.11
6 jours	58.00±2.00	70.33±1.55	79.33±1.11	85.00±2.44	10.33±1.11

Tableau05 :Taux de mortalités observées après traitement par l'HE_s de *Lavandula Stoechas* et du témoin.

Durée/dose	6μl/ml	12μl/ml	24μl/ml	48μl/ml	Témoin
2 jours	10.66±1.55	18.30±1.11	20.33±1.11	25.33±1.77	3.00±0.66
4 jours	39.66±1.11	51.00±0.66	56.00±1.11	67.33±1.55	4.00±0.66
6 jours	69.39±1.11	74.00±2	89.00±2.66	92.3±1.77	10.66±1.55

2.5.Analyse des résultats

Les **figures 17** et **18** affichent les taux de mortalités corrigées et cumulées, enregistrés suite aux traitements des populations de la Cochenilles des Agrumes aux différentes concentrations d' HES de *Lavandula stoechas* et de *Rosmarinus officinalis* en fonction du temps.

2.5.1. Effet insecticide de l'HEs de *Rosmarinus officinalis* sur *C. hesperidum*

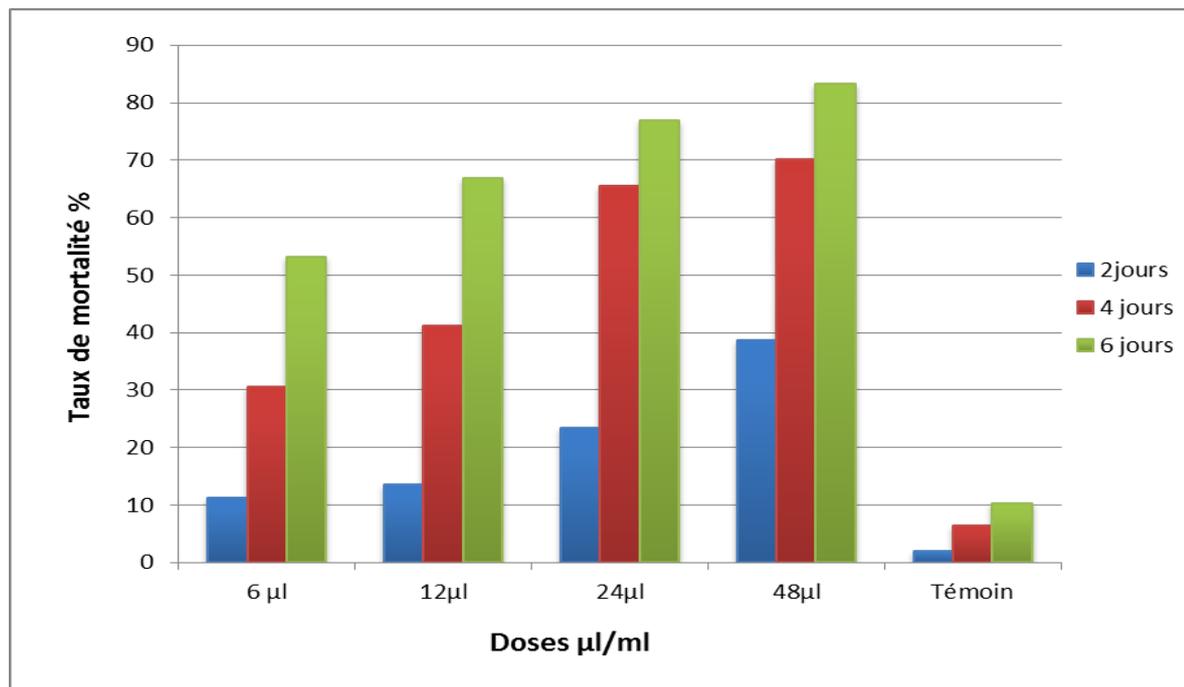


Figure 17 : Taux de mortalités corrigées et cumulées, enregistrés suite au traitement à l'HEs de *Rosmarinus officinalis*

D'après les résultats exprimés dans la figure ci-dessus, nous remarquons que les pourcentages de mortalités sont proportionnels aux doses des huiles essentielles. On remarque également que le taux de mortalité de *Coccus hesperidum* atteint 70.10% pour la forte dose (48µl/ml) et 30.60% pour la plus faible dose (6µl/ml), le tout obtenu au bout de 4^{ème} jour de traitement. L'analyse de la variance a montré qu'il existe une différence hautement significative du temps et de la dose sur le taux de mortalité ($P=0.0001 < 0.05$) (Annexe 3).

Il faut signaler que la dose de 12µl/ml d'huile essentielle a engendré un taux de mortalité moyen de seulement 15.33% et ce 2 jour après traitement. Pour cette même dose, **Taleb-Toudert (2015)** a obtenu un taux de mortalité nettement supérieur (70%) mais contre les adultes de la Bruche du Niébé *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae), mais 24 heures uniquement après traitement.

2.5.2. Effet insecticide de l'HEs de *lavandula stoechassur C.hesperidum*

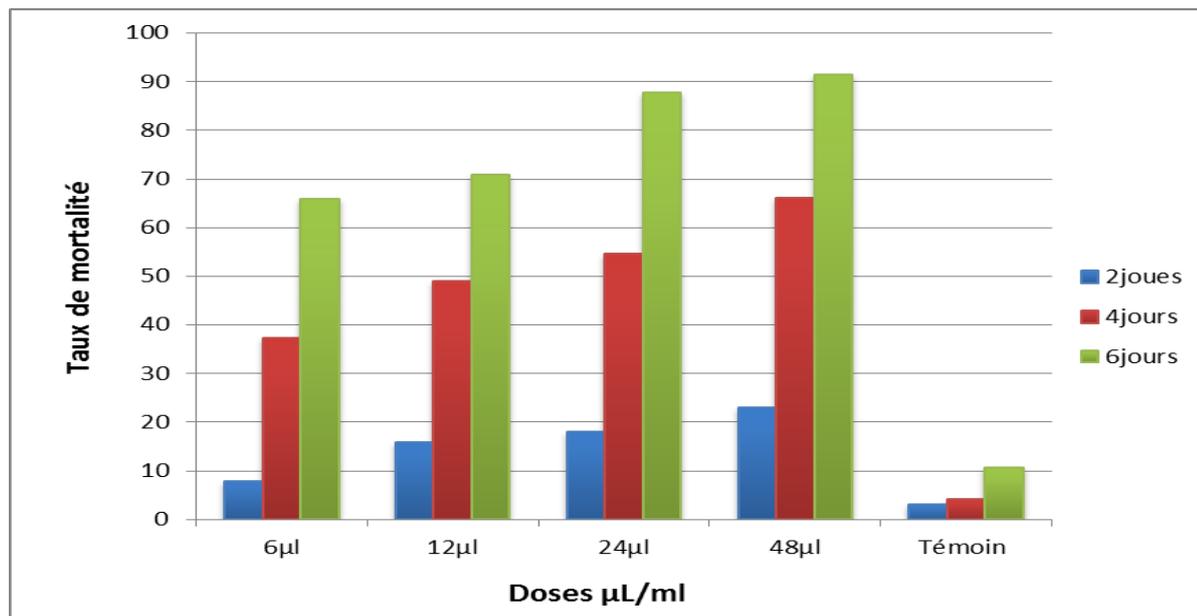


Figure 18 :Taux de mortalités corrigées et cumulées, enregistrés suite au traitement à l'HEs de *lavandula stoechas*

Les résultats obtenus après traitement par l'HEs de *L.stoechas* montrent une variation dans le taux de mortalité en fonction de la dose et du temps. La plus forte doses (48µl/ml) a engendré une mortalité de 66% après 4 jour de traitement alors que la plus faible (6µl/ml) a occasionné 37.14% pendant le même intervalle de temps. L'analyse de la variance a montré qu'il existe une différence hautement significative du temps et de la dose sur la mortalité ($P=0.0001 < 0.05$) (Annexe 4).

Les résultats obtenus sont très satisfaisants. En effet, nous avons obtenu un taux de mortalité moyen de 91% pour la dose de 48µl/ml et ce 6 jours après traitement. Un taux de mortalité presque similaire (84%) a été obtenu par **Tebboub et Amirat (2011)** en utilisant l'huile de cette même plante à la dose de 0,062 µl/cm² mais 60 heures après traitement contre le Puceron noir de la fève: *Aphis fabae* (Homoptera: Aphidae).

2.6. Calcul des DL50

Il faut rappeler que pour calculer les DL50, nous avons converti les doses en logs doses et les taux de mortalités en probits (Annexe 5). Les résultats obtenus sont consignés dans les **tableaux 06** et **07** ainsi que les **figures 19** et **20** suivantes.

Tableau 06 : Logarithmes des doses et probit de la mortalité cumulée pour le test d'HEs de *Lavandula stoechas* sur *C.hesperidum*.

Dose	Log dose	Mortalité cumulée %	Probit de mortalité
6µl/ml	0.778	37	4.67
12µl/ml	1.079	49	4.97
24µl/ml	1.380	54	5.10
48µl/ml	1.681	65	5.30

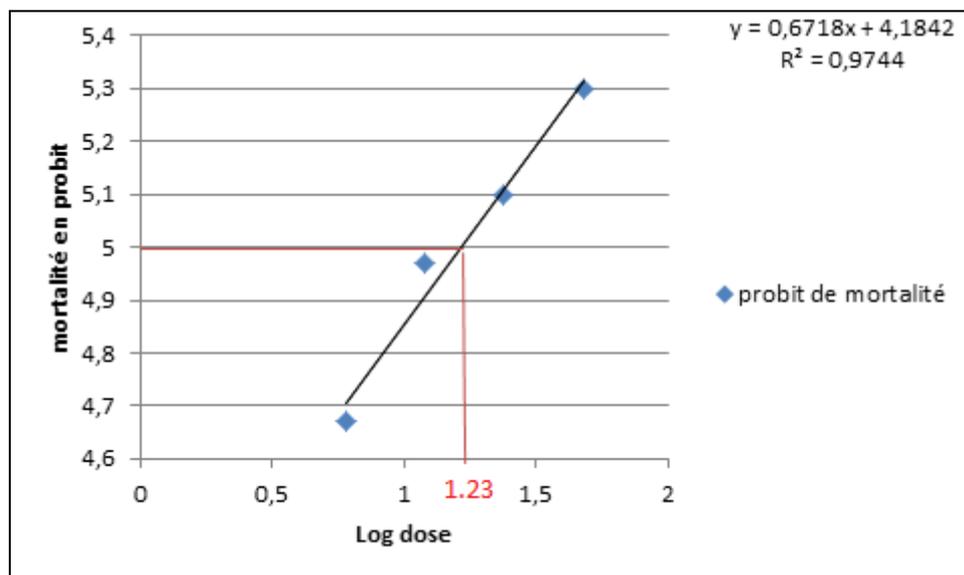


Figure 19 : Détermination de la DL50 pour le test d'HEs de *Lavandula stoechas* sur *C.hesperidum*.

Tableau 07: Logarithmes des doses et probit de la mortalité cumulée pour le test d'HEs de *Rosmarinus officinalis* sur *C.hesperidum*

Dose	Log dose	Mortalité cumulée %	Probit de mortalité
6µl/ml	0.778	31	4.50
12µl/ml	1.079	41	4.77
24µl/ml	1.380	65	5.63
48µl/ml	1.681	70	5.52

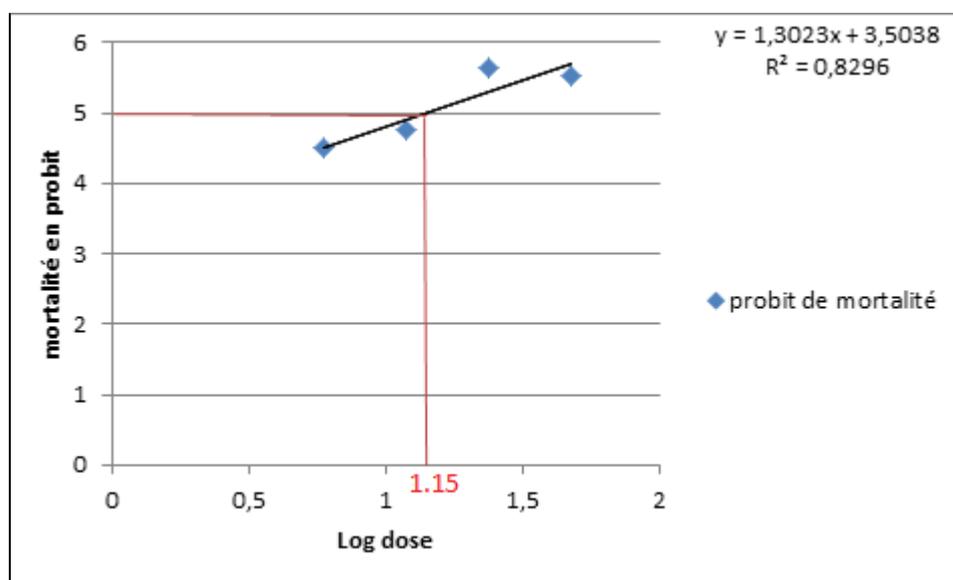


Figure 20 :Détermination de la DL50 pour le test d'HEs de *Rosmarinus officinalis* sur *C.hesperidum*

Les résultats obtenus montrent que pour le Romarin, la DL50% correspond à un logdose de 1,23 c'est-à-dire une dose de (14.12 µl/ml). Quant à la Lavande, la DL50% correspond à un logdose de 1,15 c'est-à-dire une dose de (16.98µl/ml). Contre la même espèce d'insectes (Cochenille d'Agrumes : *Coccus esperidum*), **Kouahi et Bouredjoul (2014)** ont obtenu une DL50 de 75.85µl/ml pour l'HEs de la Menthe Pouliot *Mentha.puleguimet* ce 4 jour après traitement contre la Cochenille des Agrumes *Coccus hespiredum*.

En comparant entre les deux DL50 (14.12 et 16.98µl/ml) respectivement pour le Romarin et la Lavande., nous remarquons donc que l'effet insecticide de ces deux plantes est presque le même.

.

2.1. Rendements en huiles essentielles

Les rendements des huiles essentielles en pourcentage ont été calculés à partir de la masse de ces dernières obtenus et de celle de la matière sèche utilisée pour l'extraction. Les résultats sont indiqués dans le **tableau 01** suivant.

Tableau 01 : Rendement en HEs de *Lavandula stoechas* et de *Rosmarinus officinalis*.

Les plantes	extraction	Matière sèches (g)	HEs (g)	Rendement(%)
Lavandula stoechas	6	600	5	0.83
Rosmarinus officinalis	6	600	2.98	0.59

Les rendements moyens de l'extraction par hydrodistillation sont donc calculés par rapport à 100 g de la matière sèche pour chaque plante. Ils sont représentés dans la **figure 16** suivante

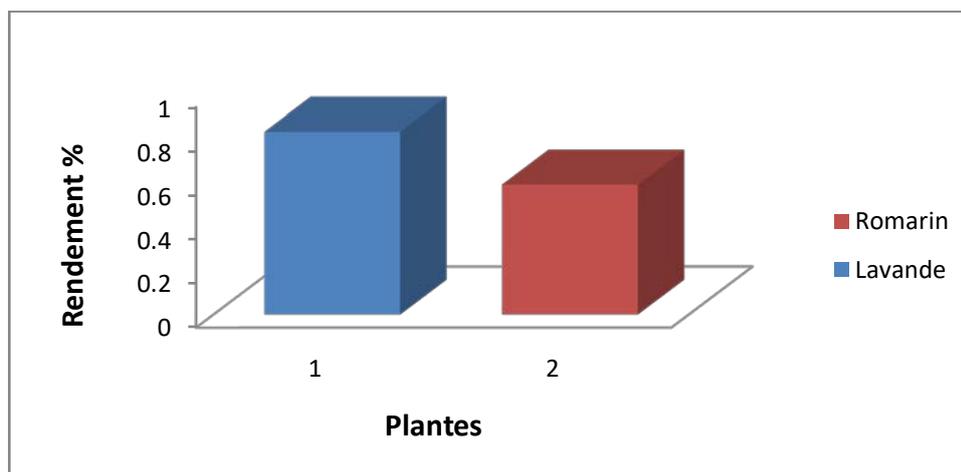


Figure 16: Rendement moyen de l'extraction des HEs par hydrodistillation.

Les rendements en huiles essentielles obtenus par rapport à la matière sèche sont différentes entre les deux plantes étudiées. Le rendement le plus élevé est enregistré pour la Lavande (0.83%), tandis que celui du Romarin est nettement inférieur (0.60%).

D'après les résultats obtenus, il s'est avéré que l'extraction par hydrodistillation a permis d'obtenir un bon rendement en HEs et ce pour les deux plantes. Concernant la Lavande, **Amirat et Tebboub (2011)** ont obtenu la moitié (0,43%) du rendement pour cette plante. Nous pouvons dire donc que nos résultats (0,83%) sont très satisfaisants.

Pour ce qui est du Romarin, le rendement obtenu (0,59%) semble être moins important mais satisfaisant. En Kabylie, **Taleb-Toudert (2015)** a obtenu pour cette même plante un rendement d'uniquement de 0.20%. Il faut signaler ici que le rendement en HEs d'une plante peut varier d'une famille botanique à une autre, d'une espèce à l'autre et même au sein de la même espèce. De plus, cette différence peut être liée à plusieurs facteurs tels que la zone géographique de collecte, le climat, le stade phénologique de la plante et la saison de récolte (**Belyagoubi, 2006; Khnaka, 2011**), sans oublier la partie de la plante concernée ainsi que le matériel et la technique d'extraction (**Bruneton, 1993**).

2.2. Composition chimique des HEs du Romarin

L'analyse par la CPG obtenu montre (Annexe 1) que l'HEs de cette plante est composée de 119 constituants dont la majorité sont des : Bicyclo[3.1.1]hept-3-en-2-one,4,6,6-triméthyl (13.69%), Bicyclo[3.1.1]hept-3-en-2-ol,4,6,6-triméthyl (12.92%), Eucalypol (10.36%), Bicyclo[3.1.1]heptan-3-one,2,6,6-triméthyl (6.92%), Camphène (3.85%), Limonène (3.55%), (Tab.2).

Tableau 02: Les constituants majeurs des HEs du Romarin

N° de pic	Constituants majeurs	Pourcentages%
04	Camphène	3.85
12	Limonène	3.55
14	Eucalypol	10.36
30	Bicyclo[3.1.1]hept-3-en-2-ol,4,6,6-triméthyl-	12.92
35	Bicyclo [3.1.1]heptan-3-one,2,6,6-triméthyl-	6.92
47	Bicyclo[3.1.1]hept-3-en-2-one,4,6,6-triméthyl-	13.69

2.3. Composition chimique des HEs de la Lavande

Cette HEs est composée (Annexe 2) de 90 constituants dont les majoritaires sont : Bicyclo [3,1,1] hept -2-en-6- one,2,7,7-trimethyl-(37.23%), Bicyclo [3,1,1] hept -2-en-6- one,2,7,7-trimethyl-(7.93%), L-Fenchone(7.84%), Camphene(4.04%), Myrtenyl acetate(4.04%), Eucalytol(2.5%), Alpha.pinene(1.17%) (Tab 3).

Tableau 03: Les constituants majeurs de la Lavande

N° de pique	Constituants majeurs	Pourcentages
05	Alpha.pinene	1.17
06	Camphene	4.04
14	Eucalytol	2.5
21	L-Fenchone	7.84
33	Bicyclo [3,1,1] hept -2-en-6- one,2,7,7-trimethyl-	37.23
50	Bicyclo [3,1,1] hept -2-en-6- one,2,7,7-trimethyl-	7.93
56	Myrtenyl acetate	4.04

2.4. Activité insecticide des huiles essentielles

Les **tableaux 04** et **05** résument les moyennes de mortalités observées et leur écart-types après traitement des populations de la Cochenille des Agrumes (*Coccus hesperidum*) par les HEs de *Lavandula stoechas* et de *Rosmarinus officinalis*, ainsi que ceux du témoin.

Tableau 04 : Taux de mortalités moyens observées après traitement par l'HE_s de *Rosmarinus officinalis* et du témoin .

Durée/dose	6µl/ml	12µl/ml	24µl/ml	48µl/ml	Témoin
2 jours	13.00±1.33	15.33±1.11	25.00±1.33	40.00±2.00	2±0.66
4 jours	35.00±1.77	45.00±1.33	67.66±1.77	72.00±2.66	6.33±1.11
6 jours	58.00±2.00	70.33±1.55	79.33±1.11	85.00±2.44	10.33±1.11

Tableau05 :Taux de mortalités observées après traitement par l'HE_s de *Lavandula Stoechas* et du témoin.

Durée/dose	6µl/ml	12µl/ml	24µl/ml	48µl/ml	Témoin
2 jours	10.66±1.55	18.30±1.11	20.33±1.11	25.33±1.77	3.00±0.66
4 jours	39.66±1.11	51.00±0.66	56.00±1.11	67.33±1.55	4.00±0.66
6 jours	69.39±1.11	74.00±2	89.00±2.66	92.3±1.77	10.66±1.55

2.5.Analyse des résultats

Les **figures 17**et **18**afichent les taux de mortalités corrigées et cumulées, enregistrés suite aux traitements des populations de la Cochenilles des Agrumes aux différentes concentrations d' HES de *Lavandula stoechas*et de *Rosmarinus officinalis*en fonction du temps.

2.5.1. Effet insecticide de l'HEs de *Rosmarinus officinalis* sur *C. hesperidum*

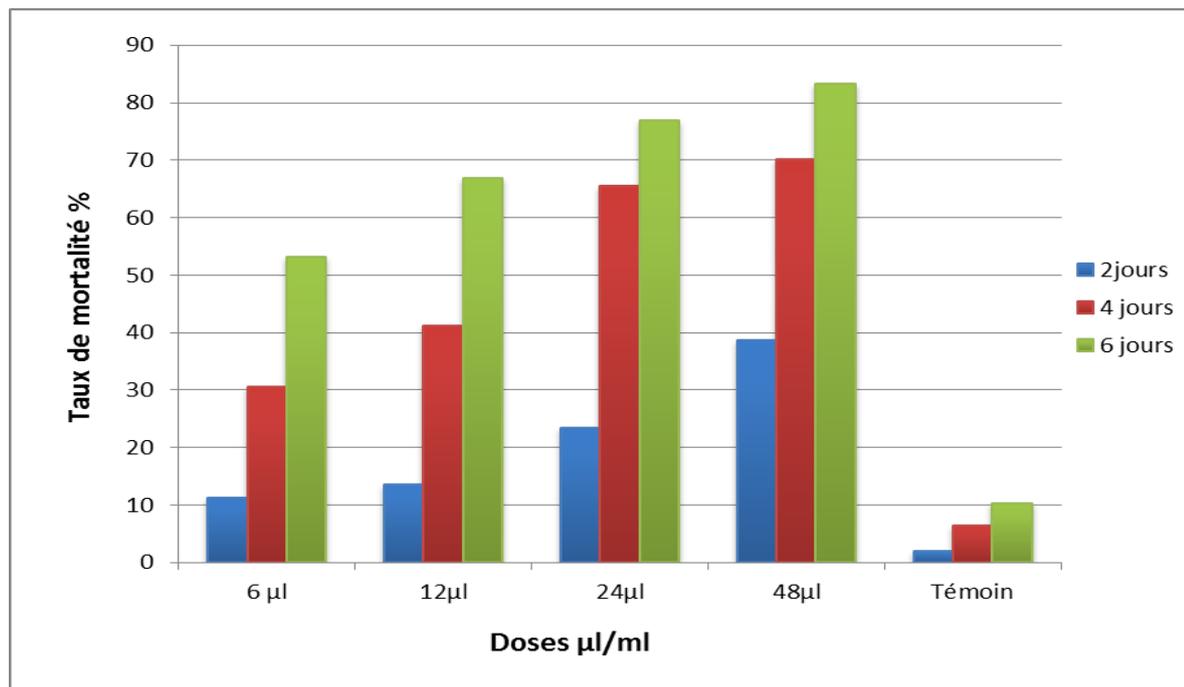


Figure 17 : Taux de mortalités corrigées et cumulées, enregistrés suite au traitement à l'HEs de *Rosmarinus officinalis*

D'après les résultats exprimés dans la figure ci-dessus, nous remarquons que les pourcentages de mortalités sont proportionnels aux doses des huiles essentielles. On remarque également que le taux de mortalité de *Coccus hesperidum* atteint 70.10% pour la forte dose (48µl/ml) et 30.60% pour la plus faible dose (6µl/ml), le tout obtenu au bout de 4^{ème} jour de traitement. L'analyse de la variance a montré qu'il existe une différence hautement significative du temps et de la dose sur le taux de mortalité ($P=0.0001 < 0.05$) (Annexe 3).

Il faut signaler que la dose de 12µl/ml d'huile essentielle a engendré un taux de mortalité moyen de seulement 15.33% et ce 2 jour après traitement. Pour cette même dose, **Taleb-Toudert (2015)** a obtenu un taux de mortalité nettement supérieur (70%) mais contre les adultes de la Bruche du Niébé *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae), mais 24 heures uniquement après traitement.

2.5.2. Effet insecticide de l'HEs de *lavandula stoechassur C.hesperidum*

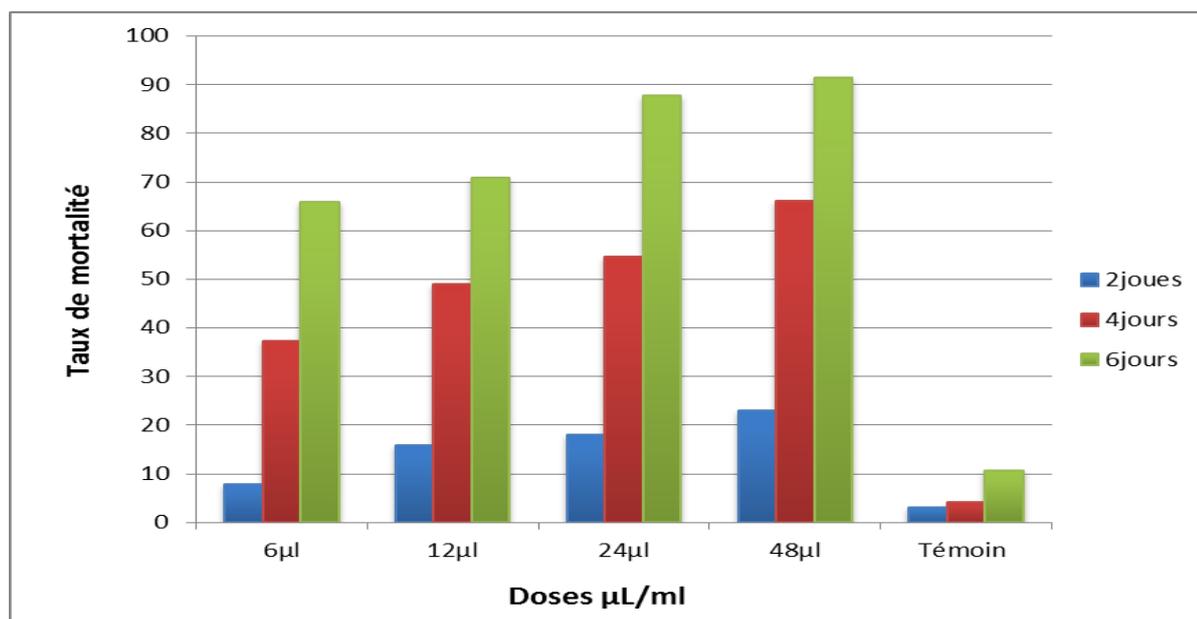


Figure 18 :Taux de mortalités corrigées et cumulées, enregistrés suite au traitement à l'HEs de *lavandula stoechas*

Les résultats obtenus après traitement par l'HEs de *L.stoechas* montrent une variation dans le taux de mortalité en fonction de la dose et du temps. La plus forte doses (48µl/ml) a engendré une mortalité de 66% après 4 jour de traitement alors que la plus faible (6µl/ml) a occasionné 37.14% pendant le même intervalle de temps. L'analyse de la variance a montré qu'il existe une différence hautement significative du temps et de la dose sur la mortalité ($P=0.0001 < 0.05$) (Annexe 4).

Les résultats obtenus sont très satisfaisants. En effet, nous avons obtenu un taux de mortalité moyen de 91% pour la dose de 48µl/ml et ce 6 jours après traitement. Un taux de mortalité presque similaire (84%) a été obtenu par **Amirat et Tebboub (2011)** en utilisant l'huile de cette même plante à la dose de 0,062 µl/cm² mais 60 heures après traitement contre le Puceron noir de la fève: *Aphis fabae* (Homoptera: Aphidae).

2.6. Calcul des DL50

Il faut rappeler que pour calculer les DL50, nous avons converti les doses en logs doses et les taux de mortalités en probits (Annexe 5). Les résultats obtenus sont consignés dans les **tableaux 06** et **07** ainsi que les **figures 19** et **20** suivantes.

Tableau 06 : Logaritmes des doses et probit de la mortalité cumulée pour le test d'HEs de *Lavandula stoechas* sur *C.hesperidum*.

Dose	Log dose	Mortalité cumulée %	Probit de mortalité
6µl/ml	0.778	37	4.67
12µl/ml	1.079	49	4.97
24µl/ml	1.380	54	5.10
48µl/ml	1.681	65	5.30

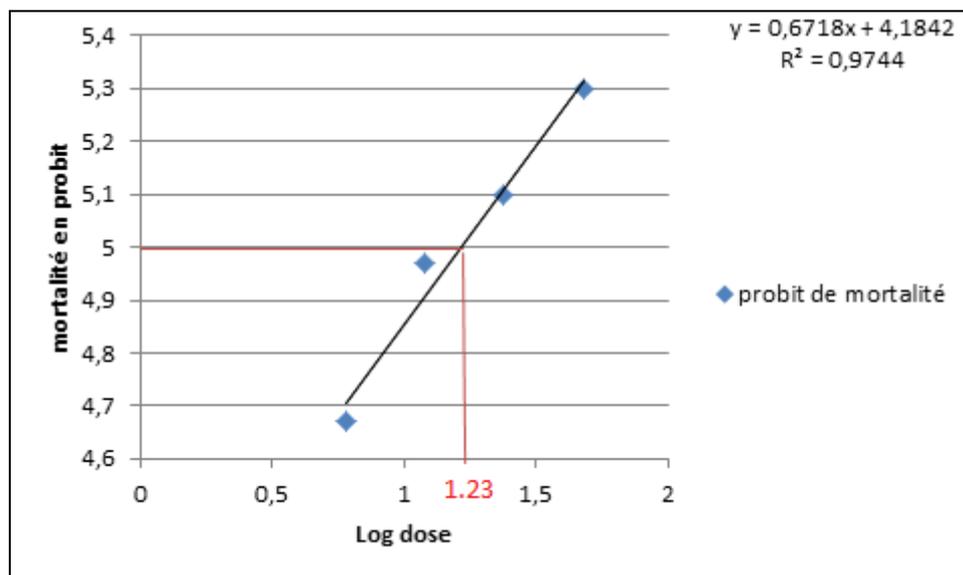


Figure 19 : Détermination de la DL50 pour le test d'HEs de *Lavandula stoechas* sur *C.hesperidum*.

Tableau 07: Logaritmes des doses et probit de la mortalité cumulée pour le test d'HEs de *Rosmarinus officinalis* sur *C.hesperidum*

Dose	Log dose	Mortalité cumulée %	Probit de mortalité
6µl/ml	0.778	31	4.50
12µl/ml	1.079	41	4.77
24µl/ml	1.380	65	5.63
48µl/ml	1.681	70	5.52

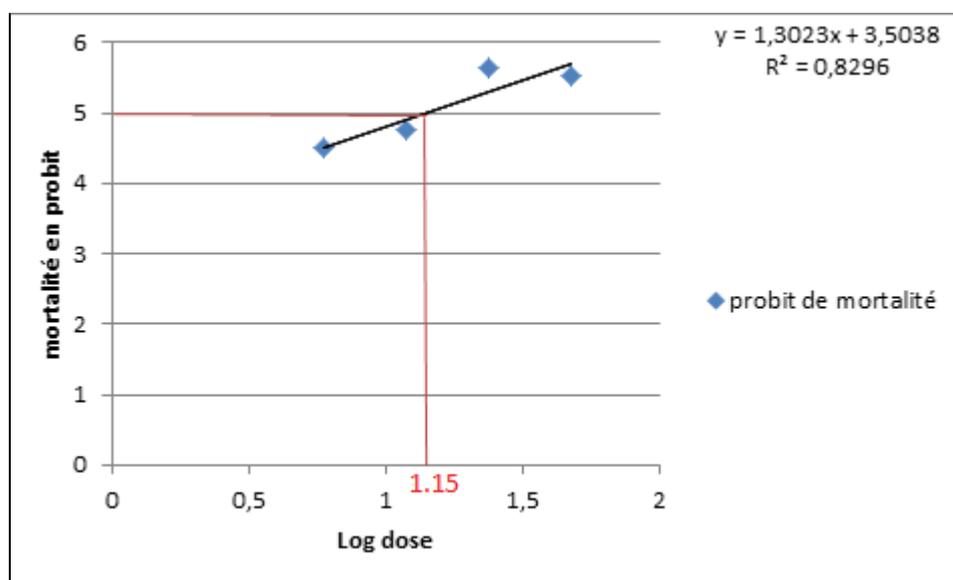


Figure 20 :Détermination de la DL50 pour le test d'HEs de *Rosmarinus officinalis* sur *C.hesperidum*

Les résultats obtenus montrent que pour le Romarin, la DL50% correspond à un logdose de 1,23 c'est-à-dire une dose de (14.12 µl/ml). Quant à la Lavande, la DL50% correspond à un logdose de 1,15 c'est-à-dire une dose de (16.98µl/ml). Contre la même espèce d'insectes (Cochenille d'Agrumes : *Coccus espidum*), **Kouahi et Bouredjoul (2014)** ont obtenu une DL50 de 75.85µl/ml pour l'HEs de la Menthe Pouliot *Mentha.puleguimet* ce 4 jour après traitement contre la Cochenille des Agrumes *Coccus hespiredum*.

En comparant entre les deux DL50 (14.12 et 16.98µl/ml) respectivement pour le Romarin et la Lavande., nous remarquons donc que l'effet insecticide de ces deux plantes est presque le même.

.

Conclusion

Les insecticides d'origine végétale ont pour but de diminuer les dégâts causés par l'utilisation des insecticides de synthèse. Ce sont des produits biodégradables, respectant l'environnement, la santé et la faune auxiliaire.

L'objectif de notre étude est l'évaluation préliminaire des potentialités insecticides d'HEs de deux plantes aromatiques à savoir la Lavande : *Lavandula stoechas* et le Romarin: *Rosmarinus officinalis* sur La Cochenille des Agrumes (*Coccus hesperidum*). Les HEs ont été obtenus par hydro distillation. Elles semblent être les rendements assez importants 0,83% pour la Lavande et 0,59% pour le Romarin. La composition chimique de ces plantes établie par la CPG-SM a montré que les HEs sont constituées de plusieurs composés dont la majorité d'entre eux ont un effet insecticide important.

De même, l'activité insecticide des deux plantes a été évaluée. Les résultats obtenus, tous paramètres confondus, nous ont permis de conclure que la dose de 48µl/ml est la plus efficace contre la Cochenille des Agrumes avec des taux de mortalité de 91 et 83% respectivement pour l'HEs du Romarin et de la Lavande obtenus tous les deux 6 jours après le traitement.

A la suite de ces résultats, il serait intéressant dans un premier temps de compléter et de généraliser cette étude pour d'autres espèces de plantes et contre d'autres insectes ravageurs.

- Aguiler J., 1964.** Atlas des ennemis et maladies, protection des cultures. Ed.Paisot, Californie, 140p
- Alilou H., 2012.** Etude phytochimique et antifongique de deux plantes du Sud du Maroc: *Asteriscus graveolens* subsp. *Olorus* (Schousb.) Greuter et *Asteriscus imbricatus* (Cav.) Thèse Doctoral, Biotechnologies végétales, Université Ibn Zohre.215p.
- Angioni A., Barra A., Coroneo V., Dessi S. et Cabras P., 2006.**Chemical composition, seasonalvariability, and antifungal activity of *Lavandula stoechas* L. ssp. *stoechas* essential oils from stem/leaves and flowers. *Journal of agricultural and foodchemistry*, 54(12), 4364-4370.
- Anton R. et Lobstein A., 2005.** Plantes aromatiques, épices, aromates, condiments et huiles essentielles. Tec&Doc.Ed. Lavoisier. Paris. pp234-520-522.
- Arslan D. et Musa ozcan M., 2007.** Evaluation of dryingmethodswith respect to drying kinetics, mineral content and colour characteristics of rosemary leaves.*Energy Conversion and Management*. (Inpress).p36-58.
- Badreau F., 1978.** La médecine par les fleurs. Ed Robert laffenti.Paris, p 440.
- Bajpai V. K., Dung N. T., Kwon O. J. et Kang S. C., 2008.** Analysis and the potential applications of essential oil and leaf extracts of *Silene armeria* L. to control Food spoilage and Food-borne pathogens. *European Food Research and Technology*, 227(6), 1613-1620.
- Beaumont A., 1996.** Biologie animale des protozoaires aux métazoaires épithélioneuriens. Tome II. Ed. Dunod, Paris, 969p.
- Bekhechi C., 2008.** Analyse des huiles essentielles de quelques espèces aromatiques de la région de Tlemcen par CPG, CPG-SM et RMN 13 C et étude de leur pouvoir antibactérien. Thèse Doctorat, Université de Tlemcen, 205 p.
- Bellakhdar J., 1997.** La pharmacopée marocaine traditionnelle. Ibis Press (Ed). Paris, 764 p.
- Beloued A., 1998.** Plantes médicinales d'Algérie. 2ème Edition. Office des publications universitaires Alger, 274p.
- Belyagoubi L., 2006.** Effet de quelques essences végétales sur la croissance des moisissures de détérioration des céréales. Thèse Magistère. Bio. Université de Tlemcen.76p.

- Bernath J., Németh E. et Kozak A., 2005.** 36th International Symposium on Essential Oils, ISEO Budapest, Hungary, 253p.
- Bnouham M., Mekhfi H., Legssyer A et Ziyyat A., 2002.** Ethnopharmacology Forum Medicinal plants used in the treatment of diabetes in Morocco. *Int J Diabetes&Metabolism.* p 10: 33-50.
- Bouguerra A., 2012.** Contribution à l'évaluation des performances zootechniques du lapin de population locale élevé en semi plein air Thèse Doctoral, Université Constantine. 103p
- Bousbia N., 2011.** Extraction des huiles essentielles riches en antioxydants à partir de produits naturels et de co-produits agroalimentaires .Thèse Doctoral, Université d'Avignon et des pays de Vaucluse, 176p.
- Bouyahyaoui A., 2017.** Contribution à la valorisation des substances naturelles: Etude des huiles essentielles des cupressacées de la région de l'Atlas algérien. Thèse Doctorat, Université de Mostaganem, 88p.
- Bruneton J., 1993.** Pharmacognosie et phytochimie.plantes médicinales,1^{er} édition. Tec&Doc .Lavoisier, paris, 915p.
- Bruneton J., 2009.** Pharmacognosie Phytochimie.plantes médicinales: Huiles essentielles.3^{ème} édition. Edition tec et doc, Lavoisier, paris, 580p.
- Burrows I., 2006.** La nature comestible. Delachaux et niestléédition, paris, 5p.
- Burt S., 2004.** Essential oils: Their antibacterial propertiels and potential applications in Food : à review, in *International Journal of Food Microbiology*, 94 : page 223-253.
- Caillard, J., 2003.** Les plantes, des usines chimiques en miniature. Dossier de ressources documentaires. CRDP Midi-Pyrénées. 6 p.
- Chu C. et Kemper J., 2001.** Lavender (lavandulaspp). Longwood herbal force.32p.
- Couderc L., 2001.** Toxicité des huiles essentielles. Thèse vétérinaire. Ecole Nationalevétérinaire, Toulouse. 58p.
- Cowan M., 1999.** Plant products as antimicrobial agents *journal of medicinal plant.* Vol 16 p122-125.
- Csesk J. et Kaufman P.B., 1999.** How and why these compound are synthesized by plants. *Natural products from plants.* CRC press, FL. Pp.: 37-90.

Dajoz R., 2010. Dictionnaire d'entomologie. Tec & doc

Dajoz R., 2007. Les insectes des forêts. Rôle et diversité des insectes dans le milieu forestier. 2^e édition. Tec. et Doc. Lavoisier, Paris pp146-103.

Delimi A., Taibi., Fissah A., Gherib GH., Bouhkari M., et Cheffrou A., 2013. Bioactivité des huiles essentielles de l'Armoise blanche *Artemisia herba alba*. Afrique science vol : 09, N : 03, pp82-90.

Dhouibi M., 2002. Introduction à l'entomologie (morphologie, anatomie, systématique et principaux ordres d'insectes). Ed .centre de publication universitaire ,264p.

Diallo A., 2005. Etude de la phytochimie et des activités biologiques de *Syzygiumguineense* Willd. Thèse Doctoral. Université de Bamako, Mali: Faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odontostomatologie. 26p.

Dob T., Dahmane D., Agli M. et Chelghoum C., 2006. Essential oil composition of *Lavandula stoechas* from Algeria. *Pharm. Biol.* 44(1), 60-64.

El Haib A., 2011. Valorisation de terpènes naturels issus de plantes marocaines par transformations catalytiques. Thèse Doctoral, Université Toulouse III-Paul Sabatier ,159P.

Fabres G., et Nénon J. P., 1997. Biodiversité et lutte biologique: le cas de la cochenille du manioc en Afrique. *Journal of African zoology*, 111(1), 7-15.

Finney D., 1952. Probit Analysis. Second Edition. Cambridge University Press, London. 333p.

Foldi I., 2003. redoutable ennemis des cultures mais aussi précieux alliés de l'homme les cochenilles sont des insectes hautement spécialisés à la biologie aussi passionnante que diversifiée. vol(2).n^o129.

Freitas H., Prasad, M. N. et Pratas J., 2004. Analysis of serpentinophytes from north, east of Portugal for trace metal accumulation, relevance to the management of mine environment. *Chemosphere*, 54(11), 1625-1642.

Garnier G., Bezanger-Beauquesne L. et Debraux G., 1961. Ressources Médicinales de la Flore Française, Tome II. Ed Vigot Freres, Paris. 78p.

- Gonzalez-Trujano M.E., Pena E.I., Martinez A.L., Moreno J., Guevara-Fefer P., Deciga-Campos M. et Lopez-Munoz F.J., 2007.** Evaluation of the antinociceptive effect of *Rosmarinus officinalis* L. using three different experimental models in rodents. *J Ethnopharmacol.* 111: 476-482.
- Grassé P. et Doumène D., 1998.** Zoologie, invertébré. Ed. Boulevard saint, Paris, 580p.
- Guinochet T., 1973.** Phytosociologie, Ed. Masson, France, 227p.
- Guyot-Declerck, C., Renson, S., Bouseta, A. et Collin, S., 2002.** Floral quality and discrimination of *Lavandula stoechas*, *Lavandula angustifolia*, and *Lavandula angustifolia* × *latifolia* honeys. *Food Chemistry*, 79(4), 453-459.
- Harborne J.B. et Williams C.A., 2002.** Phytochemistry of *Lavandula*. In: Lis-Balchin M., (Ed) *Lavender The genus Lavandula*. Vol.29. (pp 86-99). London. Taylor & Francis.
- Iserin P, Masson M et Restellini J P, 2007.** Larousse des plantes médicinales. Identification, préparation, Soins. Ed Larousse, pp14
- Isman M.B., 2002 :** problèmes et perspectives de la commercialisation des insecticides d'origine végétale. Pp300-311.
- Javana D., François K. et Philippe J., 2014.** Les biopesticides, complément et alternatives aux produits phytosanitaires chimiques (synthèse bibliographique). *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* Vol.18. pp :220-232, pp: 1370-6233.
- Khnaka K., 2011.** Effet de déverses plantes médicinales et de leur huiles essentielles sur la méthanogénération chez l'ovin. Thèse Magistère. Microbio. Appliquée. Université Constantine. 61p.
- Kim J., Marshall M. R. et Vei C., 1995.** Antibacterial activity of some essential oil components against five Food borne pathogens. *J. of Agricultural and Food Chemistry*, 43, pp: 2839-2845.
- Kouahi S. et Bouredjoul R., 2014.** Efficacité des extraits aqueux de l'Harmal: *Peganum harmala* et des huiles essentielles de la Menthe pouliot: *Mentha pulegium* sur le Criquet barbare *Calliptamus barbarus* (Orthoptera: Acrididae) et la Cochenille du Citronnier *Coccus hesperidum* (Homoptera: Coccidae). Thèse de master. Phytopharmacie et gestion des agrosystèmes. Université Jijel. 62p.

- Koubissi H., 2002.** Dictionnaire des herbes et des plantes médicinales. Édition Daar el kooub el Elmia Bierut, Liban, 82
- Kozstarab M. et Kozar F., 1988.** Scale Insectsof Central Europe. Series Entomologica. Spencer K. ed Junk, W 454 p.
- Lambert N., 2010.** Lutte biologique aux ravageurs : Application au Québec. Centre Universitaire de Formation en Environnement. Université Sherbrooke. Québec. Canada. 103p.
- Lorrain E., 2013.** 100 questions sur la phytothérapie. Ed. La Boétie, Italie. 160p.
- Lucienne, D., 2007.** Les Plantes médicinales d'Algérie, de Lucienne Delille, 2ème Edition. Office des publications universitaires .Ed. Alger, 123p.
- Makhloufi A., 2013.** Etude des activités antimicrobienne et antioxydante de deux plantes médicinales poussant à l'état spontané dans la région de bechar (*Matricaria pubescens (Desf.) et Rosmarinus officinalis L*) et leur impact sur la conservation des dattes et du beurre cru. These Doctorat. Université de tlemcen. 134p.
- Mama B. M., 2007.** Screening phytochimique de la plante Ruta montanam: Extraction de l'huile essentielle et de la rutine: Activité antioxydante de la plante. These Doctoral, Université Ahmed Ben Bella d'Oran, 88p.
- Masango P., 2005.** Cleaner production of essential oils by steam distillation. Journal of cleaner production. Vol.13(8) :833-839.
- Mebarki N., 2010.** Extraction de *Thymus Fontanesii* et application à la formulation d'une forme médicamenteuse- antimicrobienne. Tése. Magister, Alger, 137 p.
- Mohammedi Z., 2006.** Etude du pouvoir antimicrobien et antioxydant des huiles essentielles et flavonides de quelques plantes de la région de Tlemcen, Thèse Doctoral de l'Université Abou Bakr Belkaïd Tlemcen, 140p.
- Nasraoui B., 2006.** Champignons parasites des plantes, Biologie, Systématique, Pathologie, Maladies. Centre de Publication Universitaire, Tunis, 456p.
- Odoul M., 2003.** La lettre, les huiles essentielles. Institut Français de Shiatsu, paris, p6.
- Olsen L., Sunese J. et Pedersen B., 2000.** Les petites animaux des bois et forêt. Ed. Delachaux et Nestlé, Paris, 208p.

Ouibrahim A., 2015. Evaluation de l'effet antimicrobien et antioxydant de trois plantes aromatiques (*Laurus nobilis* L., *Ocimum basilicum* L. et *Rosmarinus officinalis* L.) de l'Est Algérien. Thèse de doctorat, Université de Annaba. 171p.

Philippe k., 2011. Les cochenilles : ravageur principal ou secondaire, La lutte biologique et les cochenilles : plus de cent ans d'histoire... Montpellier .p 78 plantes aromatiques (*Laurus nobilis* L., *Ocimum basilicum* L. et *Rosmarinus officinalis* L.)

Philogène B. J. R., Regnault-Roger C. et Fabre G. 2005. Les biopesticides organique de synthèses. In. Enjeux phytosanitaires pour l'agriculture et l'environnement. Tec&Doc, Lavoisier, paris, pp : 1-14.

Quezel P. et Santa S., 1963. Nouvelle Flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome II, édition du centre National de la recherche Scientifique, pp: 32-38.

Regnault-Roger C., 2005. Enjeux phytosanitaires pour l'agriculture et l'environnement. Tec&Doc. Ed. Lavoisier, Paris. 29-31.

Regnault-Roger C., Philogène B. J. R. et Fabre G. 2005. Les biopesticides organique de synthèses. In. Enjeux phytosanitaires pour l'agriculture et l'environnement. Tec&Doc, Lavoisier, paris. 1013p.

Regnault-Roger C., Philogène B. J. R. et Vincent C., 2008. Biopesticides d'origine végétale. Ed Tec&Doc. Lavoisier 75008 paris. 546p.

Regnault-Roger C., Philogène B. J. R. et Vincent C., 2002. Produits phytosanitaires, insecticides d'origine végétale : promesses d'hier et d'aujourd'hui. In : biopesticides d'origine végétale. Tec&Doc. Ed. Lavoisier, Paris. Pp: 20-37.

Richard A., 2002. Etude de la cochenille du vanillier *Conchaspis angraeci*: biologie et méthode de lutte: Projet n° 3P2, opération n° 3P216. Compte rendu semestriel septembre 2002.

Schmid O., Henggeler S., Aubert C. Escher Vuilleumier Y. et Aubert C., 1982. Ravageurs et maladies au jardin: les solutions biologiques. Edition Terre vivante. Paris. 245 p.

Schwammle B., Winkelhausen E., Kuzmanova S. et Steiner W. 2001. Isolation of carvacrol assimilating microorganisms. *Food Technology and Biotechnology*, 39(4), 341-346.

Sforza R., 2008. Les Cochenilles sur la vigne in *Ravageurs de la vigne*, 389 p. Edition Féret, 188-210

- Smallfield B., 2001.** Introduction to growing herbs for essential oils, medicinal and culinary purposes. *Crop & Food Research*, 45, 4p.
- Suty L., 2010.** La lutte biologique: Vers de nouveaux équilibres écologiques. Editions Quae, paris, 411p.
- Taleb- Toudert K., 2015.** Extraction et caractérisation des huiles essentielles de dix plantes aromatiques provenant de la région de kabylie (nord Algérien). Evaluation de leurs effets sur le bruhe du Niébé *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera : Bruhidae). Thèse Doctorat. Université Tiziouzou. 160p.
- Tebboub S. et Amirat N., 2011.** Effet insecticide des huiles essentielles chémotypées de deux plantes aromatique de la région de Jijel. Thèse de master. Phytopharmacie et gestion des agrosystèmes. Université Jijel. 49p.
- Tuley de Silva K., 1995.** United Nations industrial development organization, Vienna. 232p.
- Upson T. M., Grayer R.J., Greenham R.J., Williams C.A., Al-Ghamdi F. et Chen F.H., 2000.** Leafflavonoids as systmatic characters in the genera *Lavandula* and *Sabaudia*. *Biochem.Syst. Ecol.*, 28 : 991-1007.
- Upson T., 2002.** The taxonomy of the genus *Lavandula* L. In : Lis-Balchin M., (Ed) *Lavender The genus Lavandula*. Vol. 29. (pp 02- 34). London. Taylor & Francis.
- Velé H., 2015.** Valorisation officinale des huiles essentielles autorisées dans lesphytomédicaments. Thèse Doctoral, Université angers, 253p.
- Vincenot D. et Quilici S. 1993.** Synthèse de 3 années d'expérimentation et de développement en lutte intégrée sur agrumes à l'île de la Réunion, n°456, PP.43-45
- Wichtel M. et Antour F., 1993.** Plantes thérapeutiques «tradition pratique officinale, science et thérapeutique», 2^{me} édition. TEC&DOC, Lavoisier, Paris, pp : 554-557.

Aguiler J., 1964. Atlas des ennemis et maladies, protection des cultures. Ed.Paisot, Californie, 140p.

Alilou H., 2012. Etude phytochimique et antifongique de deux plantes du Sud du Maroc: *Asteriscus graveolens* subsp. *Odorus* (Schousb.) Greuter et *Asteriscus imbricatus* (Cav.) Thèse Doctoral, Biotechnologies végétales, Université Ibn Zohre.215p.

Angioni A., Barra A., Coroneo V., Dessi S. et Cabras P., 2006.Chemical composition, seasonalvariability, and antifungal activity of *Lavandula stoechas* L. ssp. *stoechas* essential oils from stem/leaves and flowers. Journal of agricultural and foodchemistry, 54(12), 4364-4370.

Anton R. et Lobstein A., 2005. Plantes aromatiques, épices, aromates, condiments et huiles essentielles. Tec&Doc.Ed. Lavoisier. Paris. pp234-520-522.

Arslan D. et Musa ozcan M., 2007. Evaluation of dryingmethodswith respect to dryingkinetics, mineral content and colour characteristics of rosemaryleaves.*Energy Conversion and Management. (inpress)*

Badreau F., 1978. La médecine par les fleurs. Ed Robert laffenti.Paris, p 440.

Bajpai V. K., Dung N. T., Kwon O. J. et Kang S. C., 2008. Analysis and the potential applications of essential oil and leaf extracts of *Silene armeria* L. to control Food spoilage and Food-borne pathogens.European Food Research and Technology, 227(6), 1613-1620.

Beaumont A., 1996. Biologie animale des protozoaires aux métazoaires épithélioneuriens. Tome II. Ed. Dunod, Paris, 969p.

Bekhechi C., 2008. Analyse des huiles essentielles de quelques espèces aromatiques de la région de Tlemcen par CPG, CPG-SM et RMN 13 C et étude de leur pouvoir antibactérien. Thèse Doctorat, Université de Tlemcen, 205 p.

Bellakhdar J., 1997. La pharmacopée marocaine traditionnelle. Ibis Press (Ed). Paris,764 p.

Beloued A., 1998. Plantes médicinales d'Algérie. 2ème Edition. Office des publications universitaires Alger, 274p.

Belyagoubi L., 2006. Effet de quelques essences végétales sur la croissance des moisissures de détérioration des céréales. Thèse Magistère. Bio. Université de Tlemcen.76p.

Bernath J., Németh E. et Kozak A., 2005. 36th International Symposium on Essential Oils, ISEO Budapest, Hungary, 253p.

Bouguerra A., 2012. Contribution à l'évaluation des performances zootechniques du lapin de population locale élevé en semi plein air Thèse Doctoral, Université Constantine. 103p

Bousbia N., 2011. Extraction des huiles essentielles riches en antioxydants à partir de produits naturels et de co-produits agroalimentaires .Thèse Doctoral, Université d'Avignon et des pays de Vaucluse, 176p.

Bouyahyaoui A., 2017. Contribution à la valorisation des substances naturelles: Etude des huiles essentielles des cupressacées de la région de l'Atlas algérien. Thèse Doctorat, Université de Mostaganem, 88p.

Bruneton J., 1993. Pharmacognosie et phytochimie.plantes médicinales,1^{er} édition. Tec&Doc .Lavoisier, paris, 915p.

Bruneton J., 2009.Pharmacognosie Phytochimie.plantes médicinales: Huiles essentielles.3^{ème} édition. Edition tec et doc, Lavoisier, paris, 580p.

Burrows I., 2006. La nature comestible. Delachaux et niestléédition, paris, 5p.

Burt S., 2004.Essential oils : Their antibacterial proprietiels and potential applications in Food : à review, in International Journal of Food Microbiology, 94 : page 223-253.

Chu C.J. Kemper., 2001. Lavender (lavandulaspp). Longwood herbal force.32p.

Couderc L., 2001.Toxicité des huiles essentielles. Thèse vétérinaire. Ecole Nationalevétérinaire, Toulouse. 58p.

Cowan M., 1999. Plant products as antimicrobial agents journal of medicinal plant. Vol 16 p122-125.

Csesk J. et Kaufman P.B., 1999.How and why these compound are synthesized by plants. Natural products from plants.CRC press, FL. Pp.: 37-90.

Dajoz R., 2010. Dictionnaire d'entomologie. Tec & doc

Dajoz R., 2007. Les insectes des forêts. Rôle et diversité des insectes dans le milieu forestier. 2^e édition. Tec. et Doc. Lavoisier, Paris pp146-103.

Delimi A., Taibi., Fissah A., Gherib GH., Bouhkari M., et Cheffrou A., 2013.Bioactivite des huiles essentielles de l'Armoise blanche *Artemessia herba alba*. Afrique science vol : 09, N : 03, pp82-90.

Dhouibi M., 2002. Introduction à l'entomologie (morphologie, anatomie, systématique et principaux ordres d'insectes).Ed .centre de publication universitaire ,264p.

Diallo A., 2005. Etude de la phytochimie et des activités biologiques de *Syzygiumguineense*Willd. Thèse Doctoral. Université de Bamako, Mali: Faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odoto-Stomatologie. 26p.

Dob T., Dahmane D., Agli M. et Chelghoum C., 2006.Essential oil composition of LavandulastoechasfromAlgeria.Pharm. Biol. 44(1), 60-64.

El Haib A., 2011. Valorisation de terpènes naturels issus de plantes marocaines par transformations catalytiques. Thèse Doctoral, Université Toulouse III-Paul Sabatier ,159P.

Fabres G., et Nénon J. P., 1997. Biodiversité et lutte biologique: le cas de la cochenille du manioc en Afrique. Journal of Africanzoology, 111(1), 7-15.

Finney D., 1952.Probit Analysis.Second Edition. Cambridge Université Press, London. 333p.

Foldi I., 2003.redoutable ennemis des cultures mais aussi précieux alliés de l'homme les cochenilles sont des insectes hautement spécialisés à la biologie aussi passionnante que diversifiée.vol(2).n^o129.

Freitas H., Prasad, M. N. et Pratas J., 2004. Analysis of serpentinophytes from north, east of Portugal for trace metal accumulation, relevance to the management of mine environment.*Chemosphere*, 54(11), 1625-1642.

Garnier G., Bezanger-Beauquesne L. et Debraux G., 1961. ResourcesMedicinales de la Flore Francaise, Tome II. Ed VigotFreres, Paris.

Gonzalez-Trujano M.E., Pena E.I., Martinez A.L., Moreno J., Guevara-Fefer P., Deciga-Campos M. et Lopez-Munoz F.J., 2007. Evaluation of the antinociceptiveeffect of *Rosmarinus officinalis* L. usingthreedifferentexperimentalmodels in rodents.J Ethnopharmacol. 111: 476-482.

Grassé P. et Doumene D., 1998. Zoologie, invertébré. Ed. Boulevard saint, paris, 580p.

Guinochet T., 1973. Phytosociologie, Ed. Masson, France, 227p.

Guyot-Declerck C., Renson S., Bouseta A. et Collin S., 2002. Floral quality and discrimination of *Lavandulastoechas*, *Lavandulaangustifolia*, and *Lavandula*.

Harborne J.B. et Williams C.A., 2002. Phytochemistry of *Lavandula*. In : Lis-Balchin M., (Ed) Lavender The genus *Lavandula*. Vol.29. (pp 86-99). London. Taylo & Francis.

Isman M.B., 2002 : problèmes et perspectives de la commercialisation des insecticides d'origine végétale. Pp300-311.

Javana D., François K. et Philippe J., 2014. Les biopesticides, complément et alternatives aux produits phytosanitaires chimiques (synthèse bibliographique). Biotechnol. Agron. Soc. Environ. Vol.18. pp :220-232, pp: 1370-6233.

Khnaka K., 2011. Effet de déverses plantes médicinales et de leur huiles essentielles sur la méthanogéseruminale chez l'ovin. Thèse Magistère. Microbio. Appliquée. Université Constantine. 61p.

Kim J., Marshall M. R. et Vei C., 1995. Antibacterial activity of some essential oil components against five Food borne pathogens. J. of Agricultural and Food Chemistry, 43, pp: 2839-2845.

Kouahi S. et Bouredjoul R., 2014. Efficacité des extraits aqueux de l'Harmal: *Peganumharmala* et des huiles essentielles de la Menthe pouliot : *Menthapulegium* sur le Criquet barbare *Calliptamusbarbarus* (Orthoptera: Acrididae) et la Cochenille du Citronnier *Coccus hesperidum* (Homoptera: Coccidae). Thèse de master. Phytopharmacie et gestion des agrosystèmes. Université Jijel. 62p.

Koubissi H., 2002. Dictionnaire des herbes et des plantes médicinales. Édition Daar el kooub el Elmia Bierut, Liban, 82

Kozstarab M. et Kozar F., 1988. Scale Insectsof Central Europe. Series Entomologica. Spencer K. ed Junk, W 454 p.

Lambert N., 2010. Lutte biologique aux ravageurs : Application au Québec. Centre Universitaire de Formation en Environnement. Université Sherbrooke. Québec. Canada. 103p.

Lorrain E., 2013. 100 questions sur la phytothérapie. Ed. La Boétie, Italie.

Mama B. M., 2007. Screening phytochimique de la plante *Ruta montanam*: Extraction de l'huile essentielle et de la rutine: Activité antioxydante de la plante. These Doctoral, Université Ahmed Ben Bella d'Oran, 88p.

Masango P., 2005. Cleaner production of essential oils by steam distillation. *Journal of cleaner production*. Vol.13(8) :833-839.

Mebarki N., 2010. Extraction de *Thymus Fontanesii* et application à la formulation d'une forme médicamenteuse- antimicrobienne. Tése. Magister, Alger, 137 p.

Mohammedi Z., 2006. Etude du pouvoir antimicrobien et antioxydant des huiles essentielles et flavonoïdes de quelques plantes de la région de Tlemcen, Thèse Doctoral de l'Université Abou Bakr Belkaïd Tlemcen, 140p.

Nasraoui B., 2006. Champignons parasites des plantes, Biologie, Systématique, Pathologie, Maladies. Centre de Publication Universitaire, Tunis, 456p.

Odoul M., 2003. La lettre, les huiles essentielles. Institut Français de Shiatsu, Paris, p6.

Olsen L., Sunese J. et Pedersen B., 2000. Les petites animaux des bois et forêt. Ed. Delachaux et Nestlé, Paris, 208p.

Philippe k., 2011. Les cochenilles : ravageur principal ou secondaire, La lutte biologique et les cochenilles : plus de cent ans d'histoire... Montpellier .p 78

Quezel P. et Santa S., 1963. Nouvelle Flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome II, édition du centre National de la recherche Scientifique, pp: 32-38.

Regnault-Roger C., 2005. Enjeux phytosanitaires pour l'agriculture et l'environnement. Tec&Doc. Ed. Lavoisier, Paris. 29-31.

Regnault-Roger C., Philogène B. J. R. et Fabre G. 2005. Les biopesticides organique de synthèses. In. Enjeux phytosanitaires pour l'agriculture et l'environnement. Tec&Doc, Lavoisier, Paris. 1013p.

Regnault-Roger C., Philogène B. J. R. et Vincent C., 2008. Biopesticides d'origine végétale. Ed Tec&Doc. Lavoisier 75008 Paris. 546p.

Regnault-Roger C., Philogène B. J. R. et Vincent C., 2002. Produits phytosanitaires, insecticides d'origine végétale : promesses d'hier et d'aujourd'hui. In : biopesticides d'origine végétale. Tec&Doc. Ed. Lavoisier, Paris. Pp: 20-37.

Richard A., 2002. Etude de la cochenille du vanillier *Conchaspis angraeci*: biologie et méthode de lutte: Projet n° 3P2, opération n° 3P216. Compte rendu semestriel septembre 2002.

Schmid O., Henggeler S., Aubert C. Escher Vuilleumier Y. et Aubert C., 1982. Ravageurs et maladies au jardin: les solutions biologiques. Edition Terre vivante.

Schwammle B., Winkelhausen E., Kuzmanova S. et Steiner W. 2001. Isolation of carvacrol assimilating microorganisms. *Food Technology and Biotechnology*, 39(4), 341-346.

Sforza R., 2008. Les Cochenilles sur la vigne in *Ravageurs de la vigne*, 389 p. Edition Féret, 188-210

Smallfield B., 2001. Introduction to growing herbs for essential oils, medicinal and culinary purposes. *Crop & Food Research*, 45, 4p.

Suty L., 2010. La lutte biologique: Vers de nouveaux équilibres écologiques. Editions Quae, Paris, 411p.

Taleb-Toudert K., 2015. Extraction et caractérisation des huiles essentielles de dix plantes aromatiques provenant de la région de Kabylie (Nord Algérien). Evaluation de leurs effets sur le bruché du Niébé *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera : Bruchidae). Thèse Doctorat. Université Tiziouzou. 160p.

tebboub S. et Amirat N., 2011. Effet insecticide des huiles essentielles chémotypées de deux plantes aromatiques de la région de Jijel. Thèse de master. Phytopharmacie et gestion des agrosystèmes. Université Jijel. 49p.

Tuley de Silva K., 1995. United Nations industrial development organization, Vienna 232p.

Upson T. M., Grayer R.J., Greenham R.J., Williams C.A., Al-Ghamdi F. et Chen F.H., 2000. Leaf flavonoids as systematic characters in the genera *Lavandula* and *Sabaudia*. *Biochem. Syst. Ecol.*, 28 : 991-1007.

Upson T., 2002. The taxonomy of the genus *Lavandula* L. In : Lis-Balchin M., (Ed) *Lavender The genus Lavandula*. Vol. 29. (pp 02- 34). London. Taylor & Francis.

Velé H., 2015. Valorisation officinale des huiles essentielles autorisées dans les phyto-médicaments. Thèse Doctoral, Université Angers, 253p.

Vincenot D. et Quilici S. 1993. Synthèse de 3 années d'expérimentation et de développement en lutte intégrée sur agrumes à l'île de la Réunion, n°456, PP.43-45

Wichtel M. et Antour F., 1993. Plantes thérapeutiques «tradition pratique officinale, science et thérapeutique», 2^{me} édition. TEC&DOC, Lavoisier, Paris, pp : 554-557.

	Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F		
	Modèle	4	63020,857	15755,214	958,087	< 0,0001		
	Erreur	9	148,000	16,444				
	Total corrigé	13	63168,857					
	<i>Calculé contre le modèle Y=Moyenne(Y)</i>							

	Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F		
	Modèle	4	2406,833	601,708	133,165	< 0,0001		
	Erreur	9	40,667	4,519				
	Total corrigé	13	2447,500					
	<i>Calculé contre le modèle Y=Moyenne(Y)</i>							

	Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F		
	Modèle	4	8401,595	2100,399	535,007	< 0,0001		
	Erreur	9	35,333	3,926				
	Total corrigé	13	8436,929					
	<i>Calculé contre le modèle Y=Moyenne(Y)</i>							
	Paramètres du modèle (35) :							

	Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F		
	Modèle	4	10722,357	2680,589	910,389	< 0,0001		
	Erreur	9	26,500	2,944				
	Total corrigé	13	10748,857					
	<i>Calculé contre le modèle Y=Moyenne(Y)</i>							

Annexe3 : Analyse de la variance pour l'HEs du Romarin

Exploration de la Lavande et du Romarin à usage insecticide pour contrôler la cochenilles des Agrumes

Présente par : Tebboub Meriem

Dat de soutenance : 13/07 /2017

Résumé

Ce travail consiste en une étude sur l'effet insecticide des huiles essentielles de deux plantes aromatiques en l'occurrence la Lavande: *Lavandula Stoechas* et le Romarin: *Rosmarinus officinalis*. L'expérimentation a été réalisée au niveau du laboratoire de zoologie de l'université de Jijel. L'extraction des HEs est effectuée par hydrodistillation. Les doses employées sont celles de 6, 12, 24 et 48 µl/ml. Les résultats obtenus ont montré que les HEs semblent être performantes avec des rendements assez importants (0,83% pour la Lavande et 0,59% pour le Romarin). L'activité insecticide des deux plantes a été évaluée. Les résultats obtenus ont montré que la dose de 48µl/ml est la plus efficace contre la Cochenille des Agrumes: *Coccus hesperidum* avec des taux de mortalité de 91 et 83% respectivement pour l'HEs de la Lavande et du Romarin obtenus tous les deux 6 jours après le traitement. Concernant les doles létales, l'HEs le plus efficace est celle du Romarin avec une DL50 de 14.12 µl/ ml contre une dose de 16.98 µl/ml pour la Lavande.

Mot clés : Bioinsecticide, *Lavandula Stoechas*, *Rosmarinus officinalis*, Huile essentielle, *Coccus hesperidum*, DL50.

Summary

This work consists of a study on the insecticidal effect of essential oils of two aromatic plants: Lavender: *Lavandula Stoechas* and Rosemary: *Rosmarinus officinalis*. The experiment was carried out at the zoology laboratory of the University of Jijel. The extraction of the HEs is carried out by hydrodistillation. The doses employed are those of 6, 12, 24 and 48 µl / ml. The results obtained showed that HEs seem to perform well with relatively high yields (0.83% for Lavender and 0.59% for Rosemary). The insecticidal activity of the two plants was evaluated. The results obtained showed that the 48 µl / ml dose is the most effective against Citrus Scale: *Coccus hesperidum* with mortality rates of 91% and 83% for respectively the Lavender and Rosemary HEs obtained both 6 days after the treatment. Regarding lethal doles, the most effective HEs is that of Rosemary with an LD50 of 14.12 µl / ml against a dose of 16.98 µl / ml for Lavande.

Key words: Bioinsecticide, *Lavandula Stoechas*, *Rosmarinus officinalis*, essentielle oils, *Coccus hesperidum*, DL50

الملخص

هذا العمل هو دراسة علمية لتأثير مستخلصات الزيوت الأساسية لنباتين عطريتين هما الخزامة واكليل الجبل وقد أجريت التجربة في مختبر علم الحيوان في جامعة جيجل. تم تنفيذ استخراج الزيوت الأساسية عن طريق التقطير البخار استعملنا فيها الدراسة المقادير الآتية 6 و 12 و 24 و 48 ميكرو لتر \ مل اظهر النتائج بمقدار 48 ميكرو لتر \ مل هو الاكثر فعالية ضد الحشرة بنسبة وفيات بلغت نسبة الزيوت الأساسية للاكليل والخزامى 91 و 83 بالمئة بان زيت الاكليل هو الاكثر فعالية بمقدار 12 رعة قاتلة لقتل 50% من الحشرات على التوالي المتحصل عليها في 6 ايام بعد المعالجة. من جهة اخرى تبين بالنسبة لج 1414 ميكرو لتر \ مل و هذا مقارنة بالخزامة 16.98 ميكرو لتر \ مل.

الكلمات المفتاحية: النشاط الحيوي , الخزامة، الاكليل، الزيوت الأساسية, DL50 .

