



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE
ET POPULAIRE



MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE
LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou
Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques
Département des Sciences Agronomiques

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master en Sciences Agronomiques
Spécialité : Protection des Végétaux

Thème

**Activité insecticide des huiles essentielles du
pistachier lentisque (*Pistacia lentiscus* L.) et de la
menthe pouliot (*Mentha pulegium* L.) à l'égard de la
bruche chinoise *Callosobruchus chinensis*
(Coleoptera : Chrysomelidae).**

Présenté par :

MEDERBEL Chafea

TOUATI Meriem

Présidente	M ^{me} KITOUS-BENOUFELLA K.	MCA	UMMTO
Promotrice	M ^{me} KHELFAANE-GOUCEM K.	MCA	UMMTO
Co-promotrice	M ^{me} MEHALLI-OULDKADI N.	Doct.	UMMTO
Examinatrice	M ^{lle} CHOUGAR S.	MCB	UMMTO

Promotion 2020-2021

Remerciements

Nous tenons tout d'abord à remercier ALLAH le tout puissant et miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce modeste travail.

Nous tenons à exprimer nos infinis remerciements à notre promotrice Mme KHELFANE-GOUCHEM K., Maitre de conférences Classe A à l'UMMMTO de Tizi Ouzou pour son encadrement, pour son aide précieuse et surtout pour tous ses conseils et ses remarques qui nous ont permis de réaliser ce modeste travail.

Nous remercions également Mme MEDJDOUB-BENSAAD F., Professeur en Biologie à l'UMMMTO de Tizi Ouzou, pour son accueil au laboratoire d'Entomologie et son soutien.

Nos sincères remerciements vont aussi à Mme KITOUS- BENOUFELLA K., Maitre de conférences Classe A en Sciences biologiques à l'UMMMTO, pour l'honneur qu'elle nous fait en présidant le jury.

Nous remercions Mme CHOUGAR S., Maitre de conférences Classe B à l'UMMMTO de Tizi Ouzou 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'UMMMTO de Tizi Ouzou, pour son aide et ses conseils. Nos remerciements s'adressent également à l'équipe du laboratoire d'Entomologie, pour leur aide qui nous a permis de bien mener ce travail.

Nous tenons également à remercier tous ceux et celles qui nous ont aidé de près ou de loin dans la réalisation de ce travail et soutenus dans les moments difficiles.

Dédicaces

À nos chères familles du petit au grand,

**À nos enseignants et professeurs du
primaire à l'université,**

**À tous nos amis, nous dédions ce modeste
travail.**

Liste des tableaux

Tableau 1. Composition des graines du pois chiche en élément nutritif.....	7
Tableau 2. Composition chimique de la menthe pouliot (<i>M. pulegium</i>).....	19
Tableau 3. Pourcentage de répulsion selon le classement de Mc Donald et <i>al.</i> (1970).....	26
Tableau 4. Résultats de l'analyse de la variance au seuil de 5% pour le paramètre mortalité des adultes de <i>C. chinensis</i> traités par inhalation avec l'huile essentielle de pistachier lentisque....	28
Tableau 5. 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 <i>C. chinensis</i> traités par inhalation avec l'huile essentielle du pistachier lentisque	28
Tableau 6. Résultats de test Newman et Keuls au seuil de signification de 5% pour l'effet du facteur durée d'exposition sur la mortalité des adultes de <i>C. chinensis</i> traités par inhalation avec l'huile essentielle du pistachier lentisque	29
Tableau 7. Résultats de l'analyse de la variance au seuil de 5% pour le paramètre mortalité des adultes de <i>C. chinensis</i> traités par inhalation avec l'huile essentielle de la menthe pouliot.....	30
Tableau 8. Résultats du test Newman et Keuls au seuil de signification de 5% pour l'effet du facteur dose sur la mortalité des adultes de <i>C. chinensis</i> traités par inhalation avec l'huile essentielle de menthe pouliot	30
Tableau 9. Résultats de test Newman et Keuls au seuil de signification de 5% pour l'effet du facteur durée d'exposition sur la mortalité des adultes de <i>C. chinensis</i> traités par inhalation avec l'huile essentielle de la menthe	31
Tableau 10. Résultats de l'analyse de la variance de facteur dose au seuil de 5% pour le paramètre répulsion des adultes de <i>C. chinensis</i> par l'huile essentielle de <i>P. lentiscus</i>	32
Tableau 11. Résultats du test de Newman et Keuls au seuil de signification de 5% pour l'effet du facteur dose sur le pouvoir répulsif de l'huile essentielle du pistachier lentisque à l'égard des adultes de <i>C. chinensis</i>	32

Tableau 12. Nombre moyen des adultes de <i>C. chinensis</i> dans la partie traitée et la partie non traitée et le pourcentage de répulsion de l'huile essentielle de <i>P. lentiscus</i>	33
Tableau 13. Résultats du l'analyse de la variance de facteur dose au seuil de 5% pour le paramètre répulsion des adultes de <i>C. chinensis</i> par l'huile essentielle de <i>M. pulegium</i>	34
Tableau 14. Résultats du test de Newman et Keuls au seuil de signification de 5% pour l'effet du facteur dose sur le pouvoir répulsif de l'huile essentielle de la menthe pouliot à l'égard des adultes de <i>C. chinensis</i>	35
Tableau 15. Nombre moyen des adultes de <i>C. chinensis</i> dans la partie traitée et la partie non traitée et le pourcentage de répulsion de l'huile essentielle de <i>M. pulegium</i>	35

Liste des figures

Figure 1. Morphologie de la plante de pois chiche	5
Figure 2. Types de pois chiche	6
Figure 3. Bruche du pois chiche <i>C. chinensis</i> femelle	11
Figure 4. Différents stades de développement de <i>C. chinensis</i>	13
Figure 5. Dégâts causés par <i>C. chinensis</i> sur grains de pois chiche	14
Figure 6. Morphologie de la plante de pistachier lentisque.....	17
Figure 7. Morphologie de la menthe pouliot	20
Figure 8. Huiles essentielles (menthe pouliot et pistachier lentisque)	20
Figure 9. Matériel de laboratoire utilisé dans les différents tests	22
Figure 10. Élevage en masse de la bruche <i>C. chinensis</i> au laboratoire	23
Figure 11. Dispositif expérimental du test par inhalation des huiles essentielles de <i>P. lentiscus</i> et de <i>M. pulegium</i> sur des adultes de <i>C. chinensis</i>	24
Figure 12. Dispositif expérimental du test de répulsion de l'huile essentielle sur des adultes de <i>C. chinensis</i>	25
Figure 13. Mortalité (%) des adultes de <i>C. chinensis</i> traités par inhalation par l'huile essentielle de <i>P. lentiscus</i> en fonction des doses et des différentes durées d'exposition.....	27
Figure 14. Mortalité (%) des adultes de <i>C. chinensis</i> traités par inhalation par l'huile essentielle de <i>M. pulegium</i> en fonction des doses et de la durée d'exposition.....	29
Figure 15. Taux de répulsion (%) des adultes de <i>C. chinensis</i> à l'égard de différentes doses de l'huile essentielle de <i>P. lentiscus</i>	31
Figure 16. Taux de répulsion (%) des adultes de <i>C. chinensis</i> à l'égard de différentes doses de l'huile essentielle de <i>M. pulegium</i>	34

Sommaire

Liste des tableaux	
Liste des figures	
Introduction	1

Chapitre I : Présentation de la plante hôte *Cicer arietinum* L. (Pois chiche)

1. Origine et historique de la culture	3
2. Classification	3
3. Taxonomie	3
4. Description	4
4.1. Système racinaire	4
4.2. Tige	4
4.3. Feuille	4
4.4. Fleur	4
4.5. Fruit	5
5. Types de pois chiche	6
6. Valeur nutritionnelle	6
7. Importance économique du pois chiche	8
7.1. Dans le monde	8
7.2. En Algérie	9
8. Importance agronomique du pois chiche	9

Chapitre II : Présentation de l'insecte ravageur *Callosobruchus chinensis* L.

1. Caractères généraux des Bruchidae	10
2. Bruche chinoise <i>Callosobruchus chinensis</i> L.	10
2.1. Répartition géographique	10
2.2. Systématique	10
2.3. Description	11
2.3.1. Œuf	11
2.3.2. Larve	11
2.3.3. Nymphe	11

2.3.4. Adulte	11
2.3.5. Dimorphisme sexuel.....	12
3. Cycle biologique de la bruche chinoise.....	12
4. Dégâts et pertes	13
5. Lutte contre les Bruchidés.....	14
5.1. Lutte préventive	14
5.2. Lutte curative	14
5.3. Lutte chimique	15
5.4. Lutte physique.....	15
5.5. Lutte biologique	15
5.5.1. Utilisation des ennemis naturels.....	15
5.5.2. Utilisation des huiles essentielles	16
5.5.2.1.Pistachier lentisque.....	16
5.5.2.2.Menthe pouliot	18

Chapitre III : Matériel et méthodes

1. Matériel	21
1.1. Matériel de laboratoire	21
1.2. Matériel biologique	21
1.2.1. Graines de pois chiche.....	21
1.2.2. Bruches.....	21
1.2.3. Huiles essentielles utilisées	21
2. Méthodes	21
2.1. Élevage de masse	21
2.2. Test par inhalation.....	23
2.3. Test par répulsion.....	24
3. Analyses statistique	26

Chapitre IV : Résultats et discussion

1. Résultats

1.1. Test par inhalation.....	27
1.1.1. Évaluation de la toxicité de l'huile essentielle du pistachier lentisque	27
1.1.2. Évaluation de la toxicité de l'huile essentielle de la menthe pouliot	28

1.2. Test par répulsion	32
1.2.1. Évaluation de la toxicité par répulsion de l'huile essentielle de <i>P. lentiscus</i>	32
1.2.2. Évaluation de la toxicité par répulsion de l'huile essentielle de <i>M. pulegium</i>	33
2. Discussion	36
Conclusion	41
Références bibliographiques	43

Les légumineuses alimentaires sont parmi les cultures vivrières les plus cultivées par l'homme. Elles constituent une importante source protéique notamment dans les pays pauvres et en voie de développement (Hamadache et *al.*, 1997).

Le pois chiche occupe une place importante dans le monde et dans l'agriculture du bassin méditerranéen ; c'est la troisième légumineuse la plus importante au monde après les haricots (*Phaseous vulgaris* L.) et les pois (*Pisum sativum* L.). L'Inde fournit 75% de la production mondiale. Les principaux pays producteurs sont l'Inde, la Turquie, le Pakistan et l'Iran. La Turquie fournit 50% de la production totale de la région. C'est l'une des plus importantes légumineuses à graines en Algérie, soit la deuxième avec cette position après la fève-fèverole. La majeure partie des superficies cultivées de cette espèce est concentrée à l'Ouest du pays, particulièrement, dans les régions de Tlemcen et Ain-Temouchent, qui sont caractérisées par un climat humide à subhumide (MADR, 2014).

Parmi les insectes phytophages qui s'attaquent aux pois chiche, la bruche chinoise *Callosobruchus chinensis* est un insecte nuisibles et notoire du pois chiche, niébé et lentille (Alam et *al.* 2002). C'est un Coléoptère de la famille des Chrysomelidae dont les femelles pondent leurs œufs sur les graines ou les gousses mûres de légumineuses. Les larves se développent à l'intérieur des graines tandis que les adultes mènent une vie libre (Farrelle, 1998).

La bruche chinoise occasionne des dégâts assez importants, comme la perte de germination des graines qui sont presque complètement creusées par l'alimentation et le trou d'émergence des insectes. Elle induit aussi des pertes de rendement plus importantes sur le plan quantitatif et qualitatif (Nene et *al.*, 1981 cité par Ploux, 1985).

Pour faire face à cette contrainte, les agriculteurs ont recours souvent à des méthodes simples et peu onéreuses comme l'utilisation d'organes de plante à propriétés insecticides ou insectifuges (feuille, tige, racine), mais ils utilisent surtout la lutte chimique par des produits chimiques de synthèse, qui ont pour avantages d'assurer une protection efficace du pois chiche (Golob et webly 1980).

La lutte chimique contre les insectes ravageurs des cultures et des stocks repose essentiellement sur les traitements insecticides systématiques, ce qui pose de véritables

problèmes de résidus, de pollution de l'environnement, de problème de santé humaine et des risques d'apparition de résistance chez ces nuisibles.

Ainsi pour réduire ces effets négatifs de la lutte chimique, la lutte biologique constitue une solution soit par l'introduction d'hyménoptères qui sont des ennemis naturels des ravageurs qui s'est révélée très efficace pour protéger les stocks des attaques des ravageurs (Fleurat-leussard, 1982) ; ou encore par l'utilisation des huiles essentielles. La présence de ces dernières dans les racines, les écorces et le bois correspond à un effet antiseptique vis-à-vis des parasites présents dans le sol, alors que leurs teneurs élevées dans le feuillage (Lamiacées) ont un effet répulsif pour les herbivores. Au même temps l'odeur dégagée par ces plantes aromatiques semble être attractive pour les pollinisateurs. Ces huiles essentielles peuvent constituer un moyen de lutte alternatif pour limiter les dégâts dans les stocks des grains.

Au cours de cette étude, nous avons testé l'effet insecticide des huiles essentielles de la Menthe pouliot (*Mentha pulegium* L.) et du pistachier lentisque (*Pistachia lentiscus* L.), par inhalation et par répulsion sur les adultes de la bruche chinoise (*Callosobruchus chinensis* L.).

Ce présent document est scindé en deux parties : Une partie bibliographique qui comprend deux chapitres, traitant de la plante hôte : le pois-chiche (*Cicer arietinum* L.), l'insecte ravageur: la bruche chinoise (*C. chinensis*). La deuxième partie expérimentale, présentera au 1^{er} chapitre, le matériel et méthodes utilisés lors de cette étude ainsi que les propriétés des huiles essentielles utilisées : (la menthe pouliot et lentisque). Nous allons présentés aussi au 2^{ème} chapitre, les résultats et discussion relatifs à l'évaluation de l'effet insecticide des huiles essentielles sur buche. Ce travail sera clos par une conclusion et quelques perspectives de recherche.

**Chapitre I : Présentation de
la plante hôte**

***Cicer arietinum* L.**

(Pois chiche)

1. Origine et historique de la culture

Le pois chiche est originaire du proche Orient, du Sud-Est de la Turquie (Ladizinsky, 1987) et les régions voisines de la Syrie (Staginnus et *al.*, 1999); il s'est diffusé progressivement vers l'Ouest de la méditerranée, en Asie orientale, l'Australie et l'Afrique de l'Est. Ce légume a conquis l'Europe durant le moyen âge (Duke, 1981). Deux espèces sauvages ont été découvertes au Sud-Est de la Turquie par Davis (2001) et Ladizinsky (1976), ils les ont dénommées respectivement *Cicer echinospernum* Davis et *Cicer retilaculatum* Ladiz.

Le pois chiche est l'une des légumineuses les plus importantes produites dans le bassin méditerranéen et l'une des premières légumineuses à graines à être domestiquées dans le vieux monde (Van Der-Maessen, 1972). Aujourd'hui elle est cultivée partout dans le monde.

2. Classification

Davis (2001), rappelle la classification du pois chiche qui est la suivante :

Règne : Plantes

Embranchement : Spermatophytes

Classe : Dicotylédones

Sous classe : Rosidées

Ordre : Fabales

Famille : Fabacées

Sous famille : Papilionacées

Genre : *Cicer*

Espèce : *Cicer arietinum* L.

3. Taxonomie

En 1871, Duschak a signalé que l'origine du mot *Cicer* vient de hébreu (kirkes) ou (kikar) qui signifie rond; le mot *arietinum* vient du grec (krios) qui veut dire la forme de la tête de bélier (Van Der Maesen 1984).

Le genre *Cicer* comprend un grand nombre d'espèces réparti en trois groupes (Van Der Maessen, 1979) qui sont :

Les espèces annuelles sauvages : *C. reticulatum*, *C. echinospernum*, *C. bijucum* ;

Les espèces pérennes sauvages : *C. montbretii*, *C. microphyllum*, *C. rechingeri* ;

Les espèces annuelles cultivées : *C. arietinum*.

4. Description

Le pois chiche (Figure 1A) est une plante herbacée, annuelle et autogame (Summerfield et *al.*, 1979). Il comporte :

4.1. Système racinaire

Le système racinaire est mixte, occupe un volume important du sol ce qui confère à la plante une tolérance à la sécheresse, il est constitué d'une racine principale qui peut atteindre 1 mètre de profondeur et des racines secondaires traçantes (Slama, 1998).

La fixation de l'azote se fait grâce à des bactéries spécifiques du pois chiche (*Rhizobium ciceri*), les nodules développés sur les racines, permettent la fixation symbiotique de l'azote atmosphérique pour satisfaire 80% des besoins de la plante en azote assimilable (Tillard, 1986). L'intensité de la lumière et la durée d'éclairement sont des facteurs importants pour la nodulation et la fixation d'azote (Lie, 1971 ; Beddar, 1990).

4.2. Tige

La tige du pois chiche est érigée, anguleuse, couverte de poils et mesure jusqu'à 50 cm de hauteur. À une certaine hauteur elle se ramifie en deux ou trois branches secondaires qui vont se ramifier à leurs tours en branches tertiaires ; la plante de pois chiche peut présenter un port étalé ou semi dressé (Slama, 1998).

4.3. Feuille

Les feuilles du pois chiche (Figure 1B) sont composés d'un nombre impaire de folioles, chaque feuille compte 7 à 17 folioles ovales et dentées (Ayadi, 1986).

4.4. Fleur

Les feuilles du *C. arietinum* (Figure 1D) sont zygomorphes, articulées, solitaires ou en grappe de deux fleurs portées sur un pédoncule de 3 à 12 mm de long. Parfois il ya 2 ou 3 fleurs sur le même nœud. Elles sont de couleur rose, blanche ou bleu (Leport et *al.*, 2006).

Les mêmes auteurs rajoutent que la précocité de la variété, la date et la densité du semis et les techniques culturales conditionnent l'apparition des premières fleurs, les branches continuent

à se développer, à fleurir et à produire des gousses et des grains sous des conditions hydriques favorables et des températures clémentes.

Les premières fleurs, dites pseudo-fleurs ou fausses fleurs, sont imparfaites et ne donnent pas de gousses (Roberts et *al.*, 1980).

4.5. Fruit

Le fruit du pois chiche (Figure 1C) est une gousse de forme globuleuse ayant 1 à 2 graines, rarement 4 graines, renflées, ovales, velues, pendantes et portant un bec (Ladizinsky, 1987) ; ces graines peuvent être arrondis ou irrégulières, lisses ou rideés (Singh et *al.*, 1995 ; Bock, 2008). Leur germination est hypogée (Sassene, 1989).

La partie aérienne de la plante du pois chiche sécrète une solution composée de 94.2% d'acide malique, 5.6% d'acide oxalique et 0.2% d'acide acétique (Van Der-Maessen, 1972). La longueur du cycle du pois chiche dépend de la chaleur et de l'humidité disponible dans le sol. La récolte peut avoir lieu si l'humidité des grains est de l'ordre de 18% (Jaiswal et Singh, 2001).

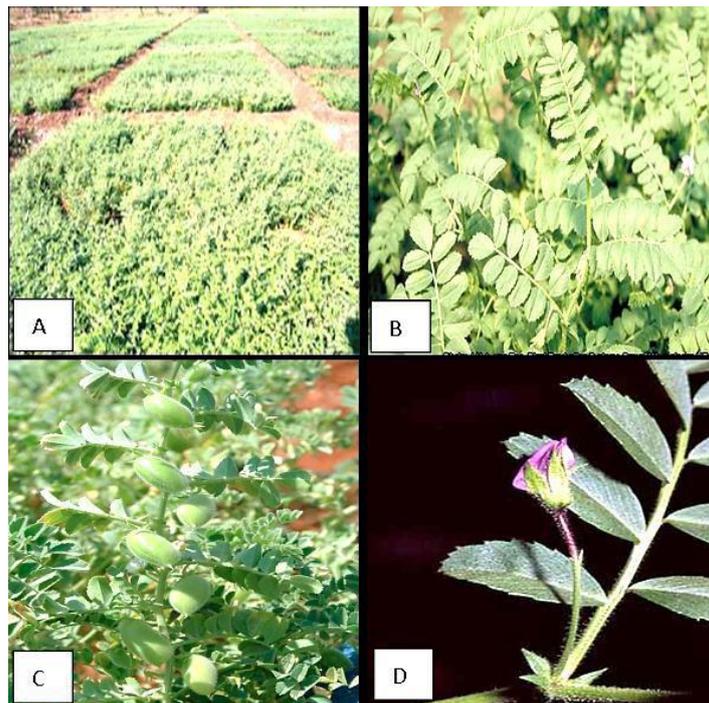


Figure 1. Morphologie de la plante de pois chiche. (A) Vue d'ensemble d'un champ de pois chiche ; (B) Feuilles composées de pois chiche; (C) Gousses jeunes vertes; (D) Fleur mauve de *C. arietinum* (Chibout et *al.*2017).

5. Types de pois chiche

La classification du pois chiche est basée sur la couleur et la taille des graines dont les variétés les plus connues sont (Figure 2) :

Le pois chiche kabuli (Figure 2A) a des grains de couleur blanche à crème et une taille variable. La variété Desi (Figure 2B) présente des grains à tégument pigmenté (beige noir) et épais, de petite taille ;

Des analyses récentes ont révélé que le pourcentage du tégument et de la teneur en fibres étaient les deux seuls constituants qui distinguent les deux types de pois chiche Desi et Kabuli (Singh *et al.*, 1980), tandis que la composition en acides aminés et les fractions de protéines des graines des deux types du pois chiche étaient similaires (Singh *et al.*, 1981).

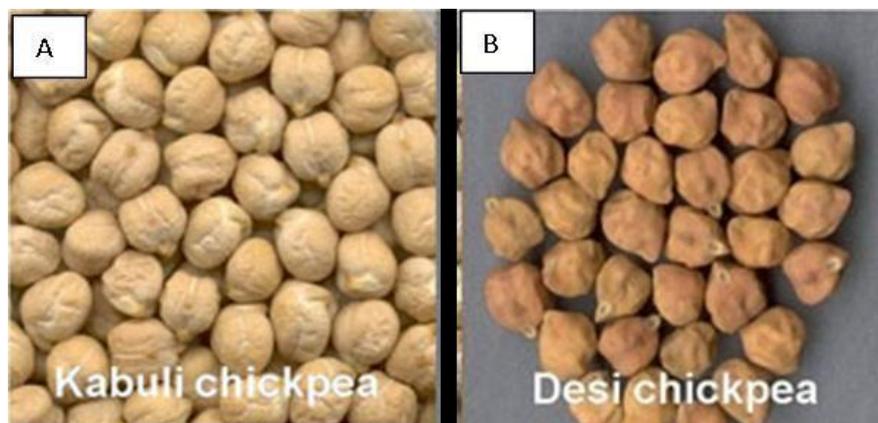


Figure 2. Types de pois chiche. (A) Kabuli et (B) Desi (Bunyamin, 2015).

6. Valeur nutritionnelle

Les légumineuses fournissent une part importante de protéines et de calories dans le régime afro-asiatique. La composition en acides aminés du pois chiche est bien équilibrée, à l'exception des acides aminés soufrés qui sont limités (méthionine et cystéine), par contre il reste riche en lysine.

Le pois chiches est donc un compagnon idéal des céréales connues pour être plus riches en acides aminés soufrés mais limités en lysine (Wood et Grusak, 2007 ; Jukanti *et al.*, 2012).

La teneur totale en lipides comprend principalement des polyinsaturés (62-67 %), des mono-insaturés (19-26 %) et des saturés (12-14 %). Par conséquent, la petite quantité de lipides est principalement du type bénéfique (Mono-insaturés et polyinsaturés) plutôt que les graisses saturées qui ont été liées aux maladies cardiaques et circulatoires.

Les glucides sont la principale composante nutritionnelle des graines de pois chiche, avec 51-65% dans le type desi et 54-71 % dans le type kabuli. Les principales classes sont des monosaccharides, des disaccharides, des oligosaccharides et des polysaccharides.

Le pois chiche contient des quantités considérables d'acide folique associées à des quantités plus modestes de vitamines hydrosolubles comme la riboflavine (B2), l'acide pantothénique (B5) et la pyridoxine (B6). Ces niveaux sont similaires ou supérieurs à ceux observés dans d'autres légumineuses (Tableau 1).

Alajaji et El-Adawy (2006) montrent que l'ébullition, l'autoclavage et la cuisson à microonde affectent la composition et la qualité nutritionnelle du pois chiche. Selon eux, la cuisson par micro-ondes cause de légères pertes de vitamines B et de minéraux, alors que l'autoclavage provoque des pertes importantes.

Environ 100 g de graines de pois chiche peuvent répondre aux besoins diététiques quotidiens en fer (1,05 mg / jour chez l'homme et 1,46 mg / j chez la femme) et en zinc (4,2 mg / j et 3,0 mg / j) alors que 200 g peuvent répondre aux besoins en magnésium (260 mg / j et 220 mg / j) (Jukanti et *al.*, 2012).

Tableau 01 : Composition des graines pois chiche en élément nutritifs (Williams et Singh, 1987)

Éléments	Composition pour 100g de graines
Protéines	23(g)
Carbohydrates	64(g)
Amide	47(g)
Lipide	05(g)
Fibres bruts	06(g)
Sucres solubles	06(g)
Cendre	03(g)
Phosphore	343(mg)
Calcium	186(mg)
Magnésium	141(mg)
Fer	07(mg)
Zinc	03(mg)

7. Importance économique du pois chiche

7.1. Dans le monde

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. Il occupe une place importante dans l'agriculture du bassin méditerranéen et constitue la deuxième légumineuse alimentaire cultivée dans le monde après les haricots (*Phaseolus vulgaris* L.) (Gaur et al., 2019).

Il est bien connu comme une source de glucides complexes, fibres alimentaires, protéines, vitamines, minéraux et comme un important constituant des régimes alimentaire quotidiens dans de nombreux pays (Aguilera et al., 2009).

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 (Anonyme 1, 1992).

L'Inde est le plus grand producteur de pois chiche, il fournit 75% de la production mondiale (Fao, 2016 ; Maurya et Kumar, 2018 ; Gaur et al., 2019). Les principaux pays producteurs sont l'Inde, la Turquie, le Pakistan, l'Iran, l'Éthiopie, le Mexique, le Canada, le Myanmar, Pakistan et les USA (Gaur et al., 2013). Cependant, la productivité du pois chiche n'est pas suffisante pour répondre aux besoins en protéines de la population humaine.

L'agriculture constitue une discipline importante d'éradication de la faim et assure la sécurité alimentaire. L'augmentation de la population humaine et le changement climatique menacera très probablement la nutrition dans les décennies à venir (Leport et al., 2006).

Les memes auteur rajoutent que les pays du sous – continent indien, ainsi que l'Australie, produisent 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 de 25% de Kabuli.

7.2. En Algérie

Le pois chiche constitue un aliment de base pour la population algérienne, c'est la seconde légumineuse alimentaire produite après les fèves. Cette culture a connu, durant la décennie 1980-1990 une certaine évolution progressive sur le plan des superficies et de la

consommation et une évolution régressive en terme de productivité (Saxena 1984., Singh 1997). Les causes de la faiblesse de la productivité du pois chiche en Algérie sont souvent d'ordre agro techniques liées aux conditions de semis (période, modes de semis, qualité de la semence) et à l'infestation par les adventices (Hamadache et Ait Abdallah, 1998).

En Algérie la culture des légumineuses alimentaires a fait partie de nos systèmes agraires depuis très longtemps dans différentes zones agro-écologiques du pays. Actuellement la production nationale ne couvre pas les besoins internes du pays et l'état à recours à des importations. Ainsi, 1800.000 quintaux de légumineuses alimentaires sont importées chaque années ce qui est l'équivalent de 123 millions de dollars (Fao, 2006). L'importation s'estime à 55 537 tonnes alors que la production est seulement 15 000 tonnes (Fao, 2007).

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)

8. Importance agronomique du pois chiche

Le pois chiche *C. arietinum* est utilisé comme aliment pour le bétail et joue un rôle important dans les systèmes agricoles (Singh, 1997). Il est utilisé avec d'autres légumineuses dans les systèmes des rotations et d'associations culturales avec d'autres cultures notamment les céréales dans le but d'assurer la meilleure efficacité d'utilisation des ressources en azote. L'importance du pois chiche réside dans leur facilité à fixer l'azote atmosphérique grâce aux bactéries, contribuant ainsi à l'élévation du niveau de la fertilité des sols. Le remplacement de la jachère nue par la culture du pois chiche dans le système céréales-jachère représente un gain de surfaces cultivées (Kande, 1965).

**Chapitre II : Présentation de
l'insecte ravageur
Callosobruchus chinensis L.**

1. Caractères généraux des Bruchidae

Les Bruchidae constituent un groupe très homogène d'insectes cléthrophages dont le développement se déroule en général à l'intérieur d'une seule et même graine ; ce sont des ravageurs notoires des denrées stockées et des graines entreposées avec un taux élevé de croissance (Tuda, 2007).

Les Bruchidae sont des holométaboles c'est-à-dire qu'ils ont une métamorphose complète et passe par quatre étapes : œuf, larve, nymphe et imago (Auber, 1965).

On distingue classiquement trois groupes au sein de cette famille. Certaines espèces pondent au champ, généralement sur le fruit encore vert et leur développement se déroule dans une graine en cours de formation, à teneur en eau élevée. Chez d'autres espèces, la femelle pond dans les mêmes conditions, mais le développement se poursuit et s'achève dans la graine sèche, éventuellement au sein d'un stock. Le troisième type concerne des espèces dont l'ensemble du développement se déroule sur graines sèches. C'est dans ce dernier groupe que l'on rencontre les espèces les plus nuisibles à l'agriculture. La bruche chinoise *Callosobruchus chinensis* appartient à ce groupe dont le développement larvaire se déroulant entièrement à l'intérieur de la graine, à l'abri d'éventuels traitements insecticides, C'est essentiellement par des mesures prophylactiques que la protection des stocks devra s'effectuer.

2. Bruche chinoise *Callosobruchus chinensis*

2.1. Répartition géographique

C. chinensis est une espèce d'insectes coléoptères de la famille des Chrysomelidae. C'est un ravageur des graines de légumineuses (*Fabaceae*) d'origine asiatique peu répandue en Afrique ; il constitue un sérieux ennemi du pois chiche en Asie occidentale (Avidov et al., 1965). Il affiche un modèle de distribution cosmopolite et a été repéré dans la plupart des pays en raison de l'exportation commerciale de pois (Yenagi et al., 2013).

2.2. Systématique

Balachowsky (1962) rappelle la position systématique de la bruche chinoise qui est la suivante :

Règne : Animal

Embranchement : Arthropodes

Sous embranchement : Trachéates

Classe : Insectes

Sous classe : Ptérygotes Néoptères

Infra classé : Endoptérygotes

Ordre : Coléoptères

Sous ordre : Phytophages

Famille : Bruchidées

Genre : *Callosobruchus*

Espèce : *Callosobruchus chinensis* L. 1758



Figure 3. bruche (femelle) du pois chiche
C. chinensis (Originale, 2021).

2.3. Description

La bruche chinoise passe par 4 stades de développement à savoir :

2.3.1. Œuf

L'œuf de *C. chinensis* (Figure 4A) est semi ovoïde et fixé au support par une substance visqueuse qui s'étale autour de l'œuf (Johnson 1978 ; Johnson et Kingsolver, 1975). Dans les stocks, les œufs sont pondus directement sur les graines, alors que dans les champs, ils sont déposés sur les gousses vertes (De Luca et *al.*, 1968).

2.3.2. Larve

La larve est de couleur blanche, mesurant de 2.1 à 2.5 mm de longueur (Figure 4B). Il existe 4 stades larvaires dont la larve L₁ est immobile, la L₂ est de forme incurvée, la L₃ puis L₄ qui poursuit son développement pour donner un adulte.

2.3.3. Nymphe

La pupa est de couleur blanche à jaunâtre, elle mesure en moyenne 3,34 mm de longueur et 1,67 mm de largeur (Figure 4C). La période nymphale dure entre 6 et 7 jours (Kumar et *al.*, 2009).

2.3.4. Adulte

L'adulte est de petite taille mesurant de 3 à 4 mm de longueur, dont le corps est globuleux et pourvu de longues pattes et de longues antennes (Figure 4D).

L'adulte de *C. chinensis* est bon voilier et peut développer des populations en peu de temps (Islam et Kabir, 1995).

2.4.4. Dimorphisme sexuel

La distinction entre le mâle (Figure 4D) et la femelle (Figure 3) peut se faire sur la base de plusieurs caractères :

Les antennes de *C. chinensis* adulte présentent un dimorphisme sexuel en effet les femelles ont des antennes dentées courtes (Anonyme 1, 1992) et les mâles ont des antennes pectinées, ou seulement épaissies chez les femelles (Balachowsky, 1962).

La coloration générale de l'adulte est brun-noir, avec des zones noires beaucoup plus étendues chez le mâle que chez la femelle (Delobel et Tran, 1993).

3. Cycle biologique

La biologie de *C. chinensis* a été étudiée par plusieurs chercheurs, cependant, les informations essentielles sur la dynamique des populations de *Callosobruchus* se trouvent surtout au sud de la Chine.

La majorité des espèces de Bruchidae ont un cycle de vie similaire. Les femelles déposent généralement leurs œufs directement sur les gousses ou les graines, ou bien les collent sur le tégument externe des graines comme est le cas de la bruche chinoise. Cette ponte se fait de façon très spécifique, mais il arrive que les femelles se trompent de plantes-hôtes (Delobel, 2000). Après éclosion de l'œuf apparaît une première larve L₁, immobile qui mue pour donner une larve secondaire L₂ de forme incurvée, mesurant 5 à 6 mm de long puis apparaît une larve L₃. La L₄ poursuit son développement dans une logette aux dépens de 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 les magasins chauffés (Delobel et Tran, 1993). Fleurat Lessard (1982) déclare que cette espèce peut avoir 5 à 6 générations par an, alors que (Anonyme 1, 1992) a noté qu'elle peut avoir 3 à 4 générations par an.



Figure 4. Les différents stades de développement de *C. chinensis*. A : œufs sur les graines de pois chiche; B : Larve ; C : Nympe ; D : Adulte male (Originale, 2021).

4. Dégâts et pertes

Les graines de légumineuses subissent de gros dommages pendant le stockage en raison d'attaque d'insectes (Sharma, 1989). Plusieurs espèces polyvoltines (par exemple *Callosobruchus*) sont ainsi capables de se multiplier dans des greniers à grains tout au long de l'année (Delobel et Tran, 1993).

Parmi ces insectes nuisibles, la bruche chinoise *C. chinensis* (Coléoptère Bruchidae) est un sérieux ravageur du pois chiche, niébé et lentille (Alam et *al.*, 2002). Les mêmes auteurs rajoutent que les semences de pois chiches dans les pays en développement souffrent fortement des pertes quantitatives dues à l'attaque par ce coléoptère.

Les générations successives des insectes provoquent de hautes pertes et les graines peuvent être presque complètement creusées par l'alimentation et le trou d'émergence et les pertes dans le stockage causées par les bruchidés sont irréversibles (Hariri et *al.*, 1989).

La larve de *C. chinensis* se développe dans les graines causant des pertes de poids, diminution du potentiel de germination et réduction de la valeur commerciale (Caswell, 1981) (Figure 5).



Figure 5. Dégâts causés par *C. chinensis* sur grains de pois chiche (Originale, 2021).

5. La lutte contre les Bruchidés

Plusieurs méthodes de lutttes sont utilisées contre les ravageurs des denrées stockées et particulièrement la bruche du pois chiche.

5.1. Lutte préventive

Elle consiste en une hygiène rigoureuse des moyens de transport, des locaux de stockage, et des machines de récolte. Il est important d'isoler les nouvelles récoltes de celles qui sont anciennes dans l'entrepôt (Kellouche, 2005). En outre, l'utilisation des cultivars résistants semble être une méthode efficace de lutte ce qui permet ainsi, d'assurer une protection efficace tant au champ que durant le stockage (Kitchet *al.*, 1991).

5.2. Lutte curative

Lienard et Seck (1994), ont montré que l'utilisation de la cendre de plante empêche la rentrée des adultes dans les stocks. D'autre part, le stockage hermétique permet de tuer les insectes par asphyxie, cette méthode consiste à entreposer les graines dans des récipients hermétiques à l'air.

5.3. Lutte chimique

En absence de toute autre possibilité de protection, la lutte chimique parait nécessaire (Balachowsky, 1992). Elle est indispensable pour contrôler efficacement les dégâts de la

bruche du pois au champ. Plusieurs générations de pesticides ont été utilisées contre les insectes ravageurs des denrées stockées. Ces produits appartiennent à différentes classes chimiques comme les pyréthrinoides de synthèse (Deltaméthrine, la perméthrine et la cyfluthrine) qui assurent une protection efficace du pois pendant 6 à 7 mois de stockage (Seck et al., 1991; Kellouche, 2005). D'autre part, la phosphine s'avère très efficace contre les œufs et les larves de *C. chinensis* (Howe, 1978) La lutte chimique contre les insectes durant le stockage repose essentiellement sur les traitements insecticides systématiques, ce qui pose de véritables problèmes de résidus, pollution de l'environnement, problème de santé humaine et les risques d'apparition de résistance chez ces nuisibles (Eigwuatu, 1987).

5.4. Lutte physique

L'irradiation et la lutte par le froid. Ces méthodes, bien que procurant de bons résultats, ne sont guère présentes en Afrique du fait du coût de l'énergie et de la lourdeur des installations de base. D'après Lale (2002), l'insolation est une pratique effectuée le plus souvent avant emmagasinage des récoltes, elle permet d'achever le séchage et de faire fuir les insectes grâce à la chaleur et à l'incidence directe des rayons solaires. Les mêmes auteurs ajoutent que des essais conduits sur niébé ont donné une mortalité totale des bruches de *C. maculatus* et *C. subinnotatus* au bout de 6 h d'exposition à 50 °C. D'après Sembene (2006), sur arachide, si la température externe au sol est supérieure à 33 °C, une heure d'exposition au soleil est suffisante pour éliminer les bruches.

5.5. Lutte biologique

5.5.1. Utilisation des ennemis naturels

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. Le principe consiste à introduire dans le milieu de vie des ravageurs un prédateur, un parasitoïde ou un microorganisme pathogène pour inhiber leur développement.

5.5.2. Utilisation des huiles essentielles

Plusieurs travaux sont préoccupés par la recherche sur la détermination des efficacités insecticides de nombreuses substances d'origine naturelles notamment végétales comme alternatives des alternatives de lutte contre les ravageurs de stock. En effet, les huiles essentielles extraites des plantes aromatiques et médicinales ont été largement utilisées dans la

lutte contre ces ravageurs (Isman, 2000). Ogendo et *al.* (2008) ont quant à eux démontrés la toxicité des huiles essentielles d'*Ocimum gratissimum* L. à 1 µl *Oryzephilus* et *C. chinensis* L. avec des taux de mortalité de 98 à 100 % en 24 h.

Au cours de notre travail, nous avons utilisé deux huiles essentielles.

5.5.2.1. Pistachier lentisque

- **Définition**

Le pistachier lentisque est une plante du maquis utilisée depuis l'antiquité notamment pour sa résine obtenue par incision du tronc. Une fois séchée cette résine forme une sorte de gomme aux multiples utilisations : utilisée en médecine traditionnelle pour traiter entre autres les ulcères gastriques, elle est aussi utilisée en alimentation (pâtisserie, ancêtre du chewing-gum, élaboration de liqueur) (Bensalm, 2015)

A Ghisonaccia, en Haute-Corse, se trouve un spécimen dont l'âge a été estimé entre 700 et 1000 ans (Rameau, 1989).

- **Description**

Le pistachier lentisque (Figure 6) est un arbuste ou un arbre de 1 à 5 m de haut avec des feuilles persistantes, paripennées, avec 4 à 10 folioles elliptiques, coriaces et luisantes et le pétiole est nettement ailé (6 A) (Hans, 2007).

Les fleurs sont brunâtres, constituent des denses grappes spiciformes, elles sont à l'origine de petites drupes rouges, puis noires à maturité, subglobuleuses (Boullard, 2001).

La même auteur rajoute qu'on différencie les fleurs femelles (6D) des fleurs mâles (6C) grâce à leur couleur, vert jaunâtre pour les femelles et rouge foncé pour les mâles.

Le fruit est une drupe globuleuse (de 2 à 3 mm), d'abord rouge puis brunâtre à sa maturité à l'automne (B).

L'écorce est rougeâtre sur les jeunes branches et vire au gris avec le temps quand on l'incise il laisse s'écouler une résine irritante non colorée à odeur forte nommé mastic (Boullard, 2001).



Figure 6. Morphologie de la plante de pistachier lentisque. (A) Feuilles de *Pistacia lentiscus* ; (D) Fleurs femelles du *Pistacia lentiscus* ;(C) Fleurs mâles du *Pistacia lentiscus* ; (B) Fruits du *Pistacia lentiscus* (Chouder et Drici, 2019).

- **Systématique**

Emberger (1971), rapporte la classification du pistachier lentisque :

Règne : Plantae

Embranchement : Tracheobionta

Classe : Magnoliopsida

Ordre : Sapindales

Famille : Anacardiaceae

Genre : *Pistacia*

Espèce : *Pistacia lentiscus* L.

- **Composition chimique et propriétés organoleptiques**

Selon Franchomme et *al.* (2001), l'huile essentielle du Lentisque pistachier (Figure 8) contient majoritairement des monoterpènes :

- α -pinène (6,5-20%).
- Mycènes (4-15%).
- Sabinène (1,5-15%).

Parmi les autres constituants, on trouve des monoterpénols (jusqu'à 10% de terpinène-1-ol-4), des sesquiterpènes (Murolène, cadinènes) et des sesquiterpénols (α -cadinol). L'huile essentielle de Lentisque pistachier est limpide, de couleur jaune, à l'odeur intense herbacée (Bensalem, 2015).

5.5.2.2. Menthe pouliot

- **Définition**

Les Menthes désignent un genre de dicotylédones gamopétales, de l'ordre des Lamiales et de la famille des Lamiacées, La Menthe est formée de près de 3500 espèces réparties sur 8 sous-familles. Près de la moitié (47 %) des Lamiacées sont regroupées dans la sous-famille des Nepetoideae (Bruneton, 1993).

- **Description**

Mentha pulegium Linné, 1753 appelée localement « Fliou », est également appelée pouliot, La menthe pouliot est une plante vivace aromatique, fertile. La tige est dressée, ramifiée, quadrangulaire et rougeâtre. Elle peut atteindre jusqu'à 30-40cm de hauteur (Figure 7). Les organes d'élaboration de l'huile essentielle de cette plante (Figure 8) sont les cellules épidermiques des feuilles et des fleurs qui évoluent en glande sécrétrice où s'accumule l'huile (Lemordant, 1977).

- **Systématique**

Bekhechi (2008) et Guignard (2004), rapportent la classification systématique de *Mentha pulegium* :

Règne : Végétal

Embranchement : Spermaphytes

Sous-embranchement : Angiospermes

Classe : Dicotylédones

Sous-classe : Gamopétales

Ordre : Lamiales

Famille : Labiacées

Genre : *Mentha*

Espèce : *M. pulegium* L.

- **Composition chimique de l'huile essentielle**

La composition chimique de l'huile essentielle de *Mentha pulegium* (menthe pouliot) est présentée dans le tableau suivant :

Tableau 02. Composition chimique de l'huile essentielle de *M. pulegium* (Guy, 2005).

Hydrocarbures terpéniques	Alcools
Phellandrene traces à 2%	Néomenthol 0 à 1,5 %
Limonène 0,4 à 1%	Terpinéol 0 à 1,4%
Cétones	Esters
Menthone 0,1 à 30,8%	Acétate de néoisomenthyle 0 à 2,5%
Iso menthone 1,9 à 25,4%	
Pépiritone 0,4 à 87%	Autres composés
Pulégone 36 à 74,4	Menthofurane 0 à 0,8
Pipériténone 0 à 2,5	Acétate de linaly -



Figure 7. Morphologie de la menthe pouliot (Anonyme 2, 2019).



Figure 8. Les huiles essentielles (menthe pouliot et pistachier lentisque) (Originale, 2021).

Chapitre III :

Matériel et méthodes

1. Matériels

Pour réaliser nos expériences en condition de laboratoire nous avons utilisé le matériel suivant :

1.1. Matériel de laboratoire (Figure 9)

- Des bocaux en plastique (de 1 à 2L de volume) 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 bocaux en verre (de 125ml de volume) et du fil pour réaliser les tests de toxicité par inhalation des huiles essentielles ;
- Une micropipette pour évaluer les différentes doses d'huile essentielle (0,5-10 μ l de volume) ;
- Du papier filtre, des emboues, des étiquettes et autre accessoires.

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 pois chiche. Les bruches soumises aux différents tests sont au stade adulte âgé 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.

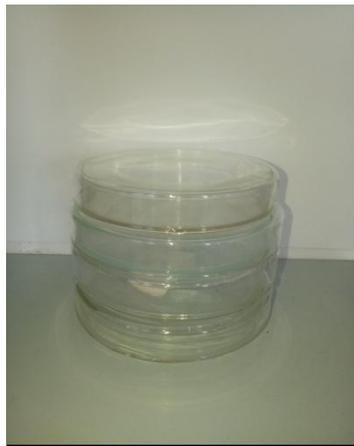
1.2.3. Huiles essentielles utilisées

Les huiles essentielles testées durant cette étude proviennent du marché local. Ce sont des huiles de la menthe pouliot et de pistachier lentisque officinal extraites à partir d'un matériel végétal récolté en Algérie.

2. Méthodes

2.1. Élevage de masse

L'élevage de masse de la bruche chinoise *C. chinensis* est effectué dans des bocaux en



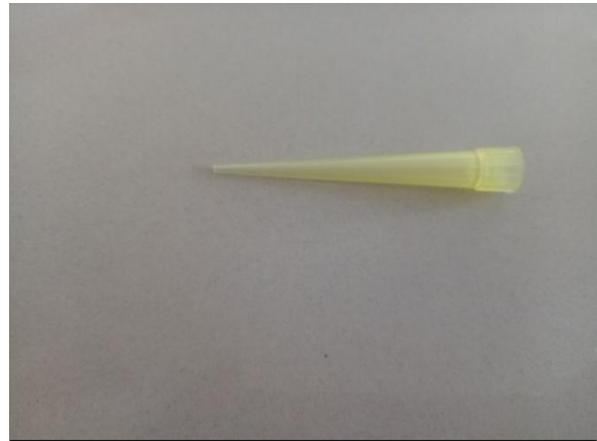
Boîtes de Pétri en verre



Bocaux de 125 ml



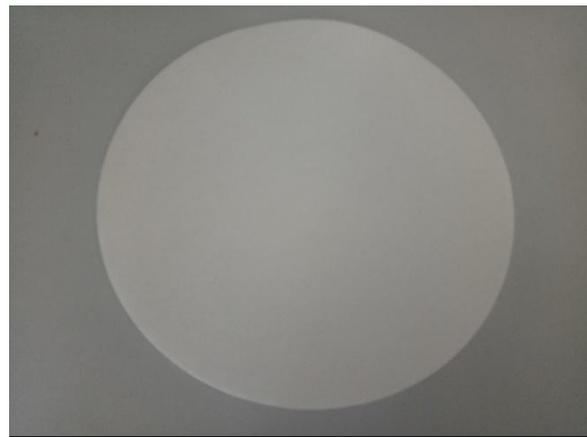
Micropipette



Emboue



Autres accessoires



Disque de papier filtre

Figure 9. Matériel de laboratoire utilisé dans les différents tests (Originale, 2021).

plastiques qui contiennent 1kg de graines du pois chiche, lavés et bien séchés au préalable (Figure 10).

Le but de cet élevage est d'avoir des individus âgés de 0 à 24 heures en nombres suffisant pour réaliser les différents tests expérimentaux.



Figure 10. Élevage en masse de la bruche *C. chinensis* au laboratoire (Originale, 2021).

2.2. Test par inhalation

Ce test a pour but l'étude de la longévité des adultes de *C. chinensis* soumis au traitement par inhalation aux différentes doses de deux huiles essentielles en fonction de la durée d'exposition (Figure 11). Le protocole suivi pour cette expérience est comme suit :

- Introduire dans les bocaux en verre de 125ml de volume un disque de papier filtre de 2 centimètres de diamètre fixé à l'aide d'un fil sur la face interne du couvercle de manière qu'il soit au milieu du bocal.
- À l'aide d'une micropipette, les disques sont imprégnés par des doses différentes de l'huile essentielle de lentisque pistachier (1 μ l, 2 μ l, 3 μ l, 4 μ l et 5 μ l), ou de l'huile

essentielle de la menthe pouliot (0.5 μ l, 0.75 μ l, 1 μ l, 1.5 μ l et 2 μ l) avec quatre répétitions pour chaque dose.

- 20 individus âgés de 0 à 24 heures sont introduits dans les bocaux en verre de 125 ml. En parallèle, des bocaux témoins non traités par l'huile essentielle sont mis en place.
- Quatre répétitions sont réalisées pour chaque dose et pour le témoin.
- Les étiquettes placées sur chaque bocal, sont notées l'huile utilisée, la dose, le numéro de la répétition et l'heure où est lancée l'expérimentation.
- Le dénombrement des individus morts s'effectue après 1h, 2h, 3h, 4h, 5h, 24h, 48h, 72h et 96h d'exposition au traitement pour chaque dose et pour le témoin jusqu'à la mort totale des individus soumis à l'expérience.

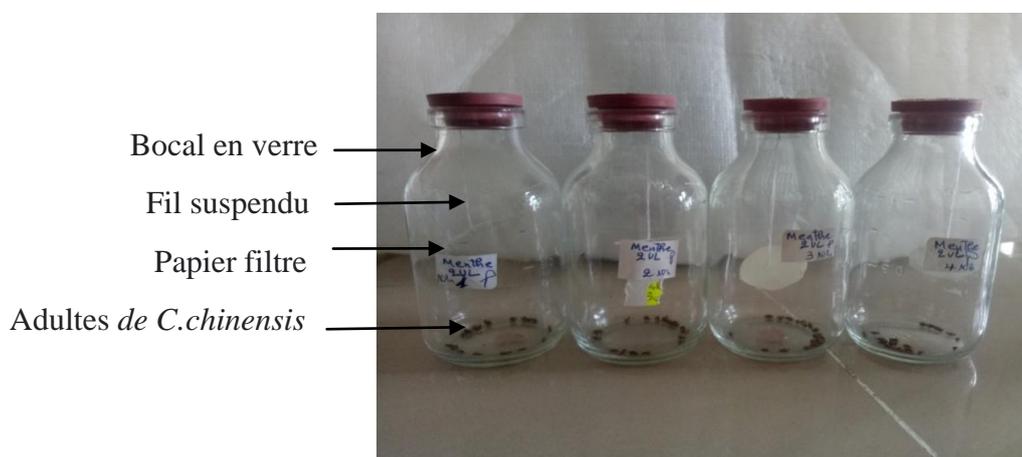


Figure 11. Dispositif expérimental du test par inhalation des huiles essentielles de *P. lentiscus* et de *M. pulegium* sur des adultes de *C. chinensis* (Originale, 2021).

2.3. Test par répulsion

Ce test consiste à étudier l'effet répulsif des deux huiles essentielles sur les adultes de *C. chinensis* (Figure 12). Le protocole suivi est comme suit :

- Placer un disque de papier filtre coupé en deux parties égales à l'intérieur des boîtes de Pétri en verre.
- Traiter une partie du disque papier filtre par l'une des huiles essentielles : du pistachier lentisque aux doses de 1 μ l, 2 μ l, 3 μ l, 4 μ l et 5 μ l, ou l'huile essentielle de la menthe

pouliot aux doses de 0.5µl, 0.75µl, 1µl, 1.5µl et 2µl ; l'autre moitié n'est pas traitée par l'huile essentielle est constituée ainsi le témoin.

- Introduire 20 individus de *C. chinensis* âgés de 0 à 24 heures puis attendre 30 minutes pour dénombrer les individus déplacés vers la zone non traitée.
- Quatre répétitions sont réalisées pour chaque dose.
- Sur chaque boîte, sont notés l'huile utilisée, la dose, le numéro de répétition et l'heure où est débutée l'expérimentation.
- Après 30 minutes de traitement, le nombre d'individus est relevé sur la partie traitée et non traitée (témoin).

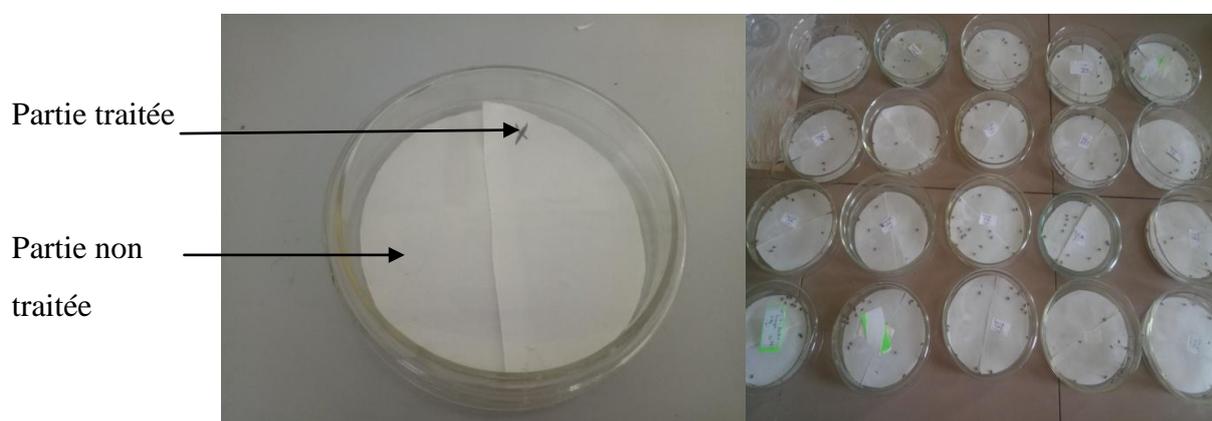


Figure 12. Dispositif expérimental du test de répulsion de l'huile essentielle sur des adultes de *C. chinensis* (Originale, 2021).

Le pourcentage de répulsion (%) est calculé par la formule suivante (Mc Donald et *al.*, 1970) :

$$PR\% = ((Nc - Nh) / (Nc + Nh)) \times 100$$

Nc : nombre de bruches présents sur le demi-disque non traité.

Nh : nombre de bruches présents sur le demi-disque traité avec la solution huileuse (soit par la menthe pouliot oubliaient par le pistachier lentisque).

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

Tableau 3. Pourcentage de répulsion selon le classement de Mc Donald et *al.* (1970).

Classes	Intervalle de répulsion	Propriétés
Classe 0	$PR \leq 0.1\%$	Très faiblement répulsif
Classe I	$0.1\% < PR \leq 20\%$	Faiblement répulsif
Classe II	$20\% < PR \leq 40\%$	Modérément répulsif
Classe III	$40\% < PR \leq 60\%$	Moyennement répulsif
Classe IV	$60\% < PR \leq 80\%$	répulsif
Classe V	$80\% < PR \leq 100\%$	Très répulsif

3. Analyse statistique

Les résultats obtenus sont soumis à une analyse de la variance à deux et 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 significative.

Chapitre IV :

Résultats et discussion

1. Résultats

1.1. Test par inhalation

1.1.1. Évaluation de la toxicité de l'huile essentielle du pistachier lentisque

Les résultats obtenus pour l'action de l'huile essentielle de *P. lentiscus* sur les adultes de *C. chinensis* soumis au test par inhalation, sont exprimés en pourcentage de mortalité et sont présentés dans la figure 13.

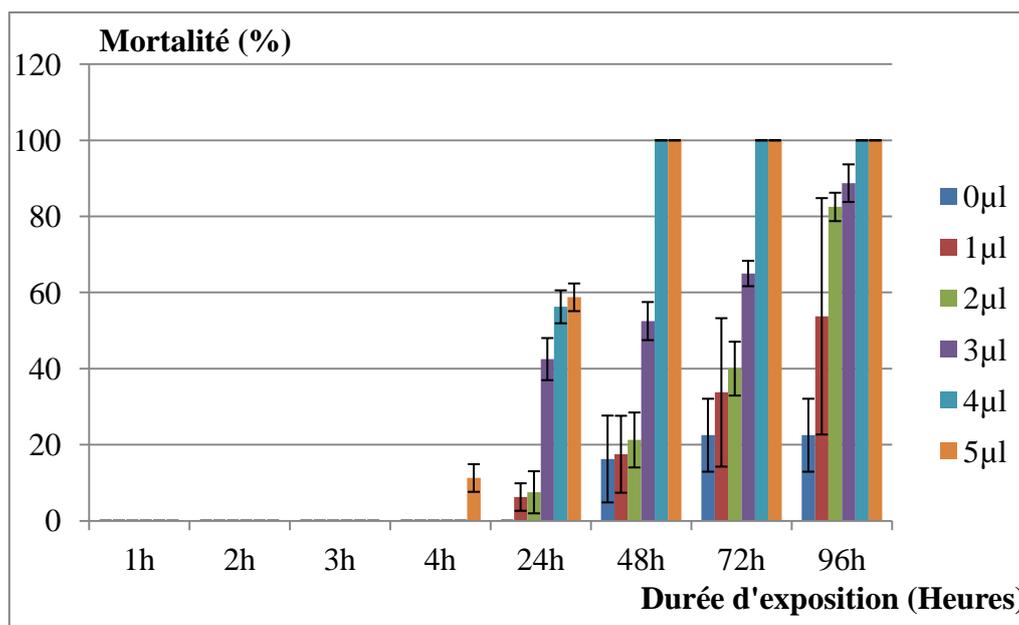


Figure 13. Mortalité (%) des adultes de *C. chinensis* traités par inhalation par l'huile essentielle de *P. lentiscus* en fonction des doses et des différentes durées d'exposition.

La mortalité des adultes de *C. chinensis* augmente en fonction de la durée d'exposition aux différentes doses de l'huile essentielle de *P. lentiscus*. Dans les lots témoins (non traités), une faible mortalité n'est enregistrée qu'à partir de 48 heures d'exposition et atteint son maximum (22.5%) après 96 heures.

Après uniquement 4 heures d'exposition à la dose de 5µl, nous avons enregistré une mortalité de 11.25% d'adultes. Aux doses de 1µl et 2 µl, la mortalité enregistrée est de l'ordre de 33.75% et 40% respectivement après 72 heures d'exposition et atteint 82.5% et 88.5% après 96 heures.

Les valeurs les plus élevées sont enregistrées aux doses de 2µl et 3µl sont de l'ordre de 82.5% et 88.75% respectivement et ce après 96 heures d'exposition. Une mortalité totale (100%) des

individus soumis à l'action de l'huile essentielle du pistachier lentisque est observée aux doses de 4 μ l et 5 μ l après 48 heures d'exposition.

L'analyse de la variance à deux critères de classification montre une différence très hautement significative pour les deux facteurs, la dose ($P = 0.00034$) et la durée d'exposition ($P = 0$) (Tableau 4).

Tableau 4. Résultats de l'analyse de la variance au seuil de 5% pour le paramètre mortalité des adultes de *C. chinensis* traités par inhalation avec l'huile essentielle du pistachier lentisque.

	S.C.E	DDL	C.M.	Test F	Prob A	E.T.	C.V.
Var. totale	62829,65	47	1336,801				
Facteur 1. Dose	10446,25	5	2089,25	6,234	0,00034		
Facteur 2. Durée	40653,87	7	5807,695	17,33	0		
Var. Résiduelle	11729,53	35	335,13			18,307	67,66%

Le test de Newman et Keuls au seuil de signification de 5% classe le facteur dose dans trois groupes homogènes : A pour les doses 4 μ l et 5 μ l, B pour les doses 0 μ l, 1 μ l et 2 μ l et AB pour la dose de 3 μ l (Tableau 5) et classe le facteur durée d'exposition dans deux groupes : A pour 48h, 72h et 96 heures et B pour 1h, 2h, 3h, 4h et 24 heures (Tableau 6).

Tableau 5. 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 *C. chinensis* traités par inhalation avec l'huile essentielle du pistachier lentisque.

F1. Dose	Libelles	Moyennes	Groupes homogènes	
6.0	5 μ l	46,25	A	
5.0	4 μ l	44,531	A	
4.0	3 μ l	31,094	A	B
3.0	2 μ l	18,906		B
2.0	1 μ l	13,906		B
1.0	0 μ l	7,656		B

1.1.2. Évaluation de la toxicité de l'huile essentielle de la menthe pouliot.

Les résultats obtenus pour l'action de l'huile essentielle de *M. pulegium* sur les adultes de *C. chinensis* soumis au test par inhalation, sont exprimés en pourcentage de mortalité et sont présentés dans la figure 14.

Tableau 6. Résultats du test de Newman et Keuls au seuil de signification de 5% pour l'effet du facteur durée d'exposition sur la mortalité des adultes de *C. chinensis* traités par inhalation avec l'huile essentielle du pistachier lentisque.

F2. durée	Libelles	Moyennes	Groupes homogènes	
8.0	96h	74,583	A	
7.0	72h	60,208	A	
6.0	48h	51,25	A	
5.0	24h	28,542		B
4.0	4h	1,875		B
3.0	3h	0		B
2.0	2h	0		B
1.0	1h	0		B

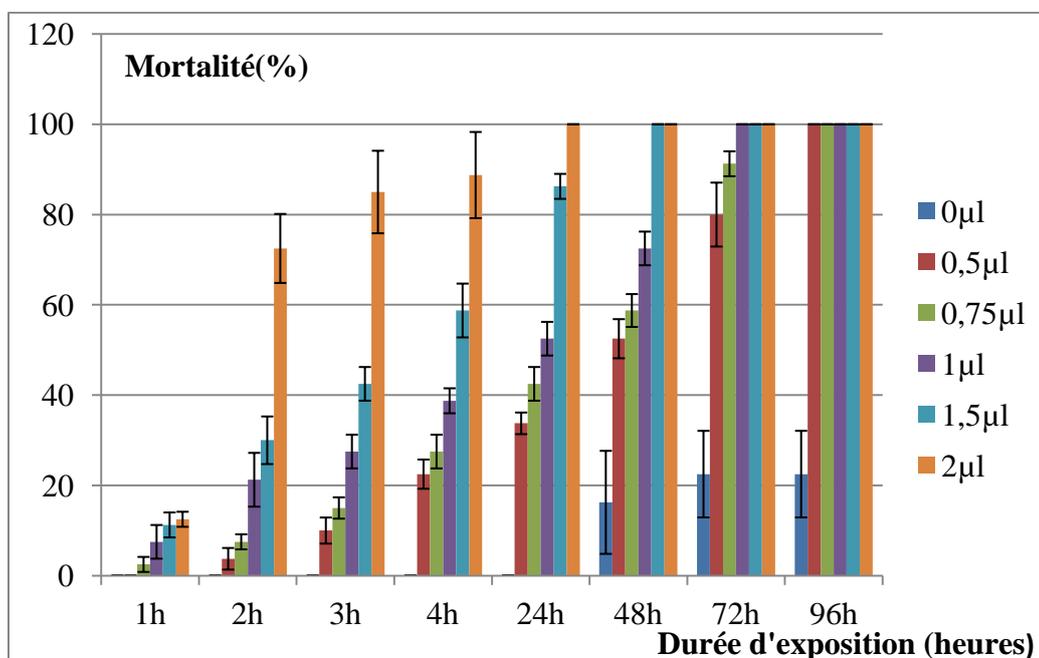


Figure 14. Mortalité (%) des adultes de *C. chinensis* traités par inhalation par l'huile essentielle de *M. pulegium* en fonction des doses et de la durée d'exposition.

La mortalité des adultes de *C. chinensis* augmente en fonction de la durée d'exposition aux différentes doses de l'huile essentielle de *M. pulegium*. Dans les lots témoins (non traités), une faible mortalité n'est enregistrée qu'à partir de 48 heures d'exposition et atteint son maximum (22.5%) après 96 heures.

Les valeurs les plus faibles de mortalité sont enregistrées à la dose de 0.5µl et ce après 2 heures d'exposition et atteint la mortalité totale après 96 heures.

Dès la première heure d'exposition aux doses de 0.75µl, 1µl, 1.5µl et 2µl, nous avons enregistré de faibles mortalités qui augmentent exponentiellement avec la durée d'exposition. Aux doses de 1µl et 1.5µl, la mortalité enregistrée est de l'ordre de 7.5% et 11.25% respectivement après 1 heure d'exposition. La mortalité totale (100%) est enregistrée après 48heures d'exposition à la dose de 1.5µl et après 72 heures d'exposition à la dose 1µl.

À la dose de 2µl nous avons observé une mortalité de 72.5% d'adultes après uniquement 2 heures d'exposition et atteint le maximum (100%) après 24 heures d'exposition.

L'analyse de la variance à deux critères de classification montre des différences très hautement significatives pour les deux facteurs : la dose et la durée d'exposition (P = 0) (Tableau 7).

Tableau 7. Résultats de l'analyse de la variance au seuil de 5% pour le paramètre mortalité des adultes de *C. chinensis* traités par inhalation avec l'huile essentielle de la menthe pouliot.

	S.C.E	DDL	C.M.	Test F	Prob A	E.T.	C.V.
Var. totale	70064,82	47	1490,741				
Facteur1.dose	26255,25	5	5251,05	22,105	0		
Facteur.2 durée	35495,29	7	5070,755	21,346	0		
Var. Résiduelle	8314,281	35	237,551			15,413	31,94%

Le test de Newman et Keuls au seuil de signification de 5% classe le facteur dose dans cinq groupes homogènes : A, B, BC, et C pour les doses 2µl, 1.5µl, 1µl respectivement, et le groupe C pour la dose 0.5µl et 0.75µl (Tableau 8). Il classe aussi le facteur durée d'exposition dans sept groupes : A pour 72h et 96 heures d'exposition, et AB, BC, CD, D, DE et E pour 48h, 24h, 4h, 3h, 2h, 1 heures (Tableau 9).

Tableau 8. 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 *C. chinensis* traités par inhalation avec l'huile essentielle de menthe pouliot.

F1. Dose	Libelles	Moyenne S	Groupes homogènes		
5.0	2 µl	82,344	A		
4.0	1.5 µl	66,094		B	
3.0	1 µl	52,5		B	C
2.0	0.75 µl	43,125			C
1.0	0.5 µl	37,813			C

Tableau 9. Résultats du test de Newman et Keuls au seuil de signification de 5% pour l'effet du facteur durée d'exposition sur la mortalité des adultes de *C. chinensis* traités par inhalation avec l'huile essentielle de la menthe pouliot.

F2. Durée	Libelles	Moyennes	Groupes homogènes				
8.0	96h	87,083	A				
7.0	72h	82,292	A				
6.0	48h	66,667	A	B			
5.0	24h	52,5		B	C		
4.0	4h	39,375			C	D	
3.0	3h	30				D	
2.0	2h	22,5				D	E
1.0	1h	5,625					E

Nos résultats suggèrent que l'huile essentielle de la menthe pouliot présente un effet insecticide par inhalation plus important comparée à celle pistachier lentisque. En effet, des doses très faibles ont été utilisées pour la menthe pouliot qui a induit une mortalité de 100% à la dose la plus forte de 2 μ l après 24h alors que l'huile essentielle du pistachier lentisque a montré une mortalité très faible de 7.5% dans les mêmes conditions..

1.2. Test par répulsion

1.2.1. Évaluation de la toxicité par répulsion de l'huile essentielle de *P. lentiscus*

Nous avons évalué l'effet répulsif de l'huile essentielle de *P. lentiscus* par la méthode de la zone préférentielle ; les résultats obtenus sont présentés dans la figure 15.

L'huile essentielle de *P. lentiscus* a montré un effet répulsif sur les adultes de *C. chinensis* qui augmente au fur et à mesure que les doses augmentent.

Nous avons enregistré des taux de répulsion très faibles 10%, 15% et 17.5% aux doses de 1 μ l, 2 μ l et 3 μ l respectivement. Alors qu'à la dose 4 μ l, le taux de répulsion est augmenté jusqu'à 32.5%. L'effet le plus considérable de répulsion est enregistré à la dose 5 μ l où il atteint 60%.

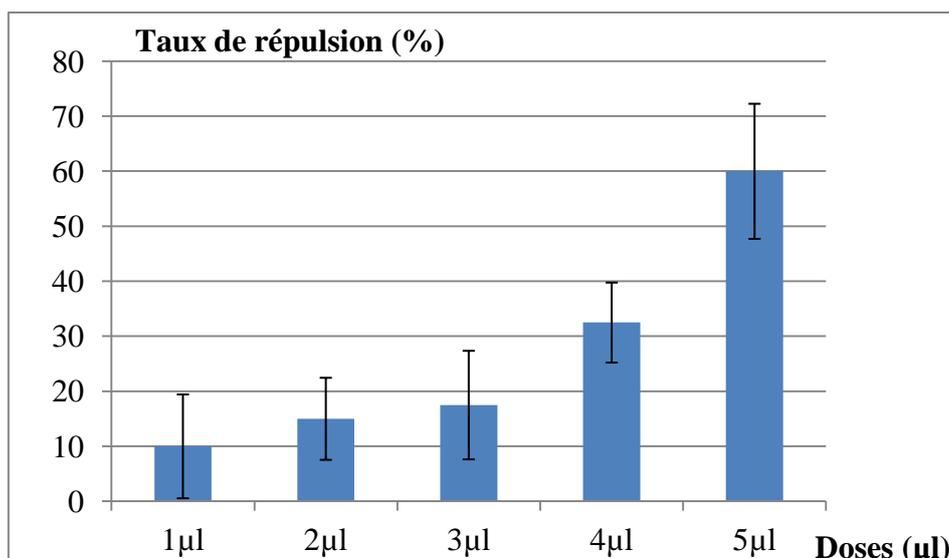


Figure 15. Taux de répulsion (%) des adultes de *C. chinensis* à l'égard de différentes doses de l'huile essentielle de *P. lentiscus*.

L'analyse de la variance montre des différences significatives entre les différentes doses testées ($P = 0.02908$) (Tableau 10).

Tableau 10. Résultats de l'analyse de la variance de facteur dose au seuil de 5% pour le paramètre de répulsion des adultes de *C. chinensis* par l'huile essentielle de *P. lentiscus*.

	S.C.E	DDL	C.M.	Test. F	Prob. A	E.T.	C.V.
Var. Totale	11013,75	19	579,671				
Var. Facteur dose	5420	4	1355	3,634	0,02908		
Var. Résiduelle	5593,75	15	372,917			19,311	66,02%

Le test de Newman et Keuls au seuil de signification de 5% classe le facteur dose dans trois groupes homogènes : A et AB pour les doses de 5 μl et 4 μl respectivement, B pour les doses de 1 μl , 2 μl , et 3 μl (Tableau 11).

Tableau 11. Résultats du test de Newman et Keuls au seuil de signification de 5% pour l'effet du facteur dose sur le pouvoir répulsif de l'huile essentielle du pistachier lentisque à l'égard des adultes de *C. chinensis*.

F1.Dose	Libelle S	Moyenne S	Groupes homogènes	
5.0	5 μ l	60	A	
4.0	4 μ l	32,5	A	B
3.0	3 μ l	20		B
2.0	2 μ l	18,75		B
1.0	1 μ l	15		B

En s'appuyant sur la méthode de Mc Donald et *al.* (1970), le taux moyen de répulsion de l'huile essentielle de *P. lentiscus* est de 27% ce qui nous permet de noter qu'elle appartient à la classe II avec un effet modérément répulsif (Tableau 12).

Tableau 12. Nombre moyen des adultes *C. chinensis* dans la partie traitée et la partie non traitée et le pourcentage de répulsion de l'huile essentielle de *P. lentiscus*.

L'huile essentielle de <i>P. lentiscus</i>				
Moyenne d'adultes présents dans		Partie traitée à l'huile essentielle	Partie non traitée à l'huile essentielle	% de répulsion
Doses	1 μ l	9	11	10
	2 μ l	8.5	11.5	15
	3 μ l	8.75	11.25	17.5
	4 μ l	6.75	13.25	32.5
	5 μ l	4	16	60
Taux moyen de répulsion			27%	
Classe			II	
Effet			Modérément répulsif	

Le nombre d'adultes de *C. chinensis* dans les parties non traitées augmente au fur et à mesure que la dose de l'huile essentielle augmente dans la partie traitée.

1.2.2 Évaluation de la toxicité par répulsion de l'huile essentielle de *M. pulegium*.

Nous avons évalué l'effet répulsif de l'huile essentielle de *M. pulegium* par la méthode de la zone préférentielle ; les résultats sont présentés dans la figure 16.

L'huile *M. pulegium* a montré un effet répulsif qui augmente au fur et mesure que les doses augmente.

Un faible taux de répulsion (22.5%) est enregistré aux doses 0.5 μ l et 0.75 μ l qui se multiplie à la dose 1 μ l. Nous avons enregistré la répulsion de la moitié (51.5%) des adultes de *C. chinensis* à la dose 1.5 μ l et un taux de répulsion maximal à la dose 2 μ l qui atteint 62%.

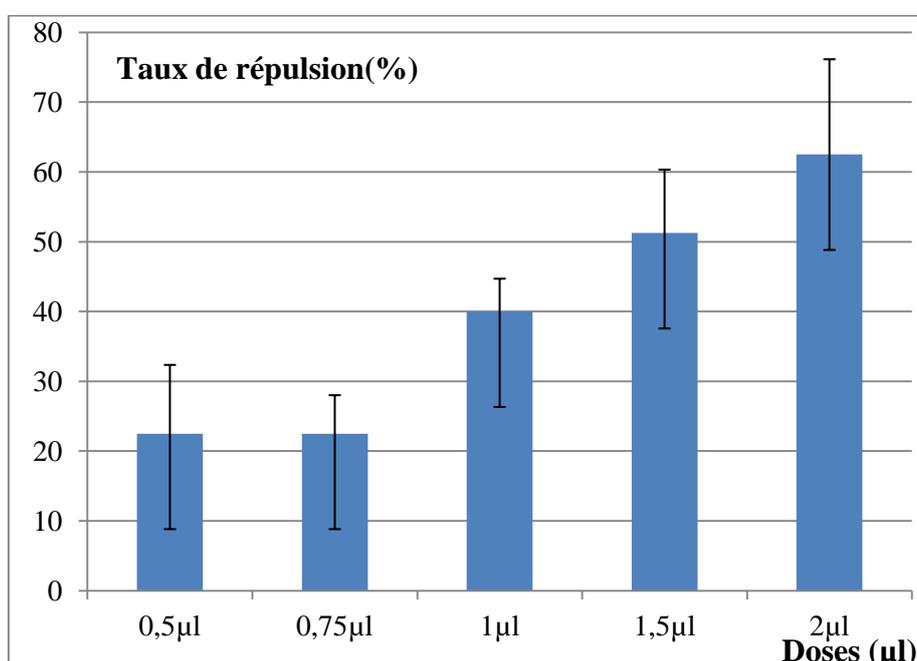


Figure 16. Taux de répulsion (%) des adultes de *C. chinensis* à l'égard de différentes doses de l'huile essentielle de *M. pulegium*.

L'analyse de la variance montre qu'il y'a une différence hautement significative pour le facteur dose ($P = 0.00937$) (Tableau 13).

Tableau 13. Résultats de l'analyse de la variance de facteur dose au seuil de 5% pour le paramètre répulsion des adultes de *C. chinensis* par l'huile essentielle de *M. pulegium*.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
Var. Totale	8723,749	19	459,145				
Var. Facteur dose	4979,999	4	1245	4,988	0,00937		
Var. Résiduelle	3743,75	15	249,583			15,798	39,74%

Le test de Newman et Keuls au seuil de signification de 5% classe le facteur dose dans trois groupes homogènes : A pour la dose de 2µl ; AB pour les doses de 1µl et 1.5µl ; B pour les doses de 0.5 µl et 0.75 µl (Tableau 14).

Tableau 14. Résultats du test de Newman et Keuls au seuil de signification de 5% pour l'effet du facteur dose sur le pouvoir répulsif de l'huile essentielle de la menthe pouliot à l'égard des adultes de *C. chinensis*.

F1	Libelles	Moyenne S	Groupes homogènes	
5.0	2	62,5	A	
4.0	1.5	51,25	A	B
3.0	1	40	A	B
2.0	0.75	22,5		B
1.0	0.5	22,5		B

En s'appuyant sur la méthode de Mc Donald et *al.* (1970), le taux moyen de répulsion de l'huile essentielle de *M. pulegium* est de 39.75% ce qui nous permet de noter qu'elle appartient à la classe II avec effet modérément répulsif (Tableau 15).

Tableau 15. Nombre moyen des adultes de *C. chinensis* dans la pate traitée et la partie non traitée et le pourcentage de répulsion de l'huile essentielle de *M. pulegium*.

L'huile essentielle de <i>M. pulegium</i>					
Moyenne d'adultes présents dans		Partie traitée à l'huile essentielle	Partie non traitée à l'huile essentielle	% de répulsion	
Doses	0.5µl	7.75	12.25	22.5	
	0.75µl	7.75	12.25	22.5	
	1µl	6	14	40	
	1.5µl	3.75	16	51.25	
	2µl	2.75	17.25	62.5	
Taux moyen de répulsion			39.75%		
Classe			II		
Effet			Modérément répulsif		

D'après le classement de Mc Donald et *al.* (1970), les deux huiles essentielles utilisées dans l'expérimentation appartiennent à la classe II, avec un effet modérément répulsif ; cependant, l'huile essentielle de la menthe pouliot a exhibé un pourcentage de répulsion plus élevé de 62% contre 15% pour l'huile essentielle du pistachier lentisque à la même dose de 2 μ l.

2. Discussion

L'objectif principal de notre travail est de trouver des solutions alternatives afin de lutter contre la bruche chinoise *C. chinensis* qui est un ravageur notoire des légumineuses dans les stocks avec des 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 pouliot et l'huile essentielle du pistachier lentisque. Cette étude est réalisée à travers deux tests en utilisant différentes doses 1 μ l, 2 μ l, 3 μ l, 4 μ l, et 5 μ l pour l'huile de pistachier lentisque et 0.5 μ l, 0.75 μ l, 1.5 μ l, et 2 μ l pour l'huile de menthe pouliot.

Le test par inhalation est utilisé pour évaluer la mortalité des adultes de *C. chinensis* et l'autre par répulsion afin de constater l'effet répulsif des deux huiles. Les résultats obtenus montrent nettement que les deux huiles essentielles présentent un effet insecticide hautement significatif sur les adultes de *C. chinensis* au fur et à mesure que la dose et le temps d'exposition augmentent.

Dans notre étude, l'huile essentielle de la menthe pouliot s'est avéré la plus efficace et la plus répulsive.

1. Test par inhalation

L'huile essentielle de la menthe pouliot cause la mort totale des bruches après une exposition de 48h, à la dose 1.5 μ l et après 72heures d'exposition à la dose 1 μ l. En effet dans les lots témoins une faible mortalité des adultes de *C. chinensis* n'est enregistrée qu'à partir de 48heure et atteint son maximum (22.5%) après 96 heures. Ce résultat s'accorde avec ceux obtenus par Aliane et Imrazene (2019) sur la même bruche *C.chinensis* et qui ont montré que l'huile essentielle de la menthe pouliot à un effet insecticide important par inhalation sur *C. chinensis*, en effet elle réduit la durée de vie des adultes d'une manière très hautement significative au fur à mesure que la dose augmente ainsi que la durée d'exposition. Dès la plus

faible dose (0,5µl), l'huile essentielle de *Mentha pulegium* provoque une mortalité totale des adultes de *C. chinensis* après 24h d'exposition.

Des résultats très proches ont été obtenus sur une autre bruche des denrées stockées, la bruche du niébé (*Callosobruchus maculatus* F. *Coleoptera* : *Chrysomelidae*) par Tihachachet (2019) qui a montré que l'huile essentielle de la menthe pouliot à un effet insecticide par inhalation, à la dose 0.4µl elle a enregistré un taux moyen de mortalité de 75% après une heure de temps uniquement pour atteindre le maximum de mortalité soit 100% après 24heures de traitement à la même dose.

Des études similaires ont été réalisées par Acheraïou et Kacel (2019) qui ont mis en évidence l'effet toxique de l'huile essentielle de la menthe poivrée et l'huile essentielle de la sauge officinale à l'égard des adultes de *C. chinensis*. 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 (8µl).

Par rapport, Righi (2010) a montré que l'huile essentielle du *Thym* provoque une mortalité de 100% des adultes de *C. chinensis* après une heure d'exposition uniquement à une dose de 10µl. Par comparaison à nos résultats, il ressort que l'huile essentielle de *Thym* est moins toxique que l'huile essentielle de *M. pulegium* que nous avons appliqué sur le même ravageur.

Saeidi et Rezhman (2018) ont montré que l'huile essentielle de la *menthe poivrée* (*M. piperita*) provoque une mortalité de 100% des adultes de *C. maculatus* après 72h d'exposition à une dose de 14µl/l air.

Pour l'huile essentielle du pistachier lentisque, la mortalité élevée est enregistrée aux doses de 1µl et de 2µl et elle est de l'ordre de 30.75% et 40% respectivement après 72 heures d'exposition et atteint 82.5% après 96 heures. Dans les lots de témoins, une faible mortalité n'est enregistrée qu'à partir de 48 heures d'exposition et atteint son maximum (22.5%) après 96 heures.

Mahmoud et Dahmene (2017), on a montré que l'effet de l'huile essentielle du *P.lentiscus* testée par inhalation s'est avérée faible. Une augmentation des doses en corrélation avec la durée d'exposition de ces adultes est enregistrée jusqu'à ce qu'elle arrive à un taux de 100% à la dose de 0.8µl après 96 heures d'exposition.

Chouder et Drici (2019) ont constaté que l'extrait de poudre du *pistacia lentiscus* à une activité insecticide variable vis-à-vis de *Ryzopertha dominica* (coléoptère) cette variation d'activité (exprimée en mortalité corrigée observée chez les individus) est déterminé également sur une échelle chronologique et en fonction des différentes concentrations. Cela a montré que l'effet de l'extrait change selon la concentration utilisée et le temps, la concentration 0.3g/l semble la plus efficace contre les insectes ciblés après 96 heures du premier traitement causant une mortalité de 38.88%.

Sur une autre bruche des denrées stockées, Taleb Toudert (2015) signale une bio activité d'un ensemble d'huiles essentielles à l'égard de la bruche du niébé. À la dose du 16µl, les huiles essentielles d'*E.globulus*, *E. radiata*, *L.nobilis*, *S. officinale* expriment un effet toxique au bout de 1heure d'exposition, par contre les huiles essentielles de *M.communiset P. lentiscus* ont un effet après 15 heure et 12 heures d'exposition respectivement.

Selon Attouche et Djaroun (2017), la longévité des adultes d'*A. obtectus* diminue au fur et à mesure qu'augmente la dose pour les deux poudres du lentisque et de faux poivrier par rapport aux lots témoin 27 jours. A partir de la dose 3% de la diminution marquée, la longévité est observée dans les deux poudres avec la poudre du pistachier lentisque 18.5 jours, contre 20 jrs pour le faux poivrier. A la dose 44 de 5% la durée de la vie des adultes est réduite à 14.75 jrs pour le pistachier lentisque et 17 jrs pour le faux poivrier, il ressort apparemment que les deux poudres (lentisque et faux poivrier) ont un effet qui diffère sur la longévité des adultes d'*A. obtectus* avec un taux de mortalité plus observé induit par la poudre de lentisque.

2. Test par répulsion

L'huile essentielle de la menthe pouliot testé par répulsion à l'égard des adultes de la bruche *C. chinensis* a montré un effet modérément répulsif (39.75%) qui augmente au fur et à mesure que les doses augmentent. Un faible taux de répulsion (22.5%) est enregistré aux doses 0.5µl et 0.75µl et qui se multiplie à la dose de 1µl. Nous avons enregistré un taux de répulsion maximal à la dose de 2 µl qui atteint 62%.

Acharaiou et Kacel (2019) ont enregistré une activité répulsive des huiles essentielle de la menthe poivrée et de la sauge officinale à l'égard des adultes de *C. chinensis* qui augmentent au fur et à mesure que les concentrations augmentent. Elles varient 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 de répulsion moyen de 42.5%.

Sur la même bruche du pois chiche, Kumar et *al.* (2009) ont conclu que le taux de répulsion de l'huile essentielle de *Mentha longifolia* est de 85% contre les adultes de *C. chinensis*.

Kumar (2014) a testé l'effet répulsif de l'huile essentielle d'*Allium sativum* aux doses de 0.056, 0.085, 0.113 et 0.169 μ l/cm³ sur les adultes de *C. chinensis* et a montré que le taux de répulsion est de 31.84%, 42.5%, 52.23% et 70.74% respectivement.

Hamdani (2012) a évalué l'effet des quatre huiles essentielles de Rutacées sur la bruche de haricot *A. obtectus* et a enregistré un taux de répulsion le plus faible pour l'huile essentielle de l'Orange douce avec une moyenne de 17,5% et le plus élevé pour l'huile essentielle de Bigaradier avec une moyenne de 70% (très répulsive). Des taux de répulsion moyens de 50% et 42,5% ont été obtenus respectivement pour les huiles essentielles de Citronnier et de Pamplemoussier.

L'effet répulsif des huiles essentielles sur les ravageurs des denrées stockées est largement documenté. C'est ainsi que Kishan et *al.* (2001) ont montré que l'huile essentielle d'*Artemisia annua* est modérément répulsive vis-à-vis de trois coléoptères des denrées stockées *C. maculatus*, *R. dominica* et *Sitophilus oryzae*, avec une répulsion moyenne de 65 à 74% à la forte dose testé (4 μ l) pendant 1heure.

Roy et *al.* (2005) ont montré que l'huile essentielle extraite de Lastron bâtard (*Blumea lacera*) est modérément répulsive vis-à-vis de *Rhyzopertha dominica*, avec une répulsion moyenne de 55,7%.

L'huile essentielle du pistachier lentisque a montré un effet modérément répulsif qui augmente au fur et à mesure que les doses augmentent, de faibles taux de répulsion soient 10%, 15%, et 17.5% sont enregistrés aux doses de 1 μ l, 2 μ l, et 3 μ l respectivement. L'effet répulsif le plus considérable est enregistré à la dose de 5 μ l ou il atteint 60%.

Mahmoud et Dahmene (2017), on étudier l'effet de l'huile essentielle de *P. lentiscus* testé par répulsion sur *A. obtectus*. Les résultats ont montrés l'efficacité de cette huile enregistrant un taux de répulsion important de l'ordre de 65.5%.

Aussi, Hamai et al. (2006) ont conclu que les huiles essentielles de *citronnier* et de *lavande* ont un effet répulsif très élevé sur les adultes des denrées stockées *C. maculatus* avec un taux de répulsion de 63,75% et de 69,77% respectivement.

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 répulsives.

Notre étude fait ressortir que c'est l'huile essentielle de *M.pulegium* qui est la plus toxique par inhalation vis-à-vis de *C. chinensis*, comparée à l'huile essentielle de *P. lentiscus*, elle exhibe au même temps des effets répulsifs notoires.

Conclusion

L'usage des pesticides contre les ravageurs des cultures et des denrées stockées constitue un progrès pour la santé publique et pour l'environnement, cet usage excessif est aujourd'hui remis en cause, avec le développement de résistances aux pesticides chez les organismes que l'on souhaitait combattre.

Notre travail contribue à l'étude d'un insecte ravageur de légumineuses vivrières, la bruche chinoise *Callosobruchus chinensis* qui s'attaque aux graines de pois chiche stockés afin de fournir des éléments qui pourraient servir pour trouver des méthodes de lutte alternatives par l'utilisation de substances naturelles notamment les huiles essentielles extraites des plantes aromatiques très utilisées en Algérie qui sont la menthe pouliot (*M. pulegium*) et le pistachier lentisque (*P. lentiscus*).

En effet deux tests ont été réalisés au laboratoire sur des individus adultes de *C. chinensis*, 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 100% des individus de *C. chinensis* est enregistrée à la dose de 2 μ l au bout de 24h pour l'huile de menthe pouliot.

Une mortalité maximale de 100% des individus de *C. chinensis* soumis au traitement, par inhalation, est enregistrée à la dose de 4 μ l et 5 μ l pour l'huile de lentisque et à la dose de 1.5 μ l pour l'huile de la menthe, et ce au bout de 48h d'exposition.

Selon la méthode de Mc Donald le taux moyen de répulsion est de 39.75% pour l'huile de menthe pouliot, alors que pour l'huile de pistachier lentisque il est de l'ordre de 27%. Ce qui nous permet de noter que la menthe pouliot appartient à la classe II par conséquent son effet est modérément répulsif.

Notons que l'huile essentielle de la menthe pouliot s'est révélée avoir un effet insecticide plus rapide par inhalation, et un effet répulsif plus important que le pistachier lentisque.

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.

Ce travail aide à la recherche dans ce domaine, dont plusieurs perspectives de recherche peuvent être dégagées telles que l'extraction des huiles essentielle à partir des plantes

aromatique 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 leur effet antagonistes qui servent non seulement pour se défendre des maladies, mais aussi qui nous servent à protéger notre environnement.

Le développement de bio-insecticides 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

Acheraiou L et Kacel S., 2019. Activité insecticide des huiles essentielles de la menthe poivrée et de la sauge officinale sur la bruche chinoise (*Callasobruchus chinensis* L.) (Coleoptera : Chrysomelidae). Master en biologie, UMMTO, 40 p.

Alajaji S. A et El-Adawy T. A., 2006. Nutritional composition of chickpea (*Cicer arietinum* L.) as affected by microwave cooking and other traditional cooking methods. J Food Composition Analysis, 19: 806 – 812.

Alam S.S., Bilton J.N., Slawin A.M.Z., William D.J., Sheppard R.N et Strange R. N., 2002. Chickpea blight : Production of the phytotoxins solanapyrones A and C by *Ascochyta rabiei*, Phytochem. 28 : 2627-2630.

Aliane T et Imrazene O., 2019. Étude de l'activité insecticide de l'huile essentielle de la menthe pouliot (*Mentha pulegium* L.) sur la bruche chinoise *Callosobruchus chinensis* L. (Coleoptera : Chrysomelidae). Master en science agronomique, UMMTO, 48 p.

Anonyme 1., 1992. Le figaro et Agence France Presse.

Anonyme 2. <https://www.pinterest.fr/pin/60791564967670460/>

Auber L., 1965. Atlas des coléoptères de France. 35 p.

Avidov Z., Berlinger M.J et Applebaum S.W., 1965. Physiological aspects of host specificity in the Bruchidae. III. Effect of curvature and surface area on oviposition of *Callosobruchus chinensis* L. Animal Behaviour 13 : 178–180.

Ayadi T., 1986. Analyse agronomiques des différents types de pois chiche : influence de la date de semi. Mémoire d'Agronomie approfondie, ENSAM, Montpellier, 70 p.

Balachowsky A. S., 1962. Entomologie appliquée à l'agriculture. Ed. Masson et Cies, Tome I, Vol 1, 564 p.

Beddar N., 1990. Influence de l'effet inoculation par différentes souches de rhizobium sur l'élaboration du rendement chez le pois chiche (*Cicer arietinum* L.), Variété ILC 3279. Mémoire d'ingénieur agronome, Sétif ; 81 p.

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

- Bensalem G., 2015.** L'huile de Lentisque (*Pistacia lentiscus* L.) dans l'Est algérien : Caractéristiques physico-chimiques et composition en acides gras, Thèse, Université Constantine1. Institut de la Nutrition, de l'Alimentation et des Technologies Agroalimentaires, 129 P.
- Bonnemaison G., 1992.** Les ennemis animaux des plantes cultivées et des forêts, Tome 2, 129-132 p.
- Boullard B., 2001.** Plantes et arbres remarquables des rues, squares et jardins de Rouen : Itinéraires d'un amoureux de la nature, Editions PTC.
- Bruneton J., 1993.** Pharmacognosie. Phytochimie, plantes médicinales. 2^{ème} édition, Tec et Doc, Lavoisier, Paris, 632-915 p.
- Bunyamin T., 2015.** Pois chiche. Historica Canada. Baudoux D. Les cahiers pratiques d'aromathérapie selon l'école française. 1 Pédiatrie. Badama Philomène Seri-Kouassia, Coffi Kan kob, Louis Roi Nondenot Abouaa, Kouassi. Ed. Amyris, Belgique, 303 p.
- Caswell G. H., 1981.** Damage to stored cowpea in the Northern of Nigeria. Samaru Journal of Agricultural Research, 1: 11-19.
- Chouder C et Drici O., 2019.** Etude de l'activité insecticide des extraits du pistachier lentisque *Pistacia lentiscus* L. contre *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera:Bostrichidae), Mémoire du master en sciences agronomiques, Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi B-B-A, 46 p.
- Davis R. A., 2001.** A cognitive-behavioral model of pathological Internet use. Computers in Human Behavior, 17(2) : 187-195.
- De Luca E., Mummigatti H.E et Krishnaiah., 1968.** Technique to isolate *Callosobruchus chinensis* (L.) (Coleoptera: Bruchidae) eggs. Journal of Stored Products Research, 43 : 402-403.
- Delobel A et Tran M. 1993.** Les coléoptères des denrées alimentaires entreposées dans les régions chaudes. Faune tropicale, Paris (France), 32, 425 p.
- Delobel A., 2000.** Applied evolutionary ecology of insects of the subfamily Bruchinae (Coleoptera: Chrysomelidae) Midori TUDA* Institute of Biological Control, Faculty of Agriculture, Kyushu University, Fukuoka, Japan, Appl. Entomol. Zool, 42 (3) : 337-346 p.

- Duke J.A., 1981.** Handbook of legumes of world economic importance. Ed. Plenum press, New-York and London, 345 p.
- Eigwuatu R.1., 1987.** Current status of conventional insecticides in the management of stored product insect pests in the tropics. *Insect Sci, Appl*, 8 (41 5/6), 695-701 p.
- Emberger L. 1971.** Travaux de botanique et d'écologie, Masson, Paris, 520 p.
- Fao STAT., 2017.** Food and agriculture organization: <http://www.fao.org/faostat/en/#home>.
- Fao., 2006.** Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Fao., 2007.** Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Fao., 2016.** [En ligne], <http://www.fao.org/faostat/fr/#data/QC>.
- Fao., Stat. 2016.** Statistical database of the Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/faostat/fr/#data>
- Farrelle., 1998.** Autres méthodes de lutte contre les insectes et acariens des denrées stockées. Coed, AFNOR, I.T.C.F, Paris (France), 67 – 81 p.
- Fleurat Leussard F., 1982.** Autres méthodes de lutte contre les insectes et acariens des denrées stockées. AFNOR, I.T.C.F, Paris (France), 81 p.
- Franchomme P., Jollois R et Penoel D., 2001.** L'aromathérapie exactement : encyclopédie de l'utilisation thérapeutique des huiles essentielles, Roger Jollois, 5 : 220-253.
- Gaur P. M, Samineni S, Thudi M, Tripathi S, Sajja S. B, Jayalakshmi V., 2019.** Integrated breeding approaches for improving drought and heat adaptation in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Plant Breed*, 138, doi: 10.1111/pbr, 12641 : 389–400.
- Gaur P. M., Jukanti A. K., Samineni S. Chaturvedi S. K, Basu P. S., Babbar A., 2013.** Climate change and heat stress tolerance in chickpea. *Climate change and plant abiotic stress tolerance* (Weinheim Germany: Wiley Blackwell), 837–856 p.
- Golob P et Wibley D.J., 1980.** The Use of Plants and Minerals as Protectants of Stored Product Tropical Product Institute G138. Post-Harvest Pest and Quality Section Natural Resource Institute. Cathan, 32p.
- Goucem Khelfane K., 2014.** Etude de l'activité insecticide des huiles essentielles et des poudres de quelque 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 volatiles de différentes variétés de la plante hôte (*Phaseolus vulgaris* L.). Thèse doctorat, Tizi-Ouzou, UMMTO, 126 p.

Guignard J.L et Dupont F., 2004. Botanique, systématique moléculaire. 13ème Ed. Masson, Paris, 237 p.

Guy G., 2005. Les plantes aromatiques et huile essentielle a graisse, édition l'Harmattan, 414 p.

Hamadache A et Ait Abdella. 1998. 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 Étude de cas pois chiche (*Cicer arietinum* L). Inoculation et nodulation, magister en biotechnologies végétales, Université Mentouri, Constantine (Algérie), 15 p.

Hamadache A., Boulafa H et Aknin 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 Étude de cas pois chiche (*Cicer arietinum*. L). Inoculation et nodulation, magister en biotechnologies végétales, Université Mentouri, Constantine. Algérie. 15 p.

Hamai K., Harma K et Kacimi F., 2006. Effet de cinq huiles végétales sur l'activité biologique du bruche de niébé *Callosobrucus maculatus* F. (Coleoptera : Bruchidae). Mémoire d'Ingéniera En Biologie, UMMTO, 67 p.

Hamdani Dj., 2012. Action des poudres et des huiles de quelques plantes aromatiques sur les paramètres biologiques de la bruche du Haricot, *Acanthoscelides obtectus* Say. (Coleoptera , Bruchidae). Mémoire Magister, UMMTO, 96 p.

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

Hariri D., Gwinner J. R., Harnisch J et Muck O. 1981. Manual of the Prevention of Post-harvest Grain Losses : Deutsche Gesellschaft fur Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH, 338 p.

Howe R.W., 1978. The Principal Introduction and problems of storage and pest control. Outlook Agric, 9(5) :198-203.

International Wellingford. UK. pp: 329-356

- Isman L., 2000.** Contribution à l'étude des bruches de pois chiche (Coleoptera Chrysomelidae) Sous famille des bruchinae dans la région de Constantine, Université des Frères Mentouri, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie 130 p.
- Jaswal R et Singh N.P., 2001.** Plant Regeneration from NaCl Tolerant Callus/Cell Lines of Chickpea, International Chickpea and Pigeonpea, Newsletter 8, ICRISAT (International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics), 73 p.
- Johnson et Kingsolver., 1975. S.G. Mummigatti, H.E. Krishnaiah., 1978.** Technique to isolate *Callosobruchus chinensis* (L.) (Coleoptera: Bruchidae) eggs. Journal of Stored Products Research, 43 : 402–403.
- Jukanti A. K., Gaur P. M., Gowda C.L.L et Chibbar R.N., 2012.** Nutritional quality and health benefits of chickpea (*Cicer arietinum* L.): a review. British J Nutrition, 108: 11-26.
- Kande J., 1965.** Contribution à l'étude de la valeur nutritionnelle de deux graines de légumineuses le pois chiche (*Cicer arietinum* L.) et la lentille (*Lens esculata*). Diplôme d'étude, École pratique des hautes études, 60 p.
- Kellouche A., 2005.** Etude de la bruche du pois-chiche, *Callosobruchus maculatus* (F) (Coleoptera: Bruchidae). Biologie, physiologie, reproduction et lutte, Thèse de Doctorat d'état. UMMTO. Tizi-Ouzou, 155 p.
- Kishan K. A., Aron K. T., Veena P et Sushil K., 2001.** Toxicity of 1,8-cineole Towards three species of stored product Coleopterans. Insect Sci. Applic. Vol 21, 2 : 155-160.
- Kitch L.W., Shade R.E et Murdock L.L., 1991.** Resistance to the cowpea weevil (*Callosobruchus maculatus*) larva in pods of cowpea (*Vigna unguiculata*). Entomol, Exp, Appl, 60 : 182-192.
- Kumar MC., 2014.** Biological activities of *Allium sativum* essential oil against pulse beetle, *Callosobruchus chinensis* (Coleoptera: Bruchidae). INDIA. herba plonica, vol 60, 2 : 42- 55.
- Kumar P., Ladizinsky G., 1987., Shukla R., Singh P., Singh A.K et 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, pulse domestication before cultivation. Econ, Bot, 41 : 60-65.

- Ladisinsky G., 1975.** A New *Cicer* from Turkey. Notes Roy. Bot. Gard. Edinb. (In Press) In Muehlbaauer F. J. Rajesh PN, 2008. Chickpea, a common source of protein and starch in the semi – arid tropics. PH. Moore, R Ming (eds) Genomics of tropical crop plants. 60-65 p.
- Ladizinsky G et Alder A., 1976.** Genetic relationships among annual species of *Cicer arietinum* L. Theoretical Applied Genetics, 48 : 197-204.
- Ladizinsky G., 1987.** Pulse domestication before cultivation. Econ, Bot, 41 : 60-65.
- Lale N.E.S., 2002.** Stored Product Entomology and Acarology in tropical Africa. Mole publication, Maiduguri, Nigeria, 204 p.
- Lemordant F., 1977.** Plantes utiles et toxiques de Tunisie, Fitoterapia, 48 : 191-214.
- 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 : 236-246.
- Lie T.A., 1971.** Temperature dependent root nodule formation in pea cv. Iran, Plant soil 34 : 751-752.
- Lienard V et Seck D., 1994.** Revue des méthodes de lutte contre *Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera : Bruchidae), ravageur des graines de niébé (*Vigna unguiculata* L.) en Afrique Tropicale, Insect Sci, Appli, 15 (3) : 301-311.
- MADR., 2014.** Annuaire statistiques du Ministère de l’Agriculture et du Développement Rural.
- Mahmoud et Dahmane., 2017.** Etude de l’activité insecticide de l’huile essentielle (*Pistacia lentiscus* L.) à l’égard de la bruche de l’haricot *Acanthoscelides obtectus* (coleoptera : chrysomelidae). Mémoire en Master. Spécialité Entomologie appliquée à la médecine à l’agriculture et la foresterie, UMMTO, 2017, 64 p.
- Mc Donald L. L., Guy R.H et Speirs R. D., 1970.** Preliminary evaluation of new condidate materiels has oxicans, repellents and attractent agains stored product insects, marketing research report n°882. Agriculture research services, US Departement of agriculture, waschington. 183 p.
- Nene Y. L ., Hawar . M. P et Reddy M. V., 1981.** A review of Ascochyta blight of chickpea (*Cicer arietinum* L.). proceeding of the workschop of Ascochyta blight and winter sowing of chickpea. Ed. ICARDA, Aleppo, Syria, 17-33 p.

quality in breeding programmes. In : Saxena M. C., Singh K. B. (eds), The chickpea, CAB
Rameau J., 1989. Flore forestière française. Guide écologique illustré. Montagnes, Forêt
privée française.

Reddy Singh K.B., Hawtin G.C et Nene Y.L., M.V., 1981. Resistance in chickpea to
ascochyta blight. Plant Dis 65: 586-587.

Righi L et Assia A.F., 2010. Etude de la relation plante-insecte chez les Bruchidées : cas de
la bruche du pois chiche *Callosobruchus chinensis* L. Thèse Doctorat en Sciences en
Biologie Animale, Université Mascara, Algérie, 133p.

Roberts E.H., Summerfield F.R., Minchin et Haley P., 1980. Penology of Chickpea (*Cicer
arietinum* L.). In: contrasting aerial environments, Experimental Agriculture, 16 : 343- 360.

Roy B., Amin R., Uddin M.N., Islam A.TM.S., Islam M.J et Hadler B.C., 2005. Leaf
extracts of shayalmutra (*Blumea lactera* Dc.) as botanical insecticides against lesser grain
borer and rice weevil. Journal of Biological Sciences, Vol 5, 2 : 201-222.

Saiedi K et Rezhman H., 2018. Activité insecticide de l'huile essentielle de la menthe
poivrée sur la bruche du niébé *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera : Chrysomelidae).
Master en Agronomie, UMMTO, 42 p.

Sassene A., 1989. Etude de la fertilisation et de l'inoculation du pois chiche. Mémoire
d'Ingénieur en Agronomie, INA, Algérie ,77p.

Saxena N. P., 1984. Chickpea. In Goldsworthy P.R., Fisher N.M. The Physiology of Tropical
Field Crops, 419-452 p.

Seck D., Sidibe B., Haubruge E., Hemptinne J.L et Gaspar Ch., 1991. La protection
chimique des stocks de niébé et de maïs contre les insectes au Sénégal. Meded, Fac,
Landbouw, Rijikuniv, Gent, 56 : 1225-1233.

Sembene M., 2006. The origin of groundnut infestation by the seed beetle *Caryedon serratus*
(Olivier) (Coleoptera : Bruchidae) : Results from cytochrome B and ITS1 gene sequences.
Journal of Stored Products Research 42(2), : 97-111

Sharma S.S., 1989. Insecticidal, antifeedant and growth inhibitory activities of essential oils
of some medicinal plants. *Journal of Medicinal and Aromatic Plant Science*, 2 : 6-9.

Singh C., 1980. Note on some aspects of feeding *Sesbania aegyptica* fodder in goats. Indian
J. Anim. Sci., 50 : 1017-1020.

- Singh F. et Diwakar B., 1995.** Chickpea Botany and production Practices. Skill Development series ICRISAT India. 16: 502-324.
- Singh R. J et Jauhar P. P., 2005.** Genetic resources, chromosome engineering, and crop improvement, volume 1, Grain Legumes. Ed CRC Press Taylor & Francis Group, 363 p
- Slama F., 1998.** Cultures industrielles et légumineuses à grains. Ed. Centre de diffusion Universitaire Tunisie, en arabe, 300 p.
- Staginnus C., Winter P., Desel C., Schmidt T et Kahi G., 1999.** Molecular structure and chromosomal localization of major repetitive DNA families in chickpea (*Cicer arietinum* L.) genome. Plant mol Biol 39 : 1037-1050.
- Summerfield R. J., Minchin F.R., Roberts E.H. et Hadley P., 1979.** The effects of photoperiod and air temperature on growth and yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.). Proceedings international workshop on chickpea improvement. Ed. ICRISAT, 121-144 p.
- Taleb-Toudert K., 2015.** Extraction et caractérisation des huiles essentielles de dix plantes aromatiques provenant de la région de Kabylie (Nord Algérien). Evaluation de leurs effets sur la bruche de niébé *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera : Bruchidae). Thèse doctorat, UMMTO, 160 p.
- Tihachachet S., 2019.** Activité insecticide de l'huile essentielle de la menthe pouliot (*mentha pulegium* L.) à l'égard de la bruche du niébé *Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera :Chrysomelidae). Master en sciences agronomiques, UMMTO, 42 p.
- Tillard H., 1986.** Modulation and nitrogenase activity of chickpea cultivar INRA, France, 378-392 p.
- Tuda M., 2007.** Applied evolutionary ecology of insects of the subfamily Bruchinae (Coleoptera: Chrysomelidae). Appl. Entomol. Zool, 42 (3) : 337-346.
- Utida C., Hussain S., Mahdi A., S et Goni O., 1959.** Efficacy of edible oils in the control of pulse beetle, *Callosobruchus chinensis* L. in stored pigeonpea M. Khalequzzaman. Department of Zoology, University of Rajshahi, Rajshahi-6205, Bangladesh, 58 p.
- Van Der Maessen L. J. G., 1972.** *Cicer arietinum* L. a monographe on the genus with special references to the chickpea (*Cicer arietinum* L.), its ecology and cultivation. This, Agricultural University Wageningen Medad Landbouwhoghe school, Wageningen, 72- 102 p.

Van Der Maessen L. J. G., 1979. Genetic resources at ICRISAT. Int. Chickpea Newsletter 1-2 p.

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”. J. R. Witcombe and W. Erchine Eds, Martinus Nijhoff Netherlands, for ICARDA, 95-104 p.

Williams PC and Singh U. 1987. The chickpea nutritional quality and the evaluation of

Wood J. A., Grusak M. A., 2007. Nutritional value of chickpea. In Chickpea breeding and management. [SS Yadav, R Redden, W Chen and B Sharma, editors]. Wallingford, UK: CAB International, 101-142 p.

Yenagui., 2013. Technique to isolate *Callosobruchus chinensis* (L.) (Coleoptera: Bruchidae) eggs. Journal of Stored Products Research 43 : 402–404.

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 sur les grains stockés. L'objectif de cette étude est d'évaluer l'effet insecticide de deux huiles essentielles la Menthe pouliot (*M. pulegium*) et du Pistachier lentisque (*P. lentiscus*) sur la bruche chinoise par inhalation et par répulsion. Cinq doses sont testées (1 μ l, 2 μ l, 3 μ l, 4 μ l, et 5 μ l) pour l'huile de pistachier lentisque et (0.5 μ l, 0.75 μ l, 1 μ l 1.5 μ l, et 2 μ l) pour l'huile de menthe pouliot à l'égard des 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 mortalité totale est enregistrée (100%) à la dose de 2 μ l après 24heures d'exposition, et à la dose de 1,5 μ l, après 48heures d'exposition pour la menthe pouliot qui s'est révélée létale pour les individus de *C. chinensis* avec un effet insecticide plus rapide que le pistachier lentisque. Les deux huiles essentielles sont modérément répulsives, avec un taux de répulsion moyen de 39.75% pour la menthe pouliot, et 27% pour le pistachier lentisque. Il ressort de notre étude que les deux huiles présentent des propriétés répulsives et 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.

Summary

The Chinese beetle *Callosobruchus chinensis* is a phytophagous insect of the Chrysomelidae family native to Asia and lives in areas with hot climates where it causes damage to stored grains. The objective of this study is to evaluate the insecticidal effect of two essential oils of *M. pulegium* and *P. lentiscus* upon Chinese weevil by inhalation and by repulsion. Five doses were tested for lentisk (1 μ l, 2 μ l, 3 μ l, 4 μ l, and 5 μ l) and for pennyroyal oil (0.5 μ l, 0.75 μ l, 1 μ l 1.5 μ l, and 2 μ l) against *C. chinensis* adults of 0 to 24 hours old. Monitoring the mortality of individuals over several hours showed an increasing mortality for the two oils tested by inhalation according to doses and time exposure. Total mortality was recorded (100%) at a dose of 2 μ l after 24 hours exposure, and at a dose of 1.5 μ l after 48 hours exposure for Pennyroyal which showed to be lethal to individuals of *C. chinensis* and to have a faster insecticidal effect than mastic pistachio. Both essential oils are moderately repellent, with an average repellency rate of 39.75% for pennyroyal and 27% for mastic pistachio. Our study suggests that the two oils have remarkable repellent properties and insecticidal properties by inhalation on the chinese weevil and can therefore constitute alternative means of control in storage of legume grains.

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

