

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et la Recherche Scientifique  
Université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou



Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques  
Département des Sciences Agronomiques

## Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master en Sciences Agronomiques

Spécialité : Protection des Végétaux

### Thème

**Activité insecticide de l'huile essentielle de la menthe pouliot**

**(*Menthapulegium*L.) à l'égard de la bruche du niébé**

***Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera: Chrysomelidae).**

Présenté par :

TIHACHACHET Souhila

Soutenus devant le jury :

Présidente : M<sup>me</sup> MADJDOUB-BENSAAD F.

Professeur UMMTO

Promotrice : M<sup>me</sup> GOUCEM-KHELFANE K.

M.C.A UMMTO

Examinatrice : M<sup>me</sup> CHOUGAR S.

M.A.A UMMTO

Promotion : 2018-2019

# REMERCIEMENTS



*Au terme de ce travail*

*Je tiens à exprimer mes remerciements les plus sincères et les profonds au Dieu le tout puissant de m'avoir accordé courage, patience et volonté pour accomplir ce travail.*

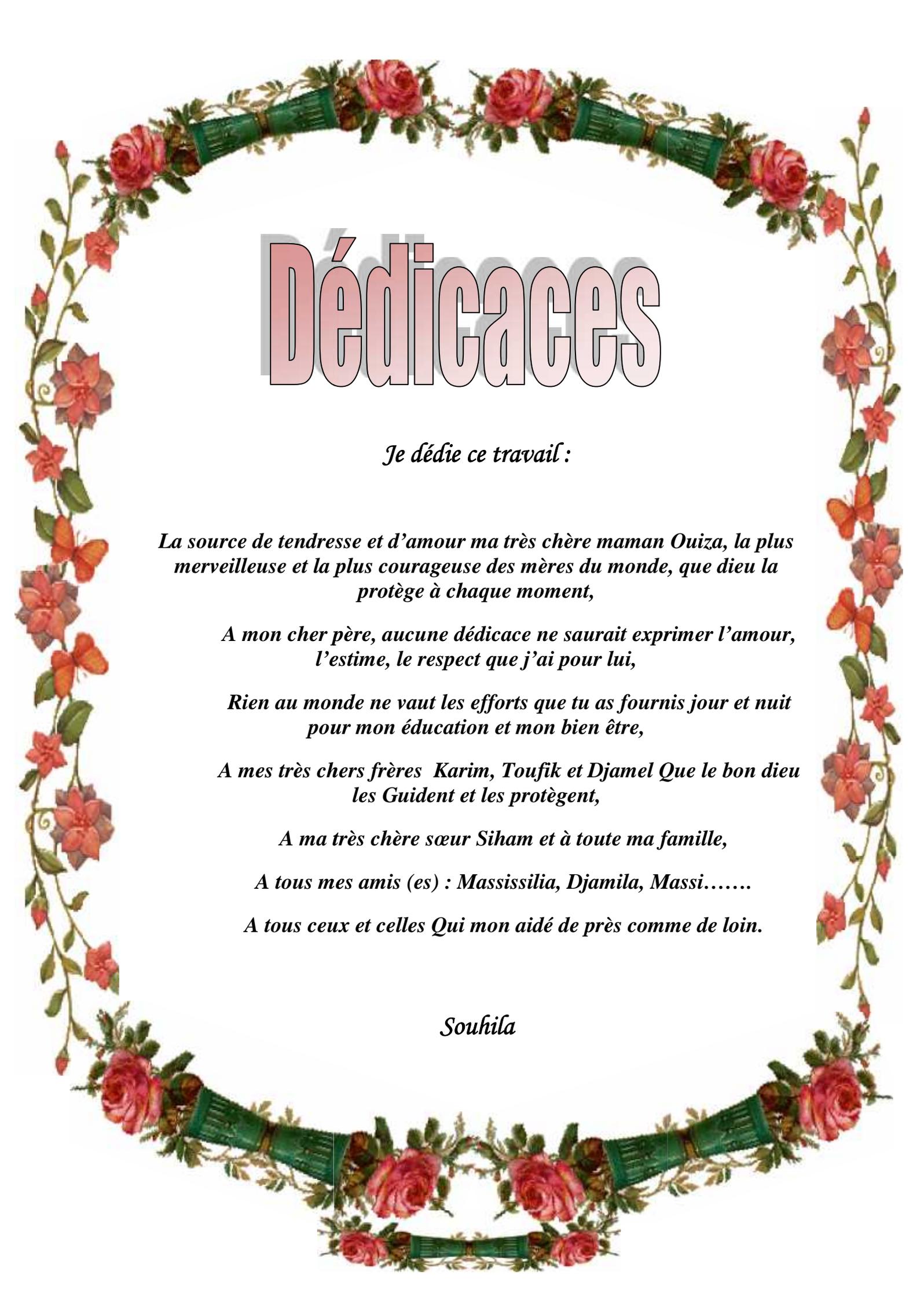
*Je remercie également, très chaleureusement Madame Goucem-khelfane K., Maitre de Conférences à l'UMMTO pour son encadrement efficace, sa disponibilité et ses conseils.*

*Mes remerciements s'adressent à M<sup>me</sup> Medjdoub-Bensaad F., professeur de l'UMMTO qui m'a fait un grand honneur d'avoir accepté de présider le jury.*

*J'exprime ma gratitude et mes sincères remerciements à M<sup>me</sup> Chougar S., d'avoir accepté d'examiner ce travail.*

*Mes remerciements vont également à tous ceux qui m'ont aidé, à un titre ou un autre, qu'il s'agit de la fourniture d'informations précieuses ou des conseils.*

*Merci*



# Dédicaces

*Je dédie ce travail :*

*La source de tendresse et d'amour ma très chère maman Ouiza, la plus merveilleuse et la plus courageuse des mères du monde, que dieu la protège à chaque moment,*

*A mon cher père, aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le respect que j'ai pour lui,*

*Rien au monde ne vaut les efforts que tu as fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être,*

*A mes très chers frères Karim, Toufik et Djamel Que le bon dieu les Guident et les protègent,*

*A ma très chère sœur Siham et à toute ma famille,*

*A tous mes amis (es) : Massissilia, Djamilia, Massi.....*

*A tous ceux et celles Qui mon aidé de près comme de loin.*

*Souhila*

|                   |                                                                                                                                                                                                                                |    |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figure 1.</b>  | Plante de <i>V. unguiculata</i> .....                                                                                                                                                                                          | 5  |
| <b>Figure 2.</b>  | Feuille et fleur de <i>V. unguiculata</i> .....                                                                                                                                                                                | 5  |
| <b>Figure 3.</b>  | Les graines du niébé.....                                                                                                                                                                                                      | 5  |
| <b>Figure 4.</b>  | Les œufs de <i>C. maculatus</i> .....                                                                                                                                                                                          | 11 |
| <b>Figure 5.</b>  | Les larves de <i>C. maculatus</i> .....                                                                                                                                                                                        | 12 |
| <b>Figure 6.</b>  | Nymphe de <i>C. maculatus</i> .....                                                                                                                                                                                            | 12 |
| <b>Figure 7.</b>  | Adulte de <i>C. maculatus</i> (a. femelle, b. mâle).....                                                                                                                                                                       | 13 |
| <b>Figure 8.</b>  | Cycle biologique de <i>C. maculatus</i> .....                                                                                                                                                                                  | 14 |
| <b>Figure 9.</b>  | Les dégâts causés par <i>C. maculatus</i> .....                                                                                                                                                                                | 15 |
| <b>Figure 10.</b> | Matériels de laboratoire utilisé dans les différentes bio-essais.....                                                                                                                                                          | 25 |
| <b>Figure 11.</b> | Adulte du niébé.....                                                                                                                                                                                                           | 26 |
| <b>Figure 12.</b> | Les graines de pois chiche utilisées pour l'élevage de masse.....                                                                                                                                                              | 26 |
| <b>Figure 13.</b> | Morphologie de la menthe pouliot.....                                                                                                                                                                                          | 27 |
| <b>Figure 14.</b> | L'huile essentielle de menthe pouliot.....                                                                                                                                                                                     | 29 |
| <b>Figure 15.</b> | Elevage de masse de la bruche du niébé au laboratoire.....                                                                                                                                                                     | 30 |
| <b>Figure 16.</b> | Dispositif expérimental du test d'inhalation de l'huile essentielle<br>utilisée à l'égard des adultes de <i>C. maculatus</i> .....                                                                                             | 30 |
| <b>Figure 17.</b> | Dispositif expérimental du test de répulsion de l'huile essentielle<br>utilisée à l'égard des adultes de <i>C. maculatus</i> .....                                                                                             | 32 |
| <b>Figure 18.</b> | Mortalité en (%) des adultes de <i>C. maculatus</i> traitées par l'huile<br>essentielle de <i>Mentha pulegium</i> en fonction des doses et durée<br>d'exposition.....                                                          | 34 |
| <b>Figure 19.</b> | Ajustement d'une droite de régression des moyennes de mortalité<br>des adultes de <i>C. maculatus</i> en fonction de logarithme des doses<br>soumis à fonction de l'huile essentielle <i>M.pulegium</i> par<br>inhalation..... | 37 |
| <b>Figure 20.</b> | Taux de répulsion des adultes de <i>C. maculatus</i> fonction de l'huile<br>essentielle <i>Mentha pulegium</i> .....                                                                                                           | 38 |

## Liste de tableaux

---

|                      |                                                                                                                                                                                          |    |
|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tableau I.</b>    | Valeur alimentaire des graines du niébé.....                                                                                                                                             | 6  |
| <b>Tableau II.</b>   | Principaux ravageurs et maladies du niébé.....                                                                                                                                           | 8  |
| <b>Tableau III.</b>  | Les extraits aqueux d'origine végétale utilisés contre les ravageurs des denrées stockées.....                                                                                           | 18 |
| <b>Tableau VI.</b>   | Quelques poudres utilisées dans la lutte contre les ravageurs des denrées stockées.....                                                                                                  | 19 |
| <b>Tableau V.</b>    | Noms, organes et mode d'action des huiles essentielles contre <i>C. maculatus</i> .....                                                                                                  | 20 |
| <b>Tableau VI.</b>   | Les principaux composés et caractéristiques de quelques huiles essentielles.....                                                                                                         | 22 |
| <b>Tableau VII.</b>  | Action biocide de quelques huiles essentielles contre certains ravageurs des graines stockées.....                                                                                       | 23 |
| <b>Tableau VIII.</b> | Pourcentage de répulsion selon le classement de Mc Donald et <i>al.</i> (1970).....                                                                                                      | 32 |
| <b>Tableau IX.</b>   | Résultats de l'analyse de la variance au seuil de 5% pour le paramètre mortalité des adultes de <i>C. maculatus</i> traitées par inhalation à l'huile essentielle de menthe pouliot..... | 35 |
| <b>Tableau X.</b>    | Résultats de test du Newman et Keuls au seuil de signification de 5% pour le paramètre mortalité moyenne des adultes de <i>C. maculatus</i> en fonction de la dose .....                 | 35 |
| <b>Tableau XI.</b>   | Résultats de test du Newman et Keuls au seuil de signification de 5% pour la paramètre mortalité moyenne des adultes de <i>C. maculatus</i> en fonction de la durée d'exposition.....    | 36 |
| <b>Tableau XII.</b>  | Mortalités moyennes des insectes en pourcentage et en unités de probits en fonction des doses de <i>Mentha pulegium</i> par inhalation.                                                  | 36 |
| <b>Tableau XIII.</b> | Analyse de la variance au seuil de 5% pour le paramètre pourcentage de répulsion des adultes de <i>C. maculatus</i> traités avec l'huile essentielle de menthe pouliot.....              | 38 |
| <b>Tableau IXV.</b>  | Nombre moyen de bruches recensées dans les parties traitées et non traitées et le pourcentage de répulsion de l'huile essentielle de <i>M. pulegium</i> .....                            | 39 |

|                           |   |
|---------------------------|---|
| Liste des figures         |   |
| Liste des tableaux        |   |
| <b>Introduction</b> ..... | 1 |

### **Chapitre I : Présentation de plante hôte *Vigna unguiculata* (niébé)**

|                                                                |   |
|----------------------------------------------------------------|---|
| 1. Généralités sur le niébé ( <i>Vigna unguiculata</i> ).....  | 3 |
| 2. Systématique.....                                           | 3 |
| 3. Origine et répartition géographique.....                    | 3 |
| 4. Caractéristiques morphologiques et botaniques du niébé..... | 4 |
| 4.1. Tige.....                                                 | 4 |
| 4.2. Feuilles.....                                             | 4 |
| 4.3. Racines.....                                              | 4 |
| 4.4. Fleurs.....                                               | 4 |
| 4.5. Fruits.....                                               | 4 |
| 4.6. Graines.....                                              | 4 |
| 5. Valeur nutritionnelle.....                                  | 6 |
| 6. Importance économique.....                                  | 7 |
| 7. Importance agronomique.....                                 | 7 |
| 8. Principales maladies et ravageurs du niébé.....             | 8 |

### **Chapitre II : Etude de l'insecte ravageur *Callosobruchus maculatus***

|                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Présentation de Bruchidae.....                                             | 9  |
| 2. Présentation de l'insecte : la bruche du niébé : <i>C. maculatus</i> ..... | 10 |
| 2.1. Position systématique.....                                               | 10 |
| 2.2. Origine et répartition.....                                              | 10 |
| 2.3. Description.....                                                         | 11 |
| 2.3.1. Oeuf.....                                                              | 11 |
| 2.3.2. Larve.....                                                             | 11 |
| 2.3.3. Nymphe.....                                                            | 12 |
| 2.3.4. Adulte.....                                                            | 12 |

|                                    |    |
|------------------------------------|----|
| 2.3.5. Dimorphisme sexuel.....     | 12 |
| 2.4. Cycle de développement.....   | 13 |
| 2.5. Dégâts et pertes.....         | 14 |
| 3. Lutte contre les Bruchidés..... | 15 |
| 3.1. Lutte préventive.....         | 15 |
| 3.2. Lutte curative.....           | 15 |
| 3.2.1. Lutte physique.....         | 16 |
| 3.2.2. Lutte chimique.....         | 16 |
| 3.2.3. Lutte biologique.....       | 17 |
| 3.3. Phytothérapie.....            | 18 |

### **Chapitre III : Matériel et méthodes**

|                                   |    |
|-----------------------------------|----|
| 1. Matériel.....                  | 24 |
| 2.1. Matériel de laboratoire..... | 24 |
| 2.2. Matériels biologiques.....   | 26 |
| 2.2.1. Bruches.....               | 26 |
| 2.2.2. Graines.....               | 26 |
| 2.2.3. Huiles essentielles.....   | 27 |
| 2. Méthodes.....                  | 29 |
| 2.1. Elevage de masse.....        | 29 |
| 2.2. Test par inhalation.....     | 30 |
| 2.3. Test par répulsion.....      | 31 |
| 2.4. Analyse statistique.....     | 33 |

### **Chapitre IV : Résultats et discussion**

|                                                                                             |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Evaluation de la toxicité par inhalation de l'huile essentielle de la menthe pouliot.... | 34 |
| 2. Evaluation de la toxicité par répulsion de l'huile essentielle de la menthe pouliot....  | 37 |
| 3. Discussion.....                                                                          | 39 |

|                        |           |
|------------------------|-----------|
| <b>Conclusion.....</b> | <b>43</b> |
|------------------------|-----------|

### **Références bibliographiques**

Les légumineuses font partie de l'alimentation humaine et constituent la principale source de protéines disponible localement dans les pays en voie de développement. Elles présentent une grande importance alimentaire, économique et agronomique. Parmi les légumineuses figurent les haricots, les pois, les pois chiches, les fèves et les lentilles.

Elles sont présentes dans le régime alimentaire de plusieurs millions de personnes dans le monde entier. Elles sont riches en protéines (teneur deux à trois fois plus élevée que la plupart de céréales) et constituent une bonne source d'énergie et fournissent de nombreux éléments minéraux essentiels comme le fer et le calcium. Dans la plupart des pays à faibles revenus, près de 10% de la consommation journalière de protéines et près de 5% de l'apport énergétique proviennent de légumineuses (Anonyme 1, 2002).

En Algérie, la culture des légumineuses a un intérêt national, car elle doit permettre de satisfaire les besoins alimentaires, réduire les importations et limiter la dépendance économique vis-à-vis de l'étranger (Zaghouane, 1997).

Les différents acteurs du développement agricole orientent leurs efforts vers l'accroissement de la productivité des principales cultures vivrières telles que le niébé. C'est la légumineuse vivrière la plus cultivée dans beaucoup de pays en Afrique et dans certains en voie de développement (Borget, 1989 ; Singh *et al.*, 2000), elle constitue la source principale de protéines. Grâce à ses qualités nutritionnelles, la FAO n'a pas cessé de vanter cette légumineuse lors des rencontres internationales sur l'alimentation dans le monde (FAO, 2008). En Algérie, le niébé présente une grande diversité génétique et agronomique, il a été introduit depuis fort longtemps mais n'a jamais été cultivé à très grande échelle.

Malheureusement, cette culture comme toutes les autres cultures de légumineuses se caractérise très souvent par des rendements faibles et instables. Cela s'explique d'une part par leur sensibilité aux contraintes abiotiques (froids, chaleur, dégradation des sols) et aux contraintes biotiques (maladies et insectes ravageurs) et d'autre part par l'absence de variétés résistantes ou tolérantes à ces contraintes (Baudoin, 2001 ; Geerts *et al.*, 2011). En effet, le niébé est sujet à de nombreuses attaques de ravageurs et maladies qui peuvent entraîner d'importants dégâts en l'absence de moyens de lutte appropriés au champ et dans les lieux de stockage (Lienard et Seck, 1994).

La bruche du niébé *Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera, Bruchidae) est l'un des ravageurs les plus fréquents dans les entrepôts. C'est un insecte cosmopolite dont la larve

cause des pertes très significatives sur la légumineuse par une réduction directe du poids sec, une diminution de la viabilité des semences et de la valeur marchande des graines, suite au développement des moisissures qui les rendent impropres à la consommation humaine (Bischoff, 1992 in Kellouche, 2005).

Face à la menace que constituent les insectes, principalement les ravageurs de stocks, les moyens de lutte sont essentiellement articulés autour de l'utilisation d'insecticides chimiques notamment les fumigants dont l'efficacité est connue. Cependant, les innombrables nuisances associées à leur utilisation telles que leur toxicité, la perturbation de l'équilibre biologique de l'écosystème et le développement de souches résistantes, imposent la recherche de nouvelles méthodes alternatives de lutte contre ce ravageur telle que l'utilisation des huiles essentielles et les poudres végétales (Goucem-Khelfane, 2014).

Dans ce cas, le règne végétal offre beaucoup de possibilités. De nombreuses études se développent pour isoler ou identifier des substances extraites de plantes qui ont une activité insecticide, par répulsion, contact ou par inhalation sur les insectes (Lichtenstein, 1996).

C'est dans ce contexte que s'inscrit l'objectif de notre travail, où nous nous sommes proposées de tester dans des conditions de laboratoire, l'effet insecticide de l'huile essentielle de la menthe pouliot (*Menthapulegium*) par inhalation et par répulsion à l'égard de la bruche du niébé *C. maculatus*.

Notre étude est scindée en quatre chapitres structurés comme suit : le premier chapitre donne un aperçu général sur la plante hôte (*Vigna unguiculata*) ; le deuxième chapitre présente l'insecte ravageur (*C. maculatus*) et les méthodes de lutte ; quant au troisième chapitre, il détaille le matériel et les méthodes adoptées pour réaliser cette étude. Le quatrième chapitre traitera les résultats obtenus qui seront étayés par une discussion. Ce travail sera clos par une conclusion et quelques perspectives de recherche.

### 1. Généralités sur le niébé (*Vigna unguiculata* L.)

*Vigna unguiculata* L. (Walp) est une des principales légumineuses alimentaires mondiales. Elle est cultivée sur plus de 9 millions d'hectares, dans toutes les zones tropicales et dans le bassin méditerranéen. La production de graines dépasse 2,5 millions de tonnes et provient pour les deux tiers d'Afrique. Dans certains pays tropicaux, le niébé fournit plus de la moitié des protéines consommées et joue un rôle clé dans l'alimentation. Seuls parmi les pays développés, les Etats-Unis en produisent des quantités substantielles (Pasquet et Baudoin, 1997).

### 2. Systématique

Selon Chung et *al.* (2007), *V. unguiculata* occupe la position systématique suivante :

- Règne : Végétal
- Embranchement : Spermaphytes
- Sous embranchement : Angiospermes
- Classe : Dicotylédones
- Sous classe : Dialypétales
- Ordre : Fabales
- Famille : Fabacées
- Sous famille : Papilionacées
- Genre : *Vigna*
- Espèce : *Vigna unguiculata* L. (Walp)

### 3. Origine et répartition géographique

L'espèce *V. unguiculata* est appelé communément le niébé en Afrique, Cowpea en Amérique et dolique en Europe.

Le niébé semble avoir été domestiqué et cultivé en Afrique tropicale depuis les temps préhistoriques. Le centre d'origine principal semble être le Nigeria et les centre secondaires, la zone côtière de l'Est et le Sud de l'Afrique (Magah, 1984). Il est arrivé très tôt en Egypte, en Arabie et en Inde. On retrouve encore les formes sauvages en Afrique. Actuellement, le niébé est très largement cultivé dans les régions chaudes : principalement en Asie et en Afrique de l'Ouest (Vandenput, 1981).

#### 4. Caractéristiques morphologiques et botaniques du niébé

Le niébé est une plante annuelle herbacée. C'est une espèce diploïde avec  $2n=22$  chromosomes de petite taille comme chez la plupart des espèces de *Phaseoleae* (Charrier et al., 1997).

C'est une plante constituée par l'assemblage de trois organes fondamentaux : la tige, les feuilles et les racines, formant ensemble l'appareil végétatif tandis que les deux organes qui sont le fruit et la fleur forment ensemble l'appareil reproducteur (Figure 1).

##### 4.1. Tige

La tige du niébé est volubile, quelques fois glabre et creuse. Elle définit le port de la plante qui peut être érigé, buissonnant ou rampant. Chaque nœud de la tige porte deux stipules et trois bourgeons axillaires (Zuang, 1991).

##### 4.2. Feuilles

Les feuilles sont composées de trois grandes folioles, triangulaires, verts parfois marbrés de violets (Zuang, 1991) (Figure 2).

##### 4.3. Racines

Le système racinaire est composé d'une racine principale pivotante avec de nombreuses ramifications ce qui confère au niébé une certaine tolérance à la sécheresse et des racines secondaires portant des nodosités fixatrices d'azote atmosphérique (Borget, 1989).

##### 4.4. Fleurs

Les fleurs ont une forme caractéristique de la sous famille des Papilionacées, blanches teintées de lilas (Couplan et Marmy, 2004) (Figure 2).

##### 4.5. Fruits

Le fruit du niébé est une gousse pendante ou dressée par paires, cylindriques plus comprimées avec une extrémité aigüe (Borget, 1989).

##### 4.6. Graines

Les graines sont ovoïdes, réniformes et sensiblement plus petites que celles des haricots verts. On trouve 8 à 20 graines par gousse (Belhoucine et Makour, 2007) (Figure 3).

La graine est de couleur, de taille et de forme variables. La faculté germinative des graines dure de 3 à 5 ans.



**Figure 1.** Plante de *V. unguiculata* (Anonyme 2, 2002)



**Figure 2.** Feuille et fleur de *V. unguiculata* (Anonyme 3, 2002)



**Figure 3.** Les graines du niébé (Originale, 2019)

## 5. Valeur nutritionnelle

Les légumineuses sont une composante essentielle de l'alimentation humaine depuis des siècles. Mais leur valeur nutritive est généralement mal connue et leur consommation n'est pas appréciée à sa juste valeur. Les légumineuses jouent un rôle crucial dans une alimentation saine et équilibrée, dans la production alimentaire durable et avant tout dans la sécurité alimentaire (Bahri, 2016).

La valeur alimentaire des graines de Légumineuses dépend de leur composition chimique et principalement de la teneur et de la qualité de leur protéine brute (Demol, 2002).

En effet, les graines de niébé sont riches en protéines (20 à 25% de leur poids sec) et contiennent la plupart des acides aminés nécessaires à l'alimentation humaine ; elles se caractérisent par des teneurs élevées en lysine et relativement faibles en acides aminés soufrés (Huignard, 1985 ; Archana et Jawali, 2007). Le niébé est également riche en élément minéraux essentiels tels que le fer, le calcium et le zinc, aussi en amidon et en vitamine du groupe B tel que l'acide folique.

Les feuilles tendres sont cuites sous formes de légumes et sont aussi riches en vitamines et en sels minéraux (Lienard et Seck, 1994).

Le niébé est considéré comme une plante médicinale par l'usage de ces feuilles et graines pour le traitement des enflures et les infections de la peau ainsi d'autres maladies dentaires ou bien des piqûres d'insectes (Madamba et *al.*, 2006).

En Algérie, il fait partie des traditions culinaires et il est utilisé comme ingrédient alimentaire pour une variété de plats locaux, comme le couscous. Dans les Oasis au Sud-Ouest du Sahara algérien, les graines noires des formes locales sont administrées comme fortifiant (Ghalmi, 2010). Les valeurs alimentaires par 100g de poids sec des graines de niébé sont mentionnées dans le tableau suivant :

**Tableau I:** Valeur alimentaire des graines du niébé. (Ehlers, 1997)

| Constituants      | Proportions     | Principaux acides | Protéines (%) |
|-------------------|-----------------|-------------------|---------------|
| Eau               | 11 %            | Lysine            | 6,6           |
| Protéines         | 23,4 %          | Cystine           | 0,99          |
| Carbohydrates     | 56,89 %         | Histidine         | 3,3           |
| Acides gras       | 1,3%            | Tryptophane       | 4,1           |
| Fibres            | 1,3 %           |                   |               |
| Calcium           | 90 mg /100g     |                   |               |
| Fer               | 5,7mg/100g      |                   |               |
| Acide nicotinique | 2mg /100g       |                   |               |
| Vitamine A        | 32,42mg/100g    |                   |               |
| Vitamine D        | 26-78,02mg/100g |                   |               |

## 6. Importance économique

Le niébé est la plus importante légumineuse à graine dans la zone de Savane tropicale d'Afrique, il est cultivé et consommé extensivement dans plusieurs pays comme il représente un important légume vert et une précieuse source de fourrage (Singh, 2002). L'Afrique est la première région consommatrice et productrice du niébé avec un taux de production de 94% de la production mondiale, cette dernière représentait 5,68 millions de tonnes en 2009 avec une superficie cultivée de 11,8 millions d'hectares dont 10 millions sont cultivés en Afrique (FAOSTAT, 2010).

Les plus grandes superficies sont en Afrique occidentale, elles sont généralement cultivées dans les terres arides et semi-arides (Sarr et *al.*, 2001). Les plus larges producteurs sont le Nigeria, le Niger, le Brésil, Haïti, Inde, Birmanie, Sri Lanka, Australie et les États-Unis (Tjai, 2010).

En Algérie, les superficies du niébé sont très restreintes, elles se trouvent au niveau de certaines exploitations agricoles familiales des régions telles que la Kabylie, la zone Ouest de la wilaya d'El Taref et les Oasis du Sahara. Les graines du niébé sont produites pour la consommation domestique et le surplus est vendu sur les marchés locaux (Ghalmi, 2010).

## 7. Importance agronomique

Les légumineuses sont capables grâce à des associations avec le *Rhizobium* de fixer l'azote atmosphérique. La symbiose entre le *Rhizobium* et la légumineuse est responsable de près de la moitié de l'azote fixé annuellement par voie biologique (soit 120 millions de tonnes d'azote qui est le double de l'apport des bactéries libres) (Davet, 1996).

Chez le niébé, plus de 90% de l'azote fixé est transporté des nodules vers les parties aériennes pour la production des protéines (Heller, 1993).

La culture du haricot dolique constitue un bon précédent cultural dans la rotation. Comme elle peut bien s'installer après les Solanacées, les Cucurbitacées et les Brassicacées et elle donne un meilleur rendement si elle est cultivée après l'orge, le blé ou le maïs (Ayadi, 1997 ; Belmiloud et Halalou, 1999 ; Danoun et Ousmer, 2000 ; Hedjal Chebheb, 2002).

Le niébé joue également le rôle de plante piège en diminuant le taux d'infestation sur la céréale. Comme dans le cas de *Striga hermonthica* (Scrophulariaceae), qui est une plante parasite du sorgho, ses graines peuvent bien germer au contact des racines du niébé mais ne peuvent pas la parasiter ; par conséquent les jeunes plantules meurent (Borget 1989).

### 8. Les principales maladies et ravageurs du niébé

Le niébé est attaqué aussi bien au champ que pendant le stockage par de très nombreux insectes. Ces derniers peuvent réduire considérablement le rendement et la production du niébé. En outre, il subit des altérations durant les différents stades de développement dues aux maladies virales, bactériennes ou fongiques dont les principaux ravageurs et maladies sont citées dans le tableau II :

**Tableau II :** Principaux ravageurs et maladies du niébé (Staton, 1970 ; Borget, 1989)

| Insectes et maladies                        | Agent causal                                                                                                                         | Symptômes                                                                                                                                        | Vecteurs                                | Moyens de lutte                                                                                                                            |
|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Insectes                                    | -Pucerons <i>Aphis fabae</i> (noir)<br>- <i>Acyrtosiphon pisum</i> (vert)<br><br>-Bruche du niébé<br><i>Callosobruchus maculatus</i> | -Feuille crispées en enroulées<br>-Pullulation sur tous les organes y compris les gousses<br>-Trous operculés sur les graines conservées.        | Humidité excessive                      | -Désinfection par des aphicides à base de pyréthrinoides de synthèse et de carbamates.<br>-Désinfection par fumigation dans les entrepôts. |
| Maladies bactériennes (graisse du haricot)  | <i>Xanthomonas</i> ou<br><i>Pseudomonas</i> .                                                                                        | -Taches nécrosées sur feuilles et gousses                                                                                                        | - Graines<br>-Vent<br>-Outils agricoles | -Utilisation des variétés résistantes.<br>-Utilisation des produits cupriques en cours de végétation.                                      |
| Maladies virales (Mosaïque sévère du niébé) | Le virus de la mosaïque du niébé transmis par les pucerons (Cab MV).                                                                 | - Mosaïque ou taches sur feuilles                                                                                                                | -Pucerons<br>- Autres insectes          | -Sélection de variétés résistantes.<br>-Utilisation des aphicides.                                                                         |
| Maladies fongiques (fonte de semis)         | <i>Pythium aphanedramatum</i><br><i>Fusarium sp.</i>                                                                                 | -Dépérissement rapide des plantules.<br>-Flétrissement de la base des tiges et du système racinaire.<br>-Taches foliacées sur feuilles et tiges. | - Humidité excessive                    | -Traitement systématique des semences diclorofenthio + Thiram en enrobage a sec (4kg /T de semence).                                       |

### 1. Présentation de Bruchidae

L'ordre des Coléoptères constitue le plus grand groupe dans le règne animal. Il compte environ 200 familles qui sont groupées en 3 sous ordres, les Archostemates, les Adéphages et les Polyphages. C'est dans ce dernier sous ordre que se rencontrent les Bruchidae. Cette famille possède environ 1200 représentants connus et répartis dans toutes les régions du globe mais surtout abondants dans les zones tropicales (Balachowsky, 1962 ; King solver, 2004).

Les Bruchidae constituent un groupe homogène d'insectes cléthrophones dont le développement se déroule en général à l'intérieur d'une même graine (Delobel et Tran, 1993). Ils sont pour la plupart des petits coléoptères de couleur terne (à dominante brunâtre) caractérisés par une forme courte, ramassée globuleuse ou subparallélipédique dont la taille oscille de 3,5 à 5mm. La tête est prolongée en avant en un museau élargi et muni de deux gros yeux réniformes (Mallamaire, 1962). Les antennes non filiformes sont insérées près des yeux. Les pièces buccales sont de type broyeur avec des mandibules très développées. Les élytres recouverts d'une pilosité très fine recouvrent tous les tergites abdominaux à l'exception du dernier, le pygidium. Les ailes sont fonctionnelles chez presque toutes les espèces. Les pattes postérieures sont toujours plus développées que les deux autres paires avec des fémurs fréquemment dilatés ou renflés en massue (Balachowsky, 1962).

Les plantes hôtes privilégiées des Bruchidae sont souvent les légumineuses comme le haricot et le pois chiche. Ils peuvent s'attaquer à d'autres plantes sur lesquelles ils ne causent que de très faibles dégâts. Delobel et Tran (1993) ont scindé les bruches en deux groupes :

- Le premier groupe renferme les bruches se développant dans les champs, dans les graines encore vertes et qui ont une seule génération annuelle (espèces univoltines) comme *Bruchus pisorum* (la bruche du pois), *Bruchus rufimanus* (la bruche de la fève) ou *Bruchus lentis* (la bruche des lentilles).
- Le deuxième groupe renferme les bruches qui se multiplient à l'intérieur des entrepôts, dans les graines sèches, elles ont plusieurs générations annuelles (espèces polyvoltines) c'est le cas de *Callosobruchus chinensis* (la bruche chinoise), *Acanthoscelides obtectus* (la bruche du haricot), *Caryedon serratus* (la bruche de l'arachide), *Bruchidus atrolineatus* (la bruche africaine du niébé) et *C. maculatus* (la bruche du niébé).

## 2. Présentation de l'insecte : la bruche du niébé : *C. maculatus*

*C. maculatus* est un coléoptère Bruchidé qui se développe aux dépens de plusieurs espèces de légumineuses sauvages ou cultivées du genre *Vigna* principalement.

C'est l'espèce de bruche qui cause le plus de dégât dans les stocks de Niébé (Jackai et Daoust, 1986 ; Monge et Germain, 1988). Les stocks de graines ravagés sont facilement reconnaissables à la présence de l'enveloppe de l'œuf qui persiste après l'éclosion à la surface de la graine ainsi qu'aux loges nymphales creusées dans la graine, visibles par transparence lorsque les bruches ont atteint un stade larvaire avancé.

### 2.1. Position systématique

*C. maculatus*, l'espèce fut décrite pour la première fois par Fabricius en 1775. Sa position systématique actuelle a été précisée par Bridwellen 1929 puis par Southgate en 1979. *C. maculatus* occupe la position systématique suivante:

- Règne : Animalia
- Embranchement : Arthropoda
- Classe : Insecta
- Ordre : Coleoptera
- Sous ordre : Heteroptera
- Super famille : Phytophagoidea
- Famille : Chrysomelidae (Bruchinae)
- Sous famille : Bruchinae
- Genre : *Callosobruchus*
- Espèce : *Callosobruchus maculatus* (Fabricius, 1775).

### 2.2. Origine et répartition géographique

Selon Hoffman et *al.* (1962), la bruche du niébé serait répandue dans toutes les zones tropicales, subtropicales, et dans le bassin méditerranéen. C'est une espèce très polyphage dont la plante hôte la plus fréquentée est *Vigna unguiculata* (Weidner et Rack, 1984). Elle est très nuisible dans toutes les zones climatiques où les conditions lui permettent de se développer aussi bien en plein champ (Balachowsky et *al.*, 1962) que dans les entrepôts.

Cette espèce présente en Afrique une aire de répartition très vaste. Elle est devenue un ravageur cosmopolite avec l'accroissement du trafic international des graines de légumineuses dans de nombreuses régions subsahariennes de l'Afrique de l'Ouest (Fleurat Lessard, 1980 ; Caswell, 1981 ; Ridet, 1992).

### 2.3. Description de la bruche

Présente quatre stades durant son cycle de développement.

#### 2.3.1. Œuf

L'œuf possède une forme ovoïde, asymétrique avec un chorion épais ; il est de couleur blanc translucide après la ponte et devient blanc laiteux après éclosion. Il mesure 0,4 à 0,7mm de long sur 0,3 à 0,45mm de large. Il adhère à la surface des gousses et des graines par un liquide adhésif qui se solidifie à l'air après la ponte et qui le retient même après éclosion (Balachowsky, 1962) (Figure 4).



Figure4. Les œufs de *C. maculatus* (Jaloux, 2004)

#### 2.3.2. Larve

Balachowsky (1962) signale qu'il existe quatre stades larvaires (Figure 5) :

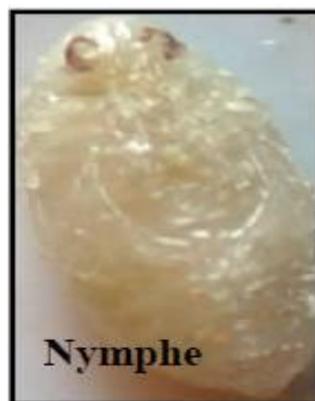
- ✓ Larve de premier stade, larve néonate (L1) : est de type chrysomélien au corps blanchâtre. Elle présente une plaque prothoracique et 3 paires de patte fines non fonctionnelles. Elle apparaît constamment à l'endroit de dépôt de l'œuf à l'intérieur même de celui-ci. 24 à 48h après éclosion, elle pénètre dans la graine où elle se développe dans l'épaisseur du cotylédon.
- ✓ Larve de deuxième stade (L2) : est de type rynchophorien à corps blanchâtre. La tête est marron-jaunâtre portant une paire d'antennes à 3 articles. Elle est dépourvue de plaque prothoracique et de pattes. Elle grandit et élargit la galerie en une logette où se déroulera la prochaine mue.
- ✓ Larve de troisième stade (L3) : elle est apode comme la L2. Elle continue à grandir la galerie en une 2<sup>ème</sup> logette où elle grossit énormément et mue.
- ✓ Larve de quatrième stade (L4) : elle ne diffère de L2 et L3 que par la taille. Elle poursuit son accroissement, grossit en creusant une 3<sup>ème</sup> logette où aura lieu la nymphose.



**Figure 5.** Les larves de *C. maculatus* (I : larve primaire, II : larve deuxième stade, III : larve troisième stade, IV : larve quatrième stade) (Jaloux, 2004).

### 2.3.3. Nymphe

La nymphe au départ est blanchâtre portant encore sur sa face ventrale l'exuvie de la larve du 4ème stade. Par la suite, ses organes se sclérifient progressivement pour donner l'imago. La nymphose a lieu dans la logette construite par la L4 (la 3<sup>ème</sup> logette). Avant d'émerger, la nymphe reste dans cette logette 24 à 48 heures (Figure 6).



**Figure 6.** Nymphe de *C. maculatus* (Jaloux, 2004)

### 2.3.4. Adulte

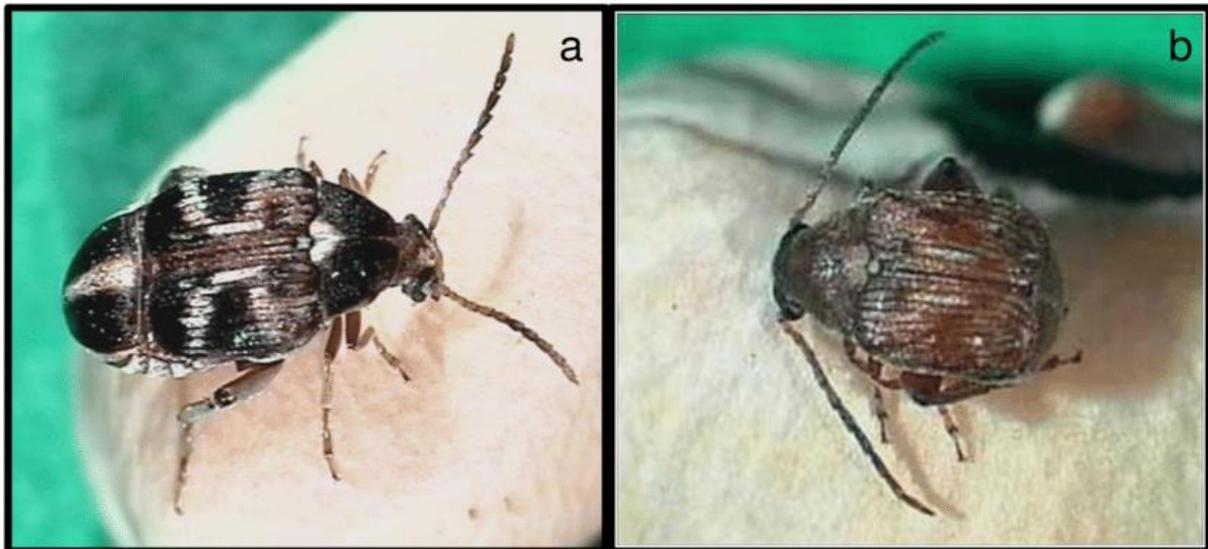
L'adulte de *C. maculatus* est de forme ramassée et globuleuse, il mesure de 3 à 3,8mm de longueur. Le corps est d'une coloration foncière rougeâtre, la tête est noire, les antennes et le pronotum sont de clair ou brun (Hoffman, 1954). Sa longévité est de 6 à 8 jours.

### 2.3.5. Dimorphisme sexuel

La femelle de *C. maculatus* est plus grande et moins rougeâtre que le mâle. Celui-ci se distingue par le pygidium qui est largement échancré au dernier anneau ventral, alors qu'il est entier chez la femelle. Ce dimorphisme est aussi représenté par l'élargissement des sept derniers articles antennaires chez le mâle (Balachowsky, 1962) (Figure 7).

La bruche du niébé possède deux formes distinctes d'adultes (Utida, 1954) :

- ✓ La forme volière à faible fécondité, responsable de l'infestation dans des cultures ;
- ✓ La forme non volière à fécondité élevée, adaptée aux conditions des stocks.

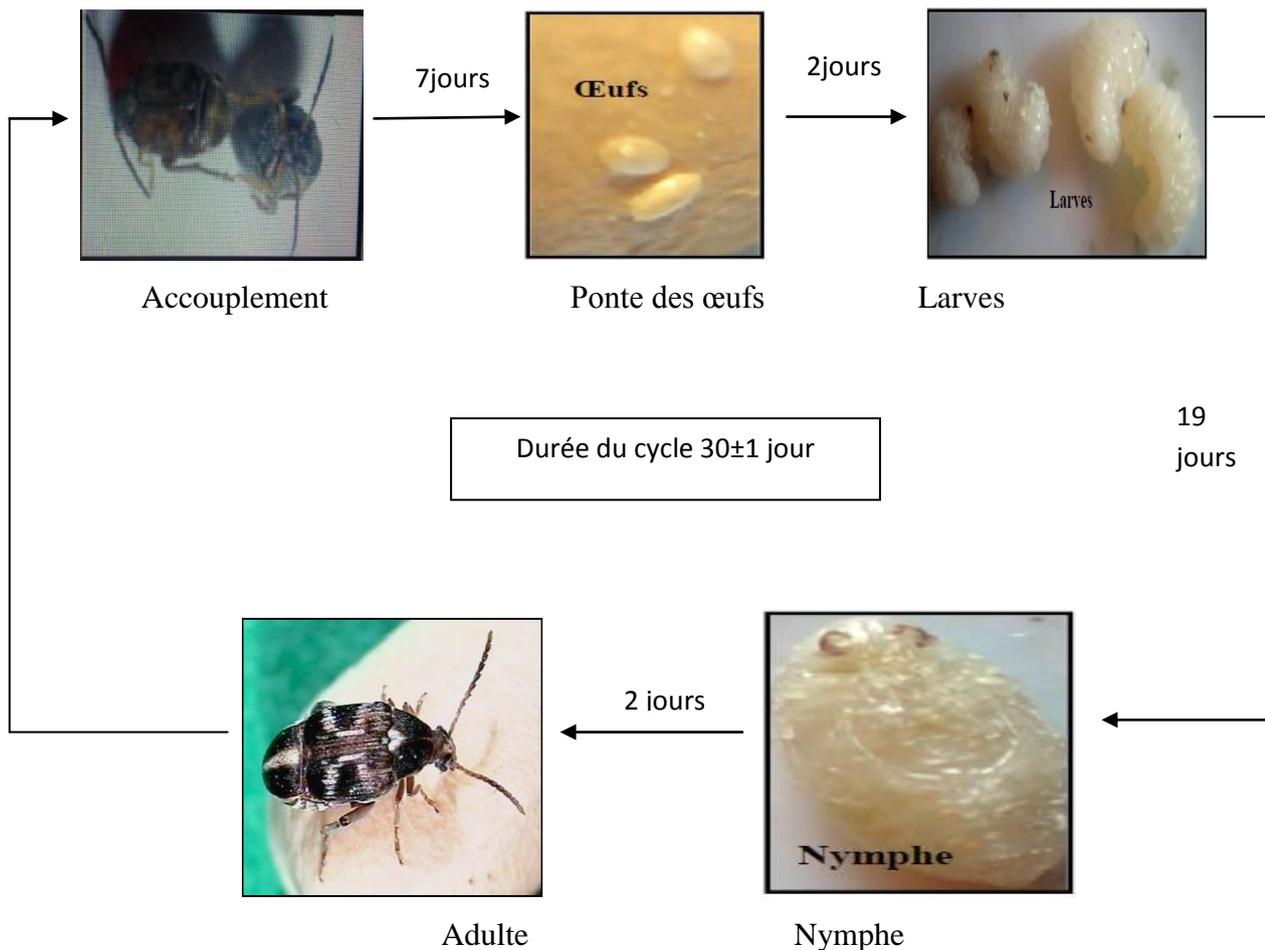


**Figure 7.**Adultes de *C. maculatus* (a. femelle et b. mâle) (Jaloux, 2004).

#### 2.4. Cycle de développement

Après l'accouplement, la femelle de *C. maculatus* pond sur les gousses mûres ou directement sur les graines duniébé. L'œuf translucide (environ 0,6× 0,3 mm) a une forme ovoïde, et la face fixée au substrat est aplatie, 96% des œufs sont pondus durant les quatre premiers jours de l'infestation (Multon, 1982 ; Moumouni et *al.*, 2013).

Après l'éclosion, le premier stade larvaire perfore le chorion du côté proche du végétal puis le tégument de la graine, à l'aide de ses mandibules et pénètre à l'intérieur en rejetant des fragments de tégument et de cotylédon à l'intérieur de chorion vide qui prend une couleur blanchâtre (Figure 9). Le développement larvaire se déroule dans et aux dépens de la graine (Ouedraogo et *al.*, 1996). Il comporte au total quatre stades larvaires. La nymphose et la métamorphose ont lieu à l'intérieur d'une loge tapissée d'acide urique creusée par larve à la périphérie de la graine (Ouedraogo et *al.*, 1996). L'imago découpe ensuite un opercule circulaire dans le chorion et émerge de la graine pour s'accoupler et donner une future génération. Le cycle de développement de l'insecte dure au total 30±1 jours.



**Figure8.** Cycle biologique de *C. maculatus* (Jaloux, 2004).

### 2.5. Dégâts et pertes

*C. maculatus* exerce une pression permanente sur les légumineuses, cette menace est due à sa grande polyphagie et sa faculté d'adaptation à des régions climatiques variées (Utida, 1954). Elle contamine généralement les graines dans les cultures et une fois introduites dans les stocks elle peut continuer à se multiplier indéfiniment (Balachowsky, 1963).

Ces espèces possèdent la caractéristique remarquable de présenter un stade larvaire séminivore, au cours duquel les larves vont se développer en formant des galeries dans les graines.

D'après Ndoutoume-Ndong et Rojas-Rousse (2007), la bruche de niébé cause non seulement une réduction directe du poids sec, mais également une diminution de la viabilité des semences et de la qualité des graines suite au développement de moisissures qui les rendent impropres à la consommation (Figure 9). Les mêmes auteurs ajoutent qu'au cours de

leur développement, les larves de bruches éliminent l'azote sous forme d'acide urique toxique qui s'accumule à l'intérieur des graines, ce qui rend le niébé impropre à la consommation.



**Figure 9.** Les dégâts causés par *C. maculatus* (Originale, 2019)

### 3. Lutte contre les Bruchidées

Deux méthodes sont préconisées pour lutter contre les ravageurs des denrées stockées, l'une est préventive et l'autre dite curative.

#### 3.1. Lutte préventive

La lutte préventive doit être envisagée du début de la culture jusqu'à l'entreposage des graines, elle vise à réduire et empêcher les infestations des gousses aux champs et les graines dans les stocks, elle inclut :

- Le choix de variétés résistantes (Pierrot, 1982) ;
- Le respect des rotations des cultures qui réduisent l'infestation (Simon, 1994), le sarclage des mauvaises herbes aux alentours des plantations, les jachères, les bicultures, ou plusieurs associations de plantes ;
- La séparation des graines saines de celles endommagées avant le stockage, pour réduire les risques de pertes lors de la conservation (Appert, 1992) ;
- Assurer un taux d'humidité convenable aux graines, un taux de 13% évite la contamination par les bruches (Lepesme, 1994) ;
- Utiliser un emballage résistant tels que les sacs en polyéthylène doublé coton que *C. maculatus* est incapable de percer (Lienard et Seck, 1994) ;
- La désinsectisation de l'emballage et des locaux de stockages qui doivent être hermétiquement fermés ainsi que la denrée destinée au stockage.

#### 3.2. Lutte curative

La lutte curative devient nécessaire après que les mesures préventives s'avèrent inefficaces (Simon et *al.*, 1994 ; Mamou, 2003). Elle consiste à lutter directement contre les ravageurs, elle fait appel à plusieurs moyens physique, chimique et biologique.

### 3.2.1. Lutte physique

La lutte physique vise la sensibilité des ravageurs vis-à-vis de la température, des radiations et des gaz inertes.

#### Température

Selon Gwinner *et al.* (1996), l'optimum de développement des insectes ravageurs des denrées stockées s'échelonne généralement entre 25 et 35°C ; en dehors de cet intervalle, leur reproduction s'arrête, tandis qu'à moins de 5°C et à plus de 45°C la plupart des individus meurent. Les graines peuvent être conservées pendant trois mois à une température de 5°C.

#### Radiations ionisantes

Les mâles sont plus sensibles aux radiations gamma que les femelles, la dose létale dépend de l'insecte et la période du traitement (Ahmad, 1992).

La désinsectisation par les rayons gamma, à hautes doses provoque la mort de tous les stades de développement de l'insecte (Diop *et al.*, 1997), par contre son exposition à des doses faibles entraîne sa stérilité (Dongret *et al.*, 1997).

#### Radiations non ionisantes

Les radiations non ionisantes tels que les infrarouges et les radiofréquences qui permettent de chauffer les produits infestés à une température létale pour tous les insectes qui s'y trouvent quelle que soit l'espèce ou le stade de développement (Singh et Agarwals, 1988 ; Zegga et Terchi, 2001).

#### Gaz inertes

L'utilisation du dioxyde de carbone ou de nitrogène à une concentration supérieure à 60% de l'atmosphère régnant à l'intérieur des stocks, est très efficace pour éliminer la plupart des ravageurs des grains (While et Jayas, 1996).

### 3.2.2. Lutte chimique

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

#### Fumigants

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 développement des insectes (Cruz *et al.*, 1988).

Le phosphore d'hydrogène et le bromure de méthyle sont toxiques et très efficaces contre les œufs et les larves de *C. maculatus* (Singh *et al.*, 1990).

### **Insecticides 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 éleveurs à graines et entrepôts ; On distingue :

- ✓ Les composées organochlorés comme le lindane.
- ✓ Les composées organophosphorés comme le malathion, le pirimiphos-méthyl.
- ✓ les pyréthrinoides de synthèse comme le deltaméthrine (Seck et *al.*, 1991).

### **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 localiser la femelle de la même espèce (Fargo et *al.*, 1994). Cela engendre une diminution du taux de la copulation et par conséquent le déclin de la génération suivante.

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 le phénomène de concentration biologique.
- L'apparition d'insectes résistants ou tolérants
- Leur coût élevé
- La pollution de l'environnement.

### **3.2.3. Lutte biologique**

Cette méthode entre dans le cadre du développement durable et de la sauvegarde des écosystèmes. Actuellement, elle est la méthode la plus favorisée dans les programmes de recherche vu ses intérêts économiques et agro-environnementaux qui permettent le maintien d'un équilibre bioécologique. Elle vise à réduire les populations des insectes ravageurs, en utilisant leurs ennemis naturels qui sont soit des prédateurs, soit des parasites ou des agents pathogènes, ainsi que des produits naturels d'origine végétale, animale ou minérale comme les poudres minérales, les huiles végétales et les huiles essentielles.

De nombreux parasites et prédateurs de *C. maculatus* ont été identifiés, tels que les hyménoptères parasitoïdes qui se développent dans les greniers au détriment des œufs, des larves et des nymphes de bruches dont les plus efficaces sont : *Dinarmus basalis* et *Eupelmus vuillei* (Sanon et *al.*, 1999).

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

### 3.3. Phytothérapie

La phytothérapie joue un rôle très important dans la lutte contre les insectes ravageurs, cette méthode se base sur l'utilisation des parties actives des plantes à propriétés bio-insecticides et qui remplacent les insecticides chimiques et limitent leur usage.

C'est une méthode très utilisée contre les bruches des légumineuses dans le but de protéger les denrées alimentaires et préserver leurs qualités nutritionnelles et commerciales.

Les plantes aromatiques peuvent être utilisées sous plusieurs formes : les extraits aqueux, les extraits organiques, les poudres végétales, les huiles végétales et les huiles essentielles.

#### Extraits aqueux

L'utilisation des extraits aqueux par les fermiers africains qui réalisent un trempage de feuilles de tabac dans l'eau pour obtenir une solution à effet insecticide (Gakuru et Foua-Bi, 1996). Selon Regnault-Roger et Hamraoui (1997), la plus efficace des plantes est la labiate (Lamiacées), utilisée en solution dans l'eau.

Quelques exemples d'extraits aqueux utilisés contre les insectes phytophages dans la phytothérapie sont représentés dans le tableau III.

**Tableau III :** Les extraits aqueux d'origine végétale utilisés contre les ravageurs des denrées stockées (Gwinner et al., 1996).

| Méthodes                                                                                    | Actions                                                                          | Remarques                                        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| Aspersion de la marchandise à l'extrait de pyrèthre.                                        | Effet insecticide et répulsif efficace sur la totalité des ravageurs des stocks. | La matière active se dégrade rapidement.         |
| Aspersion du grain d'extrait de Neem (25 à 50g/l) du grain dans une proportion de 0,5 à 5%. | Insecticide et répulsif, inhibition du développement                             | —                                                |
| Aspersion de la marchandise aux extraits de poivrons                                        | Effet insecticide et répulsif sur de nombreux ravageurs durant plusieurs mois.   | C'est un produit qui modifie le goût des graines |
| Aspersion de la marchandise au moyen d'un extrait à 2,5% de racines d' <i>Annona</i> .      | Puissants effets répulsifs et insecticides, pendant 3 à 4 mois, sur les bruches. | —                                                |

### Extraits organiques

Les extraits organiques sont des macérations aqueuses ou alcooliques concentrées plus en moins par évaporations.

D'après les études effectuées par Teugwa et *al.* (2002) sur la bruche du haricot en utilisant quelques extraits organiques de quelques plantes aromatiques, ces extraits ont un effet insecticide qui est en rapport avec la dose, le temps d'exposition et le type d'extrait. Ainsi une forte mortalité des bruches est enregistrée après 24 heures d'exposition aux extraits organiques d'*Agretum houstonianum* (Asteraceae).

D'après Regnault-Roger (2003), les extraits suivants : les menthols extraits de thym (*Thymus vulgaris*) et l'eugénol extrait de carex caryophylae (*Eugenia caryophylla*) ainsi que le pulégone extrait de menthe pouliot (*Mentha pulegium*), sont les plus puissants extraits organiques utilisés contre la bruche du haricot.

### Poudres des plantes

Un nombre important de plantes aromatiques et médicinales est testé sous forme de poudres pour protéger les graines entreposées. Ces poudres proviennent des différents organes (feuilles, écorce, graines, fruits ou racines) des plantes séchées (Gwinner et *al.*, 1996).

Certaines poudres utilisées dans la lutte contre les ravageurs des denrées stockées sont citées dans le tableau suivant :

**Tableau IV :** Quelques poudres utilisées dans la lutte contre les ravageurs des denrées stockées (Gwinner et *al.*, 1996).

| Poudres                                                                                                                                | Action                                                                                                                        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Poudre de feuille de <i>BosciaSenegalensis</i>                                                                                         | Inhibition du développement des bruches dans les stocks                                                                       |
| Poudre des feuilles de Myrthe( <i>Myrtus communis</i> )<br>Boutons floraux séchés (clous de girofle)<br>( <i>Syzygium aromaticum</i> ) | Action insecticide sur la survie, la fécondité et la descendance de <i>C. maculatus</i>                                       |
| Poudre d'écorce d' <i>Afrostryax Lepidophyllus</i> et de <i>Trichia gilgiana</i>                                                       | Effet insecticide sur la mortalité et le nombre d'insectes émergés de <i>Sitophilus zeamais</i> et <i>Tribolium castaneum</i> |
| Poudres des feuilles de <i>Tephrosia vogelii</i>                                                                                       | Effet insecticide, inhibition du développement des coléoptères des graines stockées pendant 5 mois                            |
| Poudre des fruits de piment                                                                                                            | Protection des doliques écosés                                                                                                |

- **Huiles végétales**

Les huiles végétales sont des esters d'acide gras à poids moléculaire élevé, visqueuses, peu volatiles et insolubles dans l'eau (Regnault-Roger et Vicent, 2002). Elles ont été utilisées très tôt dans la lutte contre les insectes sous forme d'émulsion (Tableau V).

Ce sont à la fois des insecticides de contact qui agissent par leurs propriétés physiques et chimiques et sont utilisés aussi comme adjuvants a synergistes dans les molécules liposolubles.

Le tableau suivant présent noms, organes et modes d'action des huiles essentielles contre *C. maculatus*.

**Tableau V :** Noms, organes et modes d'action des huiles essentielles contre *C. maculatus* (Yadava et al., 1982 ; Ivbijaro, 1983 ; Messin et Reiwick, 1983 ; Don-Pedro, 1985 ; Boughdad et al., 1986 ; Don-Pedro 1989 ; ; Pajni et Gill, 1990 ; Echendu, 1991).

| Noms                                               | Organes        | Mode                                                      |
|----------------------------------------------------|----------------|-----------------------------------------------------------|
| <i>Acorus calamus</i> (L.)                         | Rhizome        | Toxicité par contact chez les adultes.                    |
| <i>Azadirachtaindica</i>                           | Graines        | Effet déterrent, effet ovicide et larvicide.              |
| <i>Arachishypogea</i> (L.)                         | graines        | Diminution de l'oviposition<br>Effet ovicide et larvicide |
| <i>Ricinuscommunis</i> (L.)                        | graines        | Diminution des émergences                                 |
| <i>Butyrospermumparkî</i>                          | Fruit          | Effet ovicide                                             |
| <i>Cocosmucifera</i>                               | Graines        | Effet ovicide et larvicide                                |
| <i>Eucalyptus citriodora</i> ou <i>E. globulus</i> | Plante entière | Effet fumigeant                                           |
| <i>Piper guinense</i> (L.)                         | Graines        | Effet insecticide et diminution des émergences            |

- **Huiles essentielles**

1. **Définition**

Les huiles essentielles, communément appelées « essences » sont des mélanges de Composés aromatiques des plantes qui sont extraites par distillation, par la vapeur d'eau ou par des solvants (Smallfield, 2001).

D'après Koroch et *al.* (2007), les huiles essentielles ou huiles volatiles, sont des métabolites secondaires que les plantes aromatiques produisent habituellement pour combattre les infections et les parasites.

Les huiles essentielles se trouvent chez environ 2000 espèces végétales réparties en 60 familles (Richter, 1993).

Dans la plante, les huiles essentielles peuvent être stockées dans divers organes: fleurs (Origan), feuilles (citronnelle, eucalyptus), écorces (canneliers), bois (bois de rose, santal), racine (vétiver), rhizomes (acore), fruits (badiane) ou graines (carvi) (Bruneton, 1987).

## 2. Composition chimique

Ces extraits contiennent en moyenne de 20 à 60 composés qui sont pour la plupart des molécules peu complexes, des mono terpènes avec les phénols reliés et des terpènes plus complexes dont les sesquiterpènes (Chiasson et Beloin, 2007) et dans une moindre proportion des composés phenyl propane, quelque fois, des produits de dégradation de composés non volatils également identifiés.

Quelques composés et caractéristiques de certaines huiles essentielles sont illustrés dans le tableau VI.

## 3. Action des huiles essentielles

Les bio-pesticides à base d'huile essentielle forment une classe de pesticides intéressantes sont constituées de plusieurs composés à base d'action multiples (Chiasson et Beloin, 2007).

De nombreux constituants terpénoïdes des huiles essentielles sont toxiques au contact pour un large éventail d'insectes (Regnault-Roger et *al.*, 2005).

Regnault-Roger et Hamraoui (1995) ont observé un effet toxique des monoterpènes par fumigation sur la bruche du haricot. Il y a eu également inhibition complète de la pénétration des larves dans des grains traités avec linalol et thymol, de plus ce dernier produit s'est avéré inhibiteur de l'émergence des adultes (Chiasson et Beloin, 2007).

Ces mêmes auteurs ont montré aussi que les constituants majoritaires des huiles essentiels : les composés monoterpéniques et dérivés isoprénoides manifestent également une toxicité par inhalation sur les insectes adultes et inhibent à des degrés divers la reproduction c'est le cas notamment du carvacrol qui provoque une inhibition maximale. Les effets de certaines huiles essentielles sont résumés dans le tableau VII.

**Tableau VI :** Les principaux composés et caractéristiques de quelques huiles essentielles (Bachelot et *al.*, 2006).

| <b>Elément biochimique</b> | <b>Caractéristique</b>                                                                     | <b>Quelques produits possédants ces éléments</b>                           |
|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| Les acides                 | Anti-inflammatoires<br>Agissant en calmants le système nerveux                             | Le clou de girofle et le genévrier                                         |
| Les cétones                | Anti-infectieux, cicatrisantes,<br>Calmantes, Stimulation du système immunitaire           | La camomille noble, le fenouil le romarin officinal, l'eucalyptus mentholé |
| Les esters                 | Antispasmodique, rééquilibrant nerveux                                                     | La lavande officinale, le géranium rose                                    |
| Les éthers                 | Antispasmodique, effets antalgiques                                                        | L'éstragon, le basilic la rose de damas                                    |
| Les phénols                | Immunostimulants, action contre les microbes, les champignons, les virus et les bactéries. | Lethym, l'origan d'Espagne, le poivre noir                                 |
| Les sesquiterpènes         | Anti-inflammatoires, antalgiques, emploi important en cosmétologie                         | La mélisse, le cèdre de l'Atlas                                            |
| Les monoterpènes           | Action contre les microbes, les virus et les bactéries, stimulent le système nerveux       | Le bois de rose, la camomille noble, l'eucalyptus                          |
| Les coumarines             | Anticoagulantes, neuro-sédatives                                                           | Le céleri, l'angélique                                                     |
| Les aldéhydes              | Intermédiaire entre alcools et cétones, anti-infectieux                                    | Le citron, la cannelle de Chine, la mélisse                                |

**Tableau VII :** Action biocide de quelques huiles essentielles contre certains ravageurs des graines stockées (Messin et Renwich, 1983 ; Don Pedro, 1989 ; Ivbijaro, 1990 ; Gwinner, 1996 ; Boughdad et *al.*, 1997 ).

| Nom des huiles                                                                                                                          | Effets                                                                                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Huile de <i>Piper guinenses</i>                                                                                                         | Effets insecticides et diminution des émergences ;                                                                                                         |
| Huiles d' <i>Acorus calamus</i><br>Huile de noix de coco 5 à 10ml/kg<br>( <i>cacaos nucefera</i> )                                      | -Toxicité par contact chez les adultes.<br>-Toxicité sur les embryons à l'intérieur des œufs des bruches.<br>-L'action persiste jusqu'à 2 mois.            |
| Huile de cactus ( <i>Ficus indica</i> ).<br>Huile de thym ( <i>Thymus vulgaris</i> ).<br>Huile romarin ( <i>Romarinus officinalis</i> ) | -Réduction de la longévité des adultes ;<br>-Inhibition de la ponte des femelles.<br>-Activité ovocide et larvicide ;<br>-Protection des graines stockées. |

Notre étude expérimentale a été réalisée au niveau de laboratoire Bioécologie des Invertébrés de la faculté des Sciences biologiques et des Sciences Agronomiques à l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou durant période de juin- juillet.

L'objectif de notre travail est l'étude de l'effet de l'huile essentielle de la menthe pouliot à l'égard de la bruche du niébé (*Callosobruchus maculatus*).

## **1. Matériel**

Pour la réalisation de notre travail, nous avons utilisé le matériel suivant :

### **1.1. Matériel de laboratoire**

Dans notre étude expérimentale, nous avons utilisé le matériel illustré dans la figure10 :

- ❖ Des bocaux (flacons) en verre de de 125ml de volume utilisés pour le test par inhalation ;
- ❖ Des bocaux en plastique pour les élevages de masse ;
- ❖ Une micropipette (0,1 à 2,5µl) pour les prélèvements de précision des doses de l'huile essentielle ;
- ❖ De l'acétone à homogénéiser la propagation de l'huile essentielle.
- ❖ Des boites de Pétri en plastiques (6cm de diamètre) utilisées pour effectuer le test par répulsion ;
- ❖ Une pipette graduée (2ml) pour le prélèvement de l'acétone ;
- ❖ Des disques de papier filtre de 2cm de diamètre pour le test d'inhalation et de 9cm de diamètre pour le test de répulsion sur les quels sera déposé l'huile essentielle.
- ❖ Autres accessoires tels que : ciseaux, scotch, tamis, aiguille...

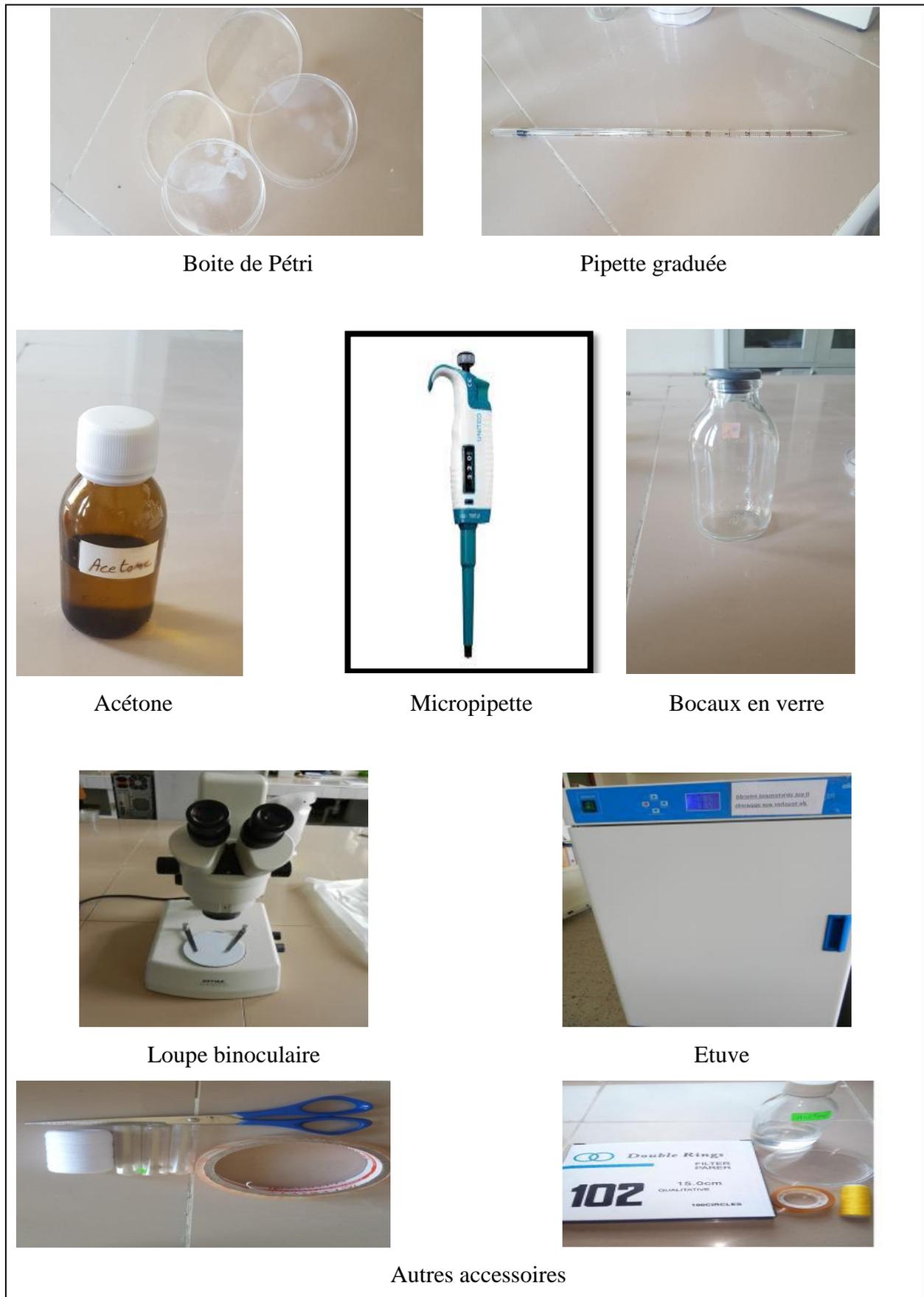


Figure 10. Matériel de laboratoire utilisés dans les différents bio-essais (Originale, 2019).

## 1.2. Matériel biologique

### 1.2.1. Bruches

L'espèce étudiée est *C. maculatus* qui est obtenue à partir des élevages de masse réalisés au niveau du laboratoire sur des graines saines de pois chiche (*Cicer arietinum*).



**Figure 11.** Adulte de niébé (Originale, 2019)

### 1.2.2. Graines

Les graines saines de pois chiche utilisées pour l'élevage de masse proviennent du marché local de la région de Tizi-Ouzou, elles sont indemnes de toute contamination.



**Figure 12.** Les graines de pois chiche utilisées pour l'élevage de masse (Originale, 2019).

### 1.2.3. Huiles essentielles

L'huile essentielle testée durant cette étude est celle de la menthe pouliot. Elle provient du marché local.

**a)Description de la plante**

*Mentha pulegium* (Linné, 1753), appelée menthe pouliot appartient à la famille des Lamiaceae. C'est une plante vivace, pubescente, couchée, parfois dressée de petite taille à taille moyenne (10 à 30 cm de haut, 45 de large), généralement poilue, à tiges florifères dressées, fortement aromatique à odeur piquante avec des petites feuilles étroites elliptiques à ovales, à pétiole court, souvent poilues au revers avec des bractées foliacées (Bruneton, 1993) (Figure 13). Selon le même auteur, la menthe pouliot possède des fleurs lilas, ses corolles ont 4 lobes presque égaux et 4 étamines saillantes, en verticilles denses, très espacés mais pas en capitule terminal (sommet de la tige non fleuri). Elle possède des verticilles à l'aisselle des feuilles supérieures et moyennes avec un calice velu, nettement cannelé, poilu dans la gorge, les 2 dents inférieures plus étroites. Sa floraison étant de juillet à octobre.

Elle est toxique à forte dose et peut provoquer l'avortement. Cette plante a aussi la particularité d'être insecticide puisqu'elle a été déjà utilisée pour faire éloigner les insectes.

*M. Pulegium* est très répandue dans l'aire méditerranéenne, elle est présente dans les milieux humides et elle est parfois cultivée comme plante condimentaire pour ses feuilles très aromatiques (Chalchat et al., 2000). C'est une espèce spontanée dans l'ensemble de l'Europe, l'Asie, l'Amérique et le nord de l'Afrique (du Maroc à l'Égypte).



**Figure 13.** Morphologie de la menthe pouliot (Anonyme4, 2018)

**b) Systématique**

D'après Cronquist, (1981), la systématique de *M. pulegium* est la suivante :

Règne : Végétal

Embranchement : Spermaphytes

Sous-embranchement: Angiospermes

Classe : Dicotylédones

Sous-classe : Gamopétales

Ordre : Lamiales

Famille : Labiacées

Genre : *Mentha*

Espèce : *Mentha pulegium* (Linée, 1753)

**c) L'huile essentielle**

L'huile essentielle utilisée dans notre expérimentation est extraite à partir des feuilles de la menthe pouliot, elle est obtenue par distillation par entraînement à la vapeur. C'est une huile 100% pure et naturelle (Figure 14).

- **Caractères organoleptiques**
  - Odeur : herbacée, menthée
  - Couleur : jaune clair
  - Apparence : liquide mobile
- **Caractères physico-chimiques**
  - Densité à 20°C : 0.930 à 0.944
  - Indice de réfraction : 1.480 à 1.490
  - Pouvoir rotatoire à 20°C : 15 à 24
  - Point éclair : 87°C

L'huile essentielle de *Mentha pulegium* est généralement considérée comme riche en pulégone, un composé toxique. Elle est constituée de différents composants tels les terpènes, esters, cétones, phénols, et d'autres éléments.



**Figure 14.** L'huile essentielle de menthe pouliot (*M. pulegium*) (Original, 2019).

## 2. Méthodes

### 2.1. Elevage de masse

L'élevage de masse de la bruche du niébé *C. maculatus* est effectué régulièrement dans des bocaux en verre ou en plastique. Chaque bocal contient comme substrat alimentaire 500g de graines saines de pois-chiche auxquelles sont ajoutés un nombre indéterminé de bruches ainsi que des graines déjà infestées par ce ravageur (Figure 15).

Les bocaux sont maintenus à l'obscurité dans une étuve réglée aux conditions favorables à leur développement à une température de 27°C et une humidité relative de 70%.

Le but de cet élevage est l'obtention des adultes de *C. maculatus* âgés entre 0 et 24 heures en nombre suffisant nécessaires aux différents tests expérimentaux.

### 2.2. Test par inhalation

Ce test consiste à étudier seulement la longévité des adultes de *C. maculatus* soumis à des traitements par inhalation de l'huile essentielle en fonction de la durée d'exposition. Pour cela nous avons suivi le protocole expérimental (Figure 16) suivant :

- ❖ Placer au niveau des bocaux en verre de 125ml de volume, des cercles de papier filtre de 2cm de diamètre (contenant de 1ml d'acétone) fixés à la face interne du couvercle de chaque bocal à l'aide d'un fil et d'une bande adhésive.
- ❖ Des doses différentes de l'huile essentielle sont injectées sur le papier filtre (0.4µl, 0.6µl, 0.8µl et 1µl) à l'aide d'une micropipette. Des bocaux témoins non traités à

l'huile essentielle sont réalisés en parallèle (Disques de papier filtre traités avec 0.1 ml d'acétone uniquement).

- ❖ Cinq couples de bruches adultes âgés de 0 à 24 heures sont introduits rapidement dans les bocaux avant de les fermer hermétiquement.
- ❖ Quatre répétitions sont réalisées pour chaque dose et pour le témoin.
- ❖ Au bout de 1h, 2h, 4h et 24h d'exposition, un dénombrement des individus morts est effectué pour chaque dose et pour le témoin



**Figure 15.** Elevage de masse de la bruche du niébé *C. maculatus* au laboratoire (Originale, 2019)



**Figure 16.** Dispositif expérimental du test d'inhalation de l'huile essentielle utilisée à l'égard des adultes de *C. maculatus* (Originale, 2019).

- **Estimation de la DL50 par la méthode de droite de régression**

L'estimation de la DL50, dose létale à partir de laquelle nous obtenons 50% de mortalité d'une population soumise à l'expérience, est réalisée pour le test par inhalation après 24 h d'exposition. Le comptage des adultes morts de *C. maculatus* est effectué et la mortalité corrigée (Mc) est calculée à partir des mortalités observées (Mo) en utilisant la formule d'Abott (1925), qui tient compte de la mortalité observée dans les lots témoins (Mt) :

$$Mc\% = (M_o - M_t) / (100 - M_t) \times 100$$

Les mortalités corrigées sont transformées en probits en utilisant la table des probits, et les doses sont transformées en logarithme décimal, ce qui permet d'établir les équations de la droite de régression.

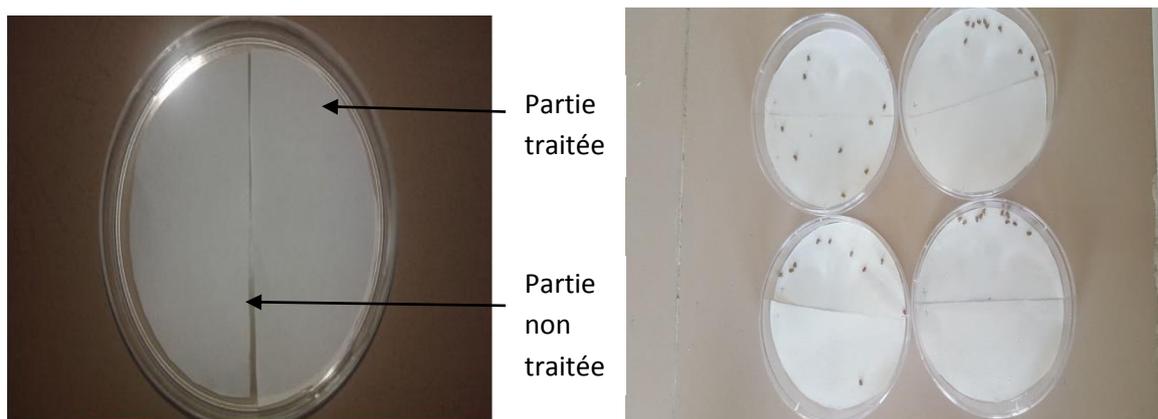
### 2.3 Test par répulsion

L'effet répulsif des huiles essentielles à l'égard des adultes de *C. maculatus* a été évalué en utilisant la méthode de la zone préférentielle sur un papier filtre.

Des disques de papier filtre de 9 centimètre de diamètre utilisés à cet effet ont été divisés en deux parties égales. Quatre teneurs différentes de l'huile essentielle ont été préparées par dilution dans l'acétone(0.2ml) : 4µl, 6µl, 8µl et 10µl. A l'aide d'une micropipette, chaque solution a été uniformément répandue sur une moitié de disque, tandis que l'autre moitié a reçu uniquement de l'acétone. Après évaporation complète du solvant, les deux moitiés de disque ont été ressoudées au moyen d'une bande adhésive. Le disque de papier filtre ainsi reconstitué a été placé dans une boîte de Pétri de 9 centimètre de diamètre (Figure 17).

Un lot de 10 insectes adultes âgés de 0 à 24 heures a été placé au centre de chaque disque de papier dans les boîtes de Pétri et quatre répétitions ont été effectuées pour chaque dose d'huile essentielle testée.

Après une demi-heure de traitement, le nombre de bruches présents sur chacune des parties des disques est notée(partie traitée et partie non traitée).



**Figure 17.** Dispositif expérimental du test de répulsion de l'huile essentielle de menthe pouliot à l'égard de la bruche du niébé (Originale, 2019).

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

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

Nc : nombre de bruches présent sur le demi-disque traité uniquement avec l'acétone.

Nh : nombre de bruches présents sur le demi-disque traité avec la solution huileuse de la menthe pouliot.

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

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

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

## 2.4. Analyse statistique

Les résultats obtenus pour les différents paramètres étudiés sont soumis à une analyse de la variance à un ou deux critères de classification en utilisant le logiciel STATBOX, version 6.3 pour déterminer l'action de l'huile essentielle vis-à-vis de bruche du haricot doliq.

Si la probabilité (P) est :

$P > 0.05$  Les variances montrent une différence non significative.

$0.01 \leq P \leq 0.05$  Les variances montrent une différence significative.

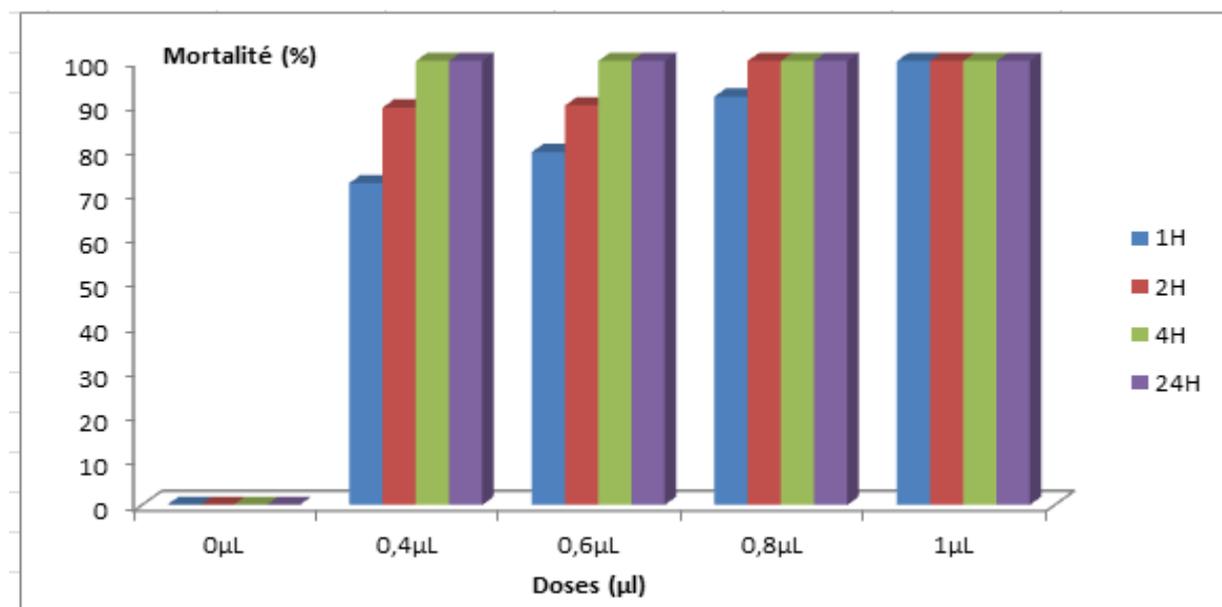
$0.001 \leq P \leq 0.1$  Les variances montrent une différence hautement significative.

$P \leq 0.001$  Les variances montrent une différence très hautement significative.

Lorsque cette analyse montre des différences significatives, elle est complétée par le test de Newman et Keuls au seuil de 5% afin de déterminer les groupes homogènes (Dagnelie, 1975).

### 1. Evaluation de la toxicité par inhalation de l'huile essentielle de menthe pouliot

Les résultats obtenus pour l'action de l'huile essentielle de *M. pulegium* sur les adultes de *C. maculatus* soumis au test par inhalation, sont exprimés en pourcentage de mortalité et sont présentés dans la figure 18.



**Figure 18.** Mortalité (en %) des adultes de *C. maculatus* traités par inhalation par l'huile essentielle de *M. pulegium* en fonction des doses et de la durée d'exposition.

Les résultats présentés dans la figure ci-dessus, montrent que la mortalité des adultes de *C. maculatus* évolue proportionnellement en fonction de la dose de l'huile essentielle de *M. pulegium* appliquée par inhalation et de la durée de leur exposition.

Dans les lots témoins (non traités), une mortalité de 0% est enregistrée après 24 heures d'exposition.

A la dose 0,4 µl, nous avons enregistré un taux moyen de mortalité de 75% après 1h de temps uniquement pour atteindre le maximum de mortalité soit 100% après 24h de traitement à la même dose.

Dès 4 heures d'exposition à toutes les doses (0,4µl, 0,6µl, 0,8µl et 1µl), nous avons enregistré une mortalité totale des adultes soumis au traitement à l'huile essentielle de la menthe pouliot.

A la dose 1 $\mu$ l, une mortalité de 100% est enregistrée dès 1 heure d'exposition aux vapeurs de l'huile essentielle utilisée.

L'analyse de la variance à deux critères de classification montre une différence très hautement significative pour le facteur dose (P 0) et une différence significative pour le facteur durée d'exposition (P= 0,035) (Tableau IX).

**Tableau IX :** Résultats de l'analyse de la variance au seuil de 5% pour le paramètre mortalité des adultes de *C. maculatus* traitées par inhalation à l'huile essentielle de menthe pouliot.

|                          | S.C.E    | DDL | C.M.     | Test F  | Proba.  | E.T.  | C.V.  |
|--------------------------|----------|-----|----------|---------|---------|-------|-------|
| <b>Var. Totale</b>       | 30098,13 | 19  | 1584,112 |         |         |       |       |
| <b>Facteur 1. Dose</b>   | 29256,95 | 4   | 7314,237 | 207,716 | 0       |       |       |
| <b>Facteur 2. Temps</b>  | 418,635  | 3   | 139,545  | 3,963   | 0,03536 |       |       |
| <b>Var. Résiduelle 1</b> | 422,553  | 12  | 35,213   |         |         | 5,934 | 7,79% |

Le test de Newman et Keuls, au seuil de signification de 5% classe le facteur dose dans deux groupes homogènes : A pour les différentes doses (0,4 $\mu$ l, 0,6 $\mu$ l, 0,8 $\mu$ l et 1 $\mu$ l) et B pour le témoin (Tableau X), et classe le facteur durée d'exposition dans trois groupes homogènes : B pour la durée 1 heure, AB pour la durée 2 heures et A pour 4 et 24 heures (Tableau XI).

**Tableau X :** Résultats du test de Newman et Keuls au seuil de signification de 5% pour le pourcentage mortalité moyenne des adultes de *C. maculatus* en fonction de la dose.

| F1= Dose   | Libelles    | Moyennes | Groupes homogènes | Groupes homogènes |
|------------|-------------|----------|-------------------|-------------------|
| <b>5.0</b> | 1 $\mu$ l   | 100      | A                 |                   |
| <b>4.0</b> | 0.8 $\mu$ l | 98       | A                 |                   |
| <b>3.0</b> | 0.6 $\mu$ l | 92.375   | A                 |                   |
| <b>2.0</b> | 0.4 $\mu$ l | 90.5     | A                 |                   |
| <b>1.0</b> | 0 $\mu$ l   | 0        |                   | B                 |

**Tableau XI:** Résultats du test de Newman et Keuls au seuil de signification de 5% pour le pourcentage mortalité moyenne des adultes de *C. maculatus* en fonction de la durée d'exposition.

| F2= Durée d'exposition | Libelles | Moyennes | Groupes homogènes | Groupes homogènes |
|------------------------|----------|----------|-------------------|-------------------|
| 4.0                    | 24h      | 80       | A                 |                   |
| 3.0                    | 4h       | 80       | A                 |                   |
| 2.0                    | 2h       | 75.9     | A                 | B                 |
| 1.0                    | 1h       | 68.8     |                   | B                 |

- **Estimation de la DL50 de l'huile essentielle de *M. pulegium* sur *C. maculatus* par inhalation**

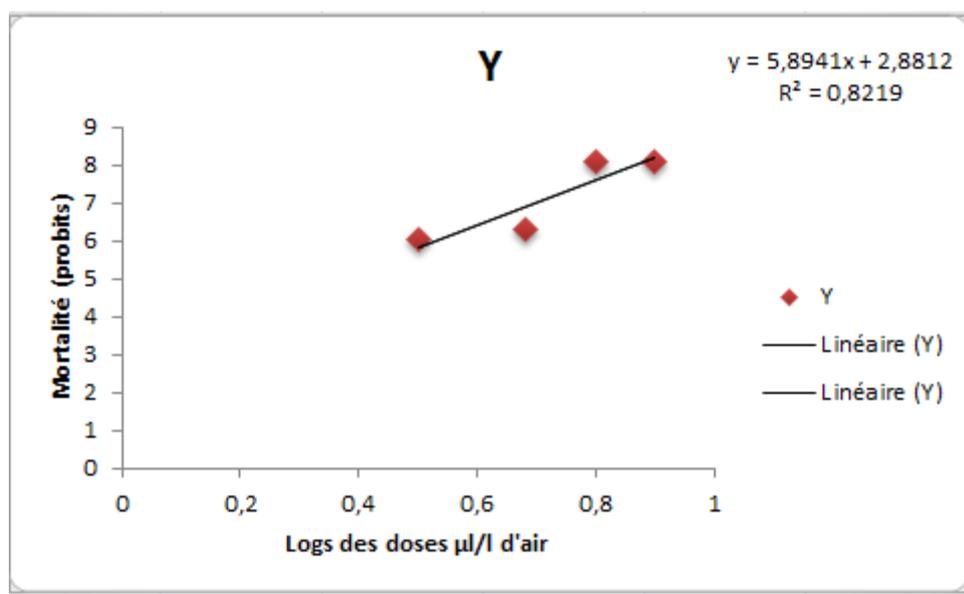
L'estimation de la DL50 de l'huile essentielle de *M. pulegium* à l'égard de *C. maculatus* est effectuée après 24heures d'exposition par inhalation.

Les valeurs de la mortalité observée lors du test par inhalation des adultes de *C. maculatus* sont présentées dans le tableau XII. Dans notre cas, les mortalités observées sont égales aux mortalités corrigées puisque nous n'avons observé aucune mortalité au niveau des lots témoins.

**Tableau XII :** La mortalité moyenne des insectes en pourcentage et en unités de probits en fonction des doses de *Mentha pulegium* par inhalation.

| Doses ( $\mu$ l) | Moyenne de mortalité corrigée (%) | Log des doses | Probits des moyennes de mortalité corrigée |
|------------------|-----------------------------------|---------------|--------------------------------------------|
| 0,4              | 85                                | 3,2           | 6,04                                       |
| 0,6              | 90                                | 4,8           | 6,28                                       |
| 0,8              | 100                               | 6,4           | 8,09                                       |
| 1                | 100                               | 8             | 8,09                                       |

Ces données permettent de construire la courbe de régression linéaire (Figure 19) représentant la relation entre les logarithmes décimaux des doses et les probits des moyennes de mortalités corrigées des adultes de *C. maculatus*.



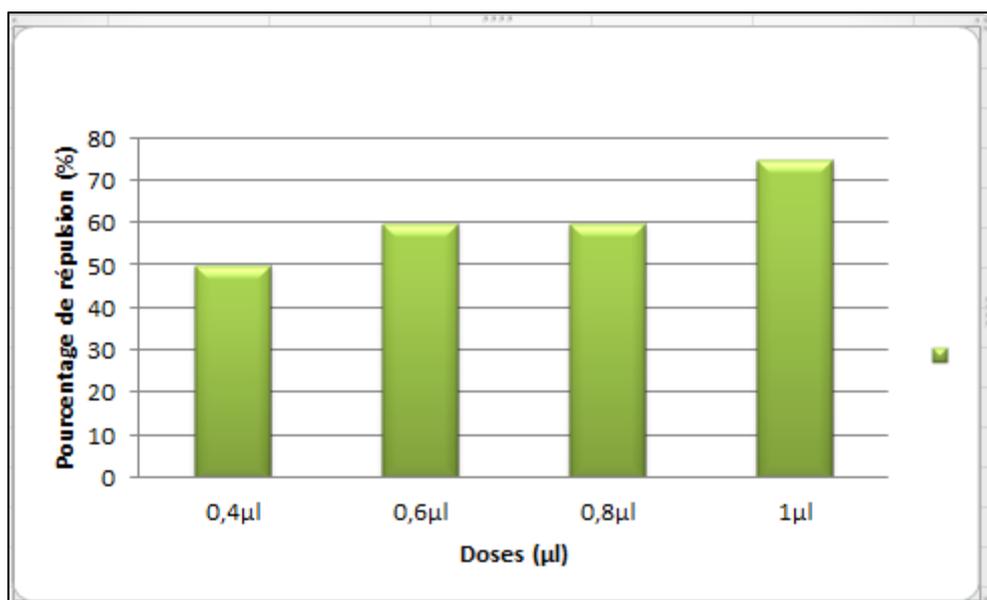
**Figure 19.** Ajustement d'une droite de régression des moyennes de mortalité des adultes *C. maculatus* en fonction du logarithme des doses soumis à la fonction de l'huile essentielle *M. pulegium* par inhalation.

La droite de régression  $Y = 5,8941x + 2,8812$  permet de déterminer la dose de DL50 ; la valeur absolue de X lorsque Y égale à 5 correspond à la dose recherchée. Le calcul de la DL50 a donné une valeur de  $0,27\mu\text{l}$ .

Le coefficient de corrélation se rapproche de 1 il indique ainsi une forte corrélation entre les deux variables quantitatives (doses et moyennes de mortalités).

## 2. Evaluation de la toxicité par répulsion de l'huile essentielle de la menthe pouliot

Nous avons évalué l'effet répulsif de l'huile essentielle *M. pulegium* par la méthode de la zone préférentielle ; les résultats sont présentés dans la figure 20.



**Figure 20.** Taux de répulsion des adultes de *C. maculatus* en fonction des doses de l'huile essentielle *M. pulegium*

Les effets les plus considérables sont enregistrés à la dose 1 $\mu\text{l}$  où le taux de répulsion a atteint 80% pour l'huile essentielle de menthe pouliot (*M. pulegium*), alors qu'aux faibles doses 0,4 $\mu\text{l}$ , 0,6 $\mu\text{l}$  et 0,8 $\mu\text{l}$ , les taux de répulsion sont de l'ordre de 50% à 60%.

Cependant, l'analyse de la variance montre qu'il n'y a pas de différence significative pour le facteur dose ( $P=0,31$ ) et les doses ne diffèrent pas significativement entre elles (tableau XIII).

**Tableau XIII :** Analyse de la variance au seuil de 5% pour le paramètre pourcentage de répulsion des adultes de *C. maculatus* traitées avec l'huile essentielle de menthe pouliot.

|                          | S.C.E | DDL | C.M. | Test F | Proba.  | E.T.   | C.V.   |
|--------------------------|-------|-----|------|--------|---------|--------|--------|
| <b>Var. Totale</b>       | 5175  | 15  | 345  |        |         |        |        |
| <b>Var. Facteur 1</b>    | 1275  | 3   | 425  | 1,308  | 0,31737 |        |        |
| <b>Var. Résiduelle 1</b> | 3900  | 12  | 325  |        |         | 18,028 | 29,43% |

D'après le tableau ci-dessous, le nombre de bruches augmente dans les parties traitées uniquement avec l'acétone et cela au fur et à mesure que la dose de l'huile essentielle utilisée augmente dans la partie traitée.

**Tableau IXV** : Nombre moyen de bruches recensées dans les parties traitées et non traitées et le pourcentage de répulsion de l'huile essentielle de *M. pulegium*.

| Huile essentielle de <i>Mentha pulegium</i> |                                            |                                                   |                             |     |
|---------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------------------|-----------------------------|-----|
| Moyenne d'individus présents dans           | Partie traitée<br>à l'huile<br>essentielle | Partie non<br>traitée à<br>l'huile<br>essentielle | Pourcentage de<br>répulsion |     |
| <b>Dose</b>                                 | 0.4µl                                      | 2.5                                               | 7.5                         | 50% |
|                                             | 0.6µl                                      | 2                                                 | 8                           | 60% |
|                                             | 0.8µl                                      | 2                                                 | 8                           | 60% |
|                                             | 1µl                                        | 1.25                                              | 8.75                        | 75% |
| <b>Taux moyenne de répulsion</b>            |                                            |                                                   | 61.25%                      |     |
| <b>Classe</b>                               |                                            |                                                   | IV                          |     |
| <b>Effet</b>                                |                                            |                                                   | Répulsif                    |     |

En s'appuyant sur la méthode de Mc Donald et *al.* (1970), le taux moyen de répulsion de l'huile essentielle de *M. pulegium* est de 61.25% ce qui nous permet de noter qu'elle appartient à la classe IV par conséquent son effet est répulsif.

### 3. 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 du niébé, par l'utilisation de l'huile essentielle de *M. pulegium*.

Au terme de notre étude, il ressort que l'huile essentielle de la menthe pouliot testée exerce un effet insecticide très important vis-à-vis de *C. maculatus* et à des doses relativement faibles. Elle pourrait avantageusement être utilisée comme bio-insecticide pour conserver les graines de niébé. Cet effet insecticide est lié à plusieurs paramètres comme la dose d'huile utilisée et la durée d'exposition.

L'huile utilisée exprime une importante toxicité par inhalation, en effet, elle réduit la durée de vie des adultes de *C. maculatus* d'une manière très hautement significative au fur et à mesure que la dose augmente, et d'une manière significative pour la durée d'exposition.

Dès la plus faible dose (0.4µl), l'huile essentielle de *M. pulegium* induit une mortalité totale des adultes de *C. maculatus* après 4h d'exposition uniquement.

A notre connaissance, en Algérie, aucune étude n'a été réalisée sur l'effet insecticide de l'huile essentielle de *M. pulegium* sur les adultes de *C. maculatus*. Cependant, nos résultats se rapprochent de certains travaux qui ont été effectués sur d'autres huiles essentielles dans le cadre de la lutte biologique contre ce insecte et d'autres ravageurs des stocks.

Selon Mansour et *al.*, (2009), une mortalité totale d'adultes de *C. maculatus* est notée après 24h d'exposition à l'huile essentielle de la menthe verte (Lamiacée) à la dose de 50µl.

Adi et Lhadj (2005) montrent que l'huile d'orange a un effet par inhalation très toxique sur *C. maculatus* car ces auteurs ont enregistré une mortalité de 100% après 48h d'exposition à la dose de 0,5ml /l d'air.

Hedjel-Chebheb (2014) a enregistré 100% de mortalité de *C. maculatus* après 24h d'exposition dans les lots traités avec l'huile essentielle d'*Eucalyptus cinerea* à la dose de 25µl. Kellouche et *al.* (2010) ont obtenu le même résultat avec l'huile essentielle d'*E. globulus* et *E. citriodora*, et cela à partir de la dose de 20µl/l après 24h d'exposition.

En outre Taleb-toudert (2015) a montré que les huiles essentielles d'*E. globulus* et *E. radiata* ont induit 100% de mortalité chez les adultes de *C. maculatus* après 96h d'exposition à la dose de 4µl/l d'air. L'huile essentielle testée de *Pistacia lentiscus*, a provoqué 100% de mortalité, après 24h d'exposition à la plus forte dose (16µl/l) contre *C. maculatus*.

D'après toutes ces études, l'huile essentielle de *M. pulegium* semble être très efficace ; puisqu'elle a induit une mortalité totale à des doses plus faible (0.4µl) après une durée d'exposition plus courte (4h) par rapport a d'autres huils essentielles.

Dans notre expérimentation, le calcul de la DL50 de l'huile essentielle de *M. pulegium* après 24h d'exposition sur les adultes de *C. maculatus* par inhalation est de 0,27µl. De nombreux travaux relatifs à l'évaluation de la DL50 et à l'activité des huiles essentielles sont connus sur les différents ravageurs des denrées stockées et ont été réalisés sur d'autres espèces voisines de la bruche du niébé.

Nos résultats sont proches de ceux de Nemmar (2017), qui a noté que la dose létale qui tue 50% des adultes mâles de *Bruchus rufimanus* soumis à l'action de l'huile essentielle

de *M. piperita* est de 3,54µl, par inhalation, et de 6,50µL par contact. Cependant, cette huile essentielle semble être plus toxique sur les adultes de petit capucin des graines stockés.

Pour sa part, Kechroud (2012) a signalé que la dose létale occasionnant la mortalité de 50% des adultes de *R. dominica* est de l'ordre de 16.25%, à la dose 12µL/ml, avec les essences extraites des aiguilles du pin sylvestre, et avec les huiles des rameaux de la même essence, elle est de 21.25% à la même dose.

D'après Amirat et al. (2011), le taux de mortalité des adultes du puceron noir traités par fumigation augmente proportionnellement avec la dose de deux huiles essentielles : de l'*Origanum glondullosum* et de *Lavandulla stochoeas*. Les DL50 calculées après 12h d'exposition pour l'origan et après 24h pour la lavande montrent que l'huile essentielle de l'origan est plus toxique sur *Aphis pomi* avec une DL50 de 0.053µl/cm<sup>2</sup> et que l'huile essentielle de la lavande est moyennement toxique avec une DL50 de 0.105 µl/cm<sup>2</sup>.

L'effet répulsif des huiles essentielles sur les ravageurs des denrées stockées est largement documenté. C'est ainsi que kishan et al. (2001), ont montré que l'huile essentielle d'*Artemisia annua* est modérément répulsive vis-à-vis de trois coléoptères des denrées stockées, *C. maculatus*, *R. dominica* et *Sitophilus oryzae*, avec une répulsion moyenne de 65 à 74% à la forte dose testée (4µl/ml) pendant 1heure. Cet effet est proche de celui exercé par l'huile essentielle de *M. pulegium* sur *C. maculatus* (61.25%). De même, Roy et al. (2005) affirment que l'huile essentielle extraite de Lastron bâtard (*Blumea lacera*) manifeste une répulsion de 55,7% à l'égard de *R. dominica* et de 55,34% à l'égard de *S. oryzae*.

Hadjel-Chebheb (2014) a montré que les huiles essentielles des différentes espèces de genre *Eucalyptus* sont très actives à l'égard de *C. maculatus* à partir de la dose de 75µl. Par contre l'huile essentielle du Cyprès de l'Atlas (*Tetraclinis articulata*) est très répulsive à partir de la dose de 6,5µl (80%). Celle de *Pinus halepensis* est modérément répulsive (60%).

De même Taleb-Toudert (2015) a montré que les huiles essentielles d'*E. globulus*, *E. radiata*, *Salvia officinalis* se sont révélées comme les plus répulsives sur les adultes de *C. maculatus* avec un taux de 100% à la dose de 12µl.

Hamai et al. (2009) ont signalé l'effet répulsif (63,75%) de l'huile essentielle de citronnier, de même pour l'huile essentielle de lavande qui a un effet répulsif de 69,17%. Contrairement à l'huile essentielle d'abricot qui a un effet faiblement répulsif (21,66%) vis-à-vis des adultes de *C. maculatus*.

Pour leur part, Ait Slimane et Hadj Said (2003) constatent que l'huile essentielle de genévrier s'est révélée très fortement répulsive avec un pourcentage de 92% vis-à-vis de *C. maculatus*.

Belkai et Ben Sidhoum (2009) montrent que le traitement par répulsion avec les huiles essentielles Pin d'Alep et Cyprès vert ont un effet très répulsif aux doses de 25µl et 50µl respectivement vis-à-vis de *Callosobruchus maculatus*.

Le travail présenté dans ce mémoire porte sur l'évaluation de l'effet insecticide de l'huile essentielle extraite des feuilles de la menthe pouliot (*M. pulegium*) sur la bruche du niébé, *C. maculatus* par inhalation et par répulsion.

A la lumière des résultats obtenus, nous pouvons conclure que l'huile essentielle utilisée exprime une toxicité vis-à-vis des adultes de *C. maculatus* pour les différentes doses évaluées, cette toxicité varie selon le type de test effectué (inhalation et répulsion) et la durée d'exposition.

Il ressort de notre étude qu'au fur et à mesure que les doses bio-insecticides testées augmentent, la longévité des bruches qui sont la source d'infestation du niébé aux champs diminue.

L'huile essentielle exerce aussi un effet par inhalation à l'égard des adultes de *C. maculatus* en fonction de la dose et de la durée d'exposition ; la mortalité maximale enregistrée est de 100% à la dose 0.4µl après 4 heures d'exposition pour cette huile essentielle.

L'estimation de la DL50 de l'huile testée contre *C. maculatus* révèle une valeur de la DL50 de 0.27µL ; cette valeur est relativement faible ce qui indique que l'huile essentielle de *M. pulegium* est toxique comparativement à d'autres huiles essentielles déjà testées contre ce ravageur dans des conditions de laboratoires.

Le test de répulsion montre que l'huile essentielle de *M. pulegium* est répulsive vis-à-vis des adultes à la petite dose qui est 0.4µl.

Le calcul du pourcentage de répulsion par la méthode de Mc Donald et *al.* (1970), permet d'avancer que l'huile essentielle de *M. pulegium* appartient à la classe IV donc elle est répulsive (PR= 61.25).

Il ressort globalement de notre étude que l'huile essentielle de *M. Pulegium* présente une toxicité sur les adultes de *C. maculatus* et pourrait affecter considérablement leur reproduction. De ce fait, elle pourrait constituer un moyen alternatif à la lutte par les insecticides classiques.

D'autres études doivent être effectuées pour compléter ce travail dans le but de mieux connaître la bruche du niébé *C. maculatus* et d'évaluer l'importance d'autres huiles essentielles pour lutter contre ce ravageur potentiel des graines de niébé dans les stocks.

Des investigations supplémentaires pourraient être réalisées avant toutes applications de ces huiles à grande échelle afin de prévenir d'éventuels risques toxiques aussi bien pour l'environnement que pour la santé humaine et animale.

**Adi S. et Lhadj T., 2005.** Action de quelques extraits végétaux sur la bruche de niébé *Callosobruchus maculatus* (F) (Coleoptera : Bruchidae). Mémoire d'Ingéniorat en Biologie. U.M.M.T.O. p 56.

**Ahmed M. S., 1992.** Composition, nutrition and favor of peanuts H. G. bate anal C. T. young ed. Peanuts science and technology T. X. pp. 665-668.

**Ait Slimane M. et Hadj Saïd H., 2003.** Contribution à l'évaluation de l'activité insecticides de trois huiles essentielles et d'un insecticide de synthèse sur *Rhizopertha dominica* F. (Coleoptera : Bruchidae). 62p.

**Amirat N., Tebboub S. et Sebti M., 2011.** Effets insecticides des huiles essentielles chémotypes de deux plantes aromatiques *Lavandul astoechas* et *Origanumg landulosum* de la région de Jijel. Séminaire, de l'année internationale des forêts.

**Anonyme 1, 2002.** Le bulletin bimensuel. Direction des politiques de commercialisation, Agriculture et Agroalimentaire Canada. 4p.

**Anonyme 2, 2002.** <https://fr. Wikipedia.org/wiki/Niébé>.

**Anonyme 3, 2002.** <https://fr. Wikipedia.org/wiki/Niébé>.

**Anonyme 4, 2016.** Wwww. Wekipedia. Org.

**Antony K., 2004.** Conservation des graines de légumineuses en régions chaudes C au Sénégal. 15 (4) : 49-54.

**Appert J., 1992.** Le stockage des produits vivriers et semenciers. Ed. Maisonneuve et Larose. Paris. 192p.

**Archana V. et Jawali N., 2007.** Genetic variation and relatedness in *Vigna unguiculata* revealed by microsatellites, founder's day special issue, 285: 190-197.

**Ayadi R., 1997.** Collecte et évaluation des ressources phylogénétiques des genres (*Phaseolus*) et (*Vigna*) pour un éventuel programme de sélection. Thèse d'Ing. I.N.S. de Blida. 93p.

**Bachelot H., Blaise M., Corbel F. et Gernic K., 2006.** Huiles essentielles extraction et comparaison. Thèse licence 2 Biologie (UCU Bretagne Nord).60p.

**Bahri H., 2016.** Légumineuses des graines nutritives pour un avenir durable. ISBN 978-925-2094463-0. Organisation des Nations Unis pour l'Alimentation et l'Agriculture. 189p.

**Baudoin J.P., 2001.** Contribution des ressources phylogénétiques à la sélection variétales des légumineuses alimentaires tropicales. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 5(4) : 230.

**Balachowsky A.S., 1962.** Entomologie appliquée à l'agriculture, les coléoptères. Ed. Masson et Cie. Paris. T1. 564p.

**Balachowsky A.S., 1963.** Entomologie Appliquée à l'agriculture, les coléoptères. Ed. Masson et Cie. Paris. T1. 315p.

**Belhoucine R. et Makour L., 2007.** Etude de la cinétique du rendement en huile essentielle de *Salvia officinal*. Estimation de son effet sur certains facteurs biologiques de *Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera : Bruchidae). Thèse de D.E.S en biologie U.M.M.T.O 86p.

**Belkai S. et Ben Sidhoum F., 2009 in Sleyimi Y., 2008.** Contribution à l'étude de l'activité biologique de l'huile essentielle de génévrier et de carotte à l'égard de la bruche du niébé: *Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera : Bruchidae). Mémoire d'ingénieur U.M.M.T.O. 44p.

**Belmiloud K. et Halalou T., 1999.** Contribution à l'étude de la production du haricot dolique au cours d'un essai à l'I.T.M.A de Boukhalifa à la Wilaya de Tizi-Ouzou. Thèse d'Ing. Agro. U.M.M. de Tizi-Ouzou. 64p.

**Boughdad A., Gillon Y. et Gagnepain C., 1986.** Influence du tégument des graines mûres de *Vicia faba* sur le développement larvaire de *C. maculatus*. *Entomologia Experimentalis Applicata* 42 : 125-132.

**Borget M., 1989.** Les légumineuses vivrières. Ed. Maisonneuve et Larose, Paris. 161p.

**Bruneton J., 1987 :** Eléments de biochimie et de pharmacognosie. Paris, Techniques et documents. Ed. Lavoisier. 585p.

**Bruneton G., 1993:** Eléments de phytochimie, pharmacognosie et plantes médicinales. 2<sup>ème</sup> édition, Paris. Techniques et documents. Ed. Lavoisier. P: 632-915.

**Caswell G.H., 1960.**The infestation of cowpea in the western region of Nigeria.Tropical sciences 3: 154-158.

**Couplan F. et Marmy F., 2004.** Légumes Oubliées : Le mongette (*Vigna unguiculata*), Dossier Plantes, 3p.

**Charrier A., Jacquot M.,Seg H. et Dominique N., 1997.** L'amélioration des plantes tropicales, CIRAD/ORSTOM pp. 483-508.

**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.

**Chiasson H., et Beloin N., 2007.** Les huiles essentielles des biopesticides nouveau genre Antennae, Vol. 14. N°1 bulletin de la société d'entomologie du Québec. p. 3-5.

**Chung G.H., nelson R.I. et Singh R.J., 2007.** Landmark research in legumes N.R.S Res. Press.pp.: 525-537.

**Cronquist A., 1981.** An integrated system of classification of flowering plants. Columbia University. Paris, New York, 1262p.

**Cruz J. F., Troude F., Griffon D., heber J. P., 1988.**Conservation des graines en région chaudes.(Technique rurale en Afrique). 2Ed.s Ministère de la coopération et du développement. Paris France. 545p.

**DavetP., 1996.** Vie microbienne du sol et production végétale Ed. I.N.R.A. Paris. 383p.

**Dagnelie P., 1975.** Théorie et méthodes statistiques. Les presses agronomiques de Gembloux, Belgique, 2 : 245-249.

**Danoun M. et Ousmer L., 2000.** Etude de la production du haricot dans la région de Tizi-Ouzou. Enquête agro techniques et socio-économiques. Composants du rendement et teneurs en azote de la culture. Thèse d'Ing. En Agronomie d'I.M.M. de Tizi-Ouzou. 87p.

**Demol J., 2002.** Amélioration des plantes. Application aux principales espèces cultivées en régions tropicales. Les presses Agronomiques de Gembloux. Gembloux, Belgium. pp.351-392.

**Delobel A. et Tran M., 1993.** Les coléoptères des denrées alimentaires entreposées dans les régions chaudes. Ed. Orstom. Paris. 442p.

**Diop Y. M., Marchoini E. BA. D. et Hasselman C., 1997.** Radiation des infestation of cowpea scads contaminated by *Callosobruchus maculatus* .Journal of food processing and preservation; 21 (1): 69-81.

**Don-Pedro K. N., 1985.** Toxicity of some citrus peels to *Dermstes maculatus* Deg. And *Callosobruchus maculatus* (F). Journal of stored products Research Stored products Research 21(1): 31-34.

**Don –Pedro K. N., 1989.** Mode of action of fixed oils against eggs of *Callosobruchus maculatus* (F). Pesticide Science 26: 107-116.

**Dongret K., rananavar H. D. et Dessar R. P., 1997.**influence of gamma radiation on oviposition and egg viability of *Calossobruchus maculatus* (F.) and grain loss in mung bean storage. J. Nuclear. Agro.Biol 26 (3): 161 – 165.

**Echendu TN. C., 1991.**Ginger, cashew and Neem as surface protectants of cowpeas against infestation and damages by *C. maculatus*(Fab). Tropical Science 31: 209-211.

**Ehlers D. A.E., 1997.**Cowpea (*Vigna unguiculata*). Field, Crops Research. 53: 187-204.

**FAO., 2008.**FAOSTAT Agriculture Data.[Http://aps.fao.org/cgi-bin/nphd\\_b.pl](http://aps.fao.org/cgi-bin/nphd_b.pl).Hamby.M. 1988.Cowpea processing project.685-0281. USAID. DAKAR, Sénégal. 140p.

**FAOSTAT., 2010.**Agricultural production, crop primary database.Food and Agricultural Organization of the United Nations, Rome.[http:// faostat. Fao.org/ faostat/](http://faostat.fao.org/faostat/).

**Fargo W. S., Cuperus G. W., bonjour E. L., Buchholder W. E., Clary B. L. et Payton M. E.,1994.** Influence of probe trap type and attractant on the capture of four stored grain Coleoptera. J. Stored Prod. Res. 58p.

**Fleurat-Lessard F., 1980.** Enquête sur l'état sanitaire des stocks de grains en France. Deuxième partie : les résultats, Bulletin technique d'information du ministère de l'agriculture. 349. Pp : 271-280.

**Gakuru S. et Foua-Bi K., 1996.** Effet d'extraits de plantes sur la bruche du niébé (*Cmaculatus Fab.*) et le charançon de riz (*Sitophilus oryzae*).

**Goucem-khelfane K., 2014.** Etude de l'activité insecticide des huiles essentielles et des poudres de quelques plantes à l'égard de la bruche du haricot *Acanthocelides obtectus* Say

(Coleoptera : Chrosomelidae), Bruchinae et comportement de ce ravageur vis-à-vis des composés volatils de différentes variétés de la plante hôte (*Phaseolus Vulgaris* L.). Thèse de doctorat d'état. U.M.M.T.O. Pp : 61-62.

**Gueerts P., Toussaint A., Mergeai G. et Baudoin J. P., 2011.** Phaseolus immature embryo rescue technology. Methods in molecular biology. 710. Pp : 117-129.

**Ghalmi N., 2010.** Etude de la diversité génétique de quelques écotypes locaux de *Vigna unguiculata* (L.) Walp, cultivés en Algérie. Thèse doctorat. ENSA, El Harrach. Alger. 149p.

**Gwinner J., Harmisch R. et Muer., 1996.** Manuel sur la manutention et la conservation des grains après récolte. Ed. GT2. Esehbm. 368p.

**Hamai L. 2009.** Interprétation des anomalies de champs de potentiel du Sud de l'Afrique : traitement, modélisation et inversion. Master 2 recherche, Institut de physique du Globe de Paris.

**Hedjal-Chebheb M., 2002.** Contribution à l'étude de l'effet de la nutrition minérale sur les caractéristiques agronomiques et éco-physiologiques de quelques variétés de *Vigna unguiculata*. 55p.

**Hedjal-Chebheb M., 2014.** Identification des principes actifs des huiles essentielles de quelques résineux et plantes aromatiques de provenance Algérienne et Tunisienne. Etude de leurs activités biologiques à l'égard d'un insecte ravageur des graines stockées, *Callosobruchus maculatus* F. 1775 (Coleoptera : Bruchidae). Thèse de doctorat U.M.M.T.O. 103p.

**Heller R., 1993.** Physiologie végétale. Nutrition 5ème édition Masson, 294p.

**Hoffman A., 1954.** Coléoptères Bruchidae et Anthribidae (Faunes de France), Paris. 184p.

**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.

**Ivbigaro M. F., 1983.** Presentation of cowpea, *Vigna unguiculata* (L.) Walp, with the Neem seed, *Azadirachta indica* A. Juss. Protection Ecology 5: 177-182.

**Jackai L.E.N. et Daoust R. A ., 1986.**Insect pests of cowpea. Ann; Rev. Entomol.31. Pp: 95-98.

**Jaloux B., 2004.** La discrimination interspécifique par *Eupelmus vuilleti* (Hymenoptera: Eupemidae) des hôtes parasités par *Dinarmus basalis* (Hymenoptera : pteromalidae). Thèse de doctorat, Tours. 161p.

**Karbache F., 2009.** Effet entomoxiques de quelques variétés de haricot (*Phaseolus vulgaris*) sur la bruche du pois chiche *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera : Bruchidae). Mémoire magister. E.N.S. agro Harrach Alger. 115p.

**Kechroud M., 2012.** Effets insecticides des huiles essentielles de *Pinus nigra* Arl Ssp. Mauritanica Maire et Peyer sur les ravageurs des denrées stockées. Mémoire de master en biologie. Université Abdrahmane mira. Bejaia. 59p.

**Kellouche A., 2005.** Etude de la bruche du pois-chiche, *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae): biologie, physiologie, reproduction et lute. *Thèse de doctorat* d'état, Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou. 155p.

**Kellouche A., Ait-Aider F., Labdaoui K., Moula D., Ouendi K., Hamadi N., Ouramdane A., Frerot B. et Mellouk., 2010.** Biological activity of ten oils against cowpea beetle, *Callosobruchus maculatus* Fabricus (Coleoptera: Bruchidae). Int. J. Intg. Biol., 2010.Vol 10 (2): 86-89.

**Kingslover J.M., 2004.** Handbook of the Bruchidae of the United States and Canada (Insecta, Coleoptera). 1. 340p.

**Kishan K. A., Arun K. T., Veena P. et Sushil K., 2001.** Toxicity of 1, 8-Cineole Towards Three Species of Stored Product Coleopterans. Insect Sci. Applic.Vol. 21.N° 2. Pp. 155-160.

**Koroch A. R., Juliani H. R. et Zygadlo J. A., 2007.** Bioactivity of essential oils and their Components. In: berger RG. Ed. Flavours and fragrances Chemistry.Bioprocessing and Sustainability. Edition: Springer. Germany. Pp: 87-115.

**Lepesme P., 1994.** Les coléoptères des denrées alimentaires et des produits industriels entreposés. Ed. Paul le chevalier Paris. 335p.

**Lichtenstein E. P., 1996.** Insecticides occurring naturally in crops.Adv. Chem. Ser. 53. Pp : 34-38.

**Lienard V. et Seck D., 1994.** Revue des méthodes de lutte contre *Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera: Bruchidae), ravageurs des graines de niébé (*Vigna unguiculata* L. walp) en Afrique tropicale. Insect Sci. Appli. 15 (3): 301-311.

**Madamba R., Grubben G.J.H., Asante I. K. et akromah R., 2006.** *Vigna unguiculata* (L) Walp. In: PROTA 1; Cereals and pulses/cereals and legumes. Brink M.Ed. PROTA. Wageningen. Pays Bas. 327p.

**Magah M. I., 1984.** Caractéristique et collecte des données niébé (*Vigna unguiculata*Walp). Séminaire sur l'expérimentation Agronomique et suivi de l'essai à l'INRAN du 18/04 au 02/05/1984 au Niger.

**Mamou T., 2003.** Contribution à l'étude de deux huiles essentielles et de la deltamethrine sur le charançon du riz *Sitophilusorygae* L. (Coleoptera : Curculionidae). Mémoire d'ing UMMTO. 65p.

**Mansour N. B., Satrani M., Ghanmi L., El Ghadraoui A. et Aafi A., 2009.** Valorisation des huiles essentielles de *Junipures thurifera* et de *Junipurus oxycedrus* du Maroc. Phytothérapie. 8: 166-170.

**Mallamaire A., 1962.** Les bruches des légumineuses au Sénégal. Commercialisation présentée au 2<sup>ème</sup> congrès CCTA/CSA sur la conservation des denrées emmagasinées.

**Mc Donald L. L., Guy R. H. et Speirs R. D., 1970.** Preliminary evaluation of new candidate materials as oxicans, repellents and attractants against stored product insects, marketing research report n° 882. Agriculture Research services, US Departement of Agriculture, Waschington. 183p.

**Messine F. B., et Renwick J. A., 1983.** Effectiveness of oils in protecting stored cowpeas from the cowpeas weevil (Coleoptera :Bruchidae). J. Economic Entomology. 76: 634-636.

**Moumouni D.A., DommaA. et Sembene M., 2013.** Influence des zones agroécologiques sur les paramètres biologiques de *Callosobruchus maculatus* ravageur des graines de niébé (*vigna unguiculata* walp) au niger. Inter. J. Biol. Chim. Sci. 7(5). Pp : 1865-1876.

**Monge J. P. et germain J. F., 1988.** Analyse des stimulations issues de plante hôte influançant la recherche d'un substrat de ponte et induisant la ponte de *Bruchidius*

*atrolineatus* Pic. (coleoptera : Bruchidae) : importance des conditions expérimentales. Insecte sci. Applic. 9. Pp : 89-94.

**Multon J. L., 1982.** Conservation et stockage des graines et produits dérivés. Céréales, oléagineux, protéagineux, aliment pour animaux ; Vol1. Ed. Apia Paris. Pp : 405-408.

**Ndoutoume-Ndong A. et Rojas-Rousse D., 2007.** Ya-t-il élimination d'*Eupelmus orientalis* crawford par *eupelmus vuilletic* rawford (hymenoptera : Eupelmidae) des systèmes de stockage de niébé (*Vigna unguiculata* walp) ; ann. Soc. Entomol.fr. (n.s). Vol 43: 193-144.

**Nemmar N., 2017.** Action de l'huile essentielle de la menthe poivrée (*Menthapiperita* L.) sur la longévité des adultes de la fève *Bruchusrufimanus* (Coleoptera : Chrysomelidae : Bruchinae) dans la période de diapause. Mémoire de master an agronomie. U. M.M.T.O. 42p.

**Ouedraogo A.P., Sou S., Sanon A., Monge J. P., huignard J., Tran M. D. et Credland P.F., 1996.** Influence of the temperature and humidity on population of *Callosobruchus maculatus* (coleopteran: bruchidae) and its parasitoid *Dinarmus basalis* (*Pteromalidae*) in two zones of burkinafaso; bult. Entomol.Research.Vol. 86. Pp. 695-702.

**Pajni H. et Gill R., 1990.** Status of *Uscana muskerjit* (Mani) in the bio control of Bruchids (Tricochogrammatidae: Hymenoptera). In Proc. Sth. Int. Work.Conf. On stored Prot. (Bordeaux, Sep; 1990), 2 PARIS, Fleurat-Lessard F. et Ducomp :127061280.

**Pasquet R. S. et Baudoin J. P., 1997.** Le niébé, *Vigna unguiculata*. In Charrier A., Jacquot M., Hammon S., Nicolas D. (eds). L'amélioration des plantes tropicales. Montpellier, France: Cirad- Orstom. P. 483-505.

**Pierrot N., 1982.** Lutte chimique contre les insectes des stocks et des locaux de stockages : Conservation et stockage des graines et produits dérivés. Céréales, oléagineux, protéagineux, aliment pour animaux ; Vol2. Ed. Tec et Doc. Lavoisier. Apia Paris. Pp : 856- 867.

**Regnault-Roger C. et Hamraoui A., 1995.** Fumigant toxic activity and reproductive inhibition induced by monoterpenes on *Acanthoscelides obectus* (Say) (Coleoptera), a Bruchid of Kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L.). J. Stored Prod. Res.31. Pp. 291-299.

**Regnault-Roger C., 2005.** Molécules allélochimiques et extraits végétaux dans la protection des plantes : nature, rôle et bilan de leur utilisation au XX siècle. Injeux phytosanitairespour une agriculture et un environnement. Tec et Doc Lavoisier, Paris, 625-650.

**Regnault-Roger C. et Hamraoui A., 1997.** Lutte contre les insectes phytophages par les plantes aromatiques et leur molécules allélochimiques. Ed. Acta bot. Gallica. Pp. 401-412.

**Regnault-Roger C. et Vicent F., 2002.** Disturbance of *Acanthoscelides obectus* Say (Coleoptera: Bruchidae) behavior by polyphenolic compounds identified in insecticidal Labiatae botanicals. J. Stored Prod. Res: 499-504.

**Regnault-Roger C., 2003.** Insecticidal effet of essential from Mediterranean plants upon *Acanthoscelides obectus* Say (Coleoptera: Bruchinidae) a pest of Kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L.) J. Chem. Ecol., 19. 1233-1244.

**Vanderput R., 1981.** Les principales cultures en Afrique central. Ed.paris. P. 505-509.

**Richter G., 1993.** Métabolisme des végétaux Physiologie et biochimie, Presses polytechniques et universitaires. Romandes. 292 p.

**Ridet J.M., 1992.** Des protozoaires aux échinodermes. Ed. Marketing. Paris. 223p.

**Rojas-Rousse C., 2007.** Distribution de la ponte et évitement de super parasitisme chez l'hyménoptère solitaire Bruchidae CWF. (Hymenoptera : Eupelmidae), parasite des stades larvaires de son hôte *C. maculatus* F. Sonderdruck ansbd. H. 3.5: 243-256.

**Roy B., Amin R., Uddin M. N., Islam A. T. M. S., Islam M. J. et Hadler B. C., 2005.** Leaf extracts of shayalmutra (*Blumea lactera* Dc.) as botanical insecticides against lesser grain borer and rice weevil. Journal of Biological Sciences. Vol 5.N°2. Pp. 201-204.

**Sanon A., Kostijukovski M. et Sukprakarn C., 1999.** Bioecology and control of been weevil (*Acanthoscelides obectus* Say). Bioecology of been weevil. P. 5-12.

**Sanon A., Garba M., Auger J. et Huignard J., 2002.** Analysis of insecticidal activity of methylisothiocyanate on *Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera: Bruchidae) and its parasitoid *Dinarmus basalis* (Rondani) (Hymenoptera: Pteromalidae). J. Stor. Prod. Res 38: 129-138.

**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.

**Simon H., 1994.** La protection des cultures avec la collaboration de François Richard, M., Bellanger H., Dominique D., Christel Gaubert. Eric jeuffrault. Collection agriculture d'aujourd'hui. Ed. Tec et Doc. Paris. Pp. 115, 116-122.

**Singh D. et Agarwals S. K., 1988.** Himachalal and B. Himachalene insecticidal principals of Himalaya cedar wood oil. Journal of Chemical Ecology. 14: 1145-1151.

**Singh S. R., Jackai LE. N., Dos Santos J. H. R. et Adalla CB., 1990.** Insect pests cowpeas. Insects pests of tropical foods legumes, chichester, John wiley and Sons, pp. 43-90.

**Singh B. B., Ehlers J. D., Sharma B. et Freire-Filho F. R. 2000.** Recent progress in cowpea breeding. In challenges and opportunities for enhancing sustainable cowpea production . IITA, p. 22-40.

**Singh B. B., 2002.** Recent genetic studies in Cowpea. In: Challenges and opportunities for enhancing sustainable Cowpea production. Farkun CA, Tarawali SA, Singh BB, Kormawa PM, Tamo M. Ed. IITA, Ibadan, Nigeria. P : 3-13.

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

**Staton N., 1970.** Les légumineuses à grains en Afrique. Ed. Lavoisier. 453p.

**Taleb-Toudert K., 2015.** Extraction et caractérisation des huiles essentielles de dix plantes aromatiques provenant de la région de Kabylie (Nord Algérien). Evaluation de leurs effets sur la bruche du niébé *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera : Bruchidae). Thèse de doctorat d'Etat. U.M.M.T.O. 160p.

**Teugwa M. C., Piam G., Tane P. et Amvam Zollo P. H., 2002.** Activité insecticide des extraits d'*Ageratum houstonianum*, de *Clausenaanisata* et de *Croton macrostachys* sur la bruche du niébé (*Vigna unguiculata* Walp). Food Africa: 1-4.

**Utida S., 1954.** Phases dimorphism observed in the laboratory population of the cowpea weevil (*Callosobruchus maculatus*). Jap.J. of Ecol. Vol. 18: 161-168.

**Weidner H. et Rack G., 1984.** Tables de détermination des principaux ravageurs des denrées entreposés dans les pays chauds. GTZ. Eschborn. Pp. 83-89.

**While F. et Jayas M., 1996.** La lutte physique en phytoprotection. Ed. Larose et Maisonneuve. Paris. 105p.

**Yadava C.P. S., Zaz C. M. et Bhardwai S. C., 1982.** Relative susceptibility of some wheat variety to the lesser grain borer, *R. dominica* (F.) ind. Entomology. 44(1): 77-82.

**Zaghouane O., 1997.** La situation actuelle et les perspectives de développement des légumineuses en Algérie, Revue Céréaliculture. 34. Pp : 27-30.

**Zegga S., Tirchi N., 2001.** Activité biologique de quatre plantes sur la bruche du pois-chiche. *Callosobruchus maculatus* 54p.

**Zuang N., 1991 :** Mémento nouvelle espèces légumières. Ed. Du centre technique interprofessionnel des fruits et légumes. Service Agro-Bio. 360p.

## Résumé

La toxicité de l'huile essentielle de la menthe pouliot (*Mentha pulegium*) est évaluée à différentes doses (0,4µl, 0,6µl, 0,8µl et 1µl) et dans des conditions de laboratoire sur la bruche du niébé *Callosobruchus maculatus* âgées de moins de 24 heures par inhalation et par répulsion. Le test par répulsion révèle que l'huile essentielle de *M. pulegium* est placée dans la classe IV ; c'est donc une huile répulsive avec un taux moyen de répulsion de 61.25%. Toutes les doses d'huile essentielle testée par inhalation ont révélé un effet insecticide très hautement significatif pour le facteur dose et une différence significative pour le facteur durée d'exposition sur la mortalité des adultes de *C. maculatus* à la dose 1µl après 24 h d'exposition. Le calcul de la DL50 après 24h d'exposition, montre que l'huile essentielle testée est toxique avec une DL50 faible de 0.27µl. Il ressort globalement de notre étude que l'huile essentielle de la menthe pouliot à une activité insecticide très marquée exerçant un effet léthal sur les adultes de *C. maculatus* par inhalation et un effet répulsif considérable. Cette huile essentielle pourrait être utilisée comme moyen de lutte alternative dans les stocks.

**Mots clés:** *Callosobruchus maculatus*, *Mentha pulegium*, huile essentielle, toxicité, Inhalation, répulsion.

## Summary

Toxicity of *Mentha pulegium* essential oil was evaluated at different doses (0.4µl, 0.6µl, 0.8µl and 1µl) and under laboratory conditions upon cowpea Beetle *Callosobruchus maculatus* aged less than 24 hours by inhalation and by repulsion. The repulsion test revealed that this essential oil is placed in class IV; is therefore repulsive oil with an average repellency rate of 61.25%. All doses of essential oil tested by inhalation revealed a very highly significant insecticidal effect for the dose factor and a significant difference for the duration exposition factor on the mortality of *C. maculatus* adults at 1µl dose after 24 h of exposure. The LD50 is calculated after 24 h of exposure; it showed that the essential oil tested is toxic low value of 0.27µl. Our study showed that *M. pulegium* essential oil has a very strong insecticidal activity exerting a lethal effect on *C. maculatus* adults by inhalation and with repulsivity effect. Therefore, this essential oil could be used as a mean of alternative control in stocks.

**Key words:** *Callosobruchus maculatus*, *Mentha pulegium*, essential oil, toxicity, inhalation, repulsion.