

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

Université Mouloud MAMMARI de TIZI OUZOU

Faculté des sciences biologiques et sciences agronomiques

Département des Sciences Agronomiques



Mémoire de fin d'études

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

Option: Protection des Végétaux

Action de l'huile essentielle de l'Eucalyptus (*Eucalyptus kalatus*) sur la longévité des adultes mâles et femelles de la bruche de la fève (*Bruchus rufimanus*) durant la période de diapause.

Présenté par : Bessaoud Saida

Maalaoui Sarah

Devant le jury composé de:

Présidente : Benoufella Kitous K.	MCA	UMMTO
Promotrice : Medjdoub-Bensaad F.	Professeur	UMMTO
Co-promoteur : Ghermah D.	MAB	UMMTO
Examineur 1 : Bouacem K.	MCA	UMMTO
Examineur 2 : Mekliche D.	Doctorante	UMMTO

2020/2021

Remerciements

Ce travail a été réalisé au sein de l'équipe du laboratoire de production sauvegarde des espèces menacées et des récoltes influence des variations climatiques de l'Université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou, sous la direction de M^{me} MEDJDOUB-BENSAAD F., Professeur à L'U.M.M.TO.

Nous tenons à la remercier en tout premier lieu pour l'honneur qu'elle nous a fait nous acceptons de diriger ce travail, pour sa disponibilité, ses encouragements et sa simplicité. Nous espérons que nous aurons l'occasion, les prochaines années, de travailler à nouveau ensemble.

Nous adressons de chaleureux remerciements à notre Co-promotrice M^{elle} GUERMAH D., M.C.B à L' U.M.M.TO, pour l'attention qu'elle a apportée à ce travail. Ses nombreux conseils et sa confiance ont été pour nous un solide repère. Nous avons pris un grand plaisir de travailler avec elle.

Nous désirons aussi remercier la présidente du jury M^{me} BEN OUFELLA KITOUS K., MCA l'U.M.M.TO, de nous avoir fournis les outils nécessaires à la réussite de nos études durant c'est trois dernières années.

Nous tenons à remercier vivement M^r BOUACEM KHÉLIFA, MCA UMMTO et M^{elle} MEKLICHE DYHIA doctorante UMMTO, d'avoir accepté avec une grande amabilité de juger ce travail.

Nous remercions tous ceux qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail :

Aux deux êtres les plus chers au monde, ma mère et mon père, pour leur amour, leurs soutiens et leur stimulante fierté. Les mots sont fiables pour exprimer la forte de mes sentiments et la reconnaissance que je leurs porte.

À mes sœurs : Saloua, Karima, Thanina.

Mon frère : Rayane.

À mes adorables : Wiam, Malak, Rachid.

Aux personnes qui m'ont aidés sans leurs demander, qui m'ont soutenue sans réserve, qui m'ont aimé vivement. Ces personnes à qui notre bonheur devient directement à leurs, à qui un malheur en moi ; en eux se transforme en pleur.

À toutes ces âmes ; sans les citer ; je dédie ce modeste travail en signe de reconnaissance, de respect, d'amitié et d'amour.



Dédicaces

Je dédie ce travail à :

Mes très chers parents que j'aime, ma mère et mon père pour l'amour, la tendresse et surtout leur présence dans les moments les plus difficiles.

À mon frère Karim, et ma sœur Nabila.

À ma tante Nadia sans oublier son mari Farid et ces chers enfants.

À mes oncles Makhlouf, Kamal, Mourad pour leurs soutiens et leurs encouragements et conseils.

À mes adorables amies, en particulier ;Amal, Massilia, Hassina, Zozo, Farida, Saïda, Djahida.

À mes cousins :Mohammed et Saïd.



Sommaire

Listes des figures

Liste des tableaux

Introduction 1

Chapitre I : Généralités sur la plante hôte la fève: *vicia faba*

1. Origine de la fève <i>Vicia faba</i>	3
2. Air de répartition géographique	3
3. Positon systématique	4
4. Caractères botanique de la fève.....	4
4.1. Tige.....	4
4.2. Feuilles	4
4.3. Racines	4
4.4. Fleurs.....	5
4.5. Fruits.....	5
4.6. Graine	5
5. Cycle biologique de la fève	5
6. Composition de la fève	6
7. Variétés de fèves au banc d’essai 2019	7
7.1. Fève Aguadulce.....	7
7.2. Fève Séville.....	7
7.3. Fève Muchaniel	7
7.4. Fève Karmazin	7
7.5. Fève extra précoce a Grano Violetto.....	8
7.6. Fève white Windsor	8
7.7. Fève Bruchus.....	8
7.8. Fève express Eleonora.....	8
7.9. Fève Ratio	8
8-Intérêt culturaux de la fève	8
8.1. Intérêt agronomique	8
8.2. Intérêt alimentaire	8
8.3. Intérêt économique.....	9

9. Principales contraintes	11
9.1. Contraintes abiotiques	11
9.1.1. Froid hivernal et gelées printanières	11
9.1.2. Sécheresse terminale	11
9.1.3. Chaleur	12
9.1.4. Salinité.....	12
9.2. Contraintes biotique	12
9.2.1. Plantes parasites	12
9.2.2. Maladies fongiques	12
9.2.3. Ravageurs.....	14

Chapitre II : Généralités sur la bruche de la fève *Bruchus rufimanus*

1. Origine et répartition géographique de <i>B. rufimanus</i>	16
2. Position systématique.....	17
3. Description de l'insecte	17
3.1.Œufs	17
3.2. Larves.....	17
3.3. Nymphes.....	18
3.4. Adultes	18
4. Biologie de <i>B. rufimanus</i>	19
4.1 Hivernation.....	19
4.2 Maturité sexuelle	19
4.3 Ponte.....	20
4.4 Etat larvaire	20
4.5 Etat adulte.....	20
5. Intensité de la diapause reproductrice sur <i>B. rufimanus</i>	21
6. Modifications physiologiques, anatomiques et biochimiques.....	22
6.1. Modifications anatomiques	22
6.2. Modifications physiologiques	22
6.3. Modifications biochimiques.....	22
7. Conditions de levée de la diapause reproductrice	23
8. Facteurs agissant sur les contaminations de la fève par la <i>B. rufimanus</i>	23
9. Dégâts causées par <i>B. rufimanus</i>	24

9.1. Pertes pondérales.....	24
9.2. Pertes des germinations	24
9.3. Dépréciation des grains	24
9.4. Baisse du rendement.....	25
10. Méthodes de lutte contre <i>Bruchus rufimanus</i>	25
10.1. Lutte préventive.....	25
10.2. Lutte culturale	26
10.3. Lutte curative.....	26
10.4. Lutte physique	26
10.5. Lutte chimique.....	26
10.6. Lutte biologique et ennemis naturels	27

Chapitre III : Matériel et méthodes

1. Matériel biologique	28
1.1. Fève	28
1.2. Bruche	28
1.3. Huile essentielle	28
2. Matériel de laboratoire	30
3. Méthodes	31
3.1. Traitement par inhalation	31
3.2. Traitement par répulsion	32

Chapitre IV : Résultat et discussions

Résultat	34
1- Evaluation de l'effet de l'huile essentielle <i>Eucalyptus kalatus</i> par inhalation.....	34
1.1.A la dose 1µL	34
1.2.A la dose 2µL	34
1.3 A la dose 2,5 µL	35
1.4.A la dose 3µL	36
2. Evaluation de l'effet de l'huile essentielle <i>Eucalyptus kalatus</i> par répulsion.....	37
3. Discussions.....	40
Conclusion.....	42

Références bibliographiques

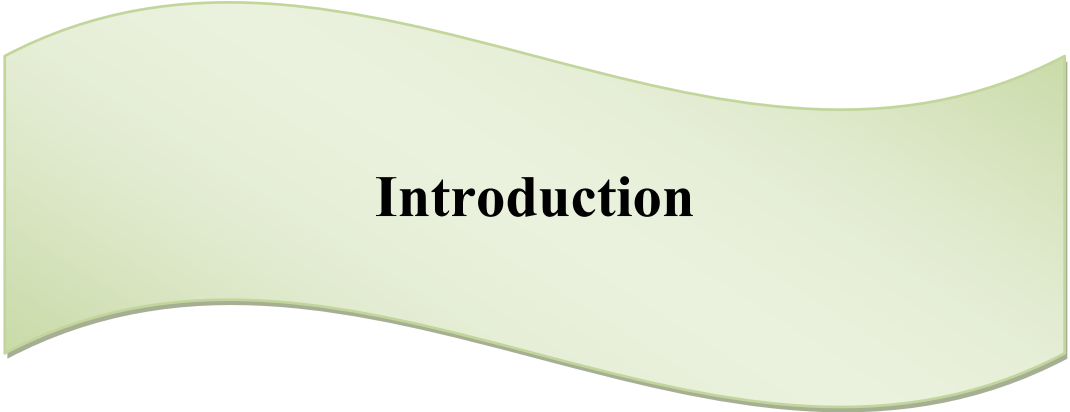
Résumé

Liste des figures :

Figure 1 : Description de la fève <i>Vicia faba</i> (Originale, 2021).....	5
Figure 2 : Composition nutritionnelle de la fève (Afssa, 2002).....	6
Figure 3 : Variété de la fève (<i>Vicia faba</i>) (Originale, 2021).....	7
Figure 4 : des taches sur les feuilles « anthracnose » (Originale, 2021).....	12
Figure 5 : Des taches rouges brunes sur les feuilles « Botrytis » (Originale, 2021).....	13
Figure 6 : Des taches brunes rougeâtre sur les feuilles « rouille » (Originale, 2021).....	13
Figure 7 : Mildiou infestant les feuilles de fève (Originale, 2021).....	14
Figure 8 : Larve du la bruche de la fève <i>B. rufimanus</i> (Hamani, 2014).	18
Figure 9 : Nymphe de la bruche de la fève <i>B. rufimanus</i> (Hamani, 2014).	18
Figure 10 : L'adulte de la bruche de fève (<i>Bruchus rufimanus</i>) (Originale, 2021).	19
Figure 11 : L'adulte de la bruche de fève, a- mâle, b-femelle (Originale, 2021).	19
Figure 12 : le cycle biologique de la buche de la fève <i>Bruchus rufimanus</i>	21
Figure 13 : Graines infestées par <i>B. rufimanus</i> (Originale, 2021).....	24
Figure 14 : Les dégâts causés par <i>B. rufimanus</i> sur les graines de <i>V. faba</i>	25
Figure 15 : Graines de fève (<i>Vicia faba</i>) infestées (Originale., 2020).	28
Figure 16 : <i>Eucalyptus kalatus</i> présent en Kabylie (Originale, 2021).	29
Figure 17 : Matériels utilisés au laboratoire (Originales., 2021).	31
Figure 18 : test par inhalation (Originale, 2021).....	32
Figure 19 : Test de répulsion de l'huile essentielle d' <i>E.kalatus</i> à différentes doses a l'égard des adultes mâles de <i>B. Rufimanus</i> (Originale, 2021).	33
Figure 20 : Mortalité des adultes mâles et femelles de <i>B. rufimanus</i> diapausants traités par la dose 1µL d'huile essentielle d' <i>E. kalatus</i> par inhalation (n=10).....	34
Figure 21 : Mortalité des adultes mâles et femelles de <i>B. rufimanus</i> diapausants traités par la dose 2µL d'huile essentielle de l' <i>E. kalatus</i> par inhalation.....	35
Figure 22 : Mortalité des adultes mâles et femelles de <i>B. rufimanus</i> diapausants traités par la dose 2,5µL d'huile essentielle de l' <i>E. kalatus</i> par inhalation.....	36
Figure 23 : 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.....	36
Figure 24 : Taux moyen de répulsion des adultes mâles de <i>B. rufimanus</i> en fonction des doses.....	37

Liste des tableaux

Tableau 1 : Composition de la fève, selon Gordon (2004).....	09
Tableau 2 : Evaluation de la superficie et production de la fève en Algérie (FAO, 2016)....	10
Tableau 3 : Evaluation de la superficie et la production de la fève dans la wilaya de Tizi-Ouzou (D.S.A, 2017).....	11
Tableau 4 : Principaux ravageurs de la fève leurs dégâts et leurs moyens de lutte (Maouietal., 1990).....	14
Tableau 5 : Classement de l'huile essentielle <i>E. kalatus</i> suivant son taux de répulsion.....	38
Tableau 6 : Résultat du test de Newman et Keuls concernant l'effet du facteur dose sur la mortalité de <i>B. rufimanus</i> diapausants.....	38
Tableau 7 :Résultat du test de Newman et Keuls concernant l'effet du facteur temps sur lamortalité de <i>B. rufimanus</i> diapausants.....	39
Tableau 8 : résultat du test de Newmanet Keuls concernant l'interaction entre le facteur temps et le facteur dose.....	39



Introduction

Les légumineuses et les céréales sont parmi les cultures vivrières les plus cultivées constituant la base de régime alimentaire de l'homme et du bétail, dans la plupart des pays du monde, notamment les pays sous-développés et les pays en voie de développement.

Les légumineuses appartiennent à la famille des Fabacées avec 3 sous familles : Mimosoideae, Caesalpinioideae et Papilionoideae (Doyle et Luckow , 2003).

La famille des Fabacées comportent plus de 20000 espèces et 700 genres (Gepts et *al.*, 2005), dont seuls certains sont classés comme plantes légumineuses, comme les groupes *Vicia Cicer*, *Lents* et *Cajanus*.

À l'échelle mondiale, les légumineuses occupent la deuxième place, après les céréales, pour les terres cultivées et la production. En effet, les légumineuses ont augmenté de 31% entre 1990 et 2014 (FAO, 2016).

En Algérie, les légumineuses occupent une place importante et constituent avec les céréales l'épine dorsale du système alimentaire (Khelil, 1977).

Caractérisées par leur capacité à fixer l'azote atmosphérique, les légumineuses présentent un double intérêt (Suszkiw, 2016), d'un point de vue agro- environnemental, car elles ne nécessitent aucune fertilisation et contribuent naturellement à enrichir le sol en azote. D'un autre point de vue, elles constituent des sources importantes de protéines à la fois pour l'homme et les animaux d'élevage (Duranti, 2006).

Parmi les légumineuses alimentaires, la fève *Vicia faba* joue un rôle très important dans l'alimentation humaine et aussi animale. Elle constitue une bonne source de protéines (25%) et de glucides (53%). Aussi la fève est riche en vitamines C, dont la teneur peut atteindre 25% et sels minéraux, tels que le Magnesium, Kalcium, Fer (Medjdoub-Bensaad., 2007).

Elle est pratiquée dans environ 58 pays (Singh et *al.*, 2012), elle est la quatrième culture légumière la plus importante dans le monde derrière les petits pois, les pois chiches et les lentilles (Yahia et *al.*, 2012).

Selon Giove et Abis (2007), en 2005 les pays méditerranéens ont produit 1 093 000 tonnes de fèves, soit 25% de la production mondiale. L'Algérie, avec 279 000 tonnes occupent le 17^{ème} rang au niveau mondial et le 6^{ème} rang au niveau continental.

Malgré la stimulation et les encouragements accompagnant la culture de la fève, cette dernière est sujette à de nombreuses attaques d'ordre abiotique comme froid hivernal, les gelées printanières, la chaleur, la salinité... etc. et biotique, à savoir les maladies fongiques, les plantes parasites et insectes ravageurs, réduisant les récoltes à un niveau considérable (Maatougui, 1996).

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 stade larvaire à l'intérieur des graines et les rendent impropres à la consommation (Medjdoub-Bensaad, 2007).

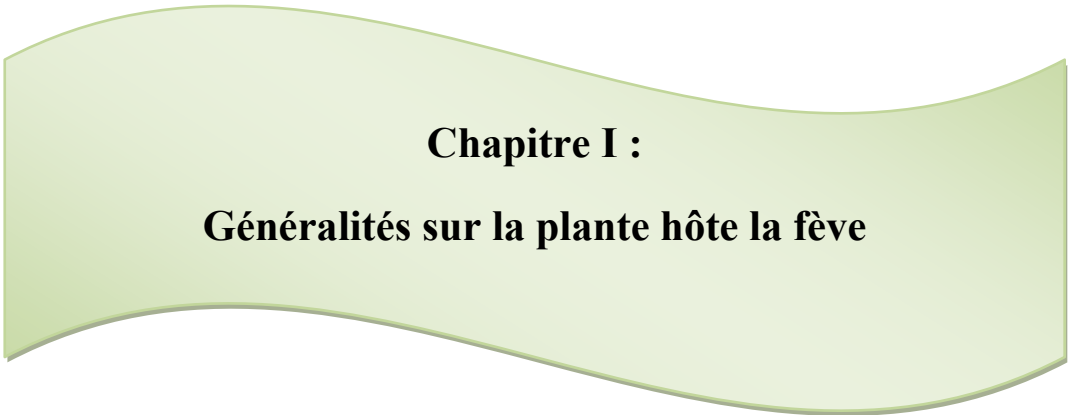
Face à la menace que constituent ces bruches, les moyens de lutte sont essentiellement articulés autour de l'utilisation d'insecticides chimiques notamment les fumigants dont l'efficacité est certaine. Cependant, les innombrables nuisances associées à leur utilisation telle que leurs toxicités, la perturbation 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 : larvicides, adulticides, répulsifs ou inhibiteurs de croissance. Par leur volatilité et leur petite taille, beaucoup des constituants des huiles essentielles interagissent avec les récepteurs d'odeur des insectes, déclenchant des comportements variés : fuite, attraction, oviposition, ponte, etc. (Bellenot et Furet, 2013).

Notre approche vise à estimer l'effet de l'huile essentielle de *Eucalyptus kalatus* sur les adultes mâles, et femelles de la bruche de fève par deux modes d'action l'inhalation et répulsion.

Notre document est structuré comme suit :

Les deux premiers chapitres rappelleront bibliographiquement la plante hôte *Vicia faba* ainsi que son ravageur, la bruche de la fève *Bruchus rufimanus*. Le troisième chapitre exposera le matériel et les méthodes adoptées pour réaliser l'étude. Dans le quatrième et dernier chapitre seront exposés les résultats obtenus suivis de la discussion. Le document sera clôturé par une conclusion et des perspectives pour les travaux futurs.



Chapitre I :
Généralités sur la plante hôte la fève

La fève *Vicia faba* est l'espèce la plus éloignée du genre *Vicia* et ses chromosomes sont plus large et moins nombreux comparativement aux autres espèces (*V.faba* : n=6, autres espèces souvent : n=7°) (Schafer, 1973 ; Yamamoto, 1980).

1. Origine de la fève *Vicia faba*

La fève (*V.faba*) est une plante potagère de la famille des papilionacées cultivée depuis la plus haute antiquité (Zaidi et Mahiout, 2012).

La fève est parmi les plus anciennes cultures domestiques et cultivée dans le monde entier (Suszkiw, 2016). Elle remonte à la plus haute antiquité ; elle était déjà mentionnée dans la Bible. Elle était connue en Europe, en Égypte et en Arabie. En Chine, sa culture remonte à 2800 ans avant l'ère chrétienne (Lawes et *al.*, 1983).

Selon Perron (2006), la fève, le pois et la lentille sont les plus vieilles espèces légumières introduites en agriculture (10000 ans).

En Europe, Schultze-Motel (1972) in Belkhodja (1996) rapporte que la fève remonte à la période du néolithique et qu'elle fut cultivée que vers la fin de cette ère en Espagne, Portugal et l'Est l'Europe.

2. Aire de répartition géographique

Le centre d'origine et de domestication de la fève se trouve probablement en Asie occidentale, d'où elle s'est diffusée en Europe, en Afrique et en Asie centrale (Enneking, 1995). L'Ethiopie et l'Afghanistan sont considérés comme des centres secondaires de diversité. La domestication de la fève a eu lieu entre 7000 et 4000 avant J.-C., et au 3^e millénaire avant J.-C. elle était largement répartie en Méditerranée.

Selon le même auteur, l'évolution vers des types à grosses graines, survenue bien plus tard (vers 500 après J.-C.), pourrait avoir eu lieu en Asie occidentale et en Méditerranée. Il est probable que la fève n'ait pas été cultivée de manière importante au Japon et en Chine avant l'an 1200 de notre ère, ni dans les Amériques avant l'arrivée des Espagnols. De nos jours, la fève se cultive largement dans les régions tempérées et subtropicales, ainsi qu'en altitude sous les tropiques. En Afrique tropicale, c'est surtout dans la partie orientale qu'elle se trouve, en particulier au Soudan et en Ethiopie.

3. Positon systématique

D'après Dajoz (2000), rappelle la classification de la fève comme suit :

Règne :	Plantes
Embranchement :	Spermaphytes
Sous-embranchement :	Angiospermes
Classe :	Dicotylédones
Sous-classe :	Dialypétales
Série :	Caliciformes
Ordre :	Fabales
Famille :	Fabacées (Légumineuses)
Sous-famille :	Faboideae
Genre :	<i>Vicia</i>
Espèce :	<i>Vicia faba</i> L.

Sa classification se fond sur la taille des graines et des gousses; les formes à petites, moyennes et grosses graines en constituent les catégories classiques (Small et *al.*, 1998).

- La variété "*minor*" correspond aux types à petits grains.
- la variété botanique "*équina*" aux types à grains moyens.
- la variété "*major*" représente les cultivars à gros grains.

Dans le langage courant *V. faba major* correspond à la fève potagère, *V. faba Minor* et *V. faba equina* représentent la fêverole au sens large (Leguen et Duc, 1992).

4. Caractères botanique de la fève

La fève est une plante herbacée annuelle de taille qui peut dépasser 1.80 m (Fig. 1).

4.1. Tige

La tige de fève est simple, dressée, creuse et de section quadrangulaire (Peron, 2006).

4.2. Feuilles

Les feuilles de fève sont de couleur vert clair, ovales, entières (Dominique, 2010). Elles comportent 2 folioles à la base de la tige puis 3 ou 4 par la suite.

4.3. Racines

Les racines de fève sont pivotantes parfois, superficielles plus généralement, portant des nodosités renfermant la bactérie spécifique fixatrice d'azote atmosphérique, *Rhizobium leguminosarum* (Laumonier, 1979).

4.4. Fleurs

Selon Gallais et Bannerot (1992), les fleurs classiques de Légumineuses sont portées aux aisselles des nœuds reproducteurs en grappes de 2 à 12 selon le type. Les fleurs sont grandes, 2 à 3 cm, blanches tachées de noir (Patrick et *al.*, 2008).

4.5. Fruits

Les fruits de plant de fève sont des gousses contenant, selon le type, de 3 à 12 grains (Gallais et Bannerot, 1992).

4.6. Graine

Les graines de fève sont charnue, vertes et tendres à l'état immature, à complète maturité, elle développe un tégument épais et coriace de couleur brun-rouge, à blanc verdâtre et prend une forme aplatie à couleur presque circulaire (Chaux et Foury 1994).



Figure 1 : Description de la fève *Vicia faba* (Oiginale, 2021).

5. Cycle biologique de la fève

La fève est une plante annuelle, son cycle complet de la graine à la graine est environ 5 mois (Chaux et Foury, 1994).

Selon Planquaert et Girard (1987), *V.faba* a une période végétative courte qui passe par six stades avant d'atteindre le stade maturation :

Stade de levée : correspond a la sortie de la première paire de feuille (Décembre).

Stade deux feuilles : apparition de deux paires de folioles.

Début de floraison : ce stade correspond à l'apparition de bouquets fluorant.

Stade de pleine floraison : c'est le début de la formation des gousses (février-mars).

Maturité : c'est le grossissement des gousses (mai).

Récolte : c'est la récolte des gousses sèches (début juin).

Selon Saada et Osmani (2003), la floraison s'étale sur une longue période, elle se termine lorsqu'on compte déjà à base des plantes plusieurs étages portant des gousses.

6. Composition de la fève

La fève appartient à la famille des légumineuses, qui sont des plantes dont les fruits forment une gousse. Comme toutes les espèces de cette famille, elle se différencie des légumes frais par des teneurs particulièrement importantes en fibres, protéines et glucides complexes. En raison de ses caractéristiques nutritionnelles, elle est considérée comme un féculent, au même titre que la pomme de terre ou le haricot blanc (Affsa, 2002).

La fève est relativement riche en nutriments énergétiques : elle offre des concentrations en glucides et protéines bien plus élevées que celles des légumes frais (Affsa, 2002).

Ses glucides présentent aussi la particularité de sucres simples d'être composés essentiellement de glucides complexes, d'amidon notamment, qui sont dans les légumes frais.

V.faba constitue une bonne source de vitamines C, B1, B3 et B9 ; et fournit une quantité intéressante de fer, de potassium, de calcium et de magnésium (Fig.2).

Ses fibres sont très abondantes, et atteignent 6,50 grammes aux 100 grammes, soit un taux nettement supérieur à l'apport moyen des légumes frais, situé entre 2 et 3 grammes pour 100 grammes, elles se composent de celluloses, d'hémicelluloses et de pectines.

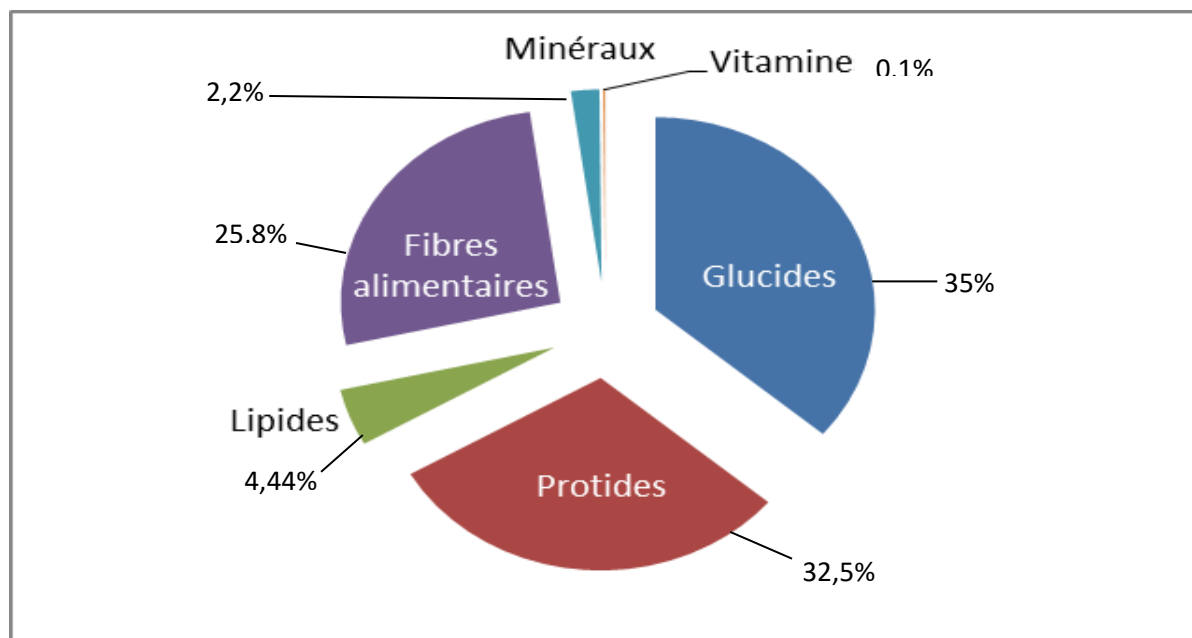


Figure 2 : Composition nutritionnelle de la fève (Afssa, 2002).

7. Variétés de fèves décrite en 2019

Les différentes variétés de la fève (Fig.3) qui se trouvent en Algérie sont :

7.1. Fève Aguadulce

D'après Chauv et Foury (1994), c'est une variété demie précoce, très répandue en culture. Les gousses sont volumineuses de couleur vert franc, très longue pouvant atteindre 20 à 25 cm renfermant 7 à 9 graines. C'est une variété très productive.

7.2. Fève Séville

Selon Laumonier (1979), la variété Séville est très proche de la variété d'Aguadulce mais légèrement plus courte sur pied et plus petite en gousse (5 graines contre 6), elle est aussi légèrement plus précoce, elle reste une variété standard de rendement moyen.

7.3. Fève Muchaniel

D'après Chauv et Foury (1994), la fève de variété Muchaniel est une variété relativement très précoce et productive, elle a des gousses de couleur vert clair de 20 cm de longueur, renfermant 5 à 6 graines blancs.



Figure 3 : Variété de la fève (*Vicia faba*) (Originale, 2021).

Les différentes variétés qui se trouvent en Europe (Anonyme, 2019) :

7.4. Fève Karmazin

C'est une variété de fève polonaise à floraison précoce, d'une abondance très importante, avec des entre-nœuds courts, 7 à 8 fleurs par étages, et une douzaine et plus d'étages, la production est limitée à 3 ou 4 grains moyens sur peu de gousses, cela est un échec retentissant, en tunnel et à l'automne.

7.5. Fève extra précoce à GranoVioletto

C'est une variété très précoce et produit vite 5 à 6 grains moyens à gros, avec une bonne productivité. La plante est trapue avec peu de feuilles, les entre-nœuds sont courts, la floraison est limitée à 2 à 4 fleurs par étages avec guère plus de 10 étages, c'est une variété de la côte sud-est de la méditerranée.

7.6. Fève white Windsor

Cette variété anglaise est assez trapue et très feuillue, tardive qui permet de prolonger la saison. Avec une floraison abondante sur une dizaine d'étages (5/6 fleurs par étages), les grains vert clair sont de taille moyenne, limité à 4 ou 5 par gousse.

7.7. Fève Bruchus

C'est une variété Encore extrêmement abondante en matière de floraison avec 12 étages de 6 à 8 fleurs par étage mais dont les fleurs ne cessent de tomber une fois fanées ce qui donne une faible production de gousses de 4 à 5 grains de taille moyenne. Variété tardive de surcroît.

7.8. Fève express Eleonora

C'est une variété de l'orient assez haute (un peu plus d'un mètre sous serre) mais très solide d'aspect, avec un port dressé et des entre nœuds courts. C'est une variété à bonne floraison de 6 à 7 fleurs (sur environ 10-12 étages) qui produit de nombreuses gousses contenant 5 à 6 gros grains, à grosse productivité.

7.9. Fève Ratio

La variété Ratio est une variété de l'Orient avec un port plus étalé et à bonne production, avec des gousses de 5 à 6 graines.

8-Intérêt culturaux de la fève

La fève est une espèce d'hiver qui peut être cultivée comme légume vert ou à l'état sec après la maturité des gousses.

8.1. Intérêt agronomique

La fève contribue à l'enrichissement des sols en éléments fertilisants (Khaldi et *al*, 2002); elle est introduite en rotation avec les céréales, ou elles jouent un rôle non négligeable dans l'enrichissement des sols en azote (Rachef et *al.*, 2005), et grâce à son système racinaire puissant et dense elle améliore la structure de sol (Hamadache, 2003).

8.2. Intérêt alimentaire

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

Pour les populations à faible revenus, qui ne peuvent pas toujours s'approvisionner en protéine d'origine animale, la fève constitue un aliment très important (Daoui, 2007).

Les graines de la fève (*V. faba* : variété major) sont incorporées dans la composition d'aliments de bétail lorsqu'elles sont disponibles en grandes quantités, quant aux graines (*V. faba* : variété Minor), elles sont utilisées pour l'engraissement des animaux (Maatougui, 1996).

Selon Gordon (2004), cette légumineuse est une excellente source de fibres solubles et insolubles, de glucides complexes, de vitamine (B9 et C) et de minéraux (en particulier le potassium, le phosphore, le calcium, le magnésium, le cuivre, le fer et zinc) et elle a une teneur en protéine très élevée (Tab.1).

Tableau 1 : Composition de la fève, selon Gordon (2004).

Composition (g)	Vitamine (mg)
Glucides 10,0	Acide ascorbique 82,00
Protides..... 5,40	Provitamine A (carotène).....0,100
Lipides..... 0,30	B1 (thiamine).....0, 300
Eau..... 82,0	B2 (riboflavine).....0, 200
Fibres alimentaire..... 6,50	B3 (nicotamide).....1, 800
Minéraux (mg)	Apport énergétiques
Potassium.....210,0	K calorie.....64, 00
Phosphore.....105,0	K joules.....268,0
Calcium24,0	
Magnésium.....18,00	
Soufre.....27, 00	
Sodium.....4,00	
Chlore.....14, 00	

8.3. Intérêt économique

8.3.1. Dans le monde

La récolte mondiale de fève s'élève à 3,7 millions de tonnes (FAO., 2010) dont :

En Afrique la production mondiale de la fève devrait reculer légèrement pour tomber de 69% à 68% tandis que à l'extrême Orient devrait demeurer de 18% et l'Amérique Latine et des Caraïbes de 14%.

La production en Côte d'Ivoire, le plus gros producteur mondial de fève, devrait augmenter à 1,6 million de tonnes en 2010.

8.3.2. En Algérie

En Algérie, la fève est retenue notamment pour la consommation humaine sous forme de gousses fraîches, ou en grains secs (Tab.2). 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, Chalef ; à l'Est-elle est cultivée à Skikda, Bejaia, Guelma ; dans la région de Biskra la fève est également très cultivée (Feliachi, 2002).

Tableau 2 : Évaluation de la superficie et production de la fève en Algérie (FAO, 2016).

Campagne agricole	Superficie (ha)	Production (qx)	Rendement (qx/ha)
2006-2007	31284	279735	8,9
2007-2008	30688	235210	7,7
2008-2009	32278	364949	11,3
2009-2010	34210	366250	10,7
2010-2011	37090	379820	10,2
2011-2012	36835	405070	11
2012- 2013	37668	423860	11,2
2013-2014	37499	413889	11
2014-2015	39977	448070	11,2
2015-2016	35147	375980	10,7
Moyenne	35267,6	369283,3	10,39

D'après le tableau, la superficie moyenne réservée pour la culture de la fève en Algérie est de 35267,6 ha. Elle présente des variations d'une année à une autre, ce qui influe sur la production qui varie aussi, sur une moyenne de 10 années. Nous constatons également des fluctuations du rendement, qui présente un moyen de 10,39qx/ha.

Le rendement maximal a été noté durant la campagne agricole 2008/ 2009 avec 11,3qx/ha, par contre le rendement minimal est enregistré durant l'année 2007 /2008 avec 7,7qx /ha.

Ces variations de rendement peuvent être expliquées, par la mauvaise conduite des cultures, ainsi que les conditions climatiques défavorables.

8.3.3. Dans la wilaya de Tizi-Ouzou

Le tableau suivant montre la superficie et la production de la fève de la wilaya de Tizi-Ouzou durant la période allant de 2007 à 2017 (Tab.3).

Tableau 3: évaluation de la superficie et la production de la fève dans la wilaya de Tizi-Ouzou (D.S.A, 2017).

Compagne agricole	Superficie (-)	Production (qx)	Rendement (qx/ha)
2007-2008	675	7440	11,02
2008-2009	727	8415	11,57
2009-2010	803	10222	12
2010-2011	819	10016	12
2011-2012	835	11644	14 ,50
2012- 2013	894	11313	13
2013-2014	772	9840	13
2014-2015	467	6113	13
2015-2016	505	7404	15
2016-2017	518	7570	15
Moyenne	637,73	8179,73	10,55

D'après ce tableau, la superficie moyenne réservée pour la culture de la fève dans la wilaya de Tizi-Ouzou est de 637, 73ha.

Elle présente des variations d'une année à une autre, ce qui influe sur la production qui varie aussi, sur la moyenne de 10 années. Nous constatant également des fluctuations de rendement, qui présente une moyenne de 10,55 qx /ha. Le rendement maximal est noté durant la compagne agricole 2011-2012, par contre le rendement minimal est enregistré durant l'année 2007-2008 avec 11,02qx /ha.

9. Principales contraintes

La fève présente des contraintes biotiques et abiotiques.

9.1. Contraintes abiotiques

9.1.1. Froid hivernal et gelées printanières

C'est la principale contrainte dans la zone des Hauts Plateaux et les plaines intérieures, elle provoque la coulure des fleurs et la mortalité des plantes (Maatougui, 1996).

9.1.2. Sécheresse terminale

La sécheresse, caractéristique structurelle du climat sur les Haut Plateaux et les plaines littorales à sol léger, constitue le stress abiotique le plus important, pour l'instabilité et la production de la fève. En zones Sahariennes, l'importance des fèves est liée à celle des

ressources hydriques, dans ces zones, la fève doit être impérativement irriguée intégralement (Wolfgang et Sadiki, 1996).

9.1.3. Chaleur

C'est la plus néfaste surtout dans les zones Sahariennes, ainsi que dans les Haut Plateaux et les plaines intérieures. Dans le cas de ces dernières, c'est le Sirocco qui affecte la production de gousses et limite aussi la grosseur des graines (Maatougui 1996).

9.1.4. Salinité

C'est le problème spécifique aux zones Sahariennes dans lesquelles la fève est irriguée à l'aide d'eaux assez chargées en sodium. La productivité est directement réduite par les effets du sel sur les plantes et aussi par les effets du sel sur les propriétés physiques et chimiques du sol (Wolfgang et Sadiki, 1996).

9.2. Contraintes biotique

9.2.1. Plantes parasites

L'orobanche : est une plante holoparasite sans chlorophylle, cette herbe parasite a des fleurs gamopétales et appartient à la famille des orobanchacées (Clément, 1981).

L'espèce la plus connue en Algérie est l'Orobanche spéceuse (*Orobanche crenata* Forsk) (Hamadache, 2003).

9.2.2. Maladies fongiques

Parmi les principaux agents fongiques pouvant provoquer des dégâts, on distingue ceux des taches foliaires pouvant induire une perte de 56% du rendement, les principales maladies fongiques que redoute la fève dont la maladie dite tache de chocolat (Si Bennasseur, 2009).

9.2.2.1. Anthracnose

Cette maladie se manifeste par des taches sur les feuilles, les gousses, et les tiges (Fig.4).



Figure 4 : des taches sur les feuilles « anthracnose » (Originale, 2021).

9.2.2.2. Botrytis Cinerea champignon

Cette maladie cause des taches de couleurs rouges- brunes sur les feuilles, tiges et gousses (Fig.5). Ces taches ou lésions peuvent causer une défoliation de la plante et même sa mort. La maladie se manifeste plus sous des conditions humides, sur des sols humides, mal aérés, infestées par les adventices et présentant un fort peuplement.



Figure 5 : Des taches rouges brunes sur les feuilles « Botrytis » (Originale, 2021).

9.2.2.3. La rouille

Cette maladie se manifeste par des taches brunes à rougeâtres sur les feuilles, causant un dessèchement et la chute des feuilles (fig.6).



Figure 6 : Des taches brunes rougeâtre sur les feuilles « rouille » (Originale, 2021)

9.2.2.4. Mildiou

Le Mildiou se manifeste par un jaunissement des plantes, déformation des tiges et des pétioles, apparition d'un feutrage blanchâtre sur la face inférieure de la feuille (Fig.7).



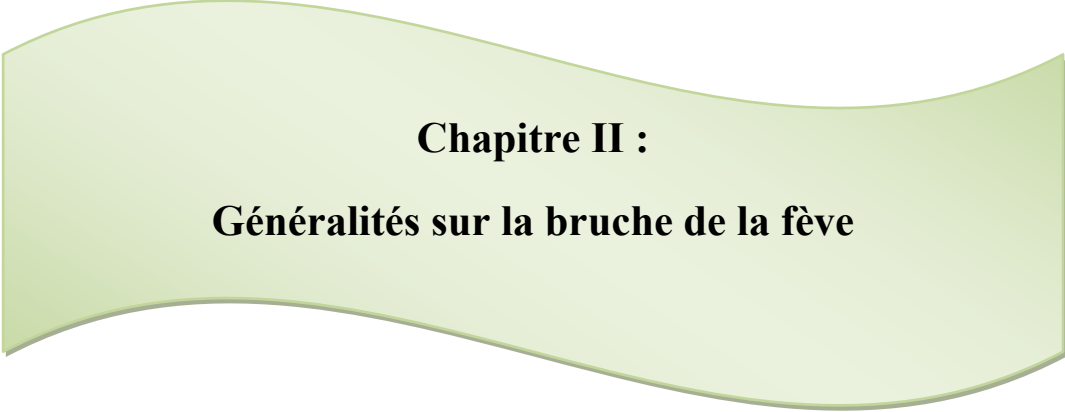
Figure 7 : *Mildiou infestant les feuilles de fève (Originale, 2021).*

9.2.3. Ravageurs

Les principaux insectes ravageurs de la culture de la fève sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau 4 : Principaux ravageurs de la fève leurs dégâts et leurs moyens de lutte (Maouiet *al.*, 1990)

Ravageurs	Dégâts	Lutte
Sitone du pois <i>Sitona lineatus</i>	Les adultes s'attaquent aux feuilles de plantules : ils provoquent des destructions des adultes, des coches semi-circulaires.	Traitement des semences décis (deltaméthine 25g /l=0,51/ha)
Nématodes des tiges <i>Ditylenchus dispaci</i>	Décoloration des tiges et nécrose localisées sur les entre nœuds. Déformation des feuilles. Eclatement des gousses et rabougrissement de la plante.	Intervention phytosanitaire Au début de la floraison Décis (deltaméthine 25g /l) 0,51/ha
Pucerons de la fève <i>Aphis fabae</i>	Diminution de nombre de graines. Dessèchement des feuilles.	Intervention phytosanitaire Au début de la floraison 3 les pieds portent des pucerons ailés. Décis (deltaméthine 25g /l L=0 ,51/ha)
Lixus des fèves <i>Lixus aligerus</i>	Affaiblissement de la plante. Réduction de poids moyen des graines. Dessèchement précoce et diminution du rendement.	Destruction des adultes a Partir de la floraison Décis B (deltaméthine 25g /l lheptenophos 400g/l=0,51L/ha)
La bruche de la fève <i>Bruchus rufimanus</i>	Performation des grains et perte de leurs pouvoirs germinatifs.	Destruction des adultes Tiondan (endosulfan 350g/l=1,75a 21/ha)



Chapitre II :
Généralités sur la bruche de la fève

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 *B. rufimanus* qui est considérée comme l'un des ravageurs le plus préjudiciable, en attaquant les graines en les rendant impropres à la consommation. Son cycle biologique annuel est strictement lié à celui de plante hôte. La colonisation des cultures se fait par des adultes à partir des sites d'hivernation, elle coïncide avec la pleine floraison et la fructification de la fève (Boizet, 2015)

Les bruchidae constituent un groupe homogène d'insectes cléthrophages, dont le développement se déroule généralement à l'intérieur d'une seule et même graine (Delobel et Tran, 1993).

La famille des Bruchidae se trouve sur tous les continents (hormis l'Antarctique) et en particulier dans les régions chaudes du globe, où est observée la plus grande diversité spécifique (Kergoat, 2004).

Les bruches sont des coléoptères de petites tailles 1,3 à 5 mm, elles sont caractérisées par une forme courte, ramassée et globuleuse (Balachowsky, 1962).

Au corps généralement trapu et de couleurs ternes, leurs tête est bien dégagée de prothorax ; les deux élytres recouvrent le ptérothorax, à l'exception d'un petit écusson de forme rectangulaire ou triangulaire, qui est le scutellum, les élytres recouvrent également tous les tergites abdominaux à l'exception du dernier segment (Daly et *al.*, 1998).

1. Origine et répartition géographique de *B. rufimanus*

La bruche de la fève (*B. rufimanus* BOH) est un coléoptère Bruchidae monovoltin (une seule génération par an), qui est inféodé au genre *Vicia*, notamment à la fève cultivée *Vicia faba*, qui représente sa principale plante hôte (Hoffmann et Labeyrie, 1962).

Elle serait originaire d'Egypte (Balachowsky, 1962), son aire de distribution géographique est très vaste, elle est rencontrée dans toute l'Europe Moyenne et Méridionale et autour du bassin méditerranéen depuis l'Algérie jusqu'à l'Egypte (Lepesme, 1944 et Hoffmann, 1945).

D'après Bishara et Weigand (1991), ses dégâts sont signalés sur le continent Asiatique. Elle est aussi présente aux Iles Canaries, en Amérique et au Maroc (Hoffmann, 1945 et Boughdad, 1994).

2. Position systématique

Selon Hoffmann et *al.* (1962), Bukejs(2010), la systématique de la bruche de la fève est la suivante :

Embranchement	Arthropoda
Sous embranchement	Pterygota
Classe	Insecta
Section	Neoptera
Sous-section	Endoptérygotes
Ordre	Coleoptera
Sous ordre	Phytophagae
Famille	Chrysomelidae (bruchidae)
Sous famille	Bruchinae
Genre	<i>Bruchus</i>
Espece	<i>Bruchus rufimanus</i> Boheman (1833)

3. Description de l'insecte

3.1. Œufs

Les œufs de la bruche de la fève ont un aspect gélatineux et sont collés à la gousse sur toute sa longueur. Ils sont lisses et ne présentent pas d'ornementation visible du Chorion (Dupont, 1990).

3.2. Larves

Lorsqu'elles ont acquis leurs développements entiers (Fig.8), les larves ont une longueur de 5 à 7 millimètres; un corps gras renflé, courbé en arc de cercle et très court. Elles sont jaunâtres, légèrement recourbées, fortes, massives ; leurs petite tête est revêtue d'un tégument coriace et armé de solides mandibules tranchantes (Rampon, 1898).



Figure 8 : Larve de la bruche de la fève *B. rufimanus* (Hamani, 2014).

3.3. Nymphes

La nymphe (Fig.9) est de couleur blanc crème, ressemble à l'adulte, mais n'a pas encore acquis sa couleur brune, la tête est partiellement visible du haut (Teixeira, 1997).



Figure 9 : Nympe de la bruche de la fève *B. rufimanus* (Hamani, 2014).

3.4. Adultes

Les adultes de *B. Rufimanus* (Fig.10), mesurent de 3 à 5 mm, ils présentent un prothorax un peu moins long que large avec une tache blanche très vague devant l'écusson, une face dorsale avec pubescence tachetée, jaune et blanche, parfois uniformément grise et une grande longueur au niveau de sa base, dont les angles sont aigus et divergents (Balachowsky,1962). Les pattes antérieures sont entièrement jaunes, les pattes médianes et postérieures sont noires, le pygidium est de couleur gris pâle. Les mâles présentent une échancrure à la face ventrale du dernier segment abdominal (Fig.11), ce qui permet de les différencier des femelles (Boughdad, 1994).



Figure 10 : L'adulte de la bruche de fève (*Bruchus rufimanus*) (Originale, 2021).

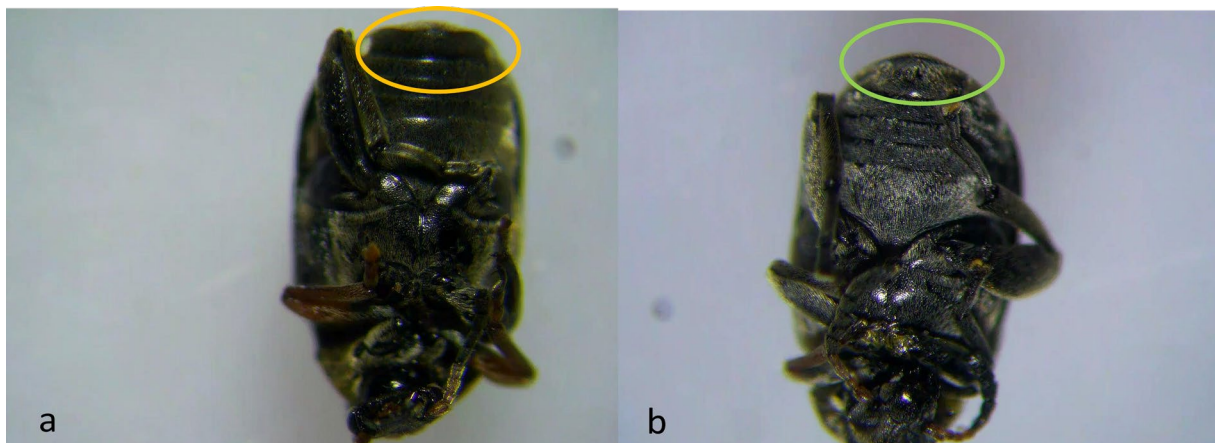


Figure 11 : L'adulte de la bruche de fève, a- mâle, b-femelle (Originale, 2021).

4. Biologie de *B. rufimanus*

La bruche ne présente qu'une génération par an (univoltin). Elle se développe en culture et non dans les graines stockées, où elle achève seulement son développement larvaire (Fig. 13).

4.1 Hivernation

Les adultes de la *B. rufimanus* migrent en automne, cependant, des températures élevées favorisent la pullulation de l'année suivante. 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).

4.2 Maturité sexuelle

L'appareil reproducteur mâle est fonctionnel au moment de la colonisation (dû à une Photopériode suffisamment longue, qui permet le levée de la diapause reproductrice)

(Huignard, 2011). Par contre, les femelles sont encore en diapause reproductive 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

Au printemps, lorsque les conditions sont favorables à l'activité de ponte (la température maximale étant supérieure ou égale à 20°C durant deux jours consécutifs, avec absence de vent et des pluies), les femelles déposent leurs œufs à la surface des gousses. Chacune possède un nombre variable, mais toujours inférieur à 10 et la fécondité des femelles serait d'au moins 50 œufs, mais les pertes d'œufs par décollement dû à la pluie semblent importantes (Medjdoub-Bensaad , 2007).

4.4 Etat larvaire

Après le développement embryonnaire la larve perce l'enveloppe de l'œuf et pénètre dans les graines, où elle poursuit son développement pendant trois mois. N'ayant pas de stade baladeur, 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).

D'autres adultes qui sont tardifs restent dans les graines sèches après la récolte pour sortir l'année d'après. Ce coléoptère se reproduit donc en culture et non dans les graines stockagées.

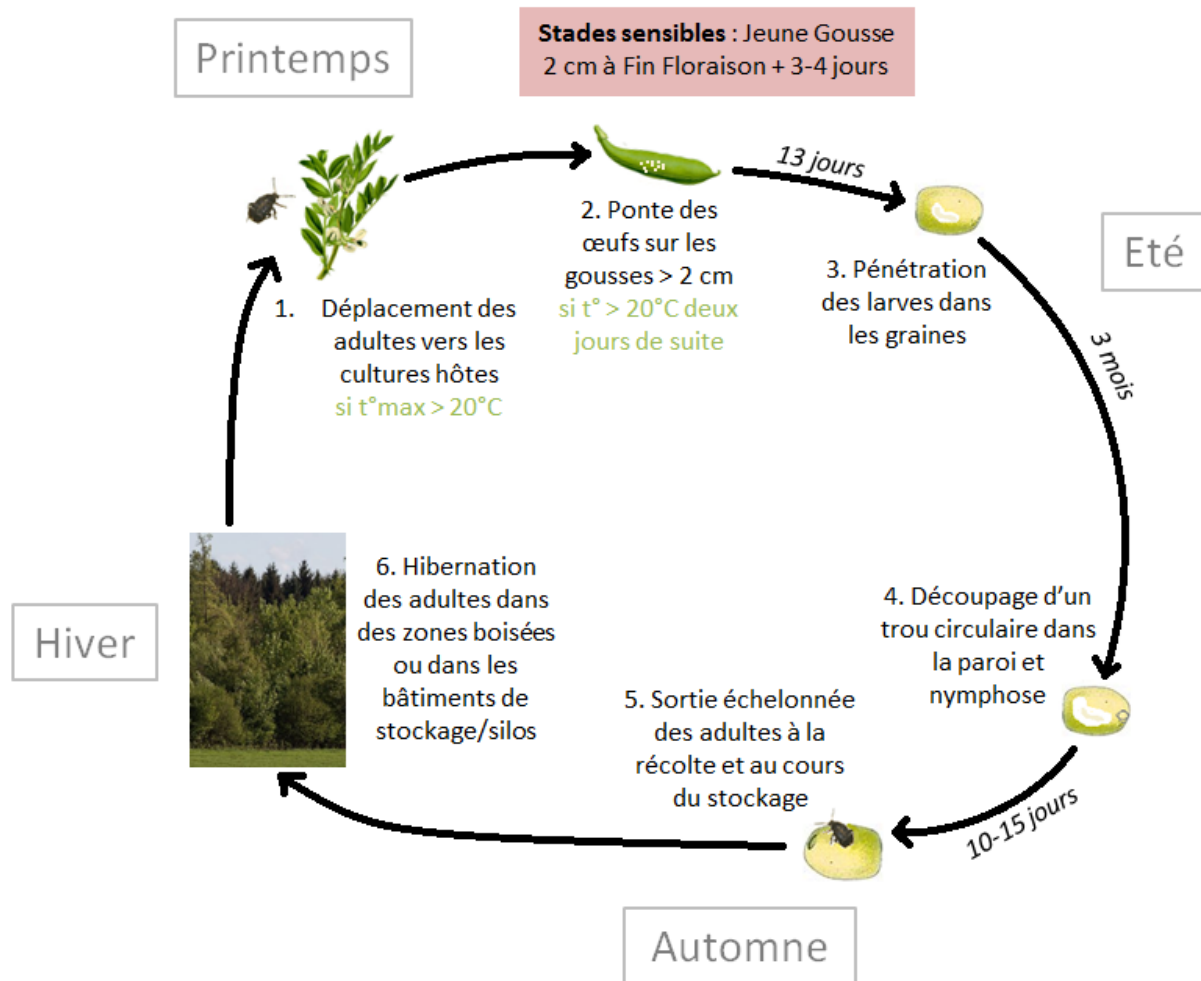


Figure 12 : le cycle biologique de la bruche de la fève *Bruchus rufimanus* (Anonyme, 2018)

5. Intensité de la diapause reproductrice sur *B. rufimanus*

Le cycle vital des invertébrés peut présenter une phase d'arrêt du développement, du fait des conditions écologiques défavorables.

Selon Sacchi et Testard (1971), le déterminisme et les implications physiologiques de cet arrêt diffère notamment, selon qu'il s'agisse de la diapause qui équivaut à une phase de vie ralentie « caractère obligatoire », ou qu'il s'agisse de la quiescence, simple blocage fonctionnel immédiatement réversible au retour des conditions favorables.

La diapause reproductrice se caractérise non seulement par un arrêt de l'activité reproductrice, mais également par un ensemble de modifications physiologiques, anatomiques et biochimiques complexes. Elle est observée pendant la saison sèche en zone tropicale ou pendant la période hivernale en zone tempérée lorsque les conditions sont défavorables, la nourriture et le substrat n'étant pas disponibles (Tran, 1992).

Les adultes de la nouvelle génération sont en diapause reproductrice et séjournent dans les grains pendant une grande période (Darquenne et *al.*, 1993)

6. Modifications physiologiques, anatomiques et biochimiques

6.1. Modifications anatomiques

Il peut y avoir d'importantes modifications anatomiques, comme la dégénérescence des muscles de vol chez un certain nombre d'espèces diapausants (Wolda et Denlinger, 1994).

6.2. Modifications physiologiques

Selon Panchout (2007), l'appareil génital femelle se situe dans l'abdomen et se compose de deux ovaires, qui sont eux même composés de 12 ovarioles. Ces structures en forme de collier de perles se rejoignent dans deux oviductes latéraux.

Le spermathèque est un organe particulier car il permet à la femelle de conserver les spermatozoïdes pendant une longue durée. L'ovaire est généralement formé d'une multitude d'ovarioles qui sont spécialisées dans la production d'ovocytes. Ce sont ces ovocytes qui iront à la rencontre de spermatozoïde pour être fécondés et former un œuf.

La zone inférieure au germanium constitue la vitellarium. C'est dans cette zone que les ovocytes vont se développer de manière importante.

Les femelles qui sont toutes en diapause reproductrice, ont les ovarioles réduites à leur germanium, il n'y a aucune phase de vitellogenèse et elles ne représentent aucune activité sexuelle (Huignard et *al.*, 2011).

Les oviductes latéraux sont vides, leur paroi très repliée est formée dans sa partie supérieure de cellules aplaties (5 à 6 μm de diamètre) et il n'y a aucune sécrétion dans la lumière.

Des études réalisées chez *Lepetiotarsa decemlineata* (De Wilde et De Boer, 1969) ou *Anacridium aegyptium* (Girandiet *al.*, 1974) montrent que cette diapause reproductrice est due à une inactivation des corpora allata, ce qui entraîne une chute du taux d'hormone juvénile, hormone contrôlant la synthèse de vitellogénine et son incorporation.

Chez le mâle de *B. rufimanus* l'appareil génital est constitué de deux paires de testicules et trois paires de glandes annexes (médiannes, latérales et tubuleuses). Au niveau de la glande latérale, aboutissent les glandes et les testicules (Tran, 1992).

Les trois paires de glandes annexes chez les mâles diapausants ne présentent pas désigne d'activité sécrétrices, leur lumière est vide et les cellules sécrétrices n'évoluant pratiquement pas au cours du temps.

6.3. Modifications biochimiques

Selon Lefevre (1988), durant la diapause reproductrice, le taux des protéines hymolymphatiques reste élevé et généralement nettement plus important que chez les adultes

sexuellement mûrs. Les résultats de Chakir (1998) montrent que les réserves de corps gras sont abondants chez les adultes diapausants et relativement plus faible chez les adultes sexuellement actifs.

La diapause est donc induite par la perception de plusieurs stimuli perçus à des phases variables du développement. Chez la plupart des organismes, les stimuli externes affectent le métabolisme des hormones qui sont synthétisées et libérés dans l'organisme sous la dépendance de facteurs tels la photopériode, la température ou l'alimentation. La diapause n'échappe pas à la règle, elle est sous l'influence de productions d'hormones (Mauchamp, 1988).

L'état diapausants se caractérise également par la présence dans l'hémolymphe de quantités d'acides aminés libres. La proline est le principal acide aminé libre, aussi bien chez les mâles que chez les femelles de *B. rufimanus*. Selon Tran (1992), elle est estimée à 40 % du total des acides aminés détectés dans l'hémolymphe.

7. Conditions de levée de la diapause reproductrice

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 haute (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, se n'est qu'après six à sept mois de diapause que les bruches réagissent et peuvent devenir reproductives.

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

L'infestation des graines de *V. faba* par la *B. rufimanus* se fait pendant la végétation au niveau de champs. La bruche de fève n'est pas un ravageur des stocks, 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 naturels de la bruche peut le diminuer (Fig.13).



Figure 13 : Graines infestées par *B. rufimanus* (Originale, 2021).

9. Dégâts causés par *B. rufimanus*

Les dégâts (fig. 15), sont dû exclusivement aux larves qui percent un trou aux travers de la gousse, pour se nourrir de la graine et les rend impropres à la consommation humaine et entraînent leur déclassement (Taupin, 1985 ; Berne et Dard, 1987).

9.1. Pertes pondérales

Selon Boughdad (1996), les pertes sont occasionnées en fonction du nombre de bruches adultes, développées par graines et de l'intensité de l'infestation des graines. Elles dépendent aussi du poids sec de la graine aux dépens de laquelle s'est développée la larve. En effet, les pertes moyennes en poids sec des cotylédons sont de 2,84%, pour les graines avec une seule bruche, 5,87% avec deux bruches, 8,27% avec trois bruches, 11,40% avec quatre bruches et 14,5% pour les graines avec cinq bruches.

9.2. Pertes des germinations

D'après Hoffman et Labeyrie (1962) le pouvoir germinatif des grains est fortement diminué par les galeries larvaires. Medjdoub-Bensaad (2007) rapporte que 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 3 bruches.

9.3. Dépréciation des grains

B. rufimanus provoque la dépréciation gustative des graines de *V. faba* (Balachowsky, 1962). Les dégâts sont de plus en plus importants avec l'accroissement du nombre moyen de bruches développés par graine (Boughdad, 1994), gênant ainsi considérablement la vente de produit. Le seuil toléré en France pour l'exportation et l'industrie agro-alimentaire est fixé de 2 à de graines buchées. Ce seuil est de 10% pour l'alimentation animale (Berne et Dardy, 1987 ; Boughdad, 1994).

9.4. Baisse du rendement

Kaniuczak, (2004) montre que l'infestation par la bruche au niveau du champ, engendre une baisse du rendement allant de 2,88 t/ha à 6,62 t/ha. Dans le même contexte, Maltosz (1998), indique aussi que cette infestation diminue le rendement de 3 à 70%. En effet, les graines bruchées vont affecter le rendement de l'année suivante.

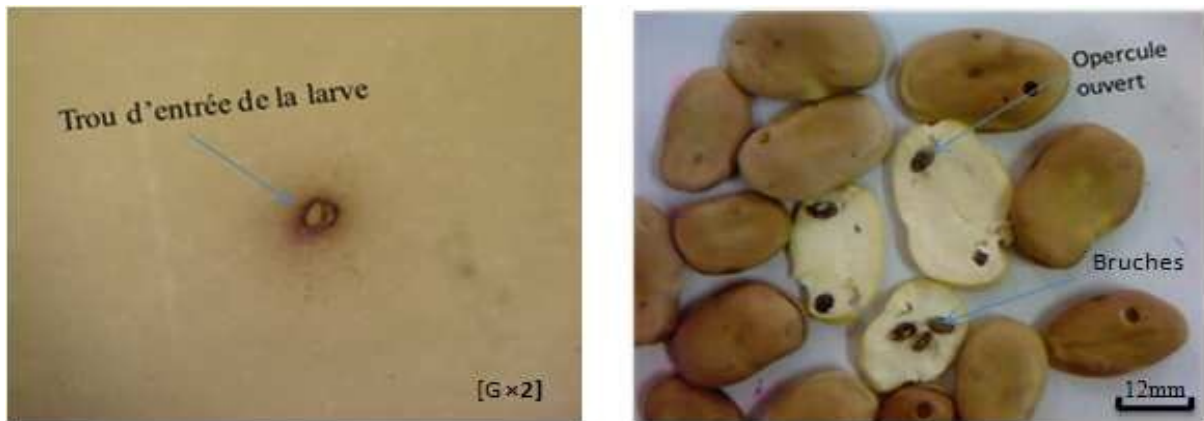


Figure 14 : Les dégâts causés par *B. rufimanus* sur les graines de *V. faba* (Originale, 2021).

10. Méthodes de lutte contre *Bruchus rufimanus*

Ces bruches sont des ravageurs principaux des graines. Face à l'ampleur de leurs dégâts, plusieurs techniques ont été utilisées pour les éradiquer ou à moindre mesure maintenir leurs niveaux d'attaques à des seuils économiquement acceptables.

10.1. Lutte préventive

Il est préconisé de procéder à un cerclage des cultures et une rotation pour empêcher le développement de foyers d'infestation, d'utiliser des graines saines ou les désinsectiser, de maintenir les locaux de stockage clos ou piéger les adultes à leur sortie en utilisant des pièges à Glu (Medjdoub-Bensaad, 2007).

En outre, Labeyrie et Maison (1957) montrent que les associations culturales entre céréales et légumineuses peuvent limiter la contamination des gousses de légumineuses par les Bruchidae.

Étant donné que la biologie de *B. rufimanus* est fortement liée au développement des cultures et aux conditions climatiques, les dommages causés peuvent varier en fonction de la date de semis et de récolte. En outre, l'assainissement peut aider à diminuer la source de *B. rufimanus* dans les zones de production (Godfrey et Long, 2014). Ainsi, Szafirowska (2013) a indiqué que les cultures avec semis différé de plus de 10 jours présentaient moins de dommages de *B. rufimanus*.

Lutte culturale

Medjdoub-Bensaad (2007), propose des techniques culturales moins couteuses, telle que :

- L'usage de semences saines, la réalisation des semis précoces qui permettent de soustraire la récolte aux infestations du ravageur.
- Les semis précoces réduisent fortement les attaques du bruche.
- L'élimination des plantes adventices qui jouent un rôle de nourriture additionnelle pour les adultes.

10.2. Lutte curative

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

10.3. Lutte physique

La lutte physique est l'élimination du ravageur par modification de leur environnement de manière à le rendre inaccessible pour l'insecte. Dans ce contexte, Benayad (2008) a montré que des températures de l'ordre de 45°C sont létales pour les insectes. En outre, selon Balachowky (1966), la diminution de l'humidité des graines de fève après les avoir passer dans un four à une température comprise entre 55°C et 60°C, pendant 30 minutes, défavorise le développement des bruches sans altérer le pouvoir germinatif des graines.

D'autre part, Serpeille (1991) a indiqué que le maintien des entrepôts à une température de -1°C pendant un mois, entraîne la mortalité des adultes. En effet, l'utilisation du froid est un bon moyen préventif de lutte car à 2°C le développement des insectes est temporairement arrêté.

10.4. Lutte chimique

En absence de toute autre possibilité de protection, la lutte chimique paraît nécessaire (Balachowsky, 1992). Elle est indispensable pour contrôler efficacement les dégâts de la bruche de la fève au champ (Serpeille, 1991).

Taupin (2003) estime que la lutte contre *B. rufimanus* au niveau des champs doit obligatoirement viser les adultes. Il a recommandé d'utiliser deux matières actives efficaces comme l'endosulfan et le bifenthrine, permettant un contrôle très efficace des populations de *B. rufimanus*. Dupont, (1990) a indiqué que les traitements chimiques réduisent de 10% les pertes des graines.

Mouhouche et Sadou (2001) ont rapporté que l'amitraze et le méthomyl possèdent une efficacité satisfaisante avec un pourcentage de mortalité des œufs de 54,31% et 49,14%,

respectivement. Etant donné que les bruches adultes sont très mobiles, il est préférable d'intervenir sur toutes les parcelles en même temps dans une région donnée (Cailliez, 2005).

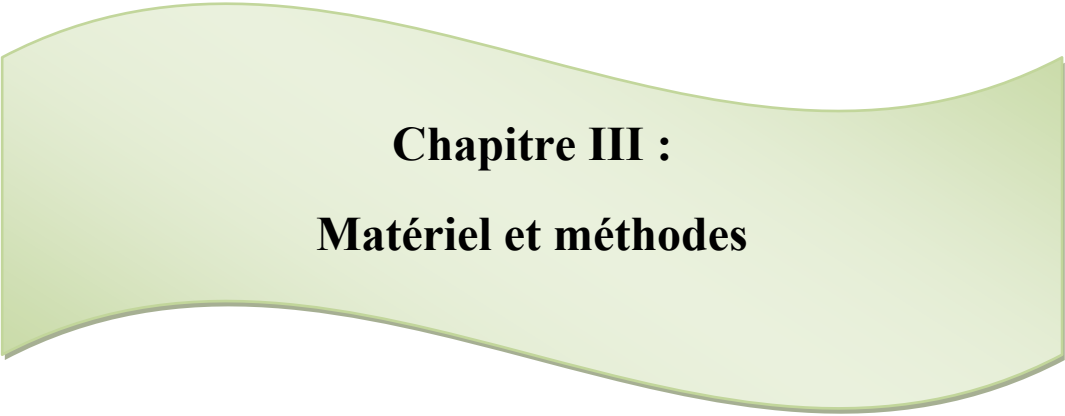
10.5. Lutte biologique et ennemis naturels

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

Balachowsky (1962) et Medjdou -Bensaad (2007) indiquent que les ennemis naturels de la bruche de la fève sont peu nombreux, citant *Sigalphus pallipes* Nees, *S. thoracicus* Curt, *S. gibberosus* Szelp, *Triaspis similis* Szelp et *Chremylus rubiginosus* Nees.

Boughdad (1994), mentionne que les parasitoïdes exercent l'impact régulateur le plus fort. *Sigalphusthoracicus* Curt est considéré comme le Braconidae qui occasionne les plus fortes mortalités chez les larves âgées et les nymphes de *B. rufimanus*. D'autre part MadjdoubBensaad (2007) a montré que *Triaspisluteipes* (Hymenoptera; Braconidae) réduit l'action du ravageur, avec un taux de parasitisme de 3,31%; 7,44% et 0,9% durant les années agricoles 2002, 2003 et 2004 respectivement.

Il existe aussi des prédateurs oophages tel que Pyemotes: *Pediculoides ventricosus* New et *Zeliusrenardii* Kol qui engendrent la destruction des œufs (Jarraya, 2003). B



Chapitre III :
Matériel et méthodes

Ce travail expérimental est réalisé au niveau du laboratoire de production, sauvegarde des espèces menacées et des récoltes, influence des variations climatiques de l'Université de Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, du mois de janvier jusqu'au mois mars 2021.

L'objectif de ce travail est d'évaluer l'effet biocide de l'huile essentielle *Eucalyptus kalatus* par deux modes d'action à savoir l'inhalation et la répulsion à l'égard des adultes mâle et femelle la bruche de la fève *B.rufimanus* durant la période de diapause. Pour cela, le choix des méthodes d'étude est établi en fonction des objectifs tracés pour la lutte contre cet insecte nuisible.

1. Matériel biologique

1.1. Fève

Le matériel végétal mis en expérimentation au cours de notre étude est composé des graines de fève Cévil *V.faba* major récolté en juillet 2020.

Les graines infestées (fig. 15) 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 15 : Graines de fève (*Vicia faba*) infestées (Originale., 2020).

1.2. Bruche

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

1.3. Huile essentielle

L'huile essentielle testée durant cette étude est celle d'*Eucalyptus kalatus*(fig.17), qui est extraite des fruits de la plante d'*Eucalyptus kalatus*.

1.3.1.Description

L'*Eucalyptus kalatus* est un arbre qui atteint communément à l'âge adulte 30 à 35 mètre de hauteur, dans la région méditerranéenne il peut atteindre 100m dans les climats qui lui sont plus favorable (Taillotte, 1872).

1.3.2. Position systématique

Selon Cronquist (1981), la classification botanique est présentée dans le tableau suivant :

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



Figure 16 : *Eucalyptus kalatus* présent en Kabylie (Originale, 2021).

L'Eucalyptus contient de l'eucalyptol (aussi appelé 1,8-cinéole) présent 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 (Juergens et *al.*, 2003) et pour combattre le rhume (Tesche, 2008 ; Kehrl et *al.*, 2008). Il comporte également 0,05 à 1,5 % d' α -phellandrène ; 0,05 à 15 % de limonène ; au minimum 70 % de 1,8-cinéole ; et au maximum 0,1 % de camphre (Anonyme, 2021).

Eucalyptus kalatus 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 (Ghedira *al.*, 2008).

1.3.3. Composition chimique

L'huile essentielle (HE) d'*Eucalyptus kalatus* 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.

2. Matériel de laboratoire

Plusieurs outils sont nécessaires pour réaliser notre travail expérimental (Fig. 17) :

Une loupe binoculaire de grossissement 4×10 en vue de sexer les bruches *B. rufimanus*.

Des boîtes en plastique pour séparer les mâles et les femelles.

Des boîtes de Pétri en plastique dans le but d'effectuer les tests par contact.

Des flacons en verre dont le volume est de 180 ml dans le but d'effectuer les tests par inhalation.

Une micropipette pour le dosage de l'huile, et pour les micro-doses.

Du papier filtre pour les différents tests (répulsion et inhalation).

De l'Acétone pour la dilution de l'huile.

Autres accessoires : ciseaux, pâte à modeler, étiquettes...



Figure 17 : Matériels utilisés au laboratoire (Originales., 2021).

a-l'acétone, b- boîtes en plastiques, c-micropipette, d- loupe binoculaire au grossissement 4×10, e- boîte de Pétri, f- papier filtre, g- flacon en verre, h- l'huile essentiel, i- les graines fève.

3. Méthodes

Au niveau du laboratoire, les bruches sont retirées manuellement à l'aide de ciseaux à partir des graines infestées de la fève de variété sévilles. Ces insectes sont ensuite mis dans des boîtes en plastiques.

Sous une loupe binoculaire au grossissement 4×10, les bruches sont observés pour être sexé suivant les mâles et les femelles.

3.1. Traitement par inhalation

Ce test consiste à étudier la longévité des adultes de *B.rufimanus* soumis à des traitements par l'Inhalation de l'huile essentielle de *E.kalatus* en fonction du temps. Pour cela, nous avons utilisé des bocaux en verre de 180 ml de volume (Fig.18), avec des cercles de papier filtre de 2 cm de diamètre qui sont fixés par un fil du côté interne de couvercle. Sur chaque papier filtre, est injecté la dose de 10µl d'acétone, additionné d'huiles essentielle de *E.kalatus* à

différentes doses : 1 μ l, 1,5 μ l, 2 μ l, 2,5 μ l, 3 μ l. 5 individus de bruche mâles et 5 individus femelles sont introduits séparément et rapidement dans chaque bocal.

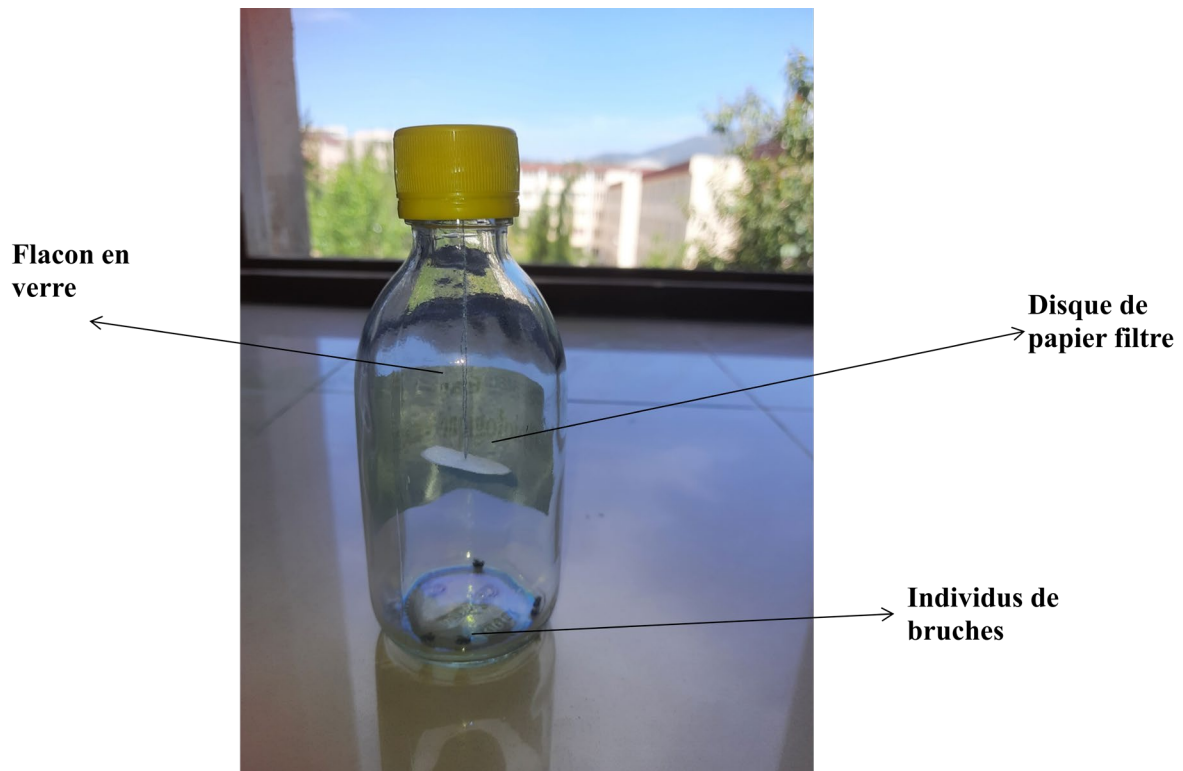


Figure 18 : test par inhalation (Originale, 2021)

Trois répétitions sont effectuées pour chaque dose. Les essais sont réalisés dans les mêmes conditions que celle citées précédemment. Le dénombrement des individus vivants est effectué au bout de 1h, 3h, 6h, 24h, 48h, heures d'exposition dans chaque bocal.

3.2. Traitement par répulsion

Pour chaque essai nous avons utilisé 5 individus de *B.rufimanus* diapausants qui sont dénombrés et sexés (Fig.19). Ces individus sont introduits séparément dans les boîtes de pétri, contenant du papier filtre traitée d'une partie par l'huile essentielle de *E.kalatus* a des doses de 1 μ l, 1,5 μ l, 2 μ l, 2,5 μ l, 3 μ l et par 10 μ l d'acétone d'autre partie, pendant 30 mn.

Pour ce test, seul les mâles sont soumis à la répulsion uniquement, à défaut d'avoir des femelles à partir du début Février.

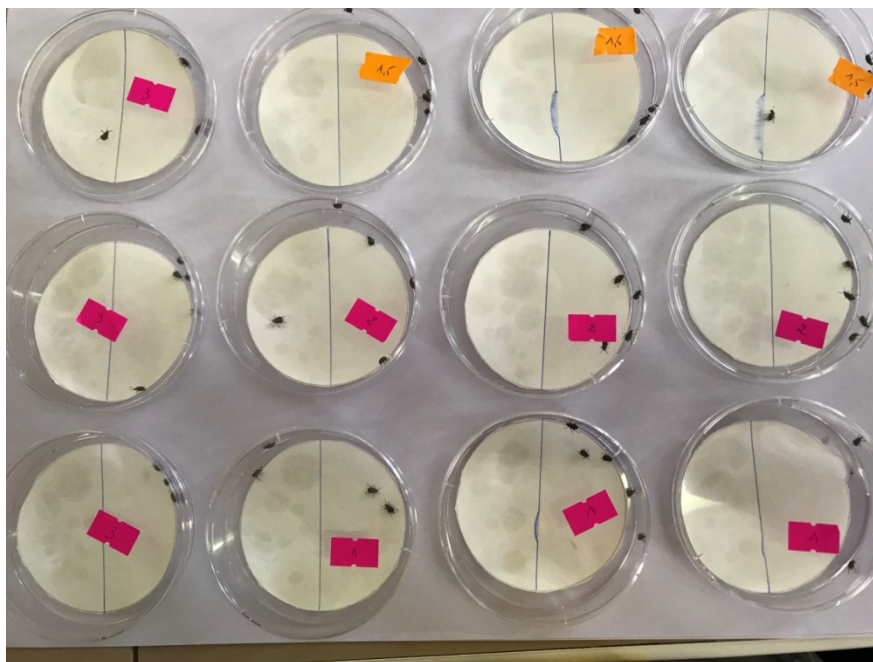


Figure 19 : Test de répulsion de l'huile essentielle d'*E.kalatus* à différentes doses a l'égard des adultes mâles de *B. Rufimanus* (Originale, 2021).

Après une demi-heure, les bruches présentes sur chacune des parties du disque sont dénombrées (partie traitée et partie non traitée du témoin), ainsi nous pouvons calculer le pourcentage de répulsion selon la formule suivante :

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

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 l'huile est calculé et attribué à l'une des différentes classe répulsives variant de 0 à 5 (Mc Donald et *al.*, 1970).

3.3 Analyse statistiques

Les résultats des différents essais sont soumis à l'analyse de la variance au seuil P=5%, en utilisant le logiciel STAT BOX, version 6.4 pour déterminer l'action de l'huile vis-à-vis des adultes de *B.rufimanus*. Lorsque la probabilité é (P) est :

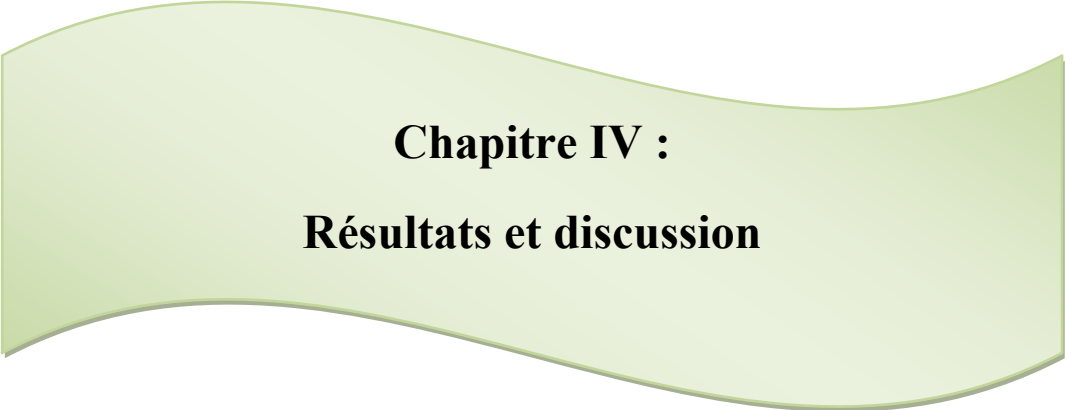
P>0.05: Les variables ne montrent aucune différence significative.

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.

Lorsque cette analyse révèle des différences significatives, elle est complétée par le test de Newman et Keuls au seuil de 5%, qui permet de déterminer les groupes homogènes.



Chapitre IV :
Résultats et discussion

Résultats

1- 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*.

1.1. 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 :

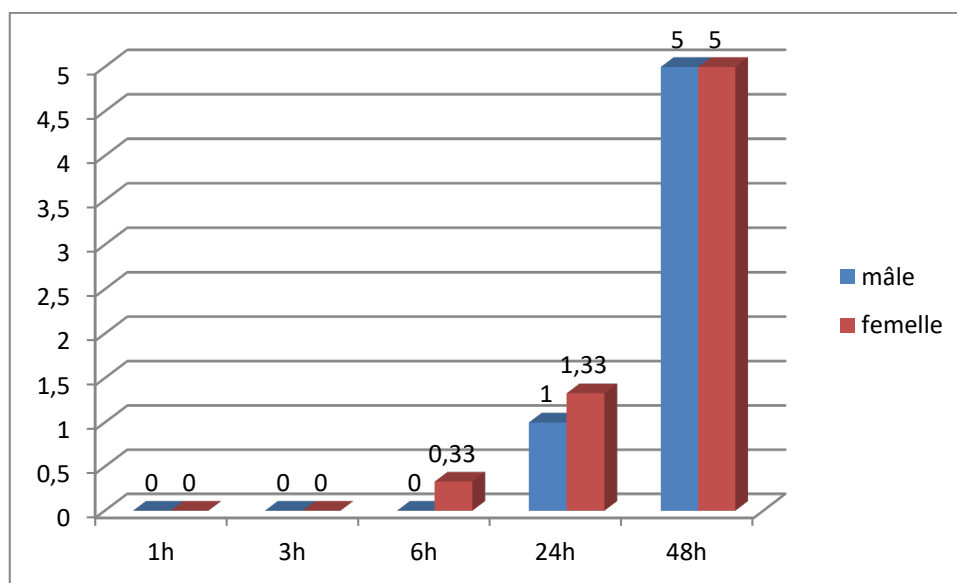


Figure 20 : Mortalité des adultes mâles et femelles de *B. rufimanus* diapausants traités par la dose 1 μ L d'huile essentielle d'*E. kalatus* par inhalation (n=10).

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*.

1.2. À la dose 2 μ L

L'action de l'huiles 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 :

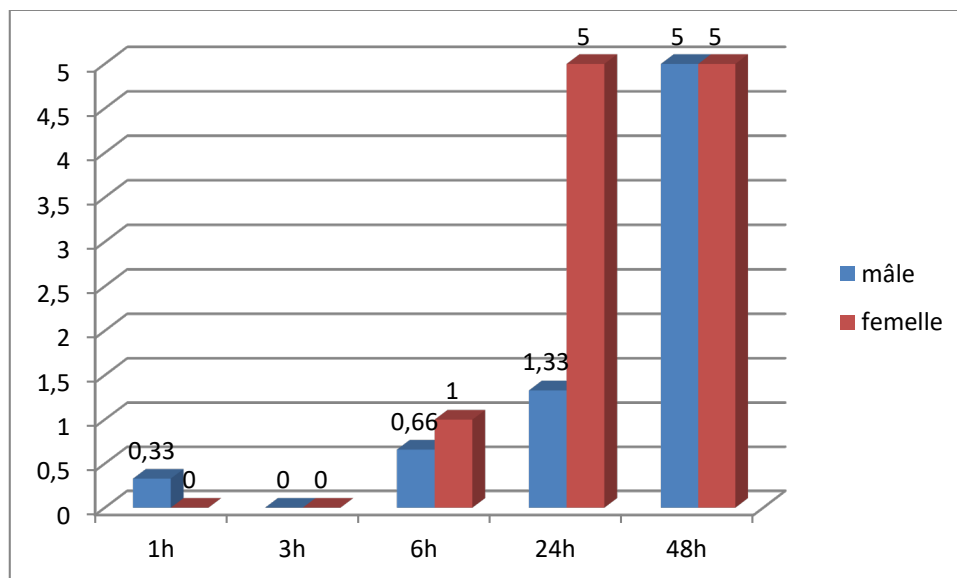


Figure 11 : Mortalité des adultes mâles et femelles de *B. rufimanus* diapausants traités par la dose $2\mu\text{L}$ d'huile essentielle de l'*E. kalatus* par inhalation.

Nous constatons qu'à la dose $2\mu\text{L}$, 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 À la dose $2,5\mu\text{L}$

L'action de l'huile essentielle d'*E.kalatus* à la dose $2,5\mu\text{L}$ sur la mortalité des mâles et femelles de *B. rufimanus* diapausants est présentée dans la figure 24.

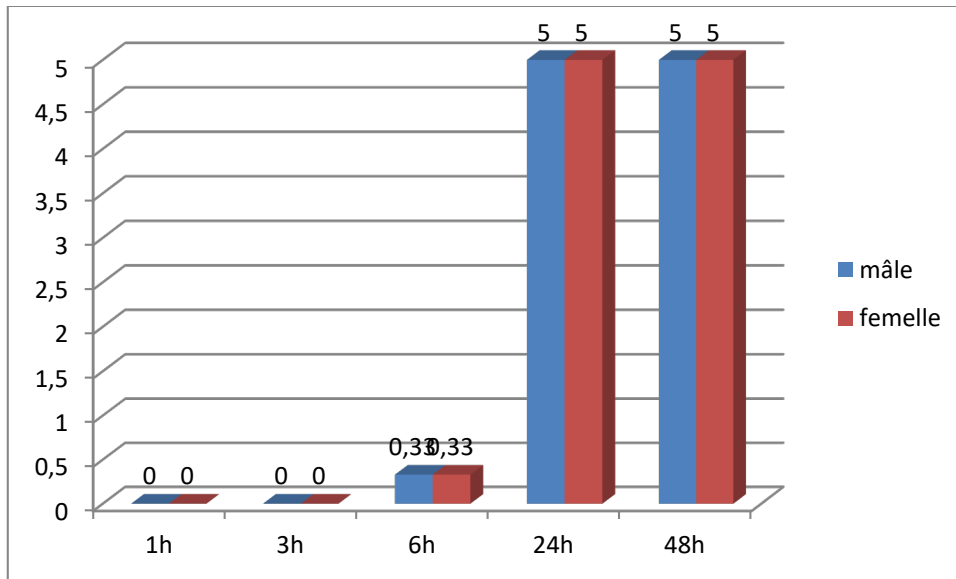


Figure 22 : Mortalité des adultes mâles et femelles de *B. rufimanus* diapausants traités par la dose 2,5 μ L d’huile essentielle de *E. kalatus* par inhalation.

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*.

1.4. À la dose 3 μ L

L’action de l’huiles 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 :

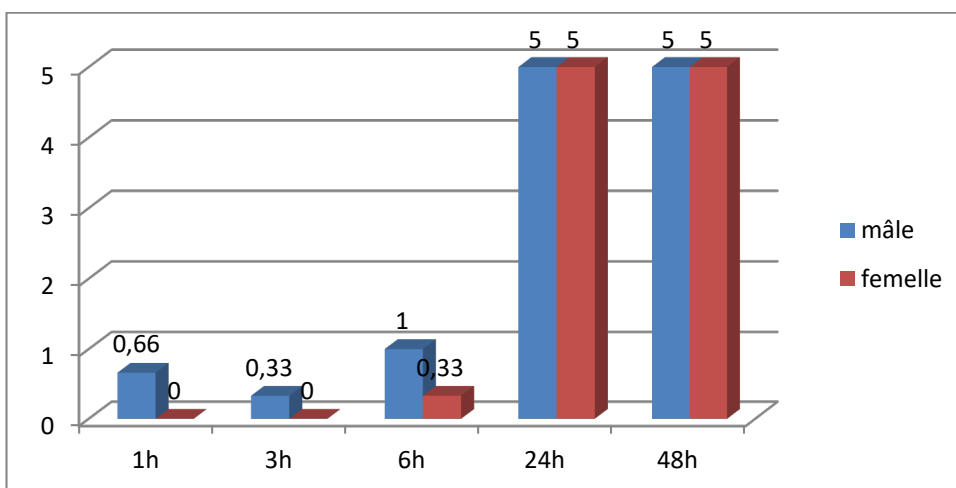


Figure 23 : Mortalité des adultes mâles et femelles de *B. rufimanus* diapausants traités par la dose 3 μ L d’huile essentielle de *E. kalatus* par inhalation.

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*.

2-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. 24), le nombre de bruches présent dans la partie traitée est moins important que celui des bruches présentent dans la partie non traitée.

Les résultats de l'effet de l'huile essentielle *E.kalatus* sont présents dans la figure suivante :

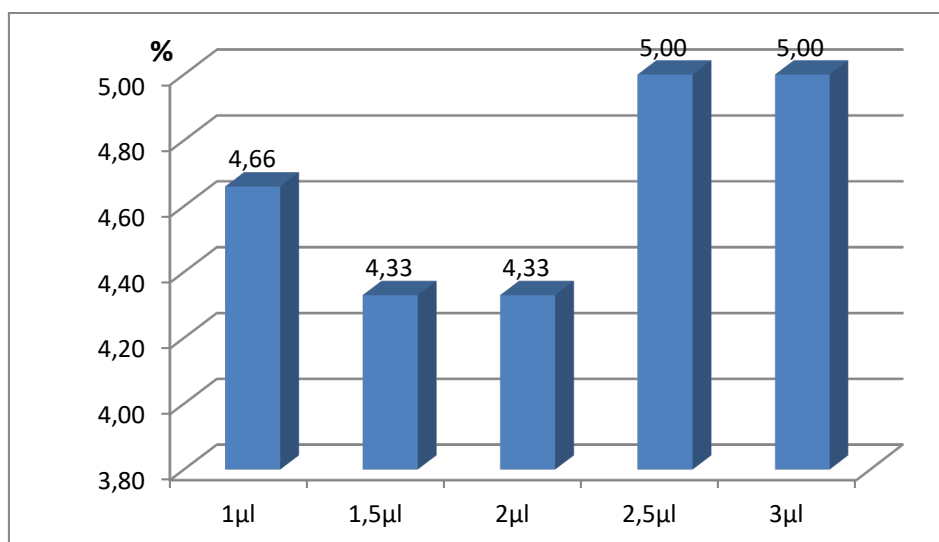


Figure 24 : Taux moyen de répulsion des adultes mâles de *B. rufimanus* en fonction des doses.

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

Le pourcentage de répulsion de l'huile essentielle *E. kalatus* est calculé et attribué aux différentes classes répulsives variant de 0 à 100% (Tab.5).

Selon Mc Donald :

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

Tableau 5 : Classement de l'huile essentielle *E. kalatus* suivant son taux de répulsion.

Dose	moyenne	Pourcentage %
1 μ L	4,66	93,2
1,5 μ L	4,33	86,6
2 μ L	4,33	86,6
2,5 μ L	5,00	100
3 μ L	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 $P=0,001 \leq 0.005$.
- Une différence très hautement significative pour le facteur temps avec une probabilité égale à $P=0,00009 \leq 0.001$.

Cette analyse est complétée par le test de Newman et Keuls pour le facteur dose qui fait ressortir 2 groupes homogènes (Tab 6) et pour le facteur temps qui fait ressortir 4 groupes homogènes (Tab 7).

Tableau 6 : Résultat du test de Newman et Keuls concernant l'effet du facteur dose sur la mortalité de *B. rufimanus* diapausants.

F2 (dose)	Moyenne	Groupes homogènes
3	2,23	A
2,5	2,06	A
2	1,83	A
1	1,26	B

Tableau 7 : Résultats du test de Newman et Keuls concernant l'effet du facteur temps sur la mortalité de *B. rufimanus* diapausants.

F3 (temps)	Moyenne	Groupes homogènes
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 8 : Résultats du test de Newman et Keuls concernant l'interaction entre le facteur temps et le facteur dose.

F2 × F3	Moyenne	Groupes homogènes
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



Conclusion générale

3. discussions

Durant notre étude, nous avons évalué l'effet biocide de l'huile essentielle de *Eucalyptus kalatus* par deux modes d'actions, par inhalation et par répulsion sur les adultes mâles et femelles diapausants de *Bruchus rufimanus*.

Sur la base des résultats obtenus nous avons montré que l'huile essentielle de *E.kalatus* a des effets différents selon la dose, le sexe et la durée de l'exposition sur la mortalité des individus mâle et femelle de *B. rufimanus*.

Nos résultats ont montré que la dose de 1 μ L a un effet à partir de 6h d'exposition chez la femelle et à la dose de 2 μ L l'effet est fonctionnel dès la première heure sur le mâle et après 6h chez la femelle et la mortalité totale est obtenue après 48h d'exposition.

Par contre pour les deux doses 2,5 et 3 μ L la mortalité est de 100% après 24h d'exposition et ils sont élevées chez le mâle. Résultats prouvés par les travaux de Aknine et Tahenni (2013), qui ont montré que la toxicité de l'huile essentielle de Citronnier sur les adultes *B. rufimanus* augmente au fur et à mesure que les doses et la durée d'exposition augmentent. La plus forte dose de 10 μ L cause une mortalité de 100% au bout de 1h d'exposition pour les mâles et les mêmes résultats ont été prouvés par Kacel et Kacha (2015).

Les huiles essentielles de thym et de la menthe poivrée ont montré une toxicité sur les adultes de *B.rufimanus* à 10 μ L en causant une mortalité totale au bout de 9h d'exposition pour l'huile essentielle de thym et 12h d'exposition avec l'huile essentielle de menthe poivrée (Hamani-Aoudjit,2019).

Selon le même auteur l'huile essentielle d'*E.kalatus* montre une toxicité à l'égard des adultes diapausants de *B.rufimanus* à la forte dose de 4 μ L et cause une mortalité totale au bout de 24h d'exposition.

De même Kacimi (2016), en testant l'activité insecticide de l'huile essentielle d'*E.globulus* sur les adultes de *B.rufimanus*, affirme que la mortalité des femelles la plus élevée est enregistrée pour la dose 4 μ L au bout de 48h, alors que le taux de la mortalité la plus faible est enregistré pour la dose 1 μ L après 1h d'exposition.

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

Par ailleurs pour une polivoltine, 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. euglobulus*, *L. nobilis*, *L. engustifolia*, *C. atlantica*, *M. piperita*, *T. satureioides*, *C. bergania*). *C. bergania* exprime un effet toxique efficace ou faible à la dose 0.5µL.

Nos résultats diffèrent de ceux obtenus par Bachi et Mahmoudi (2017) qui ont utilisé l'huile essentielle de pin maritime (*P. pinaster*) sur les adultes mâles de *B. rufimanus*, le traitement par inhalation s'est avéré plus efficace à la dose 6µL avec une mortalité de 100% au bout de 24h d'exposition.

Selon Kellouche (2004), l'effet de l'huile essentielle de l'eugénol est très toxique vis-à-vis la bruche du pois-chiche, *C. maculatus*. Cet auteur a constaté que pour 50g de graine, 5µL de l'huile cause une forte réduction de la longévité des adultes ($1.0 \pm 0,0$ jours), Comparativement au témoin (7.00 ± 0.8 jours).

Cette étude porte sur l'évaluation de l'effet de l'huile essentielle extraite de l'arbre *Eucalyptus kalatus* sur la bruche de la fève.

À la lumière des résultats obtenus, nous pouvons conclure que l'huile essentielle utilisée exprime 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 la durée d'exposition.

À l'issue de notre travail, il apparaît que la mortalité des individus de la bruche de la fève augmente au fur a mesure que la dose de l'huile essentielle utilisé et le temps d'exposition augmentent.

L'effet de la toxicité de l'huile essentielle d'*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 2 jours après 48h d'exposition.

Nous constatons qu'à la dose 2 μ L de l'huile essentielle, la mortalité totale des individus males diapausants est atteinte au bout de 48h d'exposition et la mortalité totale des individus femelles diapausants est atteinte au bout de 24h d'exposition.

Nous constatons qu'à la dose 2,5 μ L et 3 μ L de l'huile essentielle, la mortalité totale des individus mâles et femelles diapausants est atteinte au bout de 24 h d'exposition.

Les calculs de pourcentage de répulsion, ont montré que l'huile essentielle d'*E.kalatus* est très répulsive pour les mâles.

Cette étude a abouti 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 stockées. Le développement de bio insecticide extrait de plante et la sélection de cultivars résistants à ce ravageur s'inscrit dans le cadre de l'agriculture et du développement durable.

De nombreuses perspectives de recherche peuvent être dégagées de notre travail notamment, l'extraction des huiles essentielles à partir de plante aromatiques locales et l'identification de leurs principes actifs. Il serait également intéressant d'évaluer l'activité insecticide des composés majeurs des huiles essentielles sur la bruche de la fève et leurs effets synergiques ou antagonistes.



Références bibliographiques

Références bibliographiques

- A.F.F.S.S.A., 2002.** Les fibres alimentaires : définitions, méthodes de dosage, allégations nutritionnelles la compositions nutritionnelle, 61p.
- ANONYME., 2006.** Conservation des ressources génétique. Groupe du travail de L' IUFRO S2.02.2.
- 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 Mater II. U.M.M.T.O, 45p.
- BIOZET F., Mai 2015.**Nouvelle piste pour la féverole,N°422,p 1-3.
- 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 persepts of faba bean production, I.C.A.R.D.A. Serie A, N° 10, pp 67-74.
- BOUGHDAD A., 1994.** Statut de nuisibilité et écologie des populations de *Bruchus rufimanus*(Boh.) sur *Vicia faba* L. au Maroc : Thèse d'Etat en Sciences, N° 3628 Université de Paris-Sud Orsay, 182 p.
- 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
- BALACHOWSKY A.S., 1962.** Entomologie appliquée à l'agriculture. Ed. Masson et Cies. TomeI. Vole I, 564 P.
- BOUGHDAD A., 1996.** *Bruchus rufimanus*, un insecte ravageur des graines de *V.faba* L au Maroc. Réhabilitation of faba bean Ed actes. pp 179-184.
- BENAVAD, 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.
- BALACHOWSKY, A.S., 1966.** Entomologie appliquée à l'agriculture Tome II, Vol. I, pp. 563-578. Mason et Cie, Paris, France.
- CAILLIEZ, B., 2005.** La lutte contre la bruche de la féverole. La France Agricole. N° 3109.
- CRONQUIST A., 1981.**An integrated system of classification of flowering plants. Columbia Univ.press. New York .1262 P.
- CHAKIR S., 1998.** Biologie de *Bruchusrufimanus*(BOH) (Coleoptera : Bruchidae) et processus d'infestation aux champs. Thèse de doctorat es-sciences agronomiques Institut Agro et vet HASSAN II Maroc 124 P.

- CHAUX CL. ET FOURY CL., 1994.** Production léumiéressecs. Légumineuses potagées légumes et fruits. Tome 3. Technique et documentation Lavoisier. 7-13p.
- DELOBEL, A., TRAN, M., 1993.** Les coléoptères des denrées alimentaires entreposées dans les régions chaudes. Faune Tropicale XXXII. ORSTOM/ CTA Eds, Paris, 424 p.
- DUPONT P., 1990.** Contribution a l'étude des populations de la bruche de la fève *Bruchus rufimanus* (BOH). Analyse des relations spatio- temporelles entre la bruche et sa plante hôte. Thèse de doctorat d'état. Université de tours. 168p.
- DURAFFOURD, C., LAPRAZ, J-C., 1997.** Les règles d'utilisation des huiles essentielles en thérapeutique. Edition Phyto. 2000.
- DOMINIQUE M., 2010.** La production légumière. Educagri. Dijon. 163p.
- DARQUENNE J. EL SHAZLY E. TRAN B. et HUIGNARD J., 1993.** Intensity of the reproductive diapause in a strain of *Bruchusrufimanus*(Boh) (ColeopteraBruchidae) originating from the Meknès region of Morocco, V14, N° 6, pp. 847-856.
- DE WILDE J. et DE BOER C., 1969.** Hormonal and nervous pathways in thephotoperiodeinduction of the diapause in *Lepetiotarsadecemlineata*.*J. Insect physiol.*, 15,4,pp 661-675.
- DAOUI K., 2007.** Recherche de stratigies d'amelioration de l'efficience d'utilisation du phosphore chez la fève (*vicia faba*L). Dans les conditions d'agriculture pluviale au Maroc. These présenté de doctorat en science agronomique et ingénierie Biologique. 2015p.
- 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.
- DAJOZ, R., 2000.**Elémentd'écologie.Ed. Bordas. Paris, 5éme édition. In :Mémoire de master. UNIVERSITE SIDI MOHAMED BEN ABDELLAH. 114p, Maroc. 631pp.
- 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.
- FELIACHI K., 2002.** Le développement des légumineuses alimentaires et les perspectives,de relance en Algérie. Proceedings du 2éme séminaire du réseau REMAFEVE/REMALA, « le devenir des légumineuses Alimentaires dans le Maghreb », Hammamet, Tunisie, 100p.
- 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).

- GORDON M.M., 2004.** Haricots secs : situation, prospective et agroalimentaire. Canada, 17p.
- GIRANDIE A., MOULINS M. et GIRARDIE J., 1974.** Rupture de la diapause ovarienne chez *Anacridium aegyptium* par stimulation des cellules neurosécrétrices médiane de la pars intercerebralis. *J. Insect Physiol.*, 20,11 : 2261-2275.
- GOYOAGA C., BURBANO C., CUADRADO C., ROMERO R., GUILLAMO'N E., VARELA A., PEDROSA M.M. ET MUZQUIZ M., 2011.** Content and distribution of protein, sugars and inositol phosphates during the germination and seedling growth of two cultivars of *Vicia faba*. *Journal of Food Composition and Analysis* 24,391-397.
- GOUCEM-KHELFANE K., 2014.** Étude de l'activité insecticide des huiles essentielles et des poudres de quelques plantes à l'égard de la bruche du haricot *Acanthocelidobtectus* Say (Coléoptère, Chrysomelidae), bruchinae et comportement de ce ravageur vis-à-vis des composés volatils de différentes variétés de la plante hôte (*Phaseolus Vulgaris* L). Thèse doctorat d'état. U.M.M.T.O.PP 61-62.
- 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.
- HAMADACHE A., 2003.** La féverole. Ed Inst. Techn. Gr. Cult (T.T.G.C),13p.
- HOFFMANN A. et LABEYRIE V., 1962.** Sous famille des Bruchidae. In Balachowsky A.S., Entomologie appliquée à l'agriculture. Coléoptère, Tome I, Volume I, Ed. Massonet Cie, pp 185-188.
- HOFFMANN A., 1945.** Faune de France, Bruchidae, Ed. Paul le chevalier, Paris T44,184 p
- 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. 147p.
- 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.
- HOFFMANN A., LABEYRIE V. BALACHOWSKY A.S., 1962.** Famille des Bruchidae in entomologie appl. A l'agriculture, 434-494, (1), BALACHOWSKY Ed. Masson publ., Paris, 564 p.
- 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.

- 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. Maghreb Ed. Tunisia, 450 pp.
- KANIUCZAK, Z., 2004.** Seed damage of field bean (*Vicia faba* L. var. *minor* Harz.) caused by broad bean weevil (*Bruchus rufimanus* BOH). (Coleoptera: Bruchidae). J. Plant Prot. Res. 44, 125-130.
- KACIMI N., 2016.** Activité insecticide de l'huile essentielle de l'*Eucalyptus globulus* sur les adultes de la bruche de la fève *Bruchus rufimanus* BOHN (1833) durant la période de diapause reproductrice.
- KACEL F., 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 II Science Agronomique. 53p.
- KERGOAT, 2004.** Le genre *Bruchidius* (Coleoptera, Bruchidae) : un modèle pour l'étude des relations évolutives entre les insectes et les plantes. Thèse de Doctorat. Université Paris 6- Pierre et Marie Curie. 188p.
- 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.
- KHALDI R., ZEKRI S., MAATOUGUI M.E.H. et BEN YASSINE A., 2002 :**
l'économie des légumineuses alimentaires au Maghreb et dans le monde. Proceedings du 2^{ème} séminaire du réseau REMAFEVE/REMALA, « le devenir des légumineuses alimentaires dans le Maghreb », Hammamet, Tunisie, 100p.
- LAWES, D. A., BOND, D. A., POULSEN, M. H., 1983.** Classification, Origin, Breeding methods and objectives, the Fabae bean. Ed. Hebblethwaite, Betherworth, London, 74p.
- LEGUEN J. et DUC G., 1992.** La féverole : amélioration des espèces végétales cultivées ; objectif et variété de sélection. INRA. Paris. 189-203pp.
- IAUMONIER R., 1979.** Culture légumières et maraichère, Tome III. Ed. J.B. BAILLIÈRE. 276p.
- LEPESME P., 1944.** Les coléoptères des denrées alimentaires et des produits industriels entreposés Ed. Paul. Le chevalier, Paris 335p.
- LEFEVRE K.S., 1988.** Extrinsic and intrinsic control of diapause termination in the colorado potato beetle. Ph.D. thesis, Agricultural University, Wageningen, 115p.
- LABEVRIE, V., MAISON, P., 1957.** Techniques culturales concernant la préservation du haricot contre la bruche *Acanthoscelides obtectus* Say. Rev. Zool. Agric. 10, 1-18.

- LIENARD, V., SECK, D., 1994.** Revue des méthodes de lutte contre *Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera : Bruchidae), ravageur des graines de niébé (*Vigna unguiculata* L. Walp) en Afrique Tropicale. InsectSci. Appli. 15(3), 301-311.
- MOUHOUUCHE, F., SADOU, M.K., 2001.** Stratégie de lutte chimique contre la bruche de la fève *Bruchus rufimanus* (BOH.). revue céréaliculture N° 36, ed. I.T.G.C. 21-26.
- MATLOSZ, I., 1998.** Results of studies on susceptibility of some field broad bean cultivars to seed damage by broad bean weevil (*Bruchus rufimanus* Boh.) in Rzeszów region. Journal of Plant Protection Research, 38: 154–157.
- MAUCHAMP B., 1988.** Physiologie – Comportement. La diapause ou comment passer l’hiver dehors quand on est un insecte. Insecte N° 69, 6p.
- MEDJDOUB-BENSAAD, 2007.** Etude bioécologique de la bruche de la fève *Bruchus rufimanus* (BOH. 1833) (Coleoptera : Bruchidae). Cycle biologique et diapause reproductrice dans la région de Tizi-Ouzou. Thèse de doctorat en Sciences Biologiques, U.M.M.T.O., 126p.
- 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.
- MAATOUGUI M.E., 1996.** Situation de la culture des fèves en algérie et perspective de relance. Céréaliculture 29 : 6-18.
- MEZANI S., 2011.** Bioécologie de la bruche de la fève *Bruchus rufimanus* Boh. (coleoptera : Bruchidae) dans des parcelles de variétés de fève différentes et de féverole dans la région de Tizi Rached (tiziouzou). Thèse de Magister U. M .M.T.O. en sciences biologiques, 81p.
- PERRON J-Y., 2006.** Référence. Production légumineuses. 2ème Ed. Duc, Paris, 613 p.
- PATRICK M., DELVAUX C., 2008.** Le truffaut : encyclopédie pratique illustrée du jardin . 41 éme édition .larousse. Paris, 850p.
- PANCHOUT F., 2007.** Physiologie des insectes- le système reproducteur. Le Monde des insectes. 60p.
- RACHEF S.A, OUAMER F, OUFFROUKH A (2005).** Inventaire des ravageurs de la fève en Algérie (identification et caractérisation). Recherche agronomiques. 16 : 36-41.
- SAADA O. et OSMANI T., 2003.** Bio ecologie de la bruche de fève *Bruchus rufimanus* (BOH) 1833 (coléoptera : bruchidae) dans les régions de tizirached et beni-Douala Mémoire Ing. Eco . An. U.U.M.M.T.O. 78p.
- SZAFIROWSKA, A., 2013.** The role of cultivars and sowing date in control of broad bean weevil (*Bruchus rufimanus* Boh.) in Organic Cultivation. Veg. Crops Res. Bull. 77, 29-36. doi:10.2478/v10032-012-0013-2.

SACCHI C.F. et TESTARD P., 1971. Ecologie animale, organisme et milieu. Dunod, Paris, 444p.

SERPEILLE, A., 1991. La bruche du haricot : un combat facile. Bull. F.N.M.S. (116), 32-54.

TAUPIN, P., 2003. La bruche de la fève. La fève fortement attaquée. Proéagineux d'hiver : penser à diversifier ses rotations. (293), 72-73.

TRAN B., 1992. Caractérisation de l'état diapausant et induction de l'activité reproductrice chez *Bruchus rufimanus* Boh. (Coléoptera : Bruchidae). Thèse Doctorat science de la vie biologique des populations université F. Rabelais Tours, 99p.

TAUPIN 1985, BERN .et DARDY 1987. Les ravageurs de la féverole phytoma Def. cult., pp43-45.

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.

WOLDA H. et DENLINGER D.L., 1994. Diapause in a large aggregation of a tropical beetle. Ecol. Entomol. 9: 217-230.

ZAIDI A. ET MAHIOUT B., 2012. Voyage au cœur des aliments. 200p.

Sites internet consultés

1. [https://uses.plantnet-project.org/fr/Vicia_faba_\(PROTA\)](https://uses.plantnet-project.org/fr/Vicia_faba_(PROTA)).
2. <https://sante.lefigaro.fr/mieux-etre/nutrition-aliments/feve/que-contient-feve>.
3. <http://pp-aprifel.ecritel.net/fiche-nutri-produit-composition-fave,121.htm>
the germination and seedling growth of two cultivars of vicia faba. Journal of food composition and analysis 24, 391-397.
4. <https://www.google.com/search?q=le+cycle+biologique+de+la+bruche+de+la+fève>.
5. <https://www.sciencedirect.com> > science > article > pii.

Résumé

L'huile essentielle d'*Eucalyptus kalatus* est testée sur la longévité des individus mâles et femelles de *Bruchus rufimanus* durant la période de diapause par deux méthodes en inhalation et en répulsion. Par inhalation, l'huile essentielle d'*E. kalatus* a 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% dans une durée courte. La mortalité atteint 100% après 24h d'exposition pour la dose 2,5 et 3 μ L, et après 48h pour la dose 1 et 2 μ L. Le sexe joue un rôle important dans la mortalité, pour la dose 2 et 3 μ L l'huile essentielle a 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 3 μ L, et moins élevé pour la dose 1 et 2 μ L.

Mot clés: *Eucalyptus kalatus*, *Bruchus rufimanus*, inhalation, répulsion, toxicité.

Abstract

Eucalyptus Kalatus Essential oils are tested on the longevity of male and female individuals of *Bruchus rufimanus* during the period of diapauses by two methods in inhalation and in repulsion. By inhalation, the essential oils of *E. kalatus* has various effects on the mortality of male and female individuals, the doses and the duration of exposure which show that the more the dose increases the more mortality reaches 100% in a short duration. Mortality reaches 100% after 24 hours of exposure for doses 2,5 μ L and 3 μ L and after 48 hours for doses 1 μ L and 2 μ L.

Sex plays an important role in mortality, for doses 2 μ L and 3 μ L the essential oil has a higher effect on males than on females by repulsion, the rate of repulsion is high for doses 2,5 μ L and 3 μ L and lower for doses 1 μ L and 2 μ L.

Key words : *Eucalyptus kalatus*, *Bruchus rufimanus*, inhalation, repulsion.