

**République Algérienne Démocratique et populaire**  
**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la recherche scientifique**  
**UNIVERSITE MOULOUD MAMMERY TIZI-OUZOU**



**Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques**  
**Département d'Agronomie**

**Mémoire de fin d'études**  
**en vue de l'obtention du diplôme de MASTER en Agronomie**  
**Option : Protection des plantes cultivées**

**THEME**

**Effet insecticide de l'huile essentielle de la menthe poivrée (*Mentha piperita* L.) sur la longévité des adultes de la bruche de la fève *Bruchus rufimanus* (Coleoptera : Chrysomelidae) durant la période de diapause**

**Travail réalisé par :**

NEMMAR Nacera

**Devant le jury :**

**Président de jury :** M<sup>me</sup> GOUCEM-KHELFANE K. M.C.A U.M.M.T.O.

**Promotrice :** M<sup>me</sup> MEDJDOUB-BENSAAD F. Prof. U.M.M.T.O.

**Examineur 1 :** M<sup>me</sup> KITOUS-BENOUELLA K. M.C.A U.M.M.T.O.

**Examineur 2 :** M<sup>elle</sup> CHOUGAR S. M.A.A U.M.M.T.O.

Promotion 2016-2017



# REMERCIEMENTS

*Au premier lieu je remercie le bon Dieu, le tout puissant de m'avoir aidé à arriver au terme de ce travail qui représente le fruit de plusieurs années d'études.*

*Mes remerciements vont également à ma promotrice madame MEDJDOUB-BENSAAD F. Professeur en Biologie à l'UMMTO, qui représente pour moi le guide et l'exemple du sérieux dans le travail.*

*Je tiens également à remercier M<sup>me</sup> GOUCEM-KHELFANE K. maître de conférences A à l'UMMTO, pour l'honneur qu'elle me fait de présider le jury et d'évaluer ce travail.*

*Mes sincères remerciements s'adressent aux autres membres du jury pour avoir accepté d'examiner ce travail :*

*-M<sup>me</sup> KITOUS-BENOUFELLA K. maître de conférences A à l'UMMTO.*

*-M<sup>elle</sup> CHOUGAR S. maître assistante A à l'UMMTO.*

*Enfin, je remercie vivement tous les enseignants du Master de Protection des Plantes Cultivées (M<sup>elle</sup> GUERMAH D., M<sup>elle</sup> METNA., M<sup>me</sup> GOUCEM K.) pour leurs aides dans ce travail et ceux qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire.*

# DEDICACES

*Avec un énorme plaisir, un cœur ouvert et une immense joie, que je dédie ce modeste travail à mes très chers respectueux parents pour leur générosité, leur confiance et leur soutien ;*

*A mes frères :*

*Salah, Hamid et son épouse Ghalia,*

*Remdan et Makhlouf ;*

*A mes deux sœurs Taous, Ouiza et son mari Youcef;*

*A mes très chères et adorables amies :*

- ✓ *Fatiha et toute sa famille ;*
- ✓ *Hayat et toute sa famille ;*
- ✓ *Kahina*

*Sans oublier mes copines Samia, Fazia, Souad, Lydia, Fouzia, Lyticia,*

*A toute personne qui m'ont encouragé ou aidé au long de mes études.*

**NACERA**



## Liste des figures

- Figure 1** : Racines de la fève avec des nodules (VANNETZEL et BOIZET, 2013).....4
- Figure 2** : Aspect morphologique de *V. faba*. (a) Tige et feuilles ; (b) Fleurs ; (c) Gousses ; (d) Graines (MEZANI, 2016) .....5
- Figure 3** : (a) Rouille (*Uromyces vicia-fabae*) sur les feuilles de la fève (b) Mildiou (*P. fabae*) sur feuille (face inférieure) (VANNETZEL et BOIZET, 2013).....7
- Figure 4** : (a) Botrytis (*Botrytis fabae*) sur les feuilles, (b) Foyer de Botrytis (VANNETZEL et BOIZET, 2013).....8
- Figure 5**: (a) et (b) Feuilles et gousse de *V. faba* attaquées par l’anthracnose (*Ascochyta fabae*) (MEZANI, 2016).....8
- Figure 6** : (a) et (b) tige de fève déformée, par *Ditylenchus dipsaci* race géante. (c) Symptômes de *D.dipsaci* sur graine de fève (VANNETZEL et BOIZET, 2013).....9
- Figure 7** : (a) Puceron vert du pois (*Acyrtosiphon pisum* ), les feuilles de la fève (b) Colonie de Puceron noir (*Aphis fabae*), sur la tige de la fève (VANNETZEL et BOIZET, 2013).....10
- Figure 8** : (a) la sitone du pois (b) le lixus des fèves (c) la bruche de la fève (MEZANI, 2016).....10
- Figure 9** : Le cycle biologique de *B.rufimanus* (MEDJDOUB-BENSAAD, 2007).....12
- Figure 10** : Forme du dernier segment abdominal chez le mâle (a) et la femelle (b) de *B. rufimanus* (MEZANI, 2016).....13
- Figure 11** : Dégâts causés par *B.rufimanus* sur les graines de *V.faba* (ORIGINALE, 2017)..14
- Figure 12** : Matériels utilisé au laboratoire et produit chimique (ORIGINALE, 2017).....18
- Figure 13** : les graines de fève (variété Séville) dans des sachets en plastique (ORIGINALE, 2017).....19
- Figure 14** : *Bruchus rufimanus* dans des graines infestées (ORIGINALE, 2017).....19
- Figure 15** : (a) Plante de la menthe poivrée (b) Flacon de l’huile essentielle de *Mentha piperita* L. (ORIGINALE, 2017).....20
- Figure 16**: Dispositif du teste par contact de l’huile essentielle de la menthe poivrée (*Mentha piperita* L.) contre les adultes diapausants (mâles et femelles) de la bruche de la fève (*B.rufimanus*) traités par 0.5µl et 1µl. (R1, R2, R3, R4 : les quatre répétitions) (ORIGINALE, 2017).....22

<b>Figure 17 :</b> Dispositif des lots témoins (mâle et femelle) traités uniquement par 0,5 ml d'acétone pour le test de 0.5µl et 1µl de l'huile essentielle de <i>Mentha piperita</i> L. (R1, R2, R3, R4 : les quatre répétitions) (ORIGINALE, 2017).....	23
<b>Figure 18 :</b> Teste par contact de l'huile essentielle de <i>Mentha piperita</i> L contre les mâles de <i>B.rufimanus</i> traités par différentes doses (X=1.5µl, 2µl, 2.5µl, 3µl 3.5µl, 4µl, 4.5µl, 5µl, 5.5µl, 6µl) (ORIGINALE, 2017).....	24
<b>Figure 19 :</b> Test d'inhalation effectuer sur les adultes diapausants de <i>B.rufimanus</i> traités par 0.5µl et 1µl de l'huile essentielle de <i>Mentha piperita</i> L. (R1, R2, R3, R4 : les quatre répétitions) (ORIGINALE, 2017).....	25
<b>Figure 20 :</b> Lots témoins (sans huile) du test par inhalation chez les mâles et les femelles de la bruche de la fève (R1, R2, R3, R4 : les quatre répétitions) (ORIGINALE, 2017).....	27
<b>Figure 21 :</b> Test par inhalation contre les mâles diapausants de <i>B.rufimanus</i> traités par différentes doses X = 1.5µl, 2µl, 2.5µl, 3µl 3.5µl, 4µl, 4.5µl, 5µl, 5.5µl, 6µl de l'huile essentielle de <i>Mentha piperita</i> L. (R1, R2, R3, R4 : les quatre répétitions) (ORIGINALE, 2017).....	26
<b>Figure 22 :</b> Lots témoins sans huile pour le test d'inhalation (R1, R2, R3, R4 : quatre répétitions) (ORIGINALE, 2017).....	26
<b>Figure 23:</b> Taux moyen de mortalité des adultes femelle diapausants traités avec 0.5µl et 1µl de l'huile essentielle de <i>Mentha piperita</i> L. (a) : par contact (b) : par contact.....	28
<b>Figure24 :</b> Taux de mortalité des adultes mâles diapausants traités par contact avec différentes doses de l'huile essentielle de <i>Mentha piperita</i> L.....	29
<b>Figure 25 :</b> Taux de mortalité des adultes mâles diapausants de <i>B.rufimanus</i> après traitement par inhalation avec différentes doses de l'huile essentielle de <i>M. piperita</i> L.....	31
<b>Figure 26 :</b> Ajustement d'une droite de régression des taux de mortalité des adultes mâles diapausants de <i>B.rufimanus</i> en fonction du logarithme des doses soumis à l'action de l'huile essentielle <i>M. piperita</i> L. par contact.....	34
<b>Figure 27 :</b> Ajustement d'une droite de régression des moyenne de mortalité des adultes mâles diapausants de <i>B.rufimanus</i> en fonction du logarithme des doses soumis à l'action de l'huile essentielle <i>M. piperita</i> L. par inhalation.....	35

## Liste des tableaux

<b>Tableau 1.</b> Evaluation de la superficie et production de la fève dans la Wilaya de Tizi Ouzou (D.A.S.T.O, 2017).....	5
<b>Tableau 2.</b> Composition chimique moyenne pour 100 g net de fève (DAOUI, 2007).....	6
<b>Tableau 3.</b> Propriétés physico-chimique de l'huile essentielle de la menthe poivrée ( <i>Mentha piperita</i> L.).....	21
<b>Tableau 4.</b> Pourcentage de composantes majeures de l'huile essentielle de <i>Mentha piperita</i> L .....	21
<b>Tableau 5.</b> Analyse de la variance au seuil de signification de 5% pour le paramètre taux de mortalité des Adultes de <i>B. rufimanus</i> diapausants traités avec l'huile essentielle de <i>Mentha piperita</i> L.....	30
<b>Tableau 6.</b> Résultats du test NEWMAN et KEULS concernant l'effet du facteur dose de l'huile essentielle ( <i>Mentha piperita</i> L.) sur la mortalité des adultes mâles de <i>B. rufimanus</i> ...30	
<b>Tableau 7.</b> Résultat du test NEWMAN et KEULS concernant l'effet du facteur durée d'exposition sur le taux de mortalité de adultes mâles de <i>B. rufimanus</i> .....	31
<b>Tableau 8.</b> Analyse de la variance au seuil de signification de 5% pour le paramètre taux de mortalité des Adultes de <i>B.rufimanus</i> diapausants traités avec l'huile essentielle de <i>Mentha piperita</i> .....	32
<b>Tableau 9.</b> Résultats du test de NEWMAN et KEULS concernant l'effet du facteur dose de l'huile essentielle de <i>M. piperita</i> L. sur la mortalité des adultes mâles de <i>B.rufimanus</i> .....	32
<b>Tableau 10.</b> Résultat du test NEWMAN et KEULS concernant l'effet du facteur durée d'exposition sur le taux de mortalité de adultes mâles de <i>B. rufimanus</i> .....	33
<b>Tableau 11.</b> Mortalités moyennes des insectes en pourcentage et en unités des Probits en fonction de des doses de <i>Mentha piperita</i> L. par contact .....	33
<b>Tableau 12.</b> Mortalités moyennes des insectes en pourcentage et en unités des Probits en fonction de des doses de <i>Mentha piperita</i> L.par inhalation .....	34.

# Sommaire

## Liste des tableaux

## Liste des figures

## Introduction.....1

### Chapitre I : synthèse bibliographique

1. synthèse bibliographique sur la plante hôte .....	3
1.1. Position systématique de la plante hôte .....	3
<b>1.2.</b> Description de la fève .....	3
<b>1.3.</b> Intérêts de la culture de la fève .....	5
<b>1.3.1.</b> Intérêt économique .....	5
1.3.2. Intérêt agronomique .....	6
1.3.3. Intérêt alimentaire.....	6
1.4. Contraintes biotiques de la culture de la fève en Algérie .....	7
1.4.1. Maladies fongiques .....	7
1.4.2. Sensibilité aux déprédateurs .....	9
2. Synthèse bibliographiques sur l'insecte .....	10
2.1. Présentation de la bruche de la fève <i>B. rufimanus</i> .....	11
2.1.1. Position systématique .....	11
2.1.2. Bio-écologie de <i>B.rufimanus</i> .....	11
2.1.3. Les conditions de la levée de la diapause reproductrice chez <i>B.rufimanus</i> .....	12
2.1.4. Description morphologique des différents stades de développement de <i>B.rufimanus</i> ...	12
2.1.4.1. Œufs .....	12
2.1.4.2. Larves .....	13
2.1.4.3. Nymphes .....	13
2.1.4.4. Adultes .....	13
2.1.5. Dégâts .....	13
2.1.6. Technique de protection .....	14
2.1.6.1.Lutte préventive .....	14
2.1.6.2. Lutte curative .....	15

### Chapitre II : Matériels et Méthodes

1. Matériel et Méthodes .....	17
-------------------------------	----

1.1. Matériel .....	17
1.1.1. Matériel de laboratoire .....	19
1.1.2. Matériels biologiques .....	19
1.1.2.1. Fève .....	19
1.1.2.2. Bruche.....	19
1.1.2.3. Huile essentielle ( <i>Mentha piperita</i> L.) .....	20
1.2. Méthodes .....	21
1.2.1. Récolte des adultes diapausants de <i>B.rufimanus</i> .....	21
1.2.2. Méthodes d'évaluation de l'effet biocide de l'huile essentielle de <i>Mentha piperita</i> L. sur la longévité des adultes diapausants de <i>B.rufimnus</i> .....	21
1.2.2.1. Evaluation par contact .....	21
1.2.2.2. Evaluation par inhalation .....	24
1.2.3. Estimation de la DL50 par la méthode de droite de régression .....	27
1.2.4. Analyse statistiques .....	27

## **Chapitre II : Résultats et discussion**

1. Résultats .....	28
1.1. Effet biocide de l'huile essentielle <i>Mentha piperita</i> L. sur la durée de vie des femelle de <i>B.rufimanus</i> diapausants .....	28
1.1.1. Etude de l'effet de l'huile essentielle par contact et par inhalation.....	28
1.2. Effet biocide de l'huile essentielle <i>Mentha piperita</i> L. sur la durée de vie des mâles de <i>B.rufimanus</i> diapausants .....	28
1.2.1. Etude de l'effet de l'huile essentielle par contact .....	28
1.2.2. Etude de l'effet de l'huile essentielle par inhalation .....	31
1.3. Estimation de la DL50 par la méthode de droite de régression .....	33
1.3.1. Estimation de la DL50 de l'huile essentielle de <i>M. piperita</i> L. sur les adultes mâles de <i>B.rufimanus</i> par contact .....	33
1.3.2. Estimation de la DL50 de l'huile essentielle <i>M. piperita</i> L. sur les adultes mâles de <i>B.rufimanus</i> par inhalation .....	34
2. Discussion .....	35
<b>Conclusion</b> .....	<b>43</b>
<b>Références bibliographiques</b> .....	<b>44</b>
<b>Résumé</b>	

La conservation des récoltes demeure l'un des facteurs clés de la sécurité alimentaire d'un pays. En effet, la production agricole est généralement saisonnière alors que les besoins des consommateurs s'étendent sur toute l'année. Il ya une nécessité de mettre en place une politique phytosanitaire adéquate pour épargner les populations des risques de pénurie alimentaire pendant l'intersaison agricole. Dans cette perspective, un accent particulier devrait être mis sur le contrôle des insectes qui peuvent entraîner des pertes financières, des famines et des risques d'intoxication liés à la consommation des produits avariés ou traités avec des pesticides (ZUOXIN et *al.*, 2006).

A l'échelle mondiale, les pertes des produits agricoles occasionnées par les ravageurs des denrées stockées sont estimées à 10% en moyenne et représentent une valeur monétaires annuelle de près de 58 milliards \$ US selon les statistiques de la FAO (2005). Ce pourcentage, encore plus élevé dans les pays de l'Afrique subsaharienne, souligne l'importance du problème à résoudre et constitue un défi persistant aux acteurs économiques qui se trouvent face à une demande alimentaire croissante des populations des pays en voie de développement (GOERGEN, 2005).

La culture des légumineuses vivrières, source de protéines végétales a été reconnue comme étant l'une des meilleures et des moins coûteuses des solutions pour l'alimentation des populations des pays en voie de développement. En effet, les protéines végétales coûtent deux fois moins chères que les protéines animales. Les graines de légumineuses contiennent deux fois plus de protéines que les céréales (SOLTNER, 1990).

La fève est une culture vivrière très appréciée par les agriculteurs car elle constitue une source importante de protéines, aussi bien pour l'alimentation humaine qu'animale et permet une économie de la fertilisation azotée (DRIDI et *al.*, 2011). Cependant cette plante est sujette à plusieurs ravageurs notamment les insectes, dont la bruche de la fève.

La bruche de la fève est l'un des ravageurs les plus nuisibles vis-à-vis de *Vicia faba*, ses larves provoquent des modifications quantitatives et qualitatives des réserves contenues dans les grains et réduisent leur pouvoir germinatif (GAIN, 1978).

Les graines endommagées par les trous et les galeries des bruches perdent leur valeur commerciale et ne sont plus commercialisables pour l'alimentation humaine qui a des standards de qualité stricts (LEPPIK et *al.*, 2014). En France, le seuil de tolérance à l'exportation et à l'industrie agro-alimentaire est fixé de 2% à 3% de graines bruchées. Au-delà de cette valeur il y a refus de commercialisation (SADOUDI et IBOUKHOULEF, 2003).

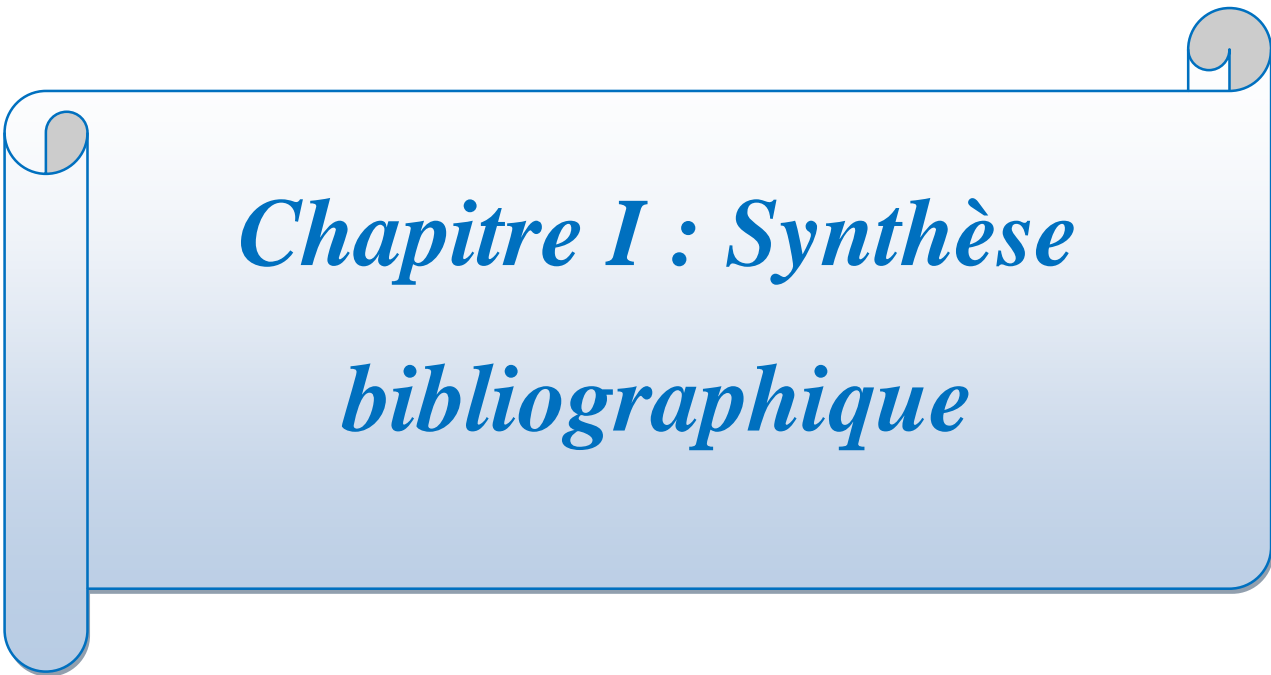
Les huiles essentielles, par leurs effets insecticides, ont fait l'objet de nombreuses recherches, en vue de réduire les pertes occasionnées par les insectes ravageurs des graines

stockées (KELLOUCHE et SOLTANI, 2004 ; KELOUCHE, 2005 ; CAMARA, 2009 ; KELOUCHE et *al.*, 2010 ; AIBOUD, 2012 ; GOUCEM-KHELEFANE, 2014 ; TALEB-TOUDERT, 2015).

C'est dans cette optique que s'inscrit notre travail. En effet, nous nous sommes proposés dans la présente étude de tester dans les conditions de laboratoire l'effet insecticide de l'huile essentielle de *Mentha piperita* L. sur la bruche de la fève (*Bruchus rufimanus*) durant la période de diapause. L'activité de ce produit a été testée par contact et par inhalation pour évaluer la longévité des adultes diapausants de la bruche de fève.

Cette étude est organisée en trois chapitres :

Le premier chapitre comporte des données bibliographiques sur la plante hôte et la bio-écologie de la bruche de la fève, le second chapitre présentera les matériels et méthodes, le dernier chapitre sera consacré aux résultats obtenus et discussions. Cette étude sera clôturée par une conclusion générale et quelques perspectives pour les travaux futurs.



*Chapitre I : Synthèse  
bibliographique*

## 1. synthèse bibliographique sur la plante hôte

### 1.1. Position systématique de la plante hôte

DAJOZ (2000) rappelle la classification de la fève comme suit:

Règne : .....Plantae  
 Embranchement : .....Spermaphytes  
 Sous-embranchement : .....Angiospermes  
 Classe : .....Dicotyleones  
 Sous-classe : .....Dialypétales  
 Séries : .....Caliciflores  
 Ordre : .....Rosales  
 Famille : .....Fabacés  
 Sous-famille : .....Papilionacées  
 Genre : .....*Vicia*  
 Espèce : .....*Vicia faba* Linné, 1753

D'après KOLEV (1976), selon la taille et la forme de la graine, et celle de la gousse, *V.faba* est subdivisée en trois sous-espèces :

#### ❖ *Vicia faba major*

Les grains sont de grosses tailles larges et plates, les gousses sont très longues (nombre d'ovules de 8 à 13) aplaties et souvent recourbées en sabre. La fève est destinée à la consommation humaine ;

#### ❖ *Vicia faba minor*

Avec des grains ovoïdes, réguliers et lisses et des gousses cylindriques et courtes (nombre d'ovules de 2 à 3). La féverole est utilisée principalement pour l'alimentation du bétail ;

#### ❖ *Vicia faba equina*

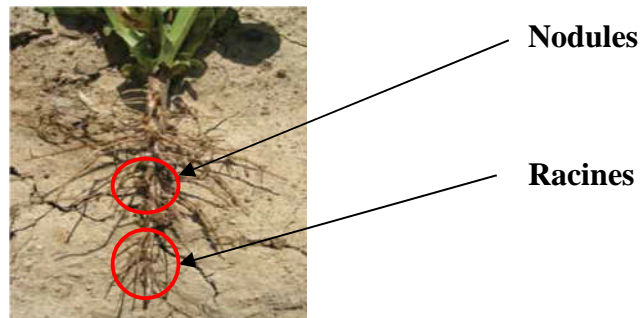
Les gousses de la févette sont plus aplaties longues avec un nombre d'ovules de 3 à 4. La taille des grains est moyenne. Elle est également destinée à l'alimentation du bétail.

### 1.2. Description de la fève

La fève est une plante diploïde ( $2n = 12$  chromosomes) et partiellement allogames (WANG *et al.*, 2012). Elle est formée d'un appareil végétatif et d'un appareil reproducteur. L'appareil végétatif comprend : les racines, la tige et les feuilles, quand à son appareil reproducteur, il est formé par les fleurs qui sont à l'origine des fruits et des graines.

### ❖ Racines

Selon DUC (1997), le système racinaire de *V. faba* est formé par une racine principale pivotante et des racines secondaires portant des nodosités contenant des bactéries fixatrices d'azote (*Rhizobium leguminosarum*) (Fig. 01). Le système racinaire de la fève peut s'enfoncer jusqu'à 80 cm de profondeur. Les nodosités sont abondantes dans les 30 premiers centimètres (CHAUX et FOURY, 1994).



**Figure 1** : Racines de la fève avec des nodules (VANNETZEL et BOIZET, 2013).

### ❖ Tige

D'après CHAUX et FOURY (1994), la tige est simple, dressée, creuse, de section quadrangulaire. Sa hauteur est généralement comprise entre 80 cm à 1.20 m (Fig. 2a).

### ❖ Feuilles

Les feuilles (Fig. 2a) sont alternes, constituées par 2 à 4 paires de folioles ovales, mucronées, sans vrille, de couleur vert glauque ou grisâtre. Les stipules bien visibles en forme dentées (CHAUX et FOURY, 1994).

### ❖ Fleurs

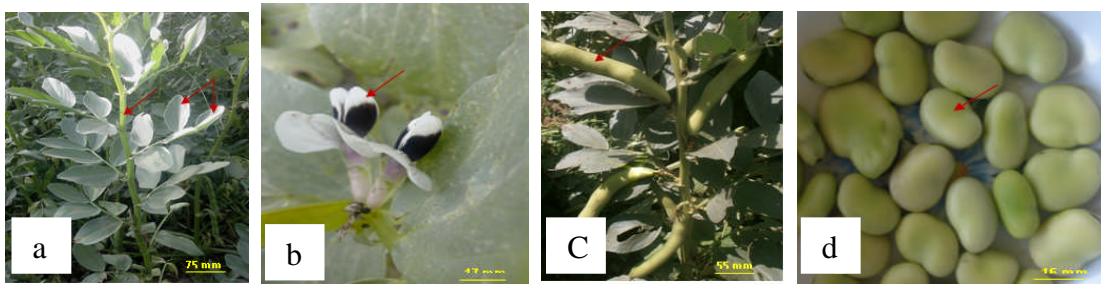
La fève possède des inflorescences (fig. 2b) en grappe de 4 à 5 fleurs en moyenne, situées à l'aisselle des feuilles. Les fleurs sont de couleur blanche ou faiblement violacée avec des ailes noires (BOND et *al.*, 1985; CHAUX et FOURY, 1994).

### ❖ Fruits

Les fruits (Fig. 02c) sont des gousses charnues qui peuvent avoir de 10 à 20 cm de long selon les variétés et contenir un nombre variable de graines (4 à 9). A l'état jeune, les gousses sont de couleur verte puis noircissent à maturité (CHAUX et FOURY, 1994).

### ❖ Graines

Les graines (Fig. 02c) sont charnues, vertes et tendres à l'état immature. À complète maturité elles développent un tégument épais et coriace de couleur brun-rouge, à blanc verdâtre et prend une forme aplatie à couleur presque circulaire (CHAUX et FOURY, 1994).



**Figure 2** : Aspect morphologique de *V. faba*. (a) Tige et feuilles ; (b) Fleurs ; (c) Gousses ; (d) Graines (MEZANI, 2016)

### 1.3. Intérêts de la culture de la fève

#### 1.3.1. Intérêt économique

Les données statistiques agricoles sur la superficie et la production de la fève dans la Wilaya de Tizi Ouzou pour la décennie 2007-2017 sont consignées dans le tableau I.

**Tableau 1.** Evaluation de la superficie et production de la fève dans la Wilaya de Tizi Ouzou (D.A.S.T.O, 2017).

Campagne agricole	Superficie (ha)	Production (qx)	Rendement (qx/ha)
2006-2007	815	53286	65.38
2007-2008	1055	72131	68.37
2008-2009	1107	83965	75.84
2009-2010	1205.5	95865.5	79.52
2010-2011	1099	73699	67.06
2011-2012	1269	99116	78.10
2012-2013	1239	100954	81.48
2013-2014	1128	97283	86.24
2014-2015	1009.1	76518	75.82
2015-2016	1001.1	82809	82.71
Moyenne	1092.7	83562.65	76.05

Les superficies emblavées en *V. faba* varient d'une année à l'autre. Elles oscillent de 815 à 1269 ha. La production annuelle dans la wilaya de Tizi Ouzou varie de 53286 à 100954 quintaux. Nous constatons également des fluctuations du rendement, qui présente une moyenne de 76.05 qx/ha.

Le rendement maximal a été noté durant les deux campagnes agricoles 2013-2014 avec 86,24 qx/ha, par contre le rendement minimal est enregistré à 65.38qx/ha durant l'année 2006-2007.

D'après SELLAMI et BOUSNINA (1996), la production et les rendements de la fève subissent d'énormes fluctuations qui ont pour cause plusieurs facteurs qui peuvent être d'ordre climatique, agro-technique et phytosanitaire.

HAMADACHE et *al.* (1996) affirment que les contraintes biotiques sont certainement à l'origine de la baisse de la productivité de cette culture en Algérie.

### 1.3.2. Intérêt agronomique

*V.faba*, comme toutes les légumineuses alimentaires, contribue à l'enrichissement du sol en éléments fertilisants, dont l'incidence est positive sur les performances des cultures qui les suivent, notamment le blé (KHALDI et *al.*, 2002). Elle améliore la teneur du sol en azote, avec un apport annuel de 20 à 40 kg /ha, par son système racinaire puissant et dense. Les résidus des récoltes enrichissent le sol en matières organiques (RACHEF et *al.*, 2005).

### 1.3.3. Intérêt alimentaire

La composition chimique moyenne pour 100 g net est présentée dans le tableau suivant : **Tableau 2.** Composition chimique moyenne pour 100 g net de fève (DAOUI, 2007).

Compositions	G	Vitamine	Mg
Glucides	10.0	Acide ascorbique	82.00
Protides	5.40	Provitamine A (carotène)	0.100
Lipides	0.30	B1 (thiamine	0.300
Eau	82.0	B2 (riboflavine)	0.200
Fibres alimentaires	6.50	B3 (nicotamide)	1.800
<b>Minéraux</b>	<b>Mg</b>	<b>Apport énergétiques</b>	
Potassium	210.0	K calories	64.00
Phosphore	105.0	K joules	268.0
Calcium	24.0		
Magnésium	18.00		
Soufre	27.00		
Sodium	4.00		
Chlore	14.00		

Selon DAOUI (2007), la fève constitue un aliment nutritif très important notamment pour les populations à faible revenus, qui ne peuvent pas toujours s'approvisionner en protéines d'origine animale. D'après le tableau 2, cette légumineuse a une teneur en protéine élevée et est une excellente source de fibres solubles et insolubles, de glucides complexes, de

vitamines (B9 et C) et de minéraux (en particulier le potassium, le phosphore, le calcium, le magnésium, le cuivre, le fer et le zinc).

La plupart de ces protéines sont les globulines (60%), les albumines (20%), la glutiline (15%) et les prolalines. C'est aussi une bonne source de sucre, minéraux et vitamines. L'analyse chimique de cette légumineuse révèle un taux de 50% à 60% de teneur en hydrate de carbone (LARRALDE et MARTINEZ, 1991).

#### 1.4. Contraintes biotiques de la culture de la fève en Algérie

La fève est sujette à un très grand nombre de maladies fongique et aux attaques de ravageurs.

##### 1.4.1. Maladies fongiques

Les principales maladies fongiques qui affectent la fève sont :

###### ❖ Rouille

La rouille (Fig. 3a) est une maladie foliaire de la fève causée par *Uromyces fabae* (BOYELDIEU, 1991). Elle se manifeste par la présence de petites pustules brun-rouilles sur les folioles (EMERAN et *al.*, 2011). Ces pustules finissent par recouvrir la totalité du feuillage et parfois des tiges, provoquant un dessèchement accéléré des plants (PERON, 2006 ; STODDARD et *al.*, 2010).

###### ❖ Mildiou

Les agents responsables du Mildiou sont *Peronospora fabae* et *Peronospora viciae*. Suite aux attaques précoces sur les plantes jeunes, le mildiou entraîne le nanisme et la déformation de la tige et des feuilles (CHAUX et FOURY, 1994). Les attaques tardives montrent la formation d'un feutrage gris à la face inférieure des folioles (Fig. 3b) (STODDARD et *al.*, 2010).



**Figure 3 :** Maladies fongiques : (a) Rouille (*Uromyces vicia-fabae*) sur les feuilles de la fève (b) Mildiou (*P. fabae*) sur feuille (face inférieure) (VANNETZEL et BOIZET, 2013).

### ❖ Taches chocolat (Botrytis)

Selon VANNETZEL et BOIZET (2013), la maladie est causée par *Botrytis fabae* (Fig. 4), elle peut être observée sur les feuilles dès le début de végétation, Deux phases de la maladie peuvent être distinguées :

- Une phase non agressive qui correspond au début de l'infection, de nombreuses petites taches de couleur brun-chocolat, souvent de 2-3 mm de diamètre sont dispersées sur la feuille sont observées.

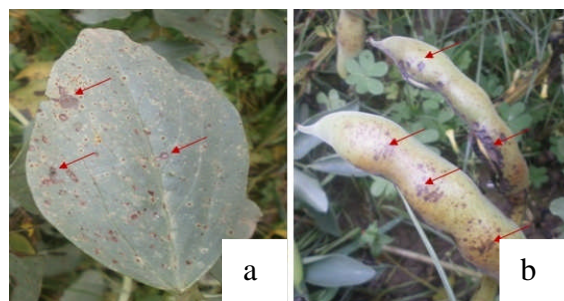
- Une phase agressive, lorsqu'un climat doux et très humide persiste pendant plusieurs jours, les tâches foncent, s'accroissent, s'unissent et peuvent entièrement nécroser les organes atteints. Lors d'une phase agressive durant la floraison, les pertes peuvent atteindre 30 à 50 % si aucun traitement n'est réalisé.



**Figure 4 :** (a) Botrytis (*Botrytis fabae*) sur les feuilles de fève, (b) Foyer de Botrytis (VANNETZEL et BOIZET, 2013).

### ❖ Anthracnose

L'anthracnose est causée par *Ascochyta fabae*, elle contamine la plante en période de floraison PLANQUAERT et GIRARD (1987) ; CHAUX et FOURY (1994) rapportent que cette maladie se manifeste par la formation des taches brunes sur les feuilles (Fig. 5a) et les gousses (Fig. 5b), en provoquant leurs éclatements. Les graines sont ensuite contaminées.



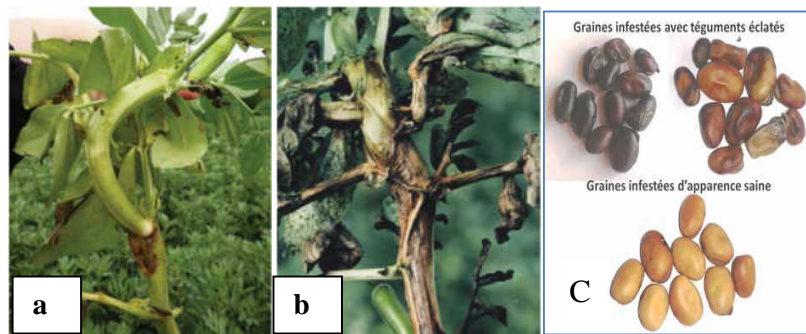
**Figure 5:** (a) et (b) Feuilles et gousse de *V. faba* attaquées par l'anthracnose (*Ascochyta fabae*) (MEZANI, 2016)

### 1.4.2. Sensibilité aux déprédateurs

Parmi les déprédateurs qui attaquent la fève nous avons :

#### ❖ Nématodes

En Algérie, la fève présente des attaques de nématodes par *Ditylenchus dipsaci* communément appelé nématode des tiges (SELLAMI et BOUSNINA, 1996) qui provoque le gonflement et la déformation de la tige (Fig. 6a, Fig 6b), avec la décoloration des différentes parties de la plante (ABBAD-ANDALOUSSI, 2001). Les plantes sont aussi chétives (croissance terminale stoppée), tordues et épaisses. La graine est plus petite et mal formée. En cas de forte attaque, il y a un noircissement et éclatement des téguments des graines (Fig. 6c) (VANNETZEL et BOIZET, 2013).



**Figure 6 :** (a) et (b) tige de fève déformée, par *Ditylenchus dipsaci* race géante. (c) Symptômes de *D. dipsaci* sur graine de fève (VANNETZEL et BOIZET, 2013).

#### ❖ Insectes

Quelques insectes attaquent les cultures de fève et peuvent causer des dégâts considérables, les plus répandus sont :

##### ➤ Puceron noir de la fève (*Aphis fabae*)

Le puceron noir de la fève est le principal ravageur de la fève (Fig. 7b). Il forme des colonies en manchon autour de tiges. Il est à l'origine de pertes importantes de rendement. En présence de grandes colonies, les feuilles se rétrécissent sous l'effet des ponctions de sève. La croissance est altérée et la toxicité de la salive peut faire avorter les fleurs et l'éclatement des gousses fortement attaquées (DIDIER et GUYOT, 2012). Ce puceron est aussi le vecteur de maladies à virus, il peut transmettre plus de 30 virus pathogènes (BLACKMAN et EASTOP, 2007).

##### ➤ Puceron vert du pois (*Acyrtosiphon pisum*)

Le puceron vert du pois (*Acyrtosiphon pisum*) (Fig. 7a) peut compromettre toute la récolte lorsque l'infestation survient avant la floraison. Il pompe la sève et cause des pertes de rendement non négligeables (BOUHACHEM, 2002).



**Figure 7 :** (a) Puceron vert du pois (*Acyrtosiphon pisum*), les feuilles de la fève (b) Colonie de Puceron noir (*Aphis fabae*), , sur la tige de la fève (VANNETZEL et BOIZET, 2013).

➤ **Sitone du pois (*Sitona lineatus*)**

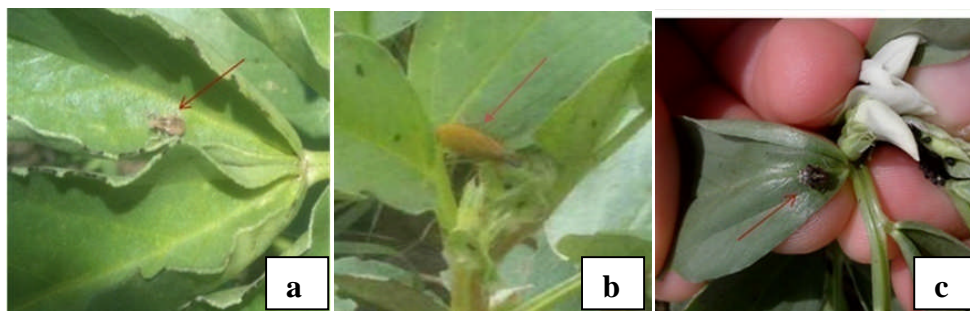
Sitone du pois (Fig. 8a) est un charançon de 3,5 à 5mm de long de couleur brun-rougeâtre. Les adultes dévorent les feuilles sans grande incidence. Les larves de cet insecte consomment les nodosités, ce qui perturbe l'alimentation azotée de la plante (AVERSENQ et *al.*, 2008).

➤ **Lixe poudreux des fèves (*Lixus algerus*)**

Le lixe poudreux des fèves (Fig. 8b) provoque l'affaiblissement de la plante, la réduction du poids moyen des graines, ainsi que le dessèchement précoce et diminution du rendement (MAOUI et *al.*, 1990).

➤ **Bruche de la fève (*Bruchus rafimanus*)**

La bruche de la fève, la femelle pond ses œufs sur les gousses, et les larves de ce coléoptère se développent aux dépens des graines, qui perdent leur pouvoir germinatif et leur poids (BOUGHADAD, 1994). Ce ravageur (fig. 8c) fait l'objet de la présente étude.



**Figure 8 :** (a) la sitone du pois (b) le lixus des fèves (c) la bruche de la fève (MEZANI, 2016)

## 2. Synthèse bibliographiques sur l'insecte

HOFFMANN et *al.* (1962) rapportent que, l'analyse du comportement de ponte chez la bruche, permet de caractériser trois groupes de Bruchinae :

❖ **Groupe 1 :** les Bruchinae qui colonisent les cultures et dont les femelles pondent sur les gousses vertes puis sur les gousses sèches. Leurs larves se reproduisent et se

développent dans les cultures puis dans les graines sèches pendant le stockage. Plusieurs générations peuvent ainsi se succéder à ce niveau ( Bruchinae inféodées aux niébés).

❖ **Groupe 2** : les Bruchinae femelles de ce groupe ne pondent qu'en présence de gousses vertes dans les cultures à la fin de la phase de fructification de la plante-hôte (plasticité comportementale limitée), puis dans les graines sèches dans les systèmes de stockage après la récolte. Les espèces inféodées aux *Phaseolus* ou à l'arachide appartiennent à ce groupe.

❖ **Groupe 3** : les Bruchinae ne pondent que sur des gousses vertes et les larves réalisent une grande partie de leur développement dans des graines en cours de maturité. Ils ne disposent donc de leur substrat de ponte que pendant une courte période, car ils sont incapables de se reproduire et de se développer dans les systèmes de stockage. Il n'y a qu'une seule génération par an ( monovoltine) et les insectes sont en diapause durant toute la période où les gousses ne sont pas disponibles. Les espèces du genre *Bruchus* notamment *B. pisorum* L., *B. lentis* Froh. et *B. rufimanus* Boh appartiennent à ce groupe.

## 2.1. Présentation de la bruche de la fève *B. rufimanus*

### 2.1.1. Position systématique

Selon HOFFMAN et *al.* (1962), la classification du bruche de la fève est la suivante :

Embranchement :.....Arthropoda  
 Sous embranchement :.....Pterygota  
 Classe :.....Insecta  
 Section :.....Neoptera  
 Sous section :.....Endopterygotes  
 Ordre :.....Coleoptera  
 Sous ordre :.....Phytophagae  
 Famille :.....Chrysomelidae (Bruchidea)  
 Sous famille :.....Bruchinae  
 Genre :.....*Bruchus*  
 Espèce :.....*Bruchus rufimanus* (BOHEMAN, 1833)

### 2.1.2. Bio-écologie de *B.rufimanus*

La bruche de la fève *B.rufimanus* présente un cycle biologique annuel, strictement dépendant de celui de sa plante hôte (FRANSSEN, 1956). En dehors de la période de la floraison de la fève, l'insecte est en diapause imaginale, et appelée aussi diapause

reproductrice marqué par un arrêt du développement des organes reproducteurs, donc par un arrêt de l'activité reproductrice (MEDJDOUB-BENSAAD, 2007).

Les bruches trouvent refuge dans les bois ou les écorces d'arbre, dans le sol ainsi que dans les entrepôts de stockages (DUPONT, 1990 ; CHAKIR, 1998).

Selon HUIGNARD *et al.* (2011), les bruches pondent les œufs sur les gousses dès leur apparition, à condition que le climat soit favorable (température supérieure à 20°C, absence de vent et de pluie). La ponte des œufs est concentrée dans les zones où les ressources trophiques sont les plus abondantes, au maximum 10 œufs par gousse.

La fécondité des femelles serait d'au moins 50 œufs, mais les pertes d'œufs par décollement dû à la pluie semblent importantes (BOUGHADAD, 1994).

### 2.1.3. Les conditions de la levée de la diapause reproductrice chez *B.rufimanus*

Selon HUIGNARD *et al.* (2011), chez *B.rufimanus* la levée de la diapause a lieu au printemps, elle est due à l'interaction de trois facteurs

La photopériode de 12h (la durée de la phase lumineuse et la durée de la phase sombre) permet la levée chez 60 à 70% des mâles de la diapause reproductrice;

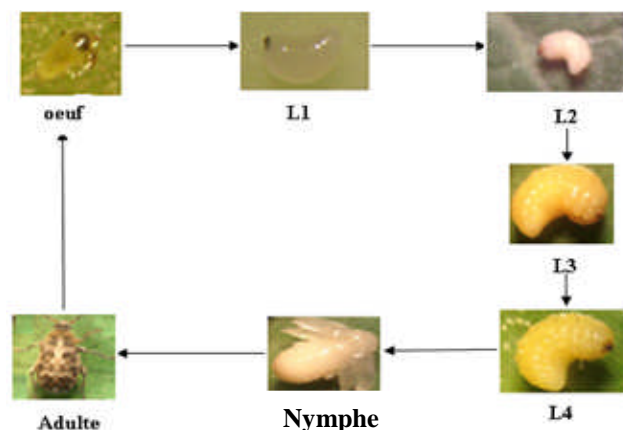
La présence des fleurs de la plante hôte (consommation du pollen de la fève) ;

La durée de la phase de diapause reproductrice car durant les premiers mois de diapause les facteurs stimulants n'ont aucun effet, ce n'est qu'après six à sept mois de diapause que les bruches réagissent et peuvent devenir reproductives.

### 2.1.4. Description morphologique des différents stades de développement de *B.rufimanus*

#### 2.1.4.1. Œufs

Les œufs (Fig.9) ont un aspect gélatineux de 0,5 mm de long et 0,25mm de large, ils sont lisses et de couleur jaune (DUPONT, 1990).



**Figure 9** : Les différents stades développements de *B.rufimanus* (MEDJDOUB-BENSAAD, 2007)

#### 2.1.4.2. Larves

Les larves de *B.rufimanus* mesurent 5 à 6 mm de long, elles sont sub- cylindrique en forme C. Elles sont ovales, rétractées et aplaties dorso-ventalement (CASARI et TEIXEIRA, 1997). Les larves sont caractérisées par une tête brune, leur couleur est d'un blanc ocre (HOFMANN, 1945).

#### 2.1.4.3. Nymphes

La nymphe ressemble à l'adulte mais qui n'a pas encore acquis sa couleur brune. Cette dernière est d'un blanc crème, la tête n'est partiellement visible que du haut (CASARI et TEIXEIRA, 1997).

#### 2.1.4.4. Adultes

L'adulte de *B.rufimanus* mesurent 3 à 5 mm de long. Le pygidium est de couleur gris pâle, il présente un pronotum aussi long que large avec une tache blanche très vague devant l'écusson. Les pattes antérieures entièrement jaunes, pattes moyennes et postérieures sont noires. Le tibia postérieur muni d'une longue pointe à l'angle interne (BALACHOWSKY, 1962).

Selon BOUGHADAD (1994), les mâles (Fig.10a) présentent une échancrure à la face ventrale du dernier segment abdominal, ce qui permet de les différencier des femelles (Fig.10b)



**Figure 10** : Forme du dernier segment abdominal chez le mâle (a) et la femelle (b) de *B. rufimanus* (MEZANI, 2016).

#### 2.1.5. Dégâts

D'après BERNE et DARDY (1987), *B. rufimanus* est un insecte qui vit aux dépens de graines de *V. faba*. C'est la larve qui cause les dégâts à l'intérieur des graines de *V. faba*, provoquant une perte qui varie entre 2,8% et 14,15% du poids sec des graines et de 8% de leurs germination (BOUGHADAD et LAUGE, 1997). Cette dernière diminue au fur et à

mesure que le nombre de bruches par graine augmente, elle serait de 84% pour les graines avec une seule bruche, 76% pour les graines avec deux bruches et 58% pour les graines avec trois bruches (MEDJDOUB-BENSAAD, 2007).



**Figure 11** : Dégâts causés par *B.rufimanus* sur les graines de *V.faba* (ORIGINALE, 2017).

### 2.1.6. Technique de protection

Il existe plusieurs méthodes qui permettent de maintenir les populations des ravageurs à un niveau assez bas pour que les dégâts occasionnés soient économiquement tolérables

#### 2.1.6.1.Lutte préventive

Les méthodes de lutte préventive ont pour but de réduire aux champs, l'infestation des gousses.

LIENARD et SECK (1994) pensent que les associations culturales entre les céréales et une légumineuse, telles qu'elles sont pratiquées en Amérique de Sud et en Afrique peuvent limiter la contamination des gousses de légumineuses, par les Bruchidae.

Selon CHOUGOUROU et *al.* (2011), certains paysans et commerçants utilisent des méthodes endogènes pour la conservation des légumineuses à grains, comme l'utilisation du sable fin qui provient des ruissellements de pluie, dans lequel s'enrobent les graines, ainsi le déplacement des bruches est réduit ce qui provoque leur asphyxie. Le sable fin entraîne aussi une déshydratation qui provoque la mort des bruches.

D'après MEDJDOUB-BENSAAD (2007), pour lutter contre *B.rufimanus*, il est préconisé de faire la rotation des cultures dans le même terrain, d'utiliser des graines saines ou les désinsectiser, de maintenir les locaux de stockage clos ou piéger les adultes à leurs sortie.

### Lutte culturelle

MEDJDOUB-BENSAAD (2007), propose des techniques culturelles moins coûteuses, telles que :

L'usage de semences saines, la réalisation des semis précoces qui permettent de soustraire la récolte aux infestations du ravageur; les semis précoces réduisent fortement les attaques de la bruche ;

L'élimination des plantes adventices qui jouent un rôle de nourriture additionnelle pour les adultes ;

### Lutte physique

SERPEILLE (1991) indique que l'utilisation du froid est un bon moyen préventif, car à 2°C le développement des insectes est temporairement arrêté, le maintien des entrepôts de stockage à (-1°C) pendant un mois, entraîne la mortalité des bruches. Les températures supérieures à 45°C sont létales pour les insectes.

#### 2.1.6.2. Lutte curative

La méthode curative s'utilise quand les lots de graines sont déjà infestés

##### ❖ La lutte chimique

TAUPIN (2003) estime que la lutte contre *B. rufimanus* au niveau des champs doit obligatoirement viser les adultes. Tous les traitements doivent être réalisés, lorsqu'il y a au moins deux jours de très beau temps, et aux heures chaudes de la journée. Il recommande d'utiliser 02 matières actives efficaces, qui sont l'endosulfan et la bifenthrine.

Un test d'efficacité utilisant cinq produits sur les différents stades de développement de *B. rufimanus* montre que parmi ces matières, seule l'amitrazé (4 ml/l) et le méthomyl (9,38 ml/l) possèdent une efficacité satisfaisante avec un pourcentage de mortalité des œufs de 54,31% et 49,14%, respectivement (MOUHOUICHE et SADOU, 2001). .

##### ❖ Lutte biologique

Selon BOUGHADAD (1994), ce sont les parasitoïdes qui exercent l'impact régulateur le plus fort. *Sigalphus thoracicus* est considéré comme le Braconidae qui occasionne les plus fortes mortalités chez les larves âgées et les nymphes. Son action intervient après les dégâts de la bruche, mais se répercute sur les générations futures.


D'après MEDJDOUB-BENSAAD (2007), dans la région de Tizi-Ouzou, *Triaspis luteipes* (Hymenoptera : Braconidae) réduit l'action du ravageur, avec un taux de parasitisme

de 3,31% ; 7,44% et 0,9% noté durant les années agricoles 2002, 2003 et 2004 respectivement.

Les huiles essentielles testées contre *B.rufimanus* à savoir l'huile de nigelle et de moutarde ont montré leur efficacité avec un taux de 74,2% et 60,1% (SABBOUR et E-ABD-EL-AZIZ, 2007)

Les huiles essentielles, appelées communément essences, sont des mélanges de substances aromatiques produites par de nombreuses plantes et présentes sous formes de minuscules gouttelettes dans les feuilles, la peau des fruits, la résine, les branches et le bois (PADRINI et LUCHERONI, 2006).

Pour CHAISSON et BELOIN (2007), les huiles essentielles sont par définition des métabolites secondaires produits par les plantes comme moyen de défense contre les ravageurs phytophage.



*Chapitre II : Matériel et  
Méthodes*

Notre étude expérimentale a été réalisée au niveau du Laboratoire de Recherche Ecologique des invertébrés terrestres, de la faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques à l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, dans la période s'étalant du mois de Novembre 2016 au mois de Février 2017.

Ce travail a pour objectif d'évaluer l'effet biocide de l'huile essentielle de la menthe poivrée (*Mentha piperita* L ; Lamiacées), sur la longévité des adultes diapausants de la bruche de la fève (*Bruchus rufimanus*) à travers deux modes d'action par contact et par inhalation.

## 1. Matériel et Méthodes

### 1.1. Matériel

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

#### 1.1.1. Matériel de laboratoire

Dans notre étude expérimentale, nous avons élaboré le matériel illustré dans la Figure 12

- ❖ Une loupe binoculaire de grossissement X10 (Fig.12a), est utilisée pour l'observation des adultes de *B.rufimanus* et la séparation des sexes;
- ❖ Des flacons en verre de 125ml de volumes utilisés dans le test par inhalation (Fig.12b);
- ❖ Une micro pipette de 0.1 à 2.5µl (Figure 12c), serviront à prélever l'huile essentielle
- ❖ L'acétone a homogénéiser la propagation de l'huile essentielle (Fig. 12c) ;
- ❖ Papier filtre sur lequel sera déposé l'huile essentielle (Fig. 12f);
- ❖ Des boîtes de pétri en plastiques (6cm de diamètre) utilisées pour effectuer le test par contact (Fig. 12g) ;
- ❖ Une pipette de 2ml pour le prélèvement de l'acétone (Fig. 12h);
- ❖ Autres accessoires tels que : ciseaux, scotch, aiguille... (Fig. 12d).

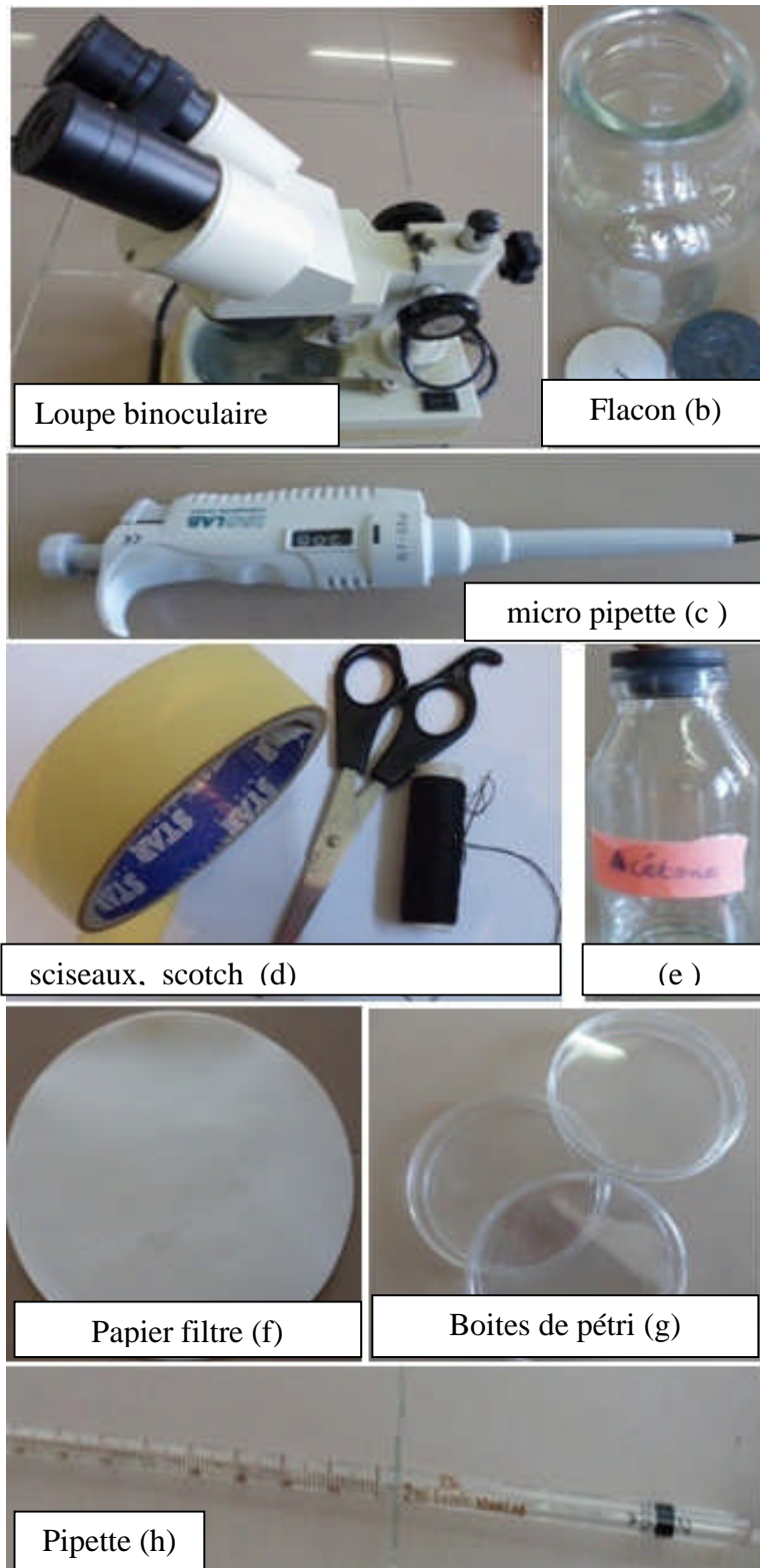


Figure 12 : Matériels utilisé au laboratoire (ORIGINALE, 2017).

### 1.1.2. Matériels biologiques

#### 1.1.2.1. Fève

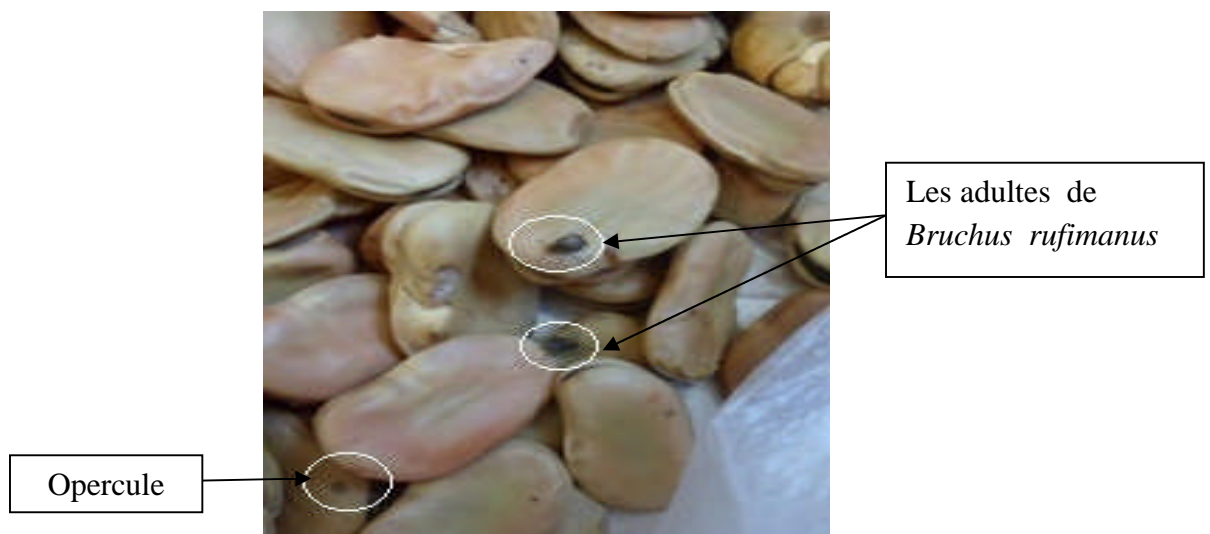
Dans le souci d'obtenir un nombre suffisant d'insectes adultes diapausants de la bruche de la fève (*B. rufimanus*), notre étude s'est faite sur 25Kg de graines de fève de la variété Séville (Fig. 13). Les graines proviennent du marché local de Tizi-Ouzou, elles ont été récoltées en 2016 et conditionnées dans des sachets en plastiques.



**Figure 13 :** Les graines de fève (variété Séville) dans des sachets en plastique (ORIGINALE, 2017).

#### 1.1.2.2. Bruche

L'espèce étudiée est *Bruchus rufimanus*. Ce ravageur est un Coléoptère Bruchinae monovoltin, dont les larves se développent au dépens des cotylédons des graines de sa plante hôte *Vicia faba*. Les adultes mâles et femelles diapausants (Fig.14) utilisés sont retirés manuellement, à l'aide d'une aiguille, des graines de la fève infestées au niveau du laboratoire.



**Figure 14 :** *Bruchus rufimanus* dans des graines infestées (ORIGINALE, 2017).

### 1.1.2.3. Huile essentielle (*Mentha piperita* L.)

Un très grand nombre de plantes aromatiques ont révélé des effets biocides contre divers ravageurs des cultures. La menthe poivrée est une plante méditerranéenne de la famille des Lamiacées (Fig. 15a). Notre étude s'est faite avec l'huile essentielle de la menthe poivrée (*Mentha piperita* L.) qui proviennait du marché local de Tizi-Ouzou. Selon sa fiche technique, c'est un produit d'importation, obtenu par la méthode de distillation à la vapeur, elle est d'une apparence fluide et se présente sous forme d'un liquide jaune clair avec une odeur agréable de menthe verte (fig.15b). Elle est majoritairement composée du menthol (36.24%), menthone (30.03%) et conservée à 4°C dans un flacon à l'abri de la lumière.



**Figure 15 :** (a) Plante de la menthe poivrée (b) Flacon de l'huile essentielle de *Mentha piperita* L. (ORIGINALE, 2017).

**Tableau 3.** propriétés physico-chimiques de l'huile essentielle *Mentha piperita* L.( Fiche technique ).

Propriétés physico-chimiques	résultats	spécification
Densité relative	0.898	0.890 à 0.916
Indice de réfraction	1,454	1,457 à 1,467
Rotation optique	-23,50°	-10 ° à -30 °
Solubilité	1 ml	dissout dans 3,5 ml à 4 ml d'alcool

**Tableau 4.** Pourcentage de composantes majeures de l'huile essentielle de *Mentha piperita* L. (fiche technique)

Composants majeurs	Teneur (%)	Spécification (%)
L-Menthol	36,24	25 à 55
L-Menthone	30,03	14 à 32
Menthyl Acétate	4,89	2,8 à 10,0
Iso-Menthone	4,54	1,5 à 10
Mentha Furan	1,28	1,0 à 9,0
L-Limonine	2,57	1.0 à 5.0
Cineol	5,75	3,50 à 14

## 1.2. Méthodes

### 1.2.1. Récolte des adultes diapausants de *B.rufimanus*

La technique adoptée consiste à étudier la longévité des adultes de *B.rufimanus*, dans la période de diapause. Nous avons en premier lieu isolé les graines de fève infester par les adultes de *B.rufimnus*, des graines saines. En second lieu nous avons fait sortir à l'aide d'une aiguille les individus de *B.rufimanus* à partir des graines infestées, nous les avons enfermés dans une bouteille percée afin de permettre la respiration des insectes. En troisième lieu nous avons dénombré et sexé les adultes de *B.rufimanus* au laboratoire à l'aide d'une loupe binoculaire

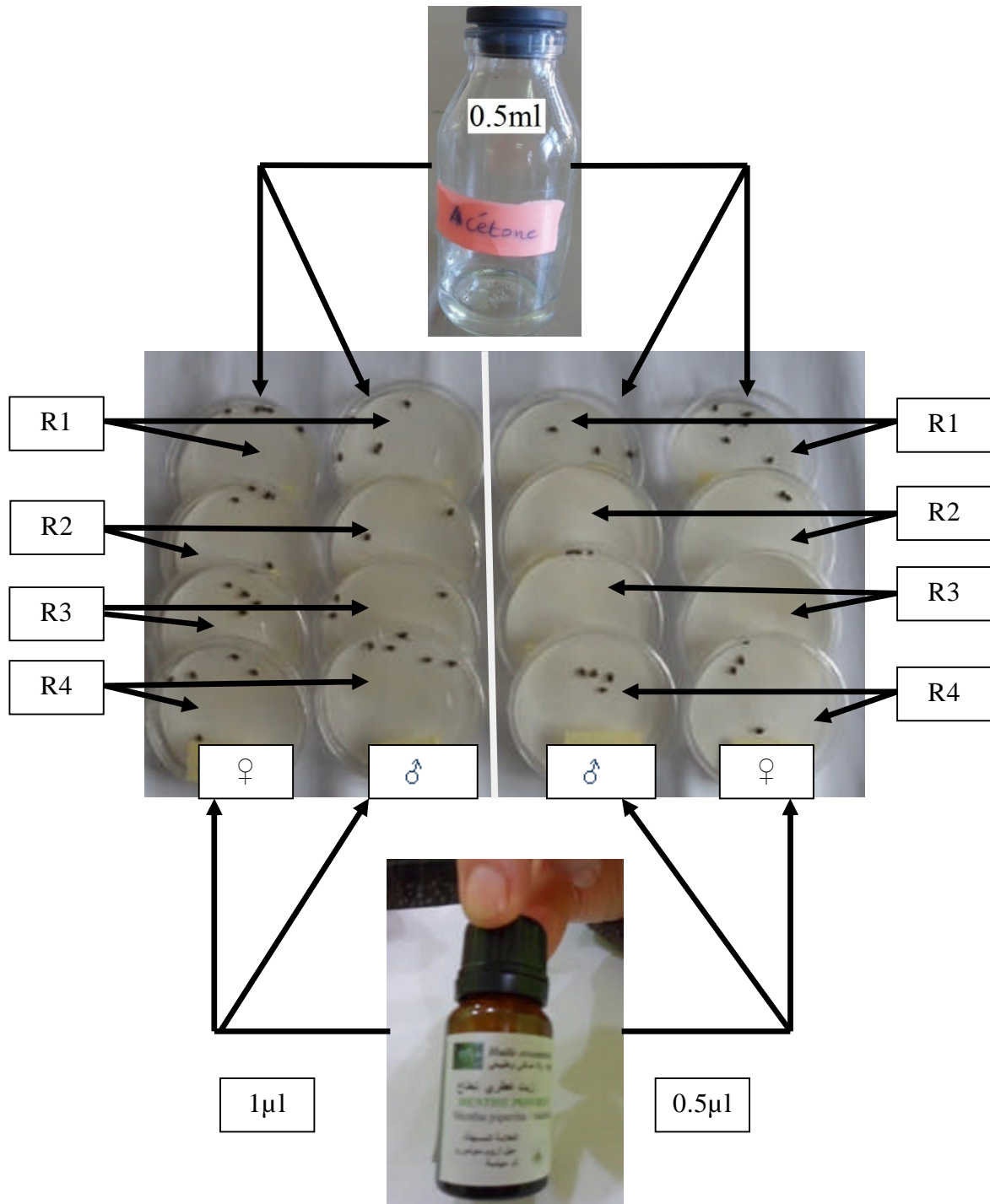
### 1.2.2. Méthodes d'évaluation de l'effet biocide de l'huile essentielle de *Mentha piperita* L. sur la longévité des adultes diapausants de *B.rufimnus*

Dans chaque boîte de Pétri d'évaluation de l'effet biocide de l'huile essentielle de *Mentha piperita* L. par contact et par inhalation et dans les lots témoins, nous avons besoin de 20 individus d'adultes diapausants de *B.rufimnus* dénombrés et sexés (10 mâles, 10 femelles).

Quatre répétitions sont effectuées pour chaque dose et pour chaque lot témoin.

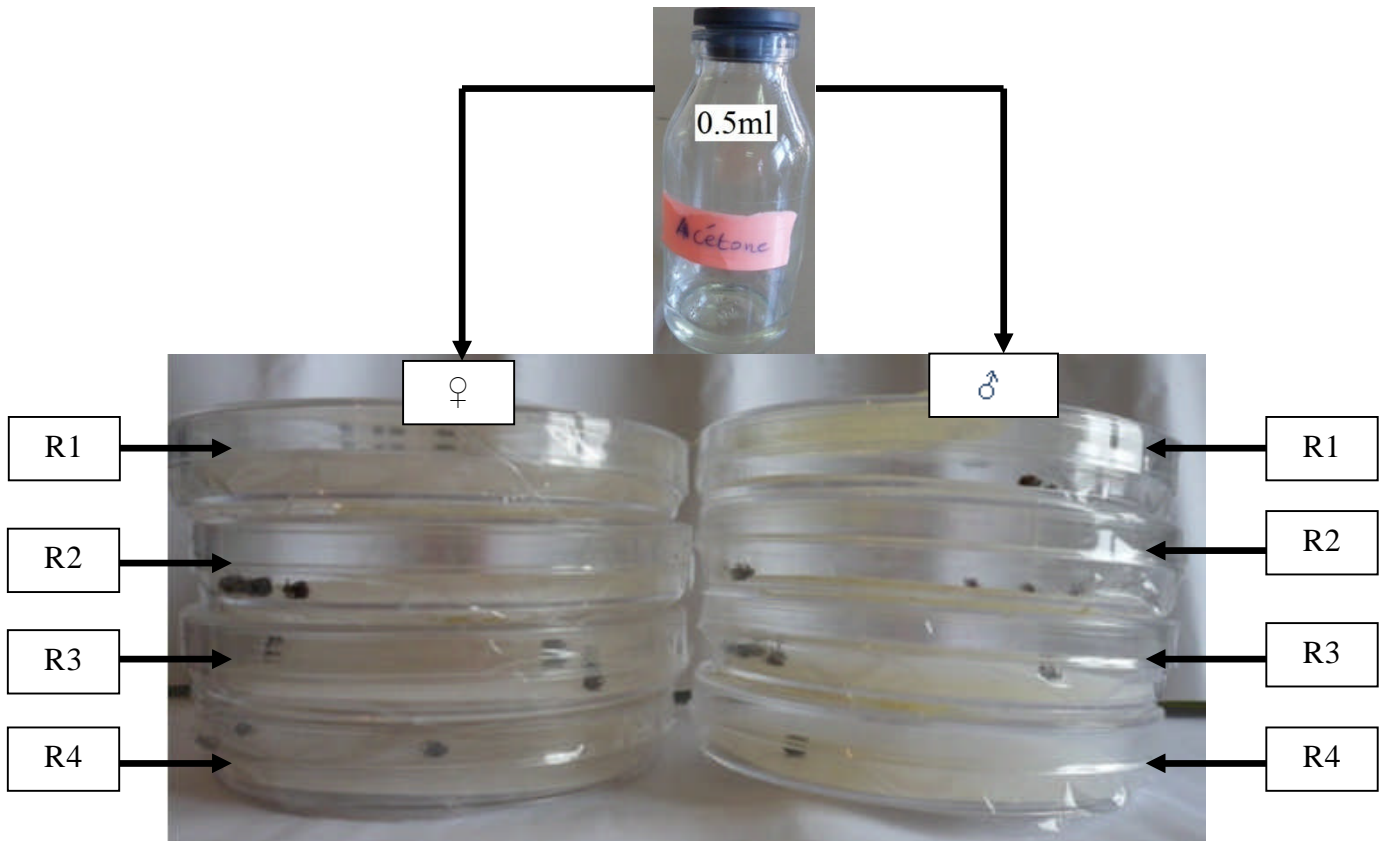
#### 1.2.2.1. Evaluation par contact

Dans des boîtes de Pétri, contenant du papier filtre traité par (0.5µl et 1µl) de l'huile essentielle de *Mentha piperita* L. et 0.5ml d'acétone pour que la répartition de l'huile essentielle soit homogène sont mis 10 individus de *B.rufimanus* (5 mâles, 5 femelles). Vu le nombre insuffisant d'adultes diapausants de *B.rufimanus* obtenus des graines 10 individus dénombrés et sexés (5 mâles, 5 femelles) dans chaque boîte de Pétri, qui sont introduits séparément après l'évaporation du solvant (10-15mm) (Fig. 16).



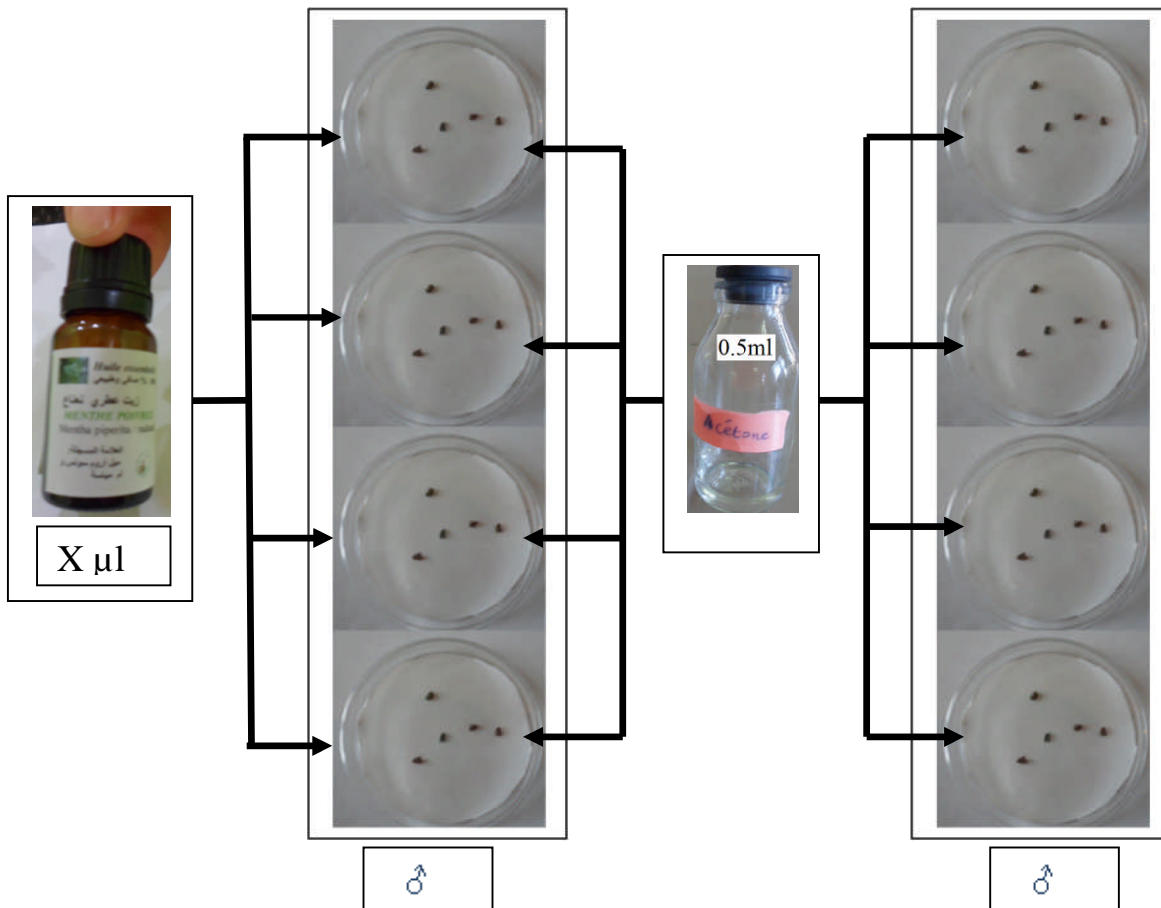
**Figure 16:** Dispositif du test par contact de l'huile essentielle de la menthe poivrée (*Mentha piperita* L.) contre les adultes diapausants (mâles et femelles) de la bruche de la fève (*B. rufimanus*) traités par 0.5µl et 1µl. (R1, R2, R3, R4 : les quatre répétitions) (ORIGINALE, 2017).

Des lots témoins traités uniquement par 0,5 ml d'acétone, sont réalisés en parallèle (Fig. 17)



**Figure 17 :** Dispositif des lots témoins (mâle et femelle) traités uniquement par 0,5 ml d'acétone pour le test de 0.5 $\mu$ l et 1 $\mu$ l de l'huile essentielle de *Mentha piperita* L. (R1, R2, R3, R4 : les quatre répétitions) (ORIGINALE, 2017).

Vu le nombre très restreint de femelles de *B. rufimanus* récoltées des graines, nous avons utilisé pour les autres tests de 1.5 $\mu$ l, 2 $\mu$ l, 2.5 $\mu$ l, 3 $\mu$ l 3.5 $\mu$ l, 4 $\mu$ l, 4.5 $\mu$ l, 5 $\mu$ l, 5.5 $\mu$ l, 6 $\mu$ l uniquement 5 mâles car les graines ne comportaient pas de femelles (Fig. 18).



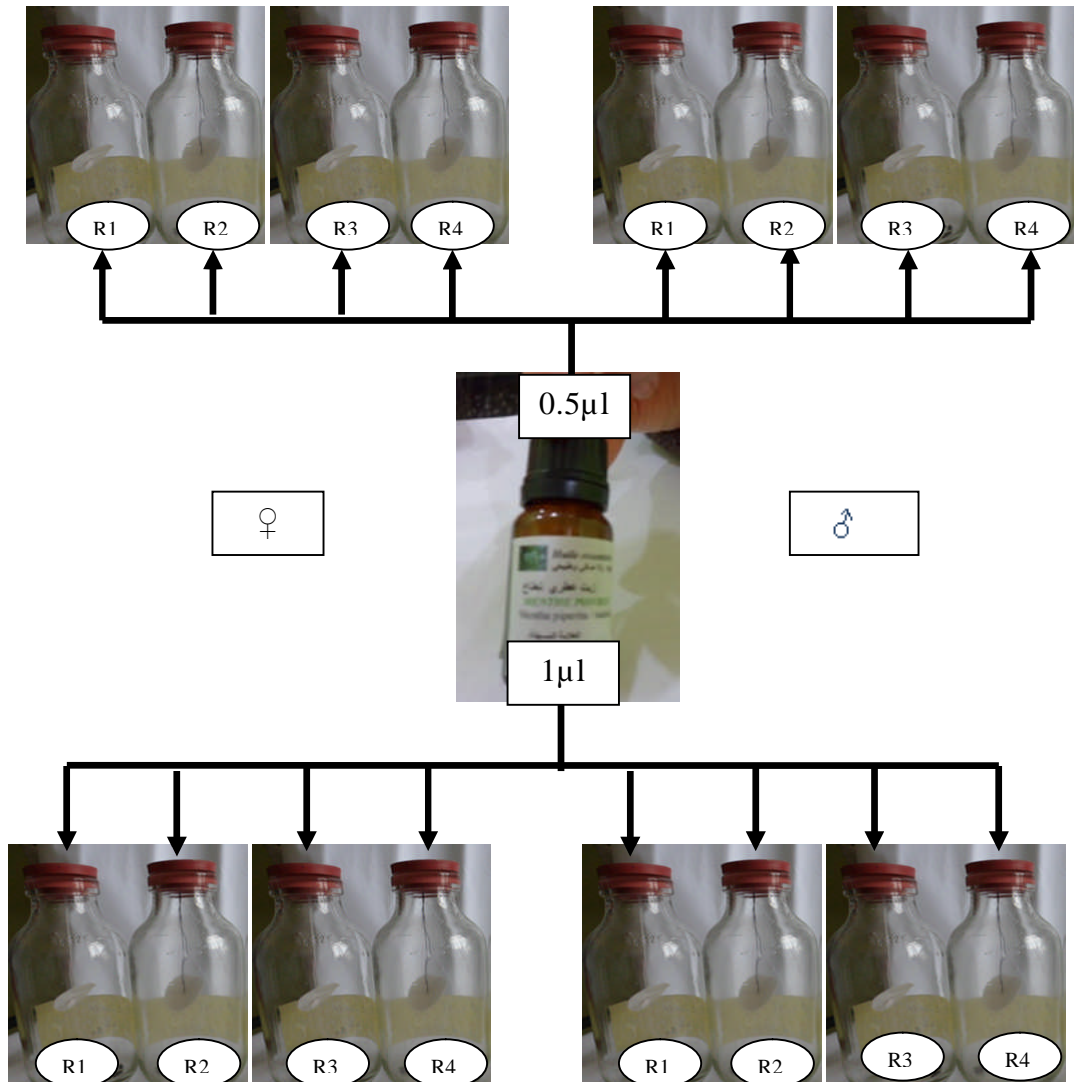
**Figure 18** : Test par contact de l'huile essentielle de *Mentha piperita* L contre les mâles de *B. rufimanus* traités par différentes doses ( $X=1.5\mu\text{l}$ ,  $2\mu\text{l}$ ,  $2.5\mu\text{l}$ ,  $3\mu\text{l}$ ,  $3.5\mu\text{l}$ ,  $4\mu\text{l}$ ,  $4.5\mu\text{l}$ ,  $5\mu\text{l}$ ,  $5.5\mu\text{l}$ ,  $6\mu\text{l}$ ) (ORIGINALE, 2017).

Le dénombrement des individus mort est effectué au bout de 1h, 2h, 3h, 4h, 6h, 8h, 24h, 48h, 72heures d'exposition pour chaque essai.

#### 1.2.2.2. Evaluation par inhalation

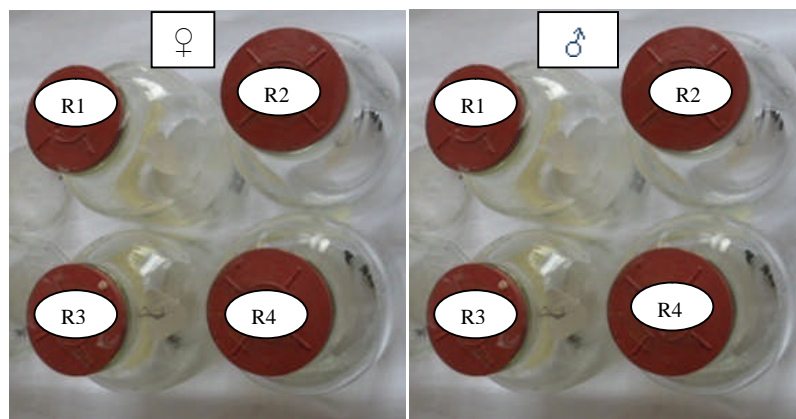
Ce test consiste à étudier la longévité des adultes de *B. rufimanus* soumis à des traitements par inhalation de l'huile essentielle en fonction de la durée d'exposition. Pour cela nous avons utilisé des flacons en verre de 125ml de volume, avec des cercles de papier filtre de 1cm diamètre fixés par un fil du côté interne du couvercle. Des doses différentes de l'huile essentielle sont injectées sur le papier filtre ( $0.5\mu\text{l}$ ,  $1\mu\text{l}$ ,  $1.5\mu\text{l}$ ,  $2\mu\text{l}$ ,  $2.5\mu\text{l}$ ,  $3\mu\text{l}$ ,  $3.5\mu\text{l}$ ,  $4\mu\text{l}$ ,  $4.5\mu\text{l}$ ,  $5\mu\text{l}$ ,  $5.5\mu\text{l}$ ,  $6\mu\text{l}$ ). Des flacons témoins (sans l'huile) sont réalisés en parallèle.

Pour les deux premiers essais de  $0.5\mu\text{l}$  et  $1\mu\text{l}$  de l'huile essentielle de la menthe poivrée par inhalation, 5 individus mâles et 5 individus femelles de *B. rufimanus* diapausants sont mis séparément et rapidement dans chaque flacon (Fig.19).



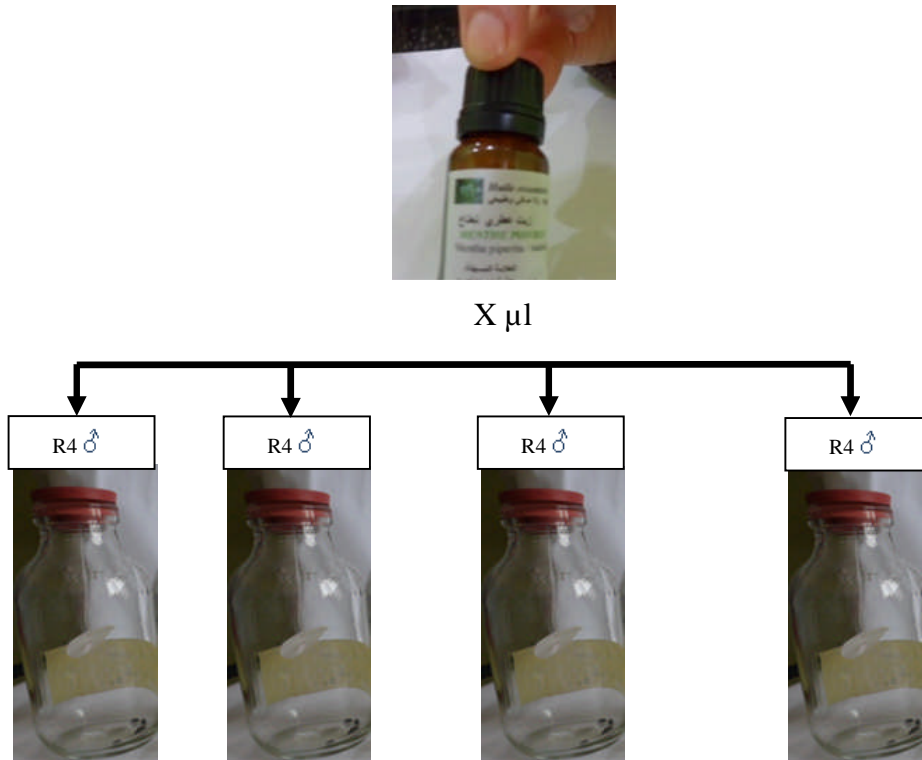
**Figure 19** : Test d'inhalation effectué sur les adultes diapausants de *B. rufimanus* traités par  $0.5\mu\text{l}$  et  $1\mu\text{l}$  de l'huile essentielle de *Mentha piperita* L. (R1, R2, R3, R4 : les quatre répétitions) (ORIGINALE, 2017).

Des lots témoins (sans huile) ont été réalisés en parallèle (Fig. 20).



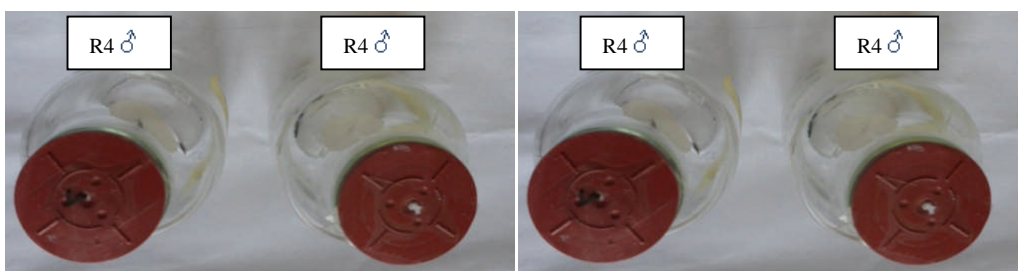
**Figure 20** : Lots témoins (sans huile) du test par inhalation chez les mâles et les femelles de la bruche de la fève (R1, R2, R3, R4 : les quatre répétitions) (ORIGINALE, 2017).

Sur le papier filtre sont injectées respectivement 1.5 $\mu$ l, 2 $\mu$ l, 2.5 $\mu$ l, 3 $\mu$ l 3.5 $\mu$ l, 4 $\mu$ l, 4.5 $\mu$ l, 5 $\mu$ l, 5.5 $\mu$ l, 6 $\mu$ l des doses de l'huile essentielle de *Mentha piperita* L. Vu l'absence des femelles de *B.rufimanus* dans les graines, nous avons introduit dans les flacons en verre, uniquement 5 individus mâles de *B.rufimanus* diapausants (Fig. 22).



**Figure 21 :** Test par inhalation contre les mâles diapausants de *B.rufimanus* traités par différentes doses  $X = 1.5\mu\text{l}, 2\mu\text{l}, 2.5\mu\text{l}, 3\mu\text{l}, 3.5\mu\text{l}, 4\mu\text{l}, 4.5\mu\text{l}, 5\mu\text{l}, 5.5\mu\text{l}, 6\mu\text{l}$  de l'huile essentielle de *Mentha piperita* L. (R1, R2, R3, R4 : les quatre répétitions) (ORIGINALE, 2017).

Des lots témoins (Fig. 23) sans huile sont réalisés en parallèle.



**Figure 22:** Lots témoins sans huile pour le test d'inhalation (R1, R2, R3, R4 : quatre répétitions) (ORIGINALE, 2017).

Le dénombrement des individus vivants est effectuée au bout de 1h, 2h, 3h, 4h, 6h, 8h, 24h, 48h, 72heures d'exposition pour chaque essai

### 1.2.3. Estimation de la DL50 par la méthode de droite de régression

La DL50, dose à partir de laquelle nous obtenons 50% de mortalité d'une population, les mortalités corrigées sont transformés en probits, et les doses en logarithme décimale, qui permettent d'établir les équations de la droite de régression

Le comptage des mâles mort de *B.rufimanus* est réalisé chaque 2h pendant une période de h8 d'exposition, les mortalités observées (Mo) et la mortalité corrigée (Mc) sont exprimées par la formule d'ABOTT (1925), qui tient compte de la mortalité observée sur les lots témoins (Mt)

$$Mc\% = (Mo - Mt) / (100 - Mt) \times 100$$

Pour nos résultats il n'y avait pas de mortalité naturelle dans les lots témoins, les lots témoins ne vont pas influencer sur nos résultats.

### 1.2.4. Analyse statistiques

Les résultats obtenus sont soumis à une analyse de la variance à deux critères de classification en utilisant le logiciel STAT BOX, version 6.4 pour déterminer l'action de l'huile essentielle de la menthe poivrée vis-à-vis de la durée de vie des mâles diapausants de *B.rufimanus*. Lorsque cette analyse montre des différences significatives, elle est complétée par le test de NEWMAN et KEULS au seuil de 5% afin de comparer les moyennes et déterminer les groupes homogènes. Lorsque la probabilité (P) est :

- ❖ Si  $P > 0.05$  Il n'ya pas de différence significative
- ❖ Si  $0.01 < P \leq 0.05$  Il ya une différence significative
- ❖ Si  $0.001 < P \leq 0.01$  Il ya une différence hautement significative
- ❖ Si  $P \leq 0.001$  Il ya une différence très hautement significative.



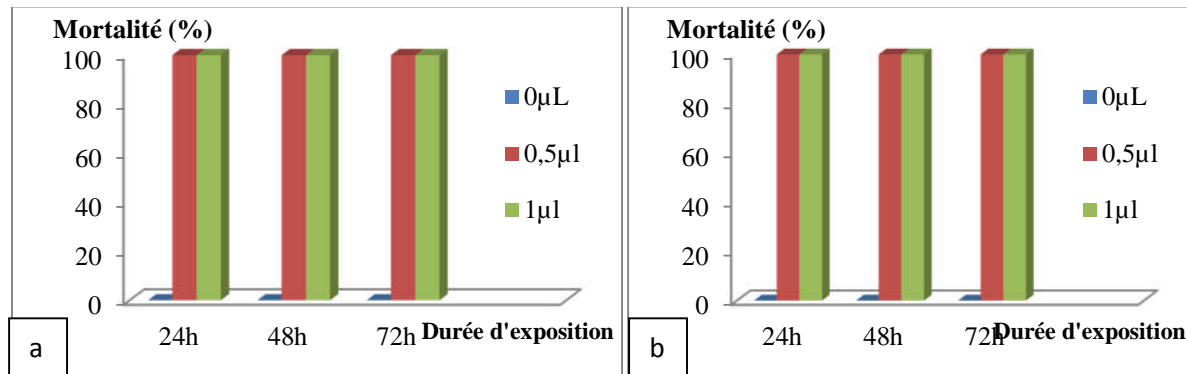
*Chapitre III : Résultats et  
discussion*

## 1. Résultats

### 1.1. Effet biocide de l'huile essentielle *Mentha piperita* L. sur la durée de vie des femelle de *B.rufimanus* diapausants

#### 1.1.1. Etude de l'effet de l'huile essentielle par contact et par inhalation

Les résultats obtenus pour l'action de l'huile essentielle par contact et par inhalation sur la longévité des adultes femelles de *B.rufimanus* diapausants, sont présentés dans la figure suivante :



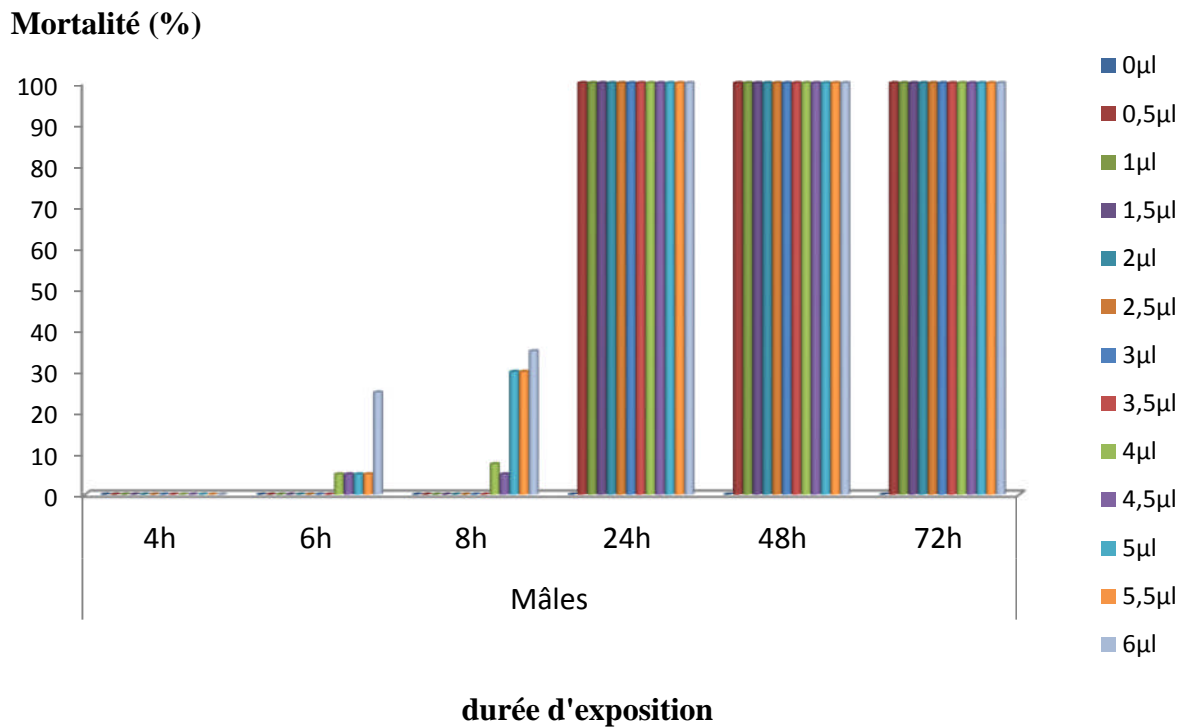
**Figure 23:** Taux moyen de mortalité des adultes femelle diapausants traités avec 0.5µl et 1µl de l'huile essentielle de *Mentha piperita* L. (a) : par contact (b) : par contact

Les résultats présentés dans la figure 23, montrent que le tau moyen de la mortalité des adultes femelles diapausants de *B.rufimanus* traité par 0.5µl et 1µl de *M. piperita*, est de 100% après 24h d'exposition par contact et par inhalation. Dans les lots témoins (sans l'huile) le tau de mortalité est nul après les 72h.

### 1.2. Effet biocide de l'huile essentielle *Mentha piperita* L. sur la durée de vie des mâles de *B.rufimanus* diapausants

#### 1.2.1. Etude de l'effet de l'huile essentielle par contact

Les résultats obtenus pour l'action de l'huile essentielle sur la longévité des adultes mâles de *B.rufimanus* diapausants, sont présentés dans la figure suivante :



**Figure 24 :** Taux moyen de mortalité des adultes mâles diapausants traités par contact avec différentes doses de l'huile essentielle de *Mentha piperita* L.

Les résultats présentés dans la figure, montrent que les taux de mortalité des adultes mâles de la bruche de la fève augmentent au fur et à mesure que les doses de l'huile essentielle de *M. piperita* augmentent.

La mortalité moyenne dans le lot témoin (non traité) est à 0% au bout de 72h, elle est presque nulle dans deux mois chez certains individus. Après 1h, 2h, 3h et 4h d'exposition toutes les doses (0,5µl, 1µl, 1,5µl, 2µl, 2,5µl, 3µl, 3,5µl, 4µl, 4,5µl, 5µl, 5,5µl, 6µl) n'ont pas montré de différence significative. Le taux moyen de mortalité est de 100% dans les 24h qui suivent le traitement pour toutes les doses. Au bout de 8h d'exposition, les trois dernières concentrations de l'huile essentielle (5µl, 5,5µl et 6µl) ont montré un taux significatif de mortalité qui est de 30% à 35%.

L'analyse de la variance à deux facteurs (tableau 5) montre une différence très hautement significative pour le facteur dose ( $p = 0.00003$ ) et la durée d'exposition ( $P = 0$ )

**Tableau 5.** Analyse de la variance au seuil de signification de 5% pour le paramètre taux de mortalité des Adultes de *B. rufimanus* diapausants traités avec l'huile essentielle de *Mentha piperita* L

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	243478,6	116	2098,954				
VAR. DOSE	10514,72	12	876,227	4,213	0,00003		
VAR. DUREE D'EXPOSITION	212999,8	8	26624,97	128,03	0		
VAR.RESIDUELLE 1	19964,13	96	207,96			14,421	44,96%

Le test de NEWMAN et KEULS au seuil de 5% de signification classe les taux de mortalité des adultes mâles diapausants de *B. rufimanus* en fonction des doses de l'huile essentielle dans deux groupes homogènes (Tableau 6). Les taux moyen de mortalité ont monté des valeurs moyennes de 33.33 à 40, sont des valeurs proches, classées tous dans le groupe A.

**Tableau 6.** Résultats du test NEWMAN et KEULS concernant l'effet du facteur dose de l'huile essentielle (*Mentha piperita* L.) sur la mortalité des adultes mâles de *B. rufimanus*

doses (µl)	moyenne de taux de mortalité	groupes homogènes	
0	0		B
0.5	33.333	A	
1	33.333	A	
1.5	33.333	A	
2	33.333	A	
2.5	33,333	A	
3	33,333	A	
3.5	33,333	A	
4	34.722	A	
4.5	34.444	A	
5	37.222	A	
5.5	37.222	A	
6	40	A	

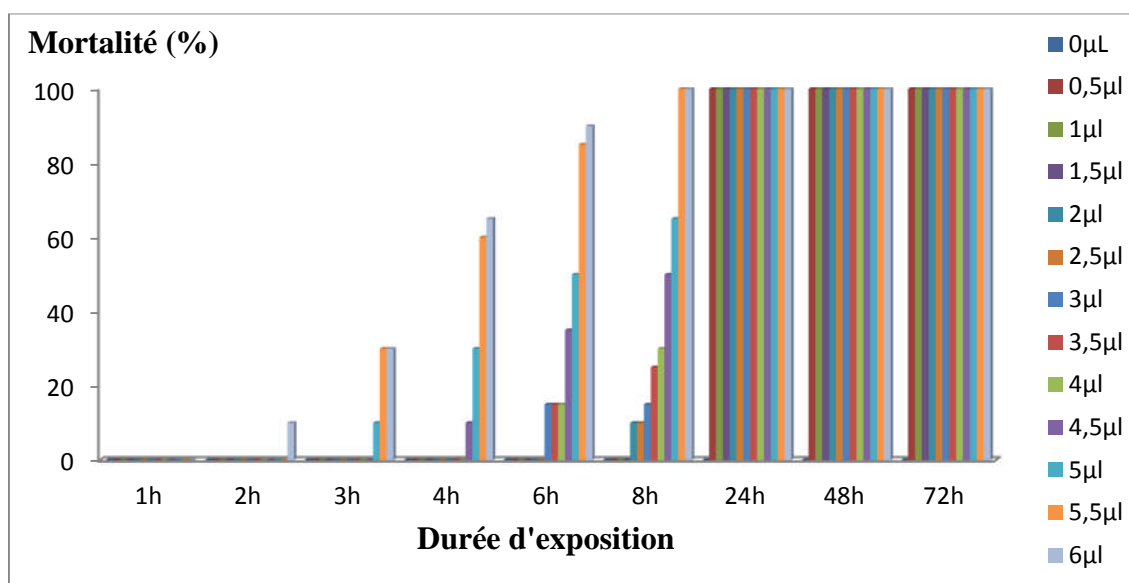
Le test de NEWMAN et KEULS au seuil de 5% de signification classe les taux moyen de mortalité des adultes mâles diapausants de *B. rufimanus* selon la durée d'exposition dans deux groupes homogènes (Tableau 7). Les durées d'exposition de (24h, 48h et 72h) ont montré des valeurs de moyenne de mortalité similaire (92.308), elles sont classées dans le groupe A. Le reste des durées d'exposition sont classées dans le groupe B avec un tau moyen de mortalité nul, mis a part les 6h et les 8h avec des taux moyen de mortalité faible (3.46 et 8.26).

**Tableau 7.** Résultat du test NEWMAN et KEULS concernant l'effet du facteur durée d'exposition sur le taux de mortalité de adultes mâles de *B. rufimanus*

temps	moyenne de taux de mortalité	groupes homogènes	
1h	0		B
2h	0		B
3h	0		B
4h	0		B
6h	3.462		B
8h	8.269		B
24h	92.308	A	
48h	92.308	A	
72h	92.308	A	

### 1.2.2. Etude de l'effet de l'huile essentielle par inhalation

Les résultats obtenus pour l'action par inhalation de l'huile essentielle de *M. piperita* sur la longévité des adultes mâles de *B.rufimanus* diapausants, sont présentés dans la figure suivante :



**Figure 25 :** Taux de mortalité des adultes mâles diapausants de *B.rufimanus* après traitement par inhalation avec différentes doses de l'huile essentielle de *M. piperita* L

Les résultats présentés dans la figure 25, montrent que la mortalité des adultes mâles diapausants de *B.rufimanus* évolue proportionnellement avec la dose de l'huile essentielle de *M. piperita* appliquée par inhalation et la durée de leur exposition.

Au bout de 24h d'exposition, nous avons enregistré un taux de mortalité de 100% à partir de la plus faible dose utilisée (0.5µl). A une courte durée d'exposition (2h) et pour la plus forte dose (6µl), la moyenne de mortalité est de 10%, et qui atteint un taux de 100% après une durée d'exposition de 8h.

La longévité moyenne des adultes mâles de *B.rufimanus* dans les lots témoins (non traités) peut dépasser 2 mois.

L'analyse de la variance à deux facteurs (tableau 8) montre une différence très hautement significative pour le facteur dose (P = 0) et la durée d'exposition (P = 0)

**Tableau 8.** Analyse de la variance au seuil de signification de 5% pour le paramètre taux de mortalité des Adultes de *B.rufimanus* diapausants traités avec l'huile essentielle de *Mentha piperita*

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	241891,5	116	2085,271				
VAR. DOSE	28602,61	12	2383,551	6,345	0		
VAR.DUREE D'EXPOSITION	177226,1	8	22153,26	58,973	0		
VAR.RESIDUELLE 1	36062,78	96	375,654			19,382	49,78%

Le test de NEWMAN et KEULS au seuil de 5% de signification classe les moyennes des taux de mortalité des adultes mâles diapausants de *B.rufimanus* selon les doses de l'huile essentielle dans trois groupes homogènes (Tableau 9). Les doses de (4µl, 4.5µl, 5µl, 5.5µl) sont classées dans le groupe A avec des moyennes respectives (38.33, 43.88, 50.55, 63.88 et 66.11). Les doses de (0µl, 0.5µl, 1µl, 1.5µl, 2µl, 2.5µl, 3µl, 3.5µl) sont regroupées dans le groupe B.

**Tableau 9.** Résultats du test de NEWMAN et KEULS concernant l'effet du facteur dose de l'huile essentielle de *M. piperita* L sur la mortalité des adultes mâles de *B.rufimanus*

doses (µl)	moyenne de taux de mortalité	groupes homogènes		
0	0			C
0.5	33.333		B	
1	33.333		B	
1.5	33.333		B	
2	34.444		B	
2.5	34.444		B	
3	36.667		B	
3.5	37.778		B	
4	38.333		B	
4.5	43.889	A	B	
5	50.556	A	B	
5.5	63.889	A		
6	66.111	A		

Le test de NEWMAN et KEULS au seuil de 5% de signification classe les moyennes des taux de mortalité des adultes mâles diapausants de *B. rufimanus* en fonction du facteur durée d'exposition en quatre groupes homogènes (Tableau 10). Les 24h, 48h et 72h sont classées dans le groupe A avec une moyenne de 92.308. Les 6h et les 8h d'exposition sont

classées dans le groupe B. Avec des moyennes faibles les durées d'exposition de 1h, 2h, 3h sont regroupées dans le groupe D.

**Tableau 10.** Résultat du test NEWMAN et KEULS concernant l'effet du facteur durée d'exposition sur le taux de mortalité de adultes mâles de *B. rufimanus*

temps	moyenne de taux de mortalité	groupes homogènes			
1h	0				D
2h	0.769				D
3h	5.385			C	D
4h	12.692			C	D
6h	23.462		B	C	
8h	31.154		B		
24h	92.308	A			
48h	92.308	A			
72h	92.308	A			

### 1.3. Estimation de la DL50 par la méthode de droite de régression

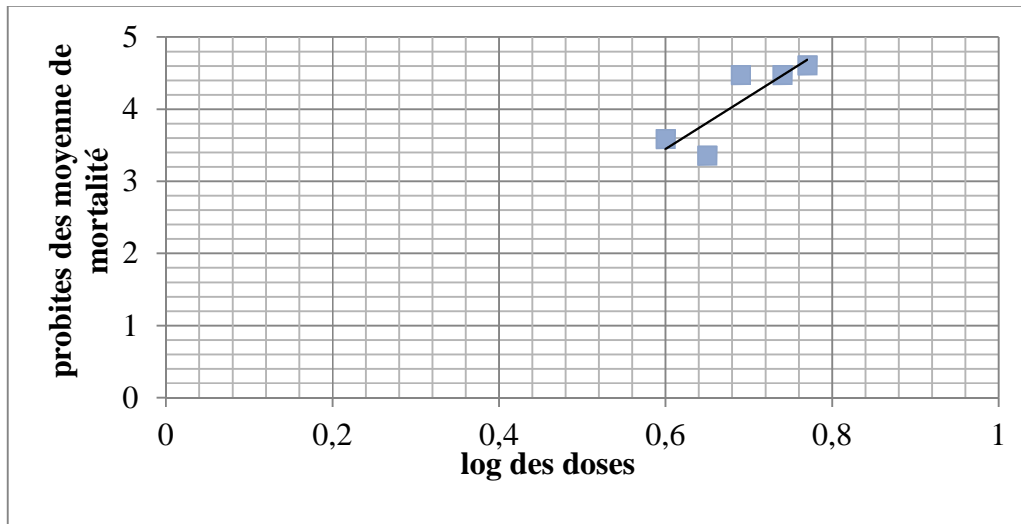
#### 1.3.1. Estimation de la DL50 de l'huile essentielle de *M. piperita* L. sur les adultes mâles de *B.rufimanus* par contact

Après une durée d'exposition de 8h des adultes mâles de *B.rufimanus* aux différentes doses de *M. piperita* les mortalités moyennes des insectes en pourcentage et en unités des Probits en fonction de des doses (tableau 11).

**Tableau 11.** Mortalités moyennes des insectes en pourcentage et en unités des Probits en fonction de des doses de *Mentha piperita* par contact

Doses ( $\mu$ l)	Moyenne de mortalité (%)	Log des doses	Probits des moyennes de mortalité
0.5	0	- 03	-
1	0	0	-
1.5	0	0.17	-
2	0	0.3	-
2.5	0	0.39	-
3	0	0.47	-
3.5	0	0.54	-
4	7.5	0.60	3.59
4.5	5	0.65	3.36
5	30	0.69	4.48
5.5	30	0.74	4.48
6	35	0.77	4.61

A partir des données présentées au tableau 11, on trace la courbe Probits = f (log dose) (Fig. 26)



**Figure 26 :** Ajustement d'une droite de régression des taux de mortalité des adultes mâles diapausants de *B.rufimanus* en fonction du logarithme des doses soumis à l'action de l'huile essentielle *M. piperita* par contact

La corrélation entre les deux variables quantitative (mortalité, doses) est forte car  $R = 0.85$  qui est une valeur proche de 1 (Fig. 26)

La DL50 est calculée à partir de la droite de régression  $y = 7.274 x - 0.915$  (Fig. 26) est égale à  $6.50\mu\text{l}$ .

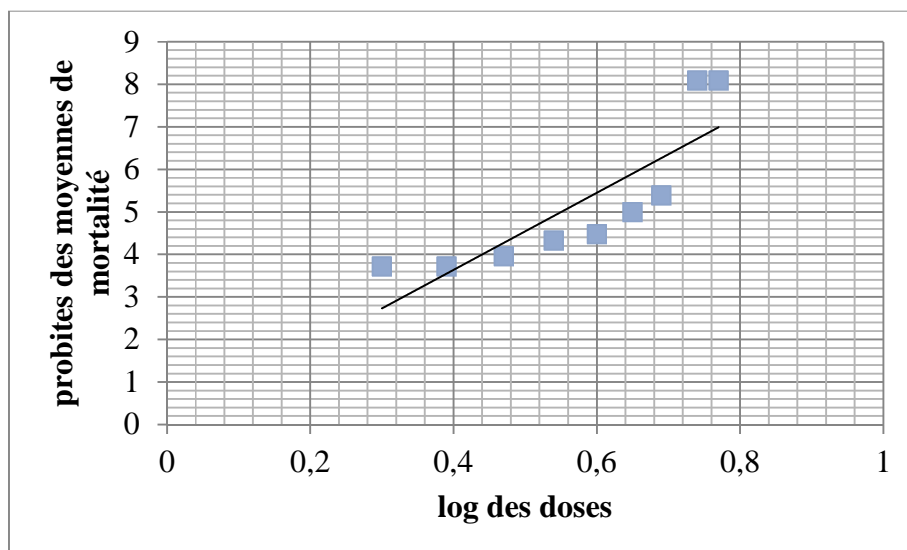
### 1.3.2. Estimation de la DL50 de l'huile essentielle *M. piperita* L. sur les adultes mâles de *B.rufimanus* par inhalation

La mortalité observée lors du test par inhalation des mâles diapausants de *B.rufimanus* est présenté au (tableau 12)

**Tableau 12.** Mortalités moyennes des insectes en pourcentage et en unités des Probits en fonction de des doses de *Mentha piperita* par inhalation.

Doses ( $\mu\text{l}$ )	Moyenne de mortalité (%)	Log des doses	Probits des moyennes de mortalité
0.5	0	-03	-
1	0	0	-
1.5	0	0.17	-
2	10	0.3	3.72
2.5	10	0.39	3.72
3	15	0.47	3.96
3.5	25	0.54	4.33
4	30	0.60	4.48
4.5	50	0.65	5.00
5	65	0.69	5.39
5.5	100	0.74	8.09
6	100	0.77	8.09

Ces données permettent de construire la courbe de régression linéaire (Fig. 27), représentant les relations entre le logarithme décimaux des doses et les Probits des moyennes de mortalités des mâles diapausants de *B.rufimanus*.



**Figure 27** : Ajustement d'une droite de régression des moyenne de mortalité des adultes mâles diapausants de *B.rufimanus* en fonction du logarithme des doses soumis à l'action de l'huile essentielle *M. piperita* par inhalation.

La droite de régression  $y = 9.047x + 0.020$  permet de déterminer la dose de la DL50, la valeur absolue de x lorsque y égale à 5 correspond à la dose recherchée, comme pour le traitement par contact, le calcul de la DL50 a donné une valeur de 3.54 $\mu$ l. Ce coefficient de corrélation se rapproche de 1 ( $R = 0.84$ ) il indique ainsi une forte corrélation entre les deux variables quantitative (doses et moyennes de mortalité).

## 2. Discussion

Les résultats de notre expérimentation montrent que l'huile essentielle de *M. piperita* présente un effet toxique sur les adultes femelles de *B.rufimanus*. Pour les faibles doses de *M. piperita* (0.5 $\mu$ l, 1 $\mu$ l) qu'on a pu tester avec les femelles ont montré une moyenne de taux de mortalité de 100% après 24h d'exposition. Les autres doses on n'a pas pu tester leur effet toxique sur les femelles à cause de leur effectif qui est très restreint.

Dans cette étude nous avons évalué l'effet biocide de l'huile essentielle de *Mentha piperita* L. par deux types de tests, par contact et par inhalation sur les adultes mâles diapausants de *B.rufimanus*, en fonction des doses et la durée d'exposition

Les résultats que nous avons obtenus pour le suivi de l'effet biocide de l'huile essentielle de *M. piperita* sur les adultes mâles de *B.rufimanus* sont similaires à ceux obtenus par beaucoup d'auteurs ayant travaillé dans les même conditions.

Les résultats de notre étude montrent clairement que l'huile essentielle de *M. piperita* a révélé un effet toxique très hautement significatif sur les adultes mâles de *B.rufimanus* diapausants par contact et par inhalation, au fur et à mesure que la dose et la durée d'exposition augmentent. A la plus faible dose (0.5µl), l'huile enregistre par contact une mortalité totale des mâles de *B.rufimanus* après 24h d'exposition, ainsi qu'une mortalité totale des mâles par inhalation après 8h d'exposition à la plus forte dose de 6µl. L'huile *M. piperita* est plus efficace par inhalation que par contact.

L'activité insecticide des traitements insecticide est plus efficace par inhalation que par contact, UPADHYAY et AHMAD (2011) affirme que lors du stockage, la fumigation d'un traitement insecticide curatif, qui consiste à introduire un gaz dans une enceinte bien étanche et l'y maintenir à une concentration suffisante, pendant un temps donné pour permettre la diffusion de celui-ci à travers toute la masse des gaines, par sa pénétration permet d'éliminer les formes cachées du ravageur (larves et nymphes).

AISSAT et BERKANE (2014) ont montré l'efficacité des huiles essentielles de *Mentha piperita* et du *Thymus zygis* sur les adultes diapausants des *B.rufimanus*. Ces auteurs ont montré que l'huile essentielle de thym est la plus toxique. A la plus forte dose (10µl), la mortalité totale des mâles de *B.rufimanus* est enregistrée après 6 heures d'exposition avec l'huile du thym, et l'huile essentielle de la menthe poivrée assure la mort totale des individus après 9 heures de traitement ce qui est proche de nos résultats.

Nos résultats concordent avec ceux obtenus par KACEL et KACHA (2015) où l'huile essentielle de la menthe poivrée a montré une toxicité par contact et par inhalation sur les adultes diapausants de *B. rufimanus*, l'huile cause la mortalité totale des mâles après 24h d'exposition à 10µl par contact, alors que par inhalation la menthe poivrée cause la mort des bruches après une exposition de 24 heures, à la dose de 50µl.

Dans une étude similaire, KHELIL et SALMI (2014) testant l'efficacité de deux autres espèces de Lamiacées ont conclu que l'huile essentielle de basilic, est la plus efficace, enregistrant un taux de mortalité après 7h (0.28 jours) pour les mâles à la plus forte dose de 10µl. A la même dose, les mêmes auteurs indiquent que l'huile essentielle de la lavande fine réduit la longévité moyenne à 38h (1.6 jours) pour les mâles. Ces auteurs ont observé que les huiles essentielles d'*Ocimum basilicum* et de *Lavandula angustifolia* causent instantanément 100% de mortalité chez les adultes de *B. rufimanus* à la dose de 100µl 9h après du traitement pour les mâles avec Basilic et après 24h pour la Lavande fine.

DEJDID et SAADA (2015) notent que l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* a révélé un effet insecticide très hautement significatif sur la durée de vie de *B. rufimanus* par

contact, à partir de la dose de 6 $\mu$ l. Ces auteurs ont observé une forte diminution de la longévité des mâles jusqu'à atteindre une mortalité de 100% après 24h d'exposition à la plus forte dose de 8 $\mu$ l.

Les mêmes auteurs mentionnent que l'action toxique de l'huile essentielle d'Eucalyptus par inhalation sur les adultes mâles de *B.rufimanus* est enregistrée à la dose de 2 $\mu$ l avec une mortalité totale après une durée d'exposition de 24h.

ASSAM (2015) a évalué l'effet biocide de l'huile essentielle de *Salvia officinalis* sur la longévité des adultes mâles diapausants de *B.rufimanus* par contact, dès la plus faible dose (2 $\mu$ l), l'huile essentielle montre un effet toxique qui s'exprime avec 12h (0,5 jrs) sur les mâles, après 48h d'exposition. A la plus forte dose, l'huile enregistre une mortalité totale des mâles de *B.rufimanus* diapausants après 24h d'exposition.

Le même auteur montre que l'effet biocide de l'huile essentielle de *S. officinalis* par inhalation sur les adultes diapausants de *B.rufimanus*, dès la plus faible dose (2 $\mu$ l) a un effet toxique qui s'exprime avec une longévité moyenne de 48h (2 jrs) sur les mâles. A la plus forte dose de 8 $\mu$ l, l'huile enregistre une mortalité totale des mâles de *B.rufimanus* après 48h d'exposition.

KASSIMI (2016) a montré que l'huile essentielle d'*Eucallyptus globulus* présente une toxicité à l'égard des adultes en diapause de *B. rufimanus* durant quatre mois d'étude ( Novembre, Décembre, Janvier, Février) en fonction de la dose et la durée d'exposition, la durée de vie des mâles ne dépassent pas 3 heures pour les individus émergents le mois de Novembre et soumis à une dose de 4 $\mu$ l.

Les travaux d'AKNINE et TAHENNI (2013) sur l'effet de deux l'huiles naturelles, de Mandarinier et de Citronnier à l'égard des adultes mâles de *B.rufimanus* diapausants ont montré un effet toxique au fur à mesure que les doses et la durée d'exposition augmentent, la plus forte dose de 10 $\mu$ l cause la mortalité totale des mâles après une durée d'exposition de 1h.

Dans notre expérimentation le calcul de la DL50 d'huile essentielle *M. piperita* sur les adultes mâles de *B.rufimanus* par contact et par inhalation sont respectivement de 6.50 $\mu$ l et 3.54 $\mu$ l. De nombreux travaux relatifs au calcul 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 de la fève. BOUCHIHKI TANI et al. (2011) qui ont testé l'huile essentielle d'*Origanum glandulosum* (Lamiacées) à différentes doses sur les adultes de trois bruches *Acanthoscelides obtectus*, *Callosbrus maculatus*, *Bruchus rufimanus*. Cette huile présente une activité insecticide, les DL50 calculées après 48h d'exposition montrent que l'huile essentielle est très toxique sur *A. obtectus* avec DL50 = 1.44 $\mu$ l/30g de

graines, présentent une toxicité un peu variable sur *C. maculatus* avec  $DL_{50} = 2.06\mu\text{l}/30\text{g}$  de graine, et moins toxique sur *B. rufimanus* avec  $DL_{50} = 7.72\mu\text{l}/30\text{g}$  de graines. D'après cette étude, la bruche de la fève semble être la plus résistante comparée aux bruches polyvoltines et sa  $DL_{50}$  est proche de la notre.

AMIRAT et al. (2011) montrent que le taux de mortalité des pucerons noirs par fumigation augmente proportionnellement avec la dose de deux huiles essentielles d'*Origanum glondulosum* et de *Lavandula stochas*. Les  $DL_{50}$  calculées après 12h d'exposition pour l'origan et après 24h pour la lavande montrent que l'huile de l'origan est plus toxique sur *Aphis pomi* avec une  $DL_{50}$  de  $0,053\mu\text{l}/\text{cm}^2$  et que l'huile de la lavande est moyennement toxique avec une  $DL_{50}$  de  $0,105\mu\text{l}/\text{cm}^2$ .

OUCHEKDIDH-OURLISSÈNE (2014) a montré que l'action des huiles essentielles de trois Lamiacées, *Thymus Zygis*, *Rosmarinus officinalis* et *Mentha piperiata* à l'égard d'*Acanthoscelides obtectus* ont montré un taux de mortalité significative, ce dernier augmente proportionnellement avec la dose des huiles testées et la durée d'exposition pour toutes les huiles utilisées. L'huile essentielle du thym est la plus efficace avec une mortalité moyenne de 70.62% enregistrée pour toutes les doses, suivi de l'huile essentielle de la menthe avec une mortalité moyenne de 59.68%, puis celle du romarin avec une mortalité moyenne de 57.18%.

Des résultats similaires sont obtenus par GOUCEM-KHELFAÏNE (2014), qui a testé l'efficacité de neuf huiles essentielles extraites de plantes aromatiques sur *A. obtectus*. L'auteur a montré que ce sont surtout les huiles essentielles des Lamiacées qui sont plus toxiques, en effet, les huiles essentielles du thym et de la menthe poivrée utilisées aux doses plus faibles (0 ; 0.25 ; 0.5 ; 0.75 ; 1 et  $2\mu\text{l}$ ), se sont montrées beaucoup plus efficaces en enregistrant une longévité respectivement de  $1.75\pm 0.95$  et  $3.5\pm 0.57$  jours à la plus forte dose de  $2\mu\text{l}$ . De plus, la même étude fait ressortir une mortalité de 100% à la dose de  $10\mu\text{l}$  après 72 heures d'exposition à l'huile essentielle de la menthe poivrée et de la lavande.

D'autre part, HAMOUDI et TEMMAR (2009) signalent que l'huile de l'orange douce et l'huile de la carotte agissent d'une façon très hautement significative sur la longévité de *C. maculatus* qui est inférieure à 24h aux doses de 25 et  $100\mu\text{l}$ .

TALEB-TOUDERT (2015) a étudié l'efficacité des huiles essentielles caractérisées dans l'essai de contrôle de la population de *C. maculatus* à l'aide des tests de contact et de fumigation, les essais ont porté, sur dix huiles essentielles provenant de la Kabylie montrant que l'effet biocide le plus important est enregistré dans les traitements par contact avec les huiles essentielles d'*E. globulus*, *E. radiata*, *L. nobilis* et *S. officinalis*. La durée de vie des

adultes de *C.maculatus* est comprise entre 1h et 21h pour les différentes huiles à la dose de 16 $\mu$ l.

Selon le même auteur La détermination de la DL50 de six huiles essentielles par fumigation après 24h d'exposition leur a permis de les classer comme suit : 5.62 $\mu$ l/l d'air pour *L .nobilis* (Lauraceae), 6.04 $\mu$ l/l d'air pour d'*E .globulus* (Myrtaceae), 6.38 $\mu$ l/l d'air pour, *E. radiata* (Myrtaceae), 6.41/ l d'air pour *S. officinalis* (Lamiaceae), 7.68/ l d'air pour *M.communis* (Myrtaceae) et 8.78 $\mu$  l/l d'air pour *P. lentiscus* (Anacardiaceae). Ces résultats montrent que les huiles essentielles sont actives sur les adultes de *C.maculatus* par fumigation, bien que celle qui s'est montrée plus efficace est celle de *L .nobilis* avec la plus faible DL50 de l'ordre de 5.62 $\mu$ l/l d'air.

Selon le même auteur l'effet le plus important sur la longévité des adultes par contact est enregistré dans les traitements avec les huiles essentielles de *O. basilicum*, *M. spicata*, *A.triphylla*. A la dose 8 $\mu$ l de *O. basilicum*, les insectes vivent en moyenne 5h. Au-delà de cette dose (12 et 16 $\mu$ l), tous les individus adultes meurent en moins d'une heure.

La détermination de la DL50 des quatre huiles essentielles par fumigation après 24h d'exposition a permis de les classer comme suit : *M. spicata* 6.48 $\mu$ l/l d'air, *A.triphylla* 6.70 $\mu$ l/l d'air, *O. basilicum* 6.75 $\mu$ l/l d'air, *R. officinalis* 8.46  $\mu$ l/l d'air. Les résultats de la DL50 par fumigation de ses quatre huiles ont permis de révéler que *E .globulus* et *S. officinalis* sont les huiles les plus toxiques après 24h d'exposition à la dose de 8 $\mu$ l/l d'air. La dose de 12 $\mu$ l/l d'air réduit la population de *C.maculatus* de 90% pour l'ensemble des huiles testées *R. officinalis*, *O. basilicum*,*M. spicata* et *A.triphylla*.

De même KELLOUCHE et al. (2010) qui ont montré qu'à partir de la dose de 10 $\mu$ l/50g de graines de niébé, les huiles essentielles de *Salvia officinalis*, *Eucalyptus globulus*, *E .citriodora*, *Myrtus communis*, *Melaleuca vidiflora*, *Mentha piperita*, *Bogostemom cablina*, *Cuperessus sempervirens*, *Sinnamomum zeylanicum* et de *Citrus mendurensis* ont réduit d'une manière très significative la longévité des adultes de *C.maculatus*. Cette durée de vie a été réduite à moins de 24h avec les huiles essentielles de cannelle et d'*Eucalyptus* à la dose de 15 $\mu$ l/50g, alors que dans les lots témoins, les adultes vivent plus d'une semaine.

Selon HEDJAL-CHEBHEB (2014), le taux de mortalité des adultes de *C.maculatus* des graine de niebé, est de 100% à partir de la dose de 37,5 $\mu$ l/l. Par ailleurs, elle a observé que les huiles essentielles du genre *Cupressus* causent 100% de mortalité par contact et par inhalation, et cela à partir des doses respectives de 50 $\mu$ l/50G et 50 $\mu$ l/l,

Selon LARBI (2009), l'action de l'huile essentielle *Mentha piperita* sur la longévité des adultes de *C. maculatus* aux plus fortes doses (10µl) se manifeste par la réduction de la longévité des bruches à moins de 24heurs.

Selon ABDMEZIEM et AIT GHERBI (2008), l'huile de *Mentha viridis* réduit longévité des adultes de *C. maculatus*. A la plus forte dose (10µl), la longévité ne dépasse pas 4heurs d'exposition.

Les mécanismes d'action des propriétés insecticides des huiles essentielles sont encore méconnus malgré les études relativement nombreuses réalisées à ce sujet (ISMAN, 2000), l'activité insecticide est probablement attribuée aux différentes substances que contiennent les plantes aromatiques. Dotées d'une toxicité considérable, les huiles essentielles qui sont des mélanges de monoterpènes, tuent presque instantanément les insectes par un effet choc neurotoxique, en bloquant le fonctionnement des canaux de sodium indispensables à la transmission de l'influx nerveux (REGNAULT-ROGER et al., 2012). Les huiles essentielles semblent de ne pas avoir de cibles cellulaires spécifiques, du fait de la diversité de leurs constituant (HOUEL, 2011). Ces actions différentes sont dues aux constituants lipophiles des huiles essentielles, qui pouvant traverser facilement les membranes cellulaires et en bouleverser la structure et le fonctionnement (BAKKALI et al., 2008). Elles peuvent par exemple avoir une action d'altération sur la perméabilité de la membrane cellulaire et de se fait mettre en cause la capacité de la régulation osmotique de la cellule ou d'exclusion des composés toxiques, et empêche la respiration cellulaire des mitochondries (CARSON et al., 2002). L'activité des monoterpènes sur d'autre mécanises, sont signalés comme les perturbations des voies de biosynthèse ou de système enzymatiques (TAJKARIMI et al., 2010). Leur action peut se faire sur l'activité des estérases par les monoterpènes contenus dans les huiles essentielle qui sont des neurotoxiques aguissent sur différentes cibles en fonction de leur nature chimique (HUIGNARD et al., 2008). Leur action peut se faire sur l'activité électrique neuronale par les monoterpènes provoquent une activité électrique spontanée puis une diminution à forte dose (PRICE et BERRY., 2006). Les composés des huiles essentielles peuvent causer des modifications sur les cibles moléculaires le cas du sodium. A cet effet, KETOH et al. (2006) ont montré que l'huile essentielle d'*O. basilicum* induit une inhibition totale de l'activité électrique neuronale.

Durant notre expérimentation nous avons souffert du manque défectif des adultes diapausants de *B.rufimanus* où l'effectif des femelles est presque nul, mais se manque n'a pas été cité auparavant.

Durant notre expérimentation nous avons remarqué que plusieurs graines pour lesquelles l'opercule a été vide, ne contient pas d'insectes, comme il y avait un nombre important d'individus mort à l'intérieur des opercules. Nous avons aussi remarqué que le nombre de graines infestées par les larves de *B. rufimanus* et qui n'ont pas d'opercule est très important (mortalité larvaire).

Durant notre expérimentation nous avons enregistré un manque d'effectifs d'adultes diapausants de *B. rufimanus*. Cela peut être lié à l'utilisation des produits chimiques qui constituent à l'heure actuelle la technique la plus utilisée pour lutter contre les insectes ravageurs des légumineuses.

Selon FLEURAT-LESSARD (2011), la lutte contre *B. rufimanus* passe par un traitement au champ avant la récolte au moment de la floraison au début de la formation des gousses avec des insecticides à une durée d'action prolongée, comme la deltaméthrine et la cyperméthrine.

Le manque d'effectifs des adultes de *B. rufimanus* peut être lié au cycle du développement de l'insecte qui débute au champ, pendant la fructification de la plante hôte, ce dernier peut être influencé par plusieurs facteurs climatiques qui peuvent causer l'évasion des insectes ou leurs mort aux différents stades de développement à l'intérieur des graines, comme il est expliqué par plusieurs auteurs

LARDJANE (2009) a constaté que les adultes peuvent au cours de la période de diapauses, réagir à des élévations sensibles de la température, par des reprises séquentielles d'activité de déplacement.

Le climat intervient sur la physiologie des végétaux, réglant la phénologie des plantes, ce qui peut avoir une influence sur le comportement des insectes (AOUAR- SADLI, 2009).

La température est l'élément le plus important du climat, étant donné que tous les processus métaboliques en dépendent (DAJOZ, 2006).

Selon DAJOZ (1985), l'humidité a une influence sur la longévité et la vitesse du développement des espèces, sur la fécondité et le comportement.

Lorsque l'humidité relative est élevée, l'émission des œufs par les femelles de *B. rufimanus* est difficile (BOUGHADAD, 1994).

Selon DENLINGER et al. (2005), les écarts de température diurnes peuvent moduler l'activité et la période de ponte.

Selon MEDJDOUB-BENSAAD (2007), un fort pourcentage d'individus s'échappent des stocks de graines rapidement. Le même auteur rapporte que la durée du développement de la bruche à l'intérieur des graines est très variables, des individus réalisant leur

développement post-embryonnaire sans ralentissement important et donnant des adultes émergeant des graines quatre ou cinq mois après la ponte, d'autres individus ayant un développement beaucoup plus lent avec des durées de développement pouvant atteindre huit ou neuf mois présentant une sorte de diapause larvaire.

TRAN (1992) ; LARDJANE (2009) soulignent qu'au cours du développement post-embryonnaire une forte mortalité touche les différents stades larvaires, nymphaux et adultes. Cette dernière affecte particulièrement les premiers stades larvaires en traversant le péricarpe de la gousse. Une telle mortalité a déjà été observée par DUPONT (1990) cette mortalité pourrait être due à la texture et la teneur en eau des graines ou à la variété des graines et notamment, leur teneur en vicine, un glucoside toxique pour les bruches ou encore à l'existence de parasites et notamment, l'acarien *Pyemotes ventricosus* qui est très fréquent dans les stocks de graines et ce parasite *Triaspis luteipes* qui pourraient être responsables de la mortalité élevée au stade adulte dans les graines.

HAMANI-AOUDJIT (2014) a noté qu'il n'y a pas de différence significative entre le nombre d'œufs pondus par la femelle de *B. rufimanus* sur la variété Séville et Féverole.

Par contre MEDJDOUB-BENSAAD (2007) et MEZANI (2011) affirment qu'il y a une différence significative de la quantité d'oviposition sur les gousses des différentes variétés de fève étudiées. Les femelles de *B. rufimanus* expriment une préférence marquée pour la variété Muchiniel, elle est suivie par la variété Aguadulce et Seville. Ces auteurs indiquent que cette différence est probablement liée à la taille des gousses qui sont plus importantes chez Muchiniel et au niveau des populations des femelles dans la parcelle et la teneur en élément nutritif des graines.



*Conclusion*

Le travail présenté dans ce mémoire porte sur l'évaluation de l'effet de l'huile essentielle extraite des feuilles de la Menthe poivrée (*Mentha piperita*) sur la longévité des adultes mâles de la bruche de la fève *Bruchus rufimanus* dans la période de diapause.

En tenant compte de nos résultats, nous pouvons conclure que l'huile essentielle de la menthe poivrée, exerce un effet insecticide par contact et par inhalation, en réduit la longévité des adultes mâles de la bruche de la fève dans la période de diapause.

L'huile essentielle de la plante aromatique que nous avons testé d'une part par contact, semble avoir un effet toxique sur la longévité des adultes de *Bruchus rufimanus* dès la plus faible doses, après une durée d'exposition de 24 heures.

D'autre part, a la plus forte dose (6 $\mu$ l), cette huile a montré une forte toxicité par inhalation à l'égard de la longévité des adultes mâles de la bruche de la fève après une durée d'expositions de 8 heures.

Les résultats obtenus montrent que l'huile essentielle utilisée a un effet insecticide à l'égard de la bruche de la fève. Sa toxicité varie selon le type du test effectué (contact ou inhalation), la durée d'exposition et la dose appliquée. Ce qui nous permet d'envisager l'utilisation des huiles essentielles dans les silos de stockage des graines récoltées. Les huiles réduisent la longévité des bruches qui sont la source d'infestation de la fève au champs

Il est donc intéressant de poursuivre des études plus poussées dans se domaine afin d'identifier et d'isoler les composés actifs de ses huiles essentielles pour confirmer les résultats obtenus.

Cette méthode de lutte biologique peut être une solution alternative, pour les pays en voie de développement à l'instar de l'Algérie, en raison de sa richesse florale, par l'application de l'huile essentielle de *M. piperita* qui peut être utilisée dans les silos de stockage des graines de fève, avant que les bruches ne quittent les graines pour aller coloniser les parcelles de fève en culture.



*Références*

*Bibliographiques*

- ABBAD ANDALOUSSI F., 2001.** Screening of *Vicia faba* for resistance to giant race of *Ditylenchus dipsaci* in Marocco. Nematol. Mediterr. N° 29: 29-33.
- ABDMEZIEM S., AIT GHERBI F., 2008.** Evaluation de l'effet bio-insecticide de l'huile essentielle de la menthe verte : *Mentha viridis*, contre la bruche de niébé (*Callosobruchus maculatus* Fab). Mémoire de Master II, U.M.M.T.O. 45p.
- AIBOUD K., 2012.** Etude de l'efficacité de quelques huiles essentielles à l'égard de la bruche de niébé *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera : Bruchidae) et impacts des traitements sur la germination des graines de *Vigna unguiculata* (L.) Walp. Mémoire de magistère d'état. U.M.M.T.O. 83p.
- AISSAT K., et BERKANE N. 2014.,** Effet insecticide des deux huiles essentielles de *Mentha piperita* L. et de *Thymus zygis* L. (Lamiacées) à l'égard des adultes diapausants de la bruche de la fève *B. rufimanus* Boh. (Coleoptera : Chrysomelidae). Mémoire de Master II, U.M.M.T.O. 60p.
- AKNINE L., et TAHENNI T. 2013.** Effet de deux huiles naturelles de Mandarinier et de citronnier et de l'huile essentielle de à l'égard des adultes de la bruche de la fève *bruchus rufimanus* (Boheman) (Coleoptera : Bruchidae). Mémoire de Master en Biologie, Spécialité : Entomologie Appliquée à la Médecine, l'Agriculture et la Foresterie. U.M.M.T.O. 42p.
- AMIRAT N., TEBBOUB S., et SEBTI M. 2011.** Effet insecticides des huiles essentielles chémotypées de deux plantes aromatiques *Lavandula stoechas* et *Origanum glandulosum* de la région de Jijel. Séminaire, de l'année internationale des forêts.
- AOUAR-SADLI M. 2009.** Systématique, éco-éthologie des abielles (Hymenoptera : Apoidea) et leur relation avec la culture de fève (*Vicia faba* L.) sur champ dans la région de Tizi-Ouzou. Thèse de doctorat . U.M.M.T.O. 268p.
- ASSAM S. 2015.** L'effet biocide de l'huile essentielle et la poudre de la sauge (*Salvia officinalis*; Lamiacées) sur la bruche de la fève *Bruchus rufimanus rufimanus* Boh. (Coleoptera : Chrysomelidae : Bruchinae). Mémoire de master II. U.M.M.T.O. 44p.
- AVERSENQ P., GOUTIER J. et GUEGUEN M., 2008.** Le truffaut. Anti-maladies et parasites. Larousse. Edition Octavo. 224p.
- BAKKALI F., AVERBECK S., AVERBECK D. et IDAOMAR M., 2008.** Biological effects oils. A review Science. Directe. Food and Chemical Toxicology. Vol 64: 446-475.
- BALACHOWSKY A.S. 1962.** Entomologie appliquée à l'agriculture. Ed. Masson et Cies, Tome I. Vole I, 564 p.

- BERNE J.J. et DARDY J. 1987.** La bruche sur féverole : un ravageur bien difficile à maîtriser. Phytoma. Défense des cultures. Phytoma, N°338 : 30-32.
- BLACKMAN R.L. et EASTOP V.F., 2007.** Taxonomic issues (chapter I). in: *Van Edmen H F Harrington* eds: aphids as crop pests . CABI International, oxford shire, UK, 968-1003.
- BOND D.A., LAWS D.A., HAWTIN G.C., SAXENA M.C., STEPHENS J.H. 1985.** Faba bean (*Vicia faba* L.). In: *Grain Legume Crops*. R.J. Summer field and E.H. Roberts (Editors). Collins, London, 199-265.
- BOUCHIKIII TANI Z. 2011.** Lutte contre la bruche du haricot *Acanthoscelides obtectus* (Coleoptera, bruchidae) et la mite *Tineola bisselliella* (Lepidoptera, Tineidae) par des plantes aromatiques et leur huile essentielles. Thèse de doctorat d'état. Université de Aboubakr Belkaid-Telemcen.169p.
- BOUCHIKIII TANI Z., KHELIL M A., BEDAHOU M. et PUJADE V. 2011.** Lutte contre les trois bruches *Acanthoscelides. obtectus* (Say, 1831), *Bruchus rufimanus* Bohman, 1833, *Callosobruchus maculatus* (Fabricius, 1775) (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchidae) par les huiles essentielles extraites d'*Origanum glandulosum* (Lamiacées). *Buil. Inst. Cat. Hist. Nat.*, 76: 177-186.
- BOUGHDAD A. et LAUGE G. 1997.** Cycle biologique de *Bruchus rufimanus* Boh. (Coleoptera : Bruchidae) sur *Vicia faba* L. var. minor (légumineuse) au Maroc, 27-36.
- BOUGHDAD A., 1994.** Statut de nuisibilité et écologie des populations de *Bruchus rufimanus* (BOH) sur *Vicia faba* L. au Maroc : Thèse doctorat d'Etat en Sciences, (3628) Université deParis-Sud Orsay. 182 p.
- BOUHACHEM S. 2002.** Les pucerons de la féverole en Tunisie. Proceedings du 2<sup>ème</sup> séminaire du réseau REMAFEVE/REMALA, « *le devenir des légumineuses Alimentaires dans le Maghreb* », Hammamet, Tunisie. 100 p.
- BOYELDIEU J., 1991.** Produire des graines oléagineux et protéagineux. Ed. Lavoisier IC et DOC, Paris. 228p.
- CAMARA A. 2009.** Lutte contre *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera : Curculionidae) et *Tribolium Castaneumherbst* (Coleoptera : Tenebrionidae) dans les stocks de riz par la technique d'étuvage traditionnelle pratiquée en Basse-Guinée et l'utilisation des huiles essentielles végétales, thèse doctorat en science de l'environnement. Université de Québec Montréal. 154 p.
- CARSON C.F., Mee B. J., et Ryley T.V., 2002.** Mecanism of action of *Malaleuca alternifolia* (Tea tree) oil on *Staphylococcus aureus*. Determined by time- kill, leakage and

salt tolerance assays and electron microscopy. *Antimicrobial Agents Chemoter.* Vol. 46: 1914-1920.

**CASARI S.A. et TEIXEIRA E.P., 1997.** Description and biological notes of final larval instar of some seed beetles (Coléoptère : Bruchidae), *Annales de la société entomologique de France.* Vol 33 (3) : 295-323.

**CHAISSON H., et BELOIN N., 2007.** Les huiles essentielles, des pesticides « nouveau genre ». *Antennae. Bulletin de la société d'entomologie du Québec* 14(1) : 3-5.

**CHAKIR S., 1998.** Biologie de *Bruchus rufimanus* (BOH) (Coleoptera :Bruchidae) et processus d'infestation aux champs. Thèse de doctorat es-sciences agronomiques Institut Agro et vet HASSAN Maroc. 124p.

**CHAUX C. et FOURY C. 1994.** Production légumières, légumineuses potagères, légumes, fruits. Technique et documentation Lavoisier F75384 Paris, 3-15

**CHOUGOUROU D.C., 2011.** Systèmes de stockage et méthodes endogènes de lutte contre les insectes ravageurs des légumineuses à grains entreposées au Centre Bénin *Revue CAMES - Série A*, 12 (2) : 137-141.

**D.S.A.T.O., 2017.** Statistiques Agricoles. Direction des Services Agricoles de la

**DAJOZ R., 1985.** Précis d'écologie. Ed. Dunod, 505p.

**DAJOZ R., 2000.** Eléments d'écologie .Ed. Bordas Paris, 5ème édition, 540p.

**DAJOZ R., 2006.** Précis d'écologie. Ed. Dunod. Paris, 8ème édition. 631p.

**DAOUI K., 2007.** Recherche de stratégies d'amélioration de l'efficacité d'utilisation du phosphore chez la fève (*Vicia faba* L.) dans les conditions d'agriculture pluviale au Maroc. Thèse présentée de Doctorat en Sciences agronomiques et ingénierie biologique. 215p.

**DENLINGER L., YOCUM G.D. et RENIHART J.P., 2005.** Hormonal control of diapause. *Comprehensive molecular insect science.* Edited by Lawrence L. Iatrou Sarjeet et S. Gill :615-649.

**DIDIER B., et GUYOT H. 2012.** Des plantes et leurs insectes. Ed. Quae, Paris. 253p.

**DJEDID., et SAADA. 2015.** Action de la poudre et de l'huile essentielle de l'Eucalyptus (*Eucalyptus globulus*) sur la longévité des adultes de la Bruche de la fève *Bruchus rufimanus* (Coleoptera : Bruchidae) durant la période de diapause. Mémoire master. Protection des plantes cultivées. 49p.

**DUC G. (1997).** Faba bean (*Vicia faba* L.). *Field Crops Research.* 53:99-109.

**DUPONT P., 1990.** Contribution a l'étude des populations de la bruche de fève *Bruchus rufimanus* (BOH). Analyse des relations spatio-temporelles entre la bruche et sa plante hôte. Thèse de doctorat. Université de Tours. 168p.

- DRIDI B-A-M., LOUMEREM M., HOUIMLI S-I-M., JABBES N, TLAHIG S (2011).** Caractérisation phenol-morphologique de quelques lignées de fève (*vicia faba* L.) sélectionnées et adaptées aux conditions de cultures dans les régions arides en Tunisie. *Africa focus*.24 (1) : 71-94.
- EMERAN A.A., SILLOERO J.C., FERNANDEZ-APARICI M., et RUBIALES D., 2011.** Chemical control of faba bean rust (*Uromyces Viciae-fabae*). *Crop Protection journal homepage*: 1-6.
- F.A.O., 2005.** FAO stat database. Site internet: <http://ww.fao.agro/statistic>.
- FLEURAT-LESSARD F., 2011.** Les stratégies de lutte chimique en pré-et-post-récolte en Afrique. In HUIGNARD et al., Insectes ravageurs des graines de légumineuses. Biologie des Bruchinae et lutte raisonnée en Afrique. Ed. Quae, Paris. 145p.
- FRANSSEN C.J.H., 1956.** de venswijze en de besytrijding van tuinboonke ver versl. *Landbouke. On ders.* 62 (10): 1-75.
- GAIN E., 1978.** Note sur la germination des grains de légumineuses habitués par les bruches: C.R.1897, 2ème semestre, T-CXXV, 3 : 195-197.
- GOERGEN G., 2005.** Petit manuel d'identification des principaux ravageurs des denrées stockées en Afrique, rapport soumis à la commission européennes STD-3 (1992-1995), publié par CTA. 142p.
- 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 (Coleoptéra ,Chrysomelidae), bruchinae et comportement de ce ravageur vis-a-vis des composés volatils de différentes variétés de la plante hôte (*Phaseolus vulgaris* L). Thèse de doctorat . U.M.M.T.O. 143p.
- HAMADACHE A, AIT-ABDALLAH F. et BELLOULA B. (1996).** Effet de l'environnement, de la date de semis et du désherbage sur le rendement en grain et ses composants chez la fève (*Vicia faba* L.). *Céréaliculture*. N°.29 : 15-18.
- HAMADI N., OURAMDANE A., FREROT B., MELLOUK M. 2010.** Biological activity of ten oils against cowpea beetle, *Callosobruchus maculatus* Fabricius (Coleoptera : Bruchedae), *Int. J. Intg. Biol.*, 2010, vol 10 (2): 86-89
- HAMANI-AOUDJIT S. 2014.** Bioécologie et diapause reproductrice de la bruche de la fève *Bruchus rufimanus* dans deux parcelles de fève et féverole dans la région de Haizer (Bouira). Mémoire de magister. Université de Tizi-Ouzou. 80p.

- HAMOUDI N., et TEMMAR O. 2009.** Etude des effet insecticide de deux huiles essentielles de l'Orange douce et de le Carotte sur la biologie de la bruche du niébé *C. maculatus* F. (Colerptera :Bruchidae). Mémoire d'Ing en iologie U.M.M.T.O.67p.
- 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, *Callosbruchus maculatus* F. 1775 (Colerptera :Bruchidae). Thèse de doctorat . U.M.M.T.O. 103p.
- HOFFMANN A., 1945.** Faune de France, Bruchidae, Ed. Paul le chevalier, Paris T44. 184p.
- HOFFMANN A., LABEYRIE V., et BALACHOWSKY A.S. 1962.** Famille des Bruchidae in Entomologie appl. à l'agriculture, 434-494, (1), Balachowsky ed., Masson publ., Paris. 564p.
- HOUEL E. 2011.** Etude des substances bioactives issues de la flore amazonienne. Analyse de préparations phytothérapeutiques à base de *Quassia amara* L. (Simaroubaceae) et *Psidium acutamgulum* D.C. (Myrtaceae) utilisées en Guyane Française pour une indication antipludique. Identification et analyse métabolique d'huile essentielles à activité antifongique. Thèse de doctorat en chimie des substance. Université des Antilles et de la Guyane. 220p.
- HUIGNARD J., DUGRAVOT S., KETOH G.K., THIBOUT E., et GLITHO I.G. 2008.** Utilisation de composes secondaires des végétaux pour la protection des grains d'une légumineuse, le niébé. Conséquences sur les insectes ravageurs et parasitoïdes. In biopesticides d'origine végétale (Ed. by C. Renault- Roger BJR. Phylogène, C. Vincent) . 2<sup>ème</sup> edition. Tec et Doc. Lavoisier, Paris: 187-206.
- HUIGNARD J., GLITHO I., MONGE J., et REGNAULT-ROGER I., 2011.** Insectes ravageurs des graines de légumineuses, biologie des Bruchinae et lutte raisonnée en Afrique. Edition Quae .France. 147p.
- ISMAN M.B. 2000.** Plant essential oils for pest and desease management, Crop Protection. Vol.19:603-608.
- KACEL F., KACHA D. 2015.** Activité insecticide des huiles essentielles de Lamiacées et de Rutacées sur la bruche de la fève *Bruchus rufimanus* Boh. (Coleoptera : Chrysomelidae :Bruchinae). Mémoire de master II.U.M.M.T.O. 45p
- KACIMI N. 2016.** Activité insecticide de huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* sur les adultes de la bruche de la fève *Bruchus rufimanus* BOh (1833) durant de diapause reproductrice. Mémoire de fin d'étude. U.M.M.T.O. 53p.

- KELLOUCHE A., 2005.** Etude de la bruche de pois chiche *C. maculatus* (Coleoptera :Bruchidae) biologie, physiologie, reproduction et lutte. Thèse de doctorat d'état en science naturelle, spécialité Entomologie. 216p.
- KELLOUCHE A., AIT-AIDER F., LABDAOUI K., MOULA D., OUENDI K., HAMADI N., OURAMDANE A., FREROT B et MELLOUK M., 2010.** Biological activity of ten oils against cowpea beetle, *Callosobruchus maculatus* Fabricius (Coleoptera : Bruchidae), Int. J. Intg. Biol., 2010, vol 10 (2): 86-89.
- KELLOUCHE A., et SOLTANI N., 2004.** Activité biologique des poudre de cinq plantes et de l'huile essentielle d'une d'entre elles sur *Callosobruchus maculatus* (F.) International Journal of Tropical Insect Science Vol. 24, (N°01) : 184-191.
- KETOH G.K., KOUMAGLO H. K., GLITHO I. A et HUIGNARD J., 2006.** Comparative effects of *Cymbopogon schoenanthus* essential oil and piperitone on *C. maculatus* development. Filotherapia. Vol. 77: 506-510.
- KHALDI R., ZEKRI S., MAATOUGUI M.E.H., et BEN YASSINE A., 2002.** L'économie des légumineuses alimentaires au Maghreb et dans le monde. Proceedings du 2ème séminaire du réseau REMAFEVE/REMALA « Le devenir des légumineuses alimentaires dans le Maghreb ». Hammamet, Tunisie. 100p
- KHELIL Y., et SALMI. K., 2014.** Effet biocide des huiles essentielles du Basilic (*Ocimum basilicum* L.) et la Lavande fine (*Lavandula angustifolia* L.) à l'égard de la bruche de la fève *Bruchus rufimanus* BOH. (Coleoptera : Chrysomelidae). Mémoire de master II.U.M.M.T.O. 45p.
- KOLEV N. 1976.** Les cultures maraîchères en Algérie ; légumes, fruits, Ed J. BAILLIERE. Paris. Vol I, 207p.
- LARBI N., 2009.** Effet de deux huiles essentielles ( *Mentha peperita* et *Citrus limonum*) sur l'activité biologique de la bruche du niébé : *Callosobruchus maculatus* F. ( Coleoptera : Bruchidae). Mémoire de fin d'étude du diplôme d'Ingénieur d'Etat en biologie. Ecologie Animale.UM.M.T.O. 56p.
- LARDJAN A., 2009.** Contribution à l'étude des population de la bruche de la fève *Bruchus rufimanus* (BOHEMAN 1833) (Coleoptera : Bruchinae) durant les période de diapause et d'activité reproductrice. Analyse des relations spatio-temporelles entre la bruche et sa plante hôte. Mémoire de magister. U.M.M.T.O.108p.
- LARRALDE J., et MARTINZ J.A., 1991.** Nutritional value of faba bean : effects on nutrient utilization protein turnover and immunity. Département de physiologie animale et nutrition. Université de Navarra, Espagne. Séminaire N°10 : 111-117.

- LEPPIK E., PINIER C., et FREROT B., 2014.** Paysage chimique d'une agrobiocénose : un exemple la féverole et son ravageur spécialiste *Bruchus rufimanus*. Dixième conférence internationale sur les ravageurs en agriculture Montpellier. 10p.
- LIENARD V., et SECKH D., 1994.** Revue des méthodes de lutte contre (*Callosbruchus maculatus*) (F) (Coleoptera :Bruchidae), ravageurs des graines de niébé (*Vigna unguiculata*) (L) en Afrique Tropicale, Insect Sci. Applic 5(3) : 301-311.
- MAOUI R., SAY B., EL HADJ B., FRIKH A., et GIRARD C., 1990.** La culture de la fève en Tunisie. Ed. I.N.R.A.T, O.N.H., AGROPOL. et I.T.C.F. 16 p.
- MEDJDOUB-BENSAAD F., 2007.** Etude bioécologique de la bruche de la fève *Bruchus rufimanus* (BOH.1833) (Coleoptera : Bruchidae). Cycle biologique et diapause reproductrice dans la région de Tizi-Ouzou : Thèse de doctorat d'état. Université de Tizi-Ouzou. 130p.
- MEZANI S. 2011.** Bioécologie de la bruche de la fève *Bruchus rufimanus* Boh. (Coléoptère : bruchidae) dans deux parcelles de variétés de fève différentes et de féverole dans la région de Tizi-Rached. Mémoire de magister. Université. Tizi-Ouzou. 114p.
- MEZANI S. 2016.** Suivi de *Bruchus rufimanus* BOH. (Coleoptera : Chrysomelidae) dans les lieux de diapause et dans des parcelles de variétés de fève différentes (Aguadulce, Séville et Féverole) dans la région de Tizi-Ouzou. Thèse de doctorat . U.M.M.T.O. 190p.
- MOUHOUCHE F. 1997.** Principaux ravageurs des fèves en Algérie, p 33 cité dans les maladies, les adventices et ravageurs des fèves en Algérie.Manuel de formation, Rés.MGHR. Rech. Sur fève (Rémafève), Inst.Tech.Agr.Inst.Nati.Pro. Vég.Inst. Agro. 52p.
- MOUHOUCHE F., et DADOU M.K., 2001.** Stratégie de lutte chimique contre la bruche de la fève *Bruchus rufimanus* (BOH). Revue céréaliculture N°36, Ed. I.T.G.C., :21-26
- OUCKEKDIDH-OURLISSENE O. 2014.**Effet biocide des poudre et des huiles de quelques plantes aromatiques sur les paramètres biologiques de la bruche du haricot *Acanthoscelides obtectus* Say. (Coleoptera : Bruchidae). Mémoire de Magister. U.M.M.T.O.113p.
- PADRINI F., et LUCHERONI M.T., 2006.** Le grand livre des huiles essentielles. Ed.De Vecchi S.A., Paris. 206p.
- PERON J.Y., 2006.** *Références. Production légumières*, Lavoisier 2ème Ed. Paris : 366-367.
- PLANQUAERT P.H., et GIRARD G., 1987.** La féverole d'hiver, revue, I.T.C.F 3eme Tim. 32p.
- PRICE D.N., BERRY M.S. 2006.** Comparison of effects of octopamin and insecticidal oils on activity in the nerve cord, Foregut and dorsal unpaired median neurons of cockroaches. Journal of insect physiology. Vol. 52: 309-319.

- RACHEF S.A., OUMER F., et OUFFROUKH A., 2005.** Inventaire des ravageurs de la fève en Algérie, 16 : 36-41
- REGNAULT-ROGER C., VINCENT C., et ARNASON J.T., 2012.** Essential oils in insect control: low-risk products in a high-stakes world. *Annual Review of Entomology* 57:405-424.
- SABBOUR M.M., et E-ABD-EL-AZIZ S., 2007.** Efficiency of some bioinsecticides against brood bean beetle, *Bruchus rufimanus* (Coleoptera : Bruchidae). *Research journal of agriculture and biological science*, 3 (2): 67-72.
- SELLAMI S. et BOUSNINA Z. 1996.** Distribution de *Ditylenchus dipsaci* (KUHN) Filipjev sur fève dans l'est Algérien. *Céréaliculture*. N°29 :31-34
- SERPEILLE A. 1991.** La bruche du haricot : un combat facile ; bulletin. F.N.M.S N°116 : 32-54.
- SOLTNER P. 1990.** Les bases de la production végétale. Sol, climat, plante. Ed. Lavoisier. 464p.
- STODDARD F.L., NICHOLAS A.H., RUBIALES D., THOMAS J., et VILLEGAS-FERNANDEZ A.M., 2010.** Integrated pest management in fab bean. *Field Crops Research* 115: 308-318.
- TAJKARIMI M.M., IBRAHIM S.A. et CLIVER D.O., 2010.** Antimicrobial herb and spice compounds in food .*Food control*. Vol 21: 1199-1218.
- TALEB-TOUDER K., 2015.** Extraction et caractérisation des huiles essentielles de dix plantes aromatique provenant de la région de Kabylie (Nord Algérien).Evaluation de leur effet sur la bruche du niébé *C. maculatus* (Coléoptera :Bruchidae). Thèse de doctorat U.M.M.T.O. 160p.
- TAUPIN P., 2003.** Bruche de la fève. La fève forte ment attaquée. Protéagineux d'hiver : penser à diversifier ses relations, N°293 : 72-73.
- TRAN B., 1992.** Caractérisation de l'état diapausant et induction de l'activité reproductrice chez *Bruchus rufimanus* Boh. (Coléoptera : Bruchidae). Thèse Doctorat science de la vie biologique des populations université F. Rabelais Tours. 99p.
- UPADHYAY R.K., et AHMAD S. 2011.** Management Strategies for Control of Stored Grain Insect Pests in Farmer Stores and Public Ware Houses. *World Journal of Agricultural Sciences* 7 (5): 527-549.
- VANNETZEL E., et BOIZET F. 2013.** Diagnostic des accidents de la féverole et du pois. Institut du végétale. Ed. Avralis, Paris. 86p.

**WANG H-F., ZONG X-X., YANG T., SUN X-L., MA Y., et REDDEN R., 2012.** Genetic diversity and relationship of global faba bean (*Vicia faba L.*) germplasm revealed by ISSR markers. *Theor app Genet.*124:789-797.

**ZUOXIN L., JUNXIA G., et JIUJIANG Y. 2006.** Aflatoxins in stored maize and rice grains in Liaoning Province, China Journal of Stored Product. Research vol 42: 468-479.

## Résumé

La toxicité de huile essentielle de la menthe poivrée (*Mentha piperita* L.) a été testée vis-à-vis des adultes mâles diapausants de la bruche de la fève *Bruchus rufimanus* (Coleoptera : Chrysomelidae), dans des condition de laboratoire à différentes doses. Afin d'évaluer le paramètre biologique de longévité de ce ravageur, deux types d'essai à savoir le test par contact et le test d'inhalation sont effectués.

Les résultats obtenus pour les deux tests étudiés, indiquent que l'huile essentielle *M. piperita* L. exerce un effet insecticide, très hautement significative sur la mortalité des adultes mâles diapausants de *B.rufimanus* pour les deux essais. Un test complémentaire est effectué pour optimiser la DL50 des deux tests contre se ravageur (6.50µl pour le test par contact et 3.54µl 'inhalation).

**Mots clés :** *Bruchus rufimanus*, *Mentha piperita*, toxicité, adultes mâles diapausants.

## Summary

The toxicity of essential oil of peppermint (*Mentha piperita* L.) was tested against the male adult beetle diapausants *Bruchus rufimanus* (Coleoptera: Chrysomelidae), under laboratory conditions at different doses. In order to evaluate the biological parameter longevity of this pest, two types of tests, namely the contact and the inhalation test, are carried out.

The results obtained for the two tests studied indicate that the essential oil *M. piperita* L. exerts an insecticidal effect, very highly significant on the mortality of adult male diapausants of *B.rufimanus* for both tests. An test additional is carried out to optimize the LD50 of the two tests against pest (6.50 µl for the contact test and 3.54 µl for inhalation).

**Key words:** *Bruchus rufimanus* *Mentha piperita*, toxicity, adult male diapausants.