

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
UNIVERSITE Mouloud MAMMARI DE TIZI-OUZOU
Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques
Département Biologie



Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du Diplôme de Master en Biotechnologie

Spécialité : Biotechnologie et Valorisation des Plantes

Thème

**Etude rétrospective sur l'utilisation des huiles
essentielles pour lutter contre la bruche de la fève
Bruchus rufimanus Bohmann**

Réalisé par :

M^{lle}. IOUDARENE Bachira

M^{lle}. BOUZEBODJA Houria

Présenté devant le jury :

Présidente : M^{me} MEDJDOUB- BENSAAAD F.

Promotrice : M^{me} GUERMAH D.

Examineur : Mr MEDJBEUR D.

Professeur à UMMTO

MCB à UMMTO

MCB à UMMTO

Promotion 2021/ 2022

Remerciement

Nous remercions dieu le tout puissant de nous avoir donné la santé et la volonté d'entamer et de terminer ce mémoire.

Nos remerciement vont à :

Notre promotrice madame GUERMAH.D, Maître de conférences classe B à l'UMMTO, pour ses précieux conseils tout au long de la réalisation de ce travail.

*Aux membres du jury pour avoir accepté de juger
Notre présent travail*

Madame MEDJDOUB-BENSAAD.F ; Professeur à l'UMMTO d'avoir accepté de présider le jury de notre travail

Monsieur MEDJBEUR, D ; Maître de conférences classe B à l'UMMTO d'être notre examinateur

A toute personne ayant participé de près ou de loin à l'accomplissement de ce mémoire soit sincèrement remerciée.

Enfin, nous remercions affectueusement nos parents pour leur soutien et leur encouragement continu.

Bachira et Houria

Dédicace

Je dédie Ce modeste travail accompagné d'un profond amour:

*A celle qui m'a arrosé de tendresse et d'espoir , l'éducation, la source
d'amour Ma chère maman*

A mon support dans ma vie Mon chère père

A mes frères Saïd, mohammed, djamel, kamel et riad

A mes sœurs Lynda, Samira, Djamilâ et Sabah

*A tous les membres de ma famille et toute personne qui porte le nom
Toudarene*

A tous mes amis qui m'ont toujours encouragée

Meriem

A tous ceux qui m'aiment

A tous ceux qui j'aime.

Sachira



Dédicace

A celle qui a attendu avec patience les fruits de sa bonne éducation et de ses dévouements.

A ma chère mère.

A celui qui s'est changé la nuit en jour pour m'assurer les bonnes conditions.

A mon cher père.

A ma petite famille qui m'a toujours soutenu.

Mes frères : Abdeslame; Redouane ; Toufik ; Zinedine ; Ali

Ma sœur : Nadia et son mari Hazem et ma petite Hora

Mon plus chère ami Samir

A tous mes collègues et amis.

Je dédie ce modeste travail

Bouzeboudja Houria



liste des tableaux	
Tableau 1 : Les stades phénologiques de la plante hôte la fève.	6
Tableau 2 : Evaluation de la superficie et production de la fève et fêveroles en Algérie (FAOSTAT, 2015).	9
Tableau 3 : Superficie et production de la fève dans la wilaya de Tizi-Ouzou(DSA, 2017) .	11
Tableau 4 : Caractéristiques organoleptiques de l'huile essentielle eucalyptus citronné	33
Tableau 5 : pourcentage de répulsion selon le classement de Mc Donald et <i>al.</i> , (1970).	36
Tableau 6 : Résultat du test de NEWMAN et KEULS concernant l'effet du facteur dose sur la mortalité des adultes mâles de <i>B. rufimanus</i> diapausants,	40
Tableau 7 : Résultat du test de NEWMAN et KEULS concernant l'effet du facteur temps sur la mortalité des adultes mâles de <i>B. rufimanus</i> diapausants.	40
Tableau 8 : Taux moyen de répulsion des adultes mâles <i>B. rufimanus</i> en fonction de dose,	41
Tableau 9 : Classement de l'huile essentielle <i>E. kalatus</i> suivant son taux de répulsion,	45
Tableau 10 : Résultat du test de Newman et Keuls concernant l'effet du facteur dose sur la mortalité de <i>B. rufimanus</i> diapausants.	46
Tableau 11 : Résultats du test de Newman et Keuls concernant l'effet du facteur temps sur la mortalité de <i>B. rufimanus</i> diapausants.	46
Tableau 12 : Résultats du test de Newman et Keuls concernant l'interaction entre le facteur temps et le facteur dose.	47
Tableau 13 : Classement de l'huile essentielle <i>E. citriodora</i> suivant son taux de répulsion ,	51
Tableau 14 : Résultat du test de Newman et Keuls concernant l'effet du facteur dose sur la mortalité de <i>B. rufimanus</i> diapausants,	52
Tableau15 : Résultat du test de Newman et Keuls concernant l'effet du facteur temps sur la mortalité de <i>B. rufimanus</i> diapausants.	52

liste des figures	
Figure 1 : La fève <i>Vicia faba</i>	3
Figure 2 : Description de la fève <i>Vicia faba</i>	5
Figure 3 : Stades phénologiques de la fève	6
Figure 4 : Composition chimique de la fève	7
Figure 5 : Différentes variétés de la fève	8
Figure 6 : Petites pustules brun-rouilles sur la feuille « Rouille »	14
Figure 7 : Des lésions circulaires sur les feuilles « Anthracnose »	15
Figure 8 : Bruche de la fève (<i>Bruchus rufimanus</i>)	18
Figure 9 : Les différents stades de développement de <i>B. rufimanus</i>	19
Figure 10 : Forme du dernier segment abdominal des adultes de <i>B. rufimanus</i>	20
Figure 11 : Dégâts causés par la bruche de la fève <i>B. rufimanus</i>	23
Figure 12 : matériel végétal la fève (originale, 2021).	27
Figure 13 :huile essentielle <i>mentha piperita</i> (Original 2021).	28
Figure 14 : <i>Menthapiperita</i> (la menthe poivrée) (Original 2021).	29
Figure 15 : morphologie de la menthe poivrée (Gayda, 2013).	30
Figure 16 : Huile essentielle d' <i>Eucalyptus kalatus</i> (Originale. 2021).	30
Figure 17 : <i>Eucalyptus kalatus</i> présent en Kabylie (Originale, 2021).	31
Figure 18 : Matériel expérimental (Original, 2021).	34
Figure 19 : Dispositif expérimental du test par inhalation à l'égard de <i>B.rufimanus</i> (Original, 2021)	35
Figure 20 : Dispositif expérimental du test par répulsion à l'égard de <i>B. rufimanus</i> (Original, 2021).	35
Figure 21 : Mortalité des adultes mâles de <i>B. Rufimanus</i> diapausants traités par inhalation à une dose 1µl d'huile essentielle de <i>Mentha piperita</i> .	37
Figure 22 :Mortalité des adultes mâles de <i>B. Rufimanus</i> diapausants traités par inhalation à une dose 2µl d'huile essentielle de <i>Mentha piperita</i>	38
Figure 23 : Mortalité des adultes mâles de <i>B. Rufimanus</i> diapausants traités par inhalation à une dose 3µl d'huile essentielle de <i>Mentha piperita</i> .	38
Figure 24 : Mortalité des adultes mâles de <i>B. Rufimanus</i> diapausants traités par inhalation à une dose 4µl d'huile essentielle de <i>Mentha piperita</i>	39
Figure 25 : Mortalité des adultes mâles de <i>B. Rufimanus</i> diapausants traités par inhalation à une dose 4µl d'huile essentielle de <i>Mentha piperita</i>	39

Figure 26 : Taux de répulsion des adultes mâles de <i>B. rufimanus</i> testés par l'huile essentielle <i>Mentha piperita</i> .	41
Figure 27 : Mortalité des adultes mâles et femelles de <i>B. rufimanus diapausants</i> traités par la dose 1µL d'huile essentielle d' <i>E. kalatus</i> par inhalation (n=10).	42
Figure 28 : Mortalité des adultes mâles et femelles de <i>B. rufimanus diapausants</i> traités par la dose 2µL d'huile essentielle de l' <i>E. kalatus</i> par inhalation	43
Figure 29 : Mortalité des adultes mâles et femelles de <i>B. rufimanus diapausants</i> traités par la dose 2,5µL d'huile essentielle de l' <i>E. kalatus</i> par inhalation	43
Figure 30 : Mortalité des adultes mâles et femelles de <i>B. rufimanus</i> diapausants traités par la dose 3µL d'huile essentielle de l' <i>E. kalatus</i> par inhalation.	44
Figure 31 : Taux moyen de répulsion des adultes mâles de <i>B. rufimanus</i> en fonction des doses.	45
Figure 32 : Mortalité des adultes mâles et Femelle de <i>B. rufimanus</i> diapausants traités par la dose 1µl d'huile essentielle d' <i>E. citriodora</i> par inhalation.	48
Figure 33 : Mortalité des adultes mâles et femelle de <i>B. rufimanus</i> diapausants traités par la dose 2µl de l'huile essentielle d' <i>E. citriodora</i> par inhalation	48
Figure 34 : Mortalité des adultes mâles de <i>B. rufimanus</i> diapausants traités par la dose 2,5 µl d'huile essentielle d' <i>E. citriodora</i> par inhalation	49
Figure 35 : Mortalité des adultes mâles et femelles de <i>B. rufimanus</i> diapausants traités par la dose 3 µl d'huile essentielle d' <i>E. citriodora</i> par inhalation.	49
Figure 36 : Taux moyen de répulsion des adultes mâles de <i>B. rufimanus</i> en fonction des doses.	51

Sommaire	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Sommaire	
Introduction	1
Chapitre I : Généralités sur la plante hôte : <i>Vicia faba</i> L.	
1. Origine de la fève	3
2. Position systématique de la fève	3
3. Caractères botaniques de la plante hôte	3
4. Cycle biologique ou stade phénologique	5
5. Composition chimique de la fève	7
6. Variétés de fève (<i>V. faba</i>) en Algérie	7
7. Exigences de la culture des fèves	8
7.1. Exigences pédologiques	8
7.2. Exigences climatiques	9
7.3. Exigences agronomiques	9
8. Situation de la culture de la fève	9
9. Intérêts cultureux de la fève	11
10. Contraintes majeures de la production de la Fève	13
10.1. Principales contraintes abiotiques dans la région méditerranéenne	13
10.1.1. Contraintes environnementales	13
10.1.2. Contraintes techniques	13
10.2. Principales contraintes biotiques en Algérie	14
10.2.1. Maladies	14
10.2.2. Sensibilité aux ravageurs	16
11. Principales mesures de lutte contre les maladies et les ravageurs	16
Chapitre II : Données bibliographiques sur la bruche de la fève <i>B. rufimanus</i>	
1. Origine et répartition géographique	18
2. Position systématique	18
3. Description du bruche de la fève	19
4. Biologie de <i>B. rufimanus</i>	20
5. Diapause reproductrice	22
6. Conditions de levée de la diapause reproductrice chez <i>B. rufimanus</i>	23
7. Facteurs agissant sur les contaminations de la fève par la <i>B. rufimanus</i>	23
8. Dégâts causés par la <i>B. rufimanus</i>	23
9. Méthode de lutte contre <i>B. rufimanus</i>	24
Chapitre III : Matériels et méthodes	
1. Matériels	27
1.1 Matériels biologiques	27
1.1.2 Bruche	27
1.1.3. Huiles essentielles	28
2. Méthodes	34
2.1. Extraction des bruches	34

2.2 Identification des sexes	34
2.3. Traitement par inhalation	35
2.4. Traitement par répulsion	35
3. Analyse statistique	36
Chapitre IV : Résultats et discussion	
1.Résultats	37
1.1. Evaluation de l'effet biocide d'huile essentielle de <i>Mentha piperita</i> par inhalation sur les adultes mâles diapausants de <i>B.rufimanus</i> .	37
1.2. Evaluation de l'effet biocide d'huile essentielle de <i>Mentha piperita</i> par répulsion sur les adultes mâles diapausants de <i>B.rufimanus</i> .	40
1.3. Evaluation de l'effet de l'huile essentielle d' <i>Eucalyptus kalatus</i> par inhalation	42
1.4.-Evaluation de l'effet de l'huile essentielle d' <i>Eucalyptus kalatus</i> par répulsion	44
1.5. Evaluation de l'effet de l'huile essentielle de d' <i>E. citriodora</i> par inhalation	47
1.6. Evaluation de l'effet insecticide de l'huile essentielle <i>Eucalyptus citriodora</i> par répulsion	50
2. Discussion	52
Conclusion	56
Références bibliographiques	58
Résumé	

Introduction

La fève (*Vicia faba* L.) est une légumineuse (*Fabaceae*) dont la culture est d'origine méditerranéenne ; elle est aujourd'hui parmi les plantes légumières les plus cultivées dans le monde. Sa culture dans les pays du bassin méditerranéen représente presque 25% de la surface totale cultivée et de la production mondiale de fèves, avec un rendement très proche de la moyenne mondiale (Saxena 1991).

En Afrique du Nord, elle représente une source alimentaire de première importance ; en Algérie, elle est cultivée sur les plaines côtières et les zones sublittoral. Avec une surface cultivée d'environ 65000 ha et une production comprise entre 20000 et 38000 tonnes par an (Zaghouane 1991), elle occupe la première place parmi les légumes secs. Ces chiffres sont en perpétuelle augmentation. L'intensification de sa culture nécessite un programme qui tient compte des facteurs limitant pour sa production.

Malgré l'importance de la fève, cette culture est sujette a une série de contrainte abiotique comme froid hivernal, les gelées printanières, la chaleur, la salinité ... et biotiques, a savoir les maladies fongiques, les plantes parasites ainsi que les ravageurs dont les insectes réduisant considérablement les récoltes.

Les insectes les plus nuisibles pour *V.faba* sont notamment la sitone du pois, le puceron noir qui s'attaquent aux stades végétatifs et la bruche de la fève *Bruchus rufimanus* (BOH), qui se développe au stades larvaire à l'intérieur des graines et les rendent impropre à la consommation (Medjdoub-Bensaad, 2007).

Bruchus rufimanus présente un cycle biologique annuel strictement dépendant de celui de sa plante hôte *Vicia faba*. Son activité reproductrice, contrairement aux bruches polyvoltines inféodées aux denrées stockées, est limitée à la période de végétation et de fructification de la fève.

Face à la menace que constituent ces bruches, les moyens de lutte sont essentiellement articulés autour de l'utilisation d'insecticides chimiques notamment les fumigeant dont l'efficacité est certaine. Cependant, les innombrables nuisances associées à leur utilisation telle que leurs toxicités, la perturbation de l'équilibre biologique de l'écosystème et le développement de souches résistantes, imposent la recherche de nouvelles méthodes alternatives de lutte contre ce ravageur tel que les huiles essentielles et les poudres végétales (Goucem-Khelfane, 2014).

L'activité des huiles essentielles décrites sur les insectes est variée, elle peut avoir un effet larvicide, adulticide, répulsifs ou inhibiteurs de croissances. Suivant les stimuli organiques volatils que dégagent les huiles essentielles extraites des plantes, ceux-ci peuvent avoir des effets divers sur les insectes ; ainsi nous observons soit une attractivité ou bien une répulsivité (Guermah, 2019).

Dans ce contexte, l'objectif de ce travail est d'évaluer l'effet de la toxicité de l'huile essentielle *Mentha piperita*, *Eucalyptus globulus* et *Eucalyptus citriodora* par inhalation et par répulsion à l'égard des adultes mâles et femelles de *B. rufimanus* diapausants.

Notre travail est scindé en quatre chapitres structurés comme suit :

-) Le premier chapitre présente une synthèse bibliographique de la plante hôte *vicia faba* L.
-) Le deuxième chapitre porte sur le ravageur de la fève *Bruchus rufimanus*.
-) Le troisième chapitre traite le matériel et les méthodes adoptées pour réaliser ce travail.
-) Le quatrième chapitre englobe les résultats obtenus qui sont étayés par une discussion. Ce présent travail est terminé par une conclusion assortie des perspectives pour les travaux futurs.

La fève (*Vicia faba* L.) est l'une des légumineuses les plus anciennement cultivées dans le monde (Tanno et Willcox, 2006). Cette légumineuse constitue une source de protéines importante pour l'alimentation de l'homme et celle des animaux (Thalji et Shalalkeh, 2006).

1. Origine de la fève

Originaire des régions méditerranéennes du Moyen-Orient, elle est cultivée par l'homme depuis le néolithique (7 000 ans avant J.C) (Mathon, 1985 ; Dupont, 1990). Selon Peron (2006), la fève le pois et la lentille sont les plus vieilles espèces légumières introduites en agriculture (10 000 ans).

Selon Cubero (2011), le centre d'origine de *V. faba* serait le Proche- Orient, cette plante aurait été disséminée d'abord vers l'Europe centrale et la Russie puis vers l'Est de la méditerranée et à partir de l'Égypte et les côtes arabes vers l'Abyssinie puis de la Mésopotamie vers l'Inde et la Chine. Au cours du 16ème siècle, la culture de la fève a été introduite en Amérique par les espagnols et vers la fin du 20ème siècle, elle a réussi à atteindre l'Australie.

2. Position systématique de la fève

D'après Dajoz (2000), la fève est une légumineuse (Fig. 1) classée comme suit :

Règne	Végétal
Embranchement	Spermaphytes
Sous-embranchement	Angiospermes
Classe	Dicotylédones
Sous-classe	Dialypétales
Ordre	Rosales
Famille	Fabacées
Sous-famille	Papilionacées
Genre	<i>Vicia</i>
Espèce	<i>Vicia faba</i> L.



Figure 1 : la fève *Vicia faba* (Originale, 2020)

3. Caractères botaniques de la plante hôte

La fève est une plante annuelle, herbacée érigée et vigoureuse (Fig. 2) ; diploïde ($2n = 12$ chromosomes) et partiellement allogame (Wang et al., 2012). Elle est formée d'un appareil végétal et d'un appareil reproducteur.

3.1.Racines

Selon Duc (1997), le système racinaire de *Vicia faba L.* est formé par une racine principale pivotante et des racines secondaires portant des nodosités contenant des bactéries fixatrices d'azote (*Rhizobium leguminosarum*).

D'après (Chaux et Foury, 1994), le système racinaire de la fève peut s'enfoncer jusqu' à 80 cm de profondeur, les nodosités sont abondantes dans les 30 premiers centimètres

3.2.Feuille

Les feuilles alternes, composées-pennées, constituées par 2 à 4 paires de folioles ovales, sans vrille, de couleur vert glauque ou grisâtre. Les stipules bien visibles en forme dentée (Chaux et Foury, 1994).

3.3.Fleurs

Les fleurs sont de type papilionacé, de 2 à 3 cm de couleur blanche avec une tache noire sur les ailes (pétales latéraux des papilionacées) (Boyeldieu, 1991) ; les plantes à fleur blanche sans tache noire ne comportent pas de tanin dans la graine.

L'inflorescence est en grappe axillaire de 1 à 6 fleurs sont constituées d'un calice à 5 sépales, d'une corolle blanche à 5 pétales (la carène, les ailes et l'étendard), de 10 étamines dont 9 sont soudées et 1 libre. L'ovaire est supère et sessile avec 2 à 4 ovules allant parfois jusqu'à 9. La floraison débute en moyenne au niveau du 7ème nœud et continue jusqu' aux 20 nœuds suivant (Brink et Belay, 2006)

Girard (1990) rapporte qu'il n'y a pas d'inflorescence terminale ce qui fait que la floraison est en principe indéfinie.

3.4.Fruits

Les fruits 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) ; à l'état jeune, les gousses ont de couleur verte puis noircissant à maturité les gousses sont pourvues d'un bec et elles sont renflées au niveau des graines (Brink et Belay, 2006).

3.5.Graines

Les graines sont charnues, de couleur vert tendre à l'état immature, elles développent à maturité complète, un tégument épais et coriace de couleur brun rouge à blanc verdâtre et prend une forme aplatie à contour presque circulaire réniforme. Les graines possèdent un hile clair ou de couleur noire parfois entouré de taches de couleur marron (Duc, 1997).

Chaux et Foury (1994) rapportent que la faculté germinative de la graine peut se maintenir 6 à 10 ans et même au-delà et que la graine est à germination hypogée c'est-à-dire que les cotylédons restent en terre et c'est l'épicotyle qui émerge du sol.

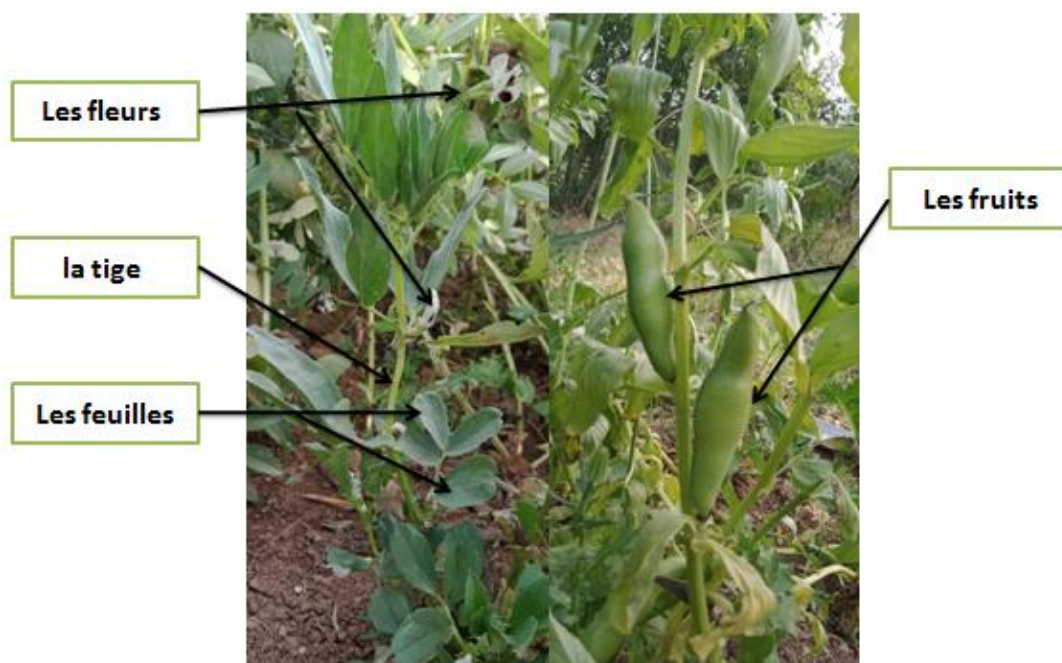


Figure 2 : description de la fève *Vicia faba* (Original, 2020)

4. Cycle biologique ou stade phénologique

La fève est une plante annuelle, son cycle complet, de la graine à la graine est d'environ 5 mois (Chaux et Foury, 1994). D'après Brink et Belay (2006), le développement de la fève est caractérisé par cinq stades principaux (Tab. 1) (Fig. 3) : germination et levée, développement végétatif, sénescence de la gousse et sénescence de la tige.

Tableau 1 : Les stades phénologiques de la plante hôte la fève

Stades de développement	Définitions	Périodes
Stade de levée	correspond à la sortie de la première paire de feuilles.	Novembre
Stade deux feuilles	apparition de deux paires de folioles.	Décembre
Début de floraison	ce stade correspond à l'apparition des bouquets floraux.	Février-Mars
Stade de pleine floraison	c'est le début de la formation des gousses.	Mars-Avril
Maturité	c'est le grossissement des gousses.	Mai
La récolte	c'est la récolte des gousses sèches.	Début Juin

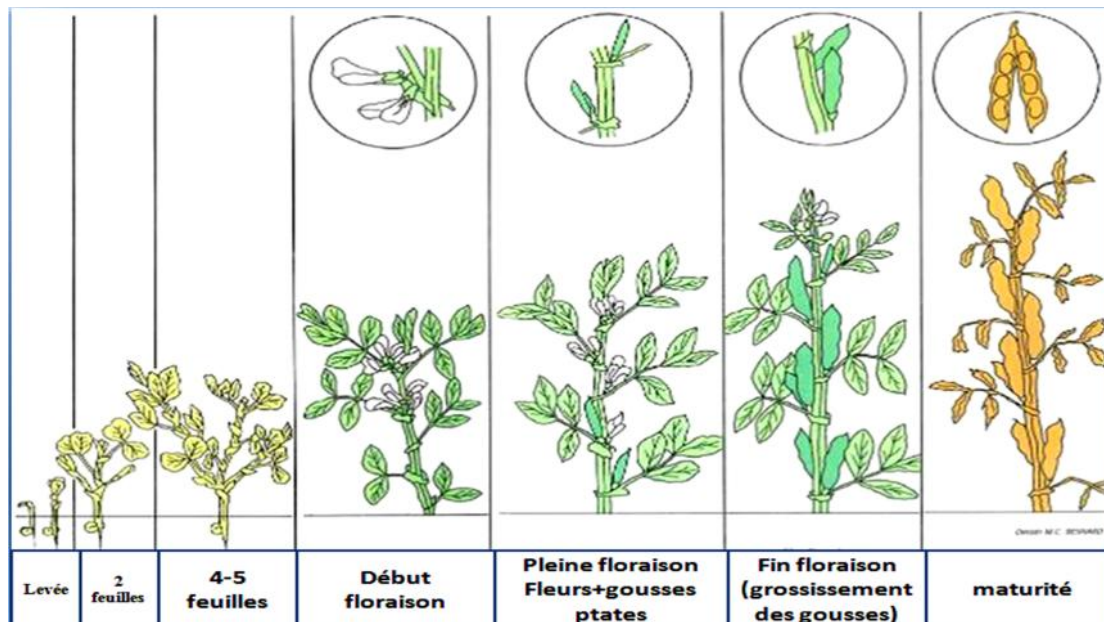


Figure 3 : Stades phénologiques de la fève (Simonneau et al., 2012).

5. Composition chimique de la fève

La valeur nutritive de fève a été traditionnellement attribuée à un contenu à haute valeur protéique, qui varie de 25 à 35% malgré le déséquilibre en acides aminés de soufre. 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. Ainsi, l'analyse chimique de cette légumineuse révèle un taux de 50% à 60% de teneur en hydrate de carbone (Fig. 4) (Larralde et Martinez, 1991).

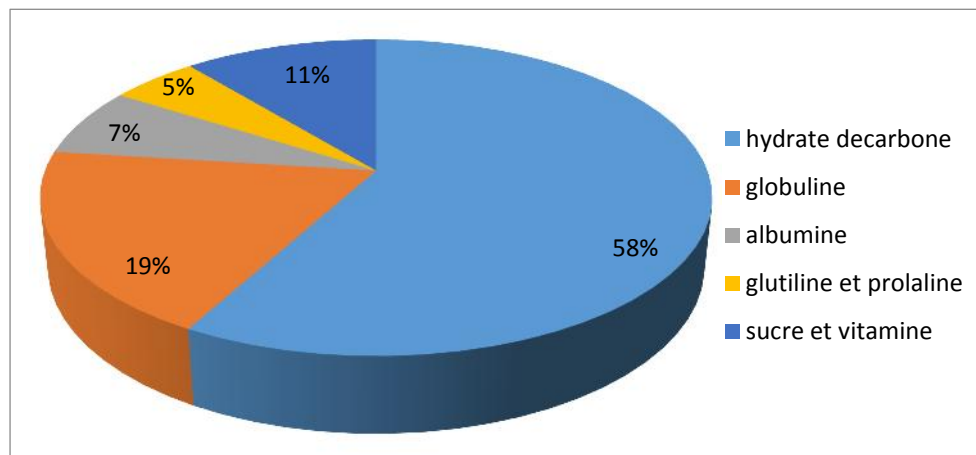


Figure 4 : Composition chimique de la fève (Larralde et Martinez, 1991)

6. Variétés de fève (*V. faba*) en Algérie

D'après Chaux et Foury (1994), quatre groupes sont distingués (Fig. 5):

6.1. Variétés très précoces

On rencontre dans ce groupe le type muchaniel dont les gousses vert clair contiennent 05 à 06 grains blancs.

6.2. Variétés précoces

On rencontre dans ce groupe la variété Séville, à gousses longues, renfermant 05 à 06 grains, plus volumineux que ceux des types précédents. La plante est de hauteur moyenne (70 cm).

6.3. Variétés demi-précoces

Les variétés demi-précoces appartiennent au type fève d'Aguadulce et sont très répandues en culture à végétation haute (1,10 à 1,20 m). Elles ont des gousses vertes, volumineuses et très longues pouvant atteindre 20 à 25 cm, contenant 07 à 09 grains. C'est une variété très reproductrice.

6.4. Variétés tardives

Sous le nom fève trois fois blanche (Ite beryl), elles ont une hauteur moyenne de 85 cm, elles produisent de nombreuses gousses contenant 04 graines assez fines.



Figure 5 : Différentes variétés de la fève (Mezani, 2011) : (A) Séville, (B) la Muchaniel, (C) L'Aguadulce, (D) Féverole.

7. Exigences de la culture des fèves

La fève possède différentes exigences à savoir :

7.1. Exigences pédologiques

7.1.1. Eau

L'espèce est très exigeante en humidité du sol surtout pendant les périodes initiales de son développement. Les phases de floraison et développement des gousses présentent une sensibilité élevée vis-à-vis d'un stress hydrique, raison pour laquelle il faut intervenir par arrosage ou irrigation en cas de faibles précipitations (Chaux et Foury, 1994).

7.1.2. Sol

Selon Chaux et Foury (1994), la fève ne présente pas d'exigence spécifique au regard de la nature des sols. Cependant, la préférence est donnée au sol sablo-argileux humifère (Peron, 2006), et un pH neutre à légèrement alcalin (7-8,3).

7.2. Exigences climatiques

7.2.1. Température

La fève supporte les faibles gelées ne dépassant pas -3°C . Comme le pois, les fortes chaleurs (au dessus de $22-25^{\circ}\text{C}$ de moyenne journalière) lui sont néfastes (arrêt de croissance) et peuvent même anéantir complètement la végétation (Chaux et Foury, 1994).

7.2.2. Lumière

D'après Laumonier (1979), la fève se comporte comme une plante de jour long qui se traduit par une exigence importante en luminosité.

7.3. Exigences agronomiques

7.3.1. Préparation du sol

Afin d'assurer à la plante une bonne autonomie vis-à-vis de ses besoins en eau, et en raison de son enracinement pivotant, un labour profond est conseillé (Chaux et Foury, 1994).

7.3.2. Semis

Selon Laumonier (1979), le semis dépend des régions et des variétés, il peut s'effectuer à partir du mois d'octobre jusqu'à la fin du mois de février et début du mois de mars. En Algérie, le semis est réalisé au mois de novembre afin d'éviter la sécheresse printanière et le développement de l'orobanche.

8. Situation de la culture de la fève

8.1. En Algérie

La fève est cultivée sur l'ensemble des zones agro-écologiques d'Algérie. En effet, elle se trouve dans la zone littorale jusqu'aux hauts plateaux et dans la zone sublittoral. À l'Ouest elle est cultivée dans les wilayas de Tlemcen, Mascara, Chlef ; à l'Est elle est cultivée à Skikda, Bejaia, Guelma ; dans la région de Biskra la fève est également très cultivée (Feliachi, 2002).

Les données statistiques agricoles sur la superficie et la production de la fève en Algérie pour les décennies 1999-2015 sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 2: Evaluation de la superficie et production de la fève et fèvesoles en Algérie (FAOSTAT, 2015).

Compagne agricole	Superficie (ha)	Production (qx)	Rendement (qx /ha)
1999-2000	34250	128950	3.8
2000-2001	31450	212300	6.8
2001-2002	33610	229330	6.8
2002-2003	34050	307000	9.0
2003-2004	36777	320530	8.7
2004-2005	35082	268860	7.7
2005-2006	33537	242986	7.2
2006-2007	31284	279735	8.9
2007-2008	30688	235210	7.7

2008-2009	32278	364949	11.3
2009-2010	27782	366252	8.93
2010-2011	279372	483465	8.92
2011-2012	301722	577002	8.75
2012-2013	308332	969634	9.80
2013-2014	308332	959716	9.61
2014-2015	300552	495373	8.37
Moyenne	116193.63	402580.75	8.26

D'après le tableau 2, durant la décennie 1999-2015, la superficie moyenne réservée pour la culture de la fève en Algérie est de 116193.63 ha. Elle présente des variations d'une année à une autre, ce qui influe sur la production qui varie aussi, dont est de 402580.75 qx. Nous constatons également des fluctuations du rendement, qui présente une moyenne de 8.26qx/ ha. Le rendement maximal a été noté durant la campagne agricole 2012-2013 avec qx/ ha, par contre le rendement minimal est enregistré durant l'année 1999-2000 avec 3,8qx/ ha. Ces variations de rendement peuvent être expliquées, par la mauvaise conduite des cultures, ainsi que les conditions climatiques défavorables. En effet selon Boughdad (1994), au Maroc, les superficies, les productions et les rendements de la fève varient d'une année à une autre, suivant les conditions climatiques

8.2. Dans la wilaya de Tizi-Ouzou

La culture de la fève s'étend sur de grandes surfaces dans la wilaya de Tizi-Ouzou où elle occupe une place très importante, dans l'art culinaire de la région. Elle est cultivée soit par les agriculteurs dans le but de la commercialiser, soit dans des petits jardins cultivés traditionnellement pour l'autoconsommation. Les données statistiques agricoles sur la superficie et la production de la fève dans la région de Tizi-Ouzou pour la décennie (2006-2016) sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 3: Superficie et production de la fève dans la wilaya de Tizi-Ouzou (DSA, 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

D'après le tableau ci-dessus, la superficie moyenne réservée pour la culture de la fève dans la wilaya de Tizi-Ouzou est de 1092,7 ha. Elle présente des variations d'une année à une autre, ce qui influe sur la production qui varie aussi, dont la moyenne de dix années est de 83562.65 qx. Nous constatons également des fluctuations du rendement, qui présente une moyenne de 76.05qx/ ha

Le rendement maximal est noté durant la campagne agricole 2013-2014, par contre le rendement minimal est enregistré durant l'année 2006-2007. Cette grande variabilité de rendement peut être liée à l'irrégularité interannuelle des précipitations, à la croissance démographique ayant entraîné l'augmentation de la demande en légumineuses alimentaires notamment la fève est au niveau des productions qui sont restées faibles, mais aussi à l'offre qui a été réduite à cause de différentes contraintes techniques et socioéconomiques ayant poussé les agriculteurs à limiter cette culture.

9. Intérêts cultureux de la fève

L'utilité de la fève dans l'alimentation humaine et animale comme source de protéines ainsi que leur effet bénéfique sur la fertilité des sols sont largement reconnus ; l'utilisation de la fève est principalement orientée vers la consommation humaine en gousses fraîche à grande proportion et sous forme de graines secs ou au stade pâteux à faible proportion (Maatougui, 1997).

La féverole, en revanche, lorsqu'elle est disponible, est strictement utilisée pour l'alimentation du bétail en graines concassées destinées aux bovins surtout pour l'engraissement. La fève peut être aussi utilisée en engrais vert dans les vergers (Maatougui, 1996).

9.1.Intérêts agronomique

L'espèce *Vicia 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, elle a une incidence positive sur les performances des cultures qui les suivent (Khaldiet *al.*, 2002). Jensen et *al.* (2010) rapportent que la fève améliore la teneur du sol en azote avec un apport annuel de 200 kilogrammes de N/ha. Selon Al-Ghamdi et Al-Tahir (2001) Selon Hamadache (2003), elle améliore aussi sa structure par son système racinaire puissant et dense. Les résidus des récoltes enrichissent le sol en matière organique.

9.2.Intérêt alimentaire

La fève est l'une des légumineuses à graines utilisée pour la consommation humaine et animale (Goyoaga et *al.*, 2011).

Elle constitue un aliment nutritif très important surtout pour les populations à faible revenus, qui ne peuvent pas toujours s'approvisionner en protéine d'origine animale (Daoui, 2007). Selon Gordon (2004), cette légumineuse 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) et elle a une teneur en protéine très élevée.

9.3.Intérêt éco-toxicologique

La fève est très sensible à la pollution du sol, ce qui en fait un modèle végétal très utilisé en éco toxicologie dans un grand nombre d'études. La simplicité de son caryotype l'a faite élire pour un grand nombre d'études de mutagénèse par le test des aberrations chromosomiques (De Marco et *al.*, 1995 ; Kanayaet *al.*, 1994 ; Sang et Li, 2004). De plus, la grande quantité d'ADN contenue dans son noyau (Bennett, 1976), la rend très sensible aux molécules génotoxiques (Ferrara et *al.* 2004). Ainsi, elle est l'un des modèles les plus utilisés dans le test des micronoyaux, pratiqué sur les cellules-filles de ses méristèmes racinaires (Cotelle, 1999 ; Degrassi et Rizzoni, 1982 ; Duan et *al.*, 1999 ; Marcato-Romain et *al.*, 2009).

Un autre test de génotoxicité, le test des comètes, est également pratiqué sur différents tissus de la plante (Cotelle, 1999 ; Koppen et Verschaeve, 1996 ; Lin et *al.*, 2007). *Vicia faba* est en outre aussi employée pour étudier les réponses des marqueurs du stress oxydant (Radetskiet

al., 2004) et d'autres défenses antitoxiques de la plante comme les phytochélatines (Béraud, 2007).

10. Contraintes majeures de la production de la Fève

Les principales contraintes qui limitent la réalisation de plein potentiel de rendement de la fève et de la féverole et qui provoquent une instabilité du rendement sont abiotiques et biotiques. Leur importance relative, cependant, varie en fonction de la localisation géographique et les conditions agros-écologiques de la production agricole.

10.1.Principales contraintes abiotiques dans la région méditerranéenne

Selon Saxena (1991), les contraintes principales dans la région méditerranéenne sont :

-) Le froid au début de la saison des récoltes
-) La sécheresse à différents stades de croissance
-) La chaleur lors de la croissance de la production et les étapes de remplissage des gousses
-) La salinité est également une contrainte de production dans certaines zones côtières.

D'après Zaghouane (1991), en Algérie la production de la fève est limitée par différents facteurs environnementaux et techniques. Ceux-ci sont discutés ci-dessous.

10.1.1. Contraintes environnementales

Les contraintes environnementales s'expriment notamment par :

-) Le gel pendant la floraison, qui provoque la coulure des fleurs et mortalité des plantes
-) Le sirocco (vent chaud venant de sud), qui affecte la production des gousses et limite aussi la grosseur des graines.

10.1.2. Contraintes techniques

Les contraintes techniques comprennent :

-) La production de semences certifiées est faible, elle ne répond pas aux besoins du pays.
-) Le semis est réalisé à la main et le manque de main-d'œuvre constitue une contrainte majeure à la production.
-) La fertilisation minérale dont le phosphore et le potassium (P et K) est très limitée, même dans le secteur privé.
-) La récolte et battage sont également réalisés à la main. L'absence d'un mécanisme approprié pour la récolte et le battage ne permet pas une meilleure maîtrise de cette opération elle limite la possibilité d'amélioration.

10.2.Principales contraintes biotiques en Algérie

La fève (*Vicia faba*) est la principale légumineuse alimentaire cultivée en Algérie (INRA, 2007). Elle constitue une importante ressource socio économique, mais cette espèce est soumise à plusieurs maladies et ravageurs parmi lesquelles nous pouvons citer : les insectes, les nématodes etc..., qui constituent des contraintes majeures pour son amélioration, son développement et la stabilité de la production.

10.2.1. Maladies

Parmi les maladies fongiques qui peuvent attaquer la fève nous pouvons citer :

) Taches chocolat (*Botrytis fabae*)

Les études menées durant ces dernière années en Algérie ont montré que *B. fabae* et *B. cinerea* causent des symptômes similaires sur leur plante hôte, la fève (Bouznad et al. 2011).

C'est un champignon nécrotrophe et est bien connu la principale cause de la maladie des taches chocolat de la fève dans le champ, où le champignon forme des lésions brun foncé (Cole et al., 1998).

) Rouille

Causée par *Uromyces viciae- fabae*, la rouille est une maladie grave à la fève (Fig. 6) avec des attaques sévères au Moyen-Orient et Afrique Orientale, elle atteint jusqu'à 70% des cultures. Selon Messiaen et al. (1991), la rouille conduit à l'affaiblissement des plantes et à la diminution du nombre et du remplissage des gousses, à des dessèchements prématurés dans les cas les plus graves, qui peuvent être provoqués par un assez grand nombre de champignons.



Figure 6 : petites pustules brun-rouilles sur la feuille « Rouille » (Original, 2020).

) Mildiou

Les agents responsables 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 (Stoddard et al., 2010).

) Anthracnose

L'Anthracnose est causée par *Ascohyta fabae* (Fig.7) Planquaert et Girard (1987) rapportent que cette maladie se manifeste par la formation des taches brunes sur l'épiderme des gousses, sur les feuilles et sur les tiges. Les graines sont ensuite contaminées en provoquant l'éclatement des gousses.



Figure 7: des lésions circulaires sur les feuilles « Anthracnose » (Originale, 2020).

10.2.2. Sensibilité aux ravageurs

) Nématodes

Les parcelles de la fève et de féverole présentent des attaques de nématodes par *Ditylenchus dipsaci* communément appelé nématode des tiges. Ils constituent un sérieux problème sur les tiges de fève en Algérie (Sellami et Bousnina, 1996). Ils provoquent le gonflement et la déformation de la tige, avec la décoloration des différentes parties de la plante (Abbasandaloussi, 2001). Les plantes sont aussi chétives (croissance terminale stoppée), tordues et épaisses (Arvalis et Unip, 2012).

) Insectes

La fève est sujette à des attaques de plusieurs espèces d'insectes parmi lesquels nous citerons :

- **Puceron noir de la fève (*Aphis fabae*)**

Le puceron noir est le principal ravageur de la fève. Cette espèce forme des colonies en manchon autour des tiges. Il est à l'origine de pertes importantes de rendement. En présence de grandes colonies, les feuilles se recroquevillent 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).

- **La Sitone du pois (*Sitona lineatus*)**

La sitone du pois est un charançon de 3,5 à 5mm de long de couleur brun- rougeâtre. Les adultes dévorent les feuilles (encoches) sans grande incidence. Les larves de cet insecte consomment les nodosités, ce qui perturbe l'alimentation azotée (Aversenq et *al.*, 2008).

- **Thrips du pois (*Frankliniella robusta*)**

Les thrips sont de minuscules insectes parasites de nombreuses plantes. Ils provoquent rarement la mort du végétal, les dommages sont d'ordre esthétique, et ils peuvent nuire à la qualité des récoltes ;les plantes touchées présentent des feuilles gaufrées avec des taches jaunes ou brunes. Elles développent de nombreuses ramifications et restent naines et sans gousses (Arvalis et Unip, 2013).

- **Bruche de la fève (*Bruchus rufimanus*)**

La femelle de *B. rufimanus* pond sur les gousses et les larves de ce Coléoptère se développent aux dépens des graines qui perdent leur pouvoir germinatif et leur poids (Boughdad, 1994).

11. Principales mesures de lutte contre les maladies et les ravageurs

D'après Chauv et Foury (2004), les principales mesures de lutte sont :

- Ne semer que des graines traitées, notamment contre l'antracnose et le Mildiou.
- Ne pas semer à densité excessive.
- Surveiller l'apparition des premiers symptômes de maladies du feuillage et engager une lutte précoce.
- Maitriser le développement du puceron noir de la fève, notamment sur les cultures de printemps, par une lutte aphicide précoce.
- Utiliser des bouillies très mouillantes.
- En période de floraison : choisir des produits inoffensifs sur insectes butineurs et traiter de préférence le soir.

La fève *Vicia faba* présente une valeur nutritionnelle élevée ; cependant, sa culture est sujette à des contraintes abiotique et biotique notamment les ravageurs, parmi lesquels la bruche de la fève *Bruchus rufimanus* qui est considérée comme l'un des ravageur le plus préjudiciable, en attaquant les graines en les rendant impropres à la consommation (Boizet, 2015).

D'après la classification moderne de Lecointre et Leguyder (2001), les bruches appartiennent à la famille des Chrysomelidae (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae). Avec près de 1700 espèces, les bruches constituent un groupe assez peu diversifié au regard des 135000 espèces connues de coléoptères phytophages (Johnson, 1994). Ce sont des insectes extrêmement spécialisés (Johnson, 1981; Delobel et Delobel, 2003; Kingsolver, 2004).

1. Origine et répartition géographique

Bruchus rufimanus serait originaire du Bassin Méditerranéen et plus particulièrement d'Égypte (Balachowsky, 1962). La bruche de la fève est un insecte cosmopolite dont les dégâts sont signalés dans toutes les parties du monde, particulièrement en Allemagne, au Japon, autour du Bassin Méditerranéen (Hoffmann et Laberyrie, 1962). Kingsolver (2004) signale sa présence en Amérique surtout en Californie et au Québec. La bruche de la fève *B. rufimanus* est originaire du bassin méditerranéen, et plus particulièrement d'Égypte (Hoffmann et Laberie, 1962).

2. Position systématique

Selon Hoffmann et *al.* (1962) et Bukejs (2010), ont classé la bruche de la fève comme suit :

Embranchement.....Arthropodes
Sous/embranchement..... Ptérygotes
Classe.....Insectes
Section..... Néoptères
Sous /section..... Endopterygotes
Ordre.....Coléoptères
Sous /ordre.....Phytophage
Famille..... Chrysomelidées
Sous /famille..... Bruchinées
Genre..... *Bruchus*
Espèce..... *Bruchus rufimanus* (Boheman 1833).

3. Description du bruche de la fève

Bruchus rufimanus est un coléoptère spécifique de la fève, il réalise une partie de son cycle à l'intérieur des graines (Fig. 8), il attaque ces dernières en début de la floraison (Boizet, 2015).



Figure 8: Bruche de la fève (*Bruchus rufimanus*) (Originale, 2021).

Bruchus rufimanus est un insecte holométabole, qui passe par quatre (04) stades de développement : œuf, larve, nymphe et adulte (fig. 9).

3.1 Œufs

Les bruches femelles adultes pondent des œufs, mesurant 0.55 x 0.25 sur des gousses vertes, ces œufs sont lisses gélatineux et collés à la gousse et ne présentent pas d'ornementation visible de chorion (Dupont, 1990).

3.2 Larves

Les larves de la *B. rufimanus* mesurent entre 5 à 6 mm de long (Balachowsky, 1997). Le stade larvaire passe par quatre (04) stades au cours de son développement postembryonnaire. Les larves sont caractérisées par une tête brune, leur couleur est d'un blanc ocre (Hofmann, 1945). La larve L1 mue et se transforme en larve de type rhynchophorien, dépourvue de pattes, les larves L4 sont caractérisées par un corps blanc légèrement jaunâtre et incurvé et une tête brune armée de solides mandibules tranchantes. Elle est très mobile et grâce à ses mandibules, perce l'enveloppe du fruit.

3.3 Nymphes

La nymphe est de couleur blanc crème, ressemble à l'adulte, mais n'a pas encore acquis sa couleur brune. La tête n'est partiellement visible que du haut (Casari et Teixeira, 1997).

3.4 Adultes

Selon Hoffmann (1945) et Ramos (1976), les adultes de *B. rufimanus* mesurent en longueur 3 à 5 mm. Leur largeur est de 1.7 à 2.9 mm (Kingsolver, 2004; Ramos et al, 2007). Ils présentent un prothorax un peu plus long au niveau de la base que large, avec une tache blanche très vague devant l'écusson (Hoffmann, 1945). Les élytres sont bruns avec des taches blanches et le tibia intermédiaire est roussâtre (Ayrat, 1969). Les pattes sont antérieures entièrement jaunes et les pattes médianes et postérieures sont noires. Le tibia postérieur est muni d'une grande pointe à l'angle interne, le pygidium est de couleur gris pâle (Hoffmann, 1945).

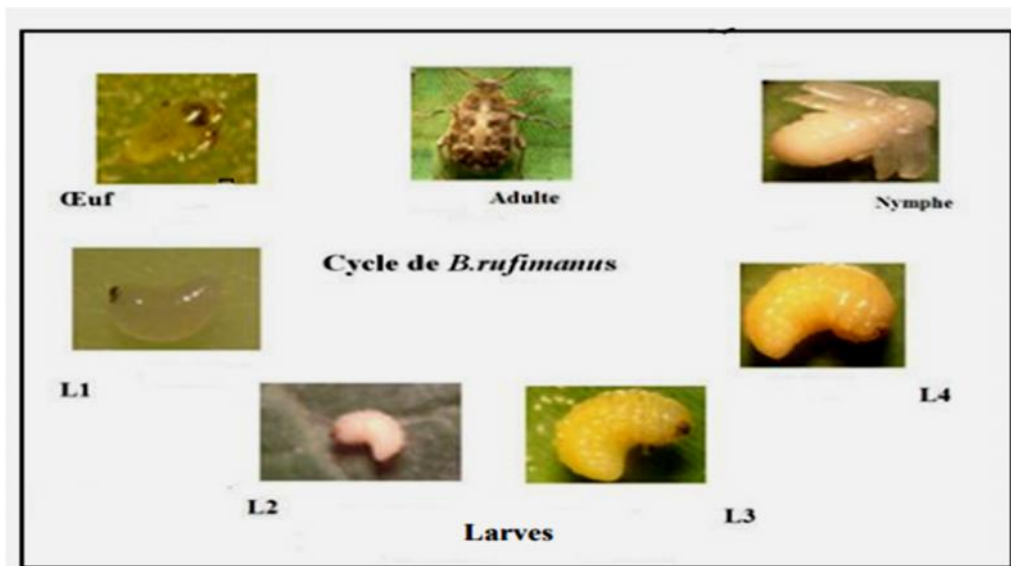


Figure 9: Les différents stades de développement de *B. rufimanus* (Medjdoub- Bensaad, 2007).

La distinction entre le mâle et la femelle est basée, comme chez les autres Bruchidae, sur l'examen du dernier segment abdominal, largement échancré par le pygidium chez le mâle, ce dernier segment est entier chez la femelle (Boughdad, 1994). De même l'orifice génital est plus apparent chez le mâle que chez la femelle (fig. 10).



Figure10 : Forme du dernier segment abdominal chez le mâle (a) et la femelle (b) de *B. rufimanus* (Mezani, 2016).

4. Biologie de *B. rufimanus*

La bruche de la fève présente une seule génération par an (univoltine) selon la définition de Balachowsky (1962). Il se développe, en culture et non dans les grains stockés, aux dépens des légumineuses du genre *Vicia* ; *Vicia faba* représente sa principale plante hôte. Les adultes sont en diapause reproductive et trouvent refuge dans les bois ou les écorces d'arbre (Yao et Yang, 1985; Huignard et al., 1990 ; Tran, 1992; Chakir, 1998). La diapause est marquée par un arrêt du développement des organes reproducteurs donc par un arrêt de l'activité reproductrice et s'accompagne de modifications éthologiques, physiologiques, anatomiques et biochimiques complexes (Denlinger et al., 2005). D'après Tran (1992), les organes reproducteurs des femelles en diapause chez la bruche sont non fonctionnels et aucune phase de vitélogénèse n'est observée. Chez les mâles, la lumière des glandes annexes ne contient pas de sécrétion et leur diamètre est inférieur à celui des mâles sexuellement actifs.

4.1 Hivernation

En hiver, les adultes sont en diapause reproductive sous les écorces des arbres, par contre des températures douces en janvier et février provoquent les sorties précoces. Certains peuvent hiverner dans les graines, lorsque ceux-ci trop secs, ne permettant pas leur évasion en été (Balachowsky, 1962) ; ils quittent leur lieu d'hivernation en avril/mai pour coloniser les cultures en fleur (Medjdoub-bensaad, 2011).

4.2 Maturité sexuelle

L'appareil reproducteur mâle est fonctionnel au moment de la colonisation (dû à une photopériode suffisamment longue 18:6h LD, qui permet le levée de la diapause reproductrice)

(Huignard, 2011). Par contre les femelles sont encore en diapause reproductrice lors de leur arrivée dans les parcelles. Elles se nourrissent du pollen pour reconstituer leur réserve en vitellus. Seule la consommation de pollen de la plante hôte permet la maturation sexuelle et stimule le comportement reproductif des Bruchidés (Boughdad, 1994).

4.3 Ponte

Les bruches femelles pondent leurs œufs sur les gousses dès leur apparition, chaque une possède un nombre variable, mais tjrs inférieur à 10 à condition que le climat soit favorable (température supérieure à 20°C, absence de vent et de pluie) et la fécondité des femelles serait d'au moins 50 œufs, mais les pertes par décollement dû à la pluie semblent importantes (Medjdoub-bensaad, 2007). L'activité de ponte semble concentrée dans les zones où les ressources trophiques sont les plus abondantes (Jermy, 1978).

4.4 Etat larvaire

Après le développement embryonnaire la larve perfore l'enveloppe de l'œuf et pénètre dans les graines, où elle poursuit son développement pendant trois mois. La larve reste inaccessible aux traitements chimiques. Pour sortir de la graine, la larve découpe un opercule, mais il faudra attendre la nymphose, qui dure une dizaine de jours, pour que l'adulte sorte de la graine (Medjdoub-bensaad, 2007).

4.5 Etat adulte

Les adultes de la *B. rufimanus* émergent lors des deux premiers mois quand la température est encore comprise entre 20-25°C (Medjdoub-bensaad, 2007). Elles sont capables d'effectuer des déplacements de 2km pour rechercher les cultures de la fève. Lorsque la température s'abaisse les adultes peuvent s'abriter entre les feuilles (Balachowsky, 1962). Les individus tardifs restent dans les graines jusqu'au printemps suivant. Ce coléoptère se reproduit en culture et non dans les graines stockées.

5. Diapause reproductrice

La bruche de la fève se reproduit uniquement lors de la phase de fructification de sa plante hôte. En dehors de cette période, l'insecte présente une diapause imaginale appelée diapause de reproduction, pendant la saison sèche en zone tropicale, ou pendant la période hivernale tempérée lorsque les conditions sont favorables (Chakir, 1998).

Cependant, cette diapause reproductrice ne caractérise pas seulement par un arrêt de l'activité reproductrice mais, par un ensemble de modifications physiologiques, comportementales, anatomiques et biochimiques complexes.

5.1 Modifications physiologiques

Chez les bruches, les organes reproducteurs des femelles en diapause sont non fonctionnels et aucune phase de vitellogenèse n'est observée. Chez les mâles, la lumière des glandes annexes ne contient pas de sécrétion et leurs diamètres est inférieur à celui des mâles sexuellement actifs (Tran, 1992).

5.2 Modification biochimique

D'après Chakir (1998), la quantité de corps gras, est abondante chez les adultes diapausants, et relativement faibles chez *B. rufimanus* sexuellement actifs. Elle diminue avec le déroulement de l'activité reproductrice. De même, la concentration des protéines totales et de proline dans l'hémolymphe semble évoluer avec la quantité de corps gras. Elle est relativement importante chez les adultes diapausants et connaît une réduction chez les adultes devenus sexuellement actifs.

5.3 Modifications comportementales

En été, les adultes diapausants émergeant des graines, présentent un comportement (ils gagnent très rapidement les sites d'hivernation). En effet les adultes de *B. rufimanus* passent leur période dans les bois sous les écorces des arbres ou sous les touffes de mousse dans la région centre de France (Dupont, 1990) et sous l'écorce d'*Eucalyptus* au Maroc (Chakir, 1998). Ces adultes gagnent le champ de fèves en fleur pendant le printemps.

6. Conditions de 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.

7. Facteurs agissant sur les contaminations de la fève par la *B. rufimanus*

L'infestation des graines de *V. faba* par *B. rufimanus* se fait pendant la végétation au niveau de champs. La bruche de fève n'est pas un ravageur des stock, puisque ses dégâts commencent au niveau des champs (Medjdoub-Bensaad, 2007).

Cette infestation est principalement due aux échanges commerciaux des graines de la fève non désinfectées entre les régions, comme c'est le cas d'autres insectes seminivores (Boughdad, 1994).

Selon le même auteur, les températures et les photopériodes prévalant au cours de la période de la ponte influent sur le taux d'infestation des graines et l'abondance des ennemis naturel de la bruche peut le diminuer.

8. Dégâts causés par la *B. rufimanus*

D'après Berne et Dardy (1987), chez *B. rufimanus* c'est la larve qui cause les dégâts à l'intérieur des graines de *V. faba*. En effet, les larves constituent l'état nuisible de la bruche car elles s'alimentent au dépens des réserves cotylédonaires des graines (fig. 11) (Mouhouche, 1997).



Figure 11 : Dégâts causés par la bruche de la fève *B. rufimanus* (originale, 2021).

8.1 Pertes pondérales

Selon Boughdad (1996), les dégâts de la *B. rufimanus* occasionnent des pertes pondérales qui varient en fonction du nombre d'adultes développés par graines et l'intensité de l'infestation des graines. Les pertes moyennes en poids sec des cotylédons sont de 2,84% pour les graines avec une seule bruche, 5,87% avec deux bruches, 8,25% avec trois bruches, 11,40% avec quatre bruches et 14,5% pour les graines avec cinq bruches.

8.2 Perte de germination

Le pouvoir germinatif des graines est fortement diminué par les galeries larvaires (Blachowsky, 1962). Il est de 60%, lorsqu'il existe une seule galerie larvaire, et n'est que de 45% quand on observe deux galeries.

En effet, selon Medjdoub-Bensaad (2007), la bruche a un effet négatif sur le pouvoir germinatif des graines de *V.faba*. Le taux de germination diminue au fur et à mesure que le nombre de bruche par graine augmente. Il serait de 84% pour les graines avec une bruche, 76% pour les graines avec 2 bruches et 58% pour les graines avec 03 bruches.

8.3 Dépréciation des graines

L'insecte *B. rufimanus* est à l'origine de dépréciation de la qualité commerciale des graines de *V. faba*. Ces dégâts gênent considérablement la vente du produit (Boughdad, 1994).

Selon Berne et Dardy (1987), le seuil toléré en France pour l'exportation et l'industrie agro-alimentaire est de 2 à 3% des graines bruchées, ce seuil est de 10% pour l'alimentation animale.

8.4 Baisse de rendement

Selon Sadou (1998), une graine bruchée donne un rendement inférieur à celui d'une graine saine, à cause de son exposition aux attaques des champignons et des bactéries, par contre une graines non bruchée et malgré une infestation par la bruche au niveau du champs, à la récolte, le rendement est peu affecté, ce n'est qu'au niveau des stocks que les baisses vont se révéler. Le rendement baissera l'année qui suivra.

9. Méthode de lutte contre *B. rufimanus*

La lutte contre ces insectes ravageurs des denrées stockées comprend deux méthodes, l'une est préventive, elle se pratique avant l'installation des ravageurs, et la deuxième méthode est curative, elle s'utilise quand les lots sont déjà infestés (Blachowsky, 1962).

9.1. Lutte préventive

L'objectif de cette méthode est de réduire l'infestation des gousses (fruit) au champ. Il s'agit de techniques culturales qui consistent en un ramassage des gousses à un stade phénologique précoce.

D'après Medjdoub-Bensaad (2007), pour lutter contre *B. rufimanus* il est préconisé de ne pas répéter trop souvent la culture de la fève ou fèveole dans le même terrain, d'utiliser des graines saines ou les désinsectiser, de maintenir les locaux de stockage clos ou de piéger les adultes à leurs sortie ou semer les graines âgées de deux années.

Selon Lienard et Seck (1994), les associations culturales entre céréale et légumineuse peuvent limiter la contamination des gousses des légumineuses par les bruchidae. Il y a aussi le cerclage des cultures et la rotation qui empêche le développement de foyer d'infestation.

9.2. Lutte curative

Cette dernière intervient une fois l'infestation est installée, elle regroupe les luttes suivantes

9.2.1. Lutte physique

La lutte physique signifie l'élimination du ravageur ou la détérioration physique de l'environnement de manière à le rendre inhospitalier ou inaccessible pour l'insecte (Kumar, 1991).

Selon Balachowky (1962), il faut laisser le local hermétique clos en présence de vapeur de sulfure de carbone pendant 48h ou faire passer très lentement les graines dans un four à une température comprise entre 55 et 60°C pendant 30 minutes. Ces deux méthodes n'altèrent pas le pouvoir germinatif des graines, elles sont efficaces dans la mesure où le passage au four et la diminution de l'humidité des graines défavorisent le développement des insectes.

Serpeille (1991) indique que le maintien des entrepôts de stockage à (-1°C) pendant un mois, entraîne la mortalité des adultes. L'utilisation du froid est un bon moyen préventif, car à 2°C le développement des insectes est temporairement arrêté.

9.2.2. Lutte chimique

Selon Serpeille (1991), la lutte chimique est indispensable pour contrôler efficacement les dégâts du bruche de la fève au champ. L'utilisation des produits chimiques constitue à l'heure actuelle la technique la plus utilisée pour lutter contre les champignons et les insectes ravageurs des légumineuses (Maganet et Olsen, 2004).

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 eu 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 seules, l'Amitraze (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 (Mouhouche et Sadou, 2001).

9.2.3 Lutte biologique

Le principe consiste à introduire dans le milieu de vie des ravageurs, des prédateurs, des parasitoïdes ou des microorganismes pathogènes pour contrarier leur développement.

Selon Boughdad (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 Hoffmann (1945), les ennemis naturels du bruche de fève sont peu nombreux. Chithenden (1912) cité par Balachowsky (1962) signale trois hyménoptères Braconidae parasites de *B. rufimanus*: *Sigalphus pallipes* Nees., *S.thoracicus* Curt., *Chremylus rubiginosus* Nees.

Dans la région de Tizi-Ouzou, Medjdoub-Bensaad (2007) signale que *Triapsis 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, 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-Abdel-Aziz, 2007).

L'objectif de ce travail est l'étude de l'effet toxique des trois huiles essentielles : *Mentha piperita* sur des adultes mâles diapausants de *B.rufimanus* dans et *Eucalyptus kalatus*, *Eucalyptus citriodora* des adultes mâles et femelles diapausants de *B.rufimanus* des conditions 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 inhalation et le test de répulsion sont effectués.

Le choix des méthodes d'études est établi en fonction des objectifs du travail

1. Matériels

1.1 Matériels biologiques

Le matériel végétal utilisé est composé de graines de fève *Vicia faba* récoltées en 2021 (Fig.12). Les graines infestées sont distinguées grâce à la présence d'un opercule à travers lequel il est possible de voir l'adulte de l'insecte par la transparence du tégument de la graine.



Figure 12 : matériel végétal la fève (originale, 2021).

1.1.2 Bruche

Les adultes mâles de *B.rufimanus* diapausants sont utilisés après avoir été retirés manuellement des graines infestées à l'aide d'une aiguille au niveau du laboratoire.

1.1.3. Huiles essentielles

Les huiles essentielles testées durant cette étude sont : *Mentha piperita*, *Eucalyptus kalatus*, et *Eucalyptus citriodora*.

1.1.3.1. Huile essentielle de *Mentha piperita*

Parmi les huiles essentielles testées durant cette étude : M. Piperita (Fig, 13) qui est extraite des feuilles de cette plante.



Figure 13:huile essentielle *mentha piperita* (Original 2021).

La menthe poivrée est une plante vivace qui fait partie de la famille des Lamiaceae, et du groupe systématique dicotylédones. La menthe poivrée (*Mentha piperita*), est appelée aussi la menthe anglaise. C'est un hybride stérile, issu du croisement entre *Mentha aquatica* et *Mentha viridis*. *Mentha piperita* est une plante communément cultivée en Europe et en Amérique du Nord. Les études ont montré que la menthe poivrée est riche en linalol (53% des huiles essentielles), acétate de linalyle (15%), etc... (Mossaddak, 1995).



Figure 14 : *Menthapiperita* (la menthe poivrée) (Original 2021).

✓ **Classification**

Le nom menthe vient du Grec « minthe » nom d'une nymphe transformée en fleur par proserpine et de « piperita » qui signifie « poivrée ».la menthe est l'une des espèces les plus célèbres parmi les plantes médicinales

Selon Benayad (2008), la classification de la menthe est comme suit:

Règne (Royaume) : Plantae

Division : Magnoliophyta

Classe : Magnoliopsida

Ordre : Lamiales

Famille :Lamiaceae

Genre : *Mentha*

Espece : *Mentha piperita*

✓ **Description botanique de la menthe poivrée**

Il s'agit d'une plante vivace à rhizome long, rampant, traçant, chevelu. La tige, de 50 à 80cm dressée ou ascendante, se divise en rameaux opposés. Ses feuilles (Les feuilles étant la partie la plus importante à partir de laquelle l'huile est extraite) mesurent de 4 à 10 cm de long, elles sont ovales, opposées, courtement pétiolées, lancéolées, aiguës, dentées, sont d'un très beau vert et se teignent de nuances rougeâtres au soleil et de rouge cuivré à l'ombre, elles sont recouvertes de gros poils sécréteurs arrondis dans lesquels s'accumulent les substances volatiles odorantes (Benayad, 2008; Idrissi, 1982).

Selon (Morigane, 2007), les fleurs, qui poussent en grappes à l'aisselle des feuilles sont de couleur rose, les tiges sont de couleur pourpre (Fig.15).



Figure 15: morphologie de la menthe poivrée (Gayda, 2013).

1.1.3.2. Huile essentielle d'*Eucalyptus kalatus*

Parmi les huiles essentielles testées durant cette étude : *Eucalyptus kalatus* (fig.16), qui extraite des fruits de la plante de *Eucalyptus globulus*.



Figure 16 : Huile essentielle d'*Eucalyptus kalatus* (Originale. 2021).

-) L'*Eucalyptus globulus* est un arbre qui atteint communément à l'âge adulte 30à35 mètre de hauteur (fig .17), dans la région méditerranéenne il peut atteindre 100m dans les climats qui lui sont plus favorable (Taillotte, 1872).
-) L'*Eucalyptus* est classé selon Cronquist (1981) comme suit :

Règne	Plantae
Sous règne	Tracheobiota
Division	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsida
Ordre	Myrtales
Famille	Myrtaceae
Genre	<i>Eucalyptus</i>
Espèce	<i>Eucalyptus globulus</i> Labill ann&e



Figure 17 : *Eucalyptus kalatus* présent en Kabylie (Originale, 2021).

L'Eucalyptus contient de l'eucalyptol (aussi appelé 1,8-cinéole) renfermé dans ses feuilles. Le 1,8-cinéole que contient l'Eucalyptus s'est révélé être efficace pour réduire la dose de corticostéroïdes utilisée par des sujets souffrant d'asthme (Juergenset et *al.*, 2003) et pour combattre le rhume (Tesche, 2008 ; Kehrl et *al.*, 2008). Il comporte également 0,05 à 1,5 %

d' -phellandrène ; 0,05 à 15 % de limonène ; au minimum 70 % de 1,8-cinéole ; et au maximum 0,1 % de camphre (Anonyme, 2021).

-) *Eucalyptus globulus* est spontané en Tasmanie et dans le sud-est de l'Australie, mais il est actuellement largement planté et naturalisé dans les régions subtropicales du monde entier.
-) Composition chimique
-) L'huile essentielle (HE) d'*Eucalyptus globulus* est surtout connue pour ses vertus expectorantes et mucolytiques, liées à sa forte teneur en 1,8-cinéole. Mais elle a également des propriétés antivirales, antifongiques, insecticides et antidouleur.

1.1.3.3. Huile essentielle d'*Eucalyptus citriodora*

-) Parmi les huiles essentielles testées durant cette étude : *Eucalyptus citronné Eucalyptus citriodora*.
-) selon Lipsker (année), c'est un grand arbre de 50 mètres de haut dont le feuillage dégage une odeur citronnée. Son écorce est fibreuse, grise ou gris brun se détachant en longs rubans. Les petites branches sont de couleur verte. Les feuilles sont vertes, concolores, étroites, lancéolées, terminées en pointe et mesurent 7 à 15 centimètres de long sur 0,7 à 1,5 de large. Elles dégagent une odeur de menthe poivrée lorsqu'elles sont malaxées. Les fleurs sont regroupées par 11 à 20. Elles apparaissent en été (octobre à janvier) et sont de couleur jaune crème.
-) On extrait des feuilles et des rameaux l'huile essentielle qui a des vertus médicinales. Les principes actifs connus de l'huile essentielle de feuilles et de rameaux : aldéhydes (citronnellal), eucalyptol (3 %), alcools : citronnellal, géraniol.
-) Selon Hill et Johnson (1995), l'*Eucalyptus citriodora* est classé comme suit :

<u>Règne</u>	<u>Plantae</u>
<u>Sous-règne</u>	<u>Tracheobionta</u>
<u>Division</u>	<u>Magnoliophyta</u>
<u>Classe</u>	<u>Magnoliopsida</u>
<u>Sous-classe</u>	<u>Rosidae</u>
<u>Ordre</u>	<u>Myrtales</u>
<u>Famille</u>	<u>Myrtaceae</u>
<u>Genre</u>	<u><i>Corymbia</i></u>
<u>Espèce</u>	<u><i>Corymbia citriodora</i></u>

-) L'huile essentielle d'*Eucalyptus citridora* extraite des feuilles eucalyptus citronné présente les caractéristiques suivantes :
-) **T ableau4** : Caractéristiques organoleptiques de l'huile essentielle eucalyptus citronné

Huile essentielle	Aspect	Couleur	Odeur
Eucalyptus citronné	Liquide mobile limpide.	jaune pâle	odeur de citron

-) L'huile essentielle d'Eucalyptus Citronné est fortement concentrée en citronellal et citronellol. Cette huile présente des propriétés insectifuges et acaricides : le citronellal et le citronellol de cette huile essentielle permettent d'éloigner les insectes et de tuer certaines larves de moustiques.

1.2 Matériels de laboratoire

Plusieurs outils sont nécessaires pour aborder notre travail expérimental (Fig. 18):

-) Une loupe binoculaire de grossissement 4X10 en vue de sexer les bruches *B. rufimanus*.
-) Des bocaux en verre de 100ml de volume dont le but d'effectuer les tests par inhalation.
-) Des boîtes de pétri en plastique (6cm de diamètre) pour effectuer les tests de répulsion.
-) Une pipette graduée pour le dosage des huiles, ainsi qu'une micro pipette pour les micro-doses.
-) De papier filtre pour les deux tests (inhalation et répulsion)
-) Acétone pour la dilution.
-) Autres accessoires tels que : les ciseaux, le scotch, étiquettes....

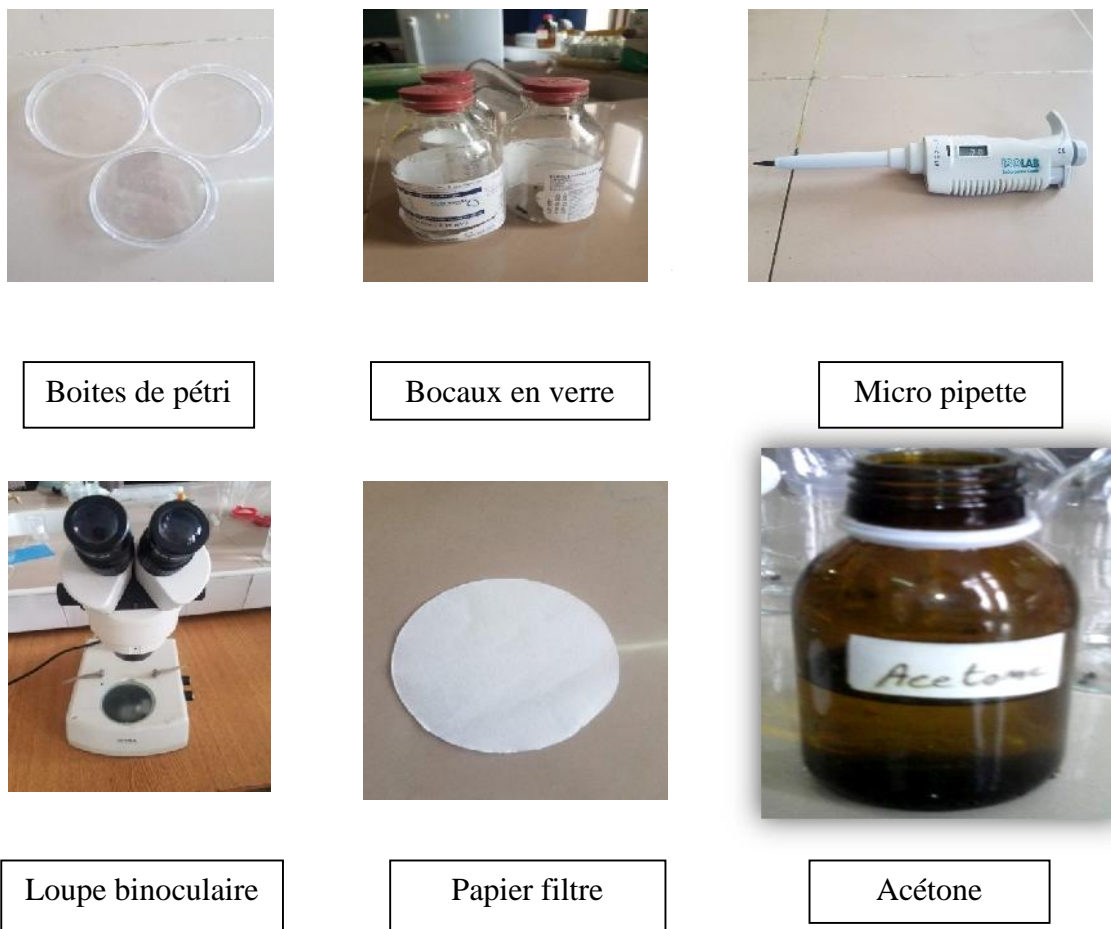


Figure 18 : Matériel expérimental (Original, 2021).

2. Méthodes

Le protocole expérimental est mis en pratique afin d'étudier l'effet de l'huile essentielle *mentha piperita* sur les adultes mâles de la bruche de la fève.

2.1. Extraction des bruches

L'extraction des bruches se fait à la main qui nécessite l'utilisation d'un outil dur (aiguille, ciseaux...).

2.2 Identification des sexes

L'identification des sexes permet de séparer les mâles et les femelles en observant le dernier segment abdominal sous une loupe binoculaire qui est largement échanuré par le pygidium chez les mâles et entier chez les femelles. Lors du sexage des adultes bruches, nous avons pu mettre en évidence uniquement des mâles.

2.3. Traitement par inhalation

Ce test consiste à étudier la longévité des adultes de *B.rufimanus* soumis à des traitements par inhalation d'huile essentielle de *mentha piperita* en fonction du temps (Fig. 19).

Dans des bocaux de 125ml de volume, des disques de papier filtre (2cm) de diamètre sont suspendus à l'aide d'un fil à la face interne du couvercle et sont imprégnés de différentes doses d'huiles essentielles : 1 μ l, 2 μ l, 3 μ l, 4 μ l, 5 μ l à l'aide d'une micropipette. Cinq individus sont mis dans les bocaux aussitôt fermés. Trois répétitions sont effectuées pour chaque dose. Le dénombrement des individus vivants est effectué au bout de 1h, 3h, 6h, 24h, 48heure d'exposition dans chaque bocal.



Figure 19 : Dispositif expérimental du test par inhalation à l'égard de *B. rufimanus* (Original, 2021)

2.4. Traitement par répulsion

Pour chaque essai nous avons utilisé 5 individus mâles de *B. rufimanus* diapausants ces individus sont introduits séparément dans des boîtes de Pétri, contenant du papier filtre traitée d'une partie par l'huile essentielle *Mentha piperita* à des doses de 1 μ l, 2 μ l, 3 μ l, 4 μ l, 5 μ l et d'autre partie traité par l'acétone, pendant 30min (Fig. 20).

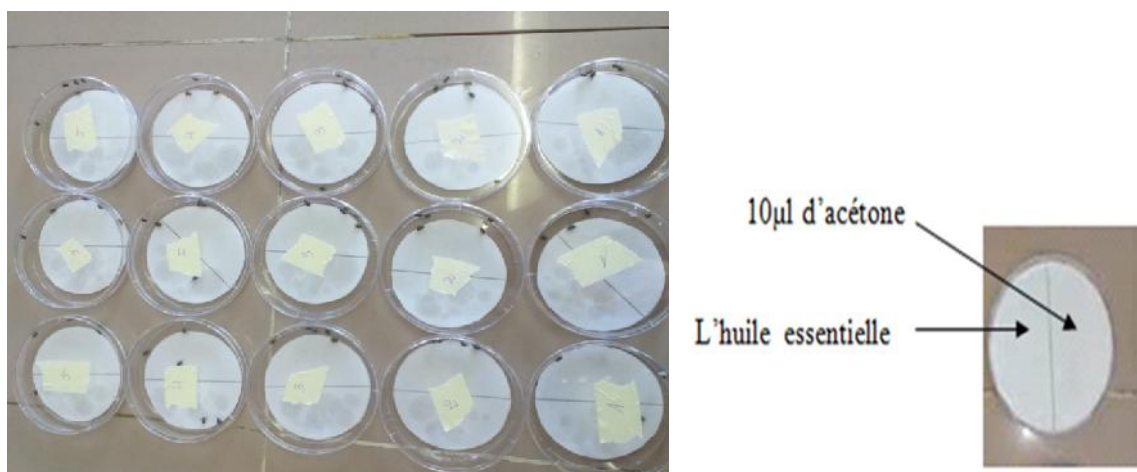


Figure 20 : Dispositif expérimental du test par répulsion à l'égard de *B. rufimanus* (Original, 2021).

Après une demi-heure, les bruches présents sur chacune des parties du disque sont dénombrés, ainsi nous pouvons calculer le pourcentage de répulsion selon la formule suivante :

$$\text{PR (\%)} = (\text{NC} - \text{NT}) / (\text{NC} + \text{NT}) * 100$$

NC : Nombre d'insectes présents sur la partie traitée avec l'acétone.

NT : Nombre d'insectes présents sur la partie traitée avec la solution huileuse

Le pourcentage de répulsion moyen pour chaque huile est calculé et attribué à l'une des différentes classes répulsives variant de 0 à 100% selon Mc Donald et *al.*, (1970), qui sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 5 : pourcentage de répulsion selon le classement de Mc Donald et *al.*, (1970).

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

3. Analyse statistique

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 vis-à-vis de la longévité des mâles diapausants de *B.rufimanus*.

Lorsque cette analyse montre des différences significatives, elle est complétée par test de NEWMAN et KEULS au seuil de 5 afin de comparer les moyennes et déterminer les groupes homogènes.

Lorsque la probabilité (**P**) est :

P 0.05: les variables ne montrent aucune différence significative.

P 0.05: les variables montrent une différence significative.

P 0.01: les variables montrent une différence hautement significative.

P 0.001: les variables montrent une différence très hautement significative.

1. Résultats

Les résultats obtenus traitent sur l'effet biocides des différentes huiles essentielles appliquées par inhalation et répulsion sur les adultes *B.rufimanus*.

1.1. Evaluation de l'effet biocide d'huile essentielle de *Mentha piperita* par inhalation sur les adultes mâles diapausants de *B.rufimanus*.

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

1.1.1. A la plus faible dose (1 μ l)

L'huile essentielle *Mentha piperita* induit des taux de mortalité d'une moyenne de 4 à partir de 6h (fig.21).

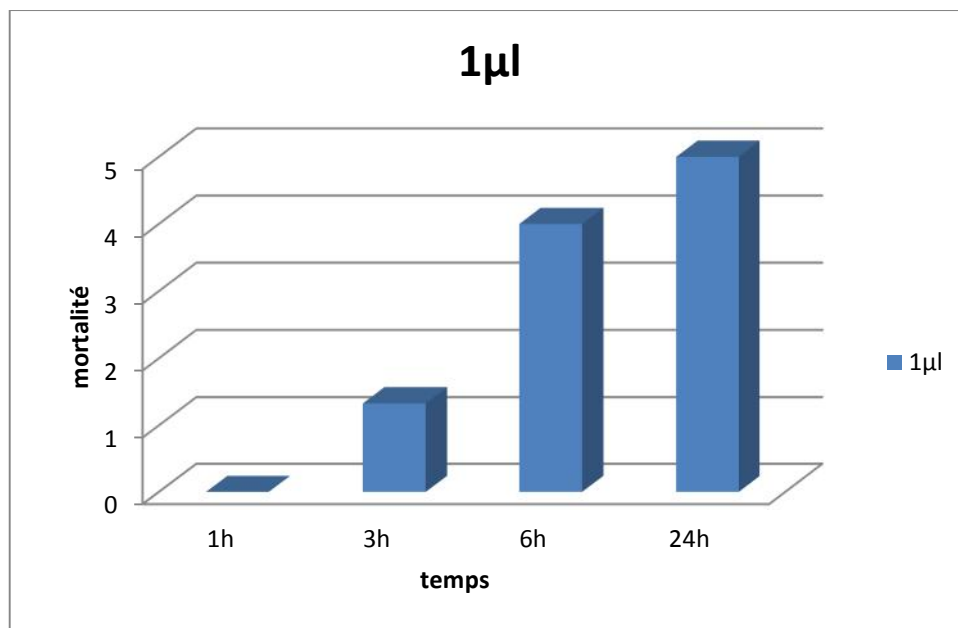


Figure 21 : Mortalité des adultes mâles de *B. Rufimanus* diapausants traités par inhalation à une dose 1 μ l d'huile essentielle de *Mentha piperita*.

1.1.2. A la dose (2 μ l)

L'huile essentielle montre un effet toxique qui s'exprime avec une moyenne de mortalité de 1.66 à partir d'une heure (1h) d'exposition (Fig. 22).

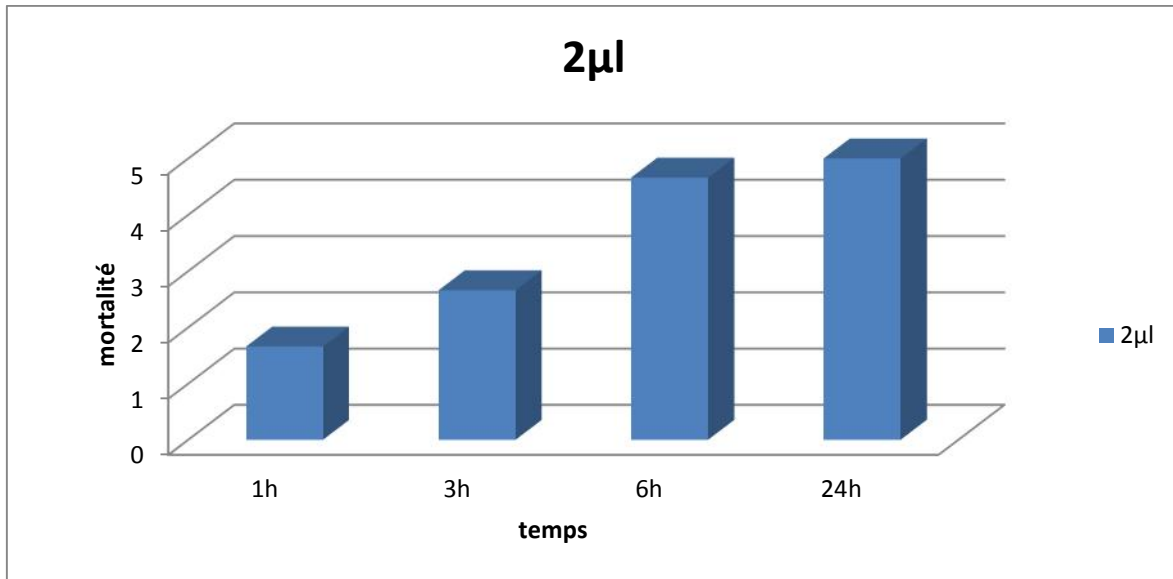


Figure 22: Mortalité des adultes mâles de *B. Rufimanus* diapausants traités par inhalation à une dose 2µl d'huile essentielle de *Mentha piperita*.

1.1.3. A la dose 3µl

Les résultats obtenus montrent que la longévité des mâles diapausants de *B. Rufimanus* diminue proportionnellement avec la dose d'huile essentielle testée et la durée d'exposition (fig.23).

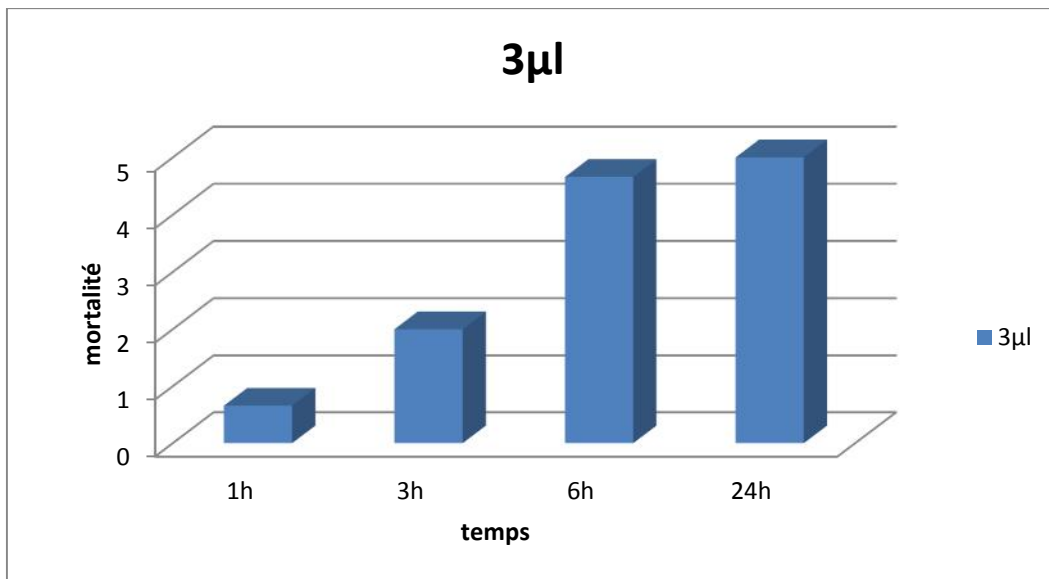


Figure 23 : Mortalité des adultes mâles de *B. Rufimanus* diapausants traités par inhalation à une dose 3µl d'huile essentielle de *Mentha piperita*.

1.1.4. A la dose (4µl)

L'huile essentielle *Mentha piperita* induit des taux de mortalité d'une moyenne de 4.66 à partir de 6h (fig24).

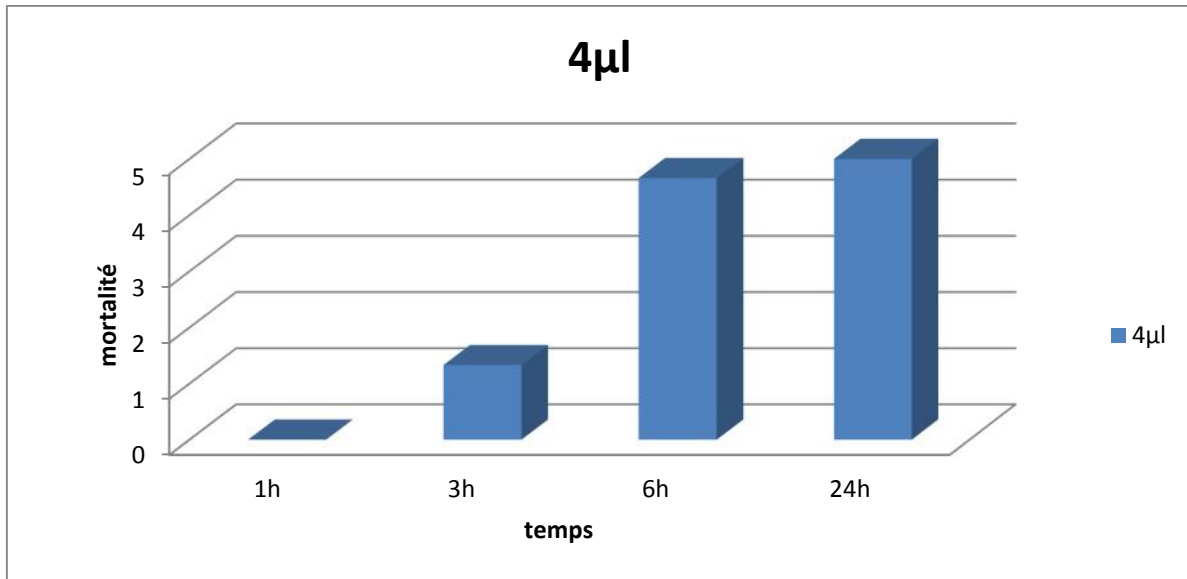


Figure 24 : Mortalité des adultes mâles de *B. Rufimanus* diapausants traités par inhalation à une dose 4µl d'huile essentielle de *Mentha piperita*.

1.1.5. A la dose (5µl)

L'huile essentielle *Mentha piperita* induit des taux de mortalité d'une moyenne de 4.33 à partir de 6h (fig.25).

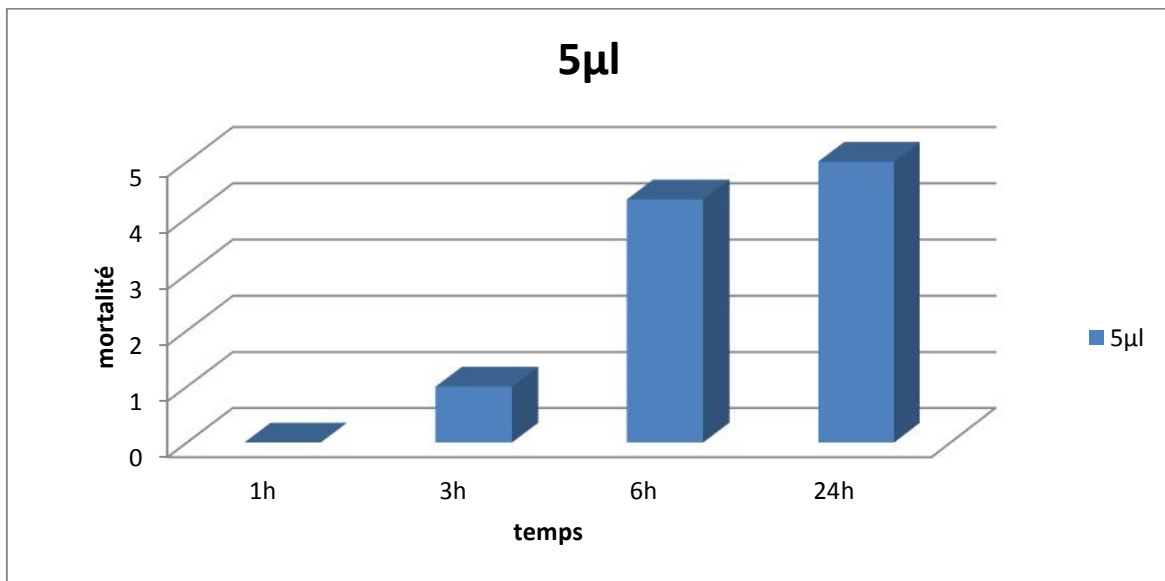


Figure 25 : Mortalité des adultes mâles de *B. Rufimanus* diapausants traités par inhalation à une dose 5µl d'huile essentielle de *Mentha piperita*

Les résultats nous montrent que le taux de mortalité des adultes mâles diapausants de *B. rufimanus* est de 100% au bout de 24h.

D'après les résultats obtenus, la dose optimum pour l'efficacité de l'huile essentielle de la menthe poivrée est 2µl.

L'analyse de la variance à deux critères de classification montre une différence non significative pour le facteur dose avec un $p=0.21$ et une différence non significative pour le facteur temps avec une $p=0.92$.

Cette analyse est complétée par le test de Newman et Keuls qui fait ressortir deux groupes homogènes pour le facteur dose (tab 6) et quatre groupes pour le facteur temps (tab 7)

Tableau 6 : Résultat du test de NEWMAN et KEULS concernant l'effet du facteur dose sur la mortalité des adultes mâles de *B.rufimanus* diapausants.

Dose	Moyenne	Groupes homogènes	
5 μ l	3.49	A	
4 μ l	3.08	A	B
3 μ l	2.74		B
2 μ l	2.58		B
1 μ l	2.58		B

Tableau 7: Résultat du test de NEWMAN et KEULS concernant l'effet du facteur temps sur la mortalité des adultes mâles de *B. Rufimanus* diapausants.

Temps	Moyenne	Groupes homogènes			
24h	5	A			
6h	4.46		B		
3h	1.66			C	
1h	0.46				D

1.2. Evaluation de l'effet biocide d'huile essentielle de *Mentha piperita* par répulsion sur les adultes mâles diapausants de *B.rufimanus*.

Les résultats obtenus de l'effet de l'huile essentielle *Mentha piperita* sur les adultes mâles diapausants avec le test par répulsion sont présentés sur la figure suivante:

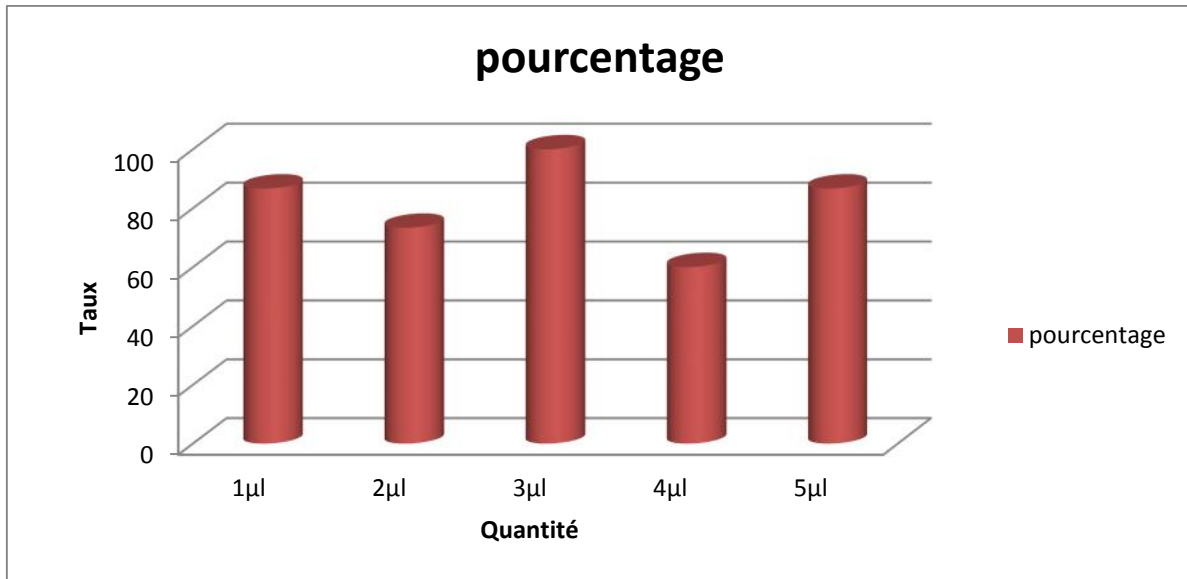


Figure 26 : Taux de répulsion des adultes mâles de *B. rufimanus* testés par l'huile essentielle *Mentha piperita*.

Nous avons constaté que les taux de répulsion de l'huile essentielle de *Mentha piperita* aux doses 1µl, 2µl, 3µl, 4µl, 5µl chez les mâles sont respectivement de l'ordre 86.66%, 73.33%, 100%, 60% et 86.66% (Tab.7).

Tableau 8 : Taux moyen de répulsion des adultes mâles *B.rufimanus* en fonction de dose.

Huile	Dose	Moyenne d'adultes mâles présents dans la partie		Pourcentage de répulsivité %
		Partie traité (huile)	Partie non traité (acétone)	
<i>Mentha piperita</i>	1µL	0.33	4.66	86.66%
	2µL	0.66	4.33	73.33%
	3µL	0	5	100%
	4µL	1	4	60%
	5µL	0.33	4.66	86.66%

Nos résultats montre que l'huile essentielle *Mentha piperita* a un effet très répulsif vis-à-vis des adultes mâles de *B.rufimanus* avec des taux de répulsion 86.66%, 73.33%, 100%, 60% et 86.66% et une dose optimum de 3µl.

Selon la classification Mc Donald (1970), l'huile essentielle de la menthe poivrée appartient à la cinquième classe ($80\% < PR < 100\%$).

1.3. Evaluation de l'effet de l'huile essentielle d'*Eucalyptus kalatus* par inhalation

Les résultats de l'effet de l'huile essentielle d'*E.kalatus* employé, pour un traitement par inhalation à différentes doses vis-à-vis des adultes mâles et femelles de *B.rufimanus*.

1.3.1.À la dose 1 μ L

L'action de l'huile essentielle d'*E.kalatus* à la dose 1 μ L sur la mortalité des mâles et femelles de *B. rufimanus* diapausants est présentée dans la figure suivante :

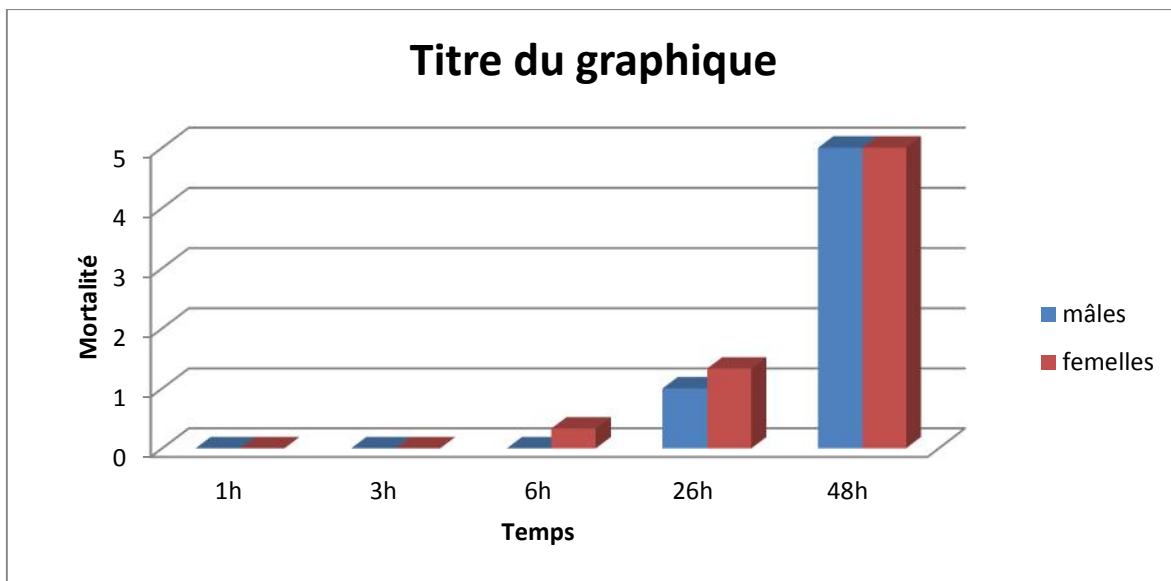


Figure 27 : Mortalité des adultes mâles et femelles de *B. rufimanus diapausants* traités par la dose 1 μ L d'huile essentielle d'*E. kalatus* par inhalation (n=10).

A la plus faible dose 1 μ L, l'huile essentielle ne montre pas d'effet toxique avant 6h, pour les femelles qui expriment un effet toxique vis-à-vis de l'huile essentielle *E.kalatus* avec un pourcentage de 0,33% au bout de 6h. Au bout de 48h, une toxicité totale est précisée par l'huile essentielle à l'égard des mâles et des femelles de *B.rufimanus*.

1.3.2.À la dose 2 μ L

L'action de l'huile essentielle d'*E.kalatus* à la dose 2 μ L sur la mortalité des mâles et femelles de *B. rufimanus* diapausants est présentée dans la figure suivante :

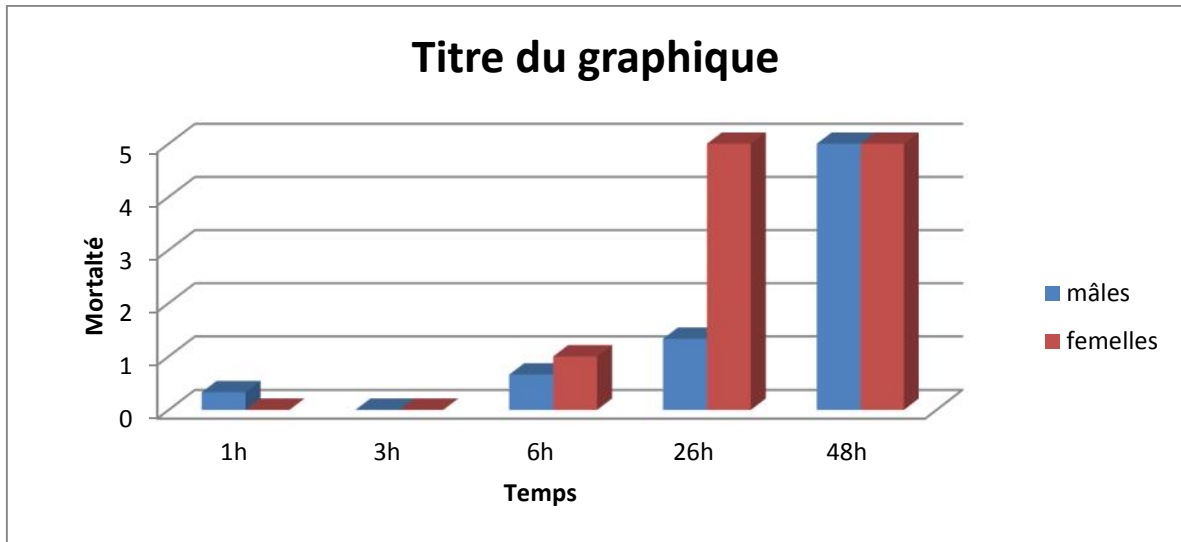


Figure 28 : Mortalité des adultes mâles et femelles de *B. rufimanus diapausants* traités par la dose 2 μ L d'huile essentielle de l'*E. kalatus* par inhalation.

Nous constatons qu'à la dose 2 μ L, l'huile essentielle ne montre pas d'effet toxique avant 6h chez les femelles. Les mâles expriment un effet toxique vis-à-vis de l'huile essentielle *E.kalatus* avec un pourcentage de 0,33% au bout de 1h. La mortalité totale des individus femelles diapausants est atteinte au bout de 24 heures d'exposition, et la mortalité totale des individus mâles de *B.rufimanus* diapausants est atteinte au bout de 48heures d'exposition.

1.3.3 À la dose 2,5 μ L

L'action de l'huile essentielle d'*E.kalatus* à la dose 2,5 μ L sur la mortalité des mâles et femelles de *B. rufimanus* diapausants est présentée dans la figure 29.

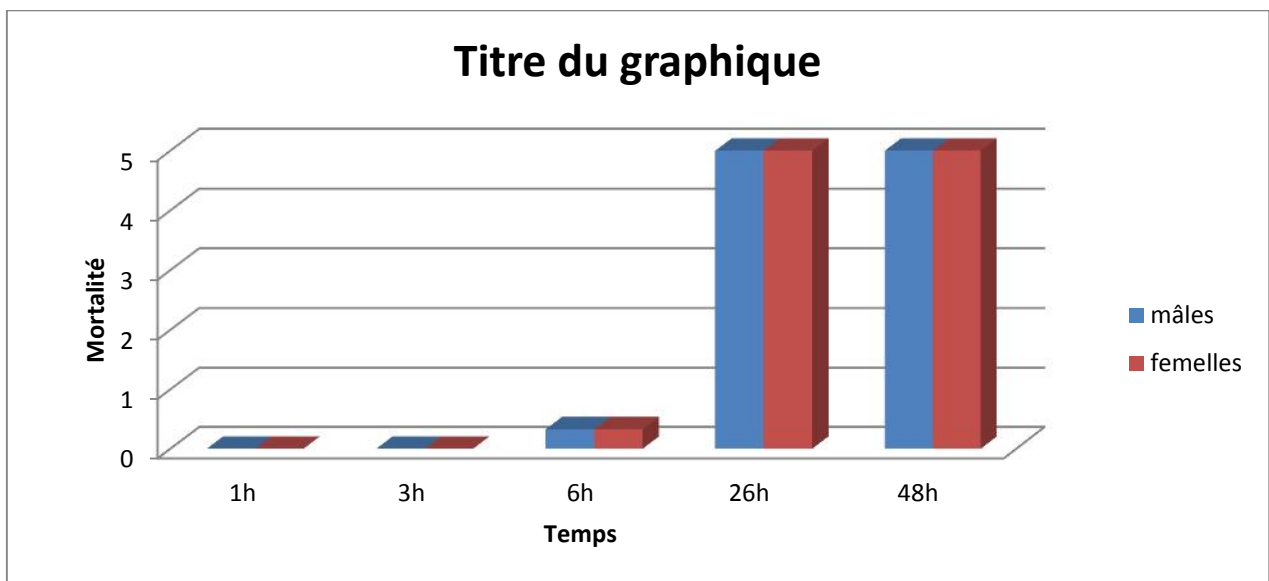


Figure 29 : Mortalité des adultes mâles et femelles de *B. rufimanus diapausants* traités par la dose 2,5 μ L d'huile essentielle de l'*E. kalatus* par inhalation.

A la dose 2,5 μ L, l'huile essentielle ne montre pas d'effet toxique avant 6h, les femelles et les mâles expriment un effet toxique vis-à-vis de l'huile essentielle *E.kalatus* avec un pourcentage de 0,33% au bout de 6h. Au bout de 24h, une toxicité totale est enregistrée par l'huile essentielle à l'égard des mâles et des femelles de *B.rufimanus*.

1.3.4À la dose 3 μ L

L'action de l'huile essentielle d'*E.kalatus* à la dose 3 μ L sur la mortalité des mâles et femelles de *B. rufimanus* diapausants est présentée dans la figure suivante :

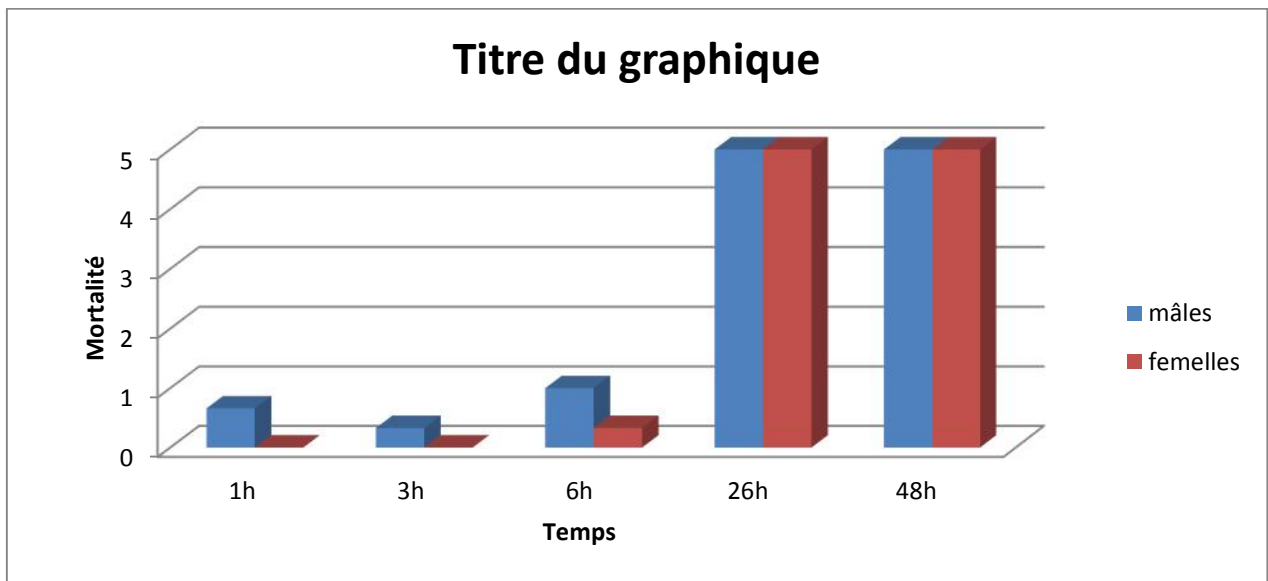


Figure 30 : Mortalité des adultes mâles et femelles de *B. rufimanus* diapausants traités par la dose 3 μ L d'huile essentielle de l'*E. kalatus* par inhalation.

A la dose 3 μ L, l'huile essentielle montre un effet toxique chez les mâles avec un pourcentage de 0,66% au bout de 1h, les femelles expriment une sensibilité à l'huile essentielle *E.kalatus* avec un pourcentage de 0,33% au bout de 6h, Au bout de 24h, une toxicité totale est enregistrée par l'huile essentielle à l'égard des mâles et des femelles de *B.rufimanus*.

1.4.-Evaluation de l'effet de l'huile essentielle d'*Eucalyptus kalatus* par répulsion

Nous avons évalué l'effet répulsif de l'huile essentielle d'*E. kalatus*. À cet effet, nous avons remarqué qu'aux différentes doses (Fig. 31), le nombre de bruches présent dans la partie traitée est moins important que celui des bruches présent dans la partie non traitée. Les résultats de l'effet de l'huile essentielle *E.kalatus* sont présents dans la figure suivante :

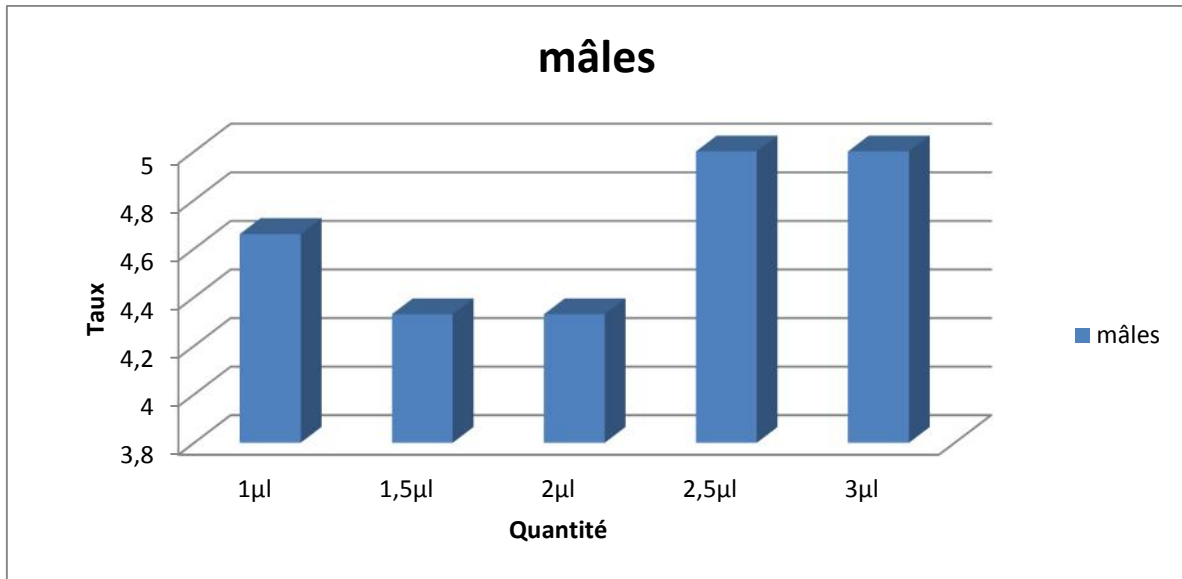


Figure 31 : Taux moyen de répulsion des adultes mâles de *B. rufimanus* en fonction des doses.

Nos résultats montrent que l’huile *E. kalatus* a un effet très répulsif vis-à-vis des adultes mâle.

Le pourcentage de répulsion de l’huile essentielle *E. kalatus* est calculé et attribué aux différentes classes répulsives variant de 0 à 100% (Tab.8)

Selon Mc Donald :

- 0-20 —————> pas répulsive
- 20-40—————> faiblement répulsive
- 40-60—————> moyennement répulsive
- 60-80—————> répulsive
- 80-100 —————> très répulsive

Tableau 9 : Classement de l’huile essentielle *E. kalatus* suivant son taux de répulsion.

Dose	moyenne	Pourcentage %
1µl	4.66	93.2
1.5µl	4.33	86.6
2µl	4.33	86.6
2.5µl	5.00	100
3µl	5.00	100

D’après la comparaison réalisée en suivant le protocole de Mc Donald, il ressort que l’huile essentielle *E.Kalatus* est très répulsive à l’égard de la bruche de la fève (*Bruchus rufimanus*).

L’analyse des moyennes à 3 critères de classification montre :

- Une différence non significative pour le facteur sexe avec une probabilité égale à $P = 0,99 > 0,05$.
- Une différence hautement significative pour le facteur dose avec une probabilité égale à $P = 0,001 < 0,005$.
- Une différence très hautement significative pour le facteur temps avec une probabilité égale à $P = 0,00009 < 0,001$.

Cette analyse est complétée par le test de Newman et Keuls pour le facteur dose qui fait ressortir 2 groupes homogènes (Tab10) et pour le facteur temps qui fait ressortir 4 groupes homogènes (Tab 11).

Tableau 10: Résultat du test de Newman et Keuls concernant l'effet du facteur dose sur la mortalité de *B. rufimanus* diapausants.

F2(Dose)	moyenne	Groupes homogène
3	2.23	A
2.5	2.06	A
2	1.83	A
1	1.26	B

Tableau 11 : Résultats du test de Newman et Keuls concernant l'effet du facteur temps sur la mortalité de *B. rufimanus* diapausants.

F3 (temps)	Moyenne	Groupe homogène
48h	5	A
24h	3.58	B
6h	0.49	C
3h	0.12	C
1h	0.04	D

Le test de Newman et Keuls fait ressortir 2 groupes homogènes entre les facteurs dose et temps, caractérisé par le groupe A et le groupe B

Tableau 12 : Résultats du test de Newman et Keuls concernant l'interaction entre le facteur temps et le facteur dose.

F2 × F3	Moyenne	Groupe homogène
4×5	5	A
2×5	5	A
3×4	5	A
3×5	5	A
4×4	5	A
2×4	3.16	A
1×4	1.16	B
2×3	0.83	B
4×3	0.66	B
3×3	0.33	B
4×1	0.33	B
1×3	0.16	B
4×2	0.16	B
2×1	0.16	B
2×2	0	C
3×1	0	C
3×1	0	C
1×2	0	C
1×1	0	C

1.5. Evaluation de l'effet de l'huile essentielle de *d'E. citriodora* par inhalation

Les résultats de l'effet de l'huile essentielle de *d'E. citriodora* employé pour un traitement par inhalation a différentes doses vis à vis des adultes mâles et femelles de *B.rufimanus* sont présentés, dans les figures suivantes :

1.5.1 À la dose de 1 µl

Les résultats de l'action de l'huiles essentielle *E. citriodora* à la dose 1 µl sur la mortalité des mâles et femelle de *B. rufimanus* diapausants sont présentés dans la figure suivantes :

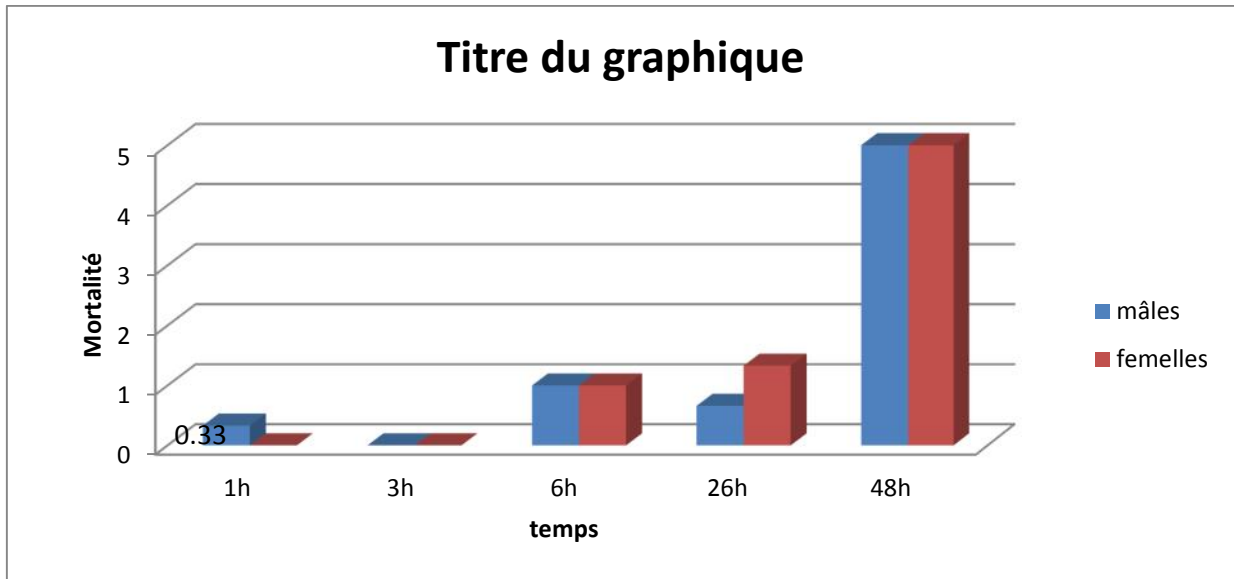


Figure 32 : Mortalité des adultes mâles et Femelle de *B. rufimanus* diapausants traités par la dose 1µl d’huile essentielle d’*E. citriodora* par inhalation.

A la plus faible dose 1µl, l’huile essentielle ne montre pas un effet toxique chez les femelles avant 6h avec un pourcentage de 1 individu, les mâles exprime un effet toxique vis-à-vis de l’huile essentielles *E. citrodonia* avec un pourcentage de 0,33 individu au bout de 1h d’exposition, la toxicité totale par l’huile essentielles à l’égard des mâles et femelle de *B.rufimanus* est enregistré au bout de 48h.

1.5.2 À la dose de 2 µl

Résultats de L’action de l’huiles essentielles *E. citriodora* à la dose 2µl sur la mortalité des mâles et femelle de *B. rufimanus* diapausants (Fig. 33)

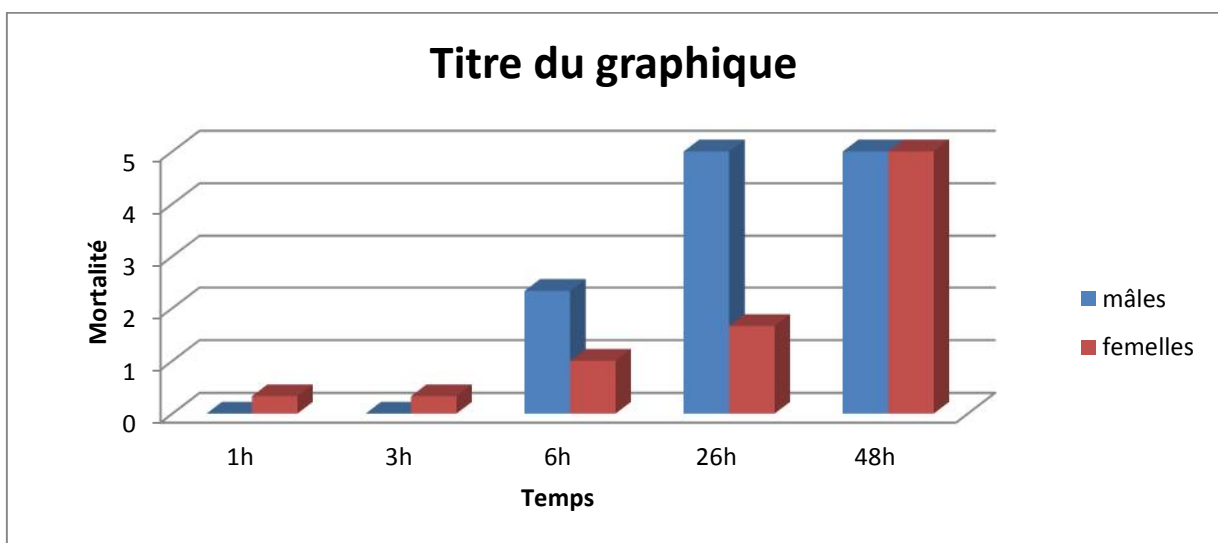


Figure 33 : Mortalité des adultes mâles et femelle de *B. rufimanus* diapausants traités par la dose 2µI de l’huile essentielle d’*E. citriodora* par inhalation.

Nous constatons qu'à la dose 2 μ l l'huile essentielle ne montre pas d'effet toxique avant 6h d'exposition chez les mâles, les femelles expriment un effet toxique vis-à-vis de l'huile essentielles *E.citriodora* avec un pourcentage de 0,33 individu au bout de 1h d'exposition la mortalité totale des individus mâles diapausants est atteinte au bout de 24h d'exposition, et la mortalité totale des individus femelles diapausants est atteinte au bout de 48 d'exposition.

1.5.3 À la dose de 2,5 μ l

Résultats de l'action d'huiles essentielles *E.citriodora* à la dose 2,5 μ l sur la mortalité des mâles de *B. rufimanus* diapausants (Fig.34)

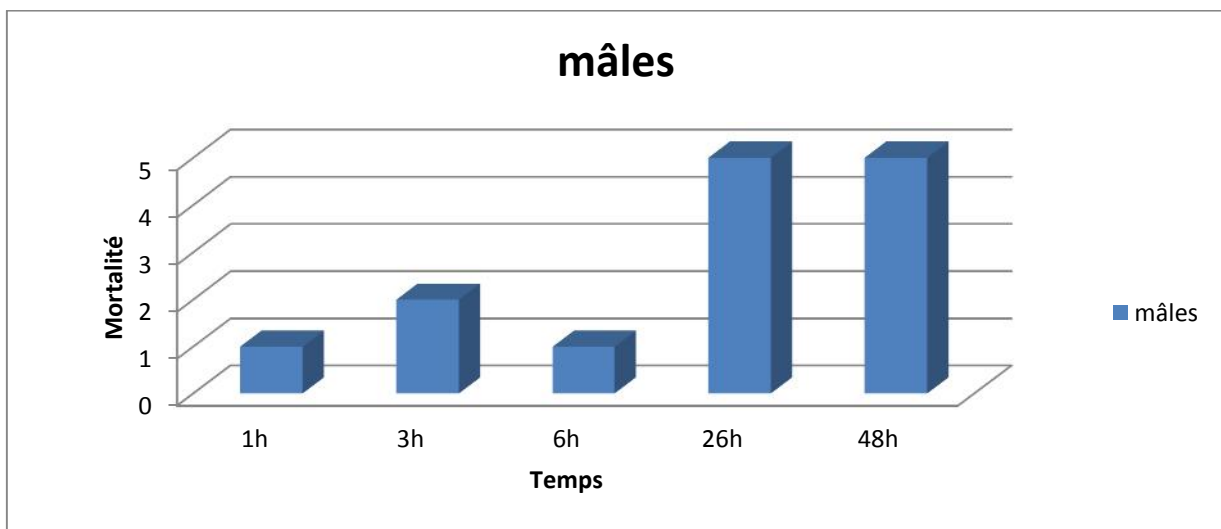


Figure 34 : Mortalité des adultes mâles de *B. rufimanus* diapausants traités par la dose 2,5 μ l d'huile essentielle d'*E. citriodora* par inhalation

Nous constatons qu'à la dose 2,5 μ l l'huile essentielle *E.citriodora* exprime un effet toxique au bout de 1h avec un pourcentage de 1 individu et la mortalité totale des individus mâles diapausants est atteinte au bout de 24h d'exposition.

1.5.4 A la dose de 3 μ l

Les résultats de l'action de l'huiles essentielles *E.citriodor* à la dose 3 μ l sur la mortalité des mâles et femelle de *B. rufimanus* diapausants sont illustrés dans la figure 35.

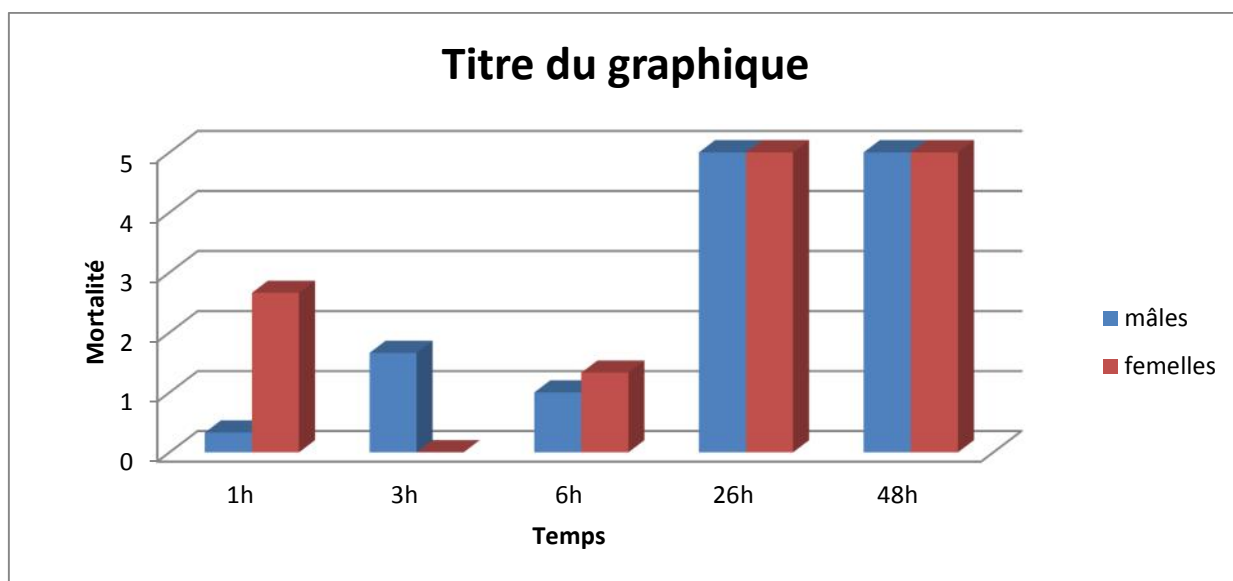


Figure 35 : Mortalité des adultes mâles et femelles de *B. rufimanus* diapausants traités par la dose 3 µl d'huile essentielle d'*E. citriodora* par inhalation.

A la dose 3µl l'huile essentielles montre un effet toxique chez les mâles avec un pourcentage de 0,33 individu au bout de 1h d'exposition, les femelles expriment un effet toxique vis-à-vis l'huiles essentielles d'*E. citriodora* avec un pourcentage de 2,66 individus bout de 1h d. Au bout de 24h une mortalité totale est enregistrée par l'effet de l'huile essentielle, à l'égard des mâles et femelles de *B. rufimanus*.

1.6. Evaluation de l'effet insecticide de l'huile essentielle *Eucalyptus citriodora* par répulsion

Nous avons évalué les effets répulsifs de l'huile essentielle *E. citriodora*. A cet effet nous avons remarqué qu'aux différentes doses (Fig.36) le nombre de bruches présent dans les parties traitées est moins important que celui des bruches présents dans la partie non traitée.

Les résultats de l'effet de l'huile essentielle d'*E. citriodora* sur les adultes de *B. rufimanus* par répulsion sont présentés dans la figure suivante :

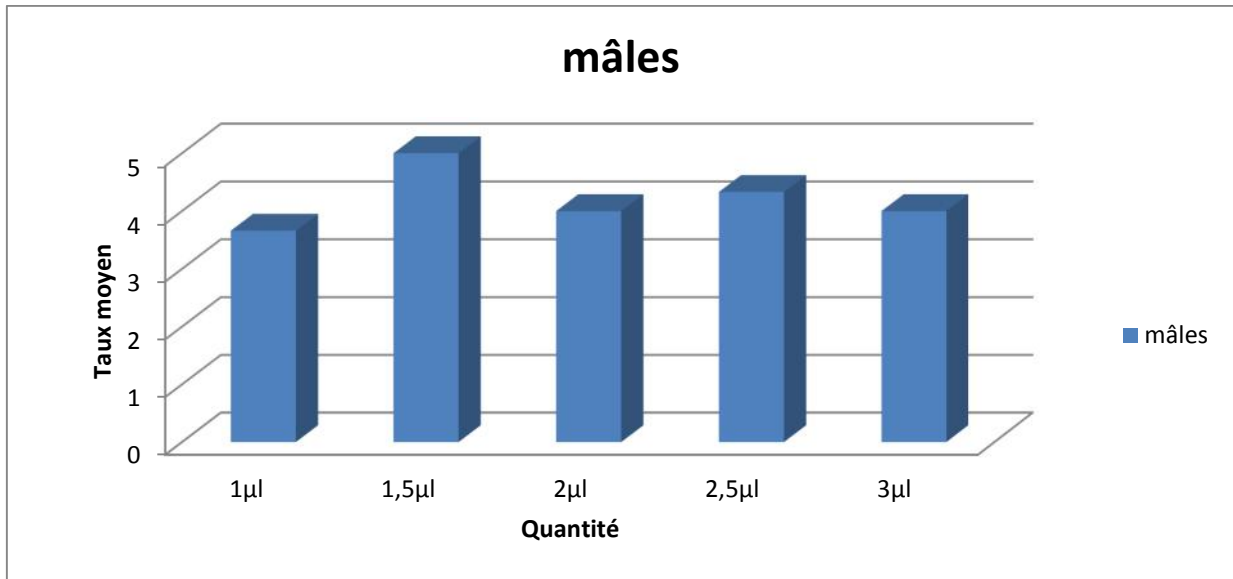


Figure 36 : Taux moyen de répulsion des adultes mâles de *B. rufimanus* en fonction des doses.

Nos résultats montrent que l'huile essentielle *E. citriodora* a un effet très répulsif vis-à-vis des mâles adultes. Le pourcentage de l'huile essentielle *E. citriodora* est calculé et attribué aux différentes classes répulsives variant de 0 à 100% (Tab11).

Selon Mc Donald :

- 0 20 : Pas répulsive.
- 20 40 : Faiblement répulsive.
- 40 60 : Moyennement répulsive.
- 60 80 : Répulsive.
- 80 100 : Très répulsive.

Tableau 13 : Classement de l'huile essentielle *E. citriodora* suivant son taux de répulsion

La dose	La moyenne	Le pourcentage
1µL	3.66	73.4
1.5µL	5	100
2µL	4	80
2.5µL	4.33	86.5
3µL	4	80

D'après la comparaison réalisée en suivant le Protocol de Mc Donald, il ressorte que l'huile essentielle *E. citriodora* est très répulsive à l'égard de bruche de fève (*Bruchus rufimanus*). L'analyse des moyennes à 3 critères de classification montre :

) Une différence non significative pour le facteur sexe avec une probabilité égale a $P = 0,99 > 0.05$

) Une différence significative pour le facteur dose avec une probabilité égale a $P = 0,019 < 0.05$

) Une différence hautement significative pour le facteur temps avec une probabilité égale a $P = 0,0035 < 0.005$.

Cette analyse est complétée par le test de Newman et Keuls pour le facteur dose qui fait ressortir deux groupe homogène (tab, 14) et pour le facteur temps qui fait ressortir 3groupe homogène (Tab.15).

Tableau 14 : Résultat du test de Newman et Keuls concernant l'effet du facteur dose sur la mortalité de *B. rufimanus diapausants*.

F2	Moyenne	Groupe homogène
3 μ L	2.69	A
2.5 μ L	2.6	A
2 μ	2.06	A B
1 μ L	1.43	B

Tableau 15: Résultat du test de Newman et Keuls concernant l'effet du facteur temps sur la mortalité de *B. rufimanus diapausants*.

F3	Moyenne	Groupe homogène
48h	5	A
24h	3.58	B
6h	1.20	C
3h	0.62	C
1h	0.58	C

Le test de Newman et Keuls fait ressortir 2 groupe homogène entre le facteur dose et temps. Caractérisé par le groupe A et B.

2. Discussion

L'objectif de notre travail est la recherche de nouvelle méthode alternative de lutter contre les ravageurs qui permettent de réduire les pertes occasionnées par les insectes nuisibles comme le bruche de la fève, par l'utilisation des huiles essentielles.

Le principe de ce travail est d'évaluer l'effet biocide des huiles essentielles *Mentha piperita*, *Eucalyptus globulus* et *Eucalyptus citriodora* par deux modes d'action, à savoir par

inhalation et par répulsion sur les adultes mâles et femelles diapausants de *Bruchus rufimanus*.

Les résultats de l'effet de l'huile de *Mentha piperita* ont révélé un effet insecticide significatif sur les adultes mâles de *B. Rufimanus* au fur et à mesure que la dose et le temps d'exposition augmentent. L'huile utilisée présente une toxicité importante par inhalation, en effet, elle raccourcit la durée de vie des mâles adultes en diapause de *B. rufimanus* de manière très significative avec l'augmentation de la dose et de la durée d'exposition. À la dose la plus élevée, l'huile a montré une mortalité totale chez les mâles de *B. rufimanus* après 24 heures d'exposition. L'activité répulsive des huiles essentielles testées contre les mâles adultes du foreur des cheveux roux a augmenté avec l'augmentation de la concentration d'huile, allant de 60% à 100%, dont le taux moyen de répulsion est de 81.33%.

Les résultats d'*Eucalyptus globulus* a montré que la dose de 1 µl et 2 µl ont un effet à partir de 6h d'exposition chez la femelle, chez le mâle l'effet de la dose 2 µl est fonctionnel dès la première heure et la mortalité totale est atteinte après 2 jours d'exposition. Par contre pour les deux doses 2.5 et 3 µl la mortalité est de 100% après 24h d'exposition et ils sont élevées chez le mâle et c'est le même pour *Eucalyptus citriodora* à la dose 1 µl l'huile essentielle montre un effet toxique qui s'exprime avec une longévité moyenne de 2 jours ; à la dose 2 µl de l'huile essentielle, la mortalité totale des individus mâles diapausants est atteinte au bout de 24h d'exposition, à la dose 2.5 µl la mortalité totale est atteinte au bout de 24h d'exposition à la plus forte dose de 3 µl, un effet toxique très prononcé a été enregistré, avec une mortalité totale des individus mâles et femelle au bout de 24h d'exposition. Le traitement par répulsion montre que l'huile d'*E.citriodora* est répulsive vis-à-vis des adultes mâles diapausants de *B.rufimanus*.

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

Nos résultats concordent également avec ceux trouvés par Aissat et Berkane (2014) qui constatent que l'huile essentielle de la menthe poivrée a montré une activité répulsive avec un taux moyen de répulsion de 51.5% à l'égard de bruche de la fève.

Aissat et Berkane (2014) ont montré que les huiles essentielles de la menthe poivrée et celle du thym ont un effet insecticide par inhalation. En effet, dans les lots traités à la plus faible dose (40µl), la mortalité des adultes mâles de *B. rufimanus* augmente au fur et à mesure que les doses et le temps d'exposition augmente jusqu'à atteindre une mortalité totale de 100% à la plus forte dose (100µl) après 6h d'exposition pour le thym et la menthe poivrée.

Selon Kacel et Kacha (2015), les huiles essentielles du Thym et de la menthe poivrée ont montré une toxicité sur les adultes diapausants de *B. rufimanus*. A la forte dose de 10 µl, une mortalité totale est enregistrée au bout de 9h d'exposition pour l'huile de thym, et au bout de 12h d'exposition avec l'huile de la menthe poivrée.

Dans le même contexte, Aknine et Tahenni (2013) ont testé l'effet de l'huile essentielle de citronnier, ainsi que celle de Mandarinier sur les adultes mâles de *B. rufimanus* diapausants. Leurs résultats expriment clairement que l'huile de citronnier est plus efficace à la plus forte dose 10µl au bout de 2h d'exposition pour les femelles et au bout d'une heure pour les mâles.

Kacimi (2016) ayant testé l'activité insecticide de l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* sur les adultes de *B. rufimanus*, affirme que la mortalité des femelles la plus élevée (90%) est enregistrée pour la dose 4µl au bout de 48h, alors que le taux de mortalité la plus faible (0.5%) est enregistrée pour la dose 1µl après 1h d'exposition.

Selon Nemmar (2017), l'huile essentielle de la menthe poivrée présente un effet toxique très hautement significatif sur la mortalité des adultes mâles de la *B. rufimanus*, à la plus forte dose de 6µl, une mortalité totale est observée après 8h d'exposition.

Bachi et Mahmoudi (2017) en utilisant l'huile essentielle du pin maritime par inhalation sur les adultes mâles de *B. rufimanus*, révèle une efficacité de celle ci à la dose de 6µl avec une mortalité totale des individus au bout de 24h d'exposition.

Bouziane-Assam (2015), note que l'huile essentielle de *Salvia officinalis* a induit un effet insecticide hautement significatif sur la durée de vie des adultes de *B. rufimanus* par contact, la mortalité est de 100% après 2h d'exposition, à la dose 8µl.

Mahmoudi et Dahmane (2017) ayant testé l'huile essentielle de *P. lentiscus* sur les adultes d'*A. obtectus*, ont prouvé un effet toxique à l'égard de ce ravageur, observé dès la plus forte dose de 8µl testé par contact, avec un taux de mortalité totale au bout de 4jours d'exposition.

Taleb-Toudert (2015), signale une bio-activité d'un ensemble d'huiles essentielles, à l'égard de bruche de niébé. A la dose 16µl, les huiles *E. globulus*, *E. radiata*, *L. nobilis*, *S. officina* expriment un effet toxique au bout de 1h d'exposition, par contre les huiles *M. communis* et *P. lentiscus* ont un effet après 15h et 12h d'exposition respectivement.

Par ailleurs, Goucem-Khelfane (2014) a démontré que la longévité des adultes de la bruche du haricot varie en fonction des huiles essentielles testées (*C. limanum*, *C. reticulata*, *E. globulus*, *L. nobilis*, *L. angustifolia*, *C. atlantica*, *M. piperita*, *T. satureioides*, *C. bergania*.),

néanmoins l'huile essentielle de *C.bergania* exprime un effet toxique plus efficace ou faible à la dose 0.5 μ l.

Selon Kellouche et Soltani (2004), l'effet de l'huile essentielle de l'*Eugénol* est très toxique vis-à-vis la bruche du niébé, *C. maculatus*. Cet auteur a constaté que pour 50g de graine, 5 μ l de l'huile cause une forte réduction de la longévité des adultes (1.0 \pm 0,0 jours), comparativement au témoin (7.00 \pm 0.8 jours).

Conclusion

Le travail présenté dans ce mémoire porte sur l'évaluation de l'effet de trois huiles essentielles : l'effet de l'huile essentielle de la menthe poivrée (*Mentha piperita*), d'eucalyptus *Eucalyptus kalatus* et l'Eucalyptus citronné (*Eucalyptus citriodora*) sur les adultes diapausants de *B.rufimanus*.

A la lumière des résultats obtenus, nous pouvons conclure que les trois huiles essentielles utilisées expriment une toxicité vis-à-vis des adultes mâles et femelles diapausants de *B.rufimanus*, cette toxicité varie selon le type de test effectué (inhalation et répulsion) et les trois facteurs (sexe, dose, et durée d'exposition).

L'effet par inhalation avec l'huile essentielle *Mentha piperita* s'est avéré efficace, la mortalité des individus augmente au fur et à mesure que la dose d'huile augmente, nous induisons des taux de mortalité de 100% au bout de 24h d'exposition. La dose optimum pour l'efficacité de l'huile *Mentha piperita* est 2ul. Le test par répulsion montre que l'huile essentielle *M.piperita* est très répulsive vis-à-vis les adultes diapausants à la dose 3ul. Par ailleurs, nous constatons que le calcul du pourcentage de répulsion permet d'avancer que l'huile essentielle de la menthe poivrée (81.33%) est très répulsive.

L'effet de la toxicité de l'huile essentielle d'Eucalyptus *E.kalatus* par inhalation signale que le taux de mortalité totale est obtenu à 48h, l'huile essentielle montre un effet toxique qui exprime avec une longévité moyenne de deux jours après 48h d'exposition. Nous constatons qu'à la dose 2ul de l'huile essentielle. la mortalité totale des individus femelles diapausants est atteinte au bout de 24h d'exposition et à la dose 2.5ul et 3ul de l'huile essentielle. La mortalité des individus mâles et femelles diapausants est atteinte au bout de 24h d'exposition. Les calculs de pourcentage de répulsion, ont montré que l'huile essentielle d'*Eucalyptus kalatus* est très répulsive pour les mâles.

L'effet de la toxicité de l'huile essentielle *Eucalyptus citriodora* par inhalation signale que le taux de mortalité totale est obtenu à la plus faible dose 1ul, l'huile essentielle montre un effet toxique qui s'exprime avec une longévité moyenne de 2 jours après 48h heure d'exposition. Nous constatons qu'à la dose 2ul de l'huile essentielle, la mortalité totale des individus femelles diapausants est atteinte au bout de 48h d'exposition. A la dose 2.5ul de l'huile essentielle, la mortalité totale des individus mâles et femelles après 24h d'exposition. A la plus forte dose de 3ul, un effet toxique très élevé a été enregistré, avec une mortalité totale des individus mâles et femelles après 24h d'exposition. Nous avons évalué les effets répulsifs de

l'huile essentielle *E.citriodora*. A cette effet nous avons remarqué qu'aux différentes doses : le nombre de bruches présents dans la partie traitée est moins important que celui des bruches présents dans la partie non traitée. Le traitement par répulsion montre que l'huile de *E.citriodora* est répulsive vis-à-vis des adultes mâles diapausants de *B.rufimanus*. Concernant la sensibilité des deux sexes mâles et femelles de *B.rufimanus* en diapause à l'égard de l'huile utilisée, nous constatons que la sensibilité des mâles et femelles sont égales et c'est pour toutes les doses utilisées.

Cette étude est aboutie à des résultats qui pourraient proposer des solutions alternatives, ou complémentaires à l'utilisation des pesticides organiques de synthèse pour la protection des graines de fève stockée. La protection des champs de fève contre *B. rufimanus* constitue un défi quotidien. Ainsi, l'agriculteur doit appliquer des méthodes de protection compatible avec leurs moyens financiers et techniques. C'est pour cette raison que le problème des pertes post-récolte ne peuvent être résolu, non pas par une méthode de lutte unique, mais bien par la combinaison de différentes méthodes raisonnées reconnues efficaces ; tout en maintenant un respect de l'environnement et de la santé humaine.

De nombreuses perspectives de recherche peuvent être dégagées de notre travail notamment, l'utilisation des huiles essentielles de certaines plantes aromatiques à l'égard des adultes émergents des stocks qui sont une source d'infestation des nouvelles cultures.

Il serait également intéressant d'évaluer l'activité insecticide des composés majeurs des huiles essentielles sur le bruche de la fève et leurs effets synergiques ou antagonistes ; mais également tester les effets des huiles essentielles sur la qualité organoleptique et nutritionnelle de la fève.

1. **Abbas Andaloussi F., 2001.** Screening of *Vicia faba* for resistance to the « giant race » of *Ditylenchus dipsaci* in Morocco. *Nemental. Mediterr.* pp 29-33.
2. **Aissat K., Berkane N., 2014.** Effet insecticide des deux huiles essentielles de *Thymus zygis* L. et de *Mentha piperita* L. (Lamiacées) à l'égard des adultes du bruche de la fève *Bruchus rufimanus* Boh (Coleoptera : Chrysomelidae). Mémoire de Master II, U.M.M.T.O, 60p.
3. **Aknine L. et Tahenni T., 2014.** Effet de deux huiles naturelles de Mandarine et de citronne et de l'huile essentielle citronnier de la fève *B. rufimanus* (BOH) (coléoptera Bruchidae). Mémoire de Mastère en Biologie. Spécialité Entomologie Appliquée à la médecine l'agriculture et forestière .U.M.M.T.O.42p.
4. **Al-Ghamdi S.S., Al-Tahir O.A., 2001.** Temperature and Solar Radiation effects on Faba Bean (*Vicia faba* L.) Growth and Grain Yield. *Saudi. J. Biol. Sci.*, Vol 8, N°2: 171-183.
5. **Arvalis Et Unip, 2012.** Féverole de printemps et d'hiver 2011-2012. Guide de culture. 27 p.
6. **Arvalis Et Unip, 2013.** Diagnostique des accidents de la féverole et du pois. 83 p.
7. **Assam- Bouziane., 2015.** Évaluation de l'effet biocide de l'huile essentielle et de la poudre de feuilles de sauge (*Salvia officinalis* L. Lamiacées) sur la bruche de la fève *Bruchus rufimanus* Boh. (Coléoptéra : Bruchidae). Mémoire de Master II. U.M.M.T.O, 45p.
8. **Aversenq P., Goutier J., Gueguen M., 2008.** Le Truffaut. Anti- maladies et parasites. La rousse. Edition Octavo. 224 p.
9. **Ayral H., 1969.** Zoologie agricole. Vol.1. Ed. J-B Bailliere et Fils, Paris, 288p
- ABU-AMER JH, SAOUB HM, AKASH MW, AL-ABDALLAT AM 2011. Genetic and phenotypic variation among faba bean landraces and cultivars. *International Journal of Vegetable Science.* 17 : 45-59
10. **AISSAT K., et BERKANE N., 2014.** Effet insecticide des deux huiles essentielles de *Thymus zygis* L. et de *Mentha piperita* L. (Lamiacées) à l'égard de bruche de la fève *Bruchus rufimanus* Boh. (Coleoptera: Chrysomelidae). Mémoire de Master II, U.M.M.T.O, 60p
11. **AIT-ABDELLAH F. et HAMADACHE A 1996.** Effet de la période de semis, de la variété et de l'utilisation du Glyphosate sur le contrôle de l'orobanche chez la fève (*Vicia faba* L.) dans une zone sub-humide. *Céréaliculture.* 29 : 21-25
12. **A.F.F.S.S.A., 2002.** Les fibres alimentaires : définitions, méthodes de dosage, allégations nutritionnelles la compositions nutritionnelle, 61p.

- 13. ANONYME., 2006.** Conservation des ressources génétique. Groupe du travail de L' IUFRO S2.02.2.
- 14. Bachi B. et Mahmoudi N., 2017.** Effet insecticide de l'huile essentielle du (*Pin pinaster*) sur la longévité des adultes males de la Bruche de la fève *Bruchus rufimanus* durant la période de diapause. Mémoire de Mastère En biologie Spécialité Biologie de la conservation .U.M.M.T.O.p44.
- 15. Balachowsky A.S., 1962.** Entomologie appliquée à l'agriculture. Ed. Masson et Cies. TomeI. Vole I, 564 P.
- 16. Bamouh A., 1995.** Les légumineuses alimentaires au Maghreb: de l'autosuffisance à l'importation. Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II : 1-7.
- 17. Bellenot D., Furet A., 2013.** Les huiles essentielles dans la protection des cultures :une voie en cours d'exploration.Iteipmai, N°90545, pp 1-3.
- 18. Bennett M D., 1976.** DNA amount, latitude, and crop plant distribution. Environ. Exp. Bot. 16(2-3):93-98, 99-108.
- 19. Benyad.N. (2008).** Évaluation de l'activité insecticide et antibactérienne des plantes aromatiques et médicinales Marocaines. Extraction de métabolites secondaires des champignons endophytiques isolés de plantes Marocaines et activité anticancéreuse, 36-49.
- 20. Béraud E. 2007.** Etude des effets génotoxiques et de l'induction des phytochélatines chez *Vicia faba* (Fabaceae) exposée au cadmium. Application du test Viciamicronoyaux à des matrices complexes. Metz: Université de Metz. 107 p.
- 17. Berne J.J. et Dardy J.M., 1987.** La bruche sur féverole : un ravageur bien difficile à maitriser. Phytoma. Défenses des cultures. Phytoma, N° 338, pp 30-32.
- 18. Boizet F., 2015.**Nouvelle piste pour la feverole.24p.
- 19. Blackman R.L. et Eastop V.F., 2007.** Taxonomic issues (Chapter 1). In: VAN EMDEN H.F., HARRINGTON R. (Eds.), Aphids as Crop pests. CABI International, Oxford shire, U.K. 968-1003
- 20. Boughdad A., 1994.** Statut de nuisibilité et écologie des populations de *Bruchus rufimanus*(Boh.) sur *Vicia faba* L. au Maroc. Thèse d'état en science, N°3628 Université de Paris Sud Orsay, 182
- 21. Boughdad A., 1996.** *Bruchus rufimanus*, un insecte ravageur des graines de *V. faba* L., auMaroc. Réhabilitation of faba bean Ed Actes. pp 179-184.
- 22. Bouznad Z., Louanchi M., Allala L. et Merabti N., 2011.** Les maladies de la fève en Algérie : cas de la maladie a tache chocolat causée par *Bortrytis* spp. Quatrième journées scientifiques et techniques phytosanitaires. I.N.A El Harrach, 2p.

- 23. Boyeldieu, J. (1991).** La féverole. Chapitre VI in Produire des grains oléagineux et protéagineux. pp185-198.
- 24. Brink M, Belay G., (2006).** Ressources végétales de l'Afrique tropicale 1 : Céréales et Légume secs, Prota, Pays bas, pp 221-223.
- 25. Bukejs A., 2010.** Materials to the knowledge of Latvian seed-beetles (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchidae). *Baltic J. Coleopterol.*, 10 (2): 177-184
- 26- BELLENOT D., et FURET A., 2013.** Les huiles essentielles dans la protection des cultures : une voie en cours d'exploration. *Iteipmai*, N°90545, pp 1-3
- 27- BEROUD, 2007.** Etude des effets génotoxiques et de l'induction des phytochélatines chez *Vicia faba* (Fabaceae) exposée au cadmium : application du test *Vicia* micronoyaux à des matrices complexes May 2007
- 28. BOULANGER N, LIPSKER D,** « Protection contre les piqûres de tiques [Protection against tick bites] » *Annales de Dermatologie et de Vénérologie* 2015;142(4):245-51.
- 29. BISHARA A. et WEIGAND C., 1991.** Statut of insect pests of faba bean in the Mediterranean region and methods of control. *Options méditerranéennes. Present statut and future perspects of faba bean production*, I.C.A.R.D.A. Serie A, N° 10, pp 67-74.
- 30. BOUGHDAD A., et LAUGE G., 1994.** Statut de nuisibilité et écologie des populations de *Bruchus rufimanus* Boheman, 1833 sur *Vicia faba* au Maroc. N°160140
- 31. BENAVID, N., 2008.** Les huiles essentielles extraites des plantes médicinales marocaines : moyen efficace de lutte contre les ravageurs des denrées alimentaires stockées. Université Mohammed V – Agdal. Rabat, 63p.
- 32. BALACHOWSKY, A.S., 1966.** Entomologie appliquée à l'agriculture Tome II, Vol. I, pp. 563-578. Mason et Cie, Paris, France
- 33. Casari S.A Et Teixeira E.P 1997.** Description and bioecological notes of final larval instar pupa of some seed beetles (Coleoptera : Bruchidae), *Annales de la société entomologique de France*. Vol 33, N°3, pp 295-323.
- 34. 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 II Maroc 124 p.
- 35. Chaux C et Foury C., 1994.** Production légumière. Légumineuses potagères, légumes, fruits. Technique et documentation Lavoisier, F 75384 Paris Cedex 08, pp 3-15.
- 36. Cole L., Dewey F.M. Et Hawes C.R. 1998.** Immunocytochemical studies of the infection mechanisms of *Botrytis fabae*: II. Host cell wall breakdown. *New Phytologist* 139: 597-609.

37. **Cotelle S. 1999.** Etude de la génotoxicité de matrices complexes à l'aide de plantes supérieures. Metz: Université de Metz. 179 p.
38. **Cubero J.L., 2011.** The faba bean: a histories perspective. Gain Légumes. N° 56 : 5-7.
39. **CAILLIEZ, B., 2005.** La lutte contre la bruche de la fève. La France Agricole. N° 3109.
40. **CRONQUIST A., 1981.** An integrated system of classification of flowering plants. Columbia Univ.press. New York .1262 P.
41. **D.S.A., 2017.** Statistique Agricole. Direction des services Agricoles de la wilaya de TiziOuzou, 4p.
42. **Dajoz R., 2000.** Éléments d'écologies .Ed. Bordas paris, 5éme Edition, 540p.
43. **Daoui K., 2007.** Recherche de stratégies d'amélioration de l'efficience d'utilisation du phosphore chez la fève (*Vicia faba* L.) dans les conditions d'agriculture pluviale au Maroc. Thèse de doctorat. Science agronomiques et ingénierie biologique. Louvain.227 p.
44. **De Marco A, De Simone C, Raglione M, Lorenzoni P. 1995.** Influence of soil characteristics on the clastogenic activity of maleic hydrazide in root tips of *Vicia faba*. Mutat. Res.- Genet. Toxicol. Environ. Mutag. 344(1-2):5-12.
45. **Degrassi F, Rizzoni M. 1982.** Micronucleus test in *Vicia faba* root tips to detect mutagen damage in fresh-water pollution. Mutat. Res.-Environ. Mutag. Related Subj. 97(1):1933.
46. **Delobel A., Delobel B., 2003.** Les plantes hôtes des bruches (Coleoptera Bruchidae) de la faune de France, une analyse critique. Bull. mens. Soc. Linn. Lyon ,72 (6) :199221.
47. **Denlinger L., Yocum G.D. et Renehart J.P., 2005.** Hormonal control of diapause. Comprehensive molecular insect science. Edited by Lawrence L. Iatrou Sarjeet et S. Gill., pp615-649.
48. **Didier B. Et Guyot H., 2012.** Des plantes et leurs insectes. Ed. Qu, Paris, 253p.
49. **Doyle J.J., Luckow M.A., 2003.** The rest of the iceberg. Legume diversity and evolution in a phylogenetic context. Plant Physiol 131: 900-910.
50. **Duan C-Q, Hu B, Jiang X-H, Wen C-H, Wang Z, Wang Y-X. 1999.** Genotoxicity of water samples from Dianchi lake detected by the *Vicia faba* micronucleus test. Mutat. Res.Fundam. Mol. Mech. Mutag. 426(2):121-125.
51. **Duc, G 1997.** Faba bean (*Vicia faba* L.). Field crops Research.53: 99-109.
52. **DOMINIQUEM., 2007.** Le pin maritime. *La forêt notre savoir-faire*. Ed. institut pour le développement forestier. Paris, 4p.

- 53. DUC, G., BERTHAUT, N., BERTHELEM, P., LE GUEN, J. AND PICARD, J. (1992)** Hybrid Breeding in Faba Bean (*Vicia faba* L.). Proceeding of the 1st European Conference on Grain Legumes, Angers, 1-3 June 1992, 45-46.
- 54. DELOBEL, A., TRAN, M., 1993.** Les coléoptères des denrées alimentaires entreposées dans les régions chaudes. Faune Tropicale XXXII. ORSTOM/ CTA Eds, Paris, 424 p..
- 55. DURAFFOURD, C., LAPRAZ, J-C., 1997.** Les règles d'utilisation des huiles essentielles en thérapeutique. Edition Phyto. 2000.
- 56. DOMINIQUE M., 2010.** La production légumière. Educagri. Dijon. 163p.
- 57. DARQUENNE J. EL SHAZLY E. TRAN B. et HUIGNARD J., 1993.** Intensity of the reproductive diapause in a strain of *Bruchus rufimanus*(Boh) (Coleoptera Bruchidae) originating from the Meknès region of Morocco, V14, N° 6, pp. 847-856.
- 58. DE WILDE J. et DE BOER C., 1969.** Hormonal and nervous pathways in the photoperiode induction of the diapause in *Lepetiotarsa decemlineata*. *J. Insect physiol.*, 15,4, pp 661-675.
- 59. DALY H.V., DOYEN J.T. et PURCELL III A.H., 1998.** Introduction to insect Biology and Diversity, 2nd ed. Oxford University Press, Oxford, New York, 688p.
- 60. El Idrissi A., 1982.** Etude des huiles essentielles de quelques Espèces *Salvia*, *Lavandula* et *Mentha du Maroc*, Thèse de troisième cycle, Université Mohammed V, Faculté des Sciences de Rabat, 195p.
- 61. ENNEKING, D., 1995.** The toxicity of *Vicia* species and their utilisation as grain legumes. 2nd Edition. Co-operative Research Centre for Legumes in Mediterranean Agriculture (CLIMA) Occasional publication No 6. University of Western Australia, Nedlands, Australia. 119 pp.
- 62. FAOSTAT- Agriculture 2015.** Food and agricultural commodities production. Food and agriculture organization. Rome, 14p.
- 63. Feliachi K., 2002.** Le développement des légumineuses alimentaires et les perspectives de relance en Algérie. Proceedingue du 2ème séminaire de réseau Remafève / Remaca. « Le devenir des légumineuses alimentaires dans le Maghreb », Hammamet, Tunisie, 100 p
- 64. Ferrara G, Loffredo E, Senesi N. 2004.** Anticlastogenic, antitoxic and sorption effects of humic substances on the mutagen maleic hydrazide tested in leguminous plants. *Eur. J. SoilSci.* 55(3):449-458.
- 65. Gayda A., 2013.** Etude des principales huiles essentielles utilisées en rhumatologie. Thèse de Doctorat en pharmacie. 135p.
- 66. Girard, C. (1990).** Féverole. *Techniques agricole.* 2213: 1-16.

- 67. Gordon M.M ., 2004** haricot sec ; situation prospective et agroalimentaire .canada, pp1-7
- 68. Goucem-Khelfane K., 2014.** Étude de l'activité insecticide des huiles essentielles et des poudres de quelques plantes a l'égard de la bruche du haricot *Acanthocelides obtectus* Say(Coléoptèra, Chrysomelidae), bruchinae et comportement de ce ravageur vis-à-vis descomposés volatils de différentes variétés de la plante hôte (*Phaseolus Vulgaris* L). Thèse dedoctorat d'état. U.M.M.T.O.PP 61-62.
- 69. Goyoaga C ., Burbano C ., Cuadrado C .,Romero R., Varela A ., Pedrosa M.M., 2011** .content and distribution of protein , sugars and inositol phosphate during the germinative and seedinggrowth of two cultivars *vicia faba* . journal of food and analysis 24, 391-397
- 70.GALLAIS ET BANNEROT, 1992.** Ouvrage collectif coordonné par. A. Gallais et H. Bannerot ... André GALLAIS. 1989, 598 p. Collection « Sciences ... INRA, Paris, 1992. ISBN : 2-7380-0383-4.
- 71.GODFREY, L.D., Long, R.F., 2014.** UC IPM: UC management guidelines for weevils on dry beans [www Document]. URL <http://ipm.ucanr.edu/PMG/r52300411.html?printpage> (accessed 6.16.16).
- 72.GIRANDIE A., MOULINS M. et GIRARDIE J., 1974.** Rupture de la diapauseovarienne chez *Anacridiumaegyptium* par stimulation des cellules neurosécrétrices médiane de la pars intercerebralis. J. InsectPhysiol., 20,11 : 2261-2275.
- 73. GUERMAH D., 2019.** Bioécologie du carpocapse du pommier *Cydia pomonella* L (Lepidoptera : Tortricidae) et inventaire de la faune arthropodologique dans la région de Draa Ben Khedda et Sidi Nâamane, Tizi-Ouzou. Thèse de Doctorat, Université Mouloud MAMMARI de Tizi-Ouzou, 198p.
- 73.Hamadache A ., 2003** la feverole . inst . techn.gr. cult (T.T.G.C) , 13p
- 74. Hoffman A., 1945.** Faune de France : coléoptères bruchides et anthribides. Fédération française des sociétés de science naturelles. 187p.
- 75. Hoffmann A., Et Labeyrie V., 1962.** Sous famille des Bruchidae in BALACHOWSKY A.S.,entomologie appliquée à l'agriculture. Coléoptère, Tome III, Volume I, Ed., Masson et cie,pp185-188.
- 76. Huignard J., Dupont P. Et Tran B., 1990.** Coevolutionary relations between bruchids and their host plants. The influence of the physiology of the insects. In K, Fuji et al (Eds)Bruchids and legume economics, ecology and coevolution, pp191-179.
- 77. Huignard J., Glitho I. Monge J.et Regnault-Roger., 2011.** Insectes ravageurs des

graines de légumineuses. Biologie des Bruchidea et lutte raisonnée en Afrique. Edition Qua.France.147p.

78.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 Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou. 67p.

79. HANOUNIK S.B, BISRI M 1991. Status of diseases of faba bean in the Mediterranean region and their control. *Options Méditerranéennes*. No. 10: 59-66.

30- **HELLETTE., 2002.** Les légumes de votre marché : cuisine et santé. Ed De Borée. Paris. 439p.

80. Hill, K. D. & L. A. S. Johnson. 1995. Systematic studies in the eucalypts 7. A revision of the bloodwoods, genus *Corymbia* (Myrtaceae). *Telopea* 6:185-504.

81. HUIGNARD J., GLITHO A., MONGE J.P. et REGNAULT-ROGER C., 2011.Insectes ravageurs des graines de légumineuses: Biologie des Bruchinae et lutte raisonnée en Afrique. Ed. Qu. 147

82.HAMANI-AOUDJIT S, 2019. Bioécologie et biocontrôle de la bruche de la fève *B.rufimanus* coléoptera : (chrysomelidae) dans la région de Bouira. Thèse doctorat. UMMTO, 191p.

83. INRA, 2007. Contribution à l'étude des principales maladies, parasites et ravageurs des fèves et féveroles. Institut Technique Des Grandes Cultures, Tiaret. Séminaire N° 10: 123-125

84.Jensen E.S., Peoples B., Nielsen H., 2010. Fababean in cropping systems. *Field Crops Research*, 115: 203–216.

85. Jermy T., 1978. The Role Of Inhibitory Stimuli In The Choice Of Oviposition Site Byphytophagous Insects. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. Volume 24, pp 458-471.

86. Johnson C.D., 1981. Seed beetle host specificity and the systematic of thelegumineusaein:Advaces in legume systematics POLHILL. R.M et REVEN, P.H. Eds. RoyalBotanic Gardens. Kew, U.K: 995-102.

87. Johnson C.D., 1994. The enigma of the relationship between seeds, seeds beetles, elephants, cattle and other organisms. *Aridius* 6: 1-4- JENSEN ES, PEOPLES MB, HAUGGAARD-NIELSEN H 2010. *Faba bean in cropping systems,field crops research*,. 115: 203-216.

88.JUERGENS, UR. DETHLEFSEN, U., 2003: Anti-inflammatory activity of a 1.8-cineol (eucalyptol) in bronchial asthma: a double-blind placebo-controlled trial. *Respir. Med.* 97, p 250, 256.

- 89. JARRAVA, A., 2003.** Principaux Nuisibles des Plantes Cultivées et des Denrées Stockées en Afrique du Nord; leur Biologie, leurs Ennemis Naturels, leurs Dégâts et leur Contrôle.
- 90. Kacel F. et Kacha D., 2015.** Activité insecticide des huiles essentielle de Lamiacées et de Rutacées sur la Bruche de la fève *Bruchus rufimanus* BOH. (1983) de diapause reproductrice. Mémoire de Master U.M.M.T.O ,53P.
- 91. Kacimi N., 2016.** Activité insecticide de l'huile essentielle de *Eucalyptus globulus* sur les adultes de la bruche de la fève *Bruchus rufimanus* (BOH) (1983) durant la période de diapause .Mémoire de Master En Biologie, spécialité Ecologie animale.
- 92. Kanaya N, Gill BS, Grover IS, Murin A, Osiecka R, Sandhu SS, Andersson HC.1994.** *Vicia faba* chromosomal aberration assay. Mutat. Res.-Fundam. Mol. Mech. Mutag. 310(2):231-247.
- 93. Kellouche A., Soltani N., 2004.** Activité biologique des poudres de cinq poudres et des huiles essentielle d'une d'entre elles sur *Callosobruchus maculatus*(F.) .international journal of tropical insect science vol 24, N01 : 184-191.
- 94. 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.
- 95. 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 essential oils against cowpea beetle, *Callosobruchus maculatus* Fabricius (Coleoptera: Bruchidae), Int.J.Integ. Biol., 2010, Vol 10(N°2): 86-89.
- 96. Khaldi R., Zekris., Matougui M.E.H. et Ben Yasmine A., 2002.** L'économie des Légumineuses Alimentaires au Maghreb et dans le Monde. Proceedings du 2ème séminaire du réseau REMAFEV/ REMALA, « Le dernier des Légumineuses Alimentaires dans le Maghreb », Hammamet, Tunisie, 100 p.
- 97. Kingsolver J.M. 2004.** Handbook of the Bruchidae of the United States and Canada (Insecta: Coleoptera). U.S. Department, of Agriculture, Technical Bulletin Number 1912, 2vol., 636p.
- 98. Koppen G, Verschaeve L. 1996.** The alkaline comet test on plant cells: A new genotoxicity test for DNA strand breaks in *Vicia faba* root cells. Mutat. Res.-Environ. Mutag. Related Subj. 360(3):193-200.
- 99. Kumar P., Shukla R., Singh P., Singh A.K., Dubey N.K. 2009.** Use of essential oil from *Mentha arvensis* L. to control storage moulds and insects in stored chickpea. J. Sci. Food Agric. 89: 2643-2649.

- 100. Kumar r., 1991.** La lutte contre les insectes ravageurs, 305 p.
- KACEL F., et KACHA D., 2015. Activité insecticide des huiles essentielles de Lamiacées et de Rutacées sur la bruche de la fève *Bruchus rufimanus* Boh. (Coléoptera : Chrysomelidae : Bruchinae). Mémoire Master Science Agronomique. 53p
- 101.KACIMI N., 2016.** Activité insecticide de l'huile essentielle de *Eucalyptus globulus* sur les adultes de la bruche de la fève *Bruchus rufimanus* BOHN (1833) durant la période de diapause reproductrice.
- 102. KELOUL L., 2014.**Inventaire qualitatif et quantitatif des pucerons inféodés à la culture de la fève. Dynamique des populations de certaines espèces caractéristiques dans deux parcelles de fève *Vicia faba* minor et *Vicia faba* major dans la région de TiziRached (Tizi-Ouzou) : thèse de magister, université de Tzi-ouzou.pp10-12-15.
- 103. KHAN H.R, PAUL J.G, SIDDIQUE K.H.M, STADDARD F.L 2010.** Faba bean breeding for drough - affected environments: A physiological and agronomic perspective.
- 104.KHARRAT M., SADIKI M. et MAATOUGUI M.E.H., 2002.** Analyse de la Stabilité du Rendement de Lignées Améliorées de Fève et de Féverole dans la Région du Maghreb. Proceedings du 2ème séminaire du réseau REMAFEVE/REMALA, « *Le devenir des Légumineuses Alimentaires dans le Maghreb* », Hammamet, Tunisie, 100p.
- 105. KÖPKE U, NEMECEK T 2010.** Ecological services of faba bean. *Field Crops Research*. 115: 217-233.
- 106.KUMARI SG, VAN LEUR JA.G 2011.** Viral diseases infecting faba bean (*Vicia faba* L.). *Grain legumes*. No. 56: 24-26.
- 107. Larraldej. Et martinez J.A., 1991.** Nutritional value of faba bean: effects on nutrient utilization, protein turnover and immunity. Département de physiologie animale et nutrition. Université de Navarre. Espagne. Séminaire N°10 : 111-117
- 108. Laumier R., 1979.** Culture légumières et maraichère, Tome III. Ed. J. B. BAILLIERE, 276 p.
- 109. Lecointre J.F et Le Guyarder H., 2001.** Classification phénologénitique du vivant. Ed. Belin, Paris, 543p.
- 110.Lienard V. et Seck D., 1994.** Revue des méthodes de lutte contre (*Callosorbuchus maculatus*) (F.) (Coleoptera : Bruchidae), ravageur des graines de niébé (*Vigna unguiculata*) (L) en Afrique Tropical, *Insect S c i. Applic.* 5(3), pp 301-311.
- 111. Lin D, Xing B. 2007.** Phytotoxicity of nanoparticles: Inhibition of seed germination and rootgrowth. *Environ. Pollut.* 150(2):243-250.

- 112.LARDJANE-HAMITI A., 2009.** Contribution à l'étude des populations de la bruche de la fève *Bruchus rufimanus* (BOHEMAN 1833) (Coleoptera : Bruchidae) durant les périodes de diapause et d'activité reproductrice. Analyse des relations spatiotemporelles entre la bruche et sa plante hôte. Mémoire Magister. Inst. Bio. Tizi-Ouzou, 108p.
- 113.LIM T.K 2012.** *Vicia faba*. *Fruits*. 2: 925-936.
- 114. LOPEZ-BELLIDO F.J, LOPEZ-BELLIDO L, LOPEZ-BELLIDO R.J 2005.** Competition, growth and yield of faba bean (*Vicia faba* L.). *Europ.J.Agronomy*. 23: 359-378
- 115.LAWES, D. A., BOND, D. A., POULSEN, M. H., 1983.** Classification, Origin, Breeding methods and objectives, the Fabae bean. Ed. Hebblethwaite, Betherworth, London, 74p.
- 116.LEGUEN J.et DUC G., 1992.**La féverole : amélioration des especes végétales cultivés ; objectif et variété de sélection. INRA. Paris. 189-203pp.
- 117.IAUMONIER R., 1979.** Culture légumières et maraichère, Tome III. Ed.J.B. BAILLIERE.276p.
- 118.LEPESME P., 1944.** Les coléoptères des denrées alimentaires et des produits industriels entreposés Ed. Paul. Le chevalier, Paris 335p.
- 119.LEFEVRE K.S., 1988.**Extrinsic and intrinsic control of diapause termination in the colorado potato beetle. Ph.D. thesis, Agricultural University, Wageningen, 115p.
- 120.LABEVRIE, V., MAISON, P., 1957.** Techniques culturales concernant la préservation du haricot contre la bruche *Acanthoscelidesobtectus*Say. *Rev. Zool. Agric.* 10, 1-18.
- 121.LIENARD, V., SECK, D., 1994.** Revue des méthodes de lutte contre *Callosobruchusmaculatus*F. (Coleoptera : Bruchidae), ravageur des graines de niébé (*Vignaunguiculata*L. Walp) en Afrique Tropicale. *InsectSci. Appli.* 15(3), 301-311
- 122. Maatougui, M. E. H., 1997.** Situation de la culture des fèves en Algérie et principales contraintes. *Céréaliculture*,numéro spécial Fève: 6-15.50
- 123. Mahmoud et Dahmane (2017).** Etude de l'activité insecticide de l'huile essentielle(*Piistacia lentiscus*) à l'égard de la bruche de l'haricot *Acanthoscetides obcetus* (coleoptera :chrysomelidae). Mémoire en Master. Spécialité Entomologie appliquée à la médecine àl'agriculture et la foresterie .U.M.M.T.O.64p.
- 124. Marcato-Romain C-E, Guiresse M, Cecchi M, Cotelle S, Pinelli E. 2009.** New direct contact approach to evaluate soil genotoxicity using the *Vicia faba* micronucleus test. *Chemosphere* 77(3):345-350.
- 125. Mathon C.C., 1985.**Liste de plantes utiles avec indication de leur aire probable de primodestication. Faculté des sciences de l'université de Poitier. 17 p.

- 126. Matougui M.E.H., 1996.** Situation de la culture des fèves en Algérie et perspectives de relance pp 17-32 in réhabilitation of faba bean. Ed. Actes, Rabat (Maroc) 202 p.
- 127. Medjdoub-Bensaad F., 2007.** Etude 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. 130 p.
- 128. Messiaen C.M. ; Blancard D. ; Rouxel F. Et Lafon R., 1991.** Les maladies des plantes maraîchères. 3ème Ed. Qu, 280p.
- 129. Mezani S., 2016.** Suivi de *Bruchus rufimanus* BOH. (colerptera : 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.
- 130. Morigane. (2007).**Grimoire des Plantes.polytechnique de Toulouse, 22-38.
- 131. Mossaddak B., 1995.** Investigation du polymorphisme chimique via la caractérisation chimiotauxinomique des menthes cultivées au Maroc, Thèse de DES ès-sciences physiques, spécialité chimie organique, Université Mohammed V, Faculté des Sciences de Rabat.
- 132. Mouhouche F. e t Sadou M.K ., 2001.** Stratégie de lutte chimique contre la bruche de la fève *Bruchus rufimanus*(BOH). Revue céréoliculture N° 36, Ed. I.T.G.C., : 21-26.
- 133. 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.Maghr. Rech. Sur fèves (Rémofoève), Inst. Tech. Agr. Inst. Nati. Pro., 52 P.130p.
- 134. MEZANI S., 2011.** Bioécologie de la bruche de la fève *Bruchus rufimanus* Boh. (Coleoptera : Bruchidae) dans des parcelles de variétés de fèves différentes et de féverole dans la région de Tizi Rached (Tizi-Ouzou). Thèse de Magister U.M.M.T.O. en Sciences biologiques, 81p.
- 135.MATLOSZ, I., 1998.**Results of studies on susceptibility of some field broad bean cultivars to seed damage by broad bean weevil (*Bruchusrufimanus*Boh.) in Rzeszów region. Journal of Plant Protection Research, 38: 154–157.
- 136.MAUCHAMP B., 1988.** Physiologie – Comportement. La diapause ou comment passer l'hiver dehors quand on est un insecte. Insecte N° 69, 6p.
- 137.MAOUI R., Say B., El HADJ B ., FRIKHA A., GIRARD C., 1990.**La culture de la féverole en Tunisie. Ed. I.N.R.A.T, O.N.H., AROPOL. Et I.T.C.F.,16p.
- 138.NEMMAR N., 2017.** Effet insecticide de l'huile essentielle de la Menthe poivrée (*Mentha piperita* L.) sur la longévité des adultes de la bruche de fève *Bruchus rufimanus* (coleoptera :chrysomelidae) durant la période de diapause .Mémoire Master En Biologie Spécialité protection des plantes cultivées.U.M.M.T.O.43p

- 139. NUSSLY GS, HENTZ MG, BEIRIGER R, et SCULLY BT 2004.** Insects associated with faba bean, *Vicia faba* (Fabales: Fabaceae), in southern Florida. *Florida entomologist*. 87 (2): 204-211.
- 140. Ouchekdhidh-Ourlissene W., 2014.** Effets biocides des poudres et des huiles essentielles de quelques plantes aromatiques sur les paramètres biologiques de la bruchede haricot *Acanthoscelides obtectus* Say (Coleoptera : Bruchidae). Mémoire de Magister. Université. Tizi-Ouzou. 95p
- 141. Peron J-Y., 2006.** Références. Production légumineuse. 2ème Ed. Duc, Paris, 613 p.
- 142. Planquart P.H. et Girard G., 1987.** La féverole d'hiver, Revue, I.T.C.F 3ème trim. 32 p
- PERON J-Y 2006.** *Références productions légumières*, Lavoisier 2ème édition, Paris, pp.366-367.
- 143. PATRICK J.W, et STODDARD F.L 2010.** Physiology of flowering and grain filling in faba bean. *Field Crops Research*. 115 : 234-242.
- 144. PEREZ-DE-LUQUE A, EIZENBERG H, GRENZ JH, SILLERO JC, AVILA C, SAUERBORN J, et RUBIALES D 2010.** Broomrape management in faba bean. *Field Crops Research*. 115: 319-328.
- 145. PATRICK M., DELVAUX C., 2008.** Le truffaut : encyclopédie pratique illustrée du jardin .41 émeédition .la rousse. Paris, 850p.
- 146. PANCHOUT F., 2007.** Physiologie des insectes- le système reproducteur. Le Monde des insectes. 60p.
- 147. Radetski CM, Ferrari B, Cotelle S, Masfarau JF, Ferard JF. 2004.** Evaluation of the genotoxic, mutagenic and oxidant stress potentials of municipal solid waste incinerator bottom ash leachates. *Sci. Total Environ*. 333(1-3):209-216.
- 148. Regnault-Roger C., 2005.** Molécules allélo chimiques et extraits végétaux dans la protection des plantes: nature, rôles et bilan de leur utilisation au XXe siècle. In Enjeux phytosanitaires pour l'agriculture et l'environnement. Tec & Doc Lavoisier, Paris, 625-650.
- 149. RACHEF S.A, OUAMER F, et OUFFROUKH A 2005.** Inventaire des ravageurs de la fève en Algérie (identification et caractérisation). *Recherches agronomiques*. 16 : 36-41
- 150. Sadou M.K., 1998.** Mesure de l'intensité de l'infestation de la fève par *Bruchus rufimanus* Boh (Coleoptera : Bruchidea) dans la station expérimentale de oued Semar proposition d'une stratégie de lutte chimique. Thèse de magister, Ins. Agro. El Harrach, 96p.
- 151. Sang N, Li G. 2004.** Genotoxicity of municipal landfill leachate on root tips of *Vicia faba*. *Mutat. Res.-Genet. Toxicol. Environ. Mutag*. 560(2):159-165.
- 152. Sarour M. et E-Abd-El-Aziz S., 2007.** Efficiency of some bioinsecticides against

- broodbean beetle, *Bruchus rufimanus* (Coleoptera :Bruchidae). Research journal of agricultureacbiological sciences, 3 (2) : 67-72.
- 153. Saxena M.C., 1991.** Status and scope for production of faba bean in the Mediterranean countries. Centre International dans la Recherche d'Agriculture. Séminaire N° 10: 15-20.
- 154. Serpeille A., 1991.** La bruche du haricot : un combat facile, bulletin F.N.MS N° 116, pp 32-54.
- 155. Simonneau, D., Crosson, Ph., Taupin, P., Bouttet, D, Chaillet, I., 2012.** Bulletin Vigicultures : mode opératoire observations féveroles parcelles fixes. n°5, 14p.
- 156. Singh A.K., Bharati R. C., Manibhushan N.C., Pedpati A., 2013.** Anassessment of faba bean (*Vicia fabaL.*) current status and future prospect. Afr. J. Agric.Res: 6635-6641.
- 157. Stoddard F.L., Nicholas A.H., Rubiales D., Thomas J. Et Villegas-Fernandez A.M.,2010.** Integrated pest management in faba bean. Field cropsresearch 115 : 308-318.
- 158.SILLERO JC, ROJAS-MOLINA MM, EMERAN AA, RUBIALES D 2011.** Rust resistance in faba bean. *Grain legumes*. No. 56: 27-28.
- 159.SAADA O. et OSMANI T., 2003.**Bio ecologie de la bruche de févebruchusrufimanus (BOH) 1833 (coléoptera : bruchidae) dans les régions de tizirached et beni-Douala Mémoire Ing. Eco . An. U.U.M.M.T.O.78p.
- 160.SZAFIROWSKA, A., 2013.**The role of cultivars and sowing date in control of broad bean weevil (*BruchusrufimanusBoh.*) in Organic Cultivation.Veg. CropsRes. Bull. 77, 29-36. doi:10.2478/v10032-012-0013-2
- 161.SACCHI C.F. et TESTARD P., 1971.** Ecologie animale, organisme et milieu. Dunod,Paris,444p.
- 162.Taleb Toudert K., 2015.** Extraction et caractérisation des huiles essentielles de dix plantes aromatique provenant de la région de Kabylie (Nord Algérie) .Evaluation de leurs effets sur la bruche de niébé *Callosobruchus maculatus* (coleoptera : Bruchidae).Thèse doctorat en science Biologique. U.M.M.T.O, 206P.
- 163. Tanno, K., Willcox, G. (2006).** The origins of cultivation of *Cicer arietinum L.* and (*Vicia faba L.*): early finds from Tell el-Kerkh, north-west Syria, late 10th millennium B.P. Veget. Hist. Archaeobot. 15, 197–204.
- 164. Taupin P., 2003.** La Bruche de la fève. La féverole fortement attaquée. Protéagineux d'hiver : penser à diversifier des relations, N°293, pp 72-73
- 165. Thalji, T., Shalaldehy, G. (2006).**Effect of planting date on faba bean (*Vicia faba L.*) nodulation and performance under semiarid conditions. World Journal of Agricultural Sciences, Vol.2 (4), 463-479.

- 166. 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.
- 167. TAUPIN 1985, BERN .et DARDY 1987.** Les ravageurs de la féverole phytomaDef. cult., pp43-45.
- 168. TESCHE, S., METTERNICH, F., 2008:** The value of herbal medicines in the treatment of acute non purulent rhinosinusitis. Results of a double-blind, randomised, controlled trial. Arch. Otorhinolaryngo. 1265 (11):1355-1359
- 169. VILLEGAS-FERNANDEZ AM, RUBIALES D 2011.** Chocolate spot resistance in faba bean. *Grain legumes*. No. 56: 29-30.
- 170. Wang,H -F., Zong,X-X., Guang,J-P., Youg, T., sun, X-L, Ma,Y., Redden,R.(2012).** Genetic diversity and relationship of global faba bean (*vicia faba L.*)germplasm revealed by.ISSR markers. Theor APPL Genet.124: 789-797.
- 171. WEIGAND ET BISHARA, 1991.** Statut of insect pests of faba bean in mediterranean region and methods of control. Options méditerranéennes. Present statut and future perspects of faba bean production, I.C.A.R.D.A., Serie A, N° 10, pp 67-74.
- 172. WOLDA H. et DENLINGER D.L., 1994.** Diapause in a large aggregation of a tropicalbeetle. Ecol. Entomol. 9: 217-230.
- 173. Yaok. Et Yang C.T., 1985.** Bionomics of the broad weevil, *Bruchus rufimanus* Boheman (Abstract). Act a Entomolical, Sinica, 28(1) : 45-50.
- 174. Yus Ramos R., Kingsolver J.M. et Napoles J.R., 2007.** Sobre el estatus taxonomico actual de los bruquidos (Coleoptera: Bruchidae) en los Chrysomeloidea. Dugesiana 14 (1) : 1-21.
- 175. ZAIDI A. ET MAHIOUT B., 2012.** Voyage au cœur des aliments. 200p.
- 176. ZAGHOUANE O., 1991.** The situation of *faba bean* (*Vicia faba*) in algeria .optionsméditerranées. Présent statut and futur perspects of *faba bean* production, I.C.A.R.D.A. Série A, N°10.pp.123-125.

Introduction

Chapitre I

Généralités sur la plante hôte Vicia faba L.

Chapitre II

Données bibliographiques sur la bruche de la fève *B.* *rufimanus*

Chapitre III

Matériels et méthodes

Chapitre IV

Résultats et discussion

Conclusion

Références bibliographiques

Résumé

La bruche de la fève *Bruchus rufimanus* est un ravageur potentiel de *vicia faba*. Afin mieux le combattre ce prédateur, nous avons testé l'effet des trois huiles essentielles : de la menthe poivrée (*Mentha Piperita*), d'*Eucalyptus kalatus* et l'*Eucalyptus* citronné (*Eucalyptus citriodora*) sur la bruche de la fève par deux modes d'action : inhalation et répulsion. L'effet de l'huile essentielle de la menthe poivrée est testé sur la longévité des adultes mâles par contre l'huile essentielle d'*Eucalyptus Kalatus* et *Eucalyptus citriodora* est testé sur la longévité des adultes mâles et femelles. Pour l'huile essentielle de la menthe poivrée Cinq dose 1ul,2ul,3ul,4ul,5ul sont testés à l'égard des individus adultes mâles de bruches *B rufimanus*, les résultats obtenus dans cette étude par le test inhalation montrent que la dose l'étale de cette l'huile et 2ul et une mortalité totale des bruches est observée après 24 h d'exposition pour toutes les doses. Les résultats obtenus pour l'huile essentielle d'*Eucalyptus kalatus* montrent que par inhalation à des effets divers sur la mortalité des individus mâles et femelles. Les doses et la durée d'exposition qui montrent que plus la dose augmente plus la mortalité atteint 100 % après 24 h d'exposition pour la dose 2,5 et 3ul. Le sexe joue un rôle important dans la mortalité, pour la dose 2 et 3ul l'huile essentielle à un effet plus élevé sur les mâles que sur les femelles. Par répulsion le taux de répulsion est important pour la dose 2,5 et 3ul, et moins élevé pour la dose 1 et 2ul. Les résultats obtenus pour l'huile essentielle d'*Eucalyptus citriodora* montrent que par inhalation à la dose minimale 1ul, le taux de mortalité varie, une mortalité totale est observée après 48 heures d'exposition pour les deux sexes la mortalité totale au bout de 24 heures est noté pour toutes les doses. L'huile essentielle d'eucalyptus citronnée présente une activité insecticide répulsive et entraîne une réduction significative de longévité. Concernant la sensibilité des deux sexes mâles et femelles de *B. rufimanus* en diapause à l'égard de l'huile essentielle utilise, nous avons constaté pour les différentes doses que la sensibilité des deux sexes sont égales.

Mots clés : *Bruchus rufimanus*, *Vicia faba*, huiles essentielles, *mentha piperita*, toxicité, *Eucalyptus kalatus*, *Eucalyptus citriodora*.

Abstract

The bean weevil *Bruchus rufimanus* is a potential pest of *Vicia faba*. To better combat this pest, we tested the effect of three essential oils: peppermint (*Mentha piperita*), *Eucalyptus kalatus*, and lemon eucalyptus (*Eucalyptus citriodora*) on bean weevil by two methods of action: inhalation and repulsion. The bean weevil *Bruchus rufimanus* is a potential pest of *Vicia faba*. In order to better combat this effect of peppermint essential oil is tested on the longevity of adult males, while *Eucalyptus.Kalatus* and *Eucalyptus citriodora* essential oil is tested on the longevity of adult males and females. For peppermint essential oil, five doses of 1 ul, 2 ul, 3 ul, 4 ul, 5 ul were tested against adult male individuals of *Bruchus rufimanus*. The results obtained in this study by the inhalation test show that the dose spread of this oil and 2ul and total mortality of bruchids is observed after 24 hours of exposure for all doses the essential oil of peppermint is very repellent towards adult males of the bean weevil with an average repellency rate of 81.33%. the results obtained for the essential oil of *Eucalyptus kalatus* show that by inhalation has various effects on the mortality of male and female individuals. the doses and the duration of exposure which show that the higher the dose, the more the mortality reaches 100% after 24 hours of exposure for the 2.5 and 3 ul dose. Sex plays an important role in mortality, for the dose 2 and 3ul the essential oil has a greater effect on males than on females. By repulsion the level of repulsion is high for the 2.5 and 3ul dose, and lower for the 1 and 2ul dose. The results obtained for the essential oil of *Eucalyptus citriodora* show that by inhalation at the minimum dose of 1ul, the mortality rate varies, total mortality is observed after 48 hours of exposure for both sexes total mortality after 24 hours is noted for all doses. Lemon eucalyptus essential oil exhibits repellent insecticidal activity and causes a significant reduction in longevity. We recorded total mortality after 24 hours of exposure. Concerning the sensitivity of the two male and female sexes of *B. rufimanus* in diapause with regard to the essential oil used, we noted for the various doses that the sensitivity of the two sexes is equal.

Key words: *Bruchus rufimanus*, *Vicia faba*, essential oils, *mentha piperita*, toxicity, *Eucalyptus kalatus*, *Eucalyptus citriodora*.