

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

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



Département des Sciences Agronomiques

## Mémoire de fin d'étude

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

### Sujet :



**Activité insecticide des huiles essentielles de la Menthe  
pouliot (*Mentha pulegium* L.) et du Myrte commun  
(*Myrtus communis* L.) a l'égard des adultes de la bruche  
chinoise *Callosobruchus chinensis* L. (Coleoptera :  
Chrysomelidae).**



Présenté par :

- ❖ BAKHOUCHE Melissa
- ❖ BRAHIMI Nawal

Soutenu devant le jury composé de:

<b>Présidente</b>	Mme MEDJDOUB-BENSAAD Ferroudja	Professeur	UMMTO
<b>Promotrice</b>	Mme KHELFAANE-GOUCHEM Karima	MCA	UMMTO
<b>Co-promotrice</b>	Mme MEHALLI-OULDKADI Naima	Doctorante	UMMTO
<b>Examinatrice</b>	Mme BENOUFELLA-KITOUS Karima	MCA	UMMTO



## Remerciements

*Nous tenons tout d'abord, à remercier Dieu le tout puissant pour nous avoir donné santé, force, courage et volonté de continuer nos études et de mener à bien ce modeste travail.*

*Nos vifs et sincères remerciements vont à Mme **Khelfane-Goucem K.**, Maître de Conférences classe A à l'UMMTO, pour avoir accepté d'encadrer ce travail, malgré ses multiples occupations, pour ses grandes qualités humaines et professionnelles, qui lui valent le respect et auxquels nous sommes très sensibles. Merci madame pour votre grande gentillesse et votre disponibilité.*

*Nous adressons notre profonde gratitude à Mme **MEDJDOUB-BENSAAD F.**, Professeur en Biologie à l'UMMMTO de Tizi-Ouzou pour l'honneur qu'elle nous fait de présider ce jury.*

*Nos remerciements s'adressent également à Mme **BENOUFELLA-KITOUS K.**, Maître de Conférences Classe A à l'UMMTO, d'avoir accepté d'examiner ce travail.*

*Nous tenons également à remercier Mme **MEHALLI-OULDKADI N.**, Doctorante à l'UMMTO de Tizi Ouzou, pour avoir accepté de participer à la Co-promotion de notre travail, pour son aide, son soutien et ses conseils.*

*Nous remercions aussi Melle **LAOUDI T.**, Doctorante à l'UMMTO de Tizi-Ouzou, pour son aide dans la réalisation de l'analyse statistique.*

*Nous remercions vivement l'ensemble de nos enseignants au sein du département des sciences agronomiques, ainsi que toute l'équipe de laboratoire et de la bibliothèque pour leurs disponibilités à notre égard.*

*Nos sincères remerciements à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.*

## *Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail :*

*A ma très chère mère Source inépuisable de tendresse, de patience et de sacrifice. Ta prière et ta Bénédiction m'ont été d'un grand secours tout au long de ma vie. Quoique je puisse dire et écrire, je ne pourrais exprimer ma grande affection et ma profonde reconnaissance. Puisse Dieu tout puissant, te préserver et t'accorder santé, longue vie et Bonheur*

*A mon très cher père Pourriez-vous trouver dans ce travail le fruit de toutes vos peines et tous de vos efforts. En ce jour, j'espère réaliser l'un de tes rêves. Aucune dédicace ne saurait exprimer mes respects, ma reconnaissance et mon profond amour. Puisse Dieu vous préserver et vous procurer santé et bonheur.*

*A mon frère aimé Adel qui n'a pas cessé de me conseiller, encourager et soutenir tout au long de mes études, que dieu le protège et lui offre chance et bonheur*

*A mes chères sœurs Sandra (Anaïs) et Sarah En signe de l'affection et du grand amour que je vous porte, les mots sont insuffisants pour exprimer ma profonde estime. Je vous dédie ce travail en témoignage de ma profonde affection et de mon attachement indéfectible.*

*A vous mes grands-parents Dahbia et Ahmed, ceci est ma profonde gratitude pour votre éternel amour, que ce rapport soit le meilleur cadeau que je puisse vous offrir.*

*A toutes mes tantes, mon oncle Amar, mes cousines Laetitia et Nabila, à ma copine Asma et à tous les gens qui m'ont aimé et soutenu pour atteindre mes objectifs.*

*Et sans oublier ma binôme Nawal pour son soutien moral, sa patience et sa compréhension tout au long de ce projet.*

*Melissa*



## *Dédicaces*

*Je dédie ce projet*

*A ma chère mère,*

*La lumière de mes jours, source de vie, d'amour et d'affection.*

*A mon cher père,*

*L'homme de ma vie, pour son soutien, son encouragement et ses sacrifices.*

*Eux qui n'ont jamais cessé, de formuler des prières à mon égard, de me soutenir et de m'épauler pour que je  
puisse atteindre mes objectifs.*

*A mes chères sœurs, Chainez, Narimane, Alicia et Yasmine,*

*Pour leur soutien moral et leurs conseils précieux tout au long de mes études.*

*A mon cher fiancé,*

*Mourad, Pour son amour,*

*Tu as toujours été à mes côtés pour me soutenir et m'encourager.*

*A mes belles-sœurs, Naima, Ouarida, Nadia et mes beaux-parents,*

*Pour leur amour,*

*A ma chère camarade,*

*Melissa,*

*Pour son entente et sa sympathie.*

*Nawal*



A decorative border featuring blue roses and gold glitter on a white background. The roses are arranged in a circular pattern around the central text. The gold glitter is scattered throughout the white background, adding a shimmering effect.

# **SOMMAIRE**

## Table de matières

### Liste des tableaux

### Liste des figures

### Introduction 1

### Partie bibliographique

#### Chapitre I : Présentation de la plante hôte *Cicer arietinum* L.

1. Origine et répartition du pois chiche	4
2. Position systématique du pois chiche ( <i>Cicer arietinum</i> L.)	4
3. Description de la plante	5
3.1. Système racinaire	5
3.2. Tige et feuilles	6
3.3. Fleurs et fruits	7
4. Variétés du pois chiche	8
4.1. Type Kabuli	8
4.2. Type Desi	8
5. Valeur nutritionnelle	9
6. Intérêt culturaux du pois chiche	10
6.1. Intérêt agronomique	10
6.2. Intérêt économique	11
6.3. Intérêt alimentaire	13

#### Chapitre II : Présentation de l'insecte ravageur, la bruche chinoise *Callosobruchus chinensis* L.

1. Caractères généraux des Bruchidae	14
2. Présentation de la bruche chinoise	14
2.1. Position systématique	14
2.2. Origine et répartition	15
2.3. Description de l'insecte	15
2.3.1. Œuf	15
2.3.2. Larve	16
2.3.3. Nymphe	17
2.3.4. Adulte	17
2.3.5. Dimorphisme sexuel	18

3. Biologie de l'insecte	19
4. Régime alimentaire	20
5. Pertes et dégâts	20
5.1. Pertes qualitatives	20
5.2. Pertes quantitatives	20
6. Méthodes de lutte	21
6.1. Lutte préventive	21
6.2. Lutte curative	22
6.2.1. Lutte chimique	22
6.2.2. Lutte physique	23
6.2.3. Lutte biologique	24
6.2.4. Lutte par huiles essentielles	25

### Chapitre III : Généralités sur les huiles essentielles

1. Définition	26
2. Origine	26
3. Répartition dans le règne végétal	26
4. Localisation des huiles essentielles	26
5. Composition chimique des huiles essentielles dans la plante	27
6. Propriétés des huiles essentielles	27
7. Généralités sur la menthe pouliot	28
7.1. Description des menthes	28
7.2. Menthe pouliot	28
7.2.1. Position systématique	29
7.2.2. Description	29
7.2.3. Aire de répartition	30
7.2.4. Utilisations	31
8. Généralités sur le myrte	31
8.1. Position systématique	31
8.2. Description	32
8.3. Aire de répartition	33
8.4. Utilisations	33

## **Partie expérimentale**

### Chapitre IV : Matériel et méthodes

1. Matériel	34
1.1. Matériels de laboratoire	34
1.2. Matériels biologique	36
1.2.1. Pois chiche	36
1.2.2. Bruche chinoise	36
1.2.3. Huiles essentielles	37
2. Méthodes	37
2.1. Elevage en masse	37
2.2. Evaluation de l'activité insecticide des huiles essentielles de la menthe pouliot et du myrte sur les adultes de <i>C. chinensis</i>	38
3. Analyse statistique des donnés	42

Chapitre V : Résultats et Discussion	43
--------------------------------------	----

<b>Conclusion</b>	63
-------------------	----

### **Référence bibliographiques**



# **LISTE DES TABLEAUX**

**Tableau 01** : composition biochimique du pois chiche pour 100g du poids frais (**Ciquel, 2013 in Boukraâ, 2016**).

**Tableau 02** : principaux pays producteurs du pois chiche durant **l'année 2014**.

**Tableau 03** : principaux insecticides employés pour le traitement des légumineuses contre les bruches en Algérie.

**Tableau 04**. Résultats l'analyse de la variance à deux critères de classification au seuil de signification de 5% pour le paramètre mortalité des adultes de *C. chinensis* traités par contact avec l'huile essentielle de la menthe pouliot.

**Tableau 05**. Résultats du test de **Newman** et **Keuls** au seuil de signification de 5% pour le facteur dose du paramètre mortalité des adultes de *C. chinensis* traités par contact avec l'huile essentielle de la menthe pouliot.

**Tableau 06**. Résultats du test de **Newman** et **Keuls** au seuil de signification de 5% pour le facteur temps du paramètre mortalité des adultes de *C. chinensis* traités par contact avec l'huile essentielle de la menthe pouliot.

**Tableau 07**. Résultats l'analyse de la variance à deux critères de classification au seuil de signification de 5% pour le paramètre mortalité des adultes de *C. chinensis* traités par contact avec l'huile essentielle du Myrte.

**Tableau 08**. Résultats du test de **Newman** et **Keuls** au seuil de signification de 5% pour le facteur dose du paramètre mortalité des adultes de *C. chinensis* traités par contact avec l'huile essentielle du Myrte.

**Tableau 09**. Résultats du test de **Newman** et **Keuls** au seuil de signification de 5% pour le facteur temps du paramètre mortalité des adultes de *C. chinensis* traités par contact avec l'huile essentielle du Myrte.

**Tableau 10**. Résultats l'analyse de la variance à trois critères de classification au seuil de signification de 5% pour le paramètre mortalité des adultes de *C. chinensis* traités par contact avec les huiles essentielles de la menthe pouliot et du myrte.

**Tableau 11**. Résultats du test de **Newman** et **Keuls** au seuil de signification de 5% pour le facteur huile essentielle du paramètre mortalité des adultes de *C. chinensis* traités par contact avec les deux huiles.

**Tableau 12.** Résultats l'analyse de la variance à trois critères de classification au seuil de signification de 5% pour le paramètre fécondité des adultes de *C. chinensis* traités par contact avec les huiles essentielles de la menthe pouliot et du myrte.

**Tableau 13.** Résultats du test de **Newman** et **Keuls** au seuil de signification de 5% pour le facteur huile du paramètre fécondité des adultes de *C. chinensis* traités par contact avec les deux huiles.

**Tableau 14.** Résultats l'analyse de la variance à deux critères de classification au seuil de signification de 5% pour le paramètre taux d'éclosion des œufs de *C. chinensis* traités par contact avec les huiles essentielles de la menthe pouliot et du myrte.

**Tableau 15.** Résultats du test de **Newman** et **Keuls** au seuil de signification de 5% pour le facteur huile du paramètre taux d'éclosion des œufs de *C. chinensis* traités par contact avec les huiles essentielles du myrte et de la menthe pouliot.

**Tableau 16.** Résultats du test de **Newman** et **Keuls** au seuil de signification de 5% pour le facteur dose du paramètre taux d'éclosion des œufs de *C. chinensis* traités par contact avec les huiles essentielles du myrte et de la menthe pouliot.

**Tableau 17.** Résultats l'analyse de la variance à deux critères de classification au seuil de signification de 5% pour le paramètre taux d'émergence des œufs de *C. chinensis* traités par contact avec les huiles essentielles de la menthe pouliot et du myrte.

**Tableau 18.** Résultats du test de **Newman** et **Keuls** au seuil de signification de 5% pour le facteur huile du paramètre taux d'émergence des œufs de *C. chinensis* traités par contact avec les huiles essentielles du myrte et de la menthe pouliot.

**Tableau 19.** Résultats l'analyse de la variance à deux critères de classification au seuil de signification de 5% pour le paramètre perte en poids des graines de pois chiche, traités par contact avec les huiles essentielles de la menthe pouliot et du myrte.

**Tableau 20.** Résultats du test de **Newman** et **Keuls** au seuil de signification de 5% pour le facteur huile du paramètre taux d'émergence des œufs de *C. chinensis* traités par contact avec les huiles essentielles du myrte et de la menthe pouliot.

**Tableau 21.** Résultats l'analyse de la variance à deux critères de classification au seuil de signification de 5% pour le paramètre pouvoir germinatif des graines de pois chiche, traités par contact avec les huiles essentielles de la menthe pouliot et du myrte.

**Tableau 22.** Résultats du test de **Newman** et **Keuls** au seuil de signification de 5% pour le facteur huile du paramètre pouvoir germinatif des œufs de *C. chinensis* traités par contact avec les huiles essentielles du myrte et de la menthe pouliot.

The image features a decorative border composed of blue roses and gold glitter. The roses are arranged in a circular pattern, with some larger and more prominent than others. The gold glitter is scattered throughout the white background, creating a sparkling effect. The overall design is elegant and sophisticated.

# **LISTE DES FIGURES**

**Figure 01.** Zones d'origine du pois chiche (*C. arietinum*) et propagation ultérieure dans le monde. (Modifié de Van Der Maesen [1972]).

**Figure 02.** Le système racinaire de pois chiche (a) (Anonyme 1, 2009) (b) (Anonyme 2, 2016).

**Figure 03.** Tige de pois chiche (a) avec rameaux secondaires (Anonyme 3, 2010) et (b) feuilles de pois chiche (Anonyme 4, 2006).

**Figure 04.** Fleurs de pois chiche (a) blanche, (b) rose, (c) bleu violacée (Anonyme 5, 2011).

**Figure 05.** Gousses de pois chiche avec graines (Anonyme 6, 2019).

**Figure 06.** Types de graines de pois chiche (a) Kabuli (b) Desi (Anonyme 7, 2011).

**Figure 07.** Place de la culture du pois chiche parmi les légumineuses alimentaires cultivées en Algérie (Faostat, 2017).

**Figure 08.** Œufs de la bruche chinoise vue sous loupe binoculaire aux grossissement X10 (Original, 2022).

**Figure 09.** Les différents stades larvaires de *Callosobruchus chinensis* (Goutam et al.,2018).

**Figure 10.** Nymphe de la bruche chinoise sous une loupe binoculaire X40 (Originale, 2022).

**Figure 11.** Adultes de *Callosobruchus chinensis* observés sous la loupe binoculaire G X40. (a) vue dorsale, (b) vue ventrale et (c) vue latérale (Originale, 2022).

**Figure 12.** Dimorphisme sexuel chez *C.chinensis* : (a) mâle G X20 et (b) femelle G X40 sous une loupe binoculaire (Originale, 2022).

**Figure 14.** Feuilles de *M.pulegium* (Anonyme 9, 2020).

**Figure 15.** Fleurs de *Mentha pulegium* (Anonyme 10, 2010).

**Figure 16.** Caractéristiques botaniques du *Myrtus communis* (a) feuilles, (b) floraison et (c) baies (Anonyme 11, 2014).

**Figure 17.** Matériel utilisé au laboratoire pour les différentes expérimentations (Originale, 2022).

**Figure 18.** Graines de pois chiche (Originale, 2022).

**Figure 19.** (a) L'huile essentielle de la menthe pouliot et (b) l'huile essentiel du myrte (Originale, 2022).

**Figure 20.** Elevage de masse de *C. chinensis* (Originale, 2022).

**Figure 21.** Dispositif expérimental du test par contact sur les adultes de *C. chinensis* traités à l'huile essentielle de la menthe pouliot et du myrte (Originale, 2022).

**Figure 22.** Test de germination des graines de pois chiche soumises au différents traitements (Originale, 2022).

**Figure 23.** Taux de mortalité moyen des adultes de *C. chinensis* après traitement par contact avec différentes doses de l'huile essentielle de la menthe pouliot durant six jours d'exposition.

**Figure 24.** Taux de mortalité moyen des adultes de *C. chinensis* après traitement par contact avec différentes doses de l'huile essentielle du myrte durant six jours d'exposition.

**Figure 25.** Fécondité des femelles adultes de *C. chinensis* après traitement par contact avec deux huiles essentiel du myrte et de la menthe pouliot à différentes doses.

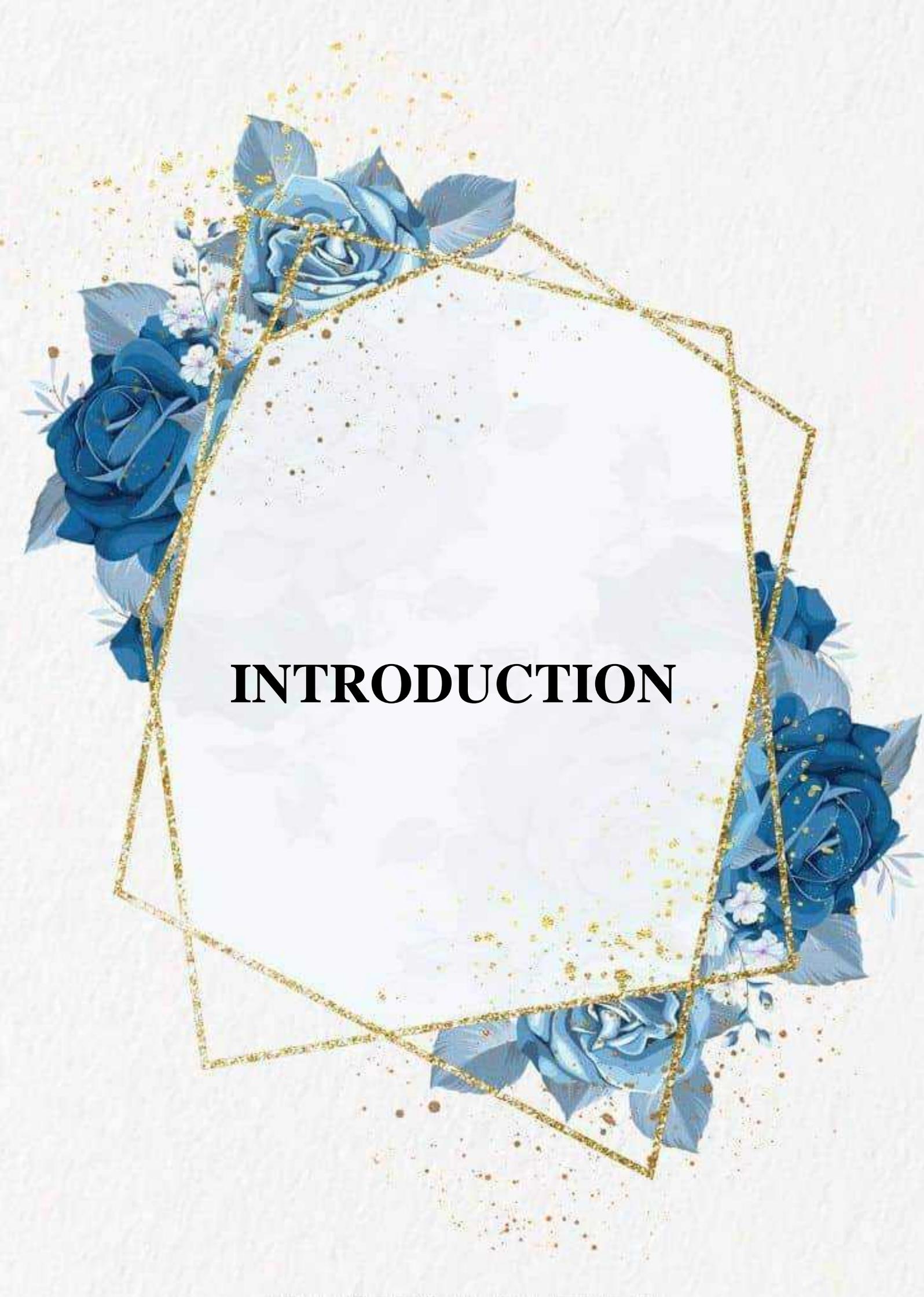
**Figure 26.** Taux moyen d'éclosion des œufs de *C. chinensis* traités avec différentes doses des huiles essentielles de la menthe pouliot et du myrte par contact.

**Figure 27.** Taux moyen de viabilité des œufs de *Callosobruchus chinensis* après traitement par contact avec différentes doses des deux huiles essentielles.

**Figure 28.** Pertes en poids (%) des graines du pois chiche en fonction des doses des deux huiles essentielles de la menthe pouliot et du myrte utilisés par contact.

**Figure 29.** Taux moyen de germination des graines du pois chiche traitées par contact avec différentes doses des deux huiles essentielles de la Menthe pouliot et du Myrte.



A decorative border featuring blue roses and gold glitter on a white background. The roses are arranged in a circular pattern around the central text. The gold glitter is scattered throughout the white background, adding a shimmering effect.

# **INTRODUCTION**

Les légumineuses alimentaires constituent une source très importante de protéines végétales qui peuvent corriger le déficit en protéines animales. En plus, elles sont riches en minéraux essentiels et en lysine, de ce fait, elles sont complémentaires des profils nutritionnels des céréales (**Duranti et Gius, 1997**). Sur le plan agronomique, la présence des légumineuses dans les systèmes des cultures est une opportunité pour améliorer la fertilité des sols et les rendements des cultures sachant que l'atmosphère est un réservoir potentiel d N<sub>2</sub> (79%), dont une partie peut être fixée par les rhizobiums présents dans les nodosités des légumineuses (**Hansch et al., 2001**).

Les légumineuses regroupent plusieurs espèces, parmi celles-ci, nous avons le pois chiche *Cicer arietinum*, dont la production et l'exploitation doivent répondre aux besoins de la consommation humaine et l'alimentation animale (**Bacha et Ouanane, 2003**).

Le pois chiche occupe la troisième position mondiale après le haricot et le petit pois en tant que légumineuse alimentaire cultivée. C'est une culture très ancienne dans le bassin méditerranéen qui est malheureusement jusqu'ici négligée. Le pois chiche possède des qualités intéressantes, qui lui donne le mérite d'être étudié, c'est une culture qui s'adapte bien à la sécheresse, elle vient bien en tête d'assolement par sa capacité de fixer l'azote atmosphérique ; de plus, ses graines constituent une source essentielle d'hydrates de carbone, de sels minéraux et de protéines (**Abdelguerfi-Laouar et al., 2001**).

*C. arietinum*, l'une des plus importantes légumineuses à graines en Algérie, occupe la 2<sup>ème</sup> position après la fève. La majeure partie des superficies cultivées est concentrée à l'Ouest du pays. Elle est cultivée sur une superficie annuelle moyenne de 33.000 ha soit 36.78% de la superficie des légumineuses à graines. La production agricole 2013, est caractérisée par des fluctuations interannuelles, de l'ordre de 351 mille quintaux avec un rendement moyen de 10q/ha (**MADR, 2014**).

La culture de *C. arietinum*, comme toutes les autres espèces des grandes cultures, se trouve en général exposée aux différents bio-agresseurs des légumineuses qui causent des dégâts soit en plein champ (comme les pucerons et les maladies fongiques) ou d'autres qui s'installent dans les lieux de stockages ou d'immenses quantités de légumineuse sèches sont perdues chaque année en raison des insectes phytophages (**FAO, 2006**). Parmi les insectes phytophages qui s'attachent au pois chiche, les coléoptères phytophages de la famille des Bruchidae occupent une place de choix. C'est le cas des représentants de la superfamille des Chrysomeloidea

comme la bruche du niébé (*Callosobruchus maculatus* F.) et la bruche chinoise (*Callosobruchus chinensis* L.) (Hossain and Haque, 2010; Hossain et al., 2014).

La bruche chinoise est un insecte ravageur de la famille des Bruchidées, vit dans les zones a climat chaud et causent des dégâts considérables dans les stocks des légumineuses, elles s'attaquent à plusieurs espèces comme le haricot, le niébé, le pois, la fève et le pois chiche. Center et Johnson (1974) et Jansen (1977) ont montré que chaque espèce des bruchidés n'était capable de se développer que dans un petit nombre d'espèce de légumineuses. Il existe une spécificité entre l'insecte et sa plante hôte.

Les femelles déposent leurs œufs directement sur la surface des graines qui vont éclore et donner des larves qui se développent à l'intérieur des graines et se nourrissent du contenu cotylédonaire ce qui provoque des pertes quantitatives et qualitatives ainsi qu'une détérioration de leur faculté germinative (Delobel, 2008).

Les pertes dans les lieux de stockage peuvent atteindre 32 à 64% durant la période allant du mois d'avril jusqu'au mois d'octobre (Weaver et al., 1995).

Pour faire face à ces ravageurs, des contrôles chimiques sont appliqués et bien qu'ils soient rapides et efficaces, leur utilisation induit des effets indésirables sur l'homme, l'environnement et la faune auxiliaire (Erler et al., 2009).

Les inconvénients de l'usage des insecticides ont conduit à la recherche de nouvelles stratégies de lutte alternatives pour réduire l'application des produits phytosanitaires. L'application des huiles essentielles, qui sont des produits d'origine naturelle, a un effet moins toxique sur les organismes vivants et empêche le déséquilibre de la chaîne alimentaire ainsi que les milieux naturels (Emana, 1999 ; Adedire et al., 2011).

De nombreux travaux réalisés en Algérie ont montré l'efficacité des huiles essentielles soit par inhalation, répulsion ou par contact sur plusieurs ravageurs des stocks comme *C. maculatus* (Kellouche, 2005 ; Taleb-Toudert, 2015), *Acanthocelides obtectus* (Hamdani, 2012 ; Goucem-Khelfane, 2014) et *C. chinensis* (Righi-Assia et al., 2010).

Dans cette optique, nous nous proposons d'étudier, au cours de ce travail, l'effet insecticides par contact des huiles essentielles de deux plantes aromatiques à savoir la menthe pouliot (Lamiacée) et le myrte (Myrtacée) sur les adultes de la bruche chinoise (*Callosobruchus chinensis* L.).

Notre travail est scindé en deux parties, une partie bibliographique qui comprend trois chapitres traitant de la plante hôte : le pois chiche (*C. arietinum* L.), de l'insecte ravageur : la bruche chinoise (*C. chinensis*) et des deux huiles essentielles *M. pulegium* et *Myrtus communis*. La deuxième partie expérimentale, présente le matériel et les méthodes utilisés lors de cette étude ainsi que les résultats et discussion relatifs à l'évaluation de l'effet insecticides des deux huiles essentielles. Ce travail est terminé par une conclusion et quelques perspectives de recherches pour les travaux futurs.



**PARTIE  
BIBLIOGRAPHIQUE**



**CHAPITRE I**  
**PRESENTATION**  
**DE LA PLANTE**  
**HOTE**

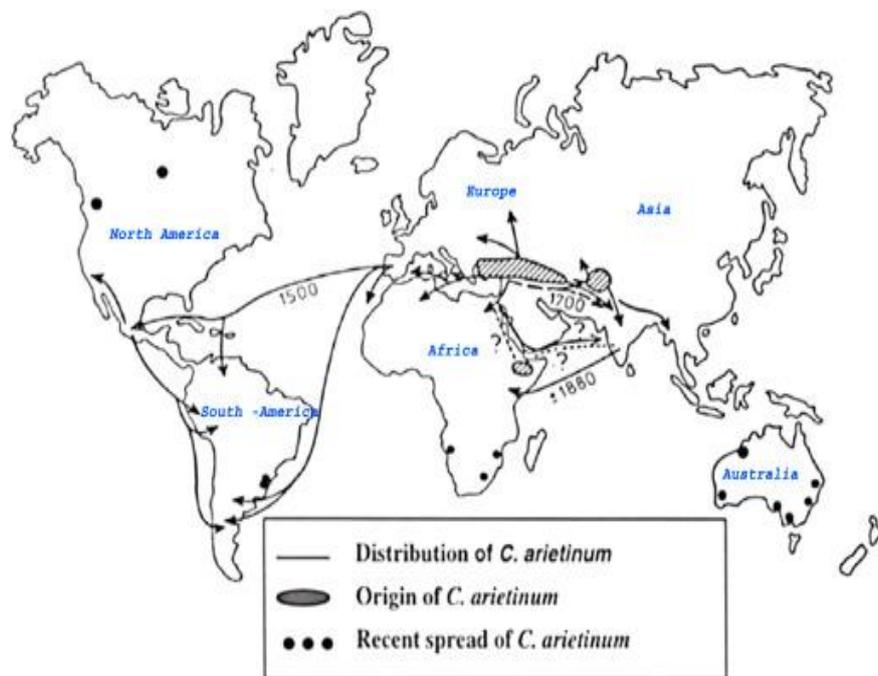
*Cicer arietinum* L.

## 1. Origine et répartition

Depuis la haute antiquité, le pois chiche (*Cicer arietinum* L.) est parmi les premières légumineuses à graines domestiquées par l'homme (Van Der-Maesen, 1987). Elle est connue dans le bassin méditerranéen et dans le sud-est de l'Asie et en Inde (Erroux, 1975). Pour sa part, Duke (1981) rapporte que le pois chiche est cultivé en Asie, en Inde et au Moyen-Orient, et dans tout le bassin méditerranéen, jusqu'en Ethiopie.

Au cours de sa domestication, le pois chiche semble avoir connu plusieurs centres de diversification, dont le plus ancien serait le plateau anatolien (Van der maesen, 1984).

Cette culture a réussi à conquérir plusieurs régions du monde dont la partie septentrionale de l'Afrique. Ainsi, l'Afrique du Nord constitue un 2<sup>ème</sup> centre de diversification important pour cette espèce (Zine-Zikara et al., 2015). Cette plante est bien adaptée aux régions semi arides (Guignard et Dupont, 2005).



**Figure 01.** Zones d'origine du pois chiche (*C.arietinum*) et propagation ultérieure dans le monde (Modifié par Van Der Maesen [1972]).

## 2. Position systématique du pois chiche (*Cicer arietinum* L.)

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

Selon APGIII, la position systématique du pois chiche est la suivante :



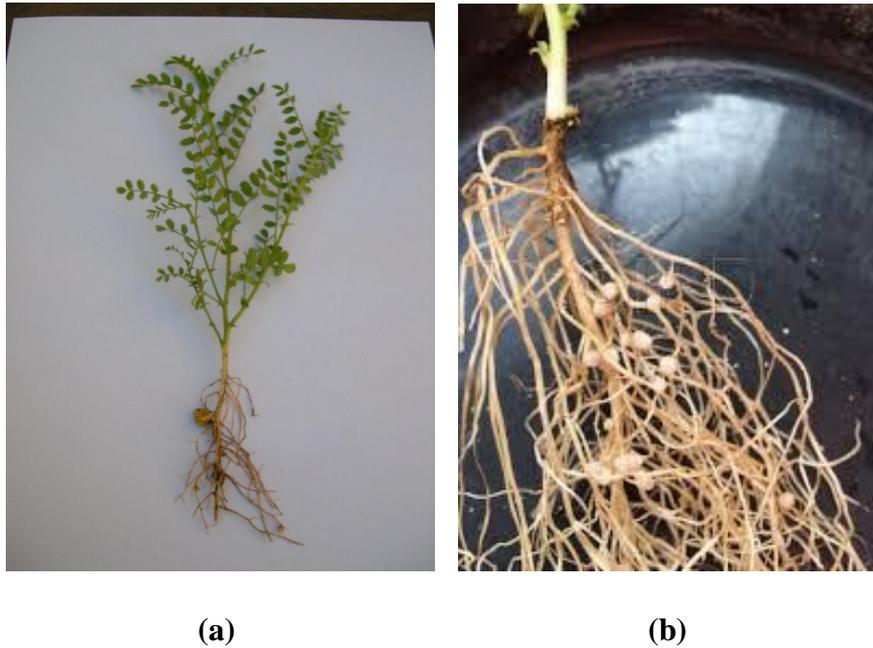
Règne	Plantes
Embranchement	Angiospermes
Classe	Dicotylédones
Sub-classe	Magnoliidées
Superordre	Rosanées
Ordre	Fabales
Famille	Légumineuses
Genre	<i>Cicer</i>
Espèce	<i>Cicer arietinum</i> L.,1753

### 3. Description de la plante

La pois chiche est une plante herbacée a tige dressée ou rampante, annuelle, diploïde ( $2n = 16$  chromosomes) autogame, présentant moins de 1% d'hybridation naturelle (**Singh et Reddy, 1991**). Sa germination est hypogée (**Sassene, 1989**).

#### 3.1.Système racinaire

La plante possède un système racinaire pivotant qui porte des nodules, il peut atteindre 2m de profondeur, mais la plupart des racines se trouvent dans les 60 premiers centimètres (**Duke, 1981**) (**Figure 02**).



**Figure 02.** Le système racinaire de pois chiche (a) (Anonyme 1, 2009) (b) (Anonyme 2, 2016).

### 3.2. Tige et feuilles

La tige de *C.arietinum* est herbacée et devient lignifiée avec l'âge (Slama, 1998). Sa tige dressée ou rampante, simple ou ramifiée dès la base est couverte par des poils uni ou pluricellulaires (Duke, 1981 ; Ayadi, 1986). Elle est anguleuse d'une hauteur de 20cm à 1m. et la tige principale porte généralement deux branches primaires (Allali et al., 2007) ou encore trois branches pour donner des ramifications secondaires et par la suite des ramifications tertiaires (Braune et al., 1988 ; Ayadi, 1986) (Figure 03).

Les feuilles sont composées et alternes constitués de 7 à 17 folioles ovales et dentées terminés en vrille (Chekroun, 2011). Les faces inférieures des feuilles sont couvertes par un duvet formé de poils uni et pluricellulaires (Saxena, 1984 ; Brun et al., 1988).



(a)

(b)

**Figure 03.** Tige de pois chiche (a) avec rameaux secondaires (Anonyme 3, 2010) et (b) feuilles de pois chiche (Anonyme 4, 2006).

### 3.3.Fleurs et fruits

Les fleurs du pois chiche sont blanches, violettes ou bleues (Ladinsky et Abbo, 2015). Elles sont zygomorphes, typiquement papilionacées, solitaires (Duke, 1981) ou en grappes de deux insérées sur des pédoncules axillaires à l'aisselle des feuilles et au niveau des bifurcations (Benbarek, 2011) (Figure 04).

Le fruit est une gousse de forme globuleuse, renflée, ovale, velue, pendante et portant un bec (Ladizinknsky, 1987). Elle peut comporter un à trois grains qui peuvent être lisse ou ridés, arrondis ou irréguliers (Saxena et Singh, 1987) (Figure 05).



**Figure 04.** Fleurs de pois chiche (a) blanche, (b) rose, (c) bleu violacée (Anonyme 5, 2011).



**Figure 05.** Gousses de pois chiche avec graines (Anonyme 6, 2019).

#### 4. Variétés du pois chiche

Deux types de pois chiche sont cultivés : Kabuli ou «macroserma» et Desi ou «microserma» (Singh, 1987 ; Toker, 2014) (figure 07). La distinction se fait sur la base de la taille et de la coloration des graines, des fleurs et des plantes. Des différences significatives existe dans l'épaisseur du tégument externe de la graine entre les types Desi et Kabuli. Ce dernier a une couche de graisse beaucoup plus mince (Wood et al., 2011).

##### 4.1.Type kabuli

Ce type est essentiellement cultivé et consommé dans le bassin Méditerranéen. Il est appelé aussi Garbanzo ; il est caractérisé par un feuillage dont la couleur varie du vert clair au vert foncé et une floraison blanchâtre ; la hauteur de la plante varie de 30 à 90 cm. Les graines sont de couleur crème, couvertes d'un tégument mince, avec un poids de 100 grains supérieurs à 26g (Figure 06).

D'après Abdelguerfi et al., 2000 ; Abdelguerfi et al., 2001 c'est la variété kabuli qui est cultivée en Algérie.

##### 4.2.Type Desi

Ce type est caractéristique de l'Inde, l'Iran, l'Ethiopie et le Mexique. Le type Desi a tendance à une plus forte ramification, avec plus de grains par gousse, plus de gousses par plante (Van der maesen, 1984). Il est caractérisé par un feuillage dont la couleur tend du vert violacé au glauque et une floraison violacée. Les graines sont de plus petite taille, de forme irrégulière et

à surface ridée couverte d'un tégument épais de couleur foncée qui varie du jaune au noir (Figure 06).



Figure 06. Types de graines de pois chiche (a) Kabuli (b) Desi (Anonyme 7, 2011).

### 5. Valeur nutritionnelle

Le pois chiche est la deuxième légumineuse la plus cultivée dans le monde après les haricots secs (Gaur *et al.*, 2012). C'est un aliment naturellement riche en protéines végétales avec des taux de l'ordre de 20 à 25% et certaines lignées peuvent atteindre jusqu'à 28,9% (Van Der Maesen, 1972) ; il est caractérisé par une faible quantité de matière grasse et ne contient pas de cholestérol.

Il est constitué majoritairement d'un sucre lent (l'amidon 41%), d'un taux appréciable de protéines (23%), des sel minéraux (4%) et des vitamines (0.003%) (Muehlbauer et Tullu, 1990). Il est à signaler que ses protéines renferment une diversité d'acides aminés et ses matières grasses sont composées d'acides gras essentiels (Ramalho et Portugal, 1990 ; Muehlbauer et Tullu, 1997). La composition chimique des grains de pois chiche est détaillé dans le Tableau 01.

**Tableau 01 : Composition biochimique du pois chiche pour 100g du poids frais (Ciquel, 2013 in Boukraâ, 2016).**

Composés	Quantités	Composés	Quantités
Apport énergétique	1288kj	Provitamines A	0.180mg
Fibres alimentaires	15.5g	Vitamines B1	0.518mg
Protides	18.6g	Vitamines B2	0.134mg
Eau	8.77g	Vitamines B9	0.340mg
Cendres totales	2.94g	Vitamines C	5.1MG
Glucides	44.3g	Vitamines K	0.264mg
Amidon	41.89g	Calcium	124mg
Sucre	2.41g		
Lipides	5.92g	Chlore	80mg
Acides linoléique	2593mg		
Arginine	1480mg		
Histidine	530mg		

## 6. Intérêt culturaux du pois chiche

### 1.1. Intérêt agronomique

Dans les régions semi-arides du bassin méditerranéen où les ressources en eau sont en constante régression, les agriculteurs se rendent compte, de plus en plus, du rôle appréciable que jouent les légumineuses à graines dans la fertilisation organique du sol, surtout, dans le système de l'agriculture durable (Pacucci et al., 2006).

En effet, le pois chiche fait partie de la famille des Légumineuses qui renferment les cultures les plus respectueuses de l'environnement puisque ce sont les seules plantes à assurer leur propre approvisionnement en azote grâce à l'activité de bactéries symbiotiques, le *Rhizobium Ciceri*. Cette voie symbiotique permet d'enrichir le sol en azote, renforce sa fertilité et améliore ainsi les rendements (Saxena, 1990 ; ITGC, 2018). L'activité de fixation de l'azote est régulée, chez les légumineuses par la plante et est ajustée à ses besoins, ce qui réduit considérablement les risques de gaspillage et de lessivage de cette ressource (Gueguen et Duc, 2008).

En raison des importantes quantités d'azote, incorporées dans le sol et délaissées dans les résidus, la culture du pois chiche maintient, pour une longue durée, la fertilité du sol et entre dans le système d'agriculture durable (**Icrisat, 2008**).

## 1.2. Intérêt économique

Les légumineuses alimentaires constituent un composant important du régime alimentaire, spécialement dans les pays sous-développés où elles représentent environ 90% de la consommation globale (**Hassan, 2006**).

### 1.2.1. Dans le monde

Le pois chiche est cultivé dans 49 pays (**Chakraborti et al., 2006**) et dans les cinq continents ce qui le rend le deuxième légume sec dans le monde (17,1% du total) après le petit pois (**Berger et al., 2003**). Il se cultive dans les régions semi-aride et tropicales (**Staginnus et al., 1999**).

Les principaux pays producteurs de pois chiche dans le monde pour l'année 2014 sont représentés dans le **Tableau 02**

**Tableau 02 : principaux pays producteurs du pois chiche durant l'année 2014.**

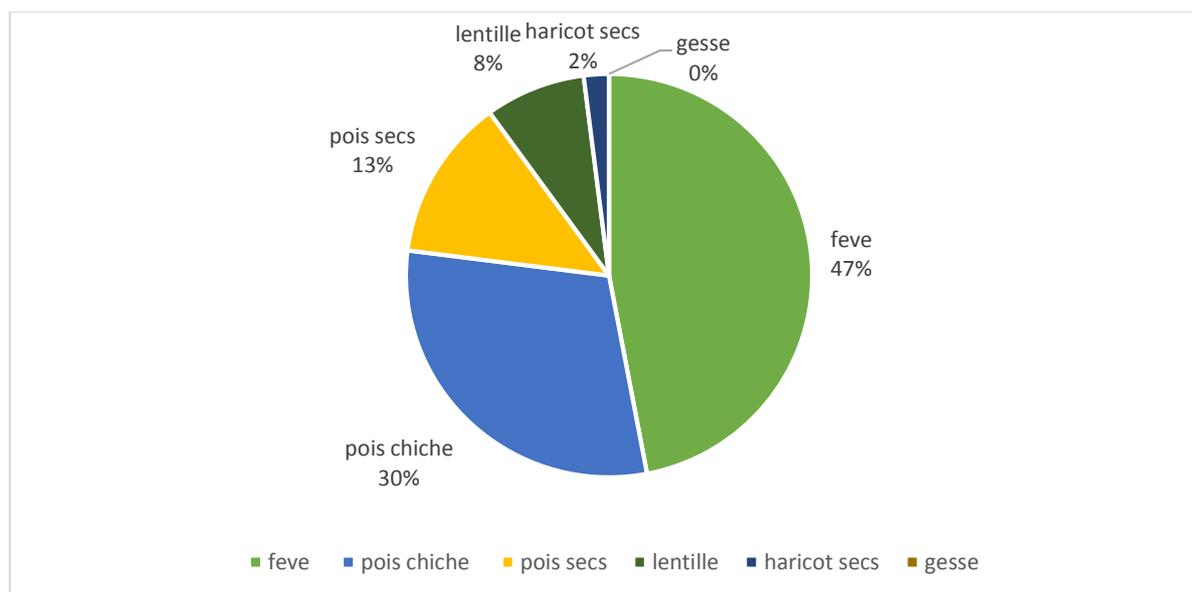
Classement des pays	Productions de pois chiche (tonnes)
Inde	9880000
Australie	629400
Myanmar	562163
Ethiopie	458682
Turquie	450000
Pakistan	399030
Iran	261616
Mexique	171665
USA	127363
Canada	123000

Source : FAOSTAT 2017

L'Asie est le continent le plus important de la production du pois chiche couvrant 90% de la surface totale et de la production mondiale (**Babar et al., 2009**). L'Inde représente le plus grand pays producteur avec une production estimée à 6 millions de tonnes par an et recouvre plus de la moitié de la production mondiale (**Muehlbauer et Rajesh, 2008**).

### 1.2.2. En Algérie

Le pois chiche est, en Algérie, la seconde légumineuse alimentaire produite après les fèves durant la période 2014-2016 (**Figure 08**). Sa 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 (**Anonyme, 1994**). Les causes de la faiblesse de la productivité du pois chiche en Algérie sont souvent d'ordre agro techniques liées aux conditions de semis (période, modes de semis, qualité de la semence) et à l'infestation par les adventices (**Hamadache et Ait Abdallah., 1998**).



**Figure 07.** Place de la culture du pois chiche parmi les légumineuses alimentaires cultivées en Algérie (**Faostat, 2017**).

### 1.3. Intérêt alimentaire

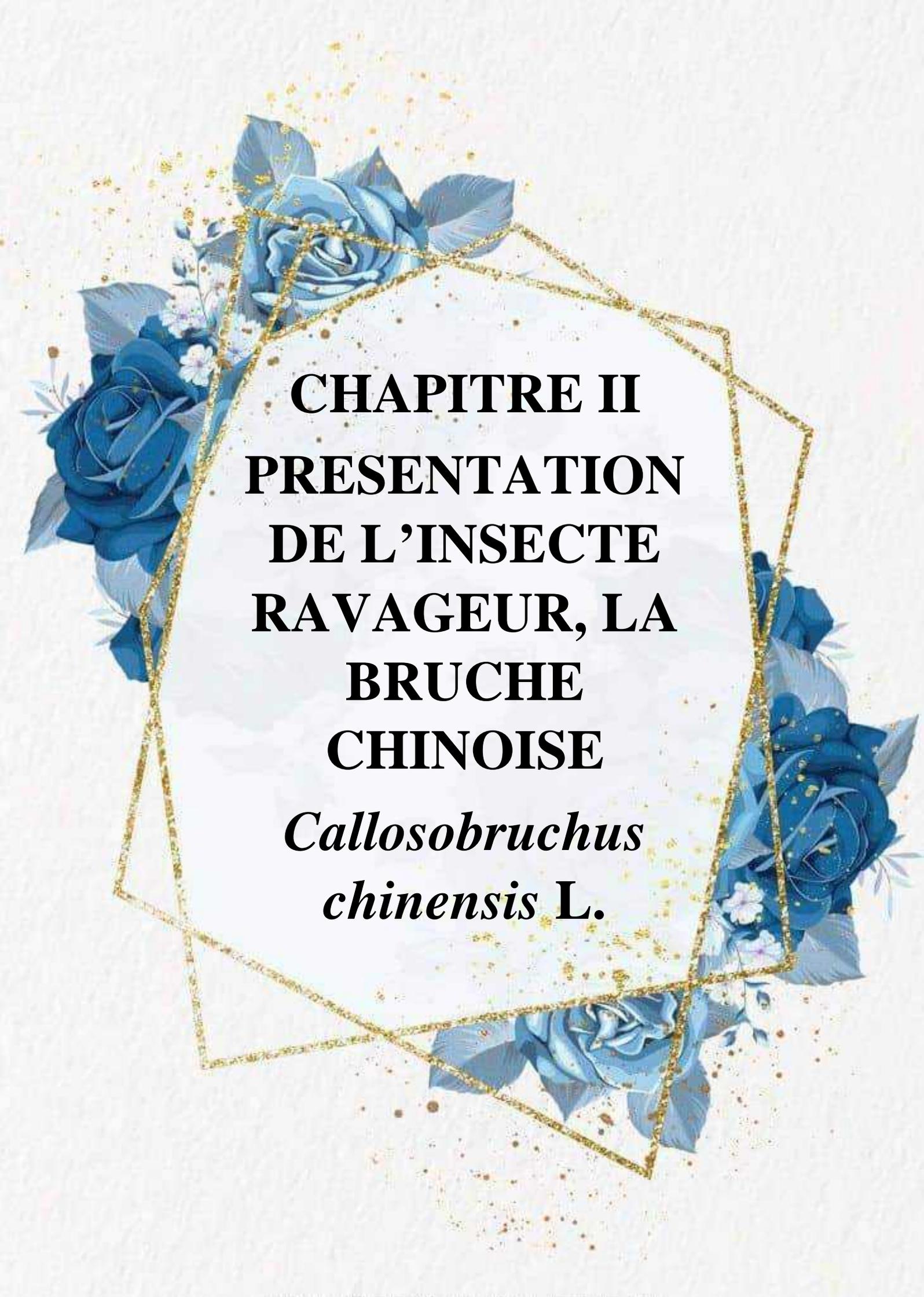
#### a. Alimentation humaine

Le pois chiche constitue l'une des bases traditionnelles de l'alimentation humaine dans toute la zone qui s'étend de la méditerranée au sub continent indien. Il a une composition alimentaire très riche en protéines digestibles et contient une fraction lipidique qui renferme des acides gras non saturés tels que les acides linoléiques et oléiques. En plus, le pois chiche est réputé comme plante médicinale pour ses vertus cosmétiques et diététiques (**Slim et al., 2006**).

**b. Alimentation animale**

En plus des graines utilisées pour l'alimentation humaine, les tiges et les feuilles du pois chiche sont aussi utilisées comme fourrages pour l'alimentation animale (**Foury, 1954**).

En Algérie, il arrive que des animaux d'élevage soient laissés pâturer sur certaines parcelles, lorsque la production a été trop faible mais souvent les pailles de pois chiche servent pour l'alimentation des bovins.

The background features a light cream color with scattered gold glitter. A gold, multi-pointed geometric frame is centered on the page. Four large, detailed blue roses with green leaves are positioned at the corners of the frame. The text is centered within the frame.

**CHAPITRE II**  
**PRESENTATION**  
**DE L'INSECTE**  
**RAVAGEUR, LA**  
**BRUCHE**  
**CHINOISE**

*Callosobruchus*  
*chinensis* L.

## 1. Caractères généraux des Bruchidae

La famille des Bruchidae, assez homogène parmi les phytophages, possède près d'un millier de représentants connus repartis dans toutes les régions du globe mais surtout abondants dans les zones tropicales et subtropicales (**Balachowsky, 1962**).

C'est dans cette famille que l'on rencontre certains des ravageurs les plus redoutés à l'échelle mondiale ; ils comptent en effet parmi les rares insectes capables de s'attaquer aux stocks de graines de légumineuses dans lesquels ils occasionnent des pertes importantes. La famille des Bruchidae présente deux groupes, le premier renferme les bruches qui se développent dans les champs, dans les graines et qui ont une seule génération annuelle (espèces univoltines) comme *Bruchus pisorum* (bruche du pois), *Bruchus rufimanus* (bruche de la fève) ou *Bruchus lentis* (bruche Des lentilles). Le deuxième groupe renferme les bruches qui se multiplient à l'intérieur des entrepôts, dans les graines sèches, elles ont plusieurs générations annuelles (espèces polyvoltines) ; c'est le cas de *Callosobruchus maculatus* (bruche du niébé), *Callosobruchus chinensis* (bruche chinoise), *Acanthoscelides obtectus* (bruche du haricot), *Caryedon serratus* (bruche de l'arachide). Les larves neonates (L<sub>1</sub>) des bruches sont soit mobiles tels que celles d'*Acanthoscelides obtectus* (**Khelfane Goucem, 2014**) ou immobiles telles que les larves de *C. chinensis* et de *C. maculatus*.

## 2. Présentation de la bruche chinoise

Fr : bruche chinoise. Ang : azuki bean.

### 2.1. Position systématique

Selon **Balachowsky (1962)**, la position systématique de la bruche chinoise est comme suit :

Règne	Animalia
Embranchement	Arthropoda
Classe	Insecta
Sous classe	Pterygota Neoptera
Ordre	Coléoptère
Sous ordre	polyphaga
Famille	Bruchidae (Chrysomelidae)
Genre	<i>Callosobruchus</i>
Espèce	<i>Callosobruchus chinensis</i> (Linnaeus, 1758)

## 2.2. Origine et répartition

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

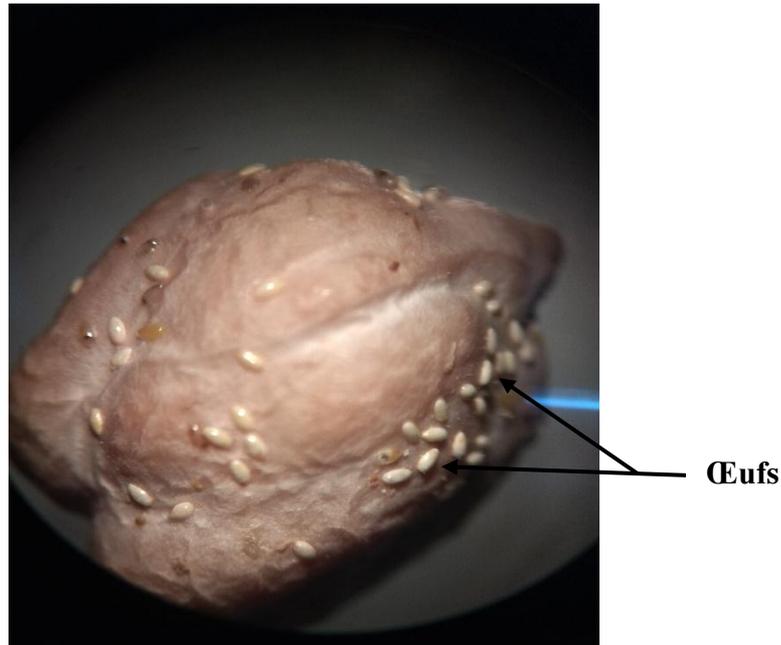
Le même auteur ajoute que l'espèce *C. chinensis* affiche une répartition cosmopolite ; elle a été repérée dans la plupart des pays du monde en raison des échanges commerciaux de haricots. L'aire de répartition naturelle du coléoptère est dans les régions tropicales et subtropicales de l'Asie et la population a connu une croissance considérable depuis la culture et la distribution des légumineuses par l'homme.

## 2.3. Description de l'insecte

Comme la plupart des insectes holométaboles, la bruche chinoise passe par quatre stades différents dans son cycle de développement à savoir l'œuf, la larve, la nymphe et l'adulte.

### 2.3.1. Œuf

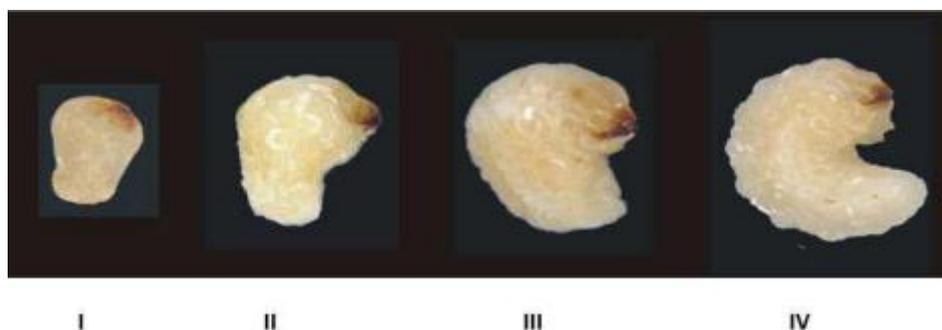
Les œufs sont subsymétriques, largement ovale, ils mesurent  $0.5 \times 0.3$  mm ; ils sont de couleur blanche et translucide et adhèrent intimement à la graine (ou à la gousse) par son axe longitudinal (Figure 08). Les œufs mal déposés (obliquement, verticalement) ou faiblement adhérents, avortent (Fleurat Lessard, 1982). Ce dernier ajoute que le nombre d'œufs pondus par la femelle varie suivant les facteurs climatiques mais ne dépassent jamais 50 œufs.



**Figure 08.** Œufs de la bruche chinoise vue sous loupe binoculaire aux grossissement X10  
(Original, 2022).

### 2.3.2. Larve

La larve néonée est du type chrysomélien de couleur blanchâtre à jaunâtre, mesure 2.1 à 2.5 mm de long, munie de pattes réduites en forme de C. Il existe quatre stades larvaires, la première larve L<sub>1</sub> est mobile, les autres larves des stades L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub> et L<sub>4</sub> sont immobiles, très semblables entre elles mais les larves des deux derniers stades sont de taille plus importante (Delobel et Tran, 1993) (Figure 09).



**Figure 09.** Les différents stades larvaires de *Callosobruchus chinensis* grossissement X40  
(Goutam et al.,2018).

### 2.3.3. Nymphe

La pupa est de couleur blanche à jaunâtre ; elle brunit au fur et à mesure de son développement. La tête, le thorax et l'abdomen sont bien visibles ; elle mesure en moyenne 3.34 mm de longueur et 1.67 mm de largeur (**Figure 10**). La période nymphale dure entre 6 et 7 jours (**Kumar et al., 2009**).

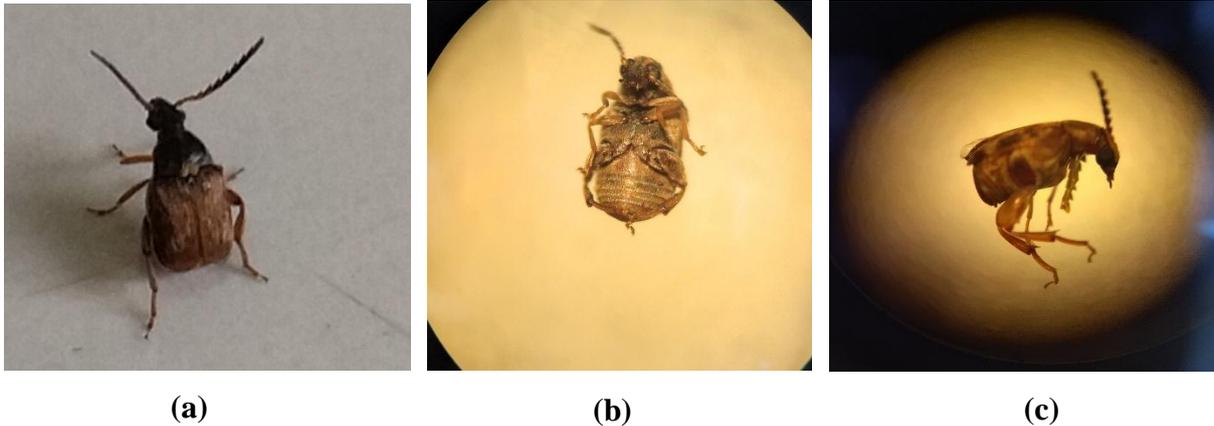


**Figure 10.** Nymphe de la bruche chinoise sous une loupe binoculaire X40 (**Originale, 2022**).

### 2.3.4. Adulte

L'imago est de couleur foncière rougeâtre, de taille plus réduite que les autres espèces de la famille des Bruchidées, elle est de 2.2 à 3 mm de long (**Figure 11**). Facilement reconnaissable à son arrière corps relativement court et aux deux callosités blanc nacré sur la base du prothorax, ce dernier est de forme conique et étranglée vers le tiers antérieur (**Fleurat Lessard, 1982**). Le pygidium est allongé, assez pointu recouvert d'une substance blanche à jaune.

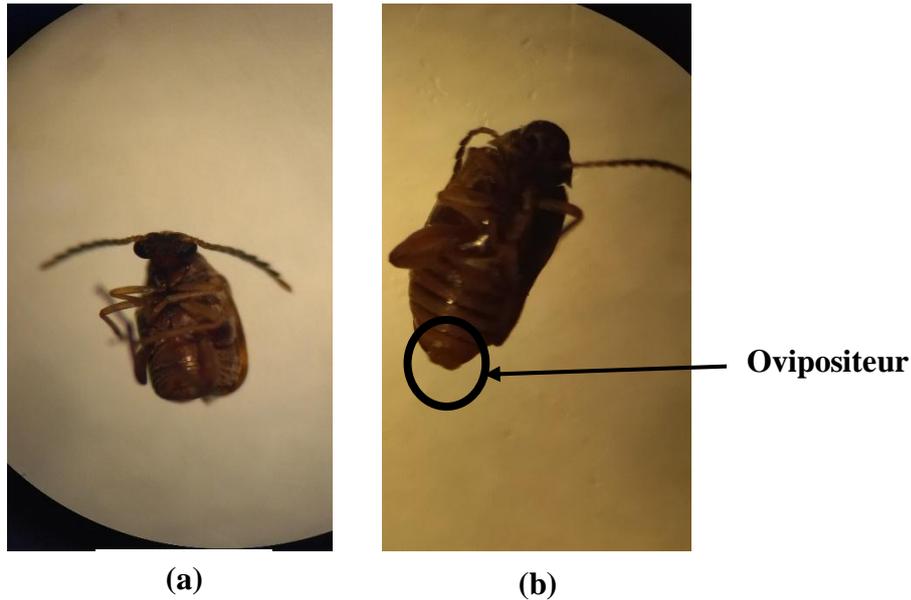
La face ventrale est noire avec de petites parties couvertes de poils blancs. Les fémurs postérieurs se terminent avec une dent simple au bord inféro-externe (caractère du genre *Callosobruchus*) (**Delobel et Tran, 1993**).



**Figure 11.** Adultes de *Callosobruchus chinensis* observés sous la loupe binoculaire G X40.  
(a) vue dorsale, (b) vue ventrale et (c) vue latérale (Originale, 2022).

### 2.3.5. Dimorphisme sexuel

Chez la plupart des coléoptères, il n'existe aucune différence extérieure entre les deux sexes, mais dans certains cas il y a des caractères sexuels secondaires qui peuvent être le propre soit du mâle ou de la femelle (Guignot, 1957) (Figure 12). La femelle a un abdomen complet avec les segments complets, alors que le mâle a un abdomen échancré. Aussi les antennes sont fortes et nettement plus longues et pectiformes chez le mâle (Fleurat Lessard, 1982) alors qu'elles sont dentées et assez courtes chez la femelle (Bonne Maison, 1962), ou seulement épaissies (Balachowsky, 1962). La coloration générale du corps est brun noir, avec des zones noires beaucoup plus étendues chez le mâle que chez la femelle (Delobel et Tran, 1993).



**Figure 12.** Dimorphisme sexuel chez *C.chinensis* : (a) mâle G X20 et (b) femelle G X40 sous une loupe binoculaire (Originale, 2022).

### 3. Biologie de l'insecte

Selon **Bonne Maison et Aguilard (1964)**, la bruche chinoise a la même biologie que la bruche du haricot. Les femelles pondent sur les gousses ou directement sur les graines, exceptionnellement sur la surface environnante et toujours isolément (**Fleurat Lessard, 1982**). Les œufs, adhèrent fortement par leur face plane au tégument de la graine. Cependant, le nombre d'œufs pondus peut être réduit en présence de graines déjà infestées (**Chavan et al., 1997 ; Pavr et al., 1998**) et il varie aussi suivant les facteurs climatiques (généralement entre 50 et 70 œufs). Après 8 à 10 jours d'incubation, l'œuf éclot et donne naissance à une larve L<sub>1</sub> qui pénètre directement dans la graine de l'hôte. Au cours de leur développement, les larves de *C. chinensis* muent trois fois donnant ainsi naissance à 4 stades larvaires qui peuvent être identifiés en fonction de la taille des larves et de la capsule céphalique.

La larve L<sub>4</sub> poursuit son développement dans une logette au dépens des matières amylacées de la graine. La durée de l'évolution larvaire est variable. Le minimum est de 18 à 20 jours (elle est de 18 jours dans un magasin chauffé). Cette espèce peut avoir 5 à 6 générations par an (**Fleurat Lessard, 1982**).

Le stade nymphal de cet insecte est inactif, prend 7 à 8 jours pour donner un imago (l'adulte) qui peut vivre 8 à 16 jours, donc le cycle prend environ 32 à 35 jours (Goutam et al., 2018).

Cette espèce est polyvoltine, elle peut avoir 5 à 6 générations par an (Fleurat Lessard, 1982).

#### 4. Régime alimentaire

Selon Delobel et Tran (1993), les larves se nourrissent du contenu cotylédonaire tandis que l'adulte se nourrit de divers pollens ainsi que de moisissures en particulier mildious et rouilles infestant les feuilles des légumineuses hôtes. La fécondité se trouve multipliée par deux et la longévité par trois en présence de nourriture (Shinoda et Yoshida, 1987 cité par Delobel et Tran, 1993).

#### 5. Pertes et dégâts

##### 5.1. Pertes qualitatives

Les larves de Bruchidae creusent des galeries dans les cotylédons de grains de légumineuses utilisant les réserves contenues à ce niveau et rejettent leurs excréments riches en acide urique dans ces galeries (Habibi, 1998). La nymphose se déroule généralement à l'intérieur de graines dans une logette également tapissée d'acide urique (Labeyrie, 1962). L'adulte émerge en découpant le tégument de la graine. Les larves modifient la qualité des graines, en effet l'accumulation de l'acide urique et la présence de fragments de chitine les rendent inconsommables par l'homme (Venkatraos et al., 1960). Le métabolisme des larves à l'intérieur des graines peut également modifier la nature chimique des réserves contenues dans les pois chiches. En effet, Rosenthal (1982) rapporte que les larves possèdent un équipement enzymatique leur permettant de détruire les composés secondaires tels que les acides non protéiques présents dans les grains. Les orifices de pénétration des larves dans les gousses et dans les graines déprécient la qualité du produit et facilitent d'autre part la pénétration des champignons tels que *Aspergillus flavus*, générateur d'aflatoxines.

##### 5.2. Pertes quantitatives

Selon Mestari (2001) la perte quantitative s'exprime par une perte pondérale due à une consommation directe des réserves contenues dans les graines. Chaque logette nymphale correspond à une perte de poids de la graine et par conséquent une perte dans toute la quantité du pois chiche attaqué par les bruches et en particulier par *Callosobruchus chinensis* qui est le plus polyphage des Bruchidae.

Une telle perte s'explique par une fécondité élevée (Utida, 1972), ainsi qu'une absence de diapause reproductrice. Selon Caswell (1961), de très faibles populations de *Callosobruchus chinensis* peuvent provoquer après quelque mois de stockage 80 et même 100 % de perte (Figure 13).



**Figure 13.** Dégâts occasionnés par la bruche chinoise sur les graines de pois chiche  
(Originale, 2022).

## 6. Méthodes de lutte

Plusieurs méthodes de lutte sont utilisées dans les lieux de stockage contre les insectes des grains stockés

### 6.1. Lutte préventive

Cette méthode consiste en une hygiène rigoureuse des moyens de transport, des locaux de stockage, des installations de la manutention et des machines de récolte. Il est important d'isoler les nouvelles récoltes de celle qui sont anciennes dans l'entrepôt (Kellouche, 2004).

D'après Scotti (1978), une désinsectisation de l'entrepôt par pulvérisation ou badigeonnage des murs et du sol avec des insecticides homologués (DDT, Lindane...), ils ne sont quasiment plus employés aujourd'hui à cause de leur toxicité pour l'homme et les animaux domestique (Crus et al., 1988), ainsi que désinfection de la sacherie vide et le séchage des graines pour maintenir leur taux d'humidité en dessous de 15 % constituent des mesures de prévention sont indispensables pour réduire voire empêcher toute infestation.

Les mesures préventives ne peuvent, évidemment, empêcher la multiplication des ravageurs lorsque ceux-ci sont ramenés avec le produit. Dans ce cas, la lutte après stockage s'impose.

## 6.2. Lutte curative

Les moyens préventifs sont obligatoires mais insuffisants, dans ce cas le recours aux procédés curatifs est indispensable (**Karbache, 2009**). La lutte curative intervient directement contre les insectes en place, elle fait appel à différents moyens :

### 6.2.1. Lutte chimique

La lutte chimique comprend les fumigants, les insecticides de contact et la lutte biotechnique.

- **Fumigant**

Les fumigants sont des insecticides gazeux, qui agissent par inhalation ; c'est le cas du bromure de méthyle et de la phosphine. Ces produits ont la faculté de pénétrer à l'intérieur du grain et de détruire tous les stades de développements des insectes (**Crus et al., 1988**).

- **Insecticide de contact**

Les insecticides de contact sont généralement employés contre les insectes rampants ou volants dans des espaces découverts ou à la surface de structure des élévateurs à graines et entrepôts (**Seck et al, 1991**) ; on distingue :

- ✓ Les composés organochlorés comme le lindane.
- ✓ Les composés organophosphorés comme le malathion, le pirimiphos-méthyl
- ✓ Les pyréthrinoides de synthèse comme le deltaméthrine
- ✓

- **Lutte biotechnique (par confusion sexuelle)**

Cette technique consiste à multiplier le nombre de points d'émission du bouquet de phéromones sexuelles de telle sorte que les mâles attirés soient dans l'incapacité d'identifier et de localiser la femelle de la même espèce ; cela engendre une diminution du taux de la population et par conséquent le déclin de la génération suivante (**Fargo et al., 1994**).

La lutte chimique se révèle efficace pour protéger les stocks des attaques des ravageurs (**Fleurat-Lessard, 1978**), malheureusement son utilisation est limitée par de nombreuses contraintes telles que :

- Les risques pour la santé humaine et animale par les résidus laissés sur les denrées ou par les phéromones de concentration biologique ;
- L'apparition d'insectes résistants ou tolérants ;
- Leur cout élevé ;
- La pollution de l'environnement.

**Tableau 03 : principaux insecticides employés pour le traitement des légumineuses contre les bruches en Algérie.**

Produits	Matière active	Dose (l/ha)	Concentrations (%)
Buldock	Betacy Fluthrine	0.5	2.5
Baythroid 05 Ec	Cyflutherine	0.5	5
Dedevap 50 Ec	Dichlorvos	0.012	50
Yamavos	Dichlorvos	0.012	50

D'après **Anonyme, 2002.**

### 6.2.2. Lutte physique

La lutte physique est un autre moyen utilisé contre les ravageurs des denrées stockées. Elle comprend l'emploi du froid, la chaleur, les radiations, les ultraviolets et les rayons gamma (**Southgate, 1983**).

#### a. Le froid

Le froid peut être employé pour la conservation des récoltes. Selon **Sinha et Watters (1985)**, les denrées stockées ne sont pas infestées si la température de conservation est inférieure à 12°C. La ventilation refroidissante peut éliminer les insectes si elle atteint 5°C ; ainsi toutes les formes meurent si cette température est maintenue pendant 2 mois ; Cependant, il faudrait prêter attention aux risques possibles de chute de la faculté germinative des grains (**Ducom et Bourges, 1987**).

#### b. La chaleur

Elle constitue également un moyen de lutte non négligeable pratiqué pour la première fois aux Etats Unis d'Amérique. Par simple sur chauffage, elle provoque le séchage du grain et la destruction d'une certaine quantité d'insectes (**Righi, 2010**).

D'après **Fleurat Leussard (1978)** et **Scotti (1978)**, toutes les formes de ravageurs de denrées stockées, se trouvant dans une masse de grain, sont éliminées après 10 minutes d'exposition à

une température de 60°C, sans aucune conséquence sur le pouvoir germinatif ni sur la qualité boulangère des grains, mais leur degré d'humidité diminue.

### c. Radiations ionisantes (rayons gamma)

L'irradiation des denrées par des rayons gamma est une technique utilisée dans de nombreux pays pour lutter contre plusieurs insectes ravageurs ; les doses élevées éliminent les insectes alors que les faibles doses les stérilisent (**Dongre et al., 1997**).

### 6.2.3. Lutte biologique

Comme les coûts des pesticides restent élevés et présentent un certain nombre d'inconvénients, il est préférable d'appliquer une lutte ou un contrôle biologique contre les *Bruchidae* (**Van Huis, 1991**).

#### a. Parasitoïdes

Les œufs des Bruchidés, en raison de leur position à l'extérieur de la gousse, sont aisément repérés par leurs parasitoïdes, parmi eux :

- *Vecana* Lariophage : c'est un ectoparasite qui attaque les œufs des *Bruchidae*.
- *Dinarmus basalis* et *Eupelmus vuilleti* se développent sur les larves de *Bruchidae* (**Monge et Huignard, 1991 ; Monge et al., 1994**).
- Les Trichogrammatidae du genre *Vecana* sont oeuphages et peuvent provoquer une régression notable des populations de bruches (**Cortesero et al., 1995**). En 1982, 20 à 30% des œufs de *Bruchus atrolineatus* déposés sur les gousses dans les cultures étaient parasités, (**Huignard, 1985**).

•

#### b. Prédateurs

Les prédateurs sont des organismes vivants qui tuent d'autres êtres vivants pour s'en nourrir, contrairement aux parasitoïdes, les prédateurs dévorent plusieurs proies au cours de leur vie (**Karbache, 2009**). **Aslam et al. (2006)** ont démontré que trois espèces de fourmis (*Monomorium minimum*, *Dorylus labiatus* et *Camponotus rufipes*) sont de redoutables prédateurs de *Callosobruchus chinensis*, où cette dernière est attaquée par ces fourmis dans différents stades de son développement.

---

#### 6.2.4. Lutte par huiles essentielles

Cette méthode entre dans le cadre du développement durable et de la sauvegarde des écosystèmes. Elle vise à réduire les populations des insectes ravageurs, en utilisant des produits naturels d'origine végétale comme des poudres minérales, des huiles végétales, huiles essentielles.

Depuis longtemps les plantes aromatiques ont été utilisées pour des fins médicales ; elles sont aussi traditionnellement utilisées pour protéger les graines entreposées (Sanon *et al.*, 2002).



**CHAPITRE III**  
**GENERALITES**  
**SUR LES**  
**HUILES**  
**ESSENTIELLES**

### 1. Définition

Les huiles essentielles sont des mélanges naturels complexes de métabolites secondaires volatils, isolés soit par hydrodistillation ou par expression mécanique (**Kalemba, 2003**). Elles sont obtenues à partir des feuilles, des graines, des bourgeons, des fleurs, des brindilles, d'écorces, des bois, des racines, des tiges ou de fruits (**Burt, 2004**).

Selon l'association française de normalisation (**AFNOR, 2000**), les huiles essentielles sont des produits obtenus à partir d'une matière première végétale, soit par entraînement à la vapeur soit par des procédés mécaniques à partir de l'épicarpe de *Citrus*, soit par distillation à sec. De nouvelles techniques permettant d'augmenter le rendement de production, ont été développées, comme l'extraction ou moyen de dioxyde de Carbone liquide à basse température et sous haute pression (**Santoyo et al., 2005**), ou l'extraction assisté par ultrasons ou micro-ondes (**Kimbaris et al., 2006**).

### 2. Origine

Les produits issus de la photosynthèse (les glucides, NADPH, ATP) constituent une source d'énergie et contribuent à la génération de nouvelles cellules ; ils interviennent indirectement dans la biosynthèse de divers composés secondaires tels que les lipides, les hétérosides et les essences. Ainsi les huiles essentielles font partie des résidus du métabolisme secondaire végétal (**Narishetty et Panchgnula, 2004**).

### 3. Répartition dans le règne végétal

Dans le règne végétal, les huiles essentielles sont fréquentes chez les végétaux supérieurs, elles appartiennent presque exclusivement à l'embranchement des Spermaphytes. Il y aurait, selon **Lawrence (1993)**, 17500 espèces aromatiques dans le monde. Les genres capables de les élaborer sont rassemblés dans un nombre restreint de familles telles que les : Lamiacées (Labiées), Pinacées (Conifères), Rutacées, Myrtacées, Pocées, Apiacées (Ombelifères), Lauracées, Astéracées (Composées), Pipéracées et Cupressacées (**Benazzeddine, 2010**).

### 4. Localisation des huiles essentielles dans la plante

Les huiles essentielles sont produites dans le protoplasme cellulaire des plantes aromatiques et représentent les produits du métabolisme secondaire. La synthèse est l'accumulation de ces métabolites dans les organes sont associées à la présence de structures histologiques spécialisées comme les poches (Myrtaceae, Rutaceae), les canaux sécréteurs (Apiaceae,

Composeae), les poils sécréteurs (Lamiaceae) et les cellules sécrétrices (Zingiberaceae) (Bruneton, 1993).

## 5. Composition chimique des huiles essentielles

Ce sont des mélanges complexes et variables de différents composés chimiques dissous l'un dans l'autre formant des solutions homogènes. Leurs constituants appartiennent quasi-exclusivement à deux groupes caractérisés par des origines biogénétiques distinctes : le groupe des terpénoïdes d'une part et le groupe des composés aromatiques dérivés du phénylpropane d'autre part.

### 5.1. Terpénoïdes

Dans le règne végétal, les terpénoïdes sont classés dans la catégorie des métabolites secondaires. Leur classification est basée sur le nombre de répétition de l'unité de base (terpène), ils sont classés en : monoterpénoïdes (C10), sesquiterpénoïdes (C15) et diterpénoïdes (C20). Dans la composition de la plupart des huiles essentielles, les monoterpénoïdes et les sesquiterpénoïdes forment la majeure partie (Calsamiglia *et al.*, 2007 ; Benchaar *et al.*, 2008).

### 5.2. Composés aromatiques

Les dérivés du phénylpropane (C6-C3), ou composés phénoliques s'agissant le plus fréquemment d'allyl et propénylphébols et/ou aldéhydes. La biosynthèse par voie phénylpropanoïdes débute par des aromatiques que sont la phénylalanine et la tyrosine, ils sont généralement caractérisés par la présence d'un groupement hydroxyle fixé à un cycle phényle. Egalement, la synthèse de ces constituants nécessite une série d'acides dont l'acide shikimique et l'acide cinnamique (Bruneton, 1990).

Les phénylpropanoïdes sont moins répandus dans l'huile essentielle que les terpènes, néanmoins elles sont caractéristiques de certaines huiles essentielles d'Apiaceae (anis, fenouil, persil, cannelles) (Bruneton, 1999).

## 6. Propriétés des huiles essentielles

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

conservation alimentaires (Kim et al., 1995). Les huiles essentielles ont également des propriétés fongicides (Mahadevan, 1982) et très efficaces contre les moisissures responsables de la détérioration des denrées alimentaires lors de leur stockage (Mejholem et Dalgaard, 2002). Les huiles essentielles extraites des feuilles des plantes aromatiques possèdent des propriétés insecticides très intéressantes contre une grande variété d'insectes ravageurs des stocks des denrées alimentaires (Tapondjou et al., 2003 ; Kellouche, 2005).

## 7. Généralités sur la menthe pouliot

### 7.1. Description des menthes

Les menthes, du nom latin *Mentha*, sont des plantes vivaces, herbacées indigènes et très odorantes appartenant à la famille des Lamiacées ou Labiacée, formée de près de 3500 espèces réparties sur 8 sous-familles (Bruenton, 1993). Près de la moitié (47%) des Lamiacées sont regroupées dans la sous famille des Nepetoideae. Au sein de cette sous famille, la menthe est représentée par 18 espèces et environ 11 hybrides. L'hybridation interspécifique est relativement aisée et rend la taxonomie particulièrement délicate (Trucher, et Naczi, 2007).

Autant les menthes sont faciles à reconnaître à leur odeur tout à fait caractéristique, autant elles sont difficiles à distinguer les unes des autres, en raison des formes intermédiaires d'origine hybride, qui les relient. Parmi toutes les Labiées, les menthes se reconnaissent, en plus de leur odeur spéciale à leurs fleurs toutes petites, à leurs corolles presque régulières à quatre lobes presque égaux et leur quatre étamines également presque égales (Benayad, 2008).

Il existe de nombreuses espèces de menthe sauvage dont certaines, telles que *M. pulegium* et *M. rotundifolia*, poussent spontanément en Algérie. Ce sont des plantes aromatiques très utilisées en médecine traditionnelle, dans les préparations culinaires, les confiseries, en cosmétique et parfumerie (Brada et al., 2007).

### 7.2. Menthe pouliot

#### 7.2.1. Etymologie

Le nom de « pouliot » vient du latin *pulegium*, qui dérive du pulex : la puce ; la plante ayant la propriété d'éloigner les puces (Gamisans et Jeanmonod, 1993). La menthe pouliot, connue sous le nom vernaculaire arabe de « fliyou » est largement utilisée en médecine populaire dans de nombreuses cultures (Agnihotri et al., 2005). Elle est représentée par deux sous espèces : *Mentha pulegium ssp. vulgaris* et *Mentha pulegium ssp. pulegium* (Quézel et Santa, 1962), cette dernière fera l'objet de notre étude.

### 7.2.2. Position systématique

Selon **Quézel et Santa (1963)** et **Guinard et Dupont (2004)**, la classification de la menthe pouliot est la suivante :



Règne	Plantes
Embranchement	Phanérogames ou Spermaphytes
Sous embranchement	Angiospermes
Classe	Eudicots
Sous classe	Asteridées
Ordre	Lamiales
Famille	Lamiacées
Genre	<i>Mentha (Tourn) L.</i>
Espèce	<i>Mentha pulegium L., 1753.</i>

### 7.2.3. Description

*M.pulegium* est une plante vivace aromatique (**Iserin, 2001**). Ses tiges à section carrée, sont plus ou moins dressées, verdâtres ou grisâtres (**Marie-Pierre et Gallouin, 2003**), très ramifiées, étalées ou couchées, elles émettent très facilement des racines adventives à la face inférieure des nœuds. Elles portent des inflorescences formées de nombreux verticilles denses, feuillés et distants (**Quezel et Santa, 1963**).

Les fleurs sont roses lilas, parfois blanches, échelonnées le long de la tige (**Sutour, 2010**).



**Figure 14.** Feuilles de *M.pulegium* (Anonyme 9, 2020).



Figure 15. Fleurs de *Mentha pulegium* (Anonyme 10, 2010).

#### 7.2.4. Aire de répartition

*Mentha pulegium* est originaire du bassin méditerranéen. Elle est fréquente dans les milieux humides et elle est parfois cultivée comme plante condimentaire pour ses feuilles très aromatiques. C'est une espèce spontanée dans l'ensemble de l'Europe, de l'Asie, de l'Amérique et du nord de l'Afrique (du Maroc et de l'Égypte) (Gamisans et Jeanmonod, 1993).

En Algérie, *Mentha pulegium* L. est très abondante et pousse spontanément (Quézel et Santa, 1963). Elle se rencontre dans les zones humides et généralement marécageuses, près des routes, et elle est très abondantes dans les pâturages de montagnes (Chalchat et al., 2000).

#### 7.2.5. Utilisations

La menthe pouliot, est largement utilisée en médecine populaire dans de nombreuses cultures (Agnihotri et al., 2005 ; Diaz Maroto et al., 2007). Les parties aériennes fleuries de cette plante sont traditionnellement utilisées pour leur propriétés antimicrobiennes, expectorantes, carminatives et antispasmodiques dans le traitement du rhume, la bronchite, la tuberculose, la sinusite le choléra, les intoxications alimentaires, les flatulences et les coliques intestinales (Zargari, 1990 ; Delille, 2007). Elle fortifie tout le système nerveux, stimulant diffusible et aussi un sédatif diffusible, la menthe rend d'éminents services contre la nervosité et les différentes manifestation nerveuses (Benayad, 2008).

## 8. Généralités sur le myrte

Le myrte commun est connu sous différentes dénominations selon les pays

Français : Myrte commun.

Anglais : Common myrtle, Greek myrtle, myrtle, sweet myrtle.

### 8.1. Position systématique

La classification **APGIII (2009)** ou classification phylogénétique inclut *Myrtus communis* L. au sein des clades suivants :



Clade	Angiospermes.
Clade	Eudicotyledons.
Clade	Rosidées.
Clade	Malvidées.
Ordre	Myrtales.
Famille	Myrtacées.
Genre	<i>Myrtus</i> .
Espèce	<i>Myrtus communis</i> L., 1753

Cette classification, est précisée dans la base de données Américaine NCBI-Taxonomy.

### 8.2. Description

Le myrte commun est un phanérophyste sempervirent, diploïde typique de la flore méditerranéenne ( $2n = 2x = 22$ ) (**Messaoud et al., 2011**). C'est un arbrisseau à tige assez régulière, toujours vert, à écorce rousse, exhalant par toutes ses parties un parfum très frais, fort agréable.

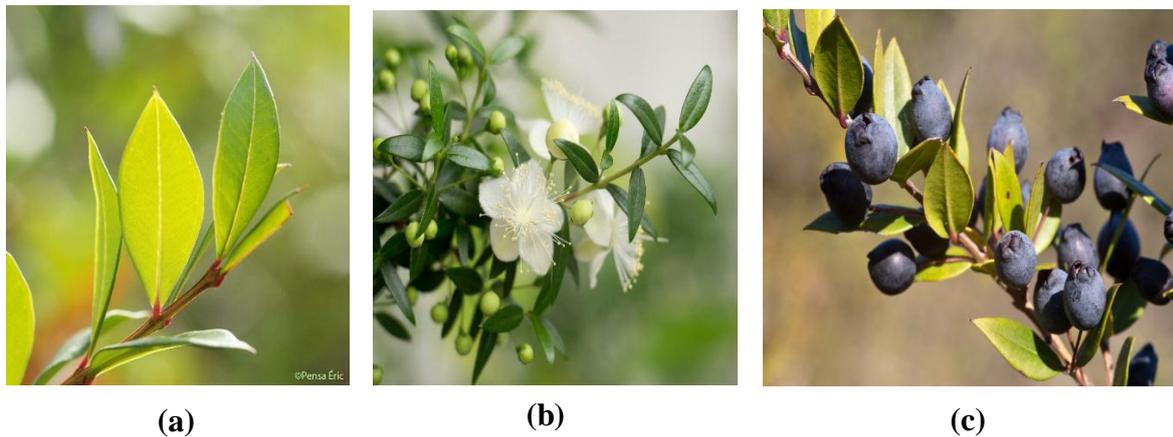
Les rameaux sont fins de couleur verte qui devient rapidement brun orangé, pubescentes dans leur jeunesse (**Barboni, 2006 ; Quezel et Santa, 1963**).

Selon **Quezel et Santa (1962)**, les feuilles sont opposées, ovoïdes lancéolées, 2 à 3 fois plus longues que larges mesurant  $20-24 \times 4-11$  mm (forte variation en fonction de l'exposition), à nervation pennée, munies d'un pétiole très court, à extrémités aiguës-pointues, et un peu convexes, d'une consistance ferme, en étant lisses, coriaces, et d'un vert foncé brillantes. Les

feuilles renferment de nombreuses petites glandes translucides qui secrètent les huiles essentielles les rendant très aromatiques au froissement.

La floraison peut débuter à partir de mai- juin et s'étale jusqu'en août sous forme de fleurs blanches solitaires très odorantes à l'aisselle des feuilles (**Barboni, 2006 ; Bouzabata, 2015**). Cette floraison donne suite à un fruit qui est une baie ovoïde (7-10 × 6-8 mm), de couleur noir-bleuâtre au sommet d'un pédoncule ténu, couronnée par le calice, quelquefois blanche de saveur âpre, résineuse et astringente. Les graines sont réniformes, luisantes, de couleur ivoire, et de saveur résineuse avec des irrégularités de formes et de tailles (**Migliore, 2011**) (**Figure 16**).

Toutes les parties de la plante contiennent des poches schizogènes a huile essentielle, responsable de son odeur suave (**Fournier, 1948 ; Montastier, 1997**).



**Figure 16.** Caractéristiques botaniques du *Myrtus communis* (a) feuilles, (b) floraison et (c) baies (**Anonyme 11, 2014**).

### 8.3. Aire de répartition

Le genre *Myrtus* appartenant à la grande famille des Myrtaceae est le seul genre qui soit localisé aussi bien en Méditerranée qu'au Sahara (**Rameau et al., 2008**), représenté par deux taxons :

- Le myrte commun, *Myrtus communis* L. a une distribution méditerranéenne, puisqu'il s'étend en Macaronésie (Açores et Madère), mais aussi en zone irano-touaranie et même en Asie (en Afghanistan voire au Pakistan) (**Migliore et al., 2012**).
- Le myrte de Nivelles, *Myrtus nivellesii* Batt. et Trab. qui s'éloigne des rives de la méditerranée de 1000 km (**Migliore, 2011**). Il est réparti uniquement au Sahara retrouvé

en Algérie méridionale (Hoggar, Tassili N'Ajjer, Tassili N'Immidir et Tefedest) et au Tchad (Tibesti).

#### 8.4.Utilisations

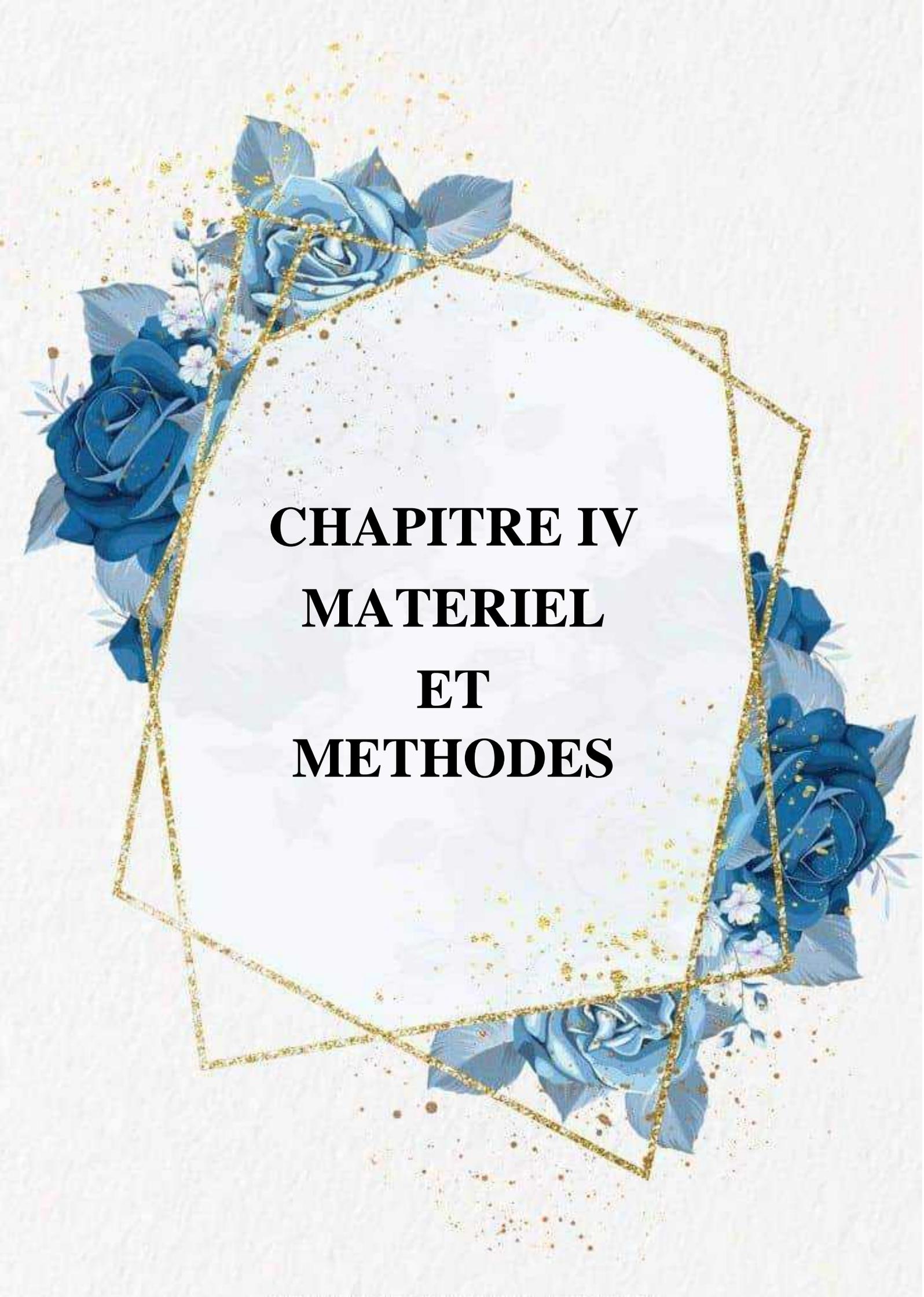
Les myrtes sont exploités de différentes manières, leurs utilisations peuvent être culinaires, médicinales, industrielles ou encore traditionnelles. Cependant, leur utilisation la plus importante est la production de liqueurs (**Mulas et al., 2002**).

En Algérie, l'infusion des feuilles est utilisée comme remède contre les infections des voies respiratoires et des voies urinaires. Les préparations à base de cette plante sont également préconisées contre les bronchites, les sinusites, les otites, les diarrhées et les hémorroïdes. Les fruits consommés naturellement ou en infusion, constituent un remède contre la dysenterie, l'entérite et les hémorragies (**Baba-Aissa, 1991**).

Les écorces des tiges fines et les jeunes feuilles sont utilisées en tant qu'agents antiseptique et pour la cicatrisation ; le myrte est utilisé aussi en cas des soins contre les maladies urinaires (**Baytop, 1999**). Les baies du myrte sont utilisées en industries pharmaceutiques pour leurs effets positifs sur la santé humaine, comme antiseptique, astringent, carminative, tonique des cheveux, analgésique, cardiotonique, diurétique, néphroprotectrice, hémostatique, stomatique, tonique du cerveau et antidiabétique (**Sumbul et al., 2011**).



**PARTIE  
EXPERIMENTALE**



**CHAPITRE IV**  
**MATERIEL**  
**ET**  
**METHODES**

## 1. Matériel

### 1.1. Matériel de laboratoire

Pour la réalisation de nos expériences, nous avons utilisé le matériel suivant (**Figure 21**) :

- Des boîtes en plastique de 1kg et 500g de capacité pour effectuer les élevages en masse ;
- Une étuve réglée à 60°C pour le traitement des graines de pois chiche pendant une heure de temps. Afin d'éliminer d'éventuels insectes qui peuvent être présents dans la graine ;
- Un réfrigérateur pour faire subir un choc thermique au grains pois chiche traités a la chaleur ;
- Des boîtes de Pétrie en verre (9cm de diamètre) dans le but de réaliser les tests par contact ;
- Une balance à affichage électronique pour peser les graines de pois chiche ;
- Des piluliers en verre en vue de séparer les mâles et les femelles ;
- Une micropipette (de 0-5µl de capacité) pour le dosage des huiles essentielles ;
- Une loupe binoculaire grossissement X10 et X40 pour pouvoir observer les insectes afin de les identifier et pour compter les œufs pondus et sexer les individus ;
- Coton pour le test de germination.
- Un pinceau, un rouleau adhésif, des étiquettes, des ciseaux ont été utiliser.



**Etuve**



**Loupe binoculaire**



**Balance**



**Micropipette (0.5-10 $\mu$ l)**



**Boîte de pétri en verre**



**Piluliers en verre**



**Flacon en verre (125ml)**



**Boîte en plastique**

**Figure 17.** Matériel utilisé au laboratoire pour les différentes expérimentations

(Originale, 2022).

## 1.2. Matériels biologique

### 1.2.1. Graines de pois chiche

Les graines de pois chiche utilisées pour l'élevage en masse de la bruche et pour les tests de contacts proviennent du marché local de la ville de Tizi Ouzou. Elles sont lavées et séchées avant l'utilisation.

Ces graines ont été traitées à la chaleur dans une étuve à une température de 60°C pendant une heure pour s'assurer que les graines de pois chiche sont à 100% saines et ne présentent aucune infestation de bruches ou d'autres insectes.



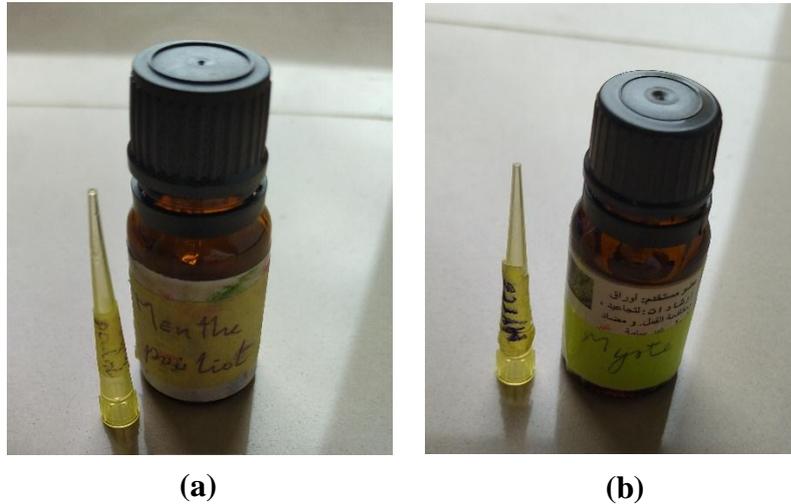
**Figure 18.** Graines de pois chiche (Originale, 2022).

### 1.2.2. Bruche chinoise

Les bruches utilisés sont issues d'un élevage en masse réalisé au laboratoire de recherche « Ecologie des invertébrés terrestre » à l'université de Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou. Il est réalisé dans des boîtes en plastique remplies à  $\frac{3}{4}$  de graines de pois chiche. Les individus utilisés dans les tests par contact sont des bruches adultes âgées de 0 à 24h.

### 1.2.3. Les huiles essentielles

Deux huiles essentielles sont testées durant notre étude, ce sont celle de la menthe pouliot et du myrte obtenues par hydrodistillation des feuilles et qui proviennent du marché local.



**Figure 19.** (a) L'huile essentielle de la menthe pouliot et (b) l'huile essentielle du myrte (Originale, 2022).

## 2. Méthodes

### 2.1. Elevage en masse

L'objectif de cet élevage est de produire un nombre suffisant d'individus adultes âgés de 0 à 24h, nécessaires pour conduire les tests de toxicité des huiles essentielles de la menthe pouliot et du myrte.

L'élevage de masse de *C. chinensis* est réalisé dans des boîtes en plastiques. Chaque boîte contient une quantité de grains de pois chiche infestés et d'autres qui sont sains et bien séchés et des individus de l'insecte ravageur. Ces derniers sont obtenus à partir d'un élevage de base réalisé au laboratoire de recherche « Ecologie des invertébrés terrestres » à l'université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou (Figure 20).

Les boîtes d'élevage sont maintenues dans des conditions de température de 28°C à 30°C et une humidité relative d'environ 70%, dans un délai de temps de 30 jours.



**Figure 20.** Elevage de masse de *C. chinensis* (Originale, 2022).

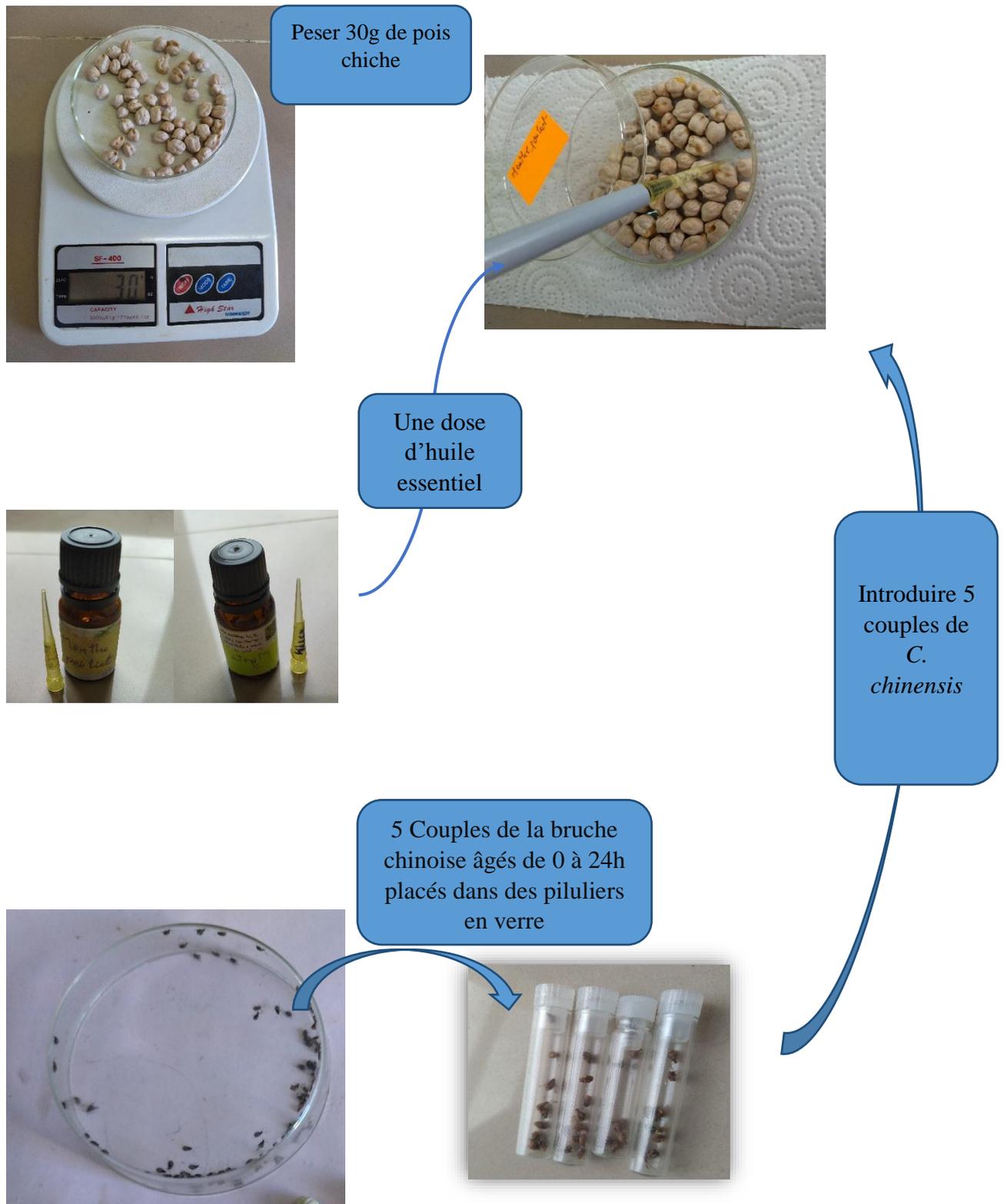
## **2.2. Evaluation de l'activité insecticide des huiles essentielles de la menthe pouliot et du myrte sur les adultes de *C. chinensis***

Pour tester l'activité insecticide des huiles essentielles de la menthe pouliot et du myrte sur les adultes de la bruche chinoise, nous avons réalisé un test de toxicité par contact.

### **❖ Test par contact**

Le test par contact est réalisé dans des boîtes de Pétri en verre de 9 cm de diamètre ; chaque boîte porte 30g de graines saines de pois chiche, traitées avec les huiles essentielles de la menthe pouliot et du myrte à différentes doses : 0.5 $\mu$ l, 1 $\mu$ l, 1.5 $\mu$ l et 2 $\mu$ l prélevées à l'aide d'une micropipette. Cinq couples de *C. chinensis* âgés de 0 à 24h sont introduits dans chaque boîte de Pétri. Parallèlement un témoin non traité avec les huiles essentielles de la menthe pouliot et du myrte est réalisé. Quatre répétitions sont effectuées pour chaque dose et pour le témoin (**figure 21**).

L'ensemble des boîtes de Pétri sont maintenues dans des conditions de température de 28°C à 30°C et une humidité relative d'environ 70%.



**Figure 21.** Dispositif expérimental du test par contact sur les adultes de *C. chinensis* traités à l'huile essentielle de la menthe pouliot et du myrte (Originale, 2022).

### 2.2.1. Evaluation des paramètres biologiques de la bruche

L'efficacité des huiles essentielles de la menthe pouliot et du myrte sur *C. chinensis* est évaluée à travers les paramètres suivants :

- **Mortalité des adultes**

Elle consiste à dénombrer tous les adultes morts après le lancement du test pour toutes les doses des deux huiles jusqu'à la mort totale des individus.

- **La fécondité des femelles**

Elle est déterminée après dénombrement de tous les œufs pondus sur les graines (éclos et non éclos) à l'aide d'une loupe binoculaire, après 5 à 7 jours de traitement.

- **Le taux d'éclosion des œufs**

Après comptage des œufs pondus (éclos et non éclos), le taux d'éclosion des œufs est calculé par la formule suivante :

$$\text{Taux d'œufs pondus (\%)} = \frac{\text{nombre d'œufs éclos}}{\text{nombre d'œufs pondus}} \times 100$$

- **Le taux d'émergence**

L'émergence des individus de *C. chinensis* débute 35 jours après le lancement du test. Les observations quotidiennes sont réalisées afin de dénombrer tous les individus émergés dans chaque boîte jusqu'aux dernières émergences. Ainsi le taux de viabilité qui est le rapport entre le nombre d'adultes émergés et le nombre d'œufs pondus, est calculé par la formule suivante :

$$\text{Taux de viabilité (\%)} = \frac{\text{nombre d'adultes émergés}}{\text{nombre d'œufs pondus}} \times 100$$

### 2.2.2. Evaluation des paramètres agronomiques de la graine

L'effet des différents traitements sur les graines de pois chiche est évalué à l'aide de deux paramètres agronomiques : le poids et le pouvoir germinatif des graines.

- **La perte en poids**

La perte en poids des graines ayant subi les différents traitements est évaluée en procédant à la pesée des lots de graines à la fin de la durée de l'expérimentation. Ce poids est ensuite comparé au poids initial des graines de pois chiche avant traitement.

Les pertes en poids sont exprimées en pourcentage calculé comme suit :

$$\text{La perte en poids \%} = \frac{(\text{poids initial}) - (\text{poids final})}{\text{le poids initial}} \times 100$$

- **Pouvoir Germinatif**

Le test de germination est nécessaire pour évaluer l'impact des infestations par *C. chinensis* et l'effet éventuel des huiles essentielles utilisées lors de traitement des graines de pois chiche.

Nous prélevons de chaque lot traité ou non traité 40 graines que nous mettons dans des boîtes de Pétri contenant du coton imbibé d'eau (**Figure 22**).

Après 4 jours, nous procédons au dénombrement des graines germées et le taux de germination (en %) est calculé selon la formule suivante :

$$\text{Taux de germination \%} = \frac{\text{nombre de graines germées}}{\text{nombre total des graines}} \times 100$$

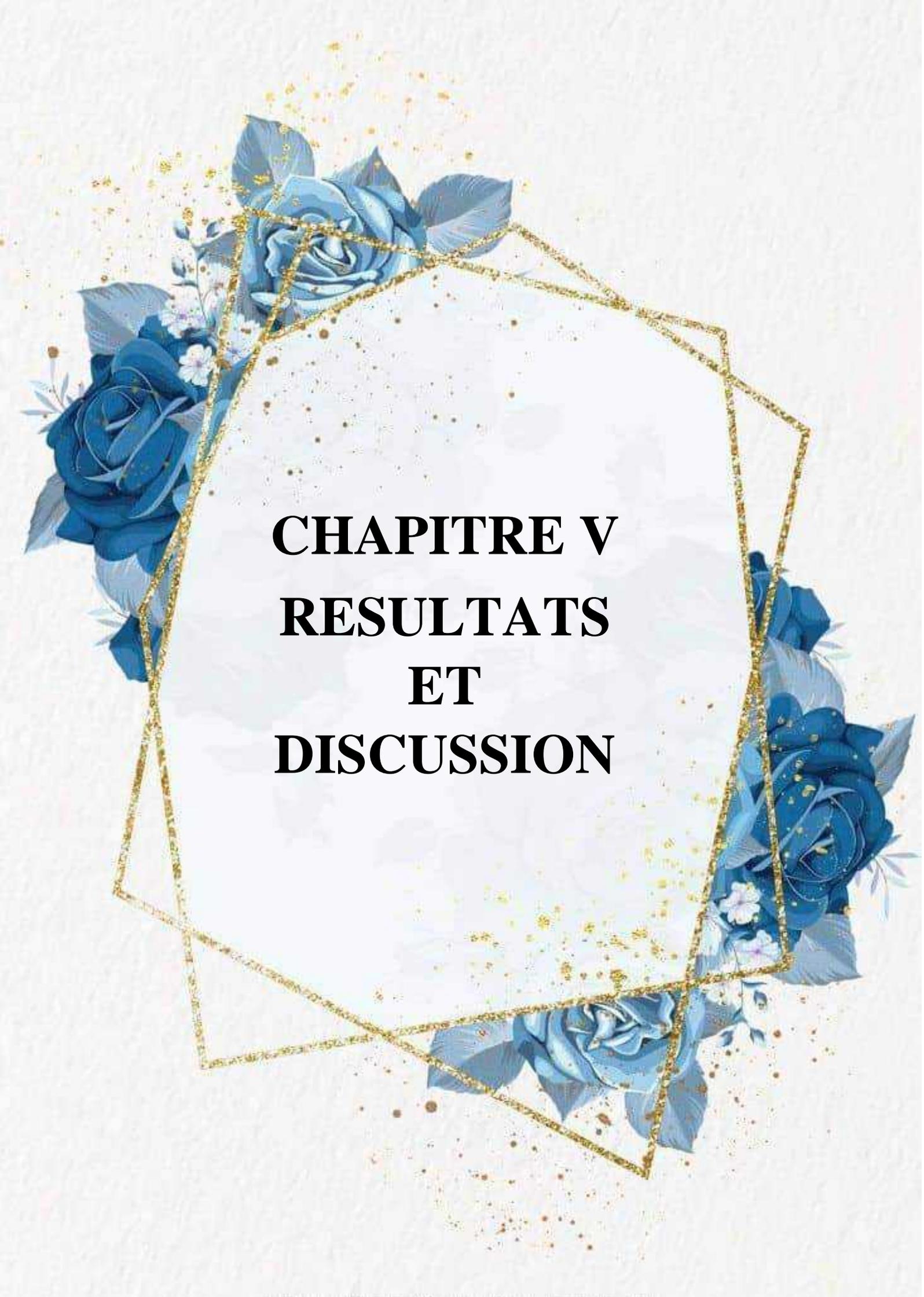


**Figure 22.** Test de germination des graines de pois chiche soumises au différents traitements  
(Originale, 2022).

### 3. Analyse statistique

Les résultats des différentes expériences sont soumis au test de l'analyse de variance (ANOVA) à un, deux ou plusieurs critères de classification en utilisant le logiciel STATBOX, version 6.4. (Grimmer Software, France). Dans le cas où les différences s'avèrent significatives, un test complémentaire de Newman et Keuls, au seuil de 5%, est effectué afin de déterminer les groupes homogènes.

- $P \geq 0.05$  : différence non significative.
- $P \leq 0.05$  : différence significative.
- $P \leq 0.01$  : différence hautement significative.
- $P \leq 0.001$  : différence très hautement significative.



**CHAPITRE V**  
**RESULTATS**  
**ET**  
**DISCUSSION**

Notre étude rentre dans le cadre de la recherche de solutions alternatives qui permettent de réduire les pertes occasionnées par les insectes nuisibles des denrées stockées comme la bruche chinoise *C. chinensis* qui est un ravageur potentiel de légumineuses à l'aide de moyens naturels de protection en utilisant les huiles essentielles des plantes aromatiques locales. Deux huiles essentielles ont été testées sur les adultes de *C. chinensis* : l'huile essentielle de la menthe pouliot et l'huile essentielle du myrte.

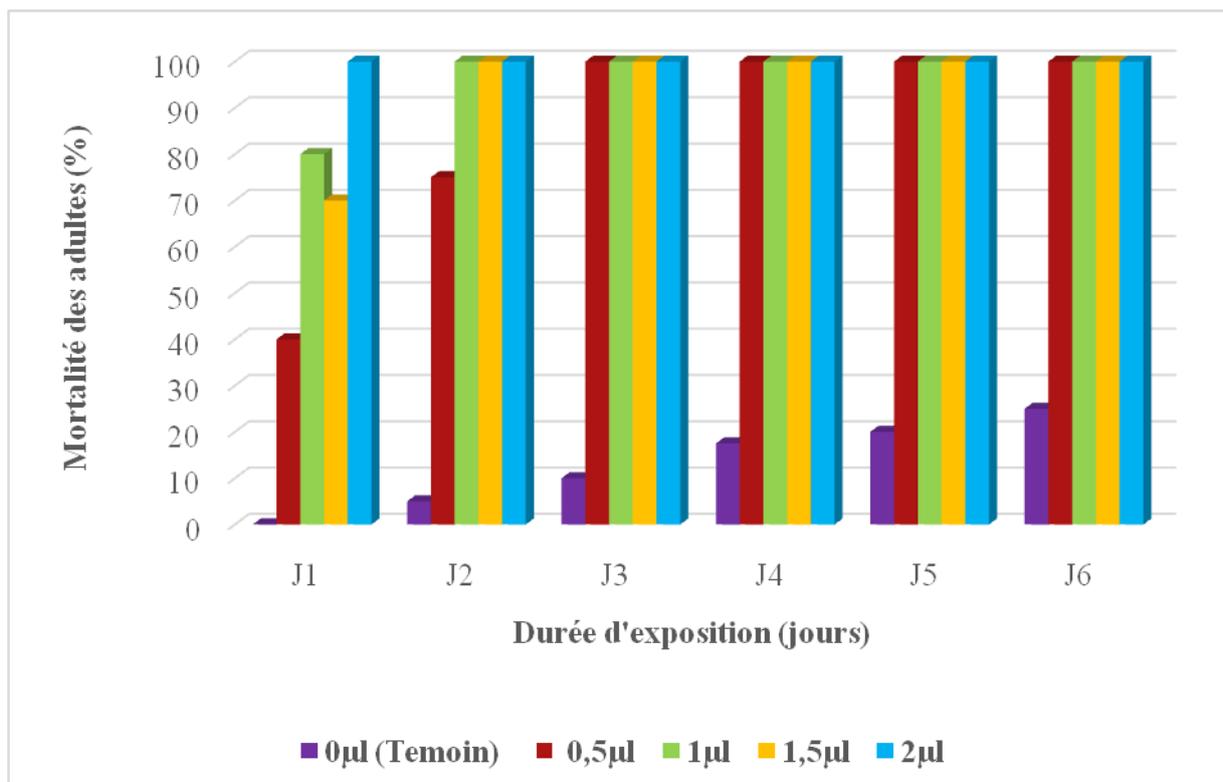
Un test par contact en utilisant différentes doses pour les deux huiles essentielles (0.5µl, 1µl, 1.5µl et 2µl) a été réalisé pour évaluer la mortalité des adultes de *C. chinensis*, la fécondité, le taux d'éclosion, le taux d'émergence et deux autres paramètres biologiques qui sont la perte en poids et le taux de germination du pois chiche.

## 1. Effet des huiles essentielles sur les paramètres biologiques de la bruche

### 1.1. Effet sur la mortalité des adultes

#### a. La menthe pouliot

L'huile essentielle de la menthe pouliot a manifesté un effet létal sur les adultes de *C. chinensis* et les résultats de la mortalité sont représentés dans la figure suivante :



**Figure 23.** Taux de mortalité moyen des adultes de *C. chinensis* après traitement par contact avec différentes doses de l'huile essentielle de la menthe pouliot durant six jours d'exposition.

D'après ces résultats, nous remarquons que la mortalité moyenne des adultes de *C. chinensis* augmente avec l'augmentation de la dose et de la durée d'exposition à l'huile essentielle de la menthe pouliot utilisée par contact. La mortalité la plus faible est enregistrée au niveau du lot témoin (non traité par l'huile essentielle), elle est de 25% au bout de six jours d'exposition.

A la dose 2 $\mu$ l, une mortalité de 100% est enregistrée dès le 1<sup>er</sup> jour d'exposition à l'huile essentielle de la menthe pouliot. Dès le 3<sup>ème</sup> jour d'exposition à toutes les doses (0.5 $\mu$ l, 1 $\mu$ l, 1.5 $\mu$ l et 2 $\mu$ l), nous avons enregistré une mortalité totale des adultes soumis au traitement à l'huile essentielle de la menthe pouliot.

Les résultats obtenus montrent clairement que l'huile essentielle de la menthe pouliot a un effet insecticide important par contact sur la bruche chinoise. D'ailleurs, l'analyse de la variance à deux critères de classification au seuil de signification de 5% montre des différences très hautement significatives ( $P=0$ ) pour le facteur dose et des différences hautement significatives ( $P=0.00209$ ) pour le facteur temps d'exposition (**Tableau 04**).

**Tableau 04.** Résultats l'analyse de la variance à deux critères de classification au seuil de signification de 5% pour le paramètre mortalité des adultes de *C. chinensis* traités par contact avec l'huile essentielle de la menthe pouliot.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
<b>Var. Totale</b>	37071,04	29	1278,312				
<b>Var. Facteur 1 (Dose)</b>	32511,66	4	8127,916	86,314	0		
<b>Var. Facteur 2 (Temps)</b>	2676,039	5	535,208	5,684	0,00209		
<b>Var. Résiduelle</b>	1883,336	20	94,167			9,704	12,43%

La comparaison des moyennes par le test de **Newman et Keuls** classe le témoin non traité dans le groupe B (12.91%) et toutes les doses d'huile essentielle dans le groupe A (mortalités variant de 85.83% à 100%) (**Tableau 05**). Concernant le facteur temps d'exposition, le même test place la durée d'exposition de 1 jour dans le groupe B et le reste des durées d'exposition dans le groupe A (**Tableau 06**).

**Tableau 05.** Résultats du test de **Newman** et **Keuls** au seuil de signification de 5% pour le facteur dose du paramètre mortalité des adultes de *C. chinensis* traités par contact avec l'huile essentielle de la menthe pouliot.

F1	Libelles	Moyennes	Groupes Homogènes	
5.0	d4	100	A	
3.0	d2	96,667	A	
4.0	d3	95	A	
2.0	d1	85,833	A	
1.0	d0	12,917		B

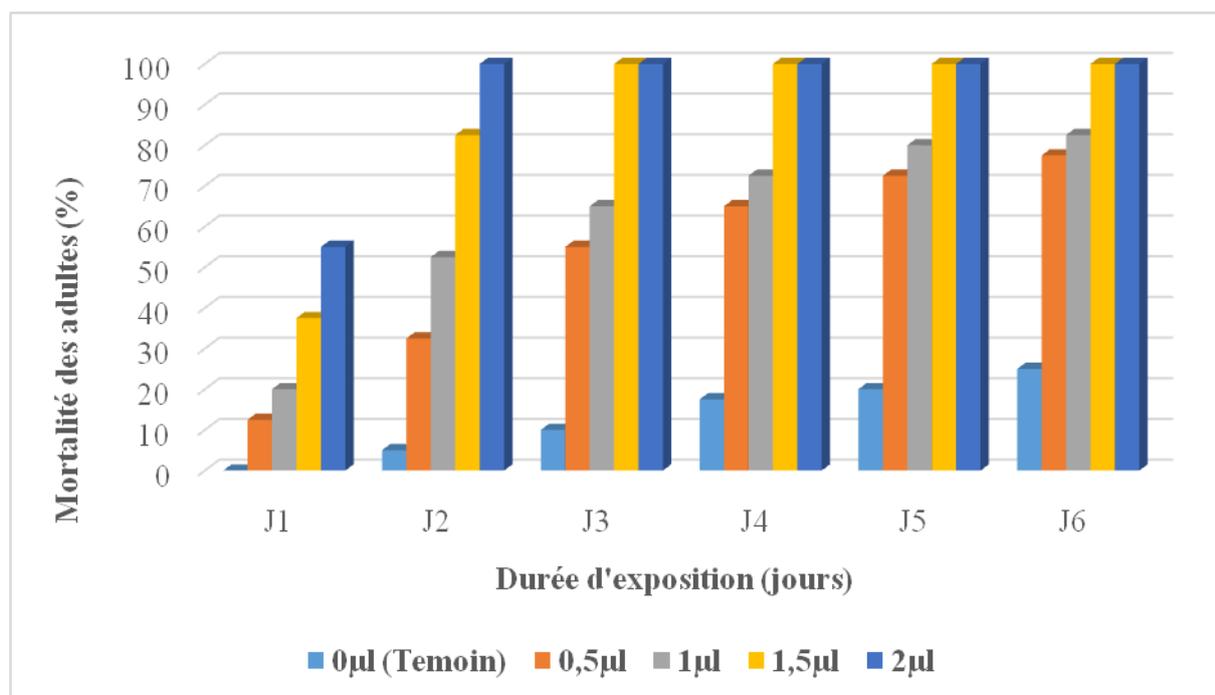
**Tableau 06.** Résultats du test de **Newman** et **Keuls** au seuil de signification de 5% pour le facteur temps du paramètre mortalité des adultes de *C. chinensis* traités par contact avec l'huile essentielle de la menthe pouliot.

F2	Libelles	Moyennes	Groupes Homogènes	
6.0	T6	85	A	
5.0	T5	84	A	
4.0	T4	83,5	A	
3.0	T3	82	A	
2.0	T2	76	A	
1.0	T1	58		B

### b. Le myrte

Les résultats obtenus pour l'activité insecticide de l'huile essentielle du myrte sur la mortalité des adultes de *C. chinensis* sont représentés dans la **figure 24**.

Les résultats présentés dans la figure ci-dessus, montrent que la mortalité des adultes de *C. chinensis* évolue proportionnellement aux doses de l'huile essentielle du myrte appliquée par contact et la durée de leur exposition. Dans les lots témoins (non traités), une mortalité de 0% est enregistrée après 24h d'exposition.



**Figure 24.** Taux de mortalité moyen des adultes de *C. chinensis* après traitement par contact avec différentes doses de l'huile essentielle du myrte durant six jours d'exposition.

A la dose 2µl, une mortalité de 100% est enregistrée dès 48h d'exposition à l'huile essentielle utilisée. La dose 1.5µl a atteint une mortalité totale de 100% dès 72h d'exposition à l'huile essentiel du myrte. Un taux de mortalité moyenne a été observée dans les doses 0.5µl (55%) et 1µl (65%) après 72h d'exposition.

L'analyse de la variance à deux critères de classification, au seuil de signification de 5%, montre des différences très hautement significatives ( $P=0$ ) pour le facteur dose et des différences très hautement significatives ( $P=0$ ) pour le facteur temps d'exposition (**Tableau 07**).

**Tableau 07.** Résultats l'analyse de la variance à deux critères de classification au seuil de signification de 5% pour le paramètre mortalité des adultes de *C. chinensis* traités par contact avec l'huile essentielle du Myrte.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
<b>Var. Totale</b>	35409,17	29	1221,006				
<b>Var. Facteur 1 (Dose)</b>	24215,42	4	6053,854	71,661	0		
<b>Var. Facteur 2 (Temps)</b>	9504,168	5	1900,834	22,501	0		
<b>Var. Residuelle 1</b>	1689,582	20	84,479			9,191	14,99%

La comparaison des moyennes par le test de **Newman** et **Keuls** classe le témoin non traité dans le groupe C (12.917%) et les plus hautes doses d'huile essentielle 2 $\mu$ l (92.5%) et 1.5 $\mu$ l (86.667%) dans le groupe A et les plus faibles doses 0.5 $\mu$ l (52.5%) et 1 $\mu$ l (62.083%) dans le groupe B (**Tableau 08**). Concernant le facteur temps d'exposition, le même test place la durée d'exposition de 1 jour dans le groupe C et le jours 2 dans le groupe B et les trois derniers jours d'exposition J4, J5 et J6 dans le groupe A (**Tableau 09**).

**Tableau 08.** Résultats du test de **Newman** et **Keuls** au seuil de signification de 5% pour le facteur dose du paramètre mortalité des adultes de *C. chinensis* traités par contact avec l'huile essentielle du Myrte.

F1	Libelles	Moyennes	Groupes Homogènes		
5.0	d4	92,5	A		
4.0	d3	86,667	A		
3.0	d2	62,083		B	
2.0	d1	52,5		B	
1.0	d0	12,917			C

**Tableau 09.** Résultats du test de **Newman** et **Keuls** au seuil de signification de 5% pour le facteur temps du paramètre mortalité des adultes de *C. chinensis* traités par contact avec l'huile essentielle du Myrte.

F2	Libelles	Moyennes	Groupes Homogènes		
6.0	T6	77	A		
5.0	T5	74,5	A		
4.0	T4	71	A		
3.0	T3	66	A	B	
2.0	T2	54,5		B	
1.0	T1	25			C

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

Afin de comparer l'activité insecticide des deux huiles essentielles, nous avons procédé à une analyse de la variance à 3 critères de classification, au seuil de 5% (**Tableau 10**). Celle-ci a permis de constater qu'il y a une différence très hautement significative ( $P=0$ ) entre les deux huiles et le test de **Newman** et **Keuls** montre nettement la toxicité supérieure de la menthe pouliot (groupe A) par rapport à l'huile essentielle du myrte (groupe B) (**Tableau 11**).

**Tableau 10.** Résultats l'analyse de la variance à trois critères de classification au seuil de signification de 5% pour le paramètre mortalité des adultes de *C. chinensis* traités par contact avec les huiles essentielles de la menthe pouliot et du myrte.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
<b>Var. Totale</b>	76688,64	59	1299,807				
<b>Var. Facteur 1 (Huile)</b>	4208,438	1	4208,438	75,235	0		
<b>Var. Facteur 2 (Dose)</b>	53637,08	4	13409,27	239,719	0		
<b>Var. Facteur 3 (Temps)</b>	11094,27	5	2218,853	39,667	0		
<b>Var. Inter F1*2</b>	3090	4	772,5	13,81	0,00002		
<b>Var. Inter F1*3</b>	1085,938	5	217,188	3,883	0,01278		
<b>Var. Inter F2*3</b>	2454,172	20	122,709	2,194	0,04338		
<b>Var. Résiduelle 1</b>	1118,75	20	55,938			7,479	10,73%

**Tableau 11.** Résultats du test de **Newman** et **Keuls** au seuil de signification de 5% pour le facteur huile essentielle du paramètre mortalité des adultes de *C. chinensis* traités par contact avec les deux huiles.

F1	Libelles	Moyennes	Groupes Homogènes	
1.0	H1	78,083	A	
2.0	H2	61,333		B

### Discussion

Les résultats obtenus montrent nettement que les huiles essentielles de la Menthe pouliot et du Myrte ont un effet insecticide significatif sur les adultes de *C. chinensis* par contact ; en effet, elles réduisent la durée de vie des adultes d'une manière très hautement significative au fur et à mesure que la dose et la durée d'exposition augmentent. Notons que l'huile essentielle de la menthe pouliot est significativement plus toxique comparée à celle du myrte.

Dès la plus faible dose (0.5 $\mu$ l), l'huile essentielle de *M. pulegium* provoque une mortalité totale des adultes de *C. chinensis* après 24h d'exposition.

Nos résultats s'accordent avec ceux obtenus par d'autres auteurs qui ont étudié l'effet des huiles essentielles sur les adultes de la bruche chinoise ou d'autres ravageurs des stocks.

Les travaux de **Righi (2010)** ont montré que l'huile essentielle du thym provoque une mortalité de 100% des adultes de *C. chinensis* après 1h d'exposition uniquement, à une dose de 10 $\mu$ l. par comparaison à nos résultats, il ressort que l'huile essentielle du thym utilisée avec des doses plus élevées, est moins toxique que l'huile essentielle de *M. pulegium* que nous avons appliqué sur le même ravageur.

Selon **Aliane et Imrazene (2020)**, l'huile essentielle de la menthe pouliot semble avoir un effet insecticide sur la longévité des adultes de *C. chinensis* par contact ; elles ont montré que leur longévité diminue avec l'augmentation des doses de l'huile essentielle.

**Taleb-Toudert (2015)** a montré qu'à la dose de 8 $\mu$ l de l'huile essentielle d'*Ocimum basilicum*, les adultes de *C. maculatus* vivent en moyenne 5h, au-delà de cette dose (12 et 16 $\mu$ l), tous les individus adultes meurent en moins d'une heure.

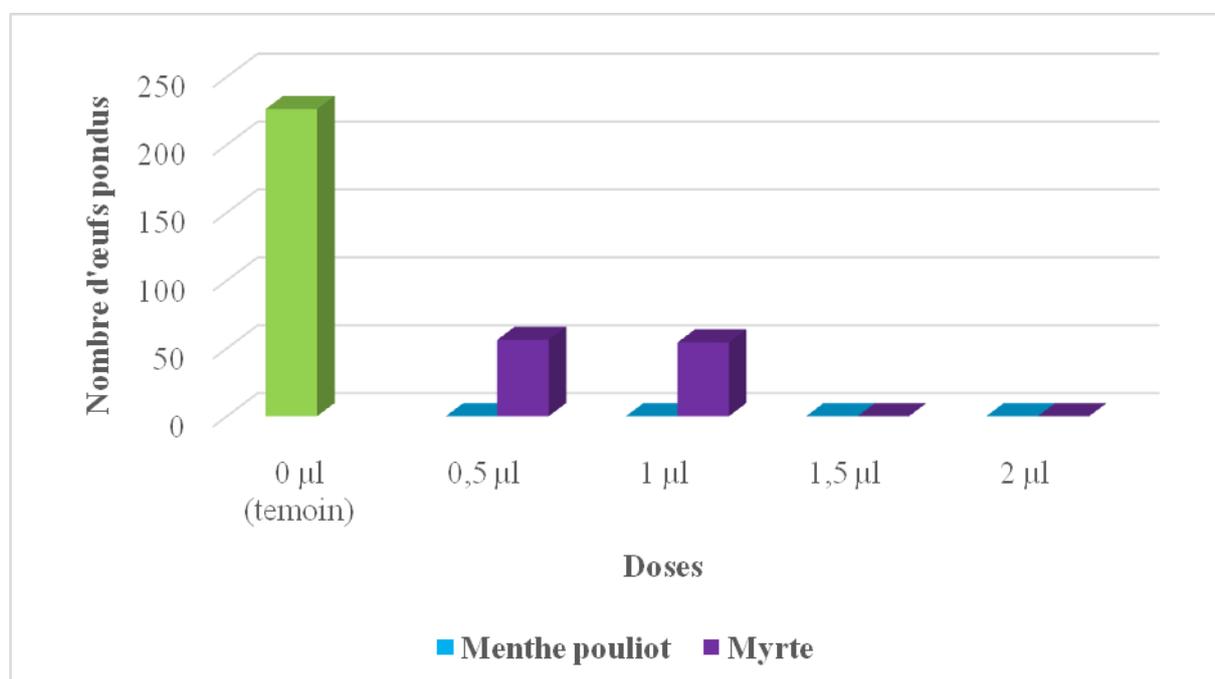
Pour leur part, **Acheraïou et Kaced (2019)** ont étudié l'effet insecticide de deux huiles essentielles de la menthe poivrée (*Menthe x Piperita*) et de la sauge officinale (*Salvia*

*officinalis*) par inhalation sur *C. chinensis*, elles ont montré que les deux huiles essentielles provoquent une mortalité de 95% à la dose de 8 $\mu$ l après 96h d'exposition. Des travaux sur une autre bruche des stocks, la bruche du haricot notamment, ont montré que les huiles toxiques par inhalation sont aussi toxiques par contact (Goucem-Khelfane, 2014).

## 1.2. Effet sur la fécondité des femelles

L'action des huiles essentielle de la menthe pouliot et du myrte sur la fécondité des femelles est représentée dans la **figure 25**.

La plus haute valeur de fécondité est enregistrée dans le lot témoin (non traité), elle est de 226,25. L'huile essentielle de la menthe pouliot a complètement inhibé la ponte des femelles de *C. chinensis*, les valeurs de la fécondité sont nulles pour toutes les doses utilisées (0.5 $\mu$ l, 1 $\mu$ l, 1.5 $\mu$ l et 2 $\mu$ l). L'huile essentielle de myrte a réduit la fécondité à environ 50 œufs/5 femelles, en moyenne, pour les doses 0.5 $\mu$ l et 1 $\mu$ l ; cette fécondité s'annule à partir de la dose 1,5 $\mu$ l.



**Figure 25.** Fécondité des femelles adultes de *C. chinensis* après traitement par contact avec deux huiles essentielles du myrte et de la menthe pouliot à différentes doses.

Pour comparer l'activité des deux huiles essentielles sur la fécondité des femelles de *C. chinensis*, nous avons procédé à une analyse de la variance à 2 critères de classification, au seuil de 5% (**Tableau 12**). Celle-ci a permis de constater qu'il y a une différence non

significative ( $P=0.10631$ ) entre les deux huiles. Concernant le facteur dose, le même test place le lot témoin dans le groupe A tandis que tous les autres doses ont été classé dans le groupe B (**Tableau 13**).

**Tableau 12.** Résultats l'analyse de la variance à trois critères de classification au seuil de signification de 5% pour le paramètre fécondité des adultes de *C. chinensis* traités par contact avec les huiles essentielles de la menthe pouliot et du myrte.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
<b>Var. Totale</b>	361196,4	39	9261,446				
<b>Var. Facteur 1 (Huile)</b>	4884,094	1	4884,094	2,711	0,10631		
<b>Var.Facteur 2 (Dose)</b>	294939,2	4	73734,79	40,931	0		
<b>Var. Inter F1*2</b>	7330,156	4	1832,539	1,017	0,41512		
<b>Var. Résiduelle 1</b>	54043	30	1801,433			42,443	75,39%

**Tableau 13.** Résultats du test de **Newman** et **Keuls** au seuil de signification de 5% pour le facteur huile du paramètre fécondité des adultes de *C. chinensis* traités par contact avec les deux huiles.

F2	Libelles	Moyennes	Groupes Homogènes	
1.0	d0	226,25	A	
2.0	d1	28,125		B
3.0	d2	27,125		B
5.0	d4	0		B
4.0	d3	0		B

## Discussion

De nombreux auteurs ont étudié l'effet insecticide des huiles essentielles sur la fécondité des femelles de la bruche chinoise ou d'autres ravageurs des stocks et ont montré leur effet inhibiteur de la ponte.

Selon **Aliane et Imrazene (2020)**, l'huile essentielle de la menthe pouliot inhibe complètement la fécondité et cela quel que soit la dose utilisée.

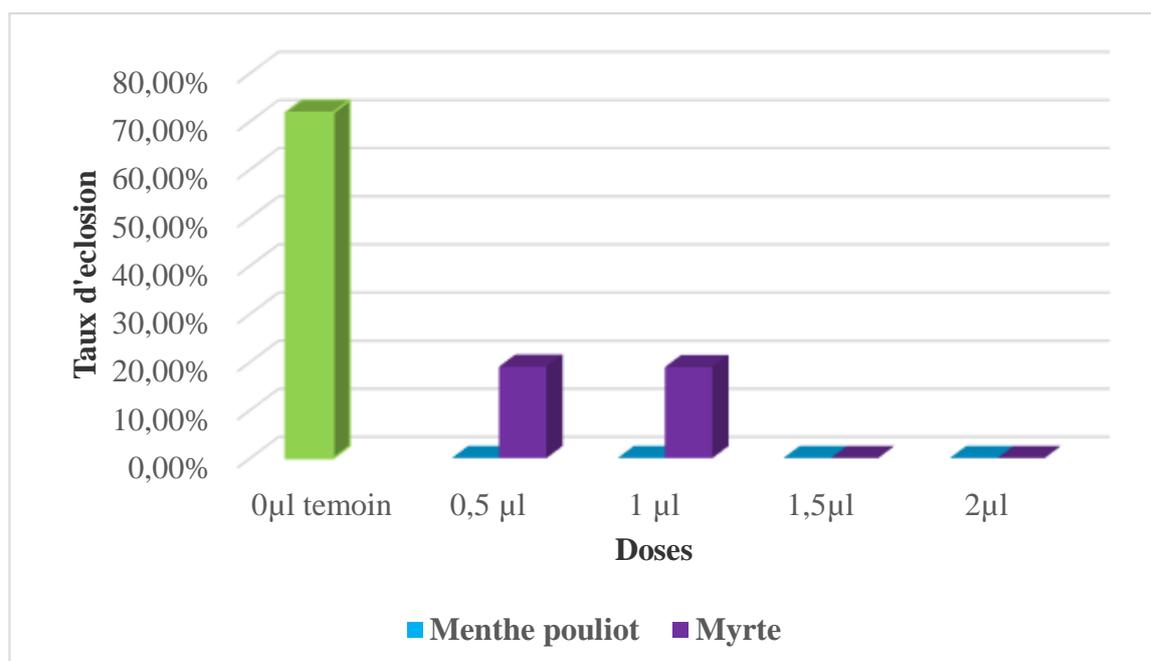
Ainsi pour **Righi et al. (2010)**, les huiles essentielles de *Thymus vulgaris* et *Santolina chamaecyparissus* aux différentes doses (0.5, 10 et 20 $\mu$ l) agissent sur la fécondité de *C. chinensis* ; les résultats ont montré que le nombre d'œufs pondus diminue au fur et à mesure que la dose augmente et cela pour les deux huiles essentielles alors que la fécondité s'annule à partir de la dose 10 $\mu$ l pour l'huile *Thymus vulgaris* et à la dose 20 $\mu$ l pour l'huile de *Santolinachamaecyparissus*.

Egalement, **Taleb Toudert (2015)** a montré que l'huile essentielles d'*E. globulus* et *E. radiata* inhibent complètement la ponte des femelles de *C. maculatus* à partir de la dose de 8 $\mu$ l.

Aussi, **Goucem-Khelfane (2014)** a montré que les huiles essentielles d'eucalyptus et de mandarinier annulent la ponte des femelles d'*A. obtecus* à la plus forte dose (8 $\mu$ l) et celles de citronnier et de laurier affectent notablement la fécondité qui est réduite à 1.25+- 2.5 et 1.6+- 1.91 œufs / 5 femelles.

### 1.3. Effet sur le taux d'éclosion

Le taux d'éclosion des œufs de *C. chinensis* traités avec différentes doses des huiles essentielles de la menthe pouliot et du myrte par contact est représenté dans la figure ci-dessous :



**Figure 26.** Taux moyen d'éclosion des œufs de *C. chinensis* traités avec différentes doses des huiles essentielles de la menthe pouliot et du myrte par contact.

Les résultats présentés dans la figure 30 montrent que le taux moyen d'œufs éclos diminue au fur et à mesure que la dose de l'huile essentielle du myrte augmente. Le taux d'éclosion s'annule aux doses 1.5 $\mu$ l et 2 $\mu$ l. Nous avons constaté que le taux d'éclosion des œufs est nul dans toutes les doses (0.5 $\mu$ l, 1 $\mu$ l, 1.5 $\mu$ l et 2 $\mu$ l) (0%) de l'huile essentielle de la menthe pouliot puisque la ponte s'annule déjà à partir de la plus faible dose soit 0.5 $\mu$ l. Par contre, le plus taux d'éclosion le plus marqué a été enregistré dans le lot témoin avec une valeur moyenne de 71.81%.

L'analyse de la variance a deux critères de classification, montre qu'il y'a une différence significative pour le facteur huile essentielle (P= 0.02538), et pour le facteur dose il marque une différence très hautement significative (P= 0) (**Tableau 14**).

Le test de **Newman** et **Keuls**, au seuil de signification 5% à 2 critères de classification, pour le facteur huile classe l'huile essentielle de la menthe pouliot (H1) dans la classe B et l'huile essentielle du myrte (H2) dans le groupe A (Tableau 15), concernant le facteur dose le lot témoin a été classé dans le groupe A et les autres doses dans le groupe B (**Tableau 16**).

**Tableau 14.** Résultats l'analyse de la variance à deux critères de classification au seuil de signification de 5% pour le paramètre taux d'éclosion des œufs de *C. chinensis* traités par contact avec les huiles essentielles de la menthe pouliot et du myrte.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
<b>Var.Totale</b>	3,458	39	0,089				
<b>Var. Facteur 1 (Huile)</b>	0,065	1	0,065	5,433	0,02538		
<b>Var. Facteur 2 (Dose)</b>	2,938	4	0,735	61,857	0		
<b>Var. Inter F1*2</b>	0,099	4	0,025	2,091	0,10592		
<b>Var. Résiduelle 1</b>	0,356	30	0,012			0,109	59,29%

**Tableau 15.** Résultats du test de **Newman** et **Keuls** au seuil de signification de 5% pour le facteur huile du paramètre taux d'éclosion des œufs de *C. chinensis* traités par contact avec les huiles essentielles du myrte et de la menthe pouliot.

F1	Libelles	Moyennes	Groupes Homogènes	
2.0	H2	0,224	A	
1.0	H1	0,144		B

**Tableau 16.** Résultats du test de **Newman** et **Keuls** au seuil de signification de 5% pour le facteur dose du paramètre taux d'éclosion des œufs de *C. chinensis* traités par contact avec les huiles essentielles du myrte et de la menthe pouliot.

F2	Libelles	Moyennes	Groupes Homogenes	
1.0	d0	0,718	A	
3.0	d2	0,113		B
2.0	d1	0,088		B
5.0	d4	0		B
4.0	d3	0		B

## Discussion

L'huile essentielle de la menthe pouliot a un effet notoire sur l'éclosion des œufs des adultes de *C. chinensis*.

D'ailleurs, **Aliane et Imrazene (2020)** ont montré que le taux moyen d'œufséclos diminue au fur et à mesure que la dose d'huile essentielle utilisée augmente.

Selon **Hamdani (2012)**, les quatre huiles essentielles d'Oranger, Citronnier, Pamplemoussier et Bigaradier affectent l'éclosion des œufs d'*A. obtectus*, notamment avec l'huile essentielle de Bigaradier qui réduit à moins de 5 œufs éclos / 5 femelles à partir de la dose de 4µl.

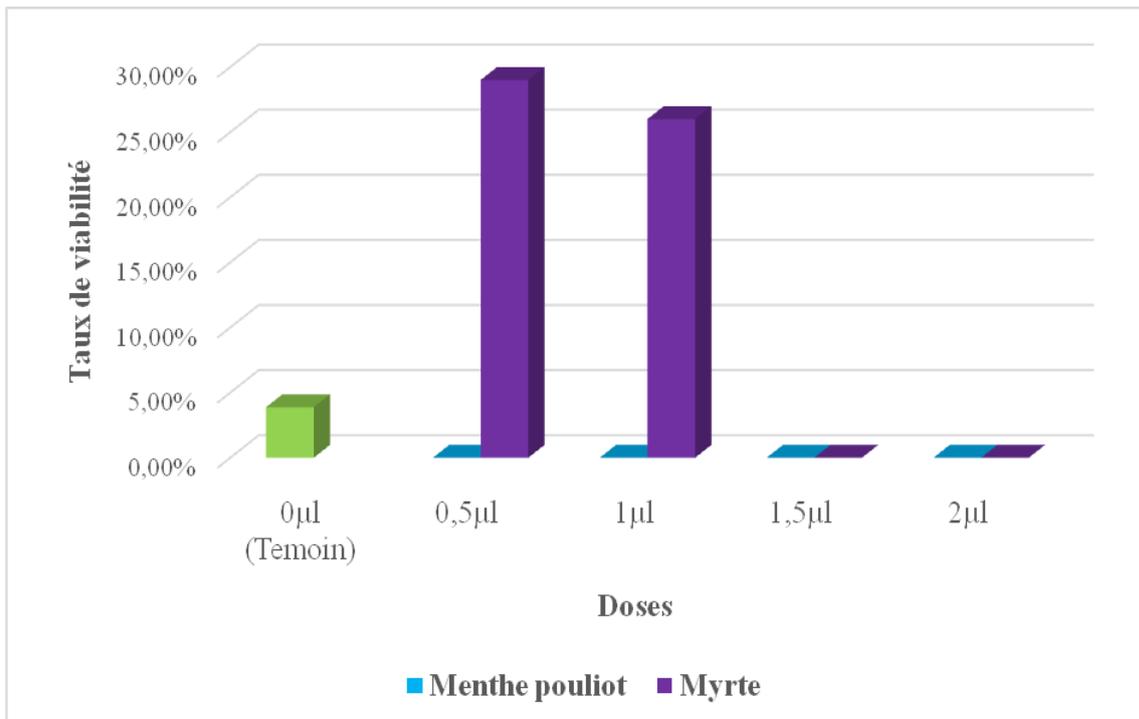
**Taleb-Toudert (2015)** a montré que les huiles essentielles d'*E. radiata* et *E. globulus* inhibent l'éclosion des œufs de *C. maculatus* pondus sur les graines traitées à la dose de 4µl.

**Nait-Djoudi et Mansour (2016)** ont montré que l'huile essentielle d'*A. absinthium* inhibe l'éclosion des œufs de *C. maculatus*.

**Goucem-Khelfane (2014)** a testé l'effet des huiles essentielles de bergamote, thym et menthe poivrée aux différentes doses (0, 0.5, 1 et 2µl) sur les adultes d'*A. obtectus* ; l'auteur a constaté qu'à la dose de 1µl, le taux d'éclosion s'annule pour l'huile essentielle de bergamote, alors qu'il est réduit à 20,83±24,99 et 43,77±4,01% respectivement pour le thym et la menthe poivrée à la dose 2µl.

### 1.4. Effet sur le taux d'émergences

Les taux de viabilité des œufs en fonction des doses des deux huiles essentielles menthe pouliot et du myrte sont présentés dans la **figure 27**.



**Figure27.** Taux moyen de viabilité des œufs de *Callosobruchus chinensis* après traitement par contact avec différentes doses des deux huiles essentielles.

La viabilité des œufs de *C. chinensis* dans le lots non traités (témoin) est de 3.88%. Les résultats présentés montrent que l'huile essentielle de la menthe pouliot a une viabilité nul dès la plus faible doses 0.5µl. une diminution légère est enregistrée dans les doses 0.5µl (0.29%) et 1µl (0.26%) chez l'huile essentielle du myrte, à partir de la doses 1.5µl le taux d'émergence des adultes s'annule.

Pour comparer l'activité des deux huiles essentielles sur le taux d'émergence des œufs de *C. chinensis*, nous avons procédé à une analyse de la variance à 2 critères de classification, au seuil de 5% (**Tableau 17**). Celle-ci a permis de constater qu'il y a une différence significative ( $P=0.03409$ ) entre les deux huiles. Concernant le facteur dose l'analyse a marqué une différence non significative.

Le test de Newman et Keuls, au seuil de signification 5%, a placé l'huile essentielle de la menthe pouliot dans le groupe B tandis que l'huile essentielle du myrte a été classé dans le groupe A (**Tableau 18**).

**Tableau 17.** Résultats l'analyse de la variance à deux critères de classification au seuil de signification de 5% pour le paramètre taux d'émergence des œufs de *C. chinensis* traités par contact avec les huiles essentielles de la menthe pouliot et du myrte.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
<b>Var. Totale</b>	1,224	39	0,031				
<b>Var. Facteur 1 (Huile)</b>	0,122	1	0,122	4,827	0,03409		
<b>Var. Facteur 2 (Dose)</b>	0,159	4	0,04	1,574	0,20597		
<b>Var. Inter F1*2</b>	0,184	4	0,046	1,818	0,15049		
<b>Var. Residuelle 1</b>	0,759	30	0,025			0,159	252,39%

**Tableau 18.** Résultats du test de **Newman** et **Keuls** au seuil de signification de 5% pour le facteur huile du paramètre taux d'émergence des œufs de *C. chinensis* traités par contact avec les huiles essentielles du myrte et de la menthe pouliot.

F1	Libelles	Moyennes	Groupes Homogènes	
2.0	H2	0,118	A	
1.0	H1	0,008		B

## Discussion

Nos résultats montrent que l'huile essentielle de la menthe pouliot testée exerce un effet insecticide très important sur le taux de viabilité des adultes de *C. chinensis* puisque la ponte est complètement inhibée dès la plus faible dose utilisée ce qui se répercute sur les taux d'émergences des adultes qui s'annulent aussi. Ces résultats s'accordent avec ceux obtenus par **Aliane et Imrazene (2020)**, qui ont montré que le traitement par l'huile essentielle de la menthe pouliot présente un effet sur le taux de viabilité des adultes de *C. chinensis* et qu'il diminue avec l'augmentation de la dose de l'huile essentielle. Les doses utilisées par ces auteurs sont comparables à celles que nous avons testées et elles ont également inhibé la sortie des adultes.

**Taleb-Toudert (2015)** a aussi enregistré un taux de viabilité des œufs de *C. maculatus* de 0% dans les lots traités par les huiles essentielles d'*E. radiata* et *E. globulus* dès la plus faible dose (4µl).

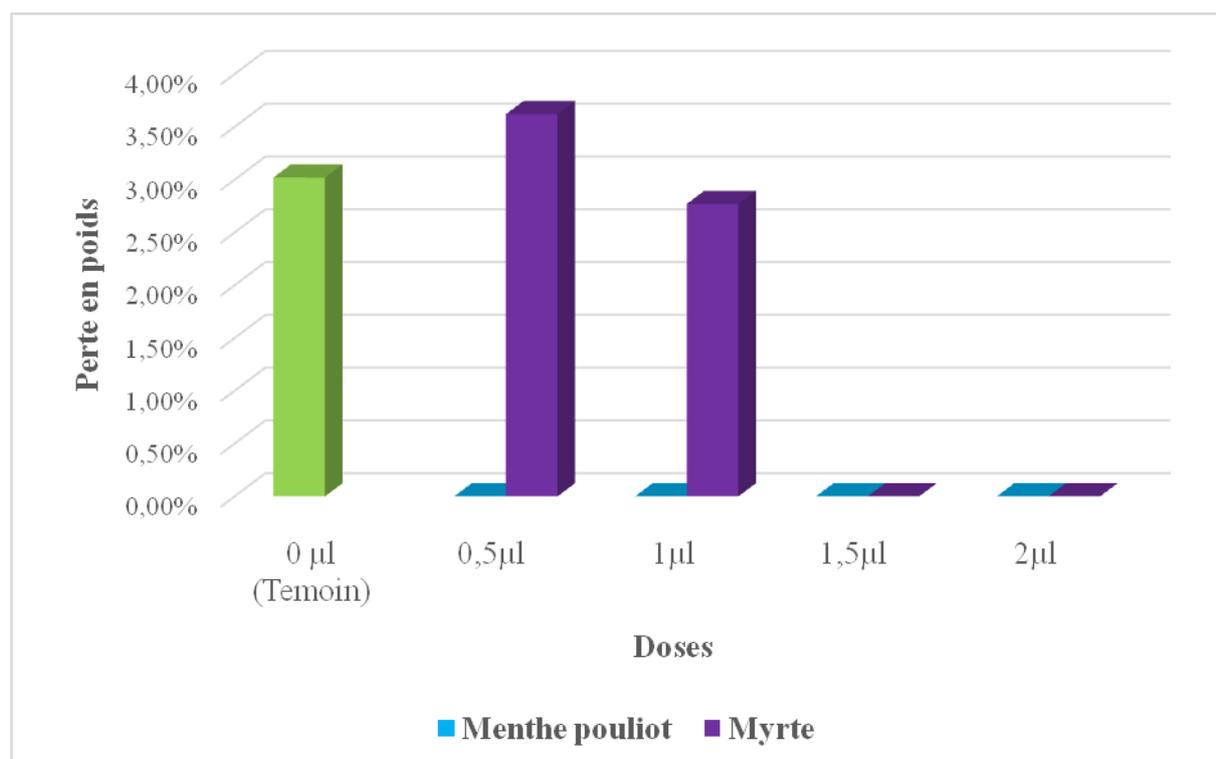
Par ailleurs, **Hamdani (2012)** a noté que le taux d'émergence des adultes d'*A. obtectus* s'annulent pour les huiles du citron, de l'orange et du pamplemousse aux doses 8 et 10 $\mu$ l et s'annulent à partir de la dose 4 $\mu$ l pour l'huile du bigaradier.

Sur une autre bruche des stocks, *A. obtectus*, **Goucem-Khelfane (2014)** a montré que les huiles essentielles des plantes aromatiques comme le citronnier, le mandarinier, la lavande, l'Eucalyptus, le laurier noble et le cèdre inhibent l'émergence des adultes de ce ravageur potentiel du haricot à la dose 8 $\mu$ l.

## 2. Effet des huiles essentielles sur les paramètres agronomiques de la bruche

### 2.1. Perte en poids

La perte en poids des graines de *C. arietinum* présentée dans la **figure 28**, est proportionnel en nombre d'individus émergés. La perte en poids la plus élevée (3.62%) est notée dans la doses 0.5 $\mu$ l de l'huile essentielle du myrte. Elle subit une légère diminution pour enregistrée un taux de 2.77% à la dose 1 $\mu$ l et s'annule à partir de la dose 1.5 $\mu$ l. le lot témoin a enregistré un taux de 3.02% de perte en poids. L'huile essentiel de la menthe pouliot n'a marquée aucune perte de poids dans toutes les doses (0.5 $\mu$ l, 1 $\mu$ l, 1.5 $\mu$ l et 2 $\mu$ l) en raison de l'absence totale d'émergence des adultes de *C. chinensis*.



**Figure 28.** Pertes en poids (%) des graines du pois chiche en fonction des doses des deux huiles essentielles de la menthe pouliot et du myrte utilisés par contact.

L'analyse de la variance a deux critères de classification, montre qu'il y'a une différence non significative pour le facteur huile essentielle ( $P= 0.06798$ ), et pour le facteur dose il marque une différence significative ( $P= 0.04084$ ) (**Tableau 19**).

Le test de Newman et Keuls, au seuil de signification 5% à un seul critère de classification, a classé toutes les doses (0 $\mu$ l, 0.5 $\mu$ l, 1 $\mu$ l, 1.5  $\mu$ l et 2 $\mu$ l) dans le groupe homogène A (**Tableau 20**).

**Tableau 19.** Résultats l'analyse de la variance à deux critères de classification au seuil de signification de 5% pour le paramètre perte en poids des graines de pois chiche, traités par contact avec les huiles essentielles de la menthe pouliot et du myrte.

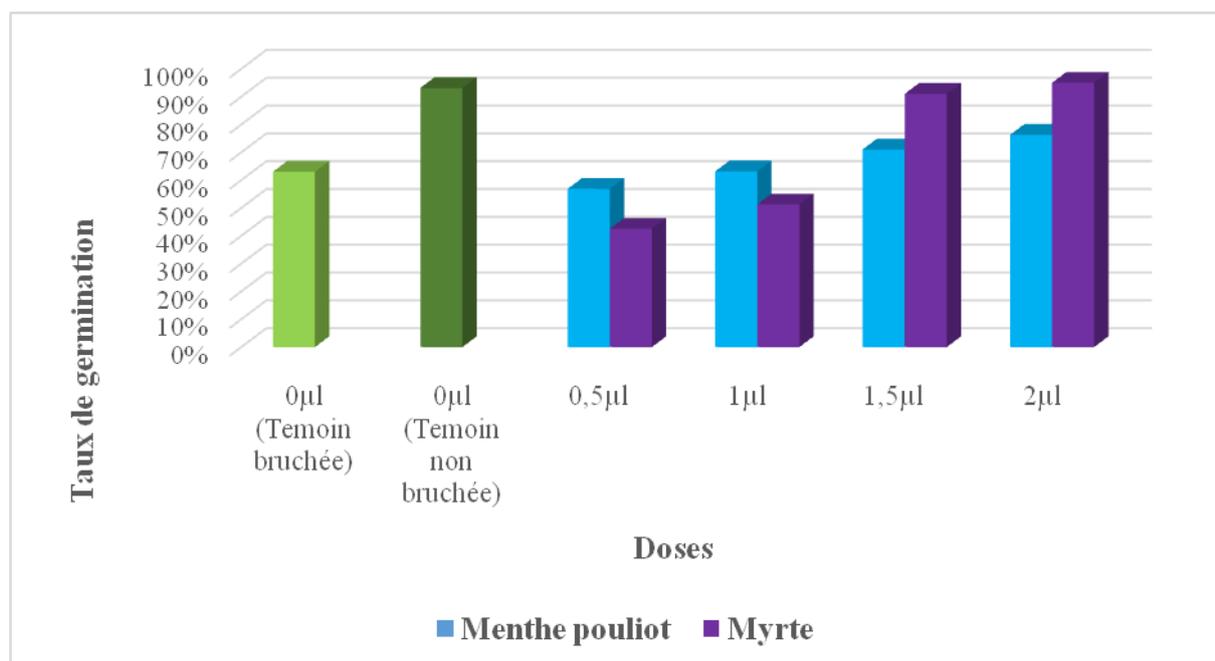
	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
<b>Var. Totale</b>	0,023	39	0,001				
<b>Var. Facteur 1 (Huile)</b>	0,002	1	0,002	3,501	0,06798		
<b>Var. Facteur 2 (Dose)</b>	0,005	4	0,001	2,845	0,04084		
<b>Var. Inter F1*2</b>	0,002	4	0,001	1,349	0,27463		
<b>Var. Résiduelle 1</b>	0,014	30	0			0,021	173,35%

**Tableau 20.** Résultats du test de **Newman** et **Keuls** au seuil de signification de 5% pour le facteur huile du paramètre taux d'émergence des œufs de *C. chinensis* traités par contact avec les huiles essentielles du myrte et de la menthe pouliot.

F2	Libelles	Moyennes	Groupes Homogènes
1.0	d0	0,03	A
2.0	d1	0,018	A
3.0	d2	0,014	A
5.0	d4	0	A
4.0	d3	0	A

## 2.2. Taux de germination

Les résultats obtenus lors de nos essais montrent une augmentation des taux de germination des graines avec l'augmentation des doses pour chaque huile essentielle (**Figure 29**).



**Figure 29.** Taux moyen de germination des graines du pois chiche traitées par contact avec différentes doses des deux huiles essentielles de la Menthe pouliot et du Myrte.

Le pouvoir germinatif des graines est évalué à un taux moyen de 93% dans le lot témoin non bruché alors qu'il est fortement réduit dans la dose 0.5µl de l'huile essentielle du Myrte à une valeur de 42.5%. La meilleure protection est assurée à la plus forte dose 2µl par l'huile essentielle du myrte (95%); l'huile essentielle de la menthe pouliot a montré le taux de germination moyen exponentiel avec l'augmentation de la dose.

L'analyse de la variance a deux critères de classification, montre qu'il y'a une différence non significative pour le facteur huile essentielle ( $P= 0.06798$ ), et pour le facteur dose il marque une différence significative ( $P= 0.04084$ ) (**Tableau 21**).

Le test de Newman et Keuls, au seuil de signification 5% à un seul critère de classification, a classé toutes les doses (0µl, 0.5µl, 1µl, 1.5 µl et 2µl) dans le groupe homogène A (**Tableau 22**).

**Tableau 21.** Résultats l'analyse de la variance à deux critères de classification au seuil de signification de 5% pour le paramètre pouvoir germinatif des graines de pois chiche, traités par contact avec les huiles essentielles de la menthe pouliot et du myrte.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
<b>Var. Totale</b>	0,023	39	0,001				
<b>Var. Facteur 1 (L'huile)</b>	0,002	1	0,002	3,501	0,06798		
<b>Var. Facteur 2 (Dose).</b>	0,005	4	0,001	2,845	0,04084		
<b>Var. Inter F1*2</b>	0,002	4	0,001	1,349	0,27463		
<b>Var. Résiduelle 1</b>	0,014	30	0			0,021	173,35%

**Tableau 22.** Résultats du test de **Newman** et **Keuls** au seuil de signification de 5% pour le facteur huile du paramètre pouvoir germinatif des œufs de *C. chinensis* traités par contact avec les huiles essentielles du myrte et de la menthe pouliot.

F2	Libelles	Moyennes	Groupes Homogènes
1.0	d0	0,03	A
2.0	d1	0,018	A
3.0	d2	0,014	A
5.0	d4	0	A
4.0	d3	0	A

## Discussion

De nombreuses études se sont intéressées aux effets des traitements avec les huiles essentielles et les poudres végétales sur les caractéristiques agronomiques de la graine notamment la perte pondérale et le pouvoir germinatif des graines.

Nos résultats sont en accord avec ceux de **Goucem-Khelfane (2014)** qui a montré que le poids des graines de *P. vulgaris* est protégé dans les lots traités avec l'huile essentielle d'eucalyptus à la dose de 8µl.

**Hedjel-Chebheb (2014)** a montré qu'au fur et à mesure que la dose des huiles essentielles d'*E. maidenii* et *E. cinerea* augmente, le poids initial des graines de *V. unguiculata* est préservé et cela à partir de la dose de 50µl/50g comparativement aux lots témoin ou la perte

est de 50%. Pour les lots traités avec l'huile essentielle de *Pinus halepensis* aucune perte en poids significative n'a été enregistrée dès la dose de 50µl/50g.

Pour sa part, **Aiboud (2011)** a traité les graines du niébé avec les huiles essentielles extraites du myrte, du thym, de l'origan, de l'eucalyptus, du bois d'inde et des clous de girofle en vue d'estimer la perte en poids occasionnée par les adultes de *C. maculatus*.

Les travaux de **Kaloma et al. (2008)** sur l'effet des poudres végétales afin de déterminer leur efficacité dans la conservation du maïs et du haricot, rapportent que la poudre de *T. minitiflora* s'est révélée plus efficace sur les graines de haricot avec une perte en poids inférieure à 5%. **Mushambanyi (2003)** a constaté, aussi, que la perte en poids des graines de haricot traité avec la poudre de *M. lanceolata* (Myrsinacées) en stock oscille entre 0,001 et 0,003 % contre 33,7 % de perte en poids enregistrée au niveau du témoin non enrobé, de plus, la perte en poids dans les lots traités avec la poudre d'*A. americana* est entre 0,005-1,6 % contre 53 à 87 % pour les témoins.

L'effet des poudres végétales sur le pouvoir germinatif des graines a été étudié par plusieurs auteurs dont **BouchikhiTani (2006)** qui a noté que la poudre des feuilles de *P. vulgaris* conserve le pouvoir germinatif des graines de haricot et peuvent être destinées à la semence, où cette substance ne présente aucun effet négatif sur leur pouvoir germinatif.

Aussi, **Goucem-Khelfane (2014)** a testé le pouvoir germinatif des graines du haricot traité avec les huiles essentielles extraites de cèdre, eucalyptus et laurier noble : celles-ci permettent une protection de pouvoir germinatif des graines dont les taux sont de  $73.42 \pm 1.30$  ;  $72 \pm 3.26$  et  $63 \pm 1.5\%$  respectivement.

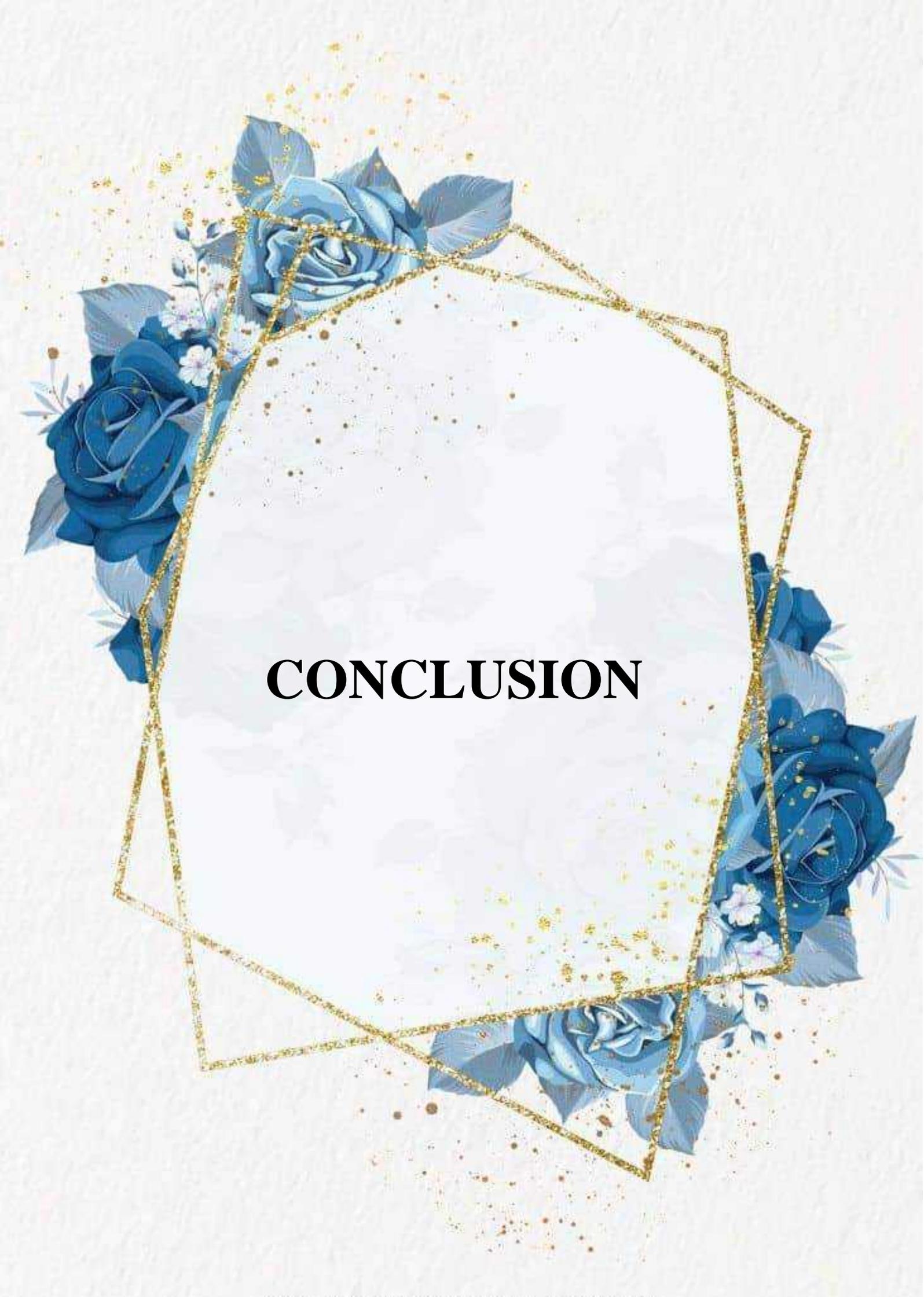
De même **Taleb-Toudert (2015)** a montré que dans les traitements avec les huiles essentielles d'*E. radiata* et *E. globulus*, la faculté germinative des graines de *V. unguiculata* est de 100% dès la dose de 8µl.

**Hamdani (2012)** a montré que les poudres des plantes jouent un rôle important dans la protection de la faculté germinative des graines du haricot. Les résultats obtenus par cet auteur, montrent que le taux de germination des graines de *P. vulgaris* est en moyenne de 48,5% à la dose la plus faible (2%) des poudres de l'oranger, du citronnier, du pamplemoussier et du bigaradier ; ce taux atteint une moyenne de 84,25% à la dose 10% (2,5g) pour l'ensemble des poudres. De plus, il a constaté que la poudre extraite de bigaradier

est la plus efficace vu qu'elle a enregistré dès la plus faible dose un taux de germination égale à 69%.

Selon le même auteur, la perte en poids des graines de haricot traitées avec la poudre de bigaradier est négligeable (1,25g à la dose 2%) comparativement à celle enregistrée dans les lots témoins (8,25g).

Les travaux de **Paul et al. (2009)** ont évalué l'efficacité des poudres des feuilles d'*A. indica* (neem), *C. ambrosioides*, *T. minuta* et *C. lusitanica* sur les adultes d'*A. obtectus* et *Z. subfasciatus* et leurs effets sur la germination des graines. Ces auteurs ont montré que les graines non traitées sont plus endommagées (67% de pertes après 5 mois d'application) que celles traitées par les différentes poudres ; de plus, la faculté germinative reste proche de 100% après trois mois de traitement chez les graines traitées et le témoin et moins de 50% des graines non traitées ont germé après 5 mois de stockage contre 60 à 70% pour les graines traitées.

A decorative border featuring blue roses and gold glitter on a white background. The roses are arranged in a circular pattern around the central text. The gold glitter is scattered throughout the design, adding a shimmering effect. The overall aesthetic is elegant and celebratory.

# **CONCLUSION**

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

Les résultats obtenus au laboratoire ont permis de révéler l'effet insecticide de deux huiles essentielles de la menthe pouliot et du myrte à travers un test par contact réalisé sur des individus adultes ; ce test a révélé 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* soumis au traitement, par contact, est enregistrée à la dose de 2 $\mu$ l et au bout de 24h d'exposition pour la menthe pouliot et au bout de 48h pour le myrte. Notons que l'huile essentielle de la menthe pouliot s'est révélée avoir un effet insecticide plus rapide et plus important que celle du myrte.

L'effet insecticide de ces huiles essentielles se manifeste aussi à travers différents paramètres biologiques de *C. chinensis* à savoir la fécondité des femelles, le taux d'éclosion et l'émergence des adultes.

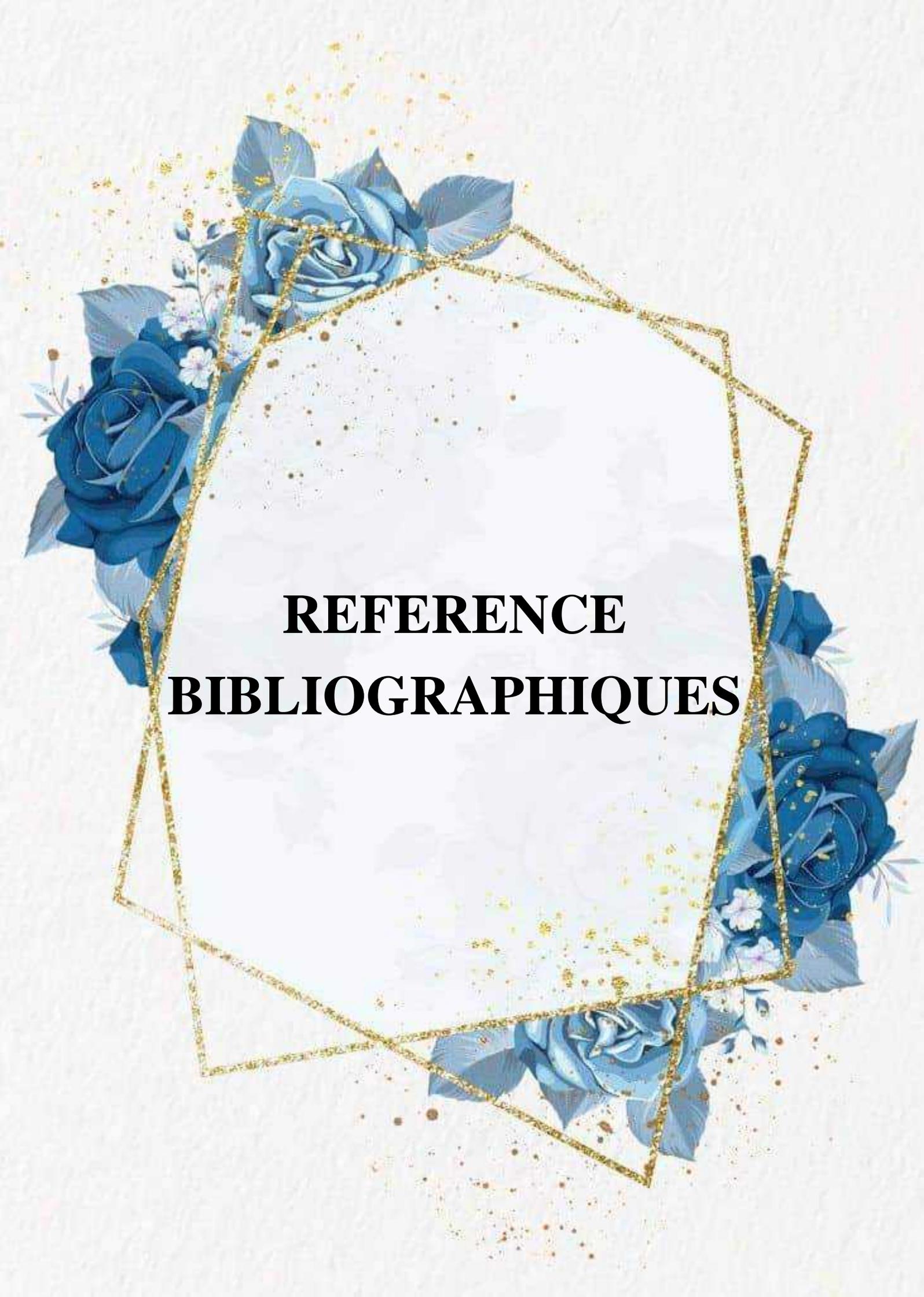
La fécondité des femelles de *C. chinensis* s'annule complètement dès la plus faible dose (0.5 $\mu$ l) de l'huile essentielle de la menthe pouliot alors que l'huile essentielle de myrte réduit la fécondité à environ 50 œufs/5 femelles, en moyenne, pour les doses 0.5 $\mu$ l et 1 $\mu$ l et s'annule à partir de la dose de 1,5 $\mu$ l. Ces deux huiles essentielles inhibent par conséquent les taux d'éclosion des œufs ainsi que les taux d'émergence des adultes à partir de la dose de 1,5 $\mu$ l.

La meilleure protection est assurée par l'huile essentielle de la menthe pouliot qui n'a marqué aucune perte de poids pour toutes les doses (0.5 $\mu$ l, 1 $\mu$ l, 1.5 $\mu$ l et 2 $\mu$ l) en raison de l'absence totale d'émergence des adultes de *C. chinensis* ; mais l'huile essentielle du myrte enregistre aussi des pertes en poids nulles à partir de 1,5 $\mu$ l. Les deux huiles essentielles préservent significativement le pouvoir germinatif des graines de pois chiche.

De l'ensemble des résultats obtenus lors de ce travail ressort que surtout l'huile essentielle de la menthe pouliot qui pourrait constituer une solution alternative ou complémentaire à l'utilisation des pesticides organiques de synthèse pour la protection des grains stockés de pois chiche.

De nombreuses perspectives de recherche peuvent être dégagées de cette étude, il serait notamment intéressant d'étudier l'effet insecticide des huiles essentielles extraites à partir de plantes aromatiques locales sur *C. chinensis* et sur d'autres ravageurs qui se trouvent dans les lieux de stockage de légumineuses et leurs effets synergiques ou antagonistes. Aussi, après caractérisation chimique de ces huiles essentielles, il serait utile de tester les composés majeurs sur cet insecte pour leur éventuelle utilisation dans des formulations de bio-pesticides.

Le développement de bio insecticides extraits de plantes et la sélection de cultivars résistants à ce ravageur s'inscrit dans le cadre de l'agriculture et du développement durable et l'Algérie recèle une flore abondante et diversifiée susceptible de fournir des sources de composés d'origine végétale à propriétés biocides et surtout insecticides.



**REFERENCE  
BIBLIOGRAPHIQUES**

- **Abdelguerfi-Laouar M., Hamdi N., Bouzid H., Zidouni F., Laib M., Bouzid L., Zine F. 2001.** Les légumineuses alimentaires en Algérie : situation, état des ressources phylogénétique et cas du pois chiche à Bejaia. 3eme journée scientifique de l'INRAA, Béjaia, 11-12 Fév. 2001'' : 171-189.
- **Allali H, Boussouar K. 2007.** Etude des besoins en eau de la culture de pois chiche (*Cicer arietinum*) dans la région de sidi bel abbés. Mémoire de fin d'étude de DES biologie et physiologie végétale.
- **Aslam M., Shaheen F.A., Ayyaz A. 2006.** Management of *Callosobruchus chinensis* Linnaeus in Stored Chickpea Through Interspecific and Intraspecific Predation by Ants. Pakistan. World Journal of Agricultural Sciences 2 (1): 85-89.
- **Ayadi A, 1986.** Analyse Agronomique des différents Types de pois chiche : influence de la date de semis. Mémoire d'agronomie approfondie (ENSAM, Montpellier), pp 61-70.
- **Babar B.M., Shah T.M., Abbas G., Ahsanulhaq M. 2009.** Genotype X environment interaction for seed yield in Kabuli chickpea (*Cicer arietinum L.*) genotypes developed through mutation breeding. Pakistan Journal of Botany, 4:1883-1890.
- **Bacha F. et Ouanane S. M. 2003.** Etude de l'effet du stress hydrique sur les activités des enzymes nitrate reductase et nitrogénase de la culture du pois chiche (*Cicer arietinum L.*). Institut national de la recherche agronomique d'Algérie., 13 : 1111-1992.
- **Balachowsky A.S. 1962.** Entomologie appliquée l'agriculture. Ed. Masson, Paris, pp 448-449.
- **Ben Mbarek K. 2011.** Comportement du pois chiche (*Cicer arietinum L.*) du type kabuli vis-à-vis du stress hydrique et identification de génotypes tolérants la sécheresse. Thèse de Doctorat en Sciences Agronomiques. Université de Sousse Chott-Mariem, Tunisie ; 247p
- **Benayad N. 2008.** Les huiles essentielles extraites des plantes médicinales marocaines : moyen efficace de lutte contre les ravageurs des denrées alimentaires stockées. Projet de recherche. Faculté des Sciences Rabat, Maroc, 63 p.
- **Benazzeddine S., (2010).** Activité insecticide de cinq huiles essentielles vis-à-vis de *Sitophilus oryzae* (Coleoptera ; Curculionidae) et *Tribolium confusum* (Coleoptera ; Tenebrionidae). Mémoire ingénieur, E.N.S.A. Alger ,107p.
- **Berger J., Abbo S., Turner N. C. 2003.** Ecogeography of annual wild Cicer species: The poor state of the world collection. Plant Genetic Resources. Crop Sci., 43: 1076-1090.

- **Bonnemaison L. 1962.** Les ennemis animaux des plantes cultivées et des forets. Tome 2, pp129-132.
- **Brada M., Bezzima M., Marlier M., Carlier A., Lognay G. 2007.** Variabilité de la composition chimique des huiles essentielles de *Mentha rotundifolia* du Nord de l'Algérie, Biotechnol Agron. Soc. Env., Vol. 11, no. 1 : 3-7.
- **Braun P.H., Planquaert P.H., Wery J. 1988.** Pois chiche : culture, utilisation ; Brochure. Ed. ITCF 11p.
- **Bruneton J. 1993.** Eléments de phytochimie et pharmacologie. 2ème Ed. Lavoisier. Paris : 405- 426.
- **Caswell G.H., 1961.** The Infestation of Cowpea in the Western Region of Nigeria. Trop. Sci., 161 (3), pp. 154-158.
- **Center T.D., Jonhson C.D. 1974.** Coevolution of some seed beetles (Coleoptera : Bruchidae) and their hosts. Ecology, 55, 1096-1103.
- **Chalchat J.C., Gorunovic M. S., Maksimovic Z. A. et Petrovic S. D. 2000.** Essential oil of wild growing *Mentha pulegium* L. From Yugoslavia. J. Essent. Oil Res. 12: 598-600.
- **Chekroune C. 2011.** Etude des effets des filtrats de culture d'*Ascochyta rabiei* (pass) Lab., agent de l'antracnose sur des cals de *Cicer arietinum*. Thèse de magister, Université D'Oran. P4.
- **Cortesera A.M., Monge J.P., Huignard J. 1995.** Influence of tow successive learning processes on the Reponse of *Eupelmus vuilleti* crw (Hymenoptera: Eupelmidae) to volatile stimuli from Hosts and Host plants. Pleunum publishing. Journal of Insects, 6: 751-761.
- **Cruz J. F., Troude F., Griffon D., heber J. P. 1988.** Conservation des graines en région chaudes (Technique rurale en Afrique). 2<sup>ème</sup> Ed. Ministère de la coopération et du développement. Paris, France. 545p.
- **Delobel A. et Tran M., 1993** Les coléoptères des denrées alimentaires entreposées dans les régions chaudes. Faune tropicale XXXII. Edition ORSTOM. Paris publication: 157-159.
- **Dongret K., rananavar H. D. et Dessar R. P. 1997.** Influence of gamma radiation on oviposition and egg viability of *Callosobruchus maculatus* (F.) and grain loss in mung bean storage. J. Nuclear. Agro. Biol 26 (3): 161 – 165.
- **Ducke J.A. 1981.** Handbook of legumes of world economic importance. Plenum Press, New York and London. PAGES

- **Duranti M., Gius C. 1997.** Legume seeds: protein content and nutritional value. Field crops Res; 53 : 35-45.
- **Emana, G. 1999.** Use of botanical plants in the control of stored maize grain insect pests in Ethiopia. Proceedings of the 6th Eastern and Southern Africa Regional Maize Conference, September 21-25, 1998. Addis Ababa, Ethiopia: 105-108.
- **Erler, F., F. Ceylan, T. Erdemir., C. Toker. 2009.** Preliminary results on evaluation of chickpea, *Cicer arietinum*, genotypes for resistance to the pulse beetle, *Callosobruchus maculatus*. J. Insect Sci., 9 (58): 1-7.
- **Erroux J. 1975.** Agronomie méditerranéenne. Le milieu méditerranéen et ses problèmes. Les cultures Verviers en Algérie, Tome I.
- **Fleurrat–Leussard F. 1982.** Autres méthodes de lutte contre les insectes et acariens des denrées stockées. Coed. AFNOR. I.T.C.F. Paris pp : 67 – 81.
- **Foury A. 1954.** Les légumineuses fourragères au Maroc (deuxième partie). Les Cahiers De La Recherche Agronomique, INRA, 5 : 287-658.
- **Gaur P.M., Jukanti A.K., Varshney R.K. 2012.** Impact of genomic technologies on chickpea breeding strategies. Agion. J. 2 : 199-221.
- **Goucem-Khelfane K. 2014.** Etude de l'activité insecticides des huiles essentielles et des poudres de quelques plantes à l'égard de la bruche du haricot *Acanthoscelides 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, 126p.
- **Goutam B.H., Dr. Jagginavar S.B., Dr. Karabhantanal S.S. 2018.** Biology of pulse beetle *Callosobruchus chinensis* on different pulses. Journal of Entomology and Zoology Studies (India) 6 (4),: 1898- 1900.
- **Guignot F. 1957.** Faune de France. Coléoptère hydro canthares, Paris, 424p.
- **Habibi T. 1998.** L'inventaire et évaluation des dégâts des principaux insectes ravageurs des céréales stockées au niveau de la wilaya de Tiaret. Mémoire Ing, Univ. Tiaret, 108p.
- **Hamdani DJ. 2012.** Action des poudres et des huiles de quelques plantes aromatiques sur les paramètres biologiques de la bruche du haricot, *Acanthoscelides obtecus* Say. (Coleoptera : Bruchidea) Mémoire d'Ing. En biologie UMMTO, 67p.
- **Hansch R., Goumez D., Witt C., Hoffmann G., Piaw, Engel C., Jorg K., Heinz R., Warner M., KiaseandRale R. 2001.** Tobacco Plants that lack expression of functional

nitrate reductase in roots show changes in growth rates and metabolite accumulation. J.Exp. Bot : p1251-1258.

- **Hossain, M.A., M.A. Haque, 2010.** Efficacy of some indigenous plant extracts as grain protectant against pulse beetle, *Callosobruchus chinensis* L. J. agro. Forest environ., 4 (1) : 197-202.
- **Hossain, M.A., M.A.A. Bachchu, K.S. Ahmed., M.A. Haque, 2014.** Effectiveness of indigenous plant powders as grain protectant against *Callosobruchus chinensis* (L.) in stored chickpea (*Cicer arietinum*). Bangladesh J. Agric. Res., 39 (1) : 93-103.
- **Huignard J., 1985.** Importances des pertes dues aux insectes ravageurs des grains: problèmes posés par la conservation des légumineuses alimentaires sources de protéines végétales. UA CNRS 340.Pp : 193-204.
- **ICRISAT. 2008.** Pois chiche [www.mapageweb.umontreal.ca/bruneau/simon/chapitre11 légumineuses 2.pdf](http://www.mapageweb.umontreal.ca/bruneau/simon/chapitre11_légumineuses_2.pdf). webmaster-icrisat@cgiar.org Chickpea Consulté le 4/7/2008
- **ITGC. 2018.** La culture de pois chiche en Algérie. Document de vulgarisation. Alger, 22p.
- **Karbache F. 2009.** Effet entomotoxique de quelques variétés de haricot (*Phaseolus vulgaris*) sur la bruche du pois chiche *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera, Bruchidae) : Thèse de Magister en Sciences Agronomique. Ecole Nationale supérieure Agronomique., El Harrach, Alger, 115p.
- **Kellouche A. 2005.** Etude de la bruche du pois chiche, *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera : Bruchidea) : biologie, physiologie, reproduction et lutte. Thèse .doc d'état. Univ. Tizi-ouzou, Algerie.154p.
- **Kellouche A., Soltani N. 2004.** Activité biologique des poudres de cinq plantes et de l'huile essentielle d'une d'entre elles à l'égard de *Callosobruchus maculatus*. International journal of tropical insect science 24 (1): 184-191.
- **Kumar M., Paul Y., Anand V.K. 2009.** An ethnobotanical study of medicinal plants used by the locals in Kishtwar, Jammu and Kashmir. India. EthnobotLeaf. 13 : 1240-1256.
- **Kumar P., Shukla R., Singh P., Singh A.K., Dubey N.K. 2009.** Use of essential oil from *Mentha arvensis* L. to control storage moulds and insects in stored chickpea. J. Sci. Food Agric. 89: 2643-2649.

- **Labeyrie V., 1962.** Les *Acanthoscelides*, Entomologie appliquée à l'agriculture  
Références bibliographiques In: BALACHOWSKI T(I), Ed Masson publ. Paris, pp :  
469-484.
- **Ladizinsky G. 1987.** Pluse domestication befor cultivation. Econ. Bot. 41 : 60-65.
- **Ladizinsky G., Abbo S. 2015.** The Search for Wild Relatives of Cool Season  
Legumes. Plant Science, DOI 10.1007/978-3-319-14505-1\_2.
- **MADR., 2014.** Annuaire statistique du ministère de l'agriculture et du développement  
rurale.
- **Monge J.P et Huignard J. 1991.** Population fluctuation of two bruchid species  
*Callosobruchus maculatus* (F) and *Bruchidus Atrolineatus* (pic) (Coleoptera ;  
Bruchidae) and theirs parasitoids *Dinarmus basalis* (Rondani) and *Eupelmus Vuilleti*  
Crawford (Hymenoptera, Pteromalidae, Eupelmidea) in a storage situation in  
Niger.J.Afr.Zool.105, pp 187-196.
- **Monge J.P. Dupont P. et Huignard J. 1994.** The consequences of the competition  
betwen *Dinarmus basalis* and *Eupelmus Vuilleti* on the Developement of their Host  
populations. Acta ocol. 16: pp.19-30.
- **Muehlbauer F. J. et Rajesh P. N. 2008.** Chickpea, a Common source of protein and  
starch in the semi-aridtropics. PH. Moore, R Ming (eds.) Genomics of tropical Crop plants.  
*Ocimum canum Sims* (Lamiaceae), for protection against post harvest damage by  
*Ostrobothnia*. Oulu University Press, Finland, 52 p.
- **Quézel P., Santa S. 1963.** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques  
méridionales, Tome 2. CNRS. Ed. Paul Le chevalier, Paris.
- **Rhamalho Reibeiro J.M.C., Portugal Melo I.M. 1990.** Composition and nutritive  
value of Chickpea. Option Méditerranéan Série Séminaire.9 : 107- 111.
- **Righi-Assia A.F., Khelil M.A., Medjdoub-Bensaad F., Righi K.2010.** Efficacy of  
oil powders of some medicinal plants in biological control of the pea weevil  
(*Callosobruchus chinensis* L.). African Journal of Agricultural Research Vol. 5(12) :  
1474-1481.
- **Sanon A., Garba M., Auger J., Huignard J. 2002.** Analysis of insecticidal activity  
of methylisotiocynate on *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera :Bruchidae) and  
its parasitoid *Dinarmusbasalis* (Rondani) (Hymenoptera : Pteromalidae). J. Stor. Prod.  
Res. 38: 129 – 138 p.

- **Sassene A. 1989.** Etude de la fertilisation et de l'inoculation du pois chiche. Mémoire d'Ingénieur en Agronomie, INA, Algérie ; 77p.
- **Saxena M. C et Singh K B. 1987.** The chickpea. Ed- CAB internat., 399 p.
- **Saxena M.C. 1990.** Status of Chickpea in Méditerrananean basin. CIHEAM. Options Méditerranéennes. 9 : 17-24.
- **Saxena N.P., 1984.** Chickpea. In : Goldsworthy P.R., Fisher N.M. the Physiology of Tropical Field Crops. Pp : 419-452.
- **Scotti G. 1978.** Les insectes et les acariens des céréales stockées. Coed. Ed. AFNOR-ITCF AFNOR, 238p.
- **Seck D., Sidebe B., Habrudgue E. et Casparch G. 1991.** La protection chimique des stocks de niébé et de maïs contre les insectes au Sénégal. Med. Fac. Univ. Landboww. Rijikuniv. Gent. 56 13. Pp : 1225-1233.
- **Singh K.B. 1987.** In: The chickpea, pp 127-162 (eds. M.C. Saxena and K.B. Singh) Wallingford, Oxon.
- **Singh K.B. and Reddy M.V. 1991.** Advances in disease resistance breeding in chickpea. advance in agronomic., 45 :191-222.
- **Sinha R.H., Watters F.L. 1985.** Insectes des minoteries, des silos élévateurs, 311p.
- **Slama F., 1998.** Cultures industrielles et légumineuses a graines. Ed. Centre de diffusion universitaire Tunisie, en Arabe ; 300p.
- **Southgate B.J. 1983.** Observation on the larval emergence in species of the genus *Callosobruchus* (Coleoptera: Bruchidae). Entom.Gen, 8(3/4).
- **Taleb-Toudert K. 2015.** Extraction et caractérisation des huiles essentielles de dix plantes aromatiques prévenant de la région de Kabylie (Nord Algérien). Evaluation de leurs effets sur bruche de niébé *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera : Bruchidea). Thèse doctorat. Tizi-Ouzou. UMMTO, 160p.
- **Toker C.,Uzun B., Ceylan F.O., Ikten C. 2014.** Chickpea. In: Alien Gene Transfer in Crop Plants, A. Pratap and J. Kumar Eds., Volume 2, Springer, Dordrecht, pp:121-151.
- **UTIDA S., 1972.** Density dependent polymorphism in the adult of *Callosobruchus maculatus*. J. StoredProd. Res. 8: 111-126.
- **Van Der Maesen L.J.G. 1972.** *Cicer* L., A Monograph of The Genus, With Special Reference to the Chickpea (*Cicer arietinum* L.), Its Ecology and Cultivation. Meded.

Landbouwhoges. Wageningen 72(10): 342p.  
[18Thttp://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/195431.18T](http://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/195431.18T).

- **Van Der Maessen L. J. G. 1984.** “Taxonomy, distribution and evolution of the chickpea and its wild relatives”. In “genetic resources and their exploitation, chickpea, faba beans and lentils”. pp : 95-104. J.R.Witcombe and W.ErchineEds, martin usnighoff Neder lands ; for ICARDA, 1984.
- **Van Der Maessen L. J. G. 1987.** Origin, history and taxonomy of chickpea. In : Saxena M.C., Singh K.B., Ed. The chickpea. pp : 11-37.
- **Van Der Measen L.J.G. 1972 .** *Cicer* L., a monograph of the genus, with special reference to the chickpea (*Cicer arietinum* L.), its ecology and cultivation. Mededelingenl and bouwhoge school wageningen. Nederland, pp : 72-10.
- **Van Der-Maessen L. J. G.1984.** “Taxonomy, distribution and evolution of the chickpea and itswild relatives”. In “geneticresources and their exploitation, chickpea, fababeans and lentils”. pp: 95-104. J. R.WITCOMBE and W.ERCHINE Eds, martin usnighoffNeder lands; for ICARDA, 1984.
- **Van huis 1991.** biological methodes in bruchid control in the tropics: areviews. insectsci. App.12, pp87-102.
- **Weaver DK, Phillips TW, Dukel FV, Weaver T, Grubb RT, Nance E.L. 1995.** Dried leavers from the rochy mountain plants decrease infestation by stored product beetels. J ChemEcol ; 21 : 127-142.
- **Wood J.A., Knights E.J., Chocty M. 2011.** Morphology of Chickpea Seeds (*Cicer arietinum* L.): Comparison of desi and kabuli Types. Int J Plant Sci 172 (5): 632-643.
- **Zine-Zikara F., Bouzid L., et Yekkour A. 2015.** Le pois chiche en Algérie : situation, potentialités et perspectives, INRAA, Laboratoire des ressources phylogénétiques, CRP Mehdi Boualem, Baraki, alger. pp : 35-36.

## 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 de pois chiche et d'autres légumineuses. L'objectif de cette étude est d'évaluer l'effet insecticide de deux huiles essentielles : la menthe pouliot (*Mentha pulegium*) et du myrte (*Myrtus communis*) sur la bruche chinoise par contact. Quatre doses 0.5µl, 1µl, 1.5µl et 2µl sont testées pour chaque huile à l'égard des adultes de *C. chinensis* âgées de 0 à 24h. Le suivi de la mortalité sur plusieurs heures a permis de constater une mortalité croissante pour les deux huiles testées par contact en fonction des doses et du temps d'exposition. La plus forte dose utilisée (2µl) s'est révélée létale pour 100% des individus et ce après 24h d'exposition pour la menthe pouliot et 48h d'exposition pour l'huile essentielle de myrte. La fécondité des femelles de *C. chinensis* s'annule complètement dès la plus faible dose (0.5µl) de l'huile essentielle de la menthe pouliot et à partir de la dose de 1,5µl pour l'huile essentielle du myrte. Ces deux huiles essentielles inhibent les taux d'éclosion des œufs ainsi que les taux d'émergence des adultes à partir de la dose de 1,5µl. L'huile essentielle de la menthe pouliot a un effet insecticide plus rapide et plus élevé que le myrte. Il ressort de notre étude que les deux huiles présentent des propriétés insecticides remarquables par contact 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, Insecticide, Myrtacées, Lamiacées.

## Abstract

*Callosobruchus chinensis* is a phytophagous insect belonging to Chrysomelidae family is native to Asia and lives in warm climate areas where it causes damage to stored grains. The objective of this study is to evaluate the insecticide effect of two essential oils: *Mentha pulegium* and *Myrtus communis* upon Chinese beetle by contact. Four doses (0.5µl, 1µl, 1.5µl and 2µl) are tested for each oil using *C. chinensis* adult of 0-24 h old. The monitoring of the mortality of individuals over several hours showed an increasing mortality for the two oils tested by contact in function of doses and exposure time. The highest dose used (2µl) was lethal for 100% of individuals after 24 hours of exposure for *M. pulegium* and 48h for a myrtle essential oil. The fecundity of *C. chinensis* females was completely canceled from the lowest dose (0.5µl) of pennyroyal essential oil and from a dose of 1.5µl for myrtle essential oil. These two essential oils inhibit egg hatching rates as well as adult emergence rates from the 1.5µl dose. In the same time, they protect seeds by reducing weight losses and preserving germination capacity of pulses. Pennyroyal essential oil has been shown to have a higher and faster insecticidal effect than myrtle. It emerges from our study that both oils have remarkable insecticide properties by contact on the Chinese beetle and can therefore constitute alternative control methods in pulse grain storage sites.

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