

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

**Université Mouloud MAMMARI de Tizi-Ouzou
Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques
Département de Biologie Animale et Végétale**



MEMOIRE

En vue de l'obtention du diplôme de Master en Biologie de la Conservation

Sujet

**Activité insecticide des huiles essentielles de la menthe poivrée et de la sauge
officinale sur la bruche chinoise (*Callasobruchus chinensis* L.)
(*Coleoptera : Chrysomelidae*)**

Présentée par :

Acheraïou Lina
Kaced sylvia

Soutenue publiquement le 25/07/2019 devant le jury composé de :

Présidente	Mme LAKABI-AHMANACHE L.	MCB	UMMTO
Promotrice	Mme GOUCEM-KHELFANE K.	MCA	UMMTO
Copromotrice	Mme MEDJDOUB-BENSAAD F.	PROF.	UMMTO
Examinatrice	Melle CHOUGAR S.	MAA	UMMTO
Examinatrice	Mme MEHALLI-OULD KADI N.	DOCT.	UMMTO

Année universitaire 2018/2019

Remerciements

Au terme de ce travail de recherche, réalisé au laboratoire d'Entomologie de la Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques de l'Université M. Mammeri de TiziOuzou, Nous nous devons de remercier toutes celles et ceux qui ont contribué, de près ou de loin, au bon déroulement de ce mémoire.

Nous tenons à remercier en tout premier lieu Mme GOUCEM-KHELFANE K., Maitre de conférences Classe A à l'UMMMTO de TiziOuzou de nous avoir accordé l'honneur de diriger ce travail, pour son soutien sans faille et pour l'intérêt qu'elle a continuellement porté pour cette étude. Ses conseils, ses encouragements et sa disponibilité nous ont été d'une très grande aide.

Je remercie également Mme MEDJDOUB-BENSAAD F., Professeur en Biologie à l'UMMMTO de TiziOuzou d'avoir accepté de codiriger ce travail, pour son accueil au laboratoire d'Entomologie, sa gentillesse et son soutien.

Nos sincères remerciements vont aussi à Mme LAKABI-AHMANACHE L., Maitre de conférences Classe B en Sciences à l'UMMTO, pour l'honneur qu'elle nous fait en présidant le jury.

Nous remercions Mme CHOUGAR S., Maitre assistante Classe A à l'UMMTO de TiziOuzou de nous accorder de son temps pour participer à l'examen de ce travail.

Nous tenons également à remercier Mme MEHALLI-OULDKADI N., Doctorante à l'UMMTO de TiziOuzou, pour avoir accepté de participer à l'examen de notre travail, pour son aide, son soutien et ses conseils.

Nos remerciements également à l'équipe du laboratoire d'Entomologie, pour leur aide qui nous a permis de bien mener ce travail.

Table des matières	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Introduction générale	
PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE	
Chapitre I. Présentation de la plante hôte <i>Cicer arietinum</i>	
1. Historique et origine	03
2. Position systématique de <i>Cicer arietinum</i>	03
3. Morphologie de la plante	04
4. Importance du pois chiche dans le monde	05
4.1. Sur le plan nutritif	05
4.2. Sur le plan économique	06
4.3. Sur le plan agronomique	07
5. Situation du pois chiches en Algérie	08
Chapitre II. Présentation de l'insecte <i>Callorbochus chinensis</i>	
1. Caractères généraux des Bruchidés	10
2. Présentation de la bruche chinoise	10
2.1. Origine et aire géographique	10
2.2. Classification de l'espèce	10
2.3. Description de l'espèce	11
2.3.1 L'œuf	11
2.3.2 La larve	11
2.3.3 La nymphe	11
2.3.4 L'adulte	11
2.3.5 Dimorphisme sexuel	11
2.4. Biologie de la bruche chinoise	12
2.5. Les dégâts	13
2.6. Ecologie de l'espèce	14
2.7. Les moyens de lutte contre la bruche chinoise	14
Chapitre III. Les huiles essentielles	
1. Définition	16
2. Répartition dans le règne végétal	16
3. Localisation dans la plante	16

4. Caractéristiques physico-chimiques des huiles essentielles	16
5. Les plantes aromatiques en Algérie	17
6. Généralités sur la menthe poivrée	18
6.1. Origine et culture	18
6.2. Description botanique	18
6.3. Systématique	19
6.4. Extraction	19
7. Généralités sur la sauge officinale	20
7.1. Origine et culture	20
7.2. Description botanique	20
7.3. Systématique	21
7.4. Composition chimique de l'huile essentielle de la sauge officinale	21
PARTIE EXPERIMENTALE	
Chapitre IV. Matériels et méthodes	
1. Matériel	22
1.1. Matériel de laboratoire	22
1.2. Matériels biologiques	22
1.2.1. Les graines de pois chiche	22
1.2.2. Les bruches	22
1.2.3. Les huiles essentielles utilisées	22
2. Méthodes	23
2.1. Elevage de masse	23
2.2. La toxicité des huiles essentielles de la menthe poivrée, et de la sauge officinale sur les adultes de <i>C. chinensis</i>	24
2.2.1. Test par inhalation	24
2.2.2. Test de répulsion	25
2.3. Calcul de la DL50 par inhalation	27
3. Analyse statistique	28

Chapitre V. Résultats et discussion	
1. Activité insecticide des huiles essentielles par inhalation	29
1.1. L'huile essentielle de la menthe poivrée	29
1.2. L'huile essentielle de la sauge officinale	29
1.3. Estimation de la DL50 par inhalation	31
1.3.1. La DL50 de l'huile essentielle de menthe poivrée	31
1.3.2. La DL50 de l'huile essentielle de sauge	32
2. Activité insecticide des huiles essentielles par répulsion	32
2.1. L'huile essentielle de la menthe poivrée	32
2.2. L'huile essentielle de la sauge officinale	34
3. Discussion des résultats	36
Conclusion générale	39
Références bibliographiques	
Annexes	

Liste des tableaux

Tableau 01 Valeur nutritionnelle moyenne pour (100 g) de pois chiche (Ciquel, 2013 in Boukraâ, 2016).....	6
Tableau 02 : Variétés botaniques constituant l'espèce <i>C.arietinum</i> en Algérie : Laumont et Chevassus (1956).....	8
Tableau 03: Production du pois chiche en Algérie durant les années 2012-2015 (FAOSTAT, 2017).....	9
Tableau 04 : Organes de certaines plantes riches en huiles essentielles (Garneau, 2005). ...	17
Tableau 05 : Pourcentage de répulsion selon le classement de Mc Donald et <i>al.</i> (1970).	27
Tableau 06 : Le nombre d'individus de <i>C. chinensis</i> présents dans la partie traitée et non traitée avec l'huile essentielle de menthe poivrée par répulsion.....	33
Tableau 07: le nombre d'individus <i>C. chinensis</i> présents dans la partie traitée et non traitée avec l'huile essentielle de sauge par répulsion.....	35

Liste des figures

Figure 01 : Morphologie de la plante de pois chiche. (A) Vue d'ensemble d'un champ de pois chiche ; (B) Feuilles composées de pois chiche ; (C) Gousses jeunes vertes ; (D) Fleur mauve de <i>Cicer arietinum</i>	4
Figure 02: Types de pois chiche. (A) Kabuli et (B) Desi (Bunyamin, 2015).....	5
Figure 03: Pourcentage de production du pois chiche par continent en 2013 (FAO, 2016)	7
Figure 04: Situation agronomique du pois chiche en Algérie a traves le temps (FAOSTAT, 2014) http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx	9
Figure 05: Deux individus, un mâle et une femelle de <i>C. chinensis</i> (Originale, 2019).....	12
Figure 06: Cycle biologique de la bruche chinoise <i>C. chinensis</i> (Originale, 2019).....	13
Figure 7. Grains de pois-chiche infestés par la <i>C.chinensis</i> (Originale, 2019).....	13
Figure 08: <i>Mentha x piperita</i> (anonyme 0213)	18
Figure 09: <i>Salvia officinalis</i> L (anonyme 2011).....	20
Figure 10: Le matériel utilisé au laboratoire (originales, 2019).....	23
Figure 11 : Elevage de masse de bruche chinoise (originale, 2019).....	24
Figure 12: Dispositif expérimental du test par inhalation sur les adultes de <i>C. chinensis</i> traités à l'huile essentielle de la menthe poivrée et de la sauge officinale (originale, 2019).....	25
Figure 13: Dispositif expérimental du test de répulsion sur les adultes de <i>C. chinensis</i> traités à l'huile essentielle de la menthe poivrée et de la sauge officinale (originale, 2019).....	26
Figure 14: Taux moyens de mortalité des adultes de <i>C.chinensis</i> traités avec différentes doses de l'huile essentielle de menthe poivrée par inhalation	29
Figure 15 : Taux moyens de mortalité des adultes de <i>C.chinensis</i> traités avec différentes doses de l'huile essentielle de la sauge officinale par inhalation.....	30
Figure 16: droite de régression des Probits en fonction des logarithmes des différentes doses (2µl, 4µl, 6µl et 8µl) après 96h d'exposition à l'huile essentielle de la menthe poivrée.....	31

Figure 17: droite de régression des Probits en fonction des logarithmes des différentes doses (2 μ l, 4 μ l, 6 μ l et 8 μ l) après 96h d'exposition à l'huile essentielle de la sauge officinale.....32

Figure 18: taux moyen de répulsion de l'huile essentielle de menthe poivrée à l'égard des adultes *C.chinensis* après 30 minutes d'exposition aux différentes doses (2 μ l, 4 μ l, 6 μ l et 8 μ l).....33

Figure 19 : Taux moyen de répulsion de l'huile essentielle de sauge officinale à l'égard des adultes *C.chinensis* après 30 minutes d'exposition aux différentes doses (2 μ l, 4 μ l, 6 μ l et 8 μ l).....35



Introduction générale

Introduction

Les légumineuses alimentaires sont parmi les cultures vivrières les plus cultivées par l'homme. Elles constituent une importante source protéique (Hamadache et al. 1997). Selon Obaton (1980), un hectare de légumineuse alimentaire produit une tonne de protéine, soit dix fois plus qu'une production d'un élevage à viande sur la même surface.

La culture des légumineuses vivrières est reconnue comme étant l'une des meilleures et des moins coûteuses des solutions pour l'alimentation des populations des pays en voie de Développement (Soltner, 1990).

En Algérie, la culture des légumineuses alimentaires a fait partie de nos systèmes agraires depuis très longtemps dans différentes zones agro-écologiques du pays, le pois-chiche (*Cicer arietinum L.*) est l'une des légumineuses à grosses graines qui a connu durant ce dernier siècle une extension importante de ses superficies (Labdi, 1990). Cultivée pour ses graines, le pois chiche constitue une source importante d'hydrates de carbone, de sels minéraux et de protéines. L'importance alimentaire du pois chiche fait qu'il est très demandé par le consommateur algérien (ITGC, 2018).

Cependant d'immenses quantités de légumineuse sèches sont perdues chaque année en raison des insectes phytophages (FAO, 2006). Le pois-chiche est notamment exposé aux différents ravageurs des légumineuses. Parmi les insectes phytophages qui se sont installés sur les plantes cultivées, devenant de ce fait des insectes "nuisibles", les coléoptères phytophages de la famille des Bruchidés occupent une place de choix. Les espèces de cette famille pondent en effet leurs œufs sur les graines ou les gousses mûres de légumineuses et les larves se développent à l'intérieur des graines tandis que les adultes mènent une vie libre (Guignot, 1957).

La bruche chinoise est un insecte ravageur de la famille des Bruchidées, vit dans les zones à climat chaud et causent des dégâts considérables dans les stocks des légumineuses, elle s'attaque à plusieurs espèces comme le haricot, le niébé, le pois, la fève et le pois-chiche (*Cicer arietinum L.*). Center et Johnson (1974) et Jansen (1977) ont montré que chaque espèce de Bruchidés 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.

Face à la menace que constituent les bruches, les moyens de lutte sont essentiellement articulés autour de l'utilisation d'insecticides chimiques surtout les fumigents dont l'efficacité

est certaine. Cependant, les innombrables nuisances associées à leur utilisation telles que leur toxicité, la perturbation de l'équilibre biologique de l'écosystème et le développement de souches résistantes, imposent la recherche de nouvelles méthodes alternatives de lutte contre ce ravageur (Goucem-Khelfane, 2014).

La recherche de moyens alternatifs pour limiter l'utilisation de ces insecticides dangereux prend de plus en plus d'importance de nos jours. A cet effet, de nombreux travaux récents se sont penchés sur la recherche de substances ayant des pouvoirs insecticides mais au même temps respectueux de la santé publique et de l'environnement.

Le règne végétal présente beaucoup de possibilités : l'utilisation des plantes douées de propriétés insecticides dans certains pays en voie de développement présente une solution alternative de la lutte chimique pour la protection des récoltes. Ces plantes ont fait l'objet de nombreuses recherches en vue de réduire les pertes occasionnées par les insectes ravageurs des graines stockées par leur effet insecticide vis-à-vis des Bruchidées (Tunc et al, .2000). Ces plantes sont exploitées sous plusieurs formes afin de limiter les pertes post récoltes soit entières, soit sous forme de poudres végétales, d'huiles essentielles, d'huiles végétales ou d'extraits végétaux.

Que ce soit dans les pays développés ou en voie de développement, les huiles essentielles détiennent actuellement une place importante dans les systèmes de lutte, leur rôle dans la recherche phytopharmaceutique dans certains pays du monde n'est plus à démontrer (Lahlou, 2004).

Dans cette optique, nous nous proposons d'étudier, au cours de ce travail, l'effet insecticide des huiles essentielles de deux Lamiacées, la menthe poivrée (*Mentha piperita*) et de la sauge officinale (*Salvia officinalis*) par inhalation et par répulsion sur les adultes de la bruche chinoise (*Callosobruchus chinensis* (L.)).

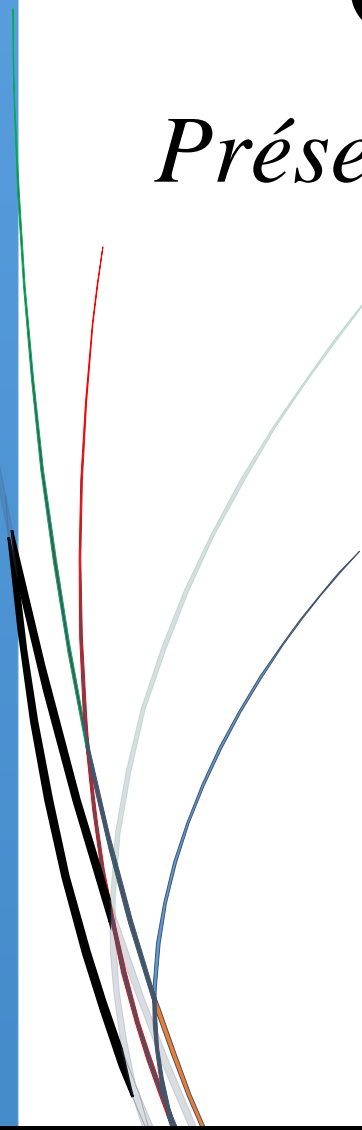
Ce travail est subdivisé en deux parties, une partie bibliographique comprend trois chapitres traitant de la plante hôte : le pois-chiche (*Cicer arietinum* L.), l'insecte ravageur: la bruche chinoise (*C. chinensis*) et les huiles essentielles : la menthe poivrée (*Mentha x piperita*) et la sauge officinale (*Salvia officinalis* L.). La deuxième partie, expérimentale, présente le matériel et méthodes utilisés lors de cette étude et les résultats et discussion relatifs à l'évaluation de l'effet insecticide des d'huiles essentielles. Ce travail est terminé par une conclusion et quelques perspectives de recherche pour les travaux futurs.



Partie Bibliographique

CHAPITRE I

Présentation de la plante hôte
Cicer arietinum L.



1. Historique et origine

Le pois chiche (*Cicer arietinum* L.) est parmi les premières légumineuses à graines domestiquées par l'homme depuis l'antiquité (Van Der-Maesen, 1987). Il est originaire du Moyen-Orient, plus précisément du Sud-Est de la Turquie et de la Syrie (Saxena, 1984). Au cours de sa domestication, le pois chiche semble avoir connu plusieurs centres de diversification, dont le plus ancien serait le plateau Anatolien (Van Der-Maesen, 1984). Il s'est rapidement disséminé dans le monde pour devenir une culture importante des environnements subtropicaux et méditerranéens (Muehlbauer et Rajesh, 2008).

Cette culture a réussi à conquérir plusieurs régions du monde dont la partie septentrionale de l'Afrique. Ainsi, l'Afrique du Nord constitue un centre de diversité important pour cette espèce (Zine-Zikara et al., 2015). Cette plante est bien adaptée aux régions semi arides (Guignard et Dupont., 2005).

En Algérie, le pois chiche a toujours occupé la deuxième place après la fève, sa culture est située dans l'Est à Skikda, Guelma (zone littorale et sub-littorale) et Mila (plaines intérieures). Dans l'Ouest du pays, elle est cultivée principalement à Tlemcen et à Sidi Bel Abbes (Zaghouane, 1997 ; Hamadache, 2000).

2. Position systématique de *Cicer arietinum*

D'après Paterson et al. (2000), la systématique de *C. arietinum* est la suivante :

Règne :	plantes
Embranchement :	Angiospermes
Classe :	Dicotylédones
Ordre :	Fabales
Famille :	Fabacées (Légumineuses)
Genre :	<i>Cicer</i>
Espèce :	<i>Cicer arietinum</i> L

Le genre *Cicer* comprend 43 espèces, 9 annuelles et 34 vivaces. Les espèces sauvages de *Cicer* les plus étroitement apparentées à *C. arietinum* sont les annuelles *C. reticulatum* L, et *C. echinospermum* P.H. Davis. Elles sont des espèces rares originaires de Turquie et sont parfois considérées comme des sous-espèces de *Cicer arietinum* ; sur le plan morphologique,

biochimique et caryologique, elles sont très semblables et s'hybrident facilement (Bejiga et *al.*, 2006).

3. Morphologie de la plante

Le pois chiche est une plante annuelle de 30 à 70 cm de haut (Fig. 1). Cependant, des types de haute taille mesurant plus de 1m sont cultivés dans certaines régions de la Russie. La plante possède un système racinaire profond. Elle est considérée comme étant bien adaptée aux régions sèches (Street et *al.*, 2008).

Les Feuilles sont alternes (Chekroun, 2011) et composées de 7 à 15 folioles ovales et dentelées (Fig.1-B). Les faces inférieures des feuilles sont couvertes par un duvet formé de poils unis et pluricellulaires (Saxena, 1984 ; Brun et *al.*, 1988). La fleur est bisexuée constituée des organes reproducteurs mâles et femelles avec une corolle de type papilionacé très zygomorphe, solitaires ou en grappe de deux fleurs (Fig. 1-D) (Leport et *al.*, 2006; Chekroun, 2011). Le pétale supérieur est très dominant (Chekroun, 2011).

Les gousses mesurent 8 à 41 mm de long et 6 à 15 mm de large (Fig. 1- C). Chaque gousse contient généralement 2 graines. Le poids de 100 graines varie entre 7,5 et 68 g.

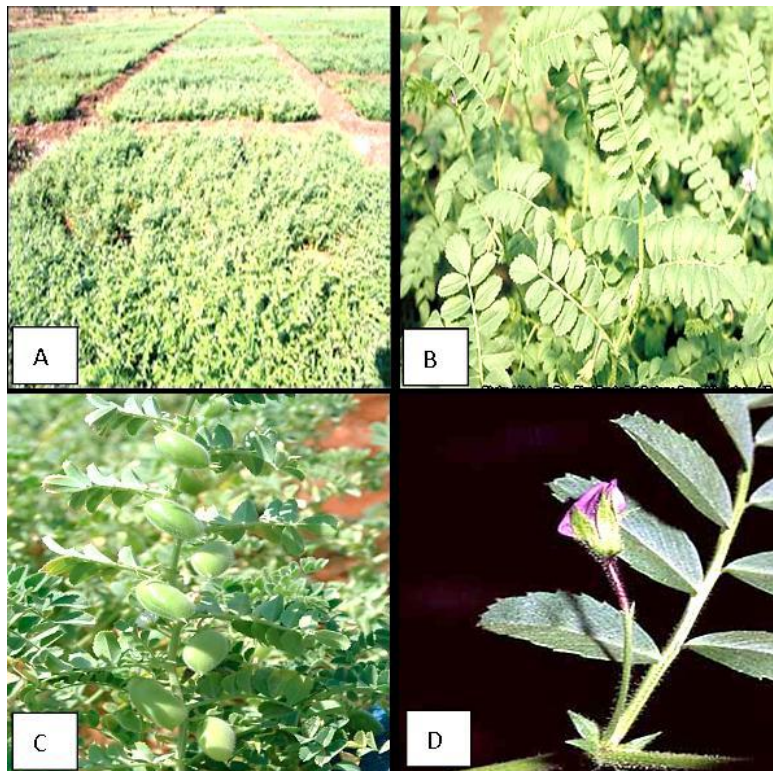


Figure 01. Morphologie de la plante de pois chiche. (A) Vue d'ensemble d'un champ de pois chiche ; (B) Feuilles composées de pois chiche ; (C) Gousses jeunes vertes ; (D) Fleur mauve de *C. arietinum* (Chibout ., *al.*2017)

On distingue deux principales catégories de pois chiche, selon la taille et la forme de la graine:

-Le type « Desi », aux petites graines marron foncé et à l'enveloppe rugueuse (Fig. 2-B). Les plantes sont buissonnantes à folioles et fleurs relativement petites, à tiges contenant des pigments d'anthocyane violacés et à fleurs d'un bleu violet (Bejiga *et al.*, 2006 ; Street *et al.*, 2008).

-Le type « Kabuli », ses graines sont plus grandes de couleur blanc crème et à l'enveloppe plus lisse (Fig. 2-A). Ce type de pois chiche possède une croissance érigée et des fleurs blanches et tolère le froid (Bejiga *et al.*, 2006 ; Chekroun, 2011).



Figure 02. Types de pois chiche. (A) Kabuli et (B) Desi (Bunyamin, 2015)

4. Importance du pois chiche dans le monde

4.1. Sur le plan nutritif

Le pois chiche est l'une des principales cultures de légumineuses dans le monde après les haricots secs et les pois secs, c'est un aliment naturellement riche en protéines végétales, et comme tous les aliments végétaux il ne contient pas de cholestérol.

Il renferme 18 à 30 % de son poids en protéines ; le pois chiche est aussi riche en leucine et en lysine qui sont des acides aminés essentiels (Bejiga *et al.*, 2006). Il est très bien pourvu en fibres et en minéraux en particulier en Calcium et Chlore. De plus, il offre une quantité importante de vitamines B1, B2 et B9. Le pois chiche s'intègre bien aux régimes végétariens (Charly, 2008).

Les principaux acides gras qui le composent sont : acide linoléique, acide oléique, acide palmitique, et acide stéarique. Le pois chiche est aussi riche en leucine et en lysine qui sont des acides aminés essentiels (Bejiga *et al.*, 2006). Le tableau 1 montre la valeur nutritionnelle moyenne pour (100 g) de pois chiche.

Tableau I. Valeur nutritionnelle moyenne pour (100 g) de pois chiche (Ciqual, 2013 in Boukraâ, 2016).

Composés	Quantité	Composés	Quantité
Apport énergétique	1288Kj	Provitamine A	0180mg,
Fibres alimentaires	15,5g	Vitamine B1	0,518mg
Protides	18,6g	Vitamine B2	0,134mg
Eau	8,77g	Vitamine B9	0,340mg
Cendre totales	2,94g	Vitamine C	5,1mg
Glucides	44,3g	Vitamine K	0,264mg
Amidon	41,89g	Calcium	124mg
Sucres	2,41g		
Lipides	5,92g	Chlore	80mg
Acide linoléique	2593mg		
Arginine	1480mg		
Histidine	530mg		

4.2. Sur le plan économique

De nos jours, le pois chiche est cultivé sur un large éventail de zones climatiques qui vont de l'Inde subtropicale et Nord-Est de l'Australie, à des zones arides et semi-arides du bassin méditerranéen et de l'Australie du Sud (Laranjo et *al.*, 2008 ; FAOSTAT, 2014).

Les pays du sous-continent indien, ainsi que l'Australie, produisent surtout du pois chiche « Desi », alors que le Canada produit à la fois du « Desi » et du « Kabuli ». Les autres pays produisent surtout du « Kabuli ». En moyenne, la production mondiale est constituée de 75 % de « Desi » et 25 % de « Kabuli ». La production de « Kabuli » est plus dispersée (Anonyme 1, 2006).

Jusqu'à l'année 2014, le pois chiche occupait une superficie mondiale de plus de 13 Millions d'hectares (13 981 218 ha) et une production annuelle estimée à plus de 13 Millions de tonnes (13 730 998 tonnes), avec un rendement de 9821 hg/ha. L'Inde est le plus grand pays producteur du pois chiche (FAOSTAT, 2016). La figure 03 présente le pourcentage de production du pois chiche par continent durant l'année 2013

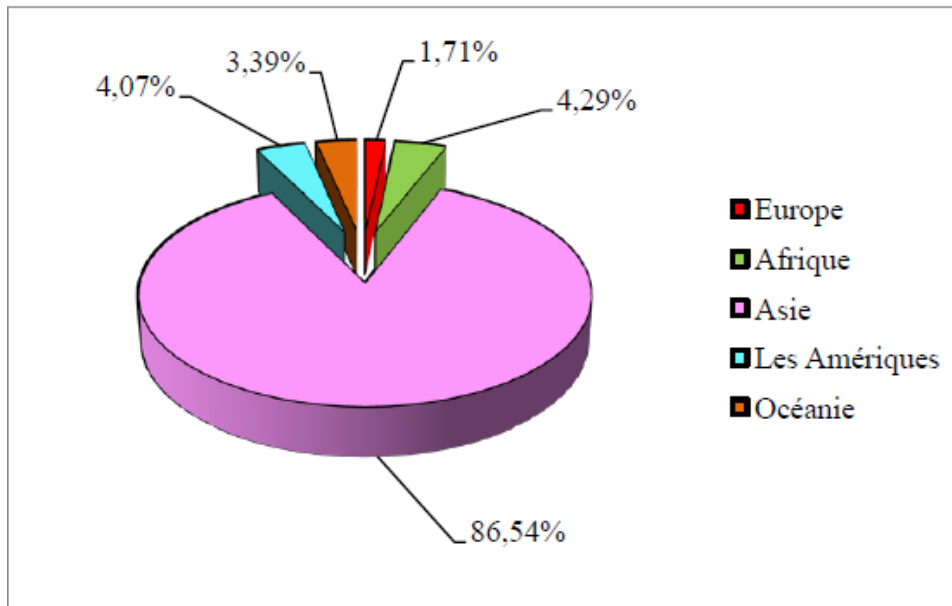


Figure 03. Pourcentage de production du pois chiche par continent en 2013 (FAO, 2016)

Les grands pays exportateurs sont l’Australie, le Mexique, la Turquie, le Canada, les Etats Unis alors que les plus importants pays importateurs sont, l’Inde, le Pakistan, l’Espagne, l’Algérie, le Bangladesh, l’Italie, l’Arabie Saoudite, la Jordanie, la Tunisie et le Royaume-Uni (AAC, 2006 ; FAOSTAT, 2014).

En 2016, l’Australie est le premier pays exportateur mondial de ce légume sec, il a atteint une production record de 1,2 million de tonnes, soit une hausse de 21%, selon le ministère australien de l’Agriculture. Cette production est exportée principalement vers l’Inde, le Pakistan et le Bangladesh (Le figaro et Agence France Presse, 2016).

4.3. Sur le plan agronomique

Le pois chiche est capable de fixer l’azote atmosphérique grâce à une relation symbiotique avec une bactérie du sol, *Rhizobium ciceris*. Il participe ainsi à fertiliser les sols pauvres, particulièrement dans les zones arides et les terres marginales en Afrique et en Asie (Saxena, 1990). Selon Tawaha *et al.* (2005). Très répandus dans les pays méditerranéens ; il permet en conséquence de réduire l’utilisation des engrais chimiques onéreux et néfastes pour l’environnement (David et Khan, 2001). Le pois chiche est une culture améliorante pratiquée en rotation avec le maïs ou le blé surtout dans les zones arides et semi-arides et les terres sablonneuses non irriguées (Winch, 2006).

5. Situation du pois chiche en Algérie

En Algérie, la culture du pois chiche est limitée au type kabuli et occupe la deuxième place après la fève (*Vicia faba* L.). Elle est surtout localisée dans les régions du Nord du pays à 150Km de la côte méditerranéenne (Maatougi et *al.*, 1996). Les différentes variétés locales qui constituent cette espèce sont représentées dans le tableau 02.

Tableau II. Variétés botaniques constituant l'espèce *C. arietinum* en Algérie (Laumont et Chevassus 1956).

Espèces	Variétés botaniques	Noms communs	Caractéristiques du grain
<i>Cicer arietinum</i>	<i>C. arietinum</i> var <i>edule</i>	Pois chiche comestible	Gros, blanc, rosé ; sphéroïde, plus ou moins ridé
	<i>C. arietinum</i> var <i>globulosum</i>	Pois chiche rond	Gros, blanc, jaunâtre ; rond ; plus ou moins ridé
	<i>C. arietinum</i> var <i>commune</i>	Pois chiche commun	Oblong, ridé, anguleux, blanc, jaunâtre à roux foncé
	<i>C. arietinum</i> var <i>dentatum</i>	Pois chiche denté	Grain voisin du pois chiche commun mais à grain noir mat

La production nationale pour cette légumineuse ne parvient pas à couvrir les besoins internes du pays et une telle situation a incité l'Etat à recourir à des importations importantes. En effet, en 2013 l'Algérie a importé une quantité de 108 956 tonnes contre une faible quantité de 22 tonnes qu'elle a pu exporter (FAOSTAT, 2016). Depuis l'indépendance jusqu'à l'année 2015, la plus grande quantité de pois chiche produite en Algérie est représentée par 35 118 tonnes obtenues sur une surface de 33 295 ha pendant l'année 2014. En 2015, même si une légère augmentation en rendement (10 690 hg/ha) est remarquée, en le cultivant sur une surface plus petite (29 000ha) que celle de l'année 2014, la quantité de pois chiche obtenue a rechuté atteignant une valeur de 31 000 tonnes (FAOSTAT, 2017) (Tableau 03).

Ce rendement non satisfaisant est obtenu malgré les efforts fournis par le gouvernement et les agriculteurs, portants d'une part sur l'augmentation de la quantité de graines semées qui a atteint sa plus grande valeur (3481 tonnes) en 1986 et d'une autre part, sur l'étalement de cette culture sur des surfaces plus importantes (Figure 04), dont la plus grande (69 620 hectares) est cultivée en 1987 (FAOSTAT, 2014).

Tableau III. Production du pois chiche en Algérie durant les années 2012-2015 (FAOSTAT, 2017)

Année	Surface en hectare (ha)	Production (en tonne)	Rendement en hectogramme/hectare (hg/ha)
2012	30562	27675	9055
2013	29320	34980	11930
2014	33295	35118	10548
2015	29000	31000	10690

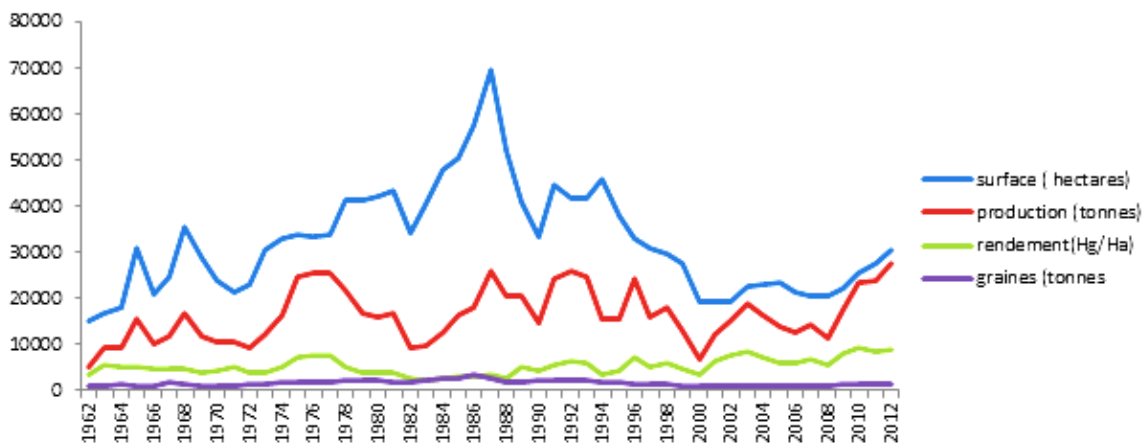
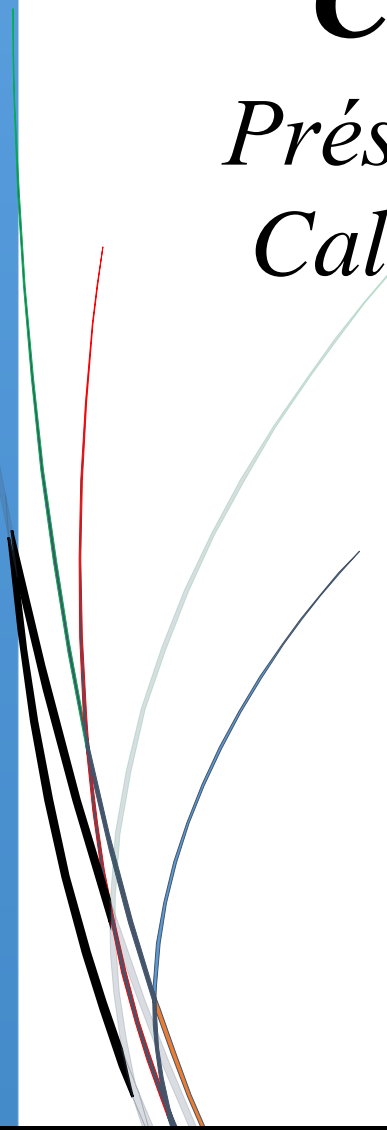


Figure 04. Situation agronomique du pois chiche en Algérie à travers le temps (FAOSTAT, 2014)

CHAPITRE II

*Présentation de l'insecte
Callorbochus chinensis*



1. Caractères généraux des Bruchidées

Les bruches sont des ravageurs notoires des denrées stockées avec un taux de croissance intrinsèquement élevé de ravageurs des graines entreposées (Tuda,2007). La famille des Bruchidae comprend deux groupes, le premier renferme les bruches se développant dans les champs, dans les graines encore vertes et qui ont 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 multiplient à l'intérieur des entrepôts, dans les graines sèches, elles ont plusieurs générations annuelles (espèces polyvoltines) c'est le cas de *Callosobruchus maculatus* (la bruche du niébé), *Callosobruchus chinensis* (la bruche chinoise), *Acanthos celidesobtectus* (la bruche du haricot), *Caryedon serratus* (la bruche de l'arachide) et *Bruchidus atrolineatus* (la bruche africaine du niébé) (Delobel et Tran, 1993). Les larves des bruches sont soit mobiles telle que celles d'*Acanthos celidesobtectus* (Goucem-Khelfane, 2014), ou immobiles telles que les larves de *C.chinensis* et de *C.maculatus*.

2. Présentation de la bruche chinoise

2.1. Origine et aire géographique

La bruche chinoise est d'origine asiatique, elle s'est répandue dans toutes les régions à climat chaud, peu répandue en Afrique, c'est le principal ennemi du pois chiche en Asie occidentale (Delobel et Tran, 1993).

2.2. Classification de l'espèce

Selon Balachowsky (1962), la position systématique de la bruche chinoise est la suivante :

Embranchement :	Arthropodes
Sous embranchement :	Trachéates
Classe :	Insectes
Sous classe :	Ptérygotes Néoptères
Division :	Endoptérygotes
Ordre :	Coléoptères
Sous ordre :	Phytophages
Famille :	Bruchidées
Genre :	<i>Callosobruchus</i>
Espèce :	<i>Callosobruchus chinensis</i> L.1758

2. 3. Description de l'espèce

2.3.1. Œuf

Les œufs sont semi ovoïdes, ils adhèrent solidement par leur face plane au tégument de la graine ne dépassant jamais 0,5 mm de long. Le nombre d'œufs pondus par la femelle varie suivant les facteurs climatiques, mais ne dépasse jamais 50 œufs (Fleurat Lessard, 1982) (Fig. 7.B).

2.3.2. Larve

La larve est de couleur blanche, mesure de 2.1 à 2.5 mm de long, il existe quatre stades larvaires (Delobel et Tran, 1993). Les larves des stades L₂, L₃ et L₄ sont très semblables mais les larves des deux derniers stades sont de taille plus importante (Fig. 6. C et D).

2.3.3. Nymphe

La pupa est de couleur blanche à jaunâtre. La tête, le thorax et l'abdomen sont bien visibles, elle mesure en moyenne 3,34 mm de longueur, et 1,67 mm de largeur. La période nymphale dure entre 6 et 7 jours (Kumar et al., 2009). (Fig. 6. E et F).

2.3.4. Adulte

La bruche chinoise est de taille plus réduite que les autres espèces de la famille des Bruchidées, elle est de 2,2 à 2,8 mm de longueur, elle a le corps plus ramassé et possède deux callosités nacrées à la base du prothorax, ce dernier est de forme conique et étranglée vers le tiers antérieur (Fleurat Lessard, 1982). Le pygidium est allongé, assez pointu recouvert d'une substance blanche et jaune. La face ventrale est noire avec de petites parties de poils blancs. Les fémurs postérieurs avec une dent simple au bord infero-externe (caractère du genre *Callosobruchus*) (Delobel et Tran, 1993). Les mêmes auteurs rajoutent que l'adulte est un bon voilier. Deux phéromones sexuelles sont sécrétées par la femelle : l'une est attractive, l'autre induit la copulation, elle est également sécrétée par le mâle, mais sans action sur la femelle (Delobel et Tran, 1993). (Fig. 6. A).

2.3.5. Dimorphisme sexuel

Chez la plupart des Coléoptères, il n'existe aucune différence extérieure visible entre les deux sexes mais, dans certains cas il y a des caractères sexuels secondaires qui peuvent être le propre soit du mâle, soit de la femelle. Chez la bruche chinoise il existe certaines différences morphologiques entre les deux sexes, tel qu'au niveau des antennes qui sont fortes et nettement plus longues et pectiformes chez le mâle (Fleurat Lessard, 1982). La coloration générale est brun-noir, avec des zones noires beaucoup plus étendues chez le mâle que chez la

femelle (Delobel et Tran, 1993). Ces antennes sont dentées et assez courtes chez la femelle (Bonnemaison, 1962) ou seulement épaissies chez les femelles (Balachowsky, 1962).



Figure 5. Deux individus, mâle (à droite), et femelle (à gauche) de *Callosobruchus chinensis* L. (Originale, 2019)

2.4. Biologie de la bruche chinoise

La bruche chinoise a la même biologie que la bruche du haricot selon Bonnemaison (1962) et Aguilard (1964). Les femelles pondent sur les gousses ou directement sur les graines, exceptionnellement sur la surface environnante et toujours isolément. Après éclosion de l'œuf apparaît une première larve L1, immobile. Après la mue, il apparaît une larve secondaire L2 incurvée, de 5 à 6 mm de long. Elle poursuit son développement dans une logette au dépend des matières amylacées de la graine (Alemayehu et Getu, 2013). La durée de l'évolution larvaire est variable, le minimum est de 18 à 20 jours, elle est de 18 jours dans le magasin chauffé (Delobel et Tran, 1993). Fleurat Lessard (1982) note que cette espèce peut avoir 5 à 6 générations, alors que Bonnemaison (1962) a observé 3 à 4 générations par an. Le cycle biologique est illustré sur la figure 6.

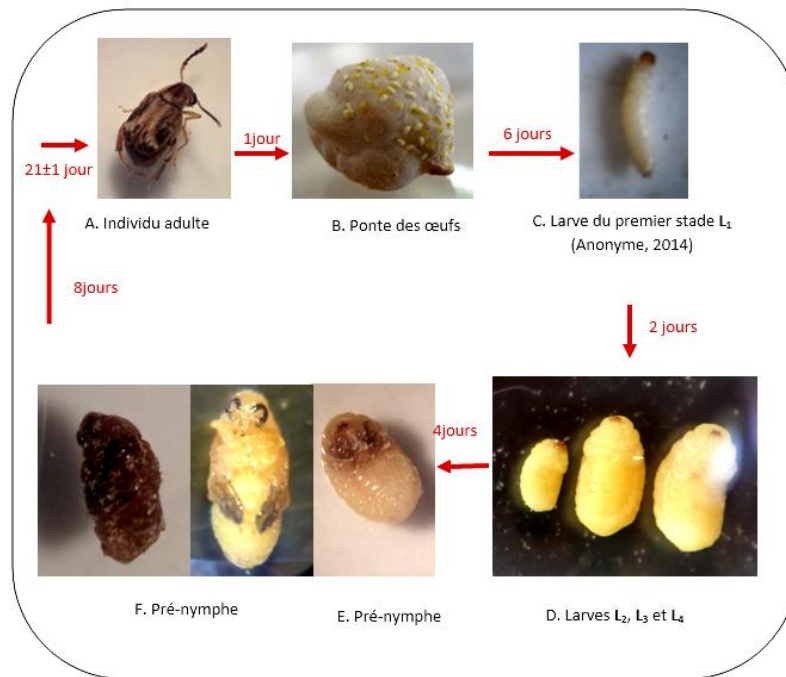


Figure 07: Cycle biologique de la bruche chinoise *C. chinensis* (Originale, 2019)

2.5. Dégâts

Les dégâts des bruches sont caractéristiques, se traduisant par les pertes de graines au cours de stockage. L'infestation des graines affecte leur valeur nutritive et leur qualité organoleptique et peut finalement rendre le stock inconsommable et non commercialisable (Mukendi et al.) (2016).

Scotti (1988) a montré que les pertes en poids des graines pouvaient être supérieures à 80% après six ou sept mois de stockage.

L'image 7 illustre les dégâts causés par la bruches chinoise durant notre expérience.



Figure 7. Grains de pois-chiche infestés par la *C.chinensis* (Originale, 2019)

2.6. Ecologie de l'espèce

Ces espèces possèdent la caractéristique remarquable de présenter un stade larvaire séminivore, au cours duquel les larves vont se développer en formant des galeries dans les graines. Les interactions entre bruches et angiospermes sont généralement assez spécifiques. Chaque espèce de bruches est spécialisée à une espèce (ou un groupe d'espèces) de légumineuses Hossaert-mckeyet Alvarez, (2003).

2.7. Moyens de lutte contre la bruche chinoise

Plusieurs méthodes de lutte sont utilisées dans les lieux de stockage, La lutte préventive consiste en une hygiène rigoureuse des moyens de transport, des locaux de stockage, des installations de la manutention et des machines de récolte. Il est important d'isoler les nouvelles récoltes des anciennes dans l'entrepôt (Kellouche, 2004).

La lutte biologique implique l'utilisation de parasitoïdes qui s'attaquent aux Bruchidés et qui sont pour la quasi-totalité des hyménoptères, ils s'attaquent aux œufs, aux larves et aux nymphes.

La lutte physique est un autre moyen pour lutter contre les ravageurs des dendrées stockées. Elle comprend l'emploi du froid, de la chaleur, de la radiation infra et ultrason, les ultraviolets et les rayons gamma (Southgate, 1983). D'après Fleurat Lessard (1978) et Scotti (1978) toutes les formes de ravageurs des dendrées stockées, se trouvant dans une masse de grains, sont éliminés après 10 minutes d'exposition à une température de 60°, sans aucune conséquence sur le pouvoir germinatif ni sur la qualité des grains.

Les pesticides biologiques ou biopesticides sont notamment utilisés. En effet, ils restreignent ou éliminent l'utilisation des pesticides chimiques, sont moins toxiques que les pesticides chimiques, diminuent les risques de développer de la résistance, ont une plus grande spécificité d'action et sont efficaces à des quantités très faibles (Sellami et *al.*, 1999).

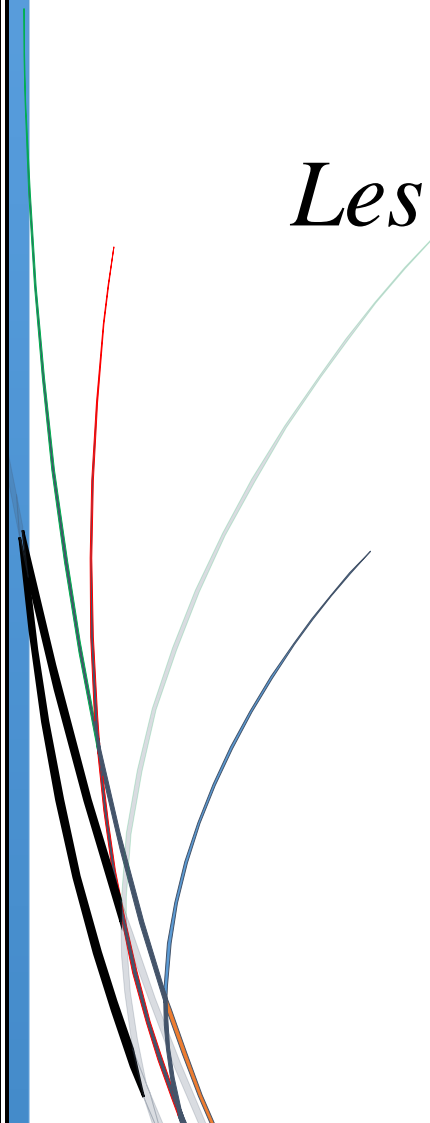
La lutte par les huiles végétales consiste à mélanger les semences de légumineuses à des huiles dans des proportions de 5ml/Kg, elle doit être appliquée sur des grains parfaitement secs et traités en petites quantités (de l'ordre de 30Kg). Le film d'huile enrobant les grains aurait un effet d'asphyxie des adultes et des œufs (Southgate, 1983).

Il y a notamment les huiles essentielles qui sont des produits de métabolisme secondaire des plantes; produites comme moyen de défense contre les agresseurs phytophages (Keita et al, 2001). Ce sont des biopesticides d'origine végétale qui ont prouvé leur efficacité en

laboratoire contre de nombreux ravageurs de denrées stockées (Keita et *al*, 2001 ; Kellouche et Soltani, 2004).

Chapitre III

Les huiles essentielles



Connues des civilisations anciennes et aujourd'hui scientifiquement reconnues, les huiles essentielles sont des extraits purs provenant d'une sécrétion naturelle élaborée par certaines plantes dites aromatiques pour se protéger des brûlures solaires (rayons ultra violets), des prédateurs et des maladies et également pour attirer les insectes pollinisateurs et se soigner des blessures (cicatrisation).

1. Définition

Une huile essentielle est une substance liquide, odorante, volatile, de consistance huileuse, offrant une forte concentration en principes actifs (Lardry et Haberkorn, 2007); elle représente l'essence de la plante, autrement dit son parfum (Bonnafous, 2013).

2. Répartition dans le règne végétal

Selon les botanistes, il existe au monde 800 000 à 1500 000 espèces végétales dont 10% seulement sont dites aromatiques. Les huiles essentielles n'existent quasiment que chez les végétaux supérieurs, elles appartiennent presque exclusivement à l'embranchement des Spermaphytes. Les genres qui sont capables de les élaborer sont rassemblés dans un nombre restreint de familles (Benazzeddine, 2010) telles que les : Lamiacées (Labiées), Pinacées (Conifères), Rutacées, Myrtacées, Poacées, Apiacées (Ombellifères), Lauracées, Astéracées(Composées), Pipéracées et Cupressacées.

3. Localisation dans la plante

Dans les plantes, les huiles essentielles peuvent être stockées dans différents organes végétaux, variant en fonction de la zone productrice du végétal (Lamendin, 2004 ; Rafi et al., 1995): sommités fleuries, feuilles, racines ou rhizomes, écorces, bois, fruits, graines (Lakhdar, 2015). Quelques plantes riches en huile essentielle sont présentées dans le tableau 4.

4. Caractéristiques physico-chimiques des huiles essentielles

- Les huiles essentielles sont liquides à température ambiante mais aussi volatiles du fait de leur masse moléculaire relativement faible, ce qui leur confère la propriété olfactive qui les différencie des huiles dites fixes (Bonnafous, 2013).
- Elles sont liposolubles et solubles dans les solvants organiques et les huiles végétales, entraînaibles à la vapeur d'eau mais très peu solubles dans l'eau (elles sont hydrophobes) (AFSSAPS, 2008).
- Elles présentent une densité généralement inférieure à celle de l'eau, et un indice de réfraction élevé (seules les huiles essentielles de Cannelle, Girofle et Sassafras sont plus denses que l'eau).

- Elles sont odorantes, et pour la plupart colorées (leur couleur varie selon la plante aromatique utilisée) (Lakhdar, 2015)
- Elles sont altérables et sensibles à l'oxydation ; par conséquent, leur conservation nécessite de l'obscurité et de l'humidité ; de ce fait l'utilisation de flacons en verre opaque est conseillée (Couic-Marinier et Lobstein, 2013).
- Elles sont inflammables et ne contiennent aucun corps gras (Bonnafous, 2013).

Tableau IV : Organes de certaines plantes riches en huiles essentielles (Garneau, 2005).

Organe	Exemple
Feuilles d'Angiospermes	Romarin, sauge, menthe
Feuille de Gymnospermes	Sapin, cèdre
Tiges	Citronnelle, lemongrass
Ecorces	Cannelier Angelica, vetiver
Rhizomes	Acorus, gingembre
Bulbes	Oignon, ail
Bois	Santal
Fruits	Bleuet, citron
Fleurs	Jasmin, rose, jasmin
Graines	Aneth, carvi

5. Les plantes aromatiques en Algérie

Les plantes aromatiques et médicinales (PAM) constituent une ressource naturelle renouvelable ; c'est-à-dire que l'apparition ou la disparition des plantes se fait périodiquement et continuellement dans des saisons définies par la nature (la biologie de la plante, l'écologie) (Khalfi-habes et *al.*, 2014).

Selon Mokkaïdem (1999), l'Algérie comprenait plus de 600 espèces de plantes aromatiques et médicinales. Malheureusement, ces ressources subissent des dégradations irréversibles, auxquelles on assiste aujourd'hui et ces dix dernières années, des dizaines de plantes médicinales et aromatiques ont disparu (Benziane et Ismail, 2001).

6. Généralités sur la menthe poivrée

6.1. Origine et culture

La menthe poivrée est originaire du Moyen-Orient et vraisemblablement d'Asie. En effet, elle se rencontre sur tous les continents et s'adapte à tous les climats hormis les plus extrêmes. Elle aime les terrains frais, argileux et calcaires (Zybak, 2000).

6.2. Description botanique

Mentha x piperita est un hybride issu d'un croisement spontané entre *Mentha aquatica* (La menthe aquatique) et *Mentha spicata* (la menthe verte), c'est à ce titre qu'une petite croix sépare le nom de genre (*Mentha*) du nom de l'hybride issu du croisement (*piperita*) (Baudoux, 2002). Elle doit son nom latin (*piperita*) à son odeur très caractéristique fortement poivrée et froide, en raison de l'huile essentielle que contiennent ses feuilles.

C'est une plante sauvage, herbacée vivace, qui appartient à la famille des Lamiacées. Elle est rampante, à tiges quadrangulaires, ascendantes, pouvant atteindre 1,20 m de haut ; ses feuilles sont opposées, ovales, aiguës et dentées, généralement d'une belle couleur verte, souvent ridées, parfois duveteuses, à partir desquelles se dégage une forte odeur caractéristique facilement reconnaissable. Les fleurs, qui poussent en grappes à l'aisselle des feuilles sont de couleur rose, les tiges sont de couleur pourpre (Morigane, 2007) (Fig08).



Figure 08. *Mentha x piperita* (Anonyme, 2013)

6.3. Systématique

Selon Cronquist (1981), la systématique de la menthe poivrée est la suivante :

Règne:	Plantes
Embranchement :	Cormophytes
Sous embranchement :	Angiospermes
Classe :	Magnoliopsidées
Sous classe :	Asteridées
Ordre :	Lamiales
Famille :	Lamiacées
Genre :	<i>Mentha</i>
Espèces :	<i>Mentha x piperita</i> . L 1753

6.4. Extraction

L'obtention d'un litre d'huile essentielle de menthe poivrée nécessite l'utilisation de 400 kg de feuilles de cette plante. Cependant, les feuilles de menthe de bonne qualité destinées à un usage pharmaceutique contiennent plus de 9 ml d'huile essentielle par Kg de feuilles sèches (Lorrain, 2013).

L'huile essentielle de la menthe poivrée est extraite des parties aériennes récoltées en Juin juste avant la floraison. La méthode la plus utilisée pour l'extraire est l'hydrodistillation.

6.5. Composition chimique

La composition chimique de l'huile essentielle extraite de *Mentha x piperita* est très complexe, elle a fait l'objet de plusieurs études. D'après Chialva et al. (1993) cité par Aflatuni (2005), plus de 200 constituants ont été identifiés.

Les principaux constituants sont : le menthol (monoterpénol) : 35 à 70 % et la menthone (cétone) : 20 à 30 %, et d'autres composés minoritaires tels que la menthofuranne : 1 à 2%, les monoterpènes : 2 à 18 %, les sesquiterpènes : 6 %, les esters (Acétate de menthyle) : 2 à 10 %, les oxydes (cinéole) : 5 à 10 %, entre autres (Abadlia et Chebbour, 2014).

7. Généralités sur la sauge officinale

7.1. Origine et culture

La sauge est une plante annuelle et bisannuelle d'origine méditerranéenne (Djerroumi et Nacef, 2004). *Salvia officinalis* L. est économiquement une des espèces les plus importantes du genre du *Salvia* et comprend près de 1000 espèces à travers le monde, et représente l'un des plus grands genres dans la famille des Lamiacées (Lakušić et al., 2013).

Cette plante vivace est originaire des régions méditerranéennes orientales. Elle préfère les terrains chauds et calcaires. Elle croit de manière spontanée et en culture de long de tout le bassin méditerranéen, depuis l'Espagne jusqu'à la Turquie, et dans le Nord de l'Afrique. Cette plante est assez commune en Algérie (cultivée) (Baba-Aissa, 2000).

En Algérie les espèces qui ont été déterminées sont de l'ordre d'une trentaine. Plusieurs appellations ont été données à la sauge. Selon Ibn El Beytar, les andalous la nomment «essalma » qui ajoute qu'elle est appelée « salbia » par les botanistes en Espagne. L'algérien indique l'expression « souekennebi » comme synonyme de saleme (Khireddine, 2013).

7.2. Description botanique

La sauge (Fig. 09) est un sous arbrisseau buissonnant formant une touffe pouvant atteindre 80 cm de haut ; les feuilles sont opposées, pétiolées à la base, de 3 à 10 cm de long sur 3 cm de large, elles sont de couleur vert grisâtre d'aspect velouté, les bords du limbe sont légèrement crénelés (Teuscher et al., 2005). Les fleurs sont de couleur bleu violacé et sont groupées par 3 à 5 en petites grappes verticillées. La corolle tubuleuse munie à sa base d'un anneau de poils bilabiée, la lèvre supérieure est presque droite. Les fruits sont des tétrakènes sphériques, de couleur brun foncé à noir (Bartels, 1997).



Figure 09. *Salvia officinalis* L (Anonyme , 2011)

7.3. Systématique

Selon Cronquist (1981) la systématique de la sauge officinale est la suivante :

Règne :	Plantes
Embranchement :	Cormophytes
Sous embranchement :	Angiospermes
Classe :	Magnoliopsides
Sous classe :	Asterides
Ordre :	Lamiales
Famille :	Lamiacées
Genre :	<i>Salvia</i>
Espèces :	<i>Salvia officinalis</i> L. 1753

Le nom du genre *Salvia* vient du latin *salvare* qui signifie «sauver» et «Guérir» (Pujuguet, 2008), est due aux propriétés curatives de la plante. Ce nom a été corrompu populairement Sauja et Sauge (la forme française), en vieil anglais, 'Sawge,' qui est devenu notre nom actuel de Sauge (Grieve, 1984).

7.4. Composition chimique de l'huile essentielle de la sauge officinale

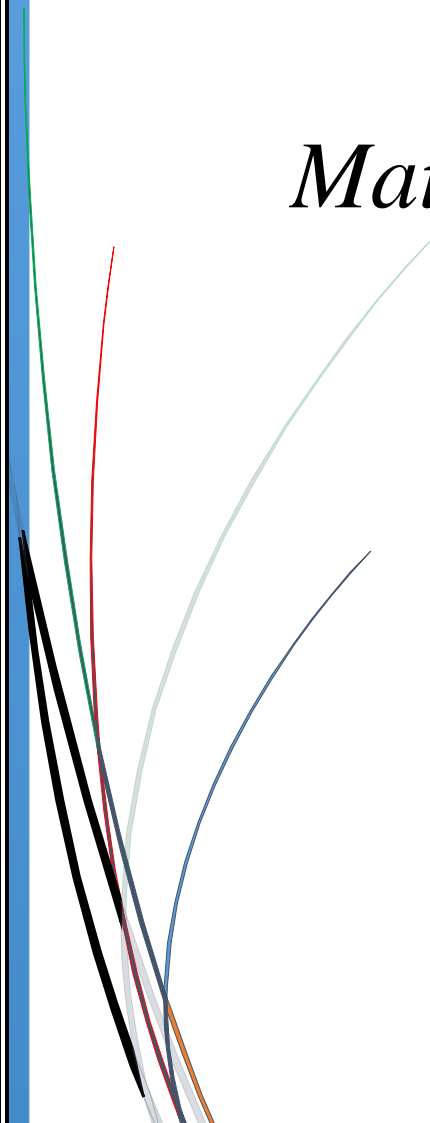
Selon Rguez et *al.* (2013), les principaux composés de l'huile essentielle de la sauge officinale obtenue par hydrodistillation des parties aériennes de la plante récoltée en Tunisie sont: le Comphor (24,53%), α -thujone (23,11%), 1,8-cineol (16,19%), β -thujone (6,73%), camphene (3,2%), humulene (2,77%), β -pinene (2,65%) et α -pinene (1,52%).



Partie Expérimentale

Chapitre IV

Matériels et méthodes



1. Matériel

1.1. Matériel de laboratoire

Afin de réaliser nos expériences en conditions de laboratoire plusieurs outils sont nécessaires ; nous avons utilisé le matériel suivant (Fig.. 10) :

- Une étuve réglée à une température de 28°C et à une humidité relative de 70±5 %, qui sont les conditions propices qui permettent d'assurer un développement rapide des bruches ;
- Une loupe binoculaire pour pouvoir observer aux deux grossissements ×10 et × 40 les insectes pour reconnaître les deux sexes et observer les différents stades de développement.
- Des boîtes en plastiques hermétiques pour les élevages de masse de l'insecte ;
- Des boîtes de Pétri en plastique de 9cm de diamètre pour réaliser les tests de répulsion des huiles essentielles ;
- Des bocaux en verre et du fil pour réaliser les tests de toxicité par inhalation des huiles essentielles ;
- Une pipette graduée (2ml de volume) ;
- Une micropipette pour évaluer les différentes doses d'huile essentielle (0,5-10µl de volume) ;
- Du papier filtre ;
- Des étiquettes.

1.2. Matériel biologique

1.2.1. Graines de pois chiche

Les graines de pois chiche utilisées pour l'élevage de masse des bruches proviennent du marché local, elles sont lavées et séchées avant l'utilisation.

1.2.2. Bruches

La souche d'origine de la bruche chinoise utilisée est issue d'un entrepôt de stockage local sur des graines de fève de la variété Séville. Les bruches soumises aux différents tests sont au stade adulte âgées de 0 à 24h, multipliées à partir des élevages de masse réalisés au niveau du laboratoire d'entomologie de l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.

1.2.3. Huiles essentielles utilisées

Les huiles essentielles testées durant cette étude proviennent du marché local. Ce sont des huiles de la menthe poivrée et de la sauge officinale récoltées en Algérie et extraites par hydrodistillation à partir des feuilles.



Étuve



Loupe binoculaire



Boîtes en plastiques



Boîte de Pétri



Bocal en verre



Papier filtre



Micropipette



Pipette 2ml

Figure 10. Matériel utilisé au laboratoire (Originale, 2019)

2. Méthodes

2.1. Elevage de masse

L'élevage de masse de *C. chinensis* est réalisé dans des boîtes en plastiques (1L de volume) contenant des graines de pois chiche saines auxquelles des graines de fève déjà infestées sont ajoutées et un nombre indéterminé d'adultes mâles et femelles nouvellement émergés. La figure 11 représente cet élevage.

Les boîtes sont maintenues à l'obscurité dans une étuve réglée à une température de $30\pm 1^\circ\text{C}$ et à une humidité relative de $70\pm 5\%$.

Le but de cet élevage est de produire suffisamment d'individus adultes âgés entre 0 à 24h, nécessaires pour conduire les tests de toxicité des huiles essentielles.



Figure 11. Elevage de masse de bruche chinoise (Originale, 2019)

2.2. L'effet insecticide des huiles essentielles de la menthe poivrée et la sauge officinale sur les adultes de *C. chinensis*

Deux tests différents sont réalisés avec les 2 huiles essentielles sur les adultes de *C. chinensis* âgés de 0 à 24h, l'un par inhalation et l'autre par répulsion.

2.2.1. Test par inhalation

Ce test consiste à étudier l'effet insecticide des huiles essentielles par inhalation avec différentes doses soit 2, 4, 6 et 8 μ l d'huile essentielle diluée dans 0,1 ml d'acétone sur les adultes de *C. chinensis* âgés de 0 à 24h.

Il est réalisé dans des bocaux en verre de 125ml de volume fermés hermétiquement. Des disques de papier filtre de 2,5cm de diamètre sont suspendus à la face interne du couvercle, et imprégnés avec une dose d'acétone (0,1ml) suivie d'une dose d'huile essentielle (2, 4, 6 et 8 μ l). L'acétone est laissé s'évaporer pendant dix minutes avant d'introduire ces disques dans les bocaux. Dans chaque bocal, dix (10) adultes sont introduits. Parallèlement un témoin n'ayant reçu qu'une dose d'acétone (0,1ml) sur le disque est réalisé. Quatre répétitions sont réalisées pour chaque dose et pour le témoin (Fig12).

Nous avons procédé au comptage des insectes morts soumis à l'expérimentation et ce après les temps d'exposition 1h, 2h, 3h, 4h, 6h, 24h, 48h, 72h et 96h.

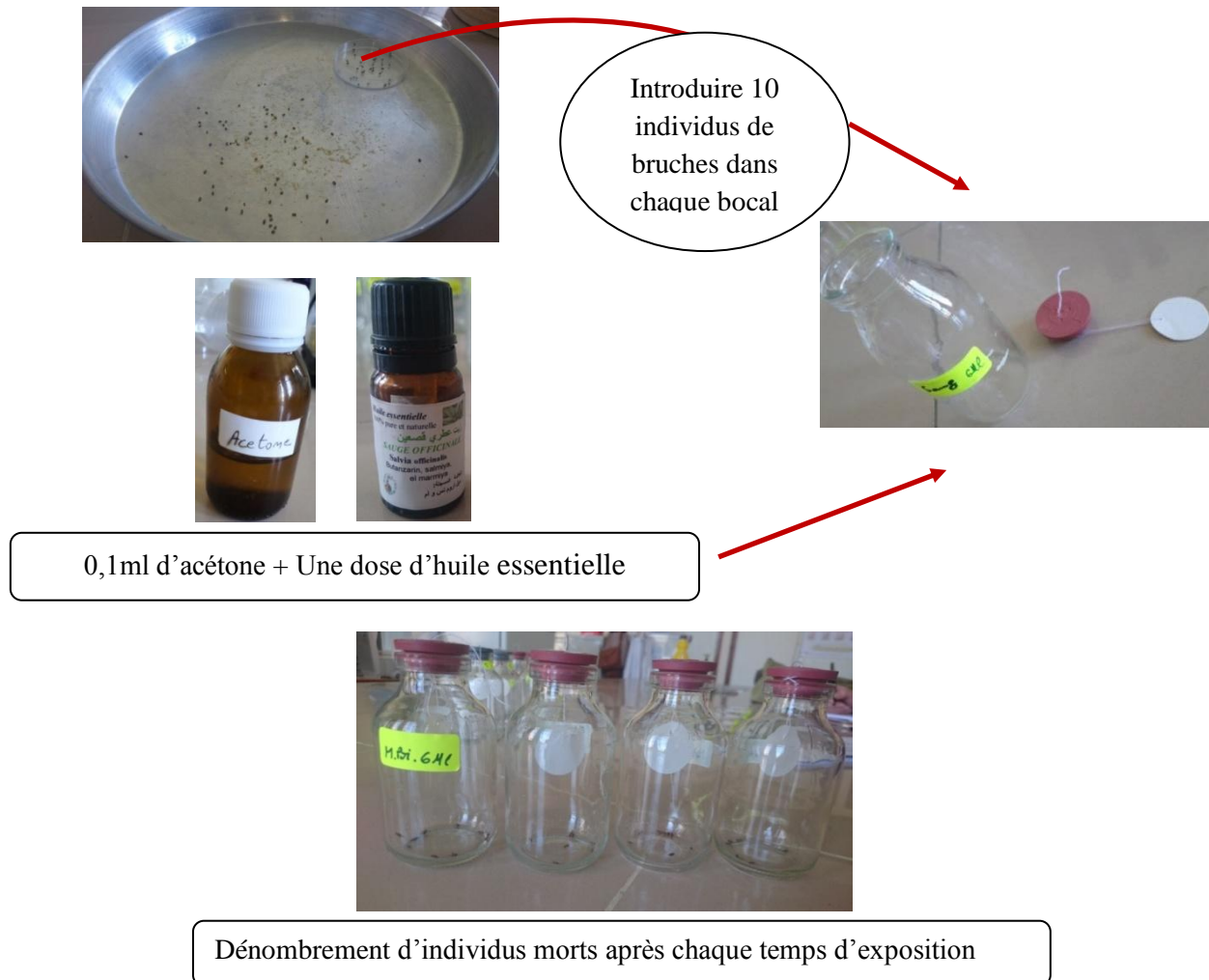


Figure 12. Dispositif expérimental du test par inhalation sur les adultes de *C. chinensis* traités à l'huile essentielle de la menthe poivrée et de la sauge officinale (Originale, 2019)

2.2.2. Test de répulsion

Ce test consiste à étudier l'effet répulsif des deux huiles essentielles sur les adultes *C. chinensis* âgés de 0 à 24h, en utilisant la méthode de la zone préférentielle sur papier filtre.

Elle consiste à découper en deux moitiés égales des disques de papier filtre de 9 cm de diamètre ; une moitié reçoit uniquement 0,25ml d'acétone (témoin) et l'autre moitié reçoit au même temps 0,25ml d'acétone additionné d'une dose des huiles essentielles étudiées (2, 4, 6 et 8 μ l).

Après évaporation de l'acétone (après 10 à 15 minutes), les disques sont reconstitués à l'aide d'une bande adhésive puis placés dans des boîtes de Pétri en plastique de 9cm de diamètre.

Un total de 10 adultes de *C. chinensis*, âgés de 0 à 24h sont introduits au centre de la boîte de Pétri refermée aussitôt. Quatre répétitions sont réalisées pour chaque dose.

Après 30 minutes de traitement, nous procédons au dénombrement des individus dans chacune des parties traitées et non traitées par l'huile essentielle.

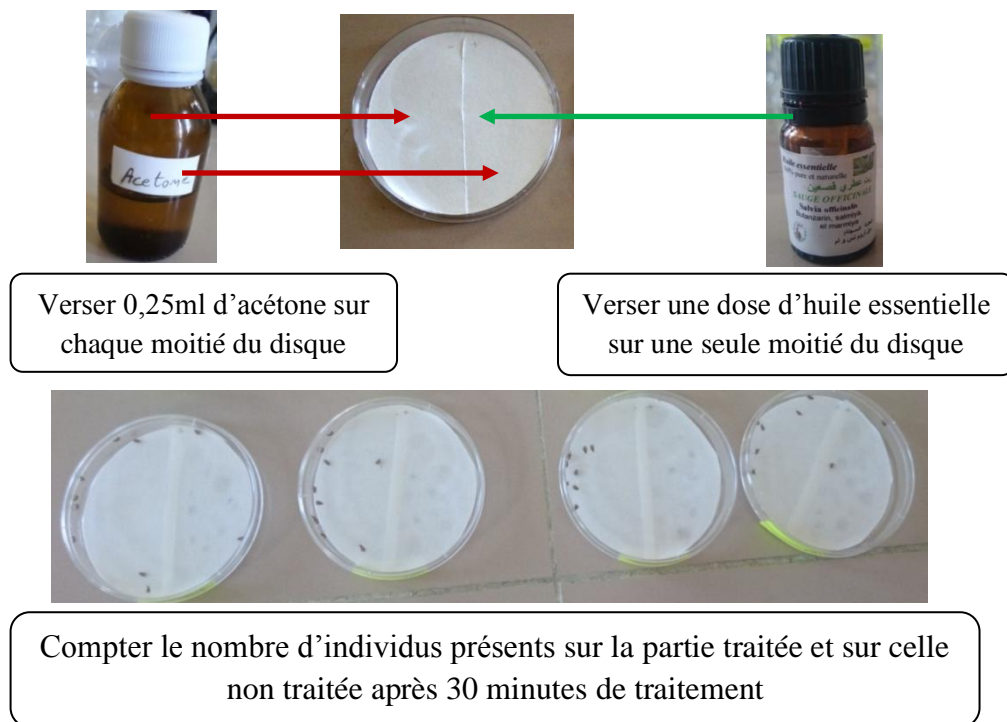


Figure 13. Dispositif expérimental du test de répulsion sur les adultes de *C. chinensis* traités à l'huile essentielle de la menthe poivrée et de la sauge officinale (Originale, 2019).

Le pourcentage de répulsion est calculé comme suit :

$$PR\% = \frac{(NC - NT)}{(NC + NT)} \times 100$$

NC : le nombre d'insectes présents sur la partie de disque traité uniquement avec de l'acétone. **NT** : représente le nombre d'insectes présents sur la partie de disque traité avec la solution (huile essentielle- acétone).

Le pourcentage de répulsion moyen pour chaque huile est calculé et attribué à l'une des différentes classes répulsives variant de 0 à V (MC DONALD *et al.*, 1970), qui sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau V : Pourcentage de répulsion selon le classement de Mc Donald *et al.* (1970).

Classe	Intervalle de répulsion	Propriété de la substance traitée
Classe 0	$PR \leq 0,1 \%$	Non répulsive
Classe I	$0,1 < PR \leq 20 \%$	Très faiblement répulsive
Classe II	$20 < PR \leq 40 \%$	Faiblement répulsive
Classe III	$40 < PR \leq 60 \%$	Modérément répulsive
Classe IV	$60 < PR \leq 80 \%$	répulsive
Classe V	$80 < PR \leq 100 \%$	Très répulsive

2.3. Calcul de la DL50 par inhalation

Afin d'évaluer le degré de toxicité des huiles essentielles de la menthe poivrée et de la sauge commune par inhalation après 96h d'exposition, nous avons procédé au calcul de la DL50. Celle-ci correspond à la dose létale qui tue 50% des individus de la population soumise à l'expérience.

L'efficacité des différentes doses sur la mortalité des individus de *C. chinensis* est exprimée en pourcentage de mortalité qui est corrigé par de la formule d'Abbot (1925) selon la formule suivante :

$$Mc = \frac{\%M \text{ traités} - \%M_{\text{témoin}}}{100 - \%M_{\text{témoins}}} \times 100$$

Mc : Mortalité corrigée

%M traité : Mortalité enregistrée dans les lots traités %

%M témoin : Mortalité enregistrée chez le témoin

La mortalité corrigée tient compte de la mortalité naturelle qui se produit dans les lots témoins. Dans notre cas la mortalité corrigée et la mortalité observée sont égales car nous n'avons observé aucun individu mort au niveau des témoins.

Les pourcentages des mortalités corrigées sont transformés en Probits et sont représentés graphiquement (courbe de régression) en fonction des logarithmes des doses afin d'estimer la dose létale 50 (DL50) des deux huiles.

3. Analyse statistique

Les résultats obtenus sont soumis à une analyse de la variance à trois critères de classification pour le test de l'inhalation et à deux critères de classification pour le test de répulsion à l'aide du logiciel StatBox version 6.4. Si cette analyse révèle des différences significatives, elle est complétée par le test de Newman et Keuls au seuil de signification de 5% pour la comparaison multiple des moyennes.

Lorsque la probabilité (P) est :

$P > 0.05$, il n'y a pas de différence significative.

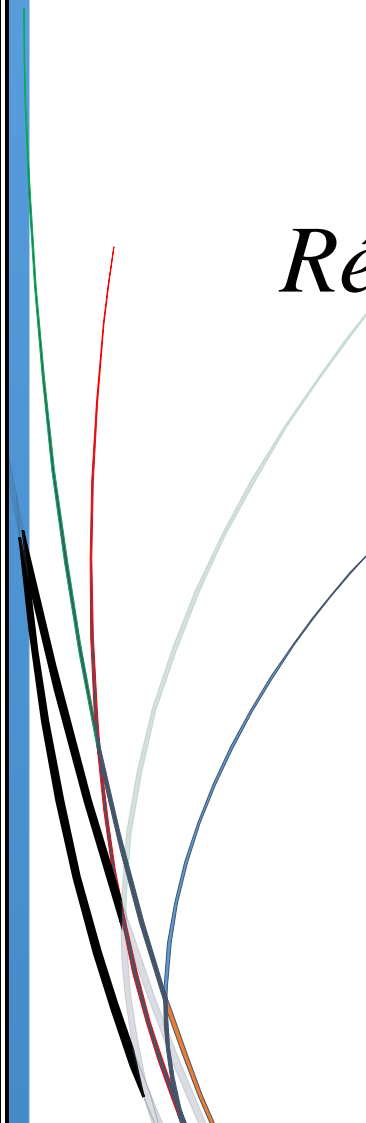
$0.01 < P \leq 0.05$, il y a une différence significative.

$0.001 < P \leq 0.01$, il y a une différence hautement significative.

$P \leq 0.001$, il y a une différence très hautement significatives.

Chapitre V

Résultats et discussion



1. Activité insecticide des huiles essentielles par inhalation

1.1. L'huile essentielle de la menthe poivrée

Les résultats de l'activité insecticide de l'huile essentielle de la menthe poivrée à l'égard des adultes de *C. chinensis* sont représentés dans la figure suivante :

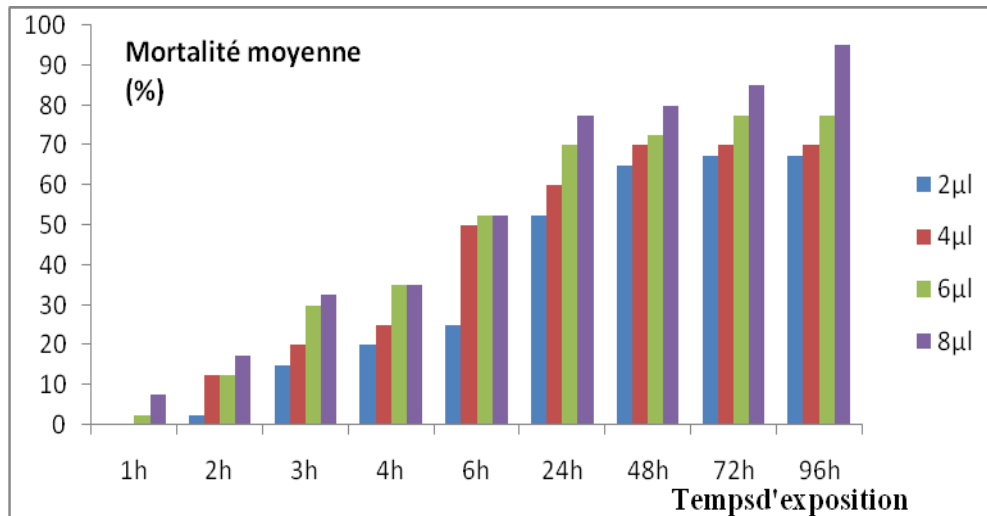


Figure 14. Taux moyens de mortalité des adultes de *C. chinensis* traités avec différentes doses de l'huile essentielle de menthe poivrée par inhalation

D'après ces résultats, nous remarquons que la mortalité moyenne des adultes de *C. chinensis* augmente avec l'augmentation de la dose et de la durée d'exposition à l'huile essentielle de la menthe poivrée utilisée par inhalation.

Après 1heure d'exposition, nous avons enregistré un taux de mortalité nul chez les individus de *C. chinensis* traités à la dose 2µl et 4µl. C'est à partir de la dose 6µl que nous avons constaté un taux de mortalité moyen de 2,5% ; celui-ci augmente à la dose 8µl pour atteindre 7,5%. Ces taux augmentent progressivement pour atteindre la valeur de 77,5% à la plus forte dose après 24h d'exposition. Une mortalité maximale (95%) des individus soumis au traitement est enregistrée après 96h d'exposition.

1.2. L'huile essentielle de la sauge officinale

Les résultats de l'activité insecticide de l'huile essentielle de la sauge officinale sur les adultes de *C. chinensis* sont représentés dans la figure 15.

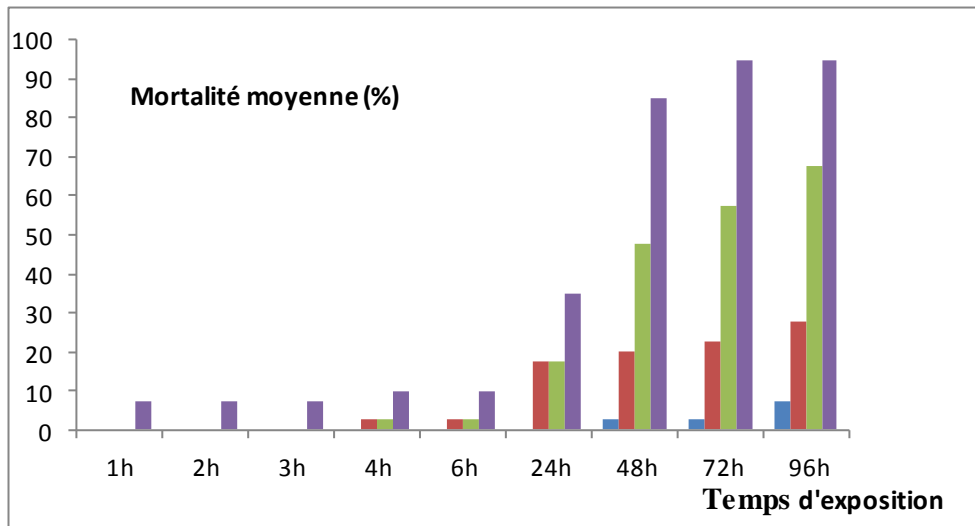


Figure 15. Taux moyens de mortalité des adultes de *C. chinensis* traités avec différentes doses de l'huile essentielle de la sauge officinale par inhalation

Au bout de 3 heures d'exposition, l'effet de l'huile essentielle de la sauge officinale est faible ; en effet, nous avons enregistré un taux de mortalité nul chez les individus de *C. chinensis* traités avec l'huile essentielle de sauge aux doses de 2µl, 4µl et 6µl ; c'est à la dose 8µl que nous avons constaté un taux de mortalité moyen de 7,5%. Ces taux augmentent progressivement pour atteindre 7,5%, 27,5%, 67,5% et 95% respectivement pour les doses 2µl, 4µl, 6µl et 8µl après 96h.

D'après nos résultats, l'huile essentielle de la menthe poivrée a un effet insecticide plus important que l'huile essentielle de la sauge officinale à l'égard des adultes de *C. chinensis* âgés de 0 à 24h.

D'ailleurs, l'analyse de la variance à trois critères de classification au seuil de signification de 5%, montre des différences très hautement significatives ($P=0$) entre les deux huiles essentielles (Annexe, Tab. 1). La comparaison des moyennes par le test de Newman et Keuls classe l'huile essentielle de la menthe poivrée dans le groupe A enregistrant une mortalité moyenne de 35,667% et l'huile essentielle de la sauge commune dans le groupe B (14,5%) (Annexe, Tab. 2).

Concernant le facteur dose, l'analyse de la variance à trois critères de classification au seuil de signification de 5%, montre des différences très hautement significatives ($P=0$) entre les différentes doses testées (Annexe, Tab. 1). Le test de NEWMAN et KEULS a réparti ces

différentes doses dans 4 groupes homogènes comme suit : la dose 8 μ l est la plus efficace avec une moyenne de 57,917% dans le groupe A, suivie de la dose 6 μ l dans le groupe B dont la moyenne est de 42,639%, en suite la dose 4 μ l dans le groupe C avec une moyenne de 20,278% et enfin les deux doses 2 μ l et 0 μ l les moins efficaces avec des moyennes respectives de 4,583% et 0% ont été mises dans un seul groupe homogène D (Annexe, Tab. 3).

Pour le facteur temps, l'analyse de la variance à trois critères de classification au seuil de signification de 5%, montre des différences très hautement significatives ($P=0,00008$) entre les différents intervalles de temps (Annexe, Tab. 1). La comparaison des moyennes par le test de Newman et Keuls classe ces intervalles de temps en 3 groupes homogènes A, B et C. Les intervalles 1h, 2h, 3h, 4h et 6h sont représentés dans le groupe homogène C avec des moyennes allant de 15,75% à 19,75%. L'intervalle 24h est contenu dans les deux groupes B et C représentant une moyenne de 26,25%, l'intervalle 48h appartient à 3 groupes A, B et C avec une moyenne de 33,75%. La durée d'exposition de 72h est classée dans les groupes A et B enregistrant une moyenne de 36,75% et le temps d'exposition le plus long de 96h est attribué au groupe A enregistrant un maximum de mortalité soit 43% en moyenne (Annexe, Tab. 4).

1.3. Estimation de la DL50 par inhalation

Nous avons procédé à l'évaluation de la DL50 pour les deux huiles essentielles de la menthe poivrée et de la sauge commune, c'est la dose induisant la mort de 50% des individus traités par inhalation après 96h d'exposition ; les résultats obtenus sont représentés dans les (figu16) et (fig17).

1.3.1. La DL50 de l'huile essentielle de la menthe poivrée

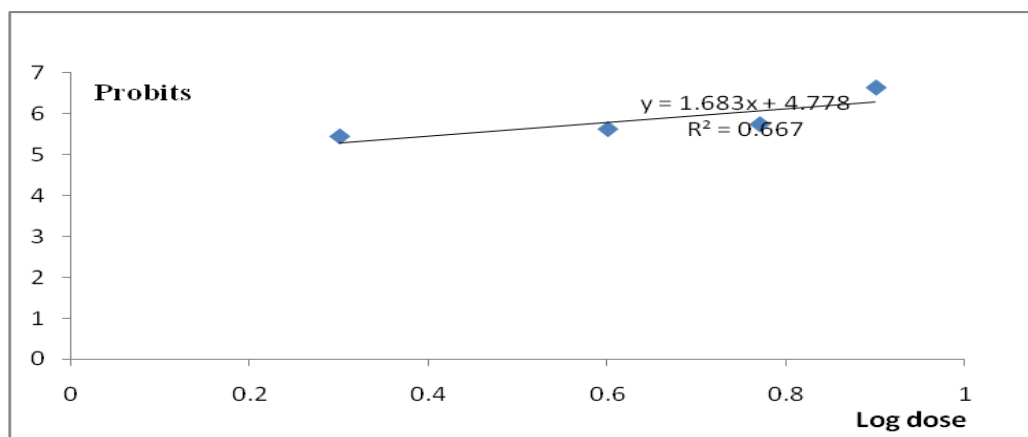


Figure 16. Droite de régression des Probits en fonction des logarithmes des doses (2 μ l, 4 μ l, 6 μ l et 8 μ l) après 96h d'exposition à l'huile essentielle de la menthe poivrée par inhalation.

En remplaçant y par 5 (probit de 50% de mortalité) dans l'équation de la courbe de régression, nous déduisons la valeur de x, qui est de 0,132. La DL50 est la valeur $\text{Inv } 10^x$, elle est de 1,35 μl après 96h d'exposition aux différentes doses (2 μl , 4 μl , 6 μl et 8 μl) de l'huile essentielle de la menthe poivrée.

1.3.2. La DL50 de l'huile essentielle de la sauge officinale

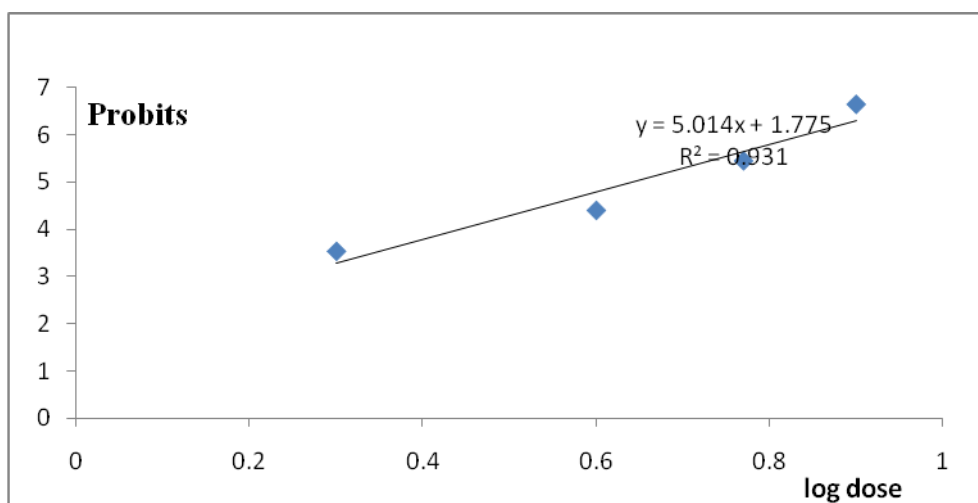


Figure 17. Droite de régression des probits en fonction des logarithmes des doses (2 μl , 4 μl , 6 μl et 8 μl) après 96h d'exposition à l'huile essentielle de la sauge officinale.

Pour l'huile de la sauge officinale, Y prend la valeur de 5 (probit de 50% de mortalité) dans l'équation de la courbe de régression, x est de 0,643. La DL50 est de 4,39 μl après 96h d'exposition aux différentes doses (2 μl , 4 μl , 6 μl et 8 μl) de l'huile essentielle.

Le calcul de la DL50 a permis de confirmer l'effet toxique supérieur de l'huile essentielle de la menthe poivrée puisque sa DL50 de 1,35 μl est nettement inférieure à celle de la sauge officinale (DL50=4,39 μl).

2. Activité insecticide des huiles essentielles par répulsion

2.1. L'huile essentielle de la menthe poivrée

L'évaluation de l'effet répulsif de l'huile essentielle de la menthe poivrée à l'égard des adultes de *C. chinensis* après 30 minutes d'exposition aux différentes doses (2 μl , 4 μl , 6 μl , 8 μl), est représentée dans la figure 17.

Nous constatons que les taux de répulsion de l'huile essentielle de menthe poivrée à l'égard des adultes de *C. chinensis* varient selon les doses ; il est de 45% à la dose de 2 μl , il augmente graduellement pour enregistrer une valeur maximale de 80% à la dose de 8 μl .

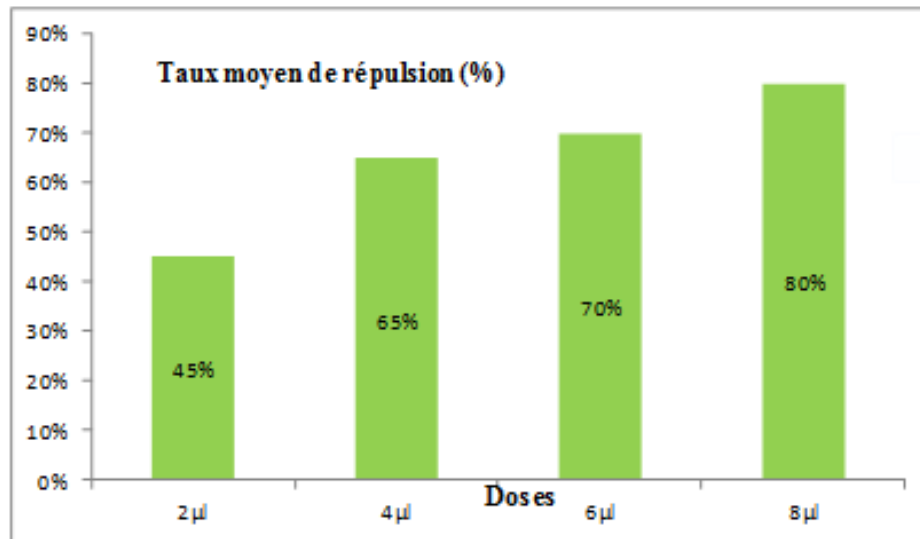


Figure 18. Taux moyens de répulsion de l'huile essentielle de menthe poivrée à l'égard des adultes *C. chinensis* après 30 minutes d'exposition aux différentes doses (2µl, 4µl, 6µl et 8µl).

Selon le classement de Mc Donald et *al.* (1970), l'huile essentielle de menthe poivrée est répulsive et appartient à la classe IV avec un taux de répulsion moyen de 65% (Tab. 06).

Tableau 06 : Le nombre d'individus de *C. chinensis* présents dans la partie traitée et non traitée avec l'huile essentielle de menthe poivrée par répulsion.

Huile essentielle	Doses (µl)	Nombre d'individus		Pourcentage de répulsion
		Dans la partie non traitée	Dans la partie traitée	
Menthe poivrée	2	29	11	45%
	4	33	7	65%
	6	34	6	70%
	8	36	4	80%
Taux moyen de répulsion	65%			
Classe	Classe IV			
Effet	Répulsive			

2.2. L'huile essentielle de la sauge officinale

L'évaluation de l'effet répulsif de l'huile essentielle de la sauge à l'égard des adultes de *C. chinensis* après 30 minutes d'exposition aux différentes doses (2 μ l, 4 μ l, 6 μ l, 8 μ l), est représentée dans la figure 18.

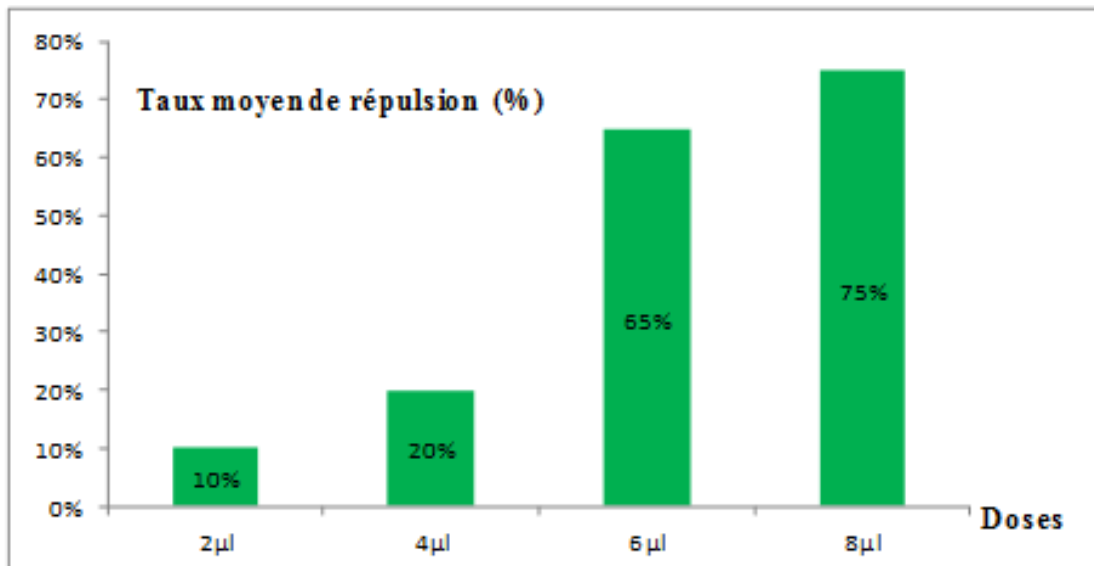


Figure 18. Taux moyens de répulsion de l'huile essentielle de sauge officinale à l'égard des adultes de *C. chinensis* après 30 minutes d'exposition aux différentes doses.

Nous constatons que les taux de répulsion de l'huile essentielle de sauge à l'égard des adultes de *C. chinensis* varient selon les doses ; il est de 10% à la dose de 2 μ l, il augmente graduellement pour enregistrer une valeur maximale de 75% à la dose de 8 μ l.

Selon le classement de Mc Donald et *al.* (1970), l'huile essentielle de la sauge officinale est modérément répulsive et appartient à la classe III avec un taux de répulsion moyen de 42,5% (Tab. 07). Elle est moins répulsive comparativement à l'huile essentielle de la menthe poivrée.

Tableau 07 : Le nombre d'individus de *C. chinensis* présents dans la partie traitée et non traitée avec l'huile essentielle de sauge officinale par répulsion.

Huile essentielle	Doses (µl)	Nombre d'individus présents		Pourcentage de répulsion
		Dans la partie non traitée	Dans la partie traitée	
Sauge officinale	2	22	18	10%
	4	24	16	20%
	6	33	7	65%
	8	35	5	75%
Taux moyen de répulsion	42,5%			
Classe	Classe III			
Effet	Modérément répulsive			

L'analyse de la variance à deux critères de classification au seuil de signification de 5%, montre des différences significatives ($P=0,04$) entre les deux huiles essentielles (Annexe, Tab. 5). La comparaison des moyennes par le test de Newman et Keuls classe l'huile essentielle de la menthe poivrée dans le groupe A ayant une répulsion moyenne de 65% et l'huile essentielle de la sauge commune dans le groupe B (46,25%) (Annexe, Tab. 6).

Pour le facteur dose, l'analyse de la variance à deux critères de classification au seuil de signification de 5%, montre des différences hautement significatives ($P=0,005$) entre les différentes doses testées (Annexe, Tab. 5). Le test de NEWMAN et KEULS a réparti ces différentes doses dans 3 groupes homogènes comme suit : la dose 8µl est la plus efficace avec une moyenne de 77,5% dans le groupe homogène A, suivie de la dose 6µl classée dans les deux groupes homogènes A et B dont la moyenne est de 67,5%, puis la dose 4µl dans les deux groupe B et C représentant une moyenne de 45% et enfin la dose 2µl la moins efficace avec une moyenne de 32,5% est placée dans le groupe homogène C (Annexe, Tab. 7).

Discussion

L'objectif principal de notre travail étant de lutter contre la bruche chinoise *C. chinensis* qui est un ravageur potentiel des légumineuses dans les stocks à l'aide de moyens naturels de protection en utilisant les huiles essentielles des plantes aromatiques locales. Deux huiles essentielles ont été testées sur les adultes de *C. chinensis* : l'huile essentielle de la menthe poivrée et l'huile essentielle de la sauge officinale.

Cette étude est réalisée à travers deux tests en utilisant différentes doses pour les deux huiles essentielles (2 μ l, 4 μ l, 6 μ l et 8 μ l) ; un test par inhalation pour évaluer la mortalité des adultes *C. chinensis* et l'autre par répulsion afin constater l'effet répulsif des deux huiles.

Les résultats obtenus montrent nettement que les deux huiles essentielles ont révélé un effet insecticide significatif sur les adultes de *C. chinensis* au fur et à mesure que la dose et le temps d'exposition augmentent.

Dans notre cas, l'huile essentielle de la menthe poivrée s'est avérée la plus efficace, elle cause la mort des bruches après une exposition de 96h, à la plus forte dose (8 μ l). Ce résultat s'accorde avec ceux obtenus sur la bruche de la fève (bruche monovoltine) par Aissat et Berkane (2014) qui ont montré que l'huile essentielle de la menthe poivrée a un effet insecticide par inhalation. En effet dans les lots traités à la plus faible dose (40 μ l), la mortalité des adultes de *B. rufimanus* augmente au fur et à mesure que les doses et le temps d'exposition augmentent jusqu'à atteindre une mortalité totale (100%) à la plus forte dose (100 μ l) après 6h d'exposition.

Des études similaires ont été réalisées par El Idrissi et *al.* (2014) sur une autre bruche monovoltine, ils ont mis en évidence l'effet toxique de deux huiles essentielles de Lamiacées (*Origanum majorana* L. et *Salvia officinalis* L.) à l'égard des adultes de *Bruchus lentis*. La survie des adultes diminue au fur et à mesure que la concentration (5, 10, 15, 20, 25 et 30 μ l/l d'air) des huiles essentielles augmente. Les temps de survie de 50% des adultes exposés aux différentes concentrations des huiles essentielles varient de 1 à 4 jours.

Ouchekdhidh-Ourliissene (2014) a démontré l'action des huiles essentielles de trois Lamiacées à l'égard de la bruche du haricot *A. obtectus* (polyvoltine). L'huile essentielle du thym s'est révélée la plus efficace en enregistrant une mortalité moyenne de 70.62 % pour toutes les doses et durées d'exposition, suivi de celle la menthe avec une moyenne de 59.68%, puis le romarin avec un taux moyen de mortalité de 57.18%.

Nos résultats ont montré que l'huile essentielle de la sauge officinale semble agir lentement sur la mortalité des adultes de *C. chinensis* avec une DL50 égale à 4,39 μ l à 96h d'exposition contrairement à l'huile essentielle de la menthe poivrée qui présente une DL50 de 1,35 μ l, nettement inférieure. Selon Papachristos et Stamopoulos (2002a), sur 13 huiles essentielles testées par fumigation contre les adultes d'*A. obtectus*, c'est surtout les espèces de Lamiacées qui sont les plus toxiques : les mâles sont plus sensibles que les femelles avec des valeurs de la CL50 de 1,1 ; 1,2 ; 1,6 et 2,1 μ l/Lair pour les huiles essentielles de *Mentha microphylla*, *M. viridis*, *L. hybrida* et *R. officinalis*. Les femelles semblent être moins sensibles avec une CL50 de 2,3 ; 3,3 ; 4,4 et 5,1 μ l/Lair respectivement pour *L. hybrida*, *R. officinalis*, *M. viridis* et *M. microphylla*.

La toxicité des huiles essentielles sur les insectes est induite par l'action de leurs composés majoritaires (Seri-Kouassi et al., 2004). D'après Abadlia et Chebbour (2014), l'huile essentielle de la menthe poivrée est majoritairement composée de menthol (38,51%) et de menthone (23,01%) et du 1,8 cinéole (3,65%) qui pourraient être à l'origine de l'effet létal élevé qu'exerce cette huile sur la bruche chinoise. En effet, de nombreux travaux ont mis en évidence l'action des huiles essentielles sur les adultes d'espèces différentes de ravageurs des grains stockés. A cause de leur volatilité importante, les huiles essentielles et leurs constituants, essentiellement des monoterpènes, exercent des effets insecticides et réduisent ou perturbent la croissance de l'insecte à différents stades de leur vie (Weaver et al., 1991 ; Konstantopoulou et al., 1992 ; Regnault-Roger et Hamraoui, 1994). Leurs efficacités varient en fonction du profil phytochimique des extraits des plantes et de la cible entomologique (Regnault-Roger et al., 2012).

L'activité répulsive des deux huiles essentielles testées à l'égard des adultes de *C. chinensis* augmente au fur et à mesure que les concentrations de l'huile essentielle augmentent variant de 45% à 80% pour l'huile essentielle de la menthe poivrée dont le taux moyen de répulsion est de 65%, et de 10% à 75% pour l'huile essentielle de la sauge officinale avec un taux moyen de répulsion de 42,5%.

Nos résultats s'accordent avec ceux de Kumar et al. (2009) qui ont observé un taux de répulsion de l'huile essentielle de *Mentha longifolia* (Lamiacées) de 85% contre les adultes de la bruche chinoise (*C. chinensis*).

Nos résultats concordent également avec ceux trouvés par Aissat et Berkane (2014) qui constatent que l'huile essentielle de la menthe poivrée a montré une activité répulsive avec un taux moyen de répulsion de 51,5% à l'égard de la bruche de la fève.

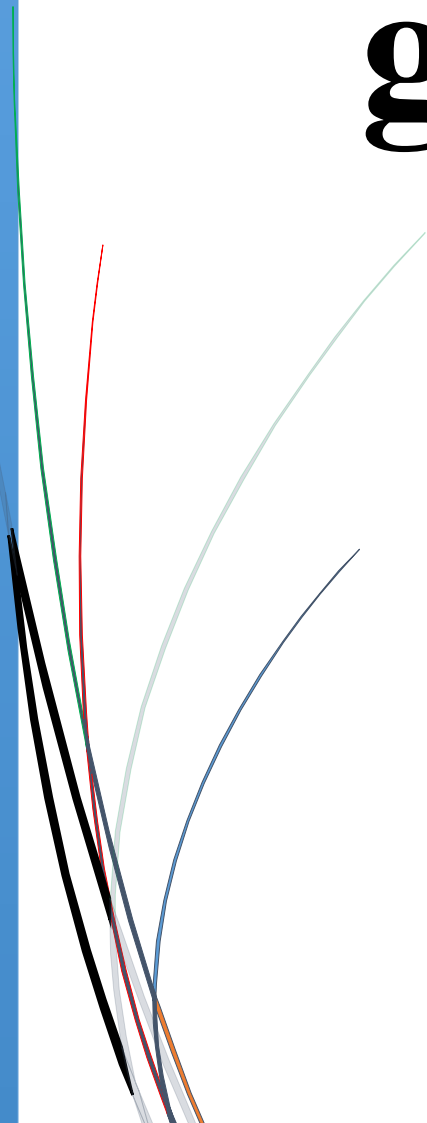
Ouchekdhidh-Ourlissene (2014) a montré l'activité répulsive des huiles essentielles extraites de la menthe poivrée, du thym et du romarin à l'égard de la bruche du haricot *Acanthoscelides obtectus*. L'auteur a enregistré les taux de répulsion les plus élevés pour le thym et la menthe poivrée qui sont de 71.25% et 68.75% respectivement. Le taux de répulsion obtenu pour la menthe poivrée est nettement supérieur à celui que nous avons obtenu sur *C. chinensis* ce qui pourrait être expliqué, par les doses plus élevées testées par cet auteur (10µl, 20µl, 30µl et 40µl).

Des travaux similaires réalisés par Goucem-Khelfane (2014) sur l'effet par répulsion des huiles essentielles de neuf plantes aromatiques contre *A. obtectus* font ressortir que les huiles essentielles de *Laurus nobilis*, *Mentha piperita*, *Lavandula angustifolia*, *Citrus reticulata* et *Citrus aurantium ssp. bergamia* sont répulsives avec des taux respectifs de 73.75, 71.25%, 63.75%, 63.75% et 61.78% et les huiles essentielles de *Thymus saturioides* (53.75%), *Eucalyptus globulus* (51.25%) et *Citrus limonum* (43.75%) sont moyennement répulsive.

Regnault-Roger et Hamraoui (1994) ont testé l'efficacité des huiles essentielles extraites de vingt-quatre plantes aromatiques de plusieurs familles sur la bruche *A. obtectus*. Les résultats ont montré que les huiles de sept plantes de la famille des Lamiacées (*Thymus serpyllum*, *Origanum vulgare*, *Satureia hortensis*, *Lavandula angustifolia*, *Rosmarinus officinalis*, *Origanum majorana*, *Ocimum basilicum*) et *Petroselinum sativum* de la famille des Apiacées sont les plus toxiques provoquant une mortalité de 100% après 1-4 jours d'exposition, et à faible dose soit $10^{-2} \mu\text{l}/\text{cm}^3$, *Thymus vulgaris* et *Salvia officinalis* (Lamiacées), *Laurus nobilis* et *Cinnamomum verum* (Lauracées) provoquent une mortalité de 100% après 2-6 jours d'exposition, à la dose de $5 \cdot 10^{-2} \mu\text{L}/\text{cm}^3$.

Notre étude fait ressortir que l'huile essentielle de *M. piperita* est la plus toxique par inhalation, comparée à l'huile essentielle de *S. officinalis* et exhibe au même temps des effets répulsifs notoires vis-à-vis de la bruche chinoise.

Conclusion générale



Conclusion

Notre travail constitue une première contribution à l'étude d'un insecte ravageur de légumineuses vivrières, la bruche chinoise *Callosobruchus chinensis*, et fournit des éléments qui pourraient servir dans la recherche d'alternatives à la lutte par les insecticides chimiques contre ce ravageur des grains de pois-chiche dans les stocks.

Les résultats obtenus au laboratoire ont permis de révéler l'effet insecticide de deux huiles essentielles appartenant à la famille des Lamiacées, la menthe poivrée et la sauge officinale. En effet deux tests, ont été réalisés sur des individus adultes, un premier test par inhalation et un autre par répulsion, révélant chacun les propriétés insecticides exercées de ces deux huiles sur la bruche chinoise.

Nous avons pu constater que les moyennes de mortalité augmentent avec l'augmentation de la dose et de la durée d'exposition pour les deux huiles. Une mortalité maximale de 95% des individus de *C.chinensis* soumis au traitement, par inhalation, est enregistrée à la dose de 8 μ l et au bout de 96h d'exposition. Notons que l'huile essentielle de la menthe poivrée s'est révélée avoir un effet insecticide plus rapide, et un effet répulsif plus important que la sauge officinale.

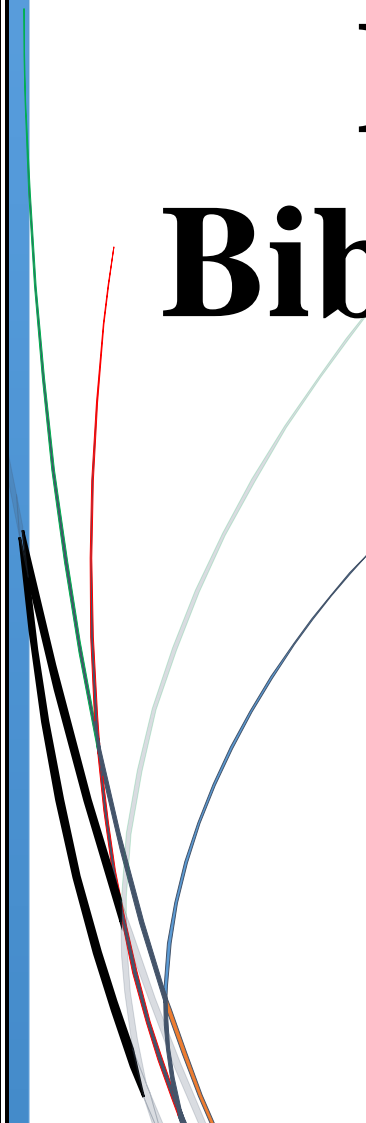
En effet, L'évaluation de la DL50 a permis de confirmer l'effet toxique supérieur de l'huile essentielle de la menthe poivrée puisque sa DL50 de 1,35 μ l est nettement inférieure à celle de la sauge officinale DL50=4,39 μ l.

Selon le classement de Mc Donald et *al.*, 1970, l'huile essentielle de menthe poivrée est répulsive avec un taux de répulsion moyen de 65%, tandis que l'huile essentielle de la sauge officinale est modérément répulsive avec un taux de répulsion moyen de 42,5%.

L'ensemble des résultats obtenus lors de ce travail pourrait constituer des solutions alternatives ou complémentaires à l'utilisation des pesticides d'origine chimique pour la protection des grains stockés de pois chiche.

Plusieurs perspectives de recherche peuvent être dégagées de notre travail, telles que l'extraction des huiles essentielles à partir de plantes aromatiques locales, l'étude et l'identification de leurs principes actifs. Il serait également intéressant d'évaluer l'activité insecticide des composés majeurs des huiles essentielles sur la bruche du pois-chiche et leurs effets antagonistes.

Le développement de bioinsecticides extraits de plantes s'inscrit dans le cadre de l'agriculture et du développement durable. L'Algérie recèle une flore abondante et diversifiée susceptible de fournir de nouvelles solutions pour la protection des ressources alimentaires contre les ravageurs.



Références Bibliographiques

Références bibliographiques

- Abadlia M. & Chebbour A. H. 2014.** Etude des huiles essentielles de la plante *Mentha*
- Aflatuni, A. 2005.** The yield and essential oil content of mint (*Mentha* spp.) in Northern
- Agence Française de Sécurité Sanitaire et des Produits de Santé (AFSSAPS). 2008.** Recommandations relatives aux critères de qualité des huiles essentielles. Contribution pour l'évaluation de la sécurité des produits cosmétiques contenant des huiles essentielles.
- Agriculture et Agroalimentaire .AAC. 2004.** Canada Pois chiche : Situation et perspectives. Le bulletin bimensuel, 17(15) ; 4 p
- Aissat K., Berkane N., 2014.** Effet insecticide des deux huiles essentielles de *Thymus zygis* L. et de *Mentha piperita* L. (Lamiacées) à l'égard des adultes de la bruche de la fève *Bruchus rufimanus* Boh (Coleoptera : Chrysomelidae). Mémoire de Master II, UMMTO, 60p.
- Anonyme 1, 2016.** Anonyme 3, 2016. Pois chiche. Encyclopédie des aliments
- Anonyme 2, 2006.** Pois chiche. Bulletin bimensuel. 19(13), pp: 2-4.
manualzz.com/doc/18249441/le-bulletin-bimensuel-pois-chiches-situation-et-perspec.
- Anonyme 3,** figure *Mentha x piperita*
- Alphonse Bekonc, Adolé Isabelle Glithod, Gérard Koukoua, Yao Thomas N'Guessan** October–November 2004, Action des huiles essentielles de deux plantes aromatiques de Côte-d'Ivoire sur *Callosobruchus maculatus* F. du niébé Comptes Rendus Chimie Volume 7, Issues 10–11, October–November 2004, Pages 1043-1046
- Baba-Aïssa F. 2000 :** Encyclopédie Des Plantes Utiles, Flore D'Algérie Et Du Maghreb, Substances Végétales D'Afrique, D'orient Et D'occident. Edas Algérie ; p 4-77, 101-87
- Babar BM, Shah T M, Abbas G and Ahsanul haq M. 2009.** Genotype X environment interaction for seed yield in Kabuli chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes developed through mutation breeding. Pakistan Journal of Botany. 4:1883-1890.
- Bacha F et Ounane SM. 2003.** Etude de l'effet du stress hydrique sur les activités des enzymes nitrate réductase et nitrogénase de la culture du pois chiche (*Cicer arietinum* L.). Institut National de la Recherche agronomique d'Algérie. 13:1111-1992
- Balachowsky A.S. 1962.** Entomologie appliquée l'agriculture. Ed. Masson, Paris, pp 448-449
- Bejiga G. et Vander Maesen L. J. G., 2006.** *Cicer arietinum* L. PROTA
<https://www.prota4u.org/database/protav8.asp?g=pe&p=Cicer+arietinum+L..>
- Belkamel. S., Drouet, M., Rouzet, 1990.** Rev. Mar. Pharmacol. 4, 7.
- Benazzeddine S. 2010.** Effet insecticide de cinq huiles essentielles vis-à-vis de *Sitophilus oryzae* (Coleoptera; Curculionidae) et *Tribolium confusum* (Coleoptera; Curculionidae). Ecole nationale supérieure agronomique El- Harrach d'Alger, Mémoire Online.
- Ben-ziane A. & Ismail Y. 2001.** Contribution à l'étude ethnobotanique des plantes médicinales dans la région de Djelfa : Activité antibactérienne des huiles essentielles des

Références bibliographiques

feuilles de *Pistacia atlantica* Desf., from <https://sites.google.com/site/pastoraldz/plantes-medicinales>.

Bonnafous C. 2013. Traité scientifique Aromathérapie - Aromatologie & aromachologie

Bonne maison L. 1962. Les ennemis animaux des plantes cultivées et des forêts. Tome 2, pp129-132

Bouchenak K.B., 1997. Contribution à l'étude des insectes *Callosobruchus maculatus* F. et *Callosobruchus chinensis* L. (Coleoptera, Bruchidae), liés aux graines de pois chiche (*Cicer arietinum* L). Thèse d'ingénieur , Tlemcen, 46 p.

Boukraâ D., 2016. Effet de l'acide salicylique sur les composantes du rendement et la résistance biotique et abiotique chez *Cicer arietinum*. Thèse de Doctorat, Université de Mascara. 16p

Brieskorn, C H., et Biechele W., (1971). The flavones from *Salvia officinalis* L. Archiv der Pharmazie. 304: 557-561.

Bunyamin T. 2015. Pois chiche. Historica Canada. http://www.encyclopediecanadienne.ca/fr/article/pois-chiche/#h3_jump

Baudoux D. (2002) Les cahiers pratiques d'aromathérapie selon l'école française : 1 Pédiatrie. Ed. Amyris, Belgique, pp. 303.

Badama Philomène Seri-Kououassa, Coffi Kan kob, Louis Roi Nondenot Abouaa, Kouassi

Center T.D., Johnson C.D., 1974. Coevolution of some seed beetles (Coleoptera :Bruchidae) and their hosts. Ecology, 55, 1096-1103.

certain stored product Coleoptera. J. stored Prod. Res, 27 (4): 213-220.

Charly F. 2008. Pois chiche. Languedoc-Roussillon.1p.

Chekroun C., 2011. Etude des effets des filtrats de culture d'*Ascochyta rabiei* (Pass) Lab., agent de l'antracnose sur des cals de *Cicer arietinum*. Thèse de magister, Université d'Oron. 4p.

Couic-Marinier F. & Lobstein A. (2013). Les huiles essentielles gagnent du terrain à l'officine. Actualités pharmaceutiques.

Cronquist. 1968. The evolution and classification of flowering plants, 396p.

CHALAL Farida & CHIBOUT Meriem 2017, Effet préventif de pathologies hémolytiques liées au stress oxydatif des extraits de l'écorce de *Fraxinus angustifolia*.

David J. et Khan K. S., 2001. Effect of nitrogen application on nodulation in inoculated chickpea (*Cicer arietinum* L.). Online Journal of Biological Sciences. 1(3), pp: 87-89.

Références bibliographiques

Delobel A. et Tran M., 1993 Les coléoptères des dendrées alimentaires entreposées dans les régions chaudes. Faune tropicale

Djerroumi A & Nacef M. (2004) :100 plantes médicinales d'Algérie. Edition Palais du livre P135-131

du haricot *Acanthoscelides obtectus* Say (Coleoptera : Bruchidae). Mémoire de Magister. Université .Tizi-Ouzou.95p.

Daroui –Mokaddem H., 2012. Etude Phytochimique et biologique des espèces *Eucalyptus globulus* (Myrtaceae), *Smyrniolumolusatrum* (Apiaceae), *Asteriscusmaritimus* et *Chrysanthemumtrifurcatum* (Asteraceae). Thèse Doc. Université Badji Mokhtar-Annaba.

El idrissi M., Harmouch G., Amechrouq A., 2014. chemical composition and biological activity of essential oils of *Origanum majorana* L. (Lamiaceae) and *Salvia officinalis* (L.) (Lamiaceae) under *Bruchus lentis* (Coleoptera, Chrysomelidae). Global Journal of Pure and Applied Chemistry Research. Vol.2, No.2: 15-25.

F.A.O. Stat, 2016. Statistical database of the Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/faostat/fr/#data>

FAOSTAT.2014. Food and agriculture organization: <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx> ou:

http://faostat3.fao.org/faostatgateway/go/to/browse/G1/*/*E

FAOSTAT.2016. Food and agriculture organization: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>

FAOSTAT.2017. Food and agriculture organization: <http://www.fao.org/faostat/en/#home>.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO. 2006.

Fleurat – Leussard (1982) : Autres méthodes de lutte contre les insectes et acariens des denrées stockées. Coed. AFNOR. I.T.C.F. Paris pp : 67 – 81.

Garneau F.-X. (2005). Le matériel végétal et les huiles essentielles (Laseve-UQAC, Chicoutimi ed).

Girard C. 1985. L'installation du pois chiche du printemps. In Bulletin FNAMS.

Grieve M. 1984. A Modern Herbal. Savvas Publishing. ISBN unknown.

Guignard J .L. et Dupont F. 2005. Botanique. 13ème Edition Masson.

Guy Gilly. 2005 : Plantes aromatiques et huiles essentielles à Grasse, Edition L'Harmattan

GUIGNOT, F. (1947)– Faune de France 48 les Coléoptères Hydrocanthares. Edition LECHEVALIER Paris.

Hamadache A., Boulafa 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. Techniques de production d'*inoculum Rhizobial*.

Références bibliographiques

Etude de cas pois chiche (*Cicer arietinum. L*) : Inoculation et nodulation : magister en biotechnologies végétales -Université Mentouri, Constantine. Algérie. p15.

HOSSAERT-McKey M., & ALVAREZ N., 2003 -Influence de facteurs écologiques sur la répartition de deux espèces jumelles de ravageurs du haricot, Centre d'Ecologie' Fonctionnelle et Évolutive, Montpellier.

Hamadache, 2000. Etude de la période de compétition des mauvaises herbes vis-à-vis d'une culture de pois chiche. Céréaliculture. n°22.Ed-ITGC EL-HARRACH Alger : 13

Hans W.K. 2007 :1000 plantes aromatiques et médicinales. Terre édition.

<http://www.lefigaro.fr/flash-eco/2016/12/09/97002-20161209FILWWW00132-la-production-de-pois-chiches-explose-en-australie.php>

http://www.passeportsante.net/fr/Nutrition/EncyclopedieAliments/Fiche.aspx?doc=pois_chiche_nu

I., Koukoua G., Guessan Y. T., 2004. Action des huiles essentielles de deux plantes aromatiques de Côte-d'Ivoire sur *Callosobruchus maculatus* F. du niébé. C. R. Chimie 7: 1043–1046.

Institut Technique Des Grandes Cultures., 2018.La culture du pois chiche en Algérie.

Jansen D. H., Juster H. B., Bell E. A., 1977. Toxicity of secondary compounds to the seed-eating larvae of the bruchidae beetle *Callosobruchus maculatus*. Phytochemistry. 16: 223-227.

Karawya, S., El Hawary, 1981. J. Pharm. Sci. 19, 301.

Keita S.M., Vincent C., Schmidt J.P., Rasmuswamy S. & Belanger A., 2000.Effect of various essential oils on *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae). J. of Stored Products Research, 36, 355-364

Khalfi-habes O., Boutekedjir C. & Sellami S. 2014. Etude des huiles essentielles de la plante *mentha piperita* et tester leurs effets sur un modèle biologique des infusoires. Institut National Agronomique EI-Harrach.

Khelfane-Goucem K., 2014.Etude de l'activité insecticide des huiles essentielles et des poudres de quelques plantes à l'égard de la bruche du haricot *Acanthocelides obtectus* Say (Coleoptera, Chrysomelidae, Bruchinae) et comportement de ce ravageur vis-à-vis des composés volatils de différentes variétés de la plante hôte (*Phaseolus vulgaris* L.) : Thèse de doctorat en Sciences biologique – Université Mouloud Maameri, TiziOuzou.

Khireddine Hamida. 2013. comprimés de poudre de dattes comme support universel

Kouassi b. P., Kanko C., Aboua L. R. N., Bekon K. A., Glitho A.

Références bibliographiques

- Kumar P., Shukla R., Singh P., Singh A.K., Dubey N.K. 2009.** Use of essential oil from *Mentha arvensis* L. to control storage moulds and insects in stored chickpea. *J. Sci. Food Agric.* 89: 2643-2649.
- KonstantopoulouL. VassilopoulouP. Mavragani-TsipidouZ. G. Scouras** Insecticidal effects of essential oils. A study of the effects of essential oils extracted from eleven Greek aromatic plants on *Drosophila auraria* June 1992, Volume 48, Issue 6, pp 616–619
- KELLOUCHE A. & SOLTANI N. 2004.** Activité de reproduction et capacité de développement de la descendance de *Callosobruchus maculatus* (Fabricius) (Coleoptera : Bruchidae) dans les graines de différents cultivars de *Vigna unguiculata* (Walp.) et *Cicer arietum* (L.). *International Journal of Tropical Insect Science*, Vol. 24 (4): 304-310.
- KELLOUCHE, A. 2005.** Etude de la bruche du poi-chiche, *Callosobruchus muculatus* (Coleoptera : bruchidae) : Biologie, physiologie, reproduction et lutte. Thèse. Doc d'état. Univ. Tizi-Ouzou, Algérie. 154p
- Lakhdar L. 2015.** Evaluation de l'activité antibactérienne d'huiles essentielles Marocaines sur *aggregatibacter actinomycetemcomitans* : étude in vitro. Faculté de médecine dentaire de Rabat, centre d'étude doctorales des sciences de la vie et de la santé.
- LakušićBranislava S., RistićMihailo S., Slavkovska1 Violeta N., Stojanović Danilo**
- Lamendin H. 2004.** Huiles essentielles en diffusion atmosphérique.
- Laranjo M, Alexandre A, Rivas R, Velázquez E, Young JPW and Oliveira S. 2008.** Chickpea rhizobia symbiosis genes are highly conserved across multiple *Mesorhizobium* species *FEMS Microbiology Ecology.* 66 (2): 391-400.
- Lardry J.-M. & Haberkorn V. (2007).** L'aromathérapie et les huiles essentielles (Kinesither Rev ed.).
- Le figaro.fr avec AFP, 2016.** La production de pois chiches en Australie.
- Leport L., Turner N. C., Davies S. L. et Siddique K. H. M., 2006.** Variation in pod production and abortion among chickpea cultivars under terminal drought. *Europ. J. Agronomy*, 24, pp: 236-246.
- Lj & Dmitar V. Lakušić. 2013:** Variations in essential oil yields and compositions of *Salvia officinalis* (Lamiaceae) at different developmental stages, *Original Scientific Paper*, 37 (2): 127-139.
- Lopez-Bellido L., Lopez-Bellido R. J., Castillo J. E. et Lopez-Pellido F. J., 2004.** Chickpea response to tillage and soil residual nitrogen in a continuous rotation with wheat I. Biomass and seed yield. *Field Crops Research.* 88, pp: 191-200.
- Lorrain E. 2013.** 100 questions sur la phytothérapie (La boétie, Italie ed.).

Références bibliographiques

Labdi M., 1990. Chickpea in Algeria. In: Saxena N.P., Saxena M.C., Johansen C., Virmani S.M. et Harris H. Adaptation of chickpea in West Asia and North Africa region. ICARDA-ICRISAT: 137-140.

Laumont P., et **Chevassus A.**, 1956. Note sur l'amélioration du pois chiche en Algérie. Institut Agricole d'Algérie. Maison-carrée, Alger ; 24 p.

Maatougui M. E. H., Bouznad Z. et Labdi M. 1996. Chickpea in Algeria. In N.P., Saxena, M.C., Johansen C., Virmani S. M., and Harris H. (eds). A chapter from adaptation of chickpea in the west Asia and North Africa region. pp: 89-99.

Moolani M. K. Y. et Chandra S., 1970. Gram cultivation in Haryana Mihret Alemayehu1 and Emanagetu2 *Callosobruchus chinensis* (L.) (Coleoptera: Bruchidae) Management on Stored Chickpea Using Botanicals in Amhara Region, Ethiopia.

Morigane. 2007. *Grimoire des Plantes.*

Muehlbauer F. J. et Rajesh P. N., 2008. Chickpea, a Common source of protein and starch in the semi-arid tropics. PH. Moore, R Ming (eds.) Genomics of tropical Crop plants.

Ocimum canum Sims (Lamiaceae), for protection against postharvest damage by *Ostrobothnia*. Oulu University Press, Finland, 52 p.

Mihret Alemayehu and Emanagetu 2015, *Callosobruchus chinensis* (L.) (Coleoptera: Bruchidae) Management on Stored Chickpea Using Botanicals in Amhara Region, Ethiopia American Journal of Experimental Agriculture 8(3): 167-177, Article no.AJEA.2015.160 ISSN: 2231-0606

Mukendi et al. J. Appl. Biosci. 2016 Dégâts des bruches sur le pouvoir germinatif des graines de quatre variétés de Niébé infesté pendant 60 jours à Ngandajika Journal of Applied Biosciences 98:9323 – 9329 ISSN 1997–5902 Dégâts des bruches sur le pouvoir germinatif des graines de quatre variétés de Niébé infesté pendant 60 jours à Ngandajika Robert Mukendi K1 , Richard Ntanga N1 , Stephane Kaseba K, Théophile Tshamala N1 , Alphonse Kamukenji2 , Germain Mpoyi K2

Ouchekdhidh-Ourlissene W., 2014. Effets biocides des poudres et des huiles essentielles de quelques plantes aromatiques sur les paramètres biologiques de la bruche

Papachristos D.P., Stamopoulos D.C. 2004. Fumigant toxicity of three essential oils on the eggs of *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae). *Journal of Stored Products Research* 40: 517-525.

Paris R & Dillemann G. 1960 les plantes médicinales des régions arides, Unesco, Pris- 7e, Edition Oberthur, Rennes.

Références bibliographiques

- Perry N S., Houghton P J., Sampson J., Theobald A E., Hart S., Lis-Balchin M., 2001.** In-vitro activity of *S. lavandulaefolia* (Spanish sage) relevant to treatment of Alzheimer's disease. *J Pharm Pharmacol*; 53(10):1347–56.
- Perry, A J., Baxter, N J., Brennan, J W., Van Klin J., 1996.** Flavour Frag. 11, 213.
piperita et tester leurs effets sur un modèle biologique des infusoires. Université Constantine.
- Place, R., Piccaglia, J., essent. 1995.** Oil. Res. 7, 443.
principes actifs de quelque plantes médicinales d'Algérie, Memoire de Magister, option : Technologie Alimentaire , université Bougara-Boumerdes.
- Pujuguet pierre. 2008.** Entre capitelles et lavognes découvrez la flore de la garrigue, Sentier Botanique Vigneron, Bourg-Saint-Andéol Ardèche.
- Patterson, J.E.** 2000. Antibiotic utilization: is there an effect on antimicrobial resistance. *Chest*. 119: 426–30
- Regnault-Roger C., Hamraoui A. 1994.** Inhibition of reproduction of *Acanthoscelides obtectus* Say (Coleoptera) a kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L.) bruchid, by aromatic essential oils. *Crop Protection* 13: 624-628.
- Regnault-Roger C., Vincent C., Arnason J.T. 2012.** Essential oils in insect control: low-risk products in a high-stakes world. *Annual Review of Entomology* 57: 405-424.
- Rguez Safa, Daami-remadi Mejda, Cheib Ikbal, Laarif Asma, Hamrouni ibtissam. (2013).** Composition chimique, activité antifongique et activité insecticide de l'huile essentielle de *Salvia officinalis*. *Tunisian journal of Medicinal plants and Natural products (TJMPNP) Tunis.J.Med*; 9: 65-75
- Ristic D., Brikic N.T & Zalfija. 1999.** *Salvia officinalis* L, Bric D (ed) institue for medicinal plants JosifPanacic. Belgrade and Art GrafikBelgrad ,p 151-167.
- Rafi Ahmad (1995)** Landslides in Jamaica: Extent, Significance and Geological Zonation. In D. Barker and D.F.M.McGregor, *Environment and development in Small Island States: The Caribbean*, University of the West Indies Press, pp.147-169
- Saxena M. C., 1984.** The physiology of tropical field's crops.ed.John Wiley and Sons Ltd, London. pp: 419-452.
- Saxena M. C., 1990.** Status of chickpea in Mediterranean basin. *CIHEAM, Options Méditerranéennes*. 9, pp: 17-24.
- Saxena N.P., 1984.** Chickpea. *In: Goldsworthy P.R., Fisher N.M. The Physiology of Tropical Field Crops*. pp: 419-452.

Références bibliographiques

Scotti G., 1988. Les insectes et les acariens des céréales stockées. Co. Ed. Afnor- I. T. F., 238p

Sellami s., Tounsi s.,Jamoussi K., 2017.La lutte biologique, alternative aux produits phytosanitaires chimiques. Journal of new science : Volume 19, article 5

SidaliBenazzedine 2010. Effet insecticide de cinq huiles essentielles vis- à - vis vis-à -vis de *Sitophilusoryzae* (Coleoptera; Curculionidae) et *Triboliumconfusum* (Coleoptera; Tenebrionidae).

Singh F. et Diwakar B., 1995. Chickpea Botany and production Practices. Skill Development series ICRISAT India. 16, pp: 502-324.

Singh G. et Bushan L. S., 1979. Water use, water use efficiency and yield of dryland chickpea as influenced by fertilization, stored soil water and crop season rainfall. Agricultural Water Management. 2, pp: 299-305.

solanki D.and Mittal D.K. 2018. biology of pulse beetle *callasobruchus chinensis* in Storage condition in Gram. International Journal of Agriculture science

Soltner D., 1990.Les grandes productions végétales. Les collections sciences et techniques agricoles, Ed. 17^{ème} édition, 464 p.

Southgate B. J., 1978. The importance of the Bruchidae as of, theirs grainslegums: Ecologie and control. Ed. S. R. Singh, VAN Eden H. F. and Tylor T. A. pp: 219 – 229.

STOCK D. T., 1991. The efficacy of linalool, a major component of freshly-milled

Street K., Rukhkyan N. et Ismail A., 2008. Directives pour la régénération: pois chiche. In: Dulloo M.E., Thormann I., Jorge M. A. and Hanson J., editors. Crop specific regeneration guidelines [CD-ROM]. CGIAR System-wide Genetic Resource Programme (SGRP), Rome, Italy. 11p.

Tawaha A. R. M., Turk M. A. et Kyung Dong Lee, 2005. Adaptation of chickpea to Cultural Practices in a Mediterranean Type Environment. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences. 1(2), pp: 152-157. Thèse de Master, Université de Saskatchewan, Saskatoon, Canada.161p

Teuscher E., Anton R., et Lobstein A., 2005. Plantes Aromatiques (épices, aromates, condiments et huiles essentielles).Edition Tec et Doc. Paris. Edition. E.M. inter. Allemagne. P : 266

Tsankova, A N., Konkchiev, E M., Genova., J. 1994. Essent. Oil. Res, 6, 375.

Références bibliographiques

- Tuda M. 2007.** Appliedevolutionaryecology of insects of the subfamily Bruchinae (Coleoptera: Chrysomelidae). Appl. Entomol. Zool. 42 (3): 337-346.
- TUNC et al 2000** Activité ovicide des huiles essentielles de cinq plantes contre deux insectes de produit stocké Journal of Stored Products Research Volume 36, Issue 2, Avril 2000 , pages 161-168
- Van Der-Maessen L. J. G.1984.** “Taxonomy, distribution and evolution of the chickpea and its wild relatives”. In “genetic resources and their exploitation, chickpea, faba beans and lentils”. pp: 95-104. J. R.WITCOMBE and W.ERCHINE Eds, martinusnighoff Neder lands; for ICARDA, 1984.
- Van Der-Maessen L. J. G.1987.** Origin, history and taxonomy of chickpea. *In*: SAXENA M.C., SINGH K.B., Ed .The Chickpea. pp: 11-37.
- Vincent C. et Gregory P. J. 1986.** Differences in the growth and development of chickpea seedling roots (*C. arietinum*). Experimental Agriculture. 22, pp: 233-242.
- Weaver D. K., Dunkel F. V., Ntezurubanza L., Jackson L. L.,**
- Williams PC and Singh U. 1987.** The chickpea nutritional quality and the evaluation of quality in breeding programmes. In : Saxena M. C., Singh K. B. (eds), The chickpea, CAB International Wellingford. UK. pp: 329-356
- Winch T., 2006.** Growing Food. A Guide to Food Production. Eds. Springer. 333p.
- Yadav J, Verma JP, Rajak VK, Tiwari KN. 2011.** Selection of Effective Indigenous *Rhizobium* Strain for Seed Inoculation of Chickpea (*Cicer aritenium L.*) Production. Bacteriol J. 1:24–30.
- Yadav S. S., Redden R., Chen W., et Sharma B.2007.** Chickpea breeding and management. Cambridge Library of Congress. (Livre).
- Zaghouane O., 1997.** La situation actuelle et les perspectives du développement de légumineuses alimentaire en Algérie, le développement et le rendement en grain du pois chiche (*Cicer arietinum L.*) .céréaliculture. n° 28.Ed, IGTC. pp: 13- 17.
- Zikara-Zine F., Bouzid L., et Yekkour A. 2015.** Le pois chiche en Algérie : Situation, Potentialités et Perspectives, INRAA, Laboratoire des ressources phylogénétiques, CRP Mehdi Boualem, Baraki, Alger. pp : 35-36.
- Zybak O. 2000.** Fiche technique huile essentielle menthe poivrée *Mentha x piperita*. Obaton., 1980. Activité nitrate réductase et nitrogénase en relation avec la photosynthèse et les facteurs de l’environnement. Bulltin ASF., 55-60.

Tableau 1. Résultats de l'analyse de la variance a trois facteurs de classification au seuil de 5% pour le parametre mortalité des adultes de *Callosobruchus chinensis* traités par inhalation avec les huiles essentielles de menthe poivrée et de sauge

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
Var.Totale	83330,63	89	936,299				
Var.Fact. Huile (F1)	10080,63	1	10080,63	58,832	0		
Var.Fact. Dose (F2)	44257,36	4	11064,34	64,573	0		
Var.Fact. Temps (F3)	8555	8	1069,375	6,241	0,00008		
Var.Inter F1*2	6148,195	4	1537,049	8,97	0,00007		
Var.Inter F1*3	3072,5	8	384,063	2,241	0,05011		
Var.Inter F2*3	5733,891	32	179,184	1,046	0,45001		
Var.Résiduelle	5483,055	32	171,346			13,09	52,19%

Tableau 2. Résultats du test de Newman et Keuls au seuil de signification de 5% pour l'effet du facteur huile sur la mortalité des adultes de *Callosobruchus chinensis* traités par inhalation avec les huiles essentielles de menthe poivrée et de sauge

Huile (F1)	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
1.0	Menthe poivrée	35,667	A	
2.0	Sauge	14,5		B

Tableau 3. Résultats du test de Newman et Keuls au seuil de signification de 5% pour l'effet du facteur dose sur la mortalité des adultes de *Callosobruchus chinensis* traités par inhalation avec les huiles essentielles de menthe poivrée et de sauge.

Dose F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES			
8µl	D4	57,917	A			
6µl	D3	42,639		B		
4µl	D2	20,278			C	
2µl	D1	4,583				D
0	D0	0				D

Tableau 4. Résultats du test de Newman et Keuls au seuil de signification de 5% pour l'effet du facteur temps sur la mortalité des adultes de *Callosobruchus chinensis* traités par inhalation avec les huiles essentielles de menthe poivrée et de sauge.

F3	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
9	96h	43	A		
8	72h	36,75	A	B	
7	48h	33,75	A	B	C
6	24h	26,25		B	C
5	6h	19,75			C
4	4h	18			C
3	3h	16,5			C
2	2h	16			C
1	1h	15,75			C

Tableau 5. Résultats de l'analyse de la variance à deux facteurs de classification au seuil de 5% pour le paramètre de répulsion des huiles essentielles de menthe poivrée et de sauge à l'égard des adultes de *Callosobruchus chinensis*.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	29387,5	31	947,984				
VAR. Huile F1	2812,5	1	2812,5	4,592	0,04044		
VAR. Dose F2	10137,5	3	3379,167	5,517	0,00509		
VAR.INTER F1*F2	1737,5	3	579,167	0,946	0,43588		
VAR.RESIDUELLE	14700	24	612,5			24,749	44,49%

Tableau 6. Résultats du test de Newman et Keuls au seuil de signification de 5% pour l'effet du facteur huile sur le pouvoir répulsif des huiles essentielles de la menthe poivrée et de la sauge à l'égard des adultes de *Callosobruchus chinensis*.

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
1.0	MENTHE	65	A	
2.0	SAUGE	46,25		B

Tableau 7. Résultats du test de Newman et Keuls au seuil de signification de 5% pour l'effet du facteur dose sur le pouvoir répulsif des huiles essentielles de la menthe poivrée et de la sauge à l'égard des adultes de *Callosobruchus chinensis*

F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
4.0	D8 μ L	77,5	A		
3.0	D6 μ L	67,5	A	B	
2.0	D4 μ L	45		B	C
1.0	D2 μ L	32,5			C

Résumé

La bruche chinoise *Callosobruchus chinensis* est un insecte phytophage de la famille des Chrysomelidae originaire d'Asie et vit dans les zones à climat chaud où elle provoque des dégâts des grains stockés. L'objectif de cette étude est d'évaluer l'effet insecticide de deux huiles essentielles : la sauge officinale (*Salvia officinalis*) et de la menthe poivrée (*Mentha x piperita*) sur la bruche chinoise par inhalation et par répulsion. Quatre doses 2µl, 4µl, 6µl et 8µl sont testées pour chaque huile, à l'égard des individus adultes de *C. chinensis* âgés de 0 à 24h. Le suivi de la mortalité des individus sur plusieurs heures a permis de constater une mortalité croissante pour les deux huiles testées par inhalation en fonction des doses et du temps d'exposition. La plus forte dose utilisée (8µl) s'est révélée létale pour 95% des individus et ce après 96h d'exposition. L'huile essentielle de la menthe poivrée s'est révélée avoir un effet insecticide plus rapide que la sauge officinale. L'huile essentielle de menthe poivrée est répulsive, avec un taux de répulsion moyen de 65%, tandis que l'huile essentielle de la sauge est modérément répulsive (42,5%). Le calcul de la DL50 a permis de confirmer l'effet toxique supérieur de l'huile essentielle de la menthe poivrée puisque sa DL50 de 1,35µl est nettement inférieure à celle de la sauge officinale (DL50=4,39µl) testées par inhalation. Il ressort de notre étude que les deux huiles présentent des propriétés insecticides remarquables par inhalation sur la bruche chinoise et peuvent par conséquent constituer des moyens de lutte alternatifs dans les lieux de stockage des grains de légumineuses.

Mots-clés: *Callosobruchus chinensis*, *Cicer arietinum*, Huile essentielle, Insecticides, Lamiacées.

Abstract

Callosobruchus chinensis is a phytophagous insect belonging to Chrysomelidae family, it's of Asian origin and lives in zones with hot climate. The main objective of this study is to evaluate the biocide effect of two essential oils: Sage (*Salvia officinalis*) and Peppermint (*Mentha x piperita*) towards *C. chinensis*, by inhalation repulsion. Four doses 2µl, 4µl, 6µl and 8µl were tested for each oil, upon *C. chinensis* adults of 0 to 24 hours old. Monitoring mortality for many hours, allowed us to note an increasing mortality for both oils tested by inhalation as doses and exposition time increased. The highest dose tested 8µl, revealed to be lethal for 95% of the individuals after 96 hours exposition. Peppermint essential oil revealed to have a faster biocide effect than the sage. Peppermint essential oil is repulsive, with a repulsion rate of 65% while sage is moderately repulsive with a rate of 42,5%. The calculation of the DL50 enabled to confirm the high toxicity by inhalation of peppermint essential oil because its DL50 = 1,35µl is clearly lower than that of Sage (DL50= 4,39µl). It results from our study that both oils have remarkable insecticide properties tested by inhalation towards *C. chinensis* and could therefore be an alternative mean to control grain legumes in storage.

Keywords: *Callosobruchus chinensis*, *Cicer arietinum*, Essential oil, Insecticides, Lamiaceae.