



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Akli Mouhand Oulhadj Bouira
Faculté des Sciences de la Nature de la Vie et Sciences de la Terre
Département des Sciences Biologiques



Réf :/UAMOB/F.SNV.ST/DEP.BIO/2018

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME MASTER

Domaine : SNVST

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Biodiversité et environnement

Présenté par :

M. BELGAID Abdelmadjid

M. RAHMANI Adel

Thème

**Activité insecticide du thym (*Thymus vulgaris* L) sur un
insecte des stocks *Callosobruchus maculatus* F.
(Coleoptera Bruchidae)**

Soutenu le : 26/06/2018

Devant le jury composé de :

Nom et Prénom

Grade

M. BOUCHIBANE M.

MAA

Univ. de Bouira

Président

Mme KARBACHE F.

MAA

Univ. de Bouira

Promotrice

M. LIBDIRI F.

MAA

Univ. de Bouira

Examineur

M^{elle} BENABDERRAHMANE C.

MASTER

Univ. De Bouira

Co-promotrice

2017 /2018

Remerciement

Arrivé au terme de notre mémoire, nous remercions notre grand Dieu tout puissant, lui exprimant notre reconnaissance pour sa grande générosité.

Nous remercions nos parents pour leur patience, générosité ; qui nous ont toujours souhaité beaucoup de motivation et d'encouragements.

Nous tenons à remercier sincèrement **Mme. KARBACHE** qui fut pour nous un encadreur attentif et disponible malgré ses nombreuses charges. Sa compétence, sa rigueur scientifique et sa clairvoyance nous ont beaucoup aidées dans notre parcours.

Nous exprimons tous nos remerciements à **Mr. BOUCHIBANE** qui nous a fait l'honneur de présider le jury de ce mémoire.

Nous tenons à remercier également **Mr. LIBDIRI** pour avoir accepté d'examiner ce travail et honorer par sa présence, la constitution du jury.

Nous remerciant également **M^{lle} BENABDERRAHMANE** pour son précieuse aide pour la réalisation de ce travail.

Nous recommandons nos plus cordiaux remerciements à tous nos proches et amis, qui nous ont toujours soutenu et encouragé au cours de la réalisation de ce mémoire.

Nous ne saurons terminer sans remercier toutes les personnes dont leur contribution à notre travail est non négligeable, notamment tout le personnel de l'administration, du laboratoire de la faculté de Bouira.

Merci à tous et à toutes !

*Soyons reconnaissants aux personnes qui nous
donnent du bonheur ; « elles sont les charmants
jardiniers par qui nos âmes sont fleuries».*

K. MARCEL PROUST

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENT

LISTE DES ABREVIATIONS

LISTE DES FIGURES

LISTE DES TABLEAUX

INTRODUCTION 1

PARTIE I : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I : GENERALITE SUR LES LEGUMINEUSES

I.1. Description	3
I.2. Importance des légumineuses.....	3
I.3. Le poi chiche (<i>Cicer arietnum</i>).....	4
I.3.1. Taxonomie du pois chiche (<i>Cicer arietnum</i>)	4
I.3.2. Importance de la culture du pois chiche	4
I.3.3. Place du pois chiche en Algérie	5
I.3.4. Maladies et principaux insectes ravageurs de pois chiche.....	6

CHAPITRE II : PRESENTATION BIOLOGIQUES DE L'ESPECE

Callosobruchus maculatus

II.1. Caractères généraux des Bruchidae.....	8
II.1.1. Distribution de <i>Callosobruchus maculatus</i>	8
II.1.2. Position systématique	8
II.1.3. Biologie de <i>Callosobruchus maculatus</i>	9
II.2. Dégâts causées par <i>Callosobruchus maculatus</i>	10

CHAPITRE III : METHODE DE LUTTE CONTRE LES INSECTES DES DENREES STOCHEE

III.1. Mesures Hygiénique.....	12
III.1.1. Méthode acoustique.....	12
III.1.2. Méthode de piégeage.....	12
III.2. Lutte curative	13
III.2.1. Lutte physique	13
III.2.2. Lutte mécanique	14
III.3. Lutte biologique.....	14
III.4. Lutte chimique.....	15
III.4.1. Traitement par pulvérisation	15
III.4.2. Traitement par Fumigation.....	15

CHAPITRE IV : LESHUILES ESSENTIELLES

IV.1. Définition.....	16
IV.2. Localisation et Répartition botanique des huiles essentielles.....	16
IV.2.1. Répartition botanique	16
IV.2.2. Localisation.....	17
IV.3. Critères déterminants la qualité des huiles essentielles	17
IV.4. Propriétés des huiles essentielles	18
IV.4.1. Propriétés physique	18
IV.4.2. Propriétés pharmacologiques	19
IV.5. Rôle physiologique des huiles essentielles	19
IV.6. Composition chimique des huiles essentielles	19
IV.7. Facteurs de variabilité des huiles essentielles	19
IV.7.1. Facteurs intrinsèque	20
IV.7.2. Facteurs extrinsèque.....	20
IV.8. Toxicité des huiles essentielles	20
IV.9. Méthode extraction des huiles essentielles	21
IV.9.1. Extraction par Entraînement à la vapeur d'eau.....	21
IV.9.2. Extraction par L'hydrodistillation	21
IV.9.3. L'expression à froid	21
IV.9.4. Extraction par solvants organiques	21

IV.9.5. Extraction par fluide à l'état supercritique.....	22
IV.10. Activité des huiles essentielles	22
IV.10.1. Activité anti-infectieuse	22
IV.10.2. Activité antioxydant.....	23
IV.10.3. Activité acaricide	23

CHAPITRE V : PRESENTATION DE L'ESPCE *Thymus vulgaris*

V.1. Origine et définition	24
V.2. Taxonomie	24
V.3. Description morphologique.....	25
V.4. Répartition géographique	26
V.4.1. Dans le monde	26
V.4.2. En Algérie.....	26
V.5. Composition chimique	26
V.6. Utilisation.....	27

PARTIE II : PARTIE EXPERIMENTALE

CHAPITRE I : MATERIELES ET METHODES

I.1. Matériels.....	28
I.1.1. Matériel du laboratoire.....	28
I.1.2. Matériels animale.....	28
I.1.3. Matériel Végétal.....	30
I.2. Méthode expérimentale.....	31
I.2.1. Méthode d'extraction d'huile essentielle	31
I.2.2. Teste d'activité insecticide de l'huile essentielle du thym.....	33
I.3. Exploitation des résultats.....	36
I.3.1. Correction de mortalité	36

CHAPITRE II : RESULTATS ET DISCUSSIONS

II.1. Résultats.....	38
II.1.1. Teste d'activité insecticide de l'huile essentielle du thym	38

II.2. Discussion	43
CONCLUSION	45
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE	47

LISTE DES ABREVIATIONS

AFNOR	Association Française de la Normalisation
D	Dose
FAO	Food and Agricultural Organization
HE	Huile Essentielle.
R	Répétition

LISTE DES FIGURES

Figure 1: La production du pois chiche total en Algérie durant la période 2010-2014.....	6
Figure 2: Œuf de <i>Callosobruchus maculatus</i> F observé sous loupe binoculaire x10.	9
Figure 3: Adulte femelle (a) et mal (b) de <i>Callosobruchus maculatus</i> F vue dorsale sous loupe binoculaire x10.	10
Figure 4: Dégâts occasionnés par <i>Callosobruchus maculatus</i> F. sur grains de pois chiche	11
Figure 5: Trous d'émergence de <i>Callosobruchus maculatus</i> F.....	11
Figure 6: Plante de <i>Thymus vulgaris</i>	25
Figure 7: Aspects morphologiques de <i>Thymus vulgaris</i> L	25
Figure 8: Distribution géographique du thym dans le monde	26
Figure 9: Les bocaliers utilisés pour l'élevage de <i>Callosobruchus maculatus</i> F.	29
Figure 10: L'élevage de masse de <i>Callosobruchus maculatus</i> mené dans l'étuve	30
Figure 11: Le pois chiche utilisé pour l'élevage	30
Figure 12: Schéma d'un montage d'hydrodistillation (Clevenger)	32
Figure 13: Protocole expérimental de l'extraction de l'huile essentielle de <i>Thymus vulgaris</i>	33
Figure 14: Dispositif expérimental des essais par contact de l'huile de thym	34
Figure 15: Dispositif expérimentale adopté pour le test d'inhalation.	35
Figure 16: Mortalité par effet de contact de l'huile essentielle de <i>Thymus vulgaris</i> vis à vis de <i>Callosobruchus maculatus</i>	39
Figure 17: Détermination de la DL ₅₀ et DL ₉₀ de l'huile essentielle du thym après 24h traitement.	39
Figure 18: Détermination de TL ₅₀ et TL ₉₀ de l'huile essentielle de <i>Thymus vulgaris</i> vis à vis de <i>Callosobruchus maculatus</i> après 3 jours de traitement par inhalation à une dose de 8µl/ml.	41
Figure 19: Taux d'œufs pondus dans les lots témoins et lots traités par l'huile essentielle de <i>Thymus vulgaris</i>	42

LISTE DS TABLEAUX

Tableau 1: Les Coordonnées géographiques du Raouraoua.	31
Tableau 2: Doses utilisées dans le test de contact pour l'huile essentielles de thym.....	33
Tableau 3: Activité insecticide de l'huile essentiel de thym vis-à-vis <i>Callusobrucus maculatus</i> après 24h de traitement.	38
Tableau 4: Activité insecticide de l'huile essentielle du thym vis avis des <i>Callusobrucus maculatus</i> par effet d'inhalation à une dose une dose de 8µl/ml.	40
Tableau 5: Potentiel de pont (pp) des femelle de calosobrucus maculatus dans les lot traité et le temoin.	42

INTRODUCTION

INTRODUCTION

Les légumineuses constituent une immense famille de plantes (Come et al., 2006), elle sont parmi les cultures vivrières les plus cultivées par l'homme (Hamadache et al., 1997). Beaucoup d'espèces sont cultivées pour leurs graines qui sont riches en amidon (Fève, Haricot, Lentille, Pois, Pois chiche), en huile (Arachide, Soja) ou en protéines (Fenugrec, Lupin, Soja) les trèfles, les luzernes, le sainfoin et le lotie servent à l'alimentation du bétail (Come et al., 2006) ; elles sont considérées comme une source importante en protéines. Les légumineuses sont principalement cultivées pour leur capacité à fixer l'azote atmosphérique, et pour rompre les successions céréalières préjudiciables aux rendements et aux productions à travers les assolements (Hamadache et al., 1997).

En Algérie, la culture des légumineuses alimentaires fait partie de nos systèmes agraires depuis très longtemps, dans différentes zones agro-écologiques du pays. Actuellement la production nationale ne couvre pas les besoins internes du pays et l'état a recours à des importations. Cependant d'immenses quantités de légumineuse sèches sont perdues chaque année en raison des insectes phytophages (Fao, 2006).

Parmi les insectes phytophages nuisibles qui se sont installés sur les plantes cultivées, les coléoptères de la famille des Bruchidae qui occupent une place de choix. Les espèces de cette famille pondent leurs œufs sur les graines ou les gousses mûres de légumineuses. Les Larves se développent à l'intérieur des graines tandis que les adultes mènent une vie libre, (Farrelle, 2002). Des études antérieures ont montré que chaque espèce de Bruchidae n'était capable de se développer que dans un petit nombre de légumineuses. Il existe une certaine spécificité entre l'insecte et sa plante hôte (Jansen, 1977, Center et Johnson, 1974).

Pour lutter contre ces ravageurs, plusieurs méthodes de lutte ont été utilisées, ces dernières sont essentiellement chimiques. Cependant, compte tenu des nuisances associées à l'utilisation des pesticides, à savoir la sélection des souches résistantes, pollution de l'environnement et intoxications, la recherche de méthodes de lutte alternatives s'impose. Il est fait d'état des différentes méthodes de protection des stocks pratiquées en alternative ou combinées avec les pesticides (Gueye, 2011).

Les huiles essentielles des plantes font partie ces dernières années des voies les plus explorées dans la régulation des ravageurs. Leur application dans la protection des stocks a fait l'objet de nombreux travaux (Gueye, 2011, Mouhouche, 2005, Kellouche, 2005). Par ailleurs, certains travaux visent à utiliser les variétés sauvages pour la mise en place de certaines méthodes de lutttes non polluantes pour protéger les denrées stockées car chaque plante est dotée d'un arsenal de composés défensifs généraux dont le rôle est d'assurer la protection des graines des denrées stockées (Karbache, 2009).

L'objectif de ce présent travail consiste à mettre en évidence et à évaluer l'activité insecticide de l'huile essentielle de l'espèce végétale *Thymus vulgaris* extraite par hydrodistillation sur un insecte des denrées stockées. Les tests au cours de ce travail seront effectués sur une bruche cosmopolite, la bruche de pois chiche *Callosobruchus maculatus* F.

Notre approche vise à estimer l'effet de l'huile essentielle du thym sur les deux paramètres biologique à savoir : la mortalité des adultes et la fécondité des femelles.

PARTIE I : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I : GENERALITE SUR LES LEGUIMINEUSES

I. Généralité sur les légumineuses

I.1. Description

La famille des *Fabaceae* ou légumineuses est une très grande famille des plantes Magnoliophytiques qui comprend 12000 espèces réparties en plus de 650 genres (Gilbert et Boutique, 1953).

Ce sont des plantes herbacées, des arbustes, des arbres ou des lianes. La famille est cosmopolite des zones froides à tropicales. La fonction chlorophyllienne est parfois transférée aux tiges. La famille est subdivisée en trois sous-familles.

- ✓ Les *Faboideae* anciennement appelée *Papilionaceae*, avec une fleur typique en forme de papillon.
- ✓ Les *Caesalpinioideae* autrefois appelée *Caesalpinaceae* avec une fleur pseudo-papilionacée.
- ✓ Les *Mimosoideae* ancienne famille de *Mimosaceae* avec une fleur régulière.

Les espèces de cette famille sont caractérisées par la présence des nodules fixateurs d'azote atmosphérique sur les racines, mais plus précisément chez les *Faboideae* et les *Mimosoideae* mais, ils sont absents chez la plupart de *Caesalpinioideae*. Les nodules sont le résultat d'une symbiose entre les bactéries et différentes espèces de légumineuses.

I.2. Importance des légumineuses

Les légumineuses alimentaires sont parmi les cultures vivrières les plus cultivées par l'homme. Elles constituent une importante source protéique et se présentent comme un substitut aux protéines animales, disponibles à travers les viandes rouges et blanches qui sont difficilement accessibles à de larges couches de la population. Les Légumineuses sont cultivées pour leur capacité à fixer l'azote atmosphérique et pour rompre les successions céréalières préjudiciables aux rendements et aux productions à travers les assolements (Hamadache et al., 1997).

En Algérie, La culture des légumineuses alimentaires a fait partie de nos systèmes agraires depuis très longtemps dans différentes zones agro-écologiques du pays. Actuellement la production nationale ne couvre pas les besoins internes du pays

et l'étata recours à des importations. Ainsi, 1800.000 quintaux de légumineuses alimentaires sont importées chaque années ce qui est l'équivalent de 123 millions de dollars (Fao2006).

I.3. Le pois chiche (*Cicer arietinum* L.)

Sur le plan botanique, le pois chiche est décrit comme une plante herbacée annuelle ; dressée ou rampante couverte de poils glanduleux. Sa germination est du type hypogé (les cotylédons restent souterrains). Ses racines peuvent atteindre un mètre de profondeur, mais la plupart se trouvent dans les premiers centimètres (Duke, 1981). Sa tige anguleuse a une hauteur de 0.20 à 1 mètre de haut. Ses feuilles se composent de 7 à 17 folioles ovales et dentées. Les fleurs peuvent être blanches, bleues ou violettes. Le poids de 1000 grains varie de 200 à 600 grammes (Vander maessen, 1972).

I.3.1. Taxonomie du pois chiche (*Cicer arietinum* L)

Le pois chiche est une plante appartenant à la famille des fabaceae, sous famille de Papilionoideae, tribu de Cicerae, genre cicer (Paterson et al., 2000).

- **Classe** : *Equisetopsida*
- **Subclasse** : *Magnoliidae*
- **Superordre** : *Rosanae*
- **Ordre** : Fabale
- **Famille** : *Leguminosae/ Fabaceae*
- **Espèce** : *Cicer arietinum* L

I.3.2. Importance de la culture du pois chiche

Le pois chiche possède un rôle important dans l'alimentation humaine. Il est classé en 14ème ordre en ce qui concerne la superficie qu'il occupe et vient en 16ème position dans la production mondiale (Knights et al., 2007). Cependant le pois chiche maintient un statut signifiant parmi les légumineuses alimentaire cultivées à travers le monde, soit 14.6% du total de la production venant en 3ème ordre et en deuxième ordre concernant la superficie avec 15.3% (Knights et al., 2007). le pois chiche occupe la seconde place avec une superficie de 11,2 millions d'hectares et une production annuelle estimée à 9,2 millions de tonnes et un rendement moyen de 820 kg/ha (Knights et al., 2007). Entre les années 2006 et 2016 les superficies et la production du

pois chiche ont varié respectivement de 10,8 à 12,9 millions d'hectares et de 7,3 à 9,5 millions de tonnes (OMC, 2017). Néanmoins, sous l'effet des contraintes biotiques et abiotiques, les superficies ainsi que la production du pois chiche ont connu une nette régression.

I.3.2.1. Importance économique

A travers le monde, le pois chiche (*Cicer arietinum* L.) est l'une des plus importantes légumineuses à graines. Le pois chiche occupe la troisième position Dans la famille de légumineuse après l'haricot (*Phaseolus vulgaris*) et le pois (*Pisum sativum* L.), (Fao, 2007).

I.3.2.2. Importance alimentaire

A travers le monde, le pois chiche est un aliment de base (Berger et al., 2003). Il a une composition alimentaire très riche en protéines digestibles et contient une fraction lipidique qui renferme des acides non saturés tels que les acides linoléiques et oléiques. D'autant plus, il est réputé comme plante médicinale pour ses vertus cosmétiques et diététiques, (Slim et al., 2006).

I.3.2.3. Importance agronomique

Dans les régions semi-arides du bassin méditerranéen où les ressources en eau sont en constante régression, les agriculteurs se rendent compte, de plus en plus, du rôle appréciable que jouent les légumineuses à graines dans la fertilisation organique du sol, surtout, dans le système de l'agriculture durable (Pacucci et al., 2006). En fait, le pois chiche (*Cicer arietinum* L.) est cultivé sur une large gamme de zones bioclimatiques qui s'étendent du subtropical, l'Inde et le Nord-est de l'Australie, aux zones arides et semi-arides des régions du Bassin méditerranéen et de l'Australie Méridionale (Pacucci et al., 2006). Le pois chiche peut fixer, par voie symbiotique, plus de 140 kg/ha d'azote atmosphérique et satisfaire plus de 80% de ses besoins en azote (Pacucci et al., 2006). En raison des importantes quantités d'azote, incorporées dans le sol et délaissées dans les résidus, la culture du pois chiche maintient, pour une longue durée, la fertilité du sol et entre dans le système d'agriculture durable (Icrisat, 2008).

I.3.3. Place du pois chiche en Algérie

Le pois chiche (*Cicer arietinum* L.) est, en Algérie, la seconde légumineuse alimentaire produite après les fèves (MADR, 2015). Sa culture a connu, durant la

décennie 1980-90 une certaine évolution progressive sur le plan des superficies et de la consommation et une évolution régressive en terme de productivité (Anonyme, 1994). Les causes de la faiblesse de la productivité du pois chiche en Algérie sont souvent d'ordre agro techniques liées aux conditions de semis (période, modes de semis, qualité de la semence) et à l'infestation par les adventices (Hamadache et Ait Abdallah, 1998).

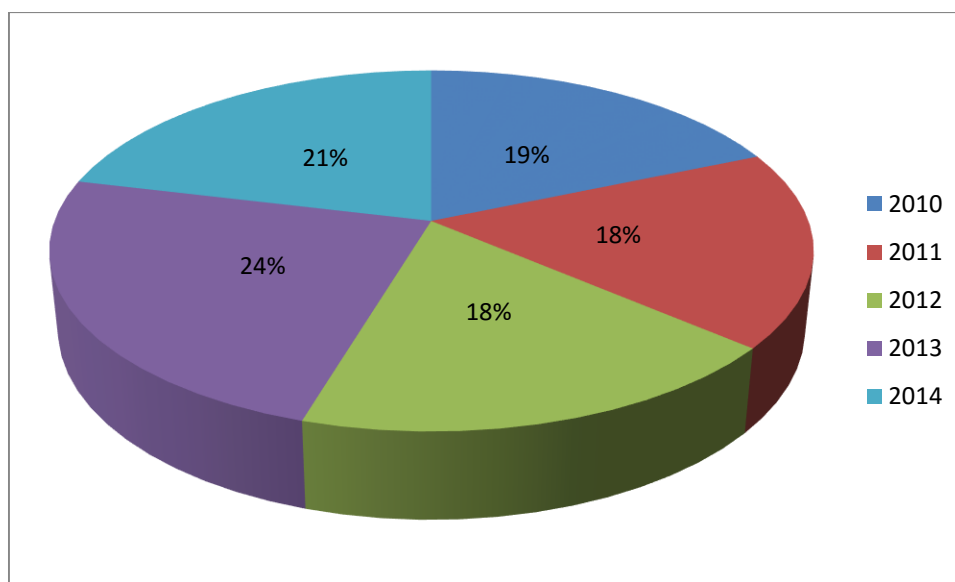


Figure 1: La production du pois chiche total en Algérie durant la période 2010-2014.

I.3.4. Maladies et principaux insectes ravageurs de pois chiche

I.3.4.1. Maladies Cryptogamiques

Plus de cinquante agents pathogènes du pois chiche ont été recensés. Un grand nombre d'entre eux occasionnent des dégâts assez importants (Nene et al., 1981).

- L'anthracnose : Des lésions brunes apparaissent sur les tiges, les pétioles, les feuilles et les gousses.
- Le flétrissement : Le champignon de cette maladie, présente dans le sol, peut pénétrer très tôt dans la plante et provoque la fonte de semis. Au stade plantule s'il y a résistance, le champignon peut envahir les vaisseaux et provoque la mort de la plante par flétrissement.

I.3.4.2. Insectes ravageurs

Deux espèces d'insectes sont considérées comme principales ravageurs du pois chiche :

- Au champ, la noctuelle (*Heliothisarmigera*), insecte qui cause des dégâts variables en fonction des lieux.
- Au stockage, la bruche de pois chiche ou la bruche de niébé (*Callosobruchus maculatus* F), insecte qui cause des pertes considérables des récoltes dans les entrepôts de stockages (Lepesme, 1944).

CHAPITRE II :
PRESENTATION
BIOLOGIQUES DE L'ESPECE
***Callosobruchus maculatus* F**

II. Présentation biologique de l'espèce *Callosobruchus maculatus* F.

II.1. Caractères généraux des Bruchidae

La famille des Bruchidae se subdivise en deux groupes, le premier comporte les bruches se développant dans les champs, dans les graines encore vertes se caractérisant par une seule génération annuelle (espèces univoltines) comme *Bruchus pisorum* (la bruche du pois), *Bruchus rufimanus* (la bruche de la fève) ou *Bruchus lentis* (la bruche des lentilles). Le deuxième groupe renferme les bruches qui se versent à l'intérieur des entrepôts, dans les graines sèches, elles ont une autre génération annuelle (espèces polyvoltines) en l'occurrence *Callosobruchus maculatus* F., *Acanthoscelide sobtectus* (la bruche du haricot), *Caryedon serratus* (bruche de l'arachide) et *Bruchidusa trolineatus* (bruche africaine du niébé) (Delobel et Tran, 1993).

II.1.1. Distribution de *Callosobruchus maculatus*

Callosobruchus maculatus F, également appelé bruche de niébé ou bruche du pois chiche, est une espèce qui infeste les graines de légumineuses, et nuit à la plante, provoquant ainsi, la réduction de la quantité et la qualité du rendement. Les bruches sont parmi les insectes les plus dangereux des graines de légumineuse. *Callosobruchus maculatus* est originaire d'Asie et d'Afrique et est répartie dans tous les pays tropicaux et subtropicaux.

Aujourd'hui, cette espèce s'est adaptée aux différentes zones climatiques pour devenir une espèce cosmopolite à répartition mondiale, (Mallamaire, 1968). Ce ravageur qualifié de nuisible pour les graines stockées de pois chiche, présente la particularité de s'introduire souvent à ses futures attaques sur stocks à partir d'infestations au champ avant les récoltes (Balachowsky, 1962).

II.1.2. Position systématique

L'espèce *Callosobruchus maculatus* F, appelée généralement la bruche de pois chiche est un dévastateur des grains de légumineuses. Selon Balachowsky (1962), la position systématique de la bruche de pois chiche est comme suit :

- **Règne** : Animal.
- **Embranchement** : Arthropodes.
- **Classe** : Insectes.
- **Ordre** : Coléoptères.

- **Sous ordre :** *Phytophaga*.
- **Famille :** *Bruchidae*.
- **Sous famille :** *Bruchinae*.
- **Genre :** *Callosobruchus*.
- **Espèce :** *Callosobruchus maculatus*. (Fabricius).

II.1.3. Biologique de *Callosobruchus maculatus* F.

Callosobruchus maculatus F est une espèce polyvoltine dont plusieurs générations peuvent se succéder par an, la première génération (forme volière) contamine les graines dans les champs et poursuit son évolution en se nourrissant spécifiquement de l'espèce végétale qu'elle colonise pour passer à la forme non volière de l'espèce (c'est la deuxième génération) (Djoussou, 2006).

II.1.3.1. Les œufs

Les œufs de *Callosobruchus maculatus* F. Sont inégales, à forme arrondis à la base, sub-conique à l'extrémité. Fraîchement pondus, ces œufs sont de couleur jaunâtre et translucide ; ils se transforment ensuite en blanc opaque à maturité d'une taille qui varie entre 0,4 à 0,7 mm de long et 0,3 à 0,45 mm de large (Figure 2).



Figure 2: Œuf de *Callosobruchus maculatus* F observé sous loupe binoculaire x10.

II.1.3.2. Les larves.

Le développement larvaire se déroule totalement à l'intérieur de la graine. Pour rentrer dedans, la larve s'appuie sur la face interne du chorion puis creuse sa galerie. Au moment de la pénétration, elle rejette en arrière la poudre de la graine qui s'accumule sous le chorion de l'œuf qui devient opaque (Kellouche, 2005).

Southgate (1983), a démontré que les larves de *Callosobruchus* n'ingèrent pas les matériaux enlevés pour pénétrer dans l'enveloppe de la graine, elles les râpent et les poussent de côté sans qu'ils passent par leur tube digestif.

II.1.3.3. Les nymphes

La nymphose est une étape brève du cycle biologique de l'insecte. Avant de passer au stade nymphe, la larve découpe d'une manière circulaire l'épiderme de la graine avec ses mandibules. L'adulte soulève cet opercule pour se libérer.

II.1.3.4. Les adultes

L'adulte de *Callosobruchus maculatus* F mesure en moyenne 2.8 à 3.5 mm, il possède une tête noire, antennes rouge clair ou brun et son corps est de couleur rougeâtre.

Les antennes des mâles sont noires avec les quatre premiers articles roux, par contre chez les femelles ils sont entièrement rouges (Balachowsky, 1962).

Chez ce type d'insecte, on distingue un dimorphisme sexuel, les males sont plus petits et plus rougeâtres que les femelles (Figure 3).



Figure 3: Adulte femelle (a) et mâle (b) de *Callosobruchus maculatus* F vue dorsale sous loupe binoculaire x10.

II.2. Dégâts causées par *Callosobruchus maculatus* F.

Les graines de légumineuses sont fortement attaquées pendant le stockage par *Callosobruchus maculatus* F (Singh et Emden, 1979, Shih- chieh et al., 2002). De ce fait elle affectant la masse des graines, leur possibilité germinative et leur valeur marchande (Figure 4) (Kumar et al., 1993).



Figure 4: Dégâts occasionnés par *Callosobruchus maculatus* F. sur grains de pois chiche commercial (Original).

Les dégâts provoqués par cette espèce *Callosobruchus maculatus* F. sont dus principalement aux larves qui dévorent les graines (Figure 5) (Kellouche, 2005).



Figure 5: Trous d'émergence de *Callosobruchus maculatus* F. (Original).

CHAPITRE III : METHODE DE LUTTE CONTRE LES INSECTES DES DENREES STOCKEES

III. Méthode de lutte contre les insectes des denrées stockées

III.1. Lutte préventive.

III.1.1. Mesures Hygiénique.

Cette méthode regroupe plusieurs interventions ponctuelles ayant pour but la bonne tenue des stocks et le suivi de certaine pratique hygiène qui limitent l'infestation par les déprédateurs (Sankram, 1999).

La propreté et le nettoyage correct des structures de stockage sont indispensables avant la mise en stock des denrées. Une pulvérisation d'insecticide est obligatoire, comme il faudra aussi traiter les sacs vides et déduire les vieux sacs.

Le produit doit être régulièrement inspecté et les locaux régulièrement nettoyés au cours du stockage. Les nouveaux lots sont considèrent comme douteux et doivent être correctement inspectés pour éviter toute infestation. La lutte contre les insectes commence par la pratique élémentaire de prophylaxie pouvant prévenir les infestations.

III.1.2. Méthode acoustique

C'est une méthode qui consiste à amplifier le bruit que font les larves en se nourrissant à l'intérieur de la graine (Vick et Hagstrum, 1991). Un appareil simple, portable, a été récemment mis sur le marché, constitué d'une sonde comportant un amplificateur relié à un casque d'écoute. Cet appareil détecte la présence de formes cachées vivantes, il pourrait être largement utilisé pour la surveillance des stocks.

III.1.3. Méthode de piégeage

Les pièges permettent la surveillance de l'apparition des infestations, d'estimer leur évolution et de contrôler l'efficacité des mesures prises pour stopper le développement des ravageurs.

Un grand nombre de pièges existent, de toutes formes, relativement simples et pas coûteux. Les pièges à phéromones, sont essentiellement utilisées, et peuvent même être considérées comme un moyen de lutte, notamment dans les petits stocks, contre les mites de la farine et les teignes des grains. A noter également l'existence de pièges lumineux pour la capture des lépidoptères, et en général tous les insectes volants. Cependant cette méthode est peu efficace contre les ravageurs qui vivent tout leur cycle

à l'intérieur des tas. Pour dépister leur présence et limiter leur prolifération, l'utilisation de pièges sondes introduites à l'intérieur du tas de la denrée est recommandée. Les modèles sont nombreux mais, malgré leur efficacité, leur usage n'est pas encore aussi répandu que le recours aux pièges de surface.

III.2. Lutte curative.

III.2.1. Lutte physique.

III.2.1.1. Lutte par le froid.

Le développement des insectes est bloqué au-dessous de 10°C, par la provocation de perturbations physiologique et métaboliques (déshydratation des cellules), suivis d'une mort certaine de l'insecte. Dans notre pays, ces techniques couteuses ne sont pas utilisées ; mais peuvent être envisagées pour le stockage de sécurité de semences et de céréales.

III.2.1.2. Lutte par chaleur.

Des essais de désinsectisation par la chaleur des céréales ou produits dérivés (farines, semoules) ont été réalisés en Australie et en France. La technique consiste à traiter les produits en lit fluidisés à haute température (60 à 180°C) qui est suivis d'un refroidissement rapide. La température du produit n'atteignant pas 65 à 70°C. Ce choc thermique de quelques minutes, entraîne une mortalité importante des insectes sans affecter les qualités du produit (Fleurat –Lessard, 1993).

Cette méthode est intéressante et peut être utilisée pour la semence, plusieurs travaux ont montré qu'elle n'affecte pas la germination (Reed, 1986).

III.2.1.3. Lutte par atmosphère modifiée.

Des auteurs ont montré l'importance d'une atmosphère modifiée. Où une concentration élevée de dioxyde de carbone et du nitrogène supérieur à 60% et une concentration faible d'oxygène inférieur à 1% sont efficaces pour le contrôle des insectes et des acariens des stocks (White et Jayas, 1991). Le dioxyde de carbone est considéré plus efficace que le nitrogène dans la modification de l'atmosphère, qui agit par l'ouverture permanente des stigmates des insectes provoquant ainsi une déshydratation de ces derniers. L'utilisation du dioxyde de carbone à une concentration de 15 à 50 % et à des températures basses de 12 à 15°C est capable de contrôler les

populations d'insectes des céréales comme *Tribolium castaneum*, *Sitophilus oryzae* , *Rhyzoperta dominica*.

Une concentration de 40% de ce gaz donne pour une durée d'exposition de 03 à 05 jours une mortalité de 78% chez *Sitophilus zeamais* (Roseseli et al., 1990).

III.2.2. Lutte mécanique

Le transilage est une méthode qui consiste à faire circuler les graines d'une cellule à une autre, qui permet ainsi une aération importante et rapide du grain, ce qui entraîne l'élimination d'une partie des insectes contenus dans les stocks (Favreau, 1988).

Cette opération élimine surtout les adultes libres et laisse une partie des larves et des œufs, elle ne peut pas être envisagée pour un stockage de longue durée, à moins qu'un renouvellement fréquent est effectué, ce qui la rend coûteuse.

Il existe toutefois un appareil de désinsectisation, qui consiste à centrifuger le produit traité qui heurte des écrans placés à la périphérie de l'appareil. Cet appareil est appelé l'entoleter, dont le processus tue les organismes vivants présents dans le produit. Ce type d'appareil est généralement utilisé pour désinsectiser les pulvérulents tels que les farines et les semoules dans les moulins.

III.3. Lutte biologique

Cette méthode entre dans le cadre du développement durable et de la sauvegarde des écosystèmes. Elle vise à réduire les populations des insectes ravageurs, en utilisant leurs ennemis naturels qui sont soit des prédateurs, soit des parasites ou des agents pathogènes (Sanon et al., 2002).

L'utilisation traditionnelle des plantes dans la lutte contre les ravageurs des denrées stockées et des insectes volants dans les maisons a fait preuve de son efficacité, c'est ce qui a été à la base des recherches actuelles qui démontrent l'effet entomotoxique de certaines substances isolées de légumineuses tels que le pois (Bondaryk et al., 1999) et le pois chiche (Mouhouche et Fleuratlessard, 2003). Des recherches antérieures ont prouvé que certains constituants d'huiles essentielles, tels que thymol et le carvacrol toxique vis-à-vis des insectes des stocks (Regnault-Roger et al., 1995, Tapondjon et al., 2002).

III.4. Lutte chimique

Cette méthode est la plus répandue actuellement, elle consiste à employer des pesticides pour lutter contre les insectes nuisibles. Cependant, en raison des risques de toxicité qu'elle peut engendrer aux consommateurs des grains, elle doit être appliquée avec prudence. Deux types de traitement sont employés.

III.4.1. Traitement par pulvérisation

Ce traitement consiste à recouvrir le grain d'une pellicule de produit insecticide qui agit plus ou moins rapidement sur les insectes, appliquées à des doses suffisantes, elles permettent de lutter contre les formes libres infestant les stocks et ils les préservent des réinfestations pendant un temps relativement court ce qui assure un traitement préventif des denrées.

L'insecticide est en contacts direct avec la denrée alimentaire et peut poser des problèmes de résidus. L'insecticide n'a pas d'action sur les formes cachées. Or ce sont souvent les formes cachées larvaires qui sont responsables des dégâts ce qui constitue un inconvénient majeur de ce type de traitement (Tapondjon et al., 2002).

III.4.2. Traitement par Fumigation

C'est le traitement des grains à l'aide d'un gaz toxique appelé fumigant. Ce gaz tue les insectes s'il est maintenu suffisamment longtemps à une certaine concentration au contact des grains. Ce traitement curatif n'a qu'une action limitée dans le temps. L'intérêt majeur de la fumigation est la capacité de pénétration du gaz insecticide à l'intérieur du grain et donc détruit les œufs, larves et nymphes.

Une partie des gaz reste fixée à la surface des denrées. Une partie du produit peut être aussi absorbée à l'intérieur de la denrée et réagit chimiquement avec certains nutriments. Dans ce cas il peut alors y avoir formation de résidus.

Actuellement, l'utilisation des pesticides est le moyen le plus efficace pour réduire ou limiter les pertes. Toutefois, du fait de leur toxicité, ces substances peuvent causer des intoxications aux consommateurs à cause de la présence de résidu dans les denrées traitées.

CHAPITRE IV : LES HUILES ESSENTIELLES

IV. Les huile essentielle

IV.1. Définition

Les huiles essentielles (HE) sont des métabolites secondaires produits par les plantes comme moyen de défense contre les ravageurs phytophages (Cske et Kaufman, 1999). Ce sont des substances organiques aromatiques liquides volatiles et odorantes, qu'on trouve naturellement dans diverses parties des plantes et des épices, elles sont volatiles et sensibles à l'effet de la chaleur (Evans, 1999). Contrairement à ce qu'en penser, les huiles essentielles ne contiennent pas de corps gras (Anton et Lobstein, 2005).

Selon la norme AFNOR NF T 75-006, « l'huile essentielle indique le produit obtenu à partir d'une substance principale d'origine végétale, soit par entraînement à la vapeur d'eau, soit par des procédés mécaniques à partir de l'épicarpe soit par hydro distillation « sèche ». Elle est ensuite séparée de la phase aqueuse des HE par des procédés physiques » (Afnor, 2000).

L'huile essentielle est aussi définit comme étant, le produit obtenu à partir de la matière première végétale par les techniques traditionnelles de distillation ou d'expression à froid. Les extraits aromatique obtenus par d'autres techniques d'extraction ne sont pas compris dans cette définition. L'essence est la substance aromatique sécrétée par la plante qui devient une huile essentielle par distillation (Bonnfous, 2013).

IV.2. Localisation et Répartition botanique des huiles essentielles

IV.2.1. Répartition botanique

Les huiles essentielles ne sont pas présentent chez tous les végétaux. Uniquement 10% des plante sont capables de synthétiser une essence. Ces plantes sont dites aromatiques (Bruneton, 1999).

Les huiles essentielles sont rencontre dans divers familles botaniques elles se localisent dans les parties vivantes de la plante et former dans le cytoplasme des cellules spécialisées (Degryse et al., 2008).

Le végétal aromatique fabrique de faibles quantités des huiles essentielles dans ses cellules excrétrices, qu'il concentre dans des poches situées dans certaines parties

de la plante (soit endogènes ou exogènes) : fleur, fruit, feuille, tige, rhizome, écorce...etc (Anonyme, 2002).

Certaines familles de végétaux sont particulièrement riches telles que : Conifères, Myrtacées, ombellifères composées (Boulos, 1983). Elles peuvent être présentes dans différentes organes de la même plante. La compilation des huiles essentielles peut alors varier d'un organe à l'autre (Paris et Hurabielle, 1981).

IV.2.2. Localisation

Les huiles essentielles sont produites dans des cellules glandulaires spécialisées recouvertes d'une cuticule. Elles sont alors stockées dans des cellules à huiles essentielles (*Lauraceae* ou *Zingiberaceae*), dans des canaux sécréteurs (*Apiaceae* ou *Asteraceae*), dans des poches sécrétrices (*Myrtaceae* ou *Rutaceae*) ou dans des poils sécréteurs (*Lamiaceae*). Comme elles et aussi transportées dans l'espace intracellulaire lorsque les poches à essence sont localisées dans les tissus internes.

Au niveau de l'emplacement du stockage, les gouttelettes d'huiles essentielles sont entourées de membranes spéciales constituées d'esters d'acide gras hydroxylés hautement polymérisés, associés à des groupements peroxydes. Ces membranes limitent fortement l'évaporation des huiles essentielles ainsi que leur oxydation à l'air grâce à leur caractère lipophile et leur imperméabilité extrêmement des gaz (Bruneton, 1993, Anton et Lobdtein, 2005).

IV.3. Critères déterminants la qualité des huiles essentielles

Selon Jouault (2012) les critères définissant la qualité des huiles dépendent de plusieurs facteurs pouvant être résumés comme suit :

- ❖ La sélection de la plante qui est tributaire du genre et de l'espèce botanique
- ❖ Le chémotype (chimiotype) représentant des panels de molécules chimiques que des plantes de la même espèce peuvent produire si elles sont placées dans des conditions de cultures différentes. Le chémotype dépend de l'ensoleillement, de l'humidité, de la température, de la nature du sol, de la pression atmosphérique, de la photopériode.
- ❖ La partie de la plante considérée pour l'extraction est déterminante pour la qualité de l'huile.

En effet, les différentes parties d'une plante ne possèdent pas un équipement enzymatique uniforme, ce qui entraîne une différence de composition dans les constituants produits. Il est donc important de préciser la partie considérée lors de l'extraction de l'HE.

- ❖ La période de récolte : elle doit se faire au moment où les principes actifs les plus intéressants produits par la plante sont à leur concentration maximale
- ❖ La conservation des huiles essentielles doit se faire dans des flacons en verre opaque hermétique, dans un endroit frais, à l'abri de la lumière et de la chaleur pour éviter leur oxydation et la polymérisation de leurs composants.

IV.4. Propriétés des huiles essentielles

IV.4.1. Propriétés physique

Les huiles essentielles sont des liquides caractérisés par une température ordinaire, d'odeur aromatique très prononcée, généralement incolores au jaune pâle à l'exception de quelques huiles essentielles telles que l'huile de l'achillée, la matricaire et la camomille qui ont une coloration bleu à bleu verdâtre, les essences de cannelle de couleur rougeâtre.

L'huile essentielle a une densité inférieure à celle de l'eau allant de 0.85 à 0.95. Nous notons la présence de trois essences dites lourdes dont la densité est supérieure à celle de l'eau : les huiles essentielles de cannelle, de saffron et de girofle. (Paris et Hurabielle, 1981, Duraffourd et al., 1990, Salle et Pelletier, 1991).

Les huiles essentielles sont très peu solubles dans l'eau, s'évaporent et se volatilisent à température ambiante. Les huiles essentielles sont solubles dans les alcools, dans les huiles fixes et dans la plupart des solvants organiques (Paris et Hurabielle, 1981, Bruneton, 2008, Ghestem et al., 2001).

Leur point d'ébullition est toujours supérieur à 100 °C et dépend de leur poids moléculaires. Les huiles essentielles s'oxydent facilement à la lumière et se résinifient en absorbant de l'oxygène, en même temps, leurs odeurs se modifient, leurs points d'ébullition et l'iode en dégageant de la chaleur (Duraffourd et al., 1990).

IV.4.2. Propriétés pharmacologiques

Les huiles essentielles exercent leur pouvoir antiseptique à l'encontre de bactéries pathogènes variées, y compris des souches antibiorésistantes. Certaines huiles essentielles sont également actives vis-à-vis des champignons. Les huiles essentielles sont également réputées efficaces pour diminuer les spasmes gastro-intestinaux. Amélioration certaines insomnies et troubles psychosomatiques divers, comme elle provoque une diminution de la « nervosité » (Bruneton, 1999).

IV.5. Rôle physiologique des huiles essentielles

Le rôle exact des huiles essentielles produit par les plantes aromatiques en tant que métabolites secondaires dans les processus de leur vie reste inconnu (Rai et al., 2003).

Certains auteurs pensent que la plante utilise l'huile comme substance pour repousser ou attirer les insectes, dans le but de favoriser la pollinisation. D'autres considèrent l'huile comme source énergétique, facilitent certaines réaction chimiques, conservent l'humidité des plantes dans les climats désertiques (Belaiche, 1979). Certaines huiles essentielles servent à la défense des plantes contre les herbivores, insectes et micro-organismes (Capo et al., 1990).

IV.6. Composition chimique des huiles essentielles

L'étude de la composition chimique des huiles essentielles révèle qu'il s'agit de mélange complexe et variable de constituants appartenant exclusivement à deux groupes caractérisés par des origines biogénétiques distinctes sont :

- ✓ Les terpénoides
- ✓ les composés aromatiques dérivés du phénylpropane (Gildo, 2006).

IV.7. Facteurs de variabilité des huiles essentielles

Les huiles essentielles présentent une très grande variabilité due à leur composition généralement complexes et le rendement de la plante d'origine.

Cette variabilité peut s'expliquer par différent facteurs, que nous pouvons regrouper en deux catégories : facteurs intrinsèque et facteurs extrinsèque.

Les facteurs intrinsèques sont liés à l'espèce, au type de clone, à l'organe concerné, à l'interaction avec l'environnement (type de sol ou climat,..) et au degré de maturité du végétal concerné, voire au moment de la récolte au cours de la journée, et

les facteurs extrinsèques ont un lien avec la méthode d'extraction des huiles essentielles (Besombes, 2008).

IV.7.1. Facteurs intrinsèque

Les cellules productrices d'huiles essentielles pouvant se trouver dans différents organes, selon les parties sélectionnées d'une même plante, on peut obtenir différentes huiles. Donc les huiles essentielles extraites à partir des baies et des feuilles de piment ne sont pas identiques.

Maffei et Sacco (1997), ont montré la différence de la composition des huiles essentielles extraite à partir d'organes différents (feuilles et fleurs) et de sous-espèces différentes.

IV.7.2. Facteurs extrinsèque

Selon Huang et al (1995) la méthode d'extraction influence sur la composition des huiles essentielles.

La composition et le rendement des huiles essentielles peuvent être également influencé par la méthode de stockage des matières premières avant distillation. (Fatino, 1990). Des pertes considérables d'huiles essentielles sont notées lors d'un stockage prolongé au congélateur mais peu d'évolution de la composition.

D'autre part la période de stockage des huiles essentielles après extraction tend aussi à modifier la composition de ces huiles. D'après Carette (2000) la période de conservation des huiles essentielles est estimée entre 12 et 18 mois après leur obtention, car, avec le temps, leurs propriétés tendent à décroître.

D'autres travaux ont mis en évidence l'influence de l'origine géographique de la matière première (Verzele et al., 1988).

IV.8. Toxicité des huiles essentielles

La toxicité des huiles essentielles est moins investiguée. Néanmoins, quelques informations sur certaines toxicités sont décrites par la littérature. En règle générale, les huiles essentielles d'usage commun ont une toxicité par voie orale faible ou très faible avec des doses DL50 supérieures à 5g/Kg. En ce qui concerne la lavande, la toxicité est faible autour des 5g/Kg (donnée observée chez l'animal) (Bruneton, 1993). Chez l'homme on peut observer des intoxications aiguës. Ces dernières sont souvent

observées chez les petits enfants qui sont provoqués par l'ingestion de quantité importante d'huiles essentielles.

Certains auteurs (Franchomme et al., 1990, Mailhebiau, 1994) se basent sur la composition des huiles essentielles et les toxicité relatives des familles biochimique auxquelles elles appartiennent.

IV.9. Méthode extraction des huiles essentielles

Il existe différentes méthodes pour l'extraction des essences végétales, cette diversité est due à la variété des matières premières et à la sensibilité considérable de certains de leurs constituants. La méthode de production des huiles essentielles intervient d'une façon essentielle sur sa composition chimique (Garnero, 1977).

IV.9.1. Extraction par Entraînement à la vapeur d'eau

Dans ce mode d'extraction, le matériel végétal est soumis à l'action d'un courant de vapeur sans macération préalable. Les vapeurs se fait à la base de l'alambic (Richard et Peyron, 1992).

IV.9.2. Extraction par L'hydrodistillation

C'est la méthode la plus utilisée pour extraire les HE et pouvoir les séparer à l'état pur mais aussi de fournir de meilleurs rendement. Elle consiste à porter à ébullition un mélange d'une partie de la plante et de l'eau dans un ballon. Sous l'action de la chaleur, les cellules éclatent et libèrent des composés organiques odorants et volatils. Les vapeurs hétérogènes vont se condenser sur une surface froide et l'HE sera alors séparé par différence de densité (Bruneton, 1993).

IV.9.3. L'expression à froid

L'expression à froid est un traitement mécanique réservée à l'extraction des composées volatiles dans les péricarpes. Il consiste à déchirer les péricarpes riches en cellules sécrétrices (Basil et al., 1998).

IV.9.4. Extraction par solvants organiques

L'extraction par solvant organique volatil reste la méthode la plus pratiquées. Les solvants les plus utilisée sont l'hexane, le cyclohexane, l'éthanol moins fréquemment le dichlorométhane et l'acétone (Legrand, 1993, Dapkevicius et al., 1998, Kim et Lee, 2002).

L'emploi étroit de l'extraction par solvants organiques volatils se justifie par son cout, les problèmes de sécurité et de toxicité, ainsi que la réglementation liée à la protection de l'environnement (Lagunez Rivera, 2006).

IV.9.5. Extraction par fluide à l'état supercritique

L'extraction par gaz liquéfié ou par fluide à l'états supercritique met en œuvre généralement le dioxyde de carbone (Aghel et al., 2004).

L'avantage de cette méthode est que les températures d'extraction son basses dans le cas de dioxyde de carbone et non agressives pour les constituants les plus fragiles. En plus le solvant est éliminer et recycler par simple compression détente. A ces différents avantages s'ajoutent ceux de l'innocuité, d'inertie et d'ininflammabilité de co2 (Lagunez Rivera, 2006).

Le cout élevé des appareillages lié à l'application de pressions de plusieurs centaines de bars frein le développement de cette technologie (Lagunez Rivera, 2006).

IV.10. Activité des huiles essentielles

L'activité des huiles essentielles et des extraits aromatique est souvent réduite à l'activité de leur composées majoritaires, ou ceux susceptibles d'être actifs. La valeur d'une huile essentielle tienne à l'intégrité de ses composants et non seulement à ses composés majoritaires (Lahlou, 2004)

Les composées chimique de plus grandes efficacités et à plus large spectre sont les phénols, les alcools, les aldéhydes, les cétones et plus rarement les terpènes.

IV.10.1. Activité anti-infectieuse

IV.10.1.1. Activité antibactérienne

Les molécules aromatiques possèdent l'activité antibactérienne la plus importante sont les phénols, les terpènes ou les terpénoides qui ont aussi des effets contre les bactéries et différents autres germes cousant des problèmes dans le domaine médicale et agroalimentaire.

Le mécanisme d'action de ces terpènes n'est pas entièrement compris il peut se manifesté par la rupture de la membrane par les composés lipophiles (Cowan, 1999)

IV.10.1.2. Activité insecticide

L'effet insecticide des huiles essentielles contre les déprédateurs des denrées entreposées par contacts, ingestion et par fumigation on bien était démontré, de nombreux travaux ont porté sur l'amélioration des formes d'utilisation des plantes qui permettent de renforcer et de rentabiliser leur activité insecticide (Isman, 1994). L'effet insecticide de ces huiles est assurées par leur volatilité et leur petite taille, beaucoup des constituants des huiles essentielles volatiles interagissent avec les récepteurs d'odeur des insectes, déclenchent des comportements variés : fuite, attraction, oviposition (Regnault et al., 2012, Tripathi et al., 2009).

IV.10.1.3. Activité antivirales

De nombreuses familles de molécules chimiques trouvées dans les extraits végétaux ont montré 'in vivo' une activité antivirale et, parmi elles, les monoterpénols et monoterpénals (Freeman et Carel, 2006).

Les travaux d'Inouye et Abe, (2007), ont montrés l'existence des HEs de plantes exotiques très puissantes avec un fort pouvoir antiviral et qui sont connues pour leur efficacité.

IV.10.2. Activité antioxydant

La capacité anti oxydante de huile volatiles est étroitement liée au composé phénolique qui la compose (Stefanovits et al., 2003). Le carvacrol est un des composants principaux des huiles essentielles de certaines lamiacées, comme l'origan et le thym dont la teneur peut atteindre jusqu'à 86 %. L'activité antioxydant de ces herbes est due principalement au carvacrol (Schwammle et al., 2001). D'après Draglant et al (2003), des herbes culinaires séchées : le thym, l'origan, ont des concentrations très élevées en antioxydant (dépassant les 75 m mol/100g). Cela est expliqué essentiellement par la présence de composés phénoliques naturels.

IV.10.3. Activité acaricide

L'efficacité maximale d'un produit acaricide est atteinte lorsque la matière active est répartie de façon homogène dans la ruche, de manière à exposer chaque acarien à une dose létale. On distingue des méthodes traditionnelles comme, l'évaporation, l'aspersion ou la fumigation, et des techniques modernes comme utilisation de la voie systémique ou l'aérolisation thermique, comme les huiles de thym et d'origan.

CHAPITRE V :
PRESENTATION DE
L'ESPACE *Thymus vulgaris*

V. Le Thym (*Thymus vulgaris*)

V.1. Origine et définition

Thymus (*Thym*) dérivée du grec (*thumos*) qui signifie parfum ou plante odoriférante était considéré comme un symbole de force chez les romains, chez les grecs il était brûlé au cours des sacrifices et utilisé comme essences dans les temples. L'origine du thym vient de la région méditerranéenne. Il existe plusieurs espèces dans le monde, de celles qui sont actuellement connues, l'espèce *Thymus vulgaris* est la plus répandue. Au grand Maghreb, on dénombre d'autres espèces telles que : *Thymus numidicus*, *Thymus pallescens*, *Thymus ciliatus*, etc (Richard, 1992, Stahl-Biskup et Saez, 2002).

V.2. Taxonomie

D'après Goetz et Ghédira(2012), le thymus est une espèce qui appartient à :

- **Règne** : *Plantae*
- **Sous-règne** : *Tracheobionta*
- **Embranchement** : *Magnoliophyta*
- **Sous-embranchement** : *Magnoliophytina*
- **Classe** : *Magnoliopsida*
- **Sous-classe** : *Asteridae*
- **Ordre** : *Lamiales*
- **Famille** : *Lamiaceae*
- **Genre** : *Thymus*
- **Espèce** : *Thymus vulgaris* L



Figure 6: Plante de *Thymus vulgaris* (Originale).

V.3. Description morphologique

Les thyms (*Thymus*) sont des plantes basses sous ligneuses, pouvant atteindre 40 cm de hauteur. Leurs feuilles sont petites recourbées sur les bords de couleur verte foncé, recouvertes de poils et de glandes appelés trichomes. Les trichomes sont riches en huile essentielle composée majoritairement de mono terpènes, les trichomes sont aussi présent sur les calices et les jeunes tiges qui libèrent l'essence par simple contact. Ses petites fleurs zygomorphes sont regroupées en glomérules et leur couleur varie du blanc au violet en passant par le rose. (Soto-Mendivil et al., 2006).

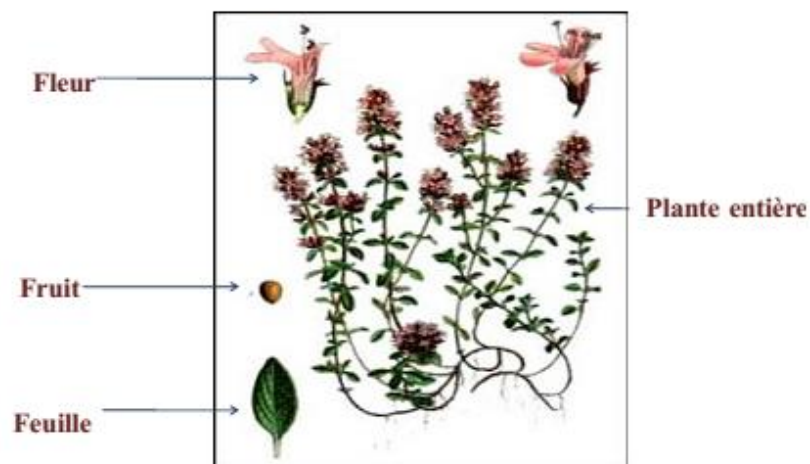


Figure 7: Aspects morphologiques de *Thymus vulgaris* L

V.4. Répartition géographique

V.4.1. Dans le monde :

Il existe près de 350 espèces de thym réparties entre l'Europe, l'Asie de l'ouest et la Méditerranée. C'est une plante très répandue dans le Nord-Ouest Africain (Maroc, Tunisie, Algérie et Libye), elle pousse également sur les montagnes d'Ethiopie et d'Arabie du Sud-ouest en passant par la péninsule du Sinaï en Egypte. On peut la trouver également en Sibérie et même en Himalaya. (Dob et al., 2006).

Le bassin méditerranéen est considéré comme étant le berceau du genre *Thymus*, où on trouve plus de 110 espèces différentes de ce genre. (Nickavar et al., 2005)

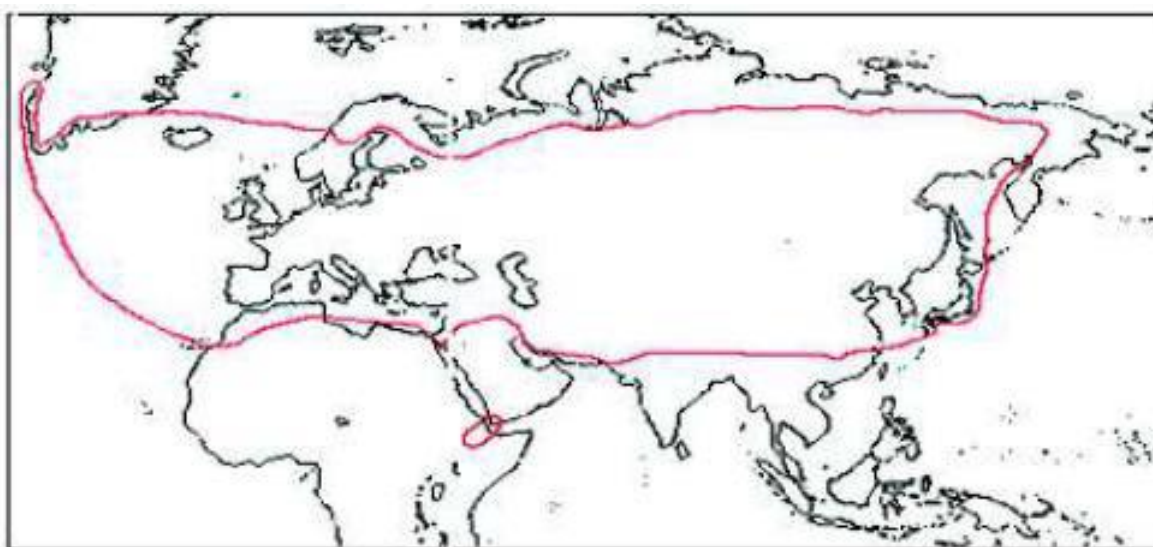


Figure 8: Distribution géographique du thym dans le monde. (Stahl-biskup, 2002)

V.4.2. En Algérie

Depuis longtemps, l'Algérie est connue par sa richesse en différentes plantes médicinales en regard de sa superficie qui est caractérisée par une diversité bioclimatique. Le thym comprend plusieurs espèces distribuées sur tous le littoral et même dans les régions internes jusqu'aux zones arides (Saidj, 2006).

Le genre *thymus* regroupe environ 300 espèces dans le monde, dont 11 sont localisées en Algérie, Ces espèces sont réparties le long du territoire national, du Nord algérois à l'Atlas saharien, et du constantinois à l'oranaï (Kabouche et al., 2005).

V.5. Composition chimique

Thymus vulgaris renferme une huile volatile de couleur pâle, jaune ou rouge, avec une odeur riche, et aromatique et un goût persistant, corsé et épicé (Farrell, 1998).

L'huile contient une quantité très variable en phénols (20 à 80%) (Díaz-Maroto et al., 2005), composée majoritairement du thymol (30 à 70%) et du carvacrol (3 à 15%) (Kuhn et Winston, 2008). Elle contient également des alcools tels que linalool (4 à 6,5%) et α -terpinéol (7,8 à 8,9%) (Skaria, 2007, Goetz et Ghédira, 2012), des monoterpènes hydrocarbonés tels que p-cymène (15 à 20%) et γ -terpinène (5 à 10%). Ces deux derniers sont les précurseurs biogénétiques du thymol et du carvacrol.

V.6. Utilisation

Thymus vulgaris est une des plantes aromatiques les plus populaires utilisées dans le monde. Il est vastement appliquée et touchent particulièrement le domaine alimentaire et celui de la médecine traditionnelle (Adwanet al., 2006). Son huile essentielle est exploitée en aromathérapie et dans les industries alimentaires, pharmaceutiques et cosmétiques (Tisserand, 2014). Elle entre dans la composition de divers produits pharmaceutiques tels que les pommades antiseptiques et cicatrisantes, les émulsions, les cataplasmes et les liniments, ainsi que, les gouttes, les sirops, les élixirs ou les gélules pour le traitement des affections des voies respiratoires ainsi que des préparations pour inhalation (Zarzuelo et Crespo, 2002, Tiwari et Tandon, 2004).

En raison de ses nombreuses propriétés ethnomédicinales, il est utilisé comme stimulant, antiseptique, sédatif, stomatique, antitussive, antispasmodique, antimicrobien, antioxydant, anti-inflammatoire, antiviral, carminatif, expectorant, athelminthique, diaphorétique et diurétique (Johnso, 1998, Razzaghi-Abyaneh et Rai, 2013).

PARTIE II : PARTIE EXPERIMENTALE

CHAPITRE I : MATERIELES ET METHODES

I. Matériels et méthodes

Ce travail a été réalisé au niveau du laboratoire de département de biologie de l'université de Bouira. Il consiste à mettre en évidence le potentiel insecticide de l'huile essentielle de thym (*Thymus vulgaris*). Pour notre approche on a eu recours à l'utilisation de la méthode d'hydrodistillation pour l'extraction de l'huile essentielle à partir du thym, et la testé sur un insecte ravageur des denrées stockées *Callosobruchus maculatus* qui cause des dégâts considérables dans les stocks des légumineuses précisément le pois chiche.

Pour évaluer l'effet insecticide de l'huile essentielle du thym nous allons estimer le taux de mortalité des adulte et la fécondité chez la femelle, par contacte et par inhalation

L'objectif de notre travail consiste a utilisé l'huile essentielle entant qu'insecticide pour remplacer les produits chimiques, donc le contexte de ce travail vise à développer l'utilisation des produits agro phytosanitaire qui sont bio et sans danger pour la biosphère.

I.1. Matériels

I.1.1. Matériel du laboratoire

Afin de réaliser nos expériences, plusieurs outils sont nécessaires. Au laboratoire nous avons utilisé :

- ✓ Une étuve réglée à 27°C
- ✓ Une loupe binoculaire pour pouvoir observer aux deux grossissements× 10 et × 40 les insectes.
- ✓ Le petit matériel comprend les bocaux en verre pour les élevages en masse, des boîtes de pétri et des piluliers en plastique pour réaliser nos essais sur les bruches, des béciers, des tubes a essaie et une micropipette réglable pour la préparation des dilutions a testé.

I.1.2. Matériels animale

Le bruche de pois chiche *Callosobruchus maculatus* est un insecte facile à élever au laboratoire, qui se caractérise par une fécondité élevée (Ouedraogo, 1978).

L'élevage de *callosobruchus maculatus* a été réalisé à partir d'une souche élevée au laboratoire du département biologie de Bouira. Pour l'élevage nous avons utilisée des bocaux cylindriques en verre de 9.5 cm de diamètre et de 11.5 cm de hauteur avec une capacité de 250ml, ces bocaux contenant 100g du pois chiche commerciale et chaque bocal a était infesté par plus de 50 adultes pour assurer la reproduction (Figure 9).



Figure 9: Les bocaux utilisés pour l'élevage de *Callosobruchus maculatus* F. (Original).

Les bocaux sont fermés par une toile moustiquaire à fine maille pour permettre l'aération des insectes mais en même temps, les empêcher de sortir des bocaux, qui sont par la suite maintenus à l'obscurité dans une étuve réglée à une température de $27^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ et une humidité relative à $70\% \pm 5\%$ pour permettre un développement favorable aux insectes (Figure 10) (Taibi, 2007).



Figure 10: L'élevage de masse de *Callosobruchus maculatus* mené dans l'étuve (originale).

I.1.3. Matériel Végétal

I.1.3.1. Support d'élevage

Le pois chiche est utilisé comme alimentation dans l'élevage. Il provient du marché local qui est conditionnée dans des sachets en plastique (Figure 11).



Figure 11: Le pois chiche utilisé pour l'élevage (originale).

I.1.3.2. La plante testée

La plante utilisée dans notre expérimentation est le thym (*Thymus vulgaris*). L'huile essentielle est obtenue suite à une extraction par la méthode d'hydrodistillation.

Nous avons effectué la récolte de la plante (thym) au niveau de la commune de Raouraoua daïra Bir Ghbalou dans la wilaya de Bouira au mois de Mai 2017, La partie récoltée est constituée de feuilles, tiges et fleurs (partie aérienne).

Tableau 1: Les Coordonnées géographiques du Raouraoua.

Latitude	36.2355
Longitude	3.64704
Direction	36° 14' 8" Nord, 3° 38' 49" Est
Altitude Raouraoua	738 m
Climat Raouraoua	Climat méditerranéen avec été chaud (Classification de Köppen: Csa)

I.2. Méthode expérimentale

I.2.1. Méthode d'extraction d'huile essentielle

Pour l'extraction de l'huile essentielle nous avons adopté la méthode d'hydrodistillation, qui reste la technique d'extraction la plus utilisée et la plus rapide pour l'obtention des meilleurs rendements, sans altération des huiles essentielles fragiles (Paris et Hurabielle, 1981, Khebizi et Khocheman, 2011). L'appareil utilise pour l'hydro-distillation est de type cleverger (Figure 12).

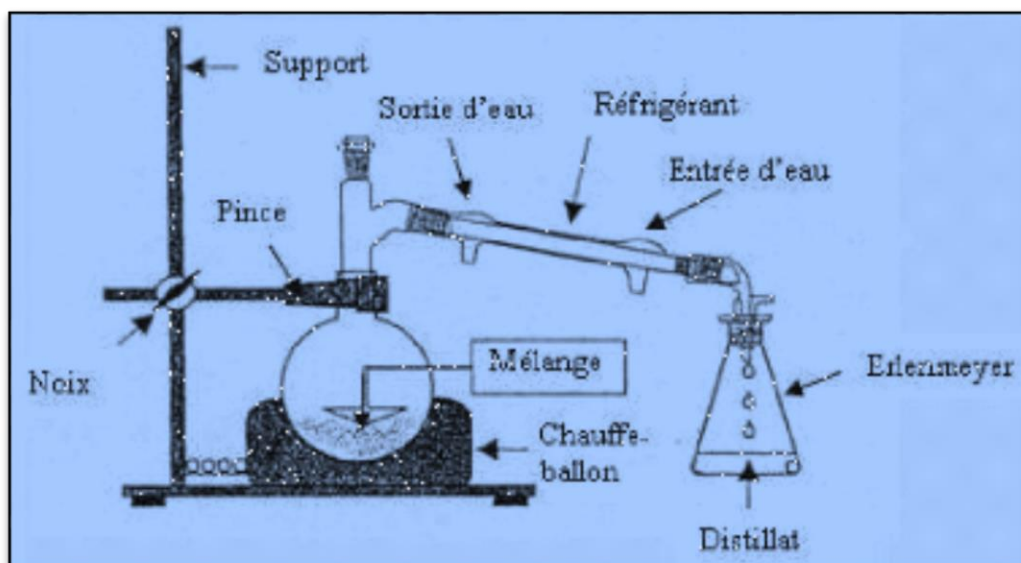


Figure 12: Schéma d'un montage d'hydrodistillation (Clevenger)

Après séchage de la plante, une quantité de la matière végétale est introduite dans le ballon, elle est ensuite immergée d'eau distillée. Le ballon est mis sur un chauffe ballon et est raccordé avec le reste de l'appareil d'extraction, le mélange eau matériel végétale sera chauffera une température voisine de 100°C. Le mélange est tenu en ébullition de 2 à 3 heures. Les vapeurs chargées d'huile essentielle, traversent le réfrigérant et se condensent ainsi avant de chuter dans une ampoule de décantation ensuite, l'huile se sépare de l'eau par différence de densité (Figure 13).

Le rendement de l'huile essentielle obtenu dans 100g de matière sèche est de 1,4 ml. Cette huile essentielle sera placée dans un flacon hermétiquement fermé et conservée à 4°C à l'abri de la lumière.

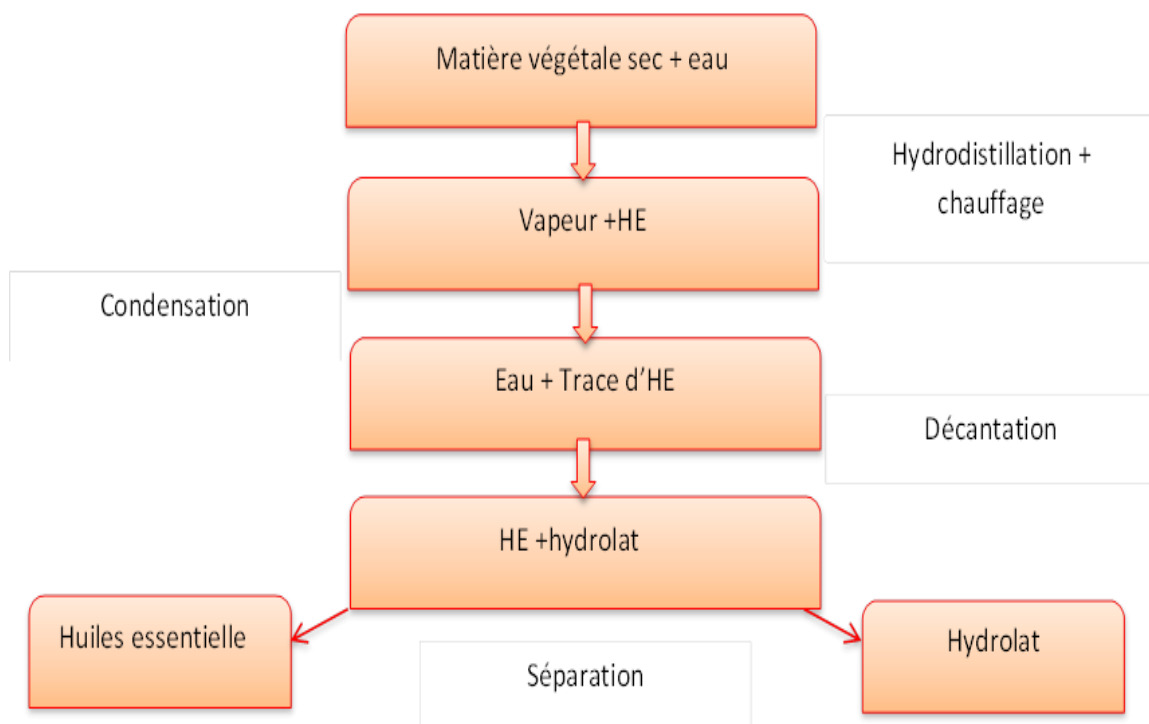


Figure 13: Protocole expérimental de l'extraction de l'huile essentielle de *Thymus vulgaris*.

I.2.2. Teste d'activité insecticide de l'huile essentielle du thym

Les tests de toxicité du *Thymus vulgaris* sur *Callosobruchus maculatus* sont effectuées selon deux mode de pénétration, une pénétration par contact et l'autre par inhalation.

Les doses utilisées ont été fixées après la réalisation de plusieurs essais préliminaires pour se fixer sur la meilleure gamme de dose à utiliser.

Le choix des doses utilisées est finalement fixé à raison de deux (Tableau 2).

Tableau 2: Doses utilisées dans le test de contact pour l'huile essentielle de *Thymus vulgaris*.

Dose µl/ml	D1	D2	D3	D4
	2	4	8	16

Les solutions à déférentes doses ont été préparées avec une solution d'acétone.

L'acétone assure une solubilité complète et rapide de l'huile essentielle qui nous procure des solutions homogènes et une bonne répartition de notre huile essentielle.

L'utilisation de l'acétone est préconisée car ce dernier s'évapore rapidement et sans laisser de résidus.

I.2.2.1. Evaluation de la mortalité des adulte de *Callosobruchus maculatus* par effet contact

Après préparation des doses, chaque solution a été répandue uniformément sur un disque de papier filtre de type wattman préalablement placés dans les boites de pétri de même diamètre.

Après évaporation du solvant de dilution, un lot de 10 insectes adultes *Callosobruchus maculatus* d'une population homogène ont été introduit dans les boites de pétri avec une quantité de 5g de pois chiche. Ces boites ont été fermées par une moustiquaire à fines mailles soutenus par un élastique pour éviter la fuite des insectes. Ces boites de pétri sont déposées par la suite dans une étuve réglée à une température de 27°C et une humidité relative de 70%.

Nous avons réalisé 4 répétitions pour les 4 doses de l'huile essentielle de thym testé, et de même pour le témoin non traité par l'huile essentielle (Figure 14).

Un comptage des insectes morts est réalisé après 24 heures de ce traitement.

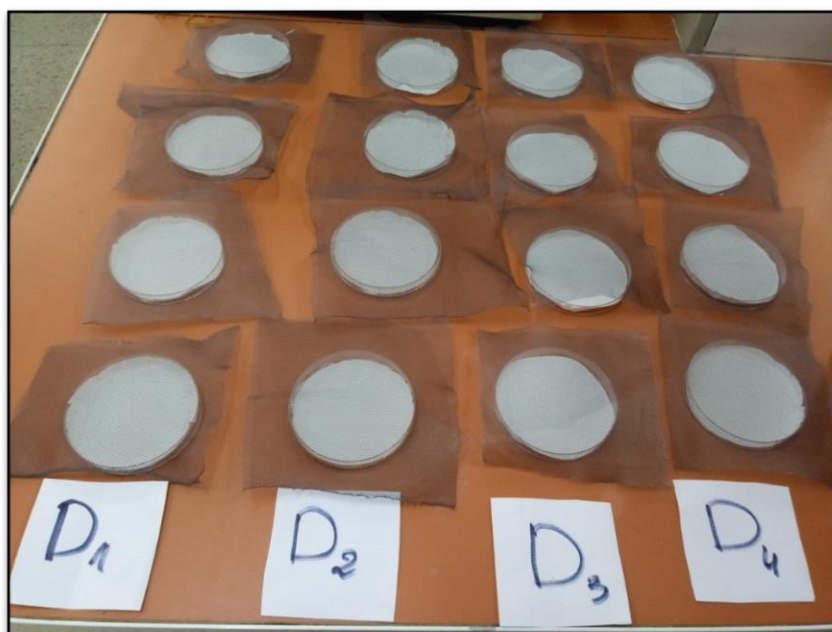


Figure 14: Dispositif expérimental des essais par contact de l'huile de thym (originale).

1.2.2.2. Evaluation de la mortalité des adulte de *Callosobricus maculatus* par effet d'inhalation

Pour estimer l'effet biopesticide de l'huile essentielle, cette dernière a été administrée par saturation de leur environnement (par inhalation). Ainsi, nous avons choisi de faire un teste à dose fixe de 8µl/ml d'acétone et de temps d'exposition variable (24h, 48h, 72h). L'huile a été pulvérisée sur du coton ensuite déposée sur la face interne des couvercles de 4 piluliers en plastique qui sont maintenus fermés pendant 10min avant le dépôt des insectes pour saturer le milieu. Après 10 individus (5 mâles et 5 femelles) nouvellement exuvies sont placés à l'intérieur des piluliers avec 5g de pois chiche. Pour le témoin, on a introduit également 10 individus du *Callosobruchus maculatus* et 5g de pois chiche dans des piluliers non traités à l'huile essentielle. L'ensemble des piluliers sont hermétiquement fermés (Figure 15).

Un comptage des insectes morts est réalisé après 24 heures pendant 3 jours.

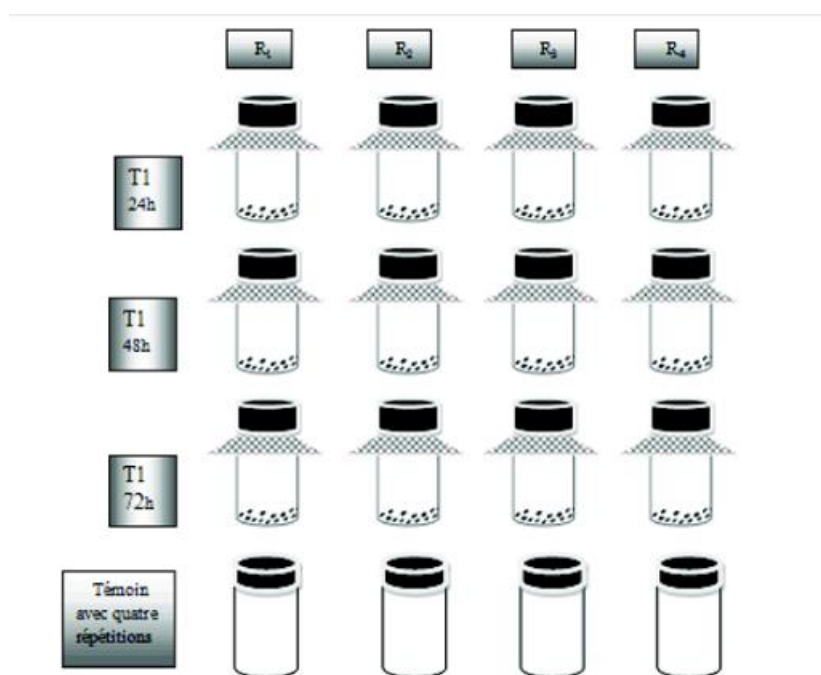


Figure 15: Dispositif expérimentale adopté pour le test d'inhalation.

1.2.2.1. Evaluation de l'effet de l'huile essentielle sur la fécondité des femelles de *Callosobruchus maculatus*.

Le dispositif adopté précédemment pour la détermination de l'effet de l'huile essentielle sur la mortalité des adultes de *Callosobruchus maculatus* par effet contacta

été utilisé en parallèle pour évaluer l'effet de l'huile essentielle sur la fécondité des femelles qui est définie comme étant le nombre d'œufs pondus par femelle.

Les œufs pondus de l'insecte sont dénombrés à l'aide d'une loupe binoculaire chaque 24h pendant 3jours pour chaque dose.

I.3. Exploitation des résultats

I.3.1. Correction de mortalité

L'efficacité de cette huile essentielle est évaluée par la mortalité. Les résultats des tests effectués ne représentent pas uniquement la mortalité causée par l'huile mais il y a aussi la mortalité naturelle.

Cette mortalité est corrigée par le biais de la formule de SHNEIDER-ORELLI.

$$MC (\%) = \frac{MT - Mt}{100 - Mt} \times 100$$

- MC %: pourcentage de mortalité corrigée
- Mt : pourcentage de population de témoins obtenus
- MT : pourcentage obtenus dans la population traitée

I.3.1.1. Calcul des doses et des temps létaux

Les valeurs des temps létaux et des doses létales sont déduites à partir des tracés des droites de régression dans les courbes de l'évolution proportionnelle des probits en fonction du log des doses (Finney 1971).

❖ Détermination des doses létales DL₅₀ et DL₉₀

Pour estimer l'efficacité de notre huile essentielle, on a procédé au calcul des DL₅₀ et des DL₉₀ qui représentent les concentrations entrainant la mortalité respectivement de 50% et 90% d'individus d'un même lot.

❖ Détermination des temps létaux TL₅₀ et TL₉₀

Les temps létaux 50 et 90 représentent les temps au bout des quels on observe respectivement une mortalité de 50% et 90% de la population traitée sous l'effet

entraîné par la toxine a une concentration bien déterminée. Les TL_{50} et TL_{90} sont fixés par les droites de régression des tests d'inhalation.

CHAPITRE II : RESULTATS ET DISCUSSIONS

II. Résultats et discussions

II.1. Résultats

II.1.1. Teste d'activité insecticide de l'huile essentielle du thym

L'activité insecticide a été étudiée sur la mortalité des adultes et la fécondité des femelles de *Callusobruchus maculatus*. Deux tests ont été réalisés : un par contact et l'autre par inhalation.

II.1.1.1. Evaluation de la mortalité des adultes de *Callosobruchus maculatus* par effet contact

Après 24 h, un comptage des adultes morts est effectué. Les résultats obtenus par effet contact montrent une diminution considérable du nombre de la population dans toutes les doses testées. En effet, le pourcentage de mortalité est de 50% à la D1 qui représente la moitié de la population traitée. À la D2, ce pourcentage avoisine celui obtenu avec la D1 et est de 57,5%. Les pourcentages de mortalité enregistrés pour les doses D3 et D4 sont les plus élevés dans les lots traités et correspondent aux valeurs respectives 70% et 85% de mortalité (Tableau 3).

Tableau 3: Activité insecticide de l'huile essentielle de thym vis-à-vis de *Callusobruchus maculatus* après 24h de traitement.

Dose (µl/ml)	log dose	R1	R2	R3	R4	Témoin	Mortalité Témoin %	Mortalité moyenne %	Mortalité corrigée %	probit
2	0,3	4	5	6	5	0	0	50	50	5
4	0,6	5	6	7	5	0	0	57,5	57,5	5,2
8	0,9	7	8	6	7	0	0	70	70	5,52
16	1,2	8	9	9	8	0	0	85	85	6,04

Il ressort de l'ensemble des résultats mentionnés dans le tableau 3 que l'huile essentielle du thym a engendré un pourcentage de mortalité allant de 50 à 85% pendant 24h, et ce de la plus faible à la plus forte dose : 2µL, 4µL, 8µL et 16µL.

À partir du tableau, on remarque qu'à la plus faible dose, ce pourcentage de mortalité est hautement significatif car il correspond à la mort de la moitié de la population.

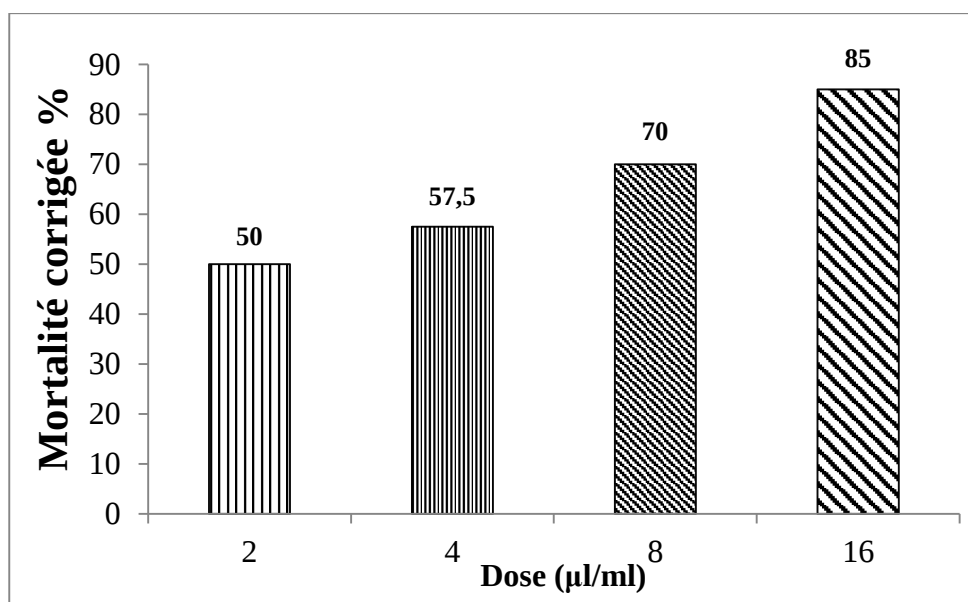


Figure 16: Mortalité par effet de contact de l'huile essentielle de *Thymus vulgaris* vis à vis de *Callusobruchus maculatus*.

La droite de régression tracée représente le logarithme des doses testées et les pourcentages de mortalité corrigée en probit pour la détermination de la DL_{50} et la DL_{90} (Figure 17).

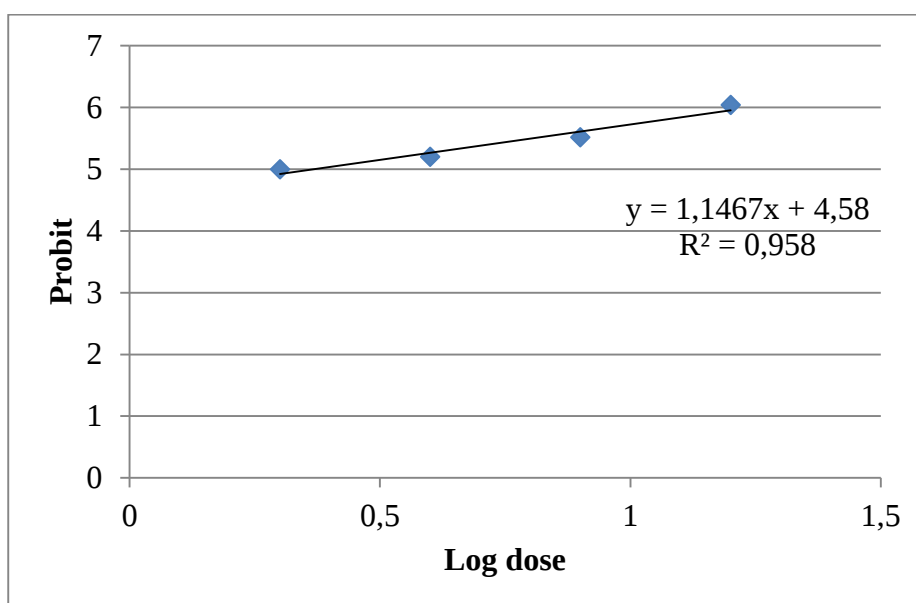


Figure 17: Détermination de la DL_{50} et DL_{90} de l'huile essentielle du thym après 24h traitement.

On a obtenus un graphe avec une linéaire presque parfaite, Tout les point se trouve sur la droite de régression ($R^2 = 0,958$).

Pour une durée de traitement de 24h avec l'huile essentielle du thym, la DL_{50} et la DL_{90} est calculée à partir de la fonction du tracée de régression et elles sont égales respectivement à 2,29 $\mu\text{l/ml}$ et 30,19 $\mu\text{l/ml}$.

II.1.1.2. Evaluation de la mortalité des adulte de *Callosobruchus maculatus* par effet d'inhalation

L'huile essentielle a été administrée par saturation de leur environnement (par les substances volatiles). Un comptage des adultes morts a été réalisé après 24, 48, et 72h. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau 4.

Tableau 4: Activité insecticide de l'huile essentielle du thym vis avis de *Callosobruchus maculatus* par effet d'inhalation à une dose de 8 $\mu\text{l/ml}$.

Temps (heure)	Log temps	R1	R2	R3	R4	Témoin	Mortalité moyenne%	moyenne corrigée %	probit
24	1,38	1	2	3	3	0	22,5	22,5	4,26
48	1,68	3	3	5	4	0	37,5	37,5	4,69
72	1,86	4	6	5	6	0	52,5	52,5	5,08

Les résultats montrent que l'huile essentielle de *Thymus vulgaris* a provoqué un pourcentage de mortalité allant de 22,5% à 52,5% au bout de 3 jours d'exposition pour une dose de 8 $\mu\text{L/ml}$. Ces valeurs de mortalité montrent qu'au bout de 24h, le pourcentage a atteint 22,5% et augmente par la suite pour atteindre 37,5% et 52,5% en temps respectifs de 48 et 72h.

Le tracé de la droite de régression représente le logarithme du temps d'exposition et les pourcentages de mortalité corrigée transformée en probit pour la détermination de la TL_{50} et TL_{90} (Figure 18).

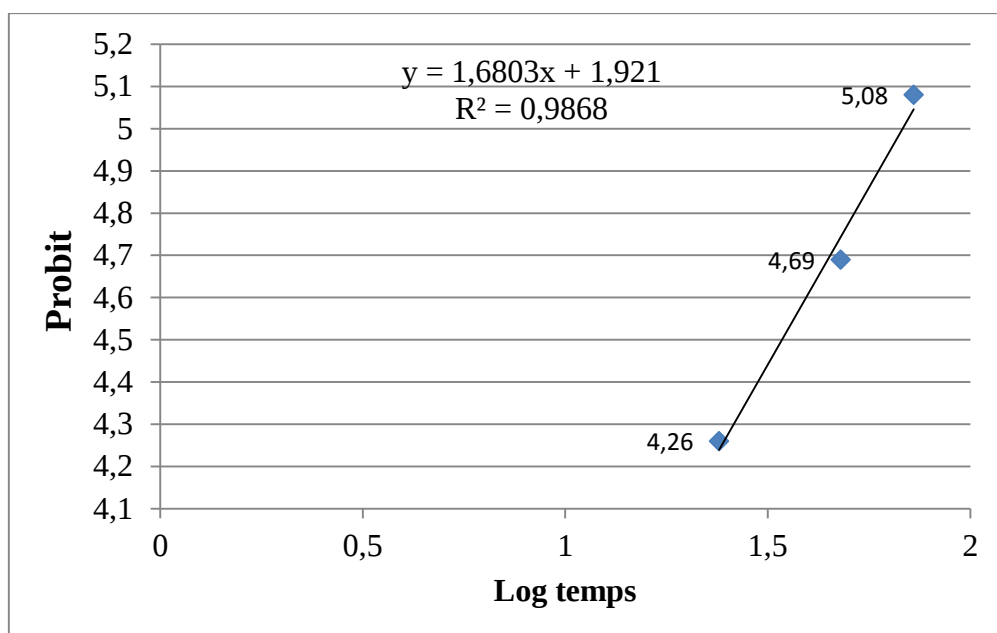


Figure 18: Détermination de TL₅₀ et TL₉₀ de l'huile essentielle de *Thymus vulgaris* vis à vis de *Callosobruchus maculatus* après 3 jours de traitement par inhalation à une dose de 8 µl/ml.

A partir de la droite de régression, la TL₅₀ et la TL₉₀ sont respectivement de 68h et 388h pour l'effet d'inhalation de l'huile essentielle du thym vis-à-vis de *Callosobruchus maculatus* à la concentration de 8 µl/ml.

II.1.1.3. Evaluation de l'effet de l'huile essentiel sur la fécondité des femelles de *Callosobruchus maculatus*

Pour déterminer l'effet du thym sur la fécondité ou le potentiel de ponte (pp) par effet de contact qui correspond aux nombre d'œufs pondus par la femelle pendant une durées de 3 jours.

Les résultats du comptage sont présentés dans le tableau 5.

Tableau 5: Potentiel de ponte (pp) des femelles de *Callosobruchus maculatus* dans les lot traités et le témoin.

Doses µl/ml	R1	R2	R3	(PP) Moyenne /5(femelle)	(PP) Moyenne /(femelle)	pp%
Témoin	60	76	94	76,67	15,33	100
2	67	71	55	64,33	12,87	83,91
4	47	63	50	53,33	10,67	69,57
8	37	37	43	39	7,8	50,87
16	9	2	9	6,67	1,33	8,70

A partir de la figure 19 et des résultats mentionnés dans le tableau 5, on déduit que par comparaison au témoin, l'huile essentielle du thym provoque une diminution du nombre d'œufs pondus et ce à partir de la plus faible concentration (2µl/ml). Cette diminution est considérable dans les lots traités par une concentration d'huile essentielle plus forte aux doses respectives 4, 8 et 16 µl/ml (Figure 19).

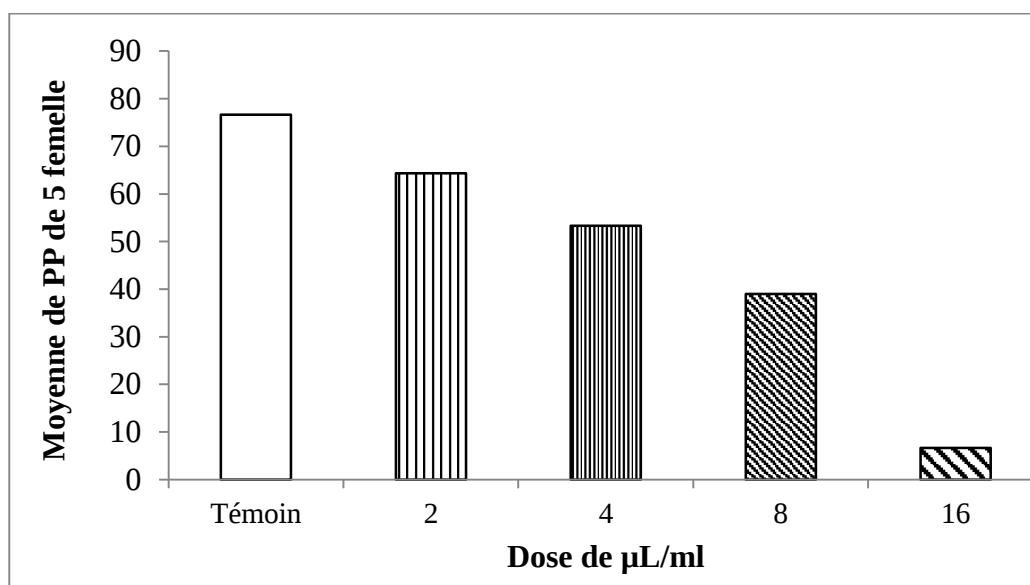


Figure 19: Taux d'œufs pondus dans les lots témoins t lots traités par l'huile essentielle de *Thymus vulgaris*.

II.2. Discussion

Les plantes aromatiques médicinales sont considérées, d'après leurs constituants en huiles essentielles, comme un bio insecticide qui permet de lutter contre une variété d'insectes et ravageurs des stocks (Kethoet al., 2004). Les résultats obtenus, montrent que l'huile essentielle extraite de thym *Thymus vulgaris* est considérée, comme un insecticide à double effet à savoir par contact et inhalation. Après une soumission des adultes à différentes doses de cette huile essentielle, un taux de mortalité significatif a été enregistré selon la dose et la durée d'exposition. En plus, une perturbation de la reproduction est notée par une diminution du nombre d'œufs pondus dans les lots traités aux différentes doses testées par rapport au témoin non traité avec l'huile essentielle. Ainsi, l'effet toxique varie selon la dose utilisée en prolongeant la durée d'exposition qui est respectivement de 24, 48 et 72h. Nous remarquons que le nombre d'œufs pondus est fortement lié à la concentration d'huile essentielle du *Thymus vulgaris* utilisée.

Selon Kellouche et Soltani (2003), la réduction de la fécondité des femelles de *callosobruchus maculatus* traitées par l'huile essentielle de *Syzygium maticum* n'est pas seulement liée à la diminution de la période de ponte ou la survie des femelles mais elle est également le résultat de processus de vitellogenèse.

L'huile essentielle du thym peut être considérée comme un bio pesticide et pourrait être utilisée en plein champs ou au niveau des entrepôts et des stocks de graines de légumineuses. D'après les études faites par Regnault-roger et Hamraoui en 1997, les huiles essentielles extraites de différentes plantes aromatiques ne provoquent pas toutes, une inhibition de la fécondité d'*Acanthoscelides obtectus*. Par contre, les huiles essentielles du *Rosmarinus officinalis* et *Thymus vulgaris* perturbent la reproduction d'*Acanthoscelides obtectus* et de *Tineola bisselliella*, en inhibant totalement la fécondité (Regnault–Roger, 1994).

Notre travail, signale que les deux méthodes d'administration de l'huile essentielle chez les adultes par saturation du milieu et par contact, restent efficaces. Où la mortalité des adultes augmente proportionnellement avec la concentration ainsi nous avons atteint le seuil de 50% des adultes au bout de 24h soit la faible dose utilisée correspondant à 2µl/ml.

Les valeurs de DL_{50} et de TL_{50} montrent que l'huile essentielle *Thymus vulgaris* possède une activité insecticide vis-à-vis de *Callosobruchus maculatus*. De ce fait, nous constatons que l'huile essentielle du thym possède un effet toxique contre les adultes de *Callosobruchus maculatus*.

De par leur innocuité et leur faible toxicité pour l'homme (Djossou, 2006), ces plantes à utilités alimentaire et médicinale constituent une alternative pour la conservation des denrées stockées. Des études réalisées en Afrique et particulièrement au Nord du Cameroun dans plusieurs agrosystèmes, révèlent que les producteurs utilisent des pratiques traditionnelles dont les extraits des plantes à effet insecticide et/ou insectifuge pour la conservation des produits agricoles en particulier le maïs et le niébé (Ngamoet al., 1981).

Ainsi, le traitement des stocks avec l'huile essentielle de *Thymus vulgaris* perturbe la reproduction des adultes en réduisant leur vie et ainsi leur période de ponte (période d'oviposition).

En plus, selon Kechout (2001), l'huile essentielle du thym est très efficace contre *Sitophilus aegypti* L, avec un taux de mortalité évalué à 85%. Des essais sur l'efficacité des huiles essentielles du romarin et de thym sur *Rhyssoperthado minica* par contact et par inhalation ont montré l'effet insecticide de ces deux huiles. En effet le romarin s'est montré efficace par contact à la dose de 1,348 mg/cm² en provoquant 89,72% de mortalité alors que le thym a la même dose donna un taux de 100% de mortalité (El Guedoui, 2003).

Nous pouvons conclure donc, que même si la femelle arrive à s'accoupler, la fécondité sera réduite en fonction de la réduction de la période d'oviposition.

CONCLUSION

CONCLUSION

L'insecte *Callosobruchus maculatus* est considéré comme un ravageur redoutable des denrées stockées. La lutte chimique contre ce ravageur, présente un problème écologique et un inconvénient majeurs pour l'équilibre des écosystèmes des milieux naturels. En plus, les produits chimiques présentent des taux de toxicité très élevés induisant des problèmes sur la santé humaine.

Pour pouvoir proposer aux consommateurs des aliments de bonne qualité et sans traces de pesticides, il est indispensable de rechercher des méthodes alternatives, voire même traditionnelles, non chimiques et surtout respectueuses de l'environnement.

Notre étude propose l'huile de thym *Thymus vulgaris* comme biopesticide d'origine végétale contre la bruche *Callosobruchus maculatus*. Nous avons testé son efficacité à travers deux modes de pénétration par effet contact et inhalation.

A la lumière des résultats obtenus, nous pouvons conclure que l'huile essentielle du thym testée présente une activité insecticide sur l'espèce de *Callosobruchus maculatus*, qui dépend de la dose utilisée.

Les valeurs obtenues montrent que l'activité insecticide de l'huile essentielle du thym dépend de la dose utilisée, où on a enregistré des pourcentages allant de 50 à 85% pendant 24h dans le testé par effet de contact et ce de la plus faible à la plus forte dose. L'efficacité de cette huile essentielle sur *Callosobruchus maculatus* est évaluée par les doses létales. En effet, la DL_{50} obtenue confirme que cette huile a une activité insecticide ou à une dose de 2,29 $\mu\text{l/l}$ avec laquelle nous avons obtenu la mort de 50% de la population des insectes.

Les résultats obtenus dans les tests par inhalation ont permis de confirmer l'activité insecticide des traitements avec l'huile essentielle du thym qui se traduit par la mort de plus de 50% des insectes en 3 jours d'exposition à une dose de 8 $\mu\text{l/ml}$.

Par ailleurs, le dénombrement des œufs a montré une diminution significative de la fécondité, où l'on a remarqué une nette régression du nombre d'œufs pondus par femelle par rapport au témoin en fonction des doses testées. Cela s'explique par la diminution de la période d'oviposition liée à la mort des adultes.

En perspectives, il serait intéressant de caractériser l'huile essentielle de *Thymus vulgaris* par chromatographie liquide à haute performance HPLC et d'isoler le principe

actif de cette plante à base duquel on pourra mettre en évidence sur terrain de nouveaux biopesticides non polluants à la santé environnementale.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

Référence bibliographique

- ADWANET, G., ABUSAFIEH, D., AREF, R., OMAR, J.A. 2005. Prevalence of microorganisms associated with intrammary infection in cows and small ruminants in the north of Palestine. *Jornal of Islamic University of Gaza*.
- AFNOR (Association Française de Normalisation), 2000, Recueil des normes françaises "huiles essentielles". Monographies relatives aux huiles essentielles. AFNOR, Paris
- ANONYME C. 1994. Analyse statistique de l'évolution de la culture de principaux produits durant la période 1964-1994. DSAEE. Ministère de l'agriculture, Alger.
- ANONYME. 2002. Pharmacopée européenne. 4ème édition, Strasbourg.
- ANTON, R., LOBSTEIN, A. 2005. Plantes aromatiques. Épices, aromates, condiments et huiles essentielles. Tec & Doc, Paris (France).
- BALACHOWSKY, A. S. 1962. Entomologie appliquée à l'agriculture. Les coléoptères. Ed. Masson et Cie, Paris, T1, Vol.1, 564p.
- BAKKALI, F., AVERBECK, S., AVERBECK, D., IDAOMAR, M. 2008, Biological effects of essential oils. *Food and Chemical Toxicology*, 46, 446-475p.
- BASER, K.H.C., BUCHBAUER, G., 2010. Handbook of essential oils: Science, technology, and applications. CRC Press, Taylor and Francis Group, LLC. Boca Raton. New York, 994p.
- BASIL, A., JIMENEZ-CARMONNA, M. M., CLIFFORD, A.A. 1998. Extraction of rosemary by super-heated water. *Journal of food chemistry*. 46, p : 5205-5209.
- BELHADI. 2010. Mémoire Master Académique, Université KASDI MERBAH – OUARGLA. Lutte biologique par l'huile essentielle de *Rosmarinu officinalis*. Mme : FROUHAT. Z. Melle : LAHCINI B
- BERGER, J., ABBO, S., TURNER NC .2003. Ecogeography of annual wild Cicer species: the poor state of the world collection. *Crop Sci* 43.
- BOTTIN. I. 2006. Déterminants de la variation moléculaire et phénotypique d'une espèce forestière en milieu insulaire : cas de *Santalumaus trocaledonicum* en Nouvelle-Calédonie. Thèse de doctorat, Montpellier.
- BOZ, I., BURZO, I., ZAMFIRACHE, M.M., TOMA, C., PADURARIU, C. 2009. Glandular trichomes and essential oil composition of *Thymus pannonicus* All. (Lamiaceae). *Analele Universitatii din Oradea, Fascicula Biologie*, 36-39p
- BRUNETON, J. 1993, Pharmacognosie. Phytochimie, plantes médicinales. 2ème édition, Tec & Doc. Lavoisier. Paris, 915p
- BRUNETON, J. 1999, Pharmacognosie. Phytochimie, plantes médicinales. 3ème édition, Tec & Doc. Lavoisier, Paris, 1120p.

- CAPO, M., COURILLEAAU, V., VALETTE, C., 1990. Chimie des couleurs et des odeurs. *Culture et techniques*, 204 p.
- CAVALLI, F. 2002. Caractérisation par CPG/IK, CPG/SM et RMN du carbone-13 d'huiles essentielles de madagascar. Thèse de Doctorat, Université de Corse Pascal Paoli.
- CENTER, A., JOHNOON, C. 1974. Coevolution of some seed beetles (Col. Bruchidae) and their host. *Ecology* 55: 1096 – 1103.
- COME, D., FRANCOISE, C. 2006. Dictionnaire de la biologie des semences et des plantes, Edition Tec et Doc. Lavoisier. Contribution à l'étude de quelques mécanismes d'adaptation à la salinité chez le tournesol cultivé (*Helianthus annuus L.*). *Revue HTE* N° 136, pp.29-34
- CSKE, L.J. et KAUFMAN. P.B. 1999. How and why plants synthesize these compounds. Pages 37-90 in P.B. Kaufman, L.J. Cseke, S. Warber, J.A. Duke et H.L. Brielmann (eds.), *Natural Products from Plants*. CRC Press, Boca Raton, FL
- DAPKEVICIUS, I., VAN BEEK, T.A., LELYVELD. G.P., VAN VELDHUIZEN, A., GROOT, A., LINSSEN, J.P., VENS KUTONIS, R. 2002. Isolation and structure elucidation of radical scavengers from *Thymus vulgaris* leaves. *J Nat Prod*, 65(6), 892-896p.
- DECELLE, J. 1981. Bruchidae related to grain legumes in the afrotropical area In the ecology of Bruchids attacking legumes, Labeyrie Edit, The Hague, W.Jank., pp. 193.197.
- DETHIER, M. 1996. Contribution à l'étude des plantes aromatiques du Burundi. Thèse de Doctorat, Université de Montpellier II, France, 182p.
- DEGRYSE, A.C., DELPLA, I., VOINIER, M.A. 2008. Risques et bénéfices possibles des huiles essentielles. *Atelier santé environnement-IGS-EHESP*, 87p.
- DELOBEL, P., TRAN, M. 1993. Les coléoptères des denrées entreposées dans les régions chaudes. Ed ORSTON/ CTA. PARIS .442p.
- DELOBE, P. 1997. Base d'une lutte physique, contre la bruche de l'arachide : Etude de la résistance thermique. Rapport de stage 2e année Inst.Univ.de techLyon, 21pp.
- DIAZ-MAROTO, M.C., DIAZ-MAROTO HIDALGO, I.J., SANCHEZ-PALOMO, E., PEREZ-COELLO, M.S, 2005, Volatile components and key odorants of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) and thyme (*Thymus vulgaris* L.) oil extracts obtained by simultaneous distillation-extraction and supercritical fluid extraction. *J. Agric. Food. Chem*, 53(13), 5385-5389p.
- DJOSSOU, J., 2006 Etude des possibilités d'utilisations des formulations à base de fruits secs de *Xylopia aethiopica* Dunal (*Annonaceae*) pour la protection des stocks de niébé contre *Callosobruchus maculatus* Fabricius (*Coleoptera: Bruchidae*). Mémoire online, Faculté des Sciences Agronomiques de Gembloux Belgique.

- DOB, T., DAHMANE, D., CHELGHOUM, C. 2006. Studies on the essential oil composition and antimicrobial activity of the essential oil of *Thymus algériensis* Boiss et Reuter- *The International Journal of Aromatherapy*.
- DUKE J.A., 1981-Handbook legumes of world economic importance Ed .Plenum press, New-York and London, 25p
- DURAFFOURD, C., D'HERVICOURT, L., LAPRAZ, J. C. (1990) - Cahiers de phytothérapie clinique. 1. Examens de laboratoires galénique. Eléments thérapeutiques synergiques. 2ème éd. Masson, Paris.
- EL-GUEDOUI R., 2003. Extraction des huiles essentielles du romarin et du thym. Comportement insecticide de ces deux huiles sur *Rhyzopertha dominica* (Fabricus) (coleoptera, bostrychidae). Thèse ing., ENP., El-Harrach, Alger, 76p.
- FAO. 2006. L'état de la sécurité alimentaire dans le monde, bilan de 10 ans après le sommet mondial de l'alimentation.
- FAO. 2007. Statistical Databases. Food and Agricultural Organization of the United Nations, (FAO), Rome available at <http://faostat.fao.org/site/340/default.aspx>. <http://apps.fao.org/default.htm>; Consulté le 10/03/2018.
- FARRELL, K.T, 1998, Spices, condiments and seasonings. 2ème édition, *Springer Science & Business Media*, 414p
- FARRELL, G., SCHULTEN, G.G.M. 2002. Larger grain borer in Africa; a history of efforts to limit its impact. *Integr. Pest Manage. Rev.*, 7, 67-84.
- FAVREAU, J. 1988. Inventaire des problèmes de conservation des grains et graines et produits bruts non transformés. A.N.P.P., pp.2-16
- FESTY, D. 2011. Les huiles essentielles ça marche ! Avec 78 formules à commander en pharmacie, LEDUC.S EDITION., p. 22-26, ISBN : 978-2- 84899-316-4.
- FINNEY, D.J. 1971. Probit analysis. Cambridge Univ. Press, Cambridge, 333 pp.
- FLEURATI –LESSARD, F. 1978. Détection des insectes dans les stocks de céréales entreposées et méthodes de lutte non chimique .Colloque biebournogone-CGAB céréale en AB Dijon, pp.4-6
- FRRANCHOMME, P., PENOEL, D. 1990. L'aromathérapie exactement. Encyclopédie de l'utilisation thérapeutique des huiles essentielles. Edition Roger Jallois, Limoges, France, 445p.
- GARNERO, J. 1991. Les huiles essentielles, leur obtention, leur composition, leur analyse et leur normalisation. Ed. technique- Encyclopédie de médecines naturelles, paris, p. 2-20.
- GARRETA, R. 2007. Des simples à l'essentiel : de l'herboristerie à l'aromathérapie, pratiques et représentations des plantes médicinales, *Presses Université*. p.308-312.

- GILBERT, G., BOUTIQUE, R. 1952, 1953, 1954. Mimosaceae et papilionaceae, in Flore du Congo belge et du Ruanda Urundi vol III, P (167-227) ; vol IV P30 ; vol V p(11-36) Publ. I.N.E.A.C. édit. Bruxelles. Jard. Bot.
- GILDO, P., 2006. Précis de phytothérapie, Larousse Encyclopédie MEMO, Edition Alpen, p 3-4.
- GOETZ, P., GHEDIRA, K. 2012. Phytothérapie anti-infectieuse. *Springer Science & Business Media*, 394p
- GUBA, R. 2001. Toxicity myths-essential oils and their carcinogenic potential. *International Journal of Aromatherapy*, 11, 76-83p.
- GUEYE, M-T., SECK, D., WATHELT, J-P., LOGNAY, G. 2011. Lutte contre les ravageurs des stocks de céréales et de légumineuses au Sénégal et en Afrique occidentale : synthèse bibliographique *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 15(1), 183-194.
- HAMADACHE, A., BOULAFI, H., AKNINE, M. 1997. Mise en évidence de la période de sensibilité maximale du pois chiche d'hiver envers les mauvaises herbes annuelle dans la zone littorale. *Céréaliculture*. 31. In : MAOUGAL R. T. 2004 : Techniques de production d'inoculum Rhizobial. Etude de cas pois chiche (*Cicer arietinum*. L) : Inoculation et nodulation : magister en biotechnologies végétales - Université Mentouri, Constantine. Algérie. p15.
- HAMADACHE, A., AIT ABDELLAH, F. 1998. Lutte contre les adventices en culture du Pois chiche d'hiver : un facteur déterminant pour la valorisation du matériel végétal et du semis précoce .*céréaliculture* N°33 ISSN 1011-9582.
- HERNANDEZ-CHOA, L.R. 2005. Substitution de solvants et matières actives de synthèse par combiné « Solvant/Actif ». D'origine végétale. Thèse de doctorat. Institut National Polytechniques de Toulouse. France.
- INA. 2008. L'agriculture, l'agro-alimentaire, la pêche et le développement rural, Ed 2008. 46p.
- ICRISAT. 2008. Pois chiche. www.mapageweb.umontreal.ca/bruneau/simon/chapitre11legumineuses2.pdf. webmaster-icrisat@cgiar.org Chickpea Consulté le 04/03/2018.
- JANSEN D. H., JUSTER H. B., BELLE. A. 1977. Toxicity of secondary compounds to the seed-eating larvae of the bruchidae beetle *Callosobruchus maculatus*. *Phytochemistry*. 16: 223-227.
- JOHNSON, T. 1998. CRC ethnobotany desk reference. *CRC Press*, 1224p.
- KABOUCHE, Z., BOUTAGHANE, N., LAGGOUNE, S., KABOUCHE, A., AIT-KAKI, Z., BENLABED, K., 2005. Comparative antibacterial activity of five Lamiaceae essential oils form Algeria. *The International Journal of Aromatherapy*, 15, 129-133.
- KALMBA, D., KUNICKA, A. 2003. Antibacterial and antifungal properties of essential oils. *Curr. Med. Chem*, 10, 813-829p

- KARBACHE, F. 2009. Effet entomotoxique de quelques variété de haricots (*Phaseolus vulgaris*) sur la bruche de pois chiche *Callosobruchus maculatus* F (Coleoptera, bruchidae). Ecole national d'agronomie El harrach Alger (LINA) .115p.
- KECHOUTE, F. 2001. Efficacité de trois extraits végétaux et de deux insectes vis-à-vis de *Sitophilusoryzae* L. (Coleoptera, Curculionidae). Thèseing, sci. Arg., INA. El-Harrach, pp ; 30-35.
- KELLOUCH, A., SOTANI, N. 2003. Activité biologique des poudre de cinq plantes et de l'huile essentielle d'une d'entre elle sur *Callosobruchus maculatus* F. Sciences Agronomiques, p.184-191.
- KELLOUCHE, A. 2005. Etude de la bruche du pois chiche *Callosobruchus maculatus* F.(Coleoptera Bruchidae), physiologie, reproduction et lutte. Thèse Doctorat d'état en Science Naturel. Univ. T.O.Z. Spécialité : Entomologie, 216p.
- KETHO, G. K., GLITHO, I., KOUMAGLO, A. 2004. Activité insecticide comparée des huiles essentielles detrois espèces de genre *Cympobogongen* (poaceae). J. Soc. Ouest. Afr. Chim, 18. 21-34.
- KHEBIZI, S., KHOCHEMAN, S. 2011. Etude ethnobotanique de l'armoise blanche et intérêt de ses huiles essentielle. Thèse de pharmacien d'état. Universite Badji Mokhtar Annaba. Algerie.
- KHAJEH, M., YAMINI, Y., BAHRAMIFAR, N., SEFIDKON, F., PIRMORADEI, M.R. 2005. "Comparison of essential oils compositions of *Ferula assa-foetida* obtained by supercritical carbon dioxide extraction and hydrodistillation methods. »*Food Chemistry*, 91, 639-644p.
- KIM, J., LEE, J. 2002. Critical design factors for successful e-commerce systems, *Behaviour and Information Technology*, Vol. 21 No. 3, pp. 185-9
- KIM, N.S., LEE, D.S. 2002. Comparison of different extraction methods for the analysis of fragrances from *Lavandula* species by gas chromatography mass spectrometry. *Journal of Chromatography*, 98, 31-47p
- KNIGHTS E.J., AÇIKGÖZ N., WARKENTIN T., BEJIGA G., YADAV S.S. And SANDHU J.S. 2007. Area, Production and Distribution. In YADAV S.S, REDDEN R.J, CHEN W and SHARMA B (eds). Chickpea Breeding and Management CAB International 2007- Indian Agricultural Research Institute, New Delhi, India. 10.11 p.
- KUHN, M.A., WINSTON, D. 2008, Winston & Kuhn's herbal therapy & supplements: A scientific & traditional approach. 2nd edition, *Lippincott Williams & Wilkins*, 560p.
- KUMAR, M.A., TIMM, D.E., NEET, K.E., OWEN, W.G., PEUMANS, W.J. et RAO, A.G.1993. Characterization of the lectin from the bulbs of *Eranthis hyemalis* (Winter aconite) as an inhibitor of protein synthesis. J. Biol. Chem. N°33, Vol. 268, pp. 25176-25183.

- LUNCCHESI, M.E. 2005. Extraction sans solvant assistée par micro-ondes conception et application à l'extraction des huiles essentielles. Thèse de doctorat en Sciences, Université de la Réunion, France, 146p.
- MA. 2012. Ministère de l'agriculture. 2012. L'agriculture par les chiffres. MA-DSAAEE.NGAMO, T.L.S., NGASSOUM, M.B., JIROVERTZ, L., OUSMAN, A., NUKENINI, E., MOUKALA, O.E. 1981. Protection of stored Maize against *Sitophilus zeamais* (Motsch.) by use of essential oils of spices from Cameroon. Medical faculty Land bouww University of Gent, 473-478 p.
- MADR, 2015. Ministère de l'agriculture du développement rurale et de la pêche
- MAFFEI, M., SACCO, T., 1987. Chemical and morphometrical comparison between two peppermint notomorphs. *Planta Med.* 53, 214– 216.
- MOUHOUCHE, F., FLEURAT LESSARD, F. 2003. Sensibilité de quelque varité de pois chiche aux attaques de *Sitophilus oryzae* (L) et *Callosobruchus maculatus* (F) *Science des aliment n°5* ;15 p.
- NAGANUMA, M., HIROSE, S., NAKAYAMA, Y., NAKAJIMA, K., SOMEYA, T.1985, A study of the phototoxicityof lemon oil. *Arch. Dermatol. Res*, 278, 31-36p
- NENE, Y.L., HAWAREaware, M.P., Reddy, M.V. 1981. Chickpea diseases: resistance screening technics. Information bulletin 10, ICRISAT, Parancheni, India, 11 pp.
- NICKAVAR, B., MOJAB, F., DOLAT-ABADI, R. 2005. Analysis of the essential oils of two Thymus.
- OUEDRAOGO, P.A. 1978. Etude de quelque aspet de la biologie de *Callosobruchus Macculatus* F et de l'influence des facteurs extrêmes stimulants (plante hôte et copulation),101p.
- OMC, 2017. Organisation mondiale du commerce. Rapport annuel 2017.
- PACUCCI, G., TROCCOLI, C., LEONI, B. 2006. Supplementary Irrigation on Yield of Chickpea Genotypes in a Mediterranean Climate. *Agricultural Engineering International: the CIGR Ejournal*. Manuscript LW 04 005. Vol. VIII. May, 2006
- PARIS, M., HURABIELLE, M. 1981. Abrège de matière medicinale pharmaco. Tom1. Masson. Paris. 339 p.
- PARIS, R.R., MOYES, H. 1980. Abrégé de matière médicale, Pharmacognosie, Tome 1, *Maison éd*, Paris.
- PATERSON, A.H., BOWERS, J.E., BUROW, M.D., DRAYE, X., ELSIK, C.G., JIANG, C.X., CATHERINE, S.K., LAN T.H., LIN Y.R., MING R. et WRIGHT R.J. 2000. Comparative genomics of plant chromosomes. *Plant cell*. In : MAOUGAL R. T.2004: Techniques de production d'inoculum Rhizobial. Etude de cas pois chiche (*Cicerarietinum. L*) : Inoculation et nodulation : magister en biotechnologies végétales -Université Mentouri, Constantine. Algérie.p15

- PELLERIN, P 1991, Supercritical fluid extraction of natural raw materials for the flavour and perfume industry. *Perfum. Flavor*, 16(4), 37-39p
- PIOCHON, M. 2008. Etude des huiles essentielles d'espèces végétales de la flore Laurentienne: composition chimique, activités pharmacologiques et héli-synthèse. Mémoire. Université du Québec à Chicoutimi. Canada, 200p
- REED, C. 1986. Characteristic and limitation of methods to estimate losses in stored grain, Special.Reportn°16,Kansas State University, Food and Feed Grain Institue,Manhattan,Kansas,23 p.
- REGNAULT-ROGER, C., HAMRAOUI, A. 1994. Inhibition of reproduction of *A canthoscelidesobtectus* Say (Coleoptera), a kidney bean (*Phaseolus vulgaris*) bruchid, by aromatic essential oils. *Crop Protection*, 13 (8), pp: 624-628.
- REGNAULT-ROGER., CATHRINE., HAMRAOUI., ABDELAZIZ. 1995. Fumigant toxi activity and reproductive inhibition induced by monoterpenes on *Acanthocelidesobctus* (Soy) product research, vol.31,issue 4pp.291-299.
- REGNAULT-ROGER, S., HAMRAOUI, A. 1997.Lutte contre les insectes phytophages par les plantes aromatiques et leurs molécules allélochimiques. Ed *ActaBot.Gallica*144: 401-412 p.
- RAGNALT-ROGER, C., VINCENT, C., ARNASON, JT.2012.Essential oils insect control: Low-risk products in a high-stakes word.*Annu.Rev.Entomol*.57:405-425
- RAZAFINDRAKOTO, B.S. 1988. Huiles essentielles d'Eucalyptus de Madagascar ; Variabilité de la composition et du rendement en fonction de la période de récolte ; essais de classement chemotaxonomique et propriétés pharmacodynamiques. Thèse de Doctorat, Université de Montpellier II, France, 225p
- RAZZAGHI-ABYANEH, M., RAI, M. 2013. Antifungal metabolites from plants. *Springer Science & Business Media*, 469p
- RICHARD, H. 1992. Epices et aromates. Edition Tec & Doc. Lavoisier, Paris, 339 p
- ROESEL, R., SUNJAYA, H., Halid, H. 1990. Effet of carbon dioxyde concentrations and exposure times on *Sitophilus zeamais* ,*Rhyzopertha dominicia* (F) and *Tribolium castaneus* (Herbst) .*Mortalites asean*. Sem.On grain post tharvest. *Tech.Bndar .Seie Darusalem* 4-7sept ,pp 177-187.
- SAIDJ, F. 2006. Extraction de l'huile essentielle de thym: *Thymus numidicus kabylica* Thèse de magistère en Technologie des hydrocarburés, Département génie des procédés chimiques et pharmaceutiques; université M'Hamed Bougara Boumerdes.
- SANKARM, A. 1999. Integrated pest management :looking back and forward.Curr,Sci.77 (1),pp.26-32.
- SANON, A., GARBAB, M., AUGERB, J., HUIGNARD, J. 2002. Analysis of the insecticidal activity of methylisothiocyanate on *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae) and its parasitoid *Dinarmusbasalis* (Rondani) (Hymenoptera: Pteromalidae). *J. Stored Prod. Res.*, 38, 129-138.

- SCIMECA, D. 2006. Les plantes du bonheur, Ed. Alpen. p. 17.
- SCIMECA, D., TETAU, M. 2005. Votre santé par les huiles essentielles : Le guide pratique pour prévenir et guérir tous les maux quotidiens, les huiles essentielles pour le corps et l'esprit, leur mode d'utilisation, les meilleures associations, *Ed. Alpen*. p.24-26.
- SECK, D. 1992. Importance économique et développement d'une approche de lutte intégrée contre les insectes ravageurs des stocks de maïs, mil et niébé en milieu paysan Proceedings deuxième séminaire sur la lutte intégrée contre les ennemis des cultures vivrières dans le Sahel, Bamako (Mali), 2-4 Janvier 1990 pp. 328-355.
- SECK, D. 1994. Développement des méthodes alternatives de contrôle des principaux insectes ravageurs des denrées emmagasinées au Sénégal par l'utilisation de plantes indigènes - thèse de Doctorat Faculté des sciences Agronomiques de Gembloux 192p
- SOUTHGATE, E.B. 1979. Biology of the bruchidae. *Ann. Rev. Entomol* 1(24), pp 449-473
- SHIH, C., GEPTS, P.L., WHI TAKER, J.R. 2002. Proteins structures of common bean *Phaseolus vulgaris*. *J. Agric. Food Chem.* Vol. 50, pp.6618-6627.
- SINGH, S.R., VAN EMDEN, H.F., 1979. Insect pests of grain legumes. *Ann. Rev. Entomol.* Vol. 24: pp.255-278.
- SKARIA, B.P. 2007, Aromatic plants, Vol 1, *New India Publishing*, 290p.
- SLIM, N., SIFI, B., TRIKI, S., 2006. Criblage de variétés de pois chiche (*Cicer arietinum* L.) pour la résistance au stress hydrique. In: Gestion des Ressources et Applications Biotechnologiques en Aridoculture et Cultures Sahariennes : Perspectives pour la valorisation des potentialités du Sahara. Séminaire International ; Djerba, du 25 au 28 Décembre 2006.
- SMITH, C.K., MOORE, C.A., ALAHI, E.N., SMART, A.T., HOTCHKISS, S.A. 2000. Human skin absorption and metabolism of the contact allergens, cinnamic aldehyde and cinnamic alcohol. *Toxicol. Appl. Pharmacol*, 168, 189-199p.
- STAHL-BISKUP, E. 2002. Thyme : the genus thymus Ed Taylor and Francis, London.
- SOTO-MENDIVILEA., MORENO RODRIGUERS, J.F., ESTARRONES PINOZAM., GARCIA-FAJARDOJA., ETVAZQUEZE, N. 2006. Chemical composition And Fungicidal Activity Of Essential Oil Of *Vulgaris* Against *Alternaria*. cite -E- gnosis (online) ; Vol.4 ; N° 16.
- TAIBI, F. 2007. Etude comparée du développement et de la reproduction chez deux ravageurs des denrées stockées *Ephestia kuehniella* et *Tenebrio molitor*. Aspect endocrinien en rapport avec l'impact d'un mimétique de l'hormone de mue, le RH-0345. Thèse de Doctorat. Université d'Annaba. Algérie.
- TAPONDJOU, L., ADLERC, A., BOUDA, H., FONTEM, D.A. 2003. Bioefficacité des poudre et huiles essentiels des feuilles *Chenopodium ambrosioides* et *Eucalyptus salina* à l'égard de la bruche du niébé : *Callosobruchus* (fab) (*Coleoptera, Bruchidea*)

- chaier d'étude et de recherches francophone, Agriculture, Vol.12, n°6, pp.7-401 VAN DER MAESEN L.J.G. 1972. *Cicer L.*, a monograph of the genus, with special reference to the chickpea (*Cicer arietinum L.*), its ecology and cultivation. Mededelingen Landbouwhogeschool Wageningen. The Netherlands.
- TEISSEIRE, P.J. Chimie des substances odorantes. 1991 : Technique et documentation-Lavoisier.
- TISSERAND, M. 2014. Aromatherapy vs MRSA: Antimicrobial essential oils to combat bacterial infection, including the superbug. *Singing Dragon*, 192p
- TIWARI, M., TANDON, V., 2004. Medicinal plants. Vol 2, *Gyan Publishing House*, 653p
- TRIPATHI, P., DWIVEDI, S., MISHRA, A., KUMAR, A., DAVE, R., SRIVASTAVA, S., SHUKLA, M. K., SRIVASTAVA, P. K., CHAKRABARTY, D., TRIVEDI, P. K., TIPATHI, R. D. 2011. Arsenic accumulation in native plants of West Bengal, India: prospects for phytoremediation but concerns with the use of medicinal plants. *Environ. Monit. Assess.* 284, 2617–2631
- VERZELE, L., MOUDACHIROU, S., RAMANOELINA, G. 1988, Perfumer and flavorist. *Flavour and Fragrance Journal*, 13, 61-67p
- VICK, K.W., HASGSTRUM, D.W. 1991. Acoustis: A method for automatic detection of insects in grain. *Oklahomastate, Uni.coop.Ext.Sev.circ.n°912*, pp.189-191.
- WANG, Z., DING, L. 2006. Improved solvent-free microwave extraction of essential oil from dried *Cuminum cyminum L.* and *Zanthoxylum bungeanum Maxim.* *J Chromatogr A* 1102(1-2): 11-17.
- WHITE, N.D.G., JAYAS, D.S. 1991. Effet of periodically elevated carbon dioxide on stored wheat ecosystems at cool temperatures (Ahsverusadvena, Tarsonemus granaries, *parathryphedeus clineanis*. *Lepidoglyphus destructor*, *Aeroglyphusrobustus*). In fleurat-Lessard F .et Ducom P, .Ed. pores. th. Int. Working. Conf. Stored product protect, Bordeaux, France, 9-14; Sept. Vol.2, pp.925-923.
- ZARZUELO, A., CRESPO, E. 2002. The medicinal and non medicinal uses of thyme. In: Thyme: The genus *Thymus* (coordonné par E Stahl-Biskup., F Sáez), pp 263-292. *Medicinal and Aromatic Plants Industrial Profiles*, New York, Taylor and Francis.

ملخص:

الدراسة التي أجريت في المختبر لتحديد الخاصية المبيدة للزيت الأساسية المستخلصة من نبات الزعتر بينت أن استعمال هذه الزيت الأساسية على الحشرة الضارة المتواجدة في المواد الغذائية المخزنة وهي *Callosobruchus maculatus* على الحشرات البالغة عن طريق الاتصال والاستنشاق. لها تأثير على هذه الحشرة. لاختبار الاتصال، سجلنا معدل وفيات يتراوح بين 50%، 57.5%، 70%، 85%، على التوالي لزيت الزعتر بعد 24 ساعة من العلاج. وظهر تقييم استنشاق الزيت الأساسية معدل وفيات يتراوح بين 22.5%، 37.5%، 52.5%، في غضون 3 أيام. أما بالنسبة لعملية الإباضة والتكاثر بعد وضع زيت الزعتر في العملية سجلنا نسبة 83.91%، 69.57%، 50.87%، 8.70% في غضون 3 أيام

الكلمات المفتاحية: الخاصية المبيدة، *Callosobruchus maculatus*، *Thymus vulgaris*، زيت أساسي

Résumé

Cette recherche a été menée dans l'optique de déterminer le potentiel insecticide de l'huile essentielle du thym *Thymus vulgaris* extraite par hydrodistillation sur la bruche de pois chiche *Callosobruchus maculatus* un ravageur redoutable des denrées stockées. Les tests menés au laboratoire sont effectués pour estimer l'activité insecticide du thym *Thymus vulgaris*, sur deux facteurs biologiques la mortalité et la fécondité. Pour la mortalité les résultats des tests de contact sont très significatifs ou on a enregistré la mort de 50%. 57.5%. 70% et 85% des adultes après 24h qui correspondent respectivement aux doses de 2µL. 4µL. 8µL. 16µL. Le test par inhalation vient confirmer les résultats obtenus ou pour une dose de 8µl on a eu un taux de mortalité supérieur à 50% au bout de 3 jours. Le comptage des œufs pendus pour la détermination de l'effet sur la fécondité montre une diminution importante du nombre d'œuf par rapport au témoin. Ces résultats dévoilent que l'huile essentielle du thym a une activité insecticide sur *Callosobruchus maculatus* la fécondité sera réduite en fonction de la réduction de la période d'oviposition par la mort des adultes.

Mot clés : activité insecticide, *Callosobruchus maculatus*, *Thymus vulgaris*, contact inhalation, huile essentielle.

Abstract

This research was carried out with the aim of determining the insecticidal potential of essential oil of thyme (*Thymus vulgaris*) extracted by hydrodistillation on *Callosobruchus maculatus*, a pest of stocked food. The tests conducted at the laboratory are performed to estimate the insecticidal activity of thyme (*Thymus vulgaris*), on two biological factors mortality and fertility. For the mortality the results of the contact tests are very significant where we recorded the death of 50%. 57.5%. 70% and 85% of adults after 24h, which correspond respectively to doses of 2µL. 4µL. 8µL. 16µL. The inhalation test confirms the results obtained, where for a dose of 8µl we had a mortality rate greater than 50% after 3 days. The count of eggs hung for the determination of the effect on fertility shows a significant decrease in the number of eggs relative to the control. These results reveal that the essential oil of thyme has an insecticidal activity on *Callosobruchus maculatus*, the fertility will be reduced according to the reduction of the period of oviposition by the death of adults.

Key words: insecticidal activity, *Callosobruchus maculatus*, *Thymus vulgaris*, inhalation contact, essential oil.