

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université Mouloud MAMMERRI de TIZI-OZOU
Faculté des Sciences Biologiques et Sciences Agronomiques
Département d'Agronomie



Mémoire de fin d'études

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

Spécialité : Protection des végétaux

THEME

Effet biocide de l'huile essentielle de l'oranger *Citrus sinensis* L. à l'égard des adultes mâles et femelles diapausants de la bruche de la fève *Bruchus rufimanus* Boh 1833 (Coleoptera : Bruchidae)

Présenté par :

-M^{elle} Djebra Hanane

- M^{elle} Djennadi Sara

Soutenue devant le jury composé de :

Présidente : M^{me} LAKABI Lynda M.C.A, UMMTO

Promotrice : M^{me} MEDJOUR-BENSAAD Faroudja Professeur, UMMTO

Co-Promotrice : M^{elle} GUERMAHDyhia M.C.B, UMMTO

Examinatrice : Mme LEMBROUK Lilia M.C.B, UMMTO

Année universitaire : 2021/2022

Remerciements

Avec l'aide de Dieu tout puissant que ce modeste travail a pu être réalisé, Dieu qui nous a donné vaillance et lucidité, Dieu merci.

*Nos remerciements sont exprimés à madame **MEDJDOUB-BENSAAD F** professeur à l'université **MOULOUD MAMMERI** de Tizi-Ouzou, pour nous avoir encadré et d'avoir proposé cette thématique.*

*Nos chaleureux remerciements à notre Co-promotrice **Melle GUERMAH D** maître de conférence classe **B** à l'**UMMTO**, pour l'admission et l'attention qu'elle nous a donné, d'avoir suivi et guidé ce travail, sa disponibilité, ses nombreux conseils, sa confiance en nous ont été des encouragements, repères pour nous tout au long de la réalisation de ce mémoire.*

*Nous tenons à remercier madame **LAKABI-AHMANACHE L** maître de conférence classe **B** à l'**UMMTO**, d'avoir accepté de présider notre jury.*

*Nous remercions très sincèrement madame **EL MEBROUK L** maître de conférence classe **B** à l'**UMMTO**, d'avoir accepté avec une grande amabilité d'être parmi notre jury.*

Nous adressons aussi notre profonde reconnaissance à l'équipe de laboratoire qui nous a permis de réaliser ce travail dans les meilleures conditions, grâce à leur disponibilité et leur expérience. Nous les remercions de nous avoir fait confiance.

Nous remercions tout ceux qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire

Dédicace

Je dédie ce travail :

Aux deux personnes les plus chères au monde, ma mère et mon père, pour leur tendresse, amour et confiance, leur soutien et sacrifices, leur stimulante fierté. Je ne les remercierai jamais assez, pour tout ce qu'ils ont fait pour moi.

A mes deux chers frères RABAH et SAID

A ma très chère et unique sœur SAMIA

A mes chers grands parents maternelle, pour leur affection qui a été d'un grand secours au long de ma vie.

A tout mes cousins et cousines

A toutes mes tantes et mes oncles.

A mes adorables amies, en particulier : ROZA, RAZIKA, NESRINE.

A mon cher binôme SARAH, et toute sa famille.

HANANE

Dédicace

Je dédie ce modeste travail

A ma mère. Pour son amour, ses encouragements et ses sacrifices.

A mon père. Pour son soutien, son affection et la confiance qu'il m'accordé.

A mes chers frères : LAMINE et SILAS.

*A ma chère et unique sœur : LILIA et son mari NACER. Ainsi que leurs enfants
ILYANE et ELYNA.*

*A la mémoire de mon cher oncle MOURAD que le bon dieu le garde dans son
vaste paradis.*

A tous les membres de ma famille.

A toutes mes amies, particulièrement ZAKIA.

A ma chère amie HANANE avant d'être mon binôme.

SARAH

Liste des tableaux

Tableau 1 : composition chimique de 100g net de fève (DAOUI, 2007).....	6
Tableau 2 : Evaluation de la superficie et production de la fève et féveroles en Algérie (FAO, 2016).	7
Tableau3 : Evaluation de la superficie et production de la fève dans la wilaya de Tizi-Ouzou (FAO, 2017).....	8
Tableau 4 : compositions chimiques d'huile essentielle <i>Citrus sinensis</i>	23
Tableau 5 : pourcentage de répulsion selon le classement de Mc Donald et <i>al.</i> , (1970)...	26
Tableau 6 : Taux moyen de répulsion des adultes mâles de <i>B. rufimanus</i> en fonction de dose.....	34
Tableau 7 : Taux moyen de répulsion des adultes femelles de <i>B. rufimanus</i> en fonction de dose de l'huile essentielle de <i>C. sinens</i>	34

Liste de figures :

Figure 1 : un aspect sur la plante hôte vicia faba (ORIGINALE 2022).....	4
Figure 2 : Stades phénologiques de la fève (SIMONNEAU, et al., 2012).....	5
Figure 3 : œufs déposés par la femelle de la bruche de la fève <i>Bruchus rufimanus</i> (ORIGINALE, 2022).....	14
Figure 4 : Larve du bruche de la fève <i>B.rufimanus</i> (ORIGINALE 2022).....	15
Figure 5 : Nymphe de la bruche de la fève <i>B.rufimanus</i> (ORIGINALE 2022).....	15.
Figure 6 : adultes de <i>B. rufimanus</i> (ORIGINALE, 2022).....	16
Figure 7 : forme du dernier segment abdominal de <i>B. rufimanus</i> (MEDJDOUB-BENSAAD, 2007) a : mâle b : femelle.....	16
Figure8 : Dégâts causés par <i>B .rufimanus</i> sur les graines <i>V .faba</i> (ORIGINALE, 2022)...	18
Figure 9 : graines de <i>V. faba</i> infestées (ORIGINALE, 2022).	21
Figure 10 : étapes d'extraction de <i>B. rufimanus</i> (ORIGINALE, 2022).....	22
Figure 11 : huile essentielle <i>Citrus sinensis</i> (ORIGINALE, 2022).....	22
Figure 12 : arbre d'oranger <i>Citrus sinensis</i> (ORIGINALE, 2022).....	23
Figure 13 : matériel du laboratoire utilisé (ORIGINALE, 2002).....	24
Figure14 : test par inhalation (ORIGINALE, 2022).....	25
Figure15 : mortalité des bruches diapausants de <i>B.rufimanus</i> mâles et femelles traitées par inhalation avec l'huile de <i>C. sensis</i> à dose de 1ul en fonction du temps.....	27
Figure 16 : mortalité des bruches diapausants de <i>B.rufimanus</i> mâles et femelles traitées par inhalation avec l'huile de <i>C. sensis</i> à dose 2ul en fonction du temps.....	28
Figure 17 : mortalité des bruches diapausants de <i>B.rufimanus</i> mâles et femelles traitées par inhalation avec l'huile de <i>C. sensis</i> à dose 3ul en fonction du temps.....	29
Figure 18 : mortalité des bruches diapausants de <i>B.rufimanus</i> mâles et femelles traitées par inhalation avec l'huile de <i>C. sensis</i> à dose 4ul en fonction du temps.....	30

Figure 19 : mortalité des bruches diapausants de *B.rufimanus* mâles et femelles traitées par inhalation avec l'huile de à dose 5ul en fonction du temps.....31

Figure 20 : Taux de répulsion des adultes mâles et femelles de la *B. rufimanus* testés par l'huile essentielle de *C. sinensis*.....33

Sommaire :

Introduction

Chapitre I : Généralité sur la plante hôte *Vicia faba* L

1. Description botanique de <i>Vicia faba</i>	3
2. Position systématique.....	3
3. Cycle phénologique de la fève.....	4
4. Origine et air répartition géographique de la fève.....	5
5. Intérêts cultureux de la fève.....	5
5.1. Intérêt agronomique.....	5
5.2. Intérêt alimentaire.....	6
6. Situation de la culture de la fève.....	7
6.1. En Algérie.....	7
6.1.1. Dans la willaya de Tizi-Ouzou.....	8
7. Contraintes de la culture des fèves en Algérie.....	9
7.1. Contraintes abiotiques.....	9
7.2. Les contraintes culturelles et socio-économiques.....	10
7.2.1. Contraintes culturelles.....	10
7.2.2. Contraintes socio-économiques.....	10
7.3. Contraintes biotiques.....	10
7.3.1. Plantes supérieures parasites.....	10
7.3.2. Maladies fongiques.....	10
7.3.2.1. Botrytis.....	11
7.3.2.2. Rouille.....	11
7.3.2.3. Anthracnose.....	11
7.3.2.4. Mildiou	11
7.3.3. Principaux ravageurs de la fève.....	12

Chapitre II : Synthèse bibliographique sur la bruche de la fève *Buchus rufimanus*

1-Origine et air répartition géographique de <i>B.rufimanus</i>	13
2. Position systématique	14
3. Description de <i>B. rufimanus</i>	14
3.1 Œufs.....	14
3.2 Larves.....	15
3.3 Nymphes.....	15
3.4. Adultes.....	16
4. Biologie de <i>B. rufimanus</i>	16
4.1. Hivernation.....	17
4.2. Appareil reproducteur.....	17
4.3. Ponte.....	17
4.4. Stade larvaire et adulte	17
5. Dégâts causés par <i>B. rufimanus</i> sur la fève.....	18
6. Moyens de lutte contre <i>B.rufimanus</i>	19
6.1. Lutte préventive	19
6.2. Lutte curative	19
6.2.1. Lutte chimique.....	19
6.2.2 Lutte physique	20
6.2.3. Lutte biologique.....	20

Chapitre III : Matériel et méthodes

1. Matériel biologique.....	21
1.1. Fève	21
1.2. Insecte	21
1.3. huile essentielle	22
1.3.1. Description de l'oranger	22
1.3.2. Position systématique.....	23
1.3.3. Composition chimique de l'huile essentielle	23
2. Matériel de laboratoire.....	24
3. Méthodes.....	24
3.1. Traitement par inhalation.....	24
3.2. Traitement par répulsion.....	25

4. Analyse statistique.....	26
-----------------------------	----

Chapitre IV : Résultats et discussion

1. Résultats du test appliqué par inhalation.....	27
1.1.1. Evaluation de l'effet biocide d'huile essentielle de <i>C. sensis</i> par inhalation sur les adultes diapausants de <i>B.rufimanus</i>	27
1.1.2. Evaluation de l'effet biocide d'huile essentielle de <i>Citrus sensis</i> par répulsion sur les adultes diapausants de <i>B.rufimanus</i>	33
2. Discussion.....	34
Conclusion.....	36
Références Bibliographiques.....	37

Les légumineuses sont très diversifiées, considérées comme étant le troisième plus grand groupe de plante au monde, elles appartiennent à la famille des Fabacées avec 3 sous famille Mimosoideae, Caesalpinioideae et Papilionoideae (DOYLE et LUCKOW 2003). La famille des Fabacées comporte plus de 20 000 espèces et 700 genres (GEPTS *et al.*, 2005), dont certains sont classées comme plantes légumineuses notamment les genres *Vicia*, *Cicer*, *Lens* et *Cajanus*.

A l'échelle mondiale, les légumineuses occupent la deuxième place, après les céréales, dans la production. Ainsi, elles sont parmi les cultures vivrières les plus cultivées par l'homme, les principales légumineuses alimentaires cultivées au Maghreb (Maroc, Algérie, Tunisie) sont le pois chiche, les lentilles, les haricots et la fève (BAMOUH, 1995; HAMADACHE *et al.*, 1997).

En Algérie, les légumineuses jouent un rôle très important dans la production agricole et l'économie nationale (AOUAR-SADLI *et al.*, 2008). 50% de la superficie réservée pour cette culture est répartie entre Tlemcen, Chlef, Skikda, Ain Timouchent et Biskra (MERADSI, 2009).

Il faut parler de l'importance de la fève ici

Malgré cette importance et stimulation de la culture de la fève, elle est toujours exposée de nombreuses menaces d'ordre abiotiques notamment les gelées printanières, le froid hivernal, la chaleur, la salinité etc. Et biotique à savoir les maladies fongiques, les adventices, les insectes ravageurs etc. Réduisant les récoltes à un niveau considérable (MAATOUGUI, 1996).

Cette culture peut être attaquée par plusieurs ravageurs tel que les insectes comme la sitone du pois *Sitona lineatus*, le puceron noir *Aphis fabae* et la bruche de la fève *Bruchus rufimanus*. Cette dernière est un insecte phytophage qui colonise les culture au moment de la phase de floraison de sa plante hôte et ne se reproduit que sur les gousses vertes (HUIGRARD *et al.*, 2011), il se développe au stade larvaire à l'intérieur des graines des légumineuses du genre *Vicia* et devient ainsi non commercables et inconsommables.

Dans le cadre de la lutte contre ce ravageur, plusieurs méthodes essentiellement chimiques sont illustrées. Cependant, compte tenu des nuisances associées à l'utilisation des pesticides, à savoir la sélection des souches résistantes, pollution de l'environnement et intoxications, la recherche de méthodes de lutte alternatives s'impose. Il est fait l'état des

différentes méthodes de protection des stocks pratiquées en alternative ou combinées avec les pesticides (GUEYE, 2011).

Ces dernières années, les huiles essentielles considérées comme étant des voies les plus explorées dans la régulation des ravageurs. Leur application dans la protection des stocks a fait l'objet de nombreux travaux (KELLOUCHE et MOUHOUCHE, 2005 ; GUEYE, 2011). Par ailleurs, certains travaux visent à utiliser les variétés sauvages pour la mise en place de certaines méthodes de lutte non polluantes pour protéger les denrées stockées car chaque plante est dotée d'un arsenal de composés défensifs généraux dont le rôle est d'assurer la protection des graines des denrées stockées (KARBACHE, 2009).

Notre travail a pour objet principal de tester l'effet de l'huile essentielle *Citrus sinensis* par deux modes d'action inhalation et répulsion sur les adultes mâles et femelles diapausants de la bruche de la fève *B. rufimanus*

Ainsi notre mémoire est scindé en quatre chapitres structurés comme suit :

- Le chapitre I généralité sur la plante hôte de la fève *Vicia faba*.
- Le chapitre II synthèse bibliographiques sur la bruche de la fève *Bruchus rufimanus*.
- Le chapitre III matériel et méthodes
- Le chapitre IV résultats et discussion

Nous terminerons notre étude par une conclusion et les références bibliographiques

1. Description botanique de *Vicia faba*

La fève est une légumineuse, annuelle qui appartient à la famille des Fabaceae, possédant 674 genres et plus de 18 000 espèces (POLHILL et *al.*, 1981). Les botanistes s'entendent à regrouper cette famille en trois sous-familles : Mimosoideae, Caesalpinioideae, Papilionoideae (Fig.1) (GEPTS et *al.*, 2005).

Selon LAUMONIER (1979), les racines sont pivotantes, puissantes et de taille importante allant jusqu'à un mètre de profondeur.

Les feuilles sont stipulées, alternes, composées-pennées et constituées de 2 à 6 folioles, amples, ovales, d'un vert glauque ou grisâtre. Le rachis se termine par une arête étroite droite ou courbe mais non enroulée en vrille qui représente la foliole terminale (BOYELDIEU, 1991).

Les fleurs sont grandes, 2 à 3 cm de long, prennent naissance en position axillaire (RAYNAUD, 1976). Elles sont de type papilionacé, blanches maculées de noir ou de violet, formées en petites grappes (PERON, 2006).

Les fruits sont des gousses de 25 à 30 cm de long, elles renferment trois à huit graines de grosseur et de teinte variable selon les variétés (ZUANG, 1991; BOYELDIEU, 1991).

La graine est la plus volumineuse de toutes les espèces légumières; elle est charnue et de couleur vert tendre à l'état immature puis d'un brun-rouge à maturité et prend une forme aplatie au contour arrondi (CHAUX et FOURY, 1994).

2. Position systématique

Selon CRONQUIST (1981), *V. faba* est classée comme suit :

- Règne.....Végétal
- Sous règneCormophytes
- Embranchement.....Spermaphytes
- S/Embranchement.....Angiospermes
- Classe.....Dicotylédones
- S/ClasseDialypétales
- Ordre.....Fabales
- Famille.....Fabacées (Légumineuses)
- S/Famille.....Papilionacées
- Genre*Vicia*
- Espèce.....*Vicia faba* Linné, 1753.

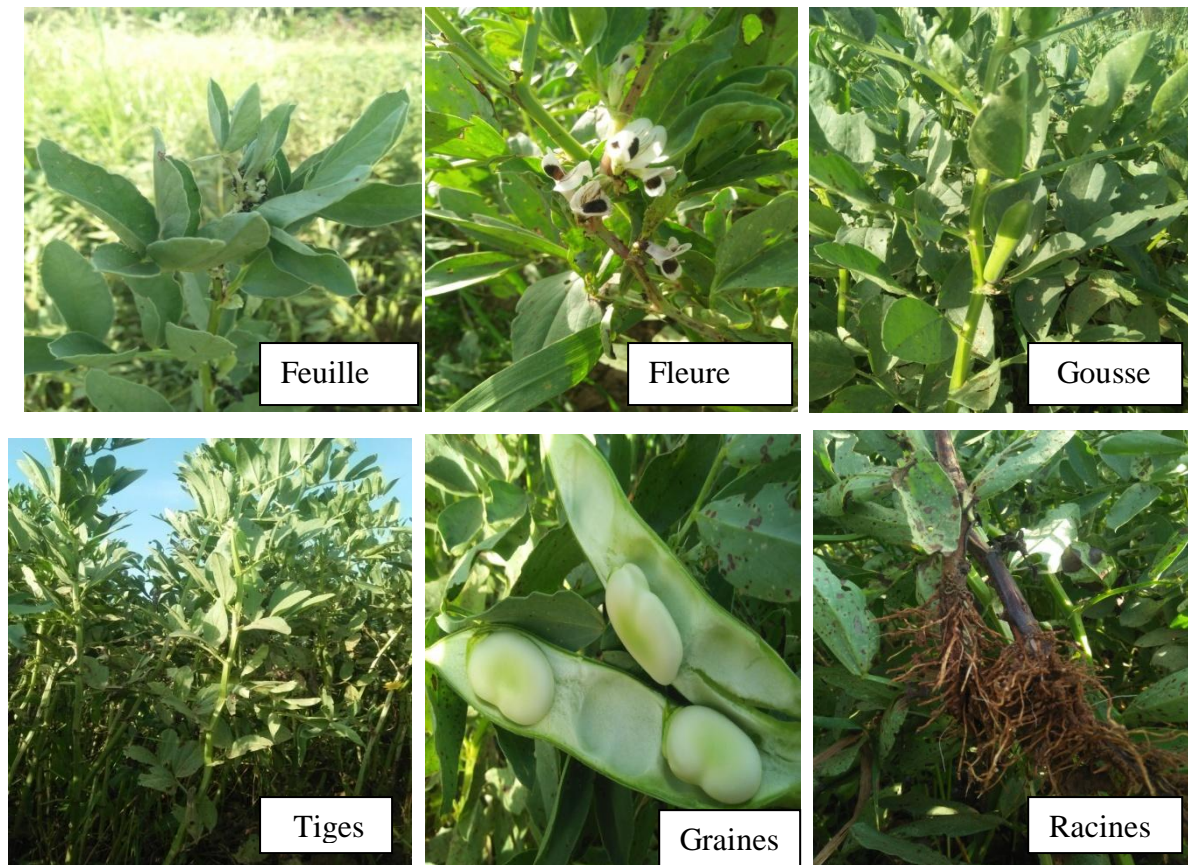


Figure 1 : Caractères botaniques de la plante hôte *Vicia faba* (Originale, 2022).

3. Cycle phénologique de la fève

La fève est une plante annuelle accomplissant son cycle en 24 à 28 semaines (LAUNONIER, 1979). Son cycle complet allant de la graine à la graine est d'environ 5 mois (CHAUX et FOURY, 1994). Selon PLANQUAERT et GIRARD (1987), *V. faba* à une période végétative courte qui passe par 6 stades avant d'atteindre le stade maturation (Fig. 2).

- 1- Stade de levée : correspond à la sortie de la première paire de feuilles.
- 2- Stade deux feuilles : apparition de deux paires de folioles.
- 3- Début de floraison : ce stade correspond à l'apparition des bouquets floraux
- 4- Stade de pleine floraison : c'est le début de la formation des gousses.
- 5- Maturité : c'est le grossissement des gousses.
- 6- Récolte : c'est la récolte des gousses sèches.

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. En Algérie ces étapes sont comprises comme suit :

- Le semis : Novembre
- La levée : Décembre

- Floraison : Février-Mars
- Formation des gousses : Mars-Avril
- Maturité : Mai
- Récolte : Début Juin

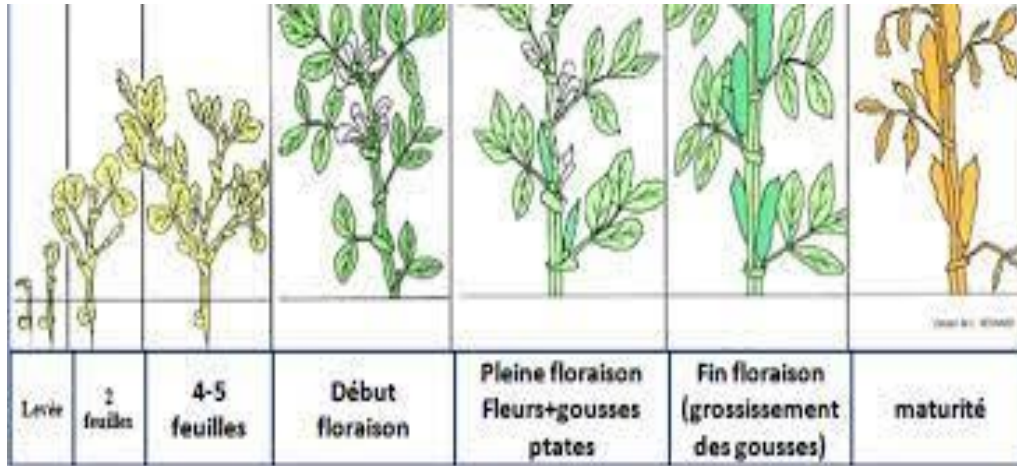


Figure 2 : Stades phénologiques de la fève (SIMONNEAU et *al.*, 2012).

4. Origine et air répartition géographique de la fève

Vicia faba est originaire des régions méditerranéennes du Moyen-Orient, elle est cultivée par l'homme depuis le néolithique (MATHON, 1985 ; DUPONT, 1990). Selon PERON (2006), la fève, le pois et la lentille sont les plus vieilles espèces légumières introduites en agriculture.

En Egypte des graines de fève ont été trouvées dans les tombes de XXIIe durant la dynastie des pharaons voir (2002-2004ans avant J.C). Elle s'accommode à tous les types de sols (HUIGNARD et *al.*, 2011).

Selon ZAIDI et MAHIOUT (2012), la fève est une plante cultivée par l'homme depuis la plus haute antiquité, elle est originaire des régions d'Asie Centrale, et est cultivait depuis près de 10.000 ans, elle se répandra par la suite dans toute l'hémisphère Nord.

5. Intérêts cultureux de la fève

5.1. Intérêt agronomique

D'après HUIGNARD et *al.* (2011), la culture des légumineuses est la plus respectueuse de l'environnement puisque ce sont les seules plantes à assurer leur propre approvisionnement en azote grâce à l'activité de bactéries symbiotiques, du genre *Rhizobium*. De ce fait, la fève joue un rôle non négligeable dans l'enrichissement des sols en azote. Selon HAMADACHE (2003), elle améliore la teneur du sol en azote, avec un apport annuel de 20 à

40 kg/ha. Elle est aussi appréciée en tant que bon précédent cultural pour la céréaliculture, notamment, via les reliquats d'azote laissés (RACHEF et OUFFROUKHA, 2005).

Vicia faba améliore les prélèvements phosphatés chez le maïs qui lui est associé, elle améliore également, grâce à ses sécrétions racinaires, la disponibilité du phosphore du sol pour le blé qui la succède (AL-GHAMDI et AL-TAHIR, 2001).

5.2. Intérêt alimentaire

La fève est assez riche en protéine (22-35%) (0), les graines de fève permettent un apport protéique important pour l'homme et les animaux (PERON, 2006 ; DAOUI, 2007; GOYOAGA et al., 2011). Les teneurs élevées en amidon et en protéines (30%) lui donnent une valeur énergétique assez élevée, proche de celle du blé (CHAIEB et al., 2011).

BRINK et MELESE-BELAY (2006) rapportent que *V. faba* est une excellente source de fibres alimentaires, d'énergie et glucides complexes. Elle est également riche en vitamines C, B1, B2 et E et en minéraux dont le calcium, le cuivre, le fer et le phosphore (GORDON, 2004).

Selon DAOUI (2007), cette légumineuse a une teneur en protéine élevée et est une excellente source de fibres solubles et insolubles, de glucides complexes, de vitamines (B9 et C) et de minéraux (en particulière le potassium, le phosphore, le calcium, le magnésium, le cuivre, le fer et le zinc). Dans le tableau suivant est présentée la composition chimique pour une valeur de 100g net de la fève :

Tableau 1 : composition chimique de 100g net de fève (DAOUI, 2007).

Compositions (g) Vitamine (mg)	Minéraux (mg) Apports énergétiques
Glucides10,0	Potassium210,0
Protides 5,40	Phosphore105,0
Lipides 0,30	Calcium24,0
Eau82,0	Magnésium18,00
Fibres alimentaire6,50	Soufre27,00
	Sodium4,00
	Chlore 14,00
Vitamine (mg)	Apports énergétiques
Acide ascorbique82,00	K calories.....64,00
Provitamine A (carotène)0,100	K joules 268,0

B1 (thiamine).....	0,300
B2 (riboflavine).....	0,200
B3 (nicotamide).....	1,800

6. Situation de la culture de la fève

6.1. En Algérie

La culture de la fève et la fêverole en Algérie n'ont pas encore bénéficiées de toute l'attention nécessaire devant assurer leur développement et continuent d'être marginalisées à tel point que des régressions importantes en superficies ont été enregistrées depuis 1987. D'autre part, la productivité et la production (faible) n'ont pas connu d'amélioration ce qui a engendré le recours aux importations pour satisfaire la consommation qui elle a nettement augmentée (MAATOUGUI, 1997). Selon FELIACHI (2002) la fève est cultivée sur l'ensemble des zones agro-écologiques d'Algérie : les plaines côtières, les plaines intérieures, les Hauts Plateaux et au niveau de la région de Biskra.

Les données statistiques agricoles sur la superficie et la production de la fève en Algérie pour les décennies 1999-2009 sont présentés dans le tableau suivant :

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

Compagne 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 les données présentées dans le tableau 2, la superficie moyenne réservée pour la culture de la fève en Algérie est de 35267,6 ha rapporté en 2016. Elle présente des variations d'une année à une autre, ce qui influe sur la production qui varie aussi, sur une moyenne de dix années. Nous constatons également des fluctuations du rendement, qui présente une moyenne 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.

6.1.1. Dans la wilaya de Tizi-Ouzou

La culture de la fève s'étend sur de grandes surfaces dans la wilaya de Tizi-Ouzou. Elle occupe une place très importante, dans l'art culinaire de cette région. Elle est cultivée soit par des agriculteurs dans le but de la commercialiser, le plus souvent traditionnellement dans des petits jardins destinés à l'autoconsommation.

Les données statistiques agricoles sur la superficie et la production de la fève dans la région de Tizi-Ouzou pour la décennie 2006-2016 sont présentées dans le tableau ci-dessous :

Tableau3 : Evaluation de la superficie et production de la fève dans la wilaya de Tizi-Ouzou (FAO, 2017).

Compagne agricole	Superficie (ha)	Production (qx)	Rendement (qx/ha)
2006-2007	815	53286	65,38
2007-2008	1055	72131	68,37
2008-2009	1107	83965	75,84
2009-2010	1205,5	95865,5	79,52
2010-2011	1099	73699	67,06
2011-2012	1269	99116	78,10
2012-2013	1239	100954	81,48
2013-2014	1128	97283	86,24
2014-2015	1009,1	76518	75,82
2015-2016	1001,1	82809	82,71
Moyenne	1092,7	83562,65	76,05

D'après les données présentées dans le tableau 3, la superficie moyenne réservée pour la culture de la fève dans la wilaya de Tizi-Ouzou est de 1092,7 ha rapporté en 2017. Elle présente des variations d'une année à une autre, ce qui influe sur la production qui varie aussi,

dont la moyenne de dix ans est de 83562,65qx, également nous constatons des fluctuations du rendement, qui présente une moyenne de 76,05qx/ha.

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

7. Contraintes de la culture des fèves en Algérie

La production de la fève en Algérie est marginalisée, les rendements sont très médiocres même si la superficie est importante. Cette situation est induite par la conjugaison de plusieurs contraintes, certaines peuvent affecter la totalité de l'aire de production.

7.1. Contraintes abiotiques

Le froid hivernal et les gelées printanières causent la coulure des fleurs et la mortalité des plantes. C'est la principale contrainte dans la zone des hauts plateaux et dans les plaines intérieures (MAATOUGUI, 1996).

La sécheresse est l'un des facteurs limitant la productivité des cultures dans le monde. Le déficit provisoire de l'eau peut se produire presque à n'importe quelle étape de la croissance partout où la fève est cultivée; en climat méditerranéen, la sécheresse se produit pendant la période de floraison (KHAN *et al.*, 2010). C'est une contrainte majeure aussi bien sur les hauts plateaux que sur les plaines littorales (MAATOUGUI, 1996).

La chaleur est le facteur le plus néfaste dans les zones sahariennes ainsi que dans les hauts plateaux et les plaines intérieures. Dans ces zones, les vents chauds (sirocco) dessèchent et affectent la production des gousses et limitent aussi la grosseur des graines (MAATOUGUI, 1996).

La salinité est un problème spécifique aux zones sahariennes dans lesquelles la fève est irriguée à l'aide de l'eau assez chargée en sodium (MAATOUGUI, 1996).

7.2. Les contraintes culturelles et socio-économiques.

7.2.1. Contraintes culturelles

Malgré ses différents avantages, la culture de la fève ne suscite pas l'intérêt qu'elle mérite, sa productivité moyenne est variable et faible à cause de sa conduite culturale traditionnelle (MAATOUGUI, 1996). Cette conduite est caractérisée par :

- L'utilisation d'un matériel végétal de faible productivité.
- La régression des superficies.
- Le manque de semences certifiées.
- Le contrôle insuffisant des adventices.
- L'absence de mécanisation.

7.2.2. Contraintes socio-économiques

Selon ZAGHOUANE (1991), les contraintes sociotechniques rencontrées dans la culture de la fève sont nombreuses, nous avons :

- Le manque de mains d'œuvres.
- Les difficultés dans le financement.
- La concurrence des produits importés souvent de meilleure qualité et bien emballé.
- Les prix exorbitant et l'indisponibilité des intrants, tels que: les fertilisants, les herbicides et les pesticides.

7.3. Contraintes biotiques

Les principales contraintes biotiques entravant une meilleure productivité chez la fève en Algérie sont :

7.3.1. Plantes supérieures parasites

L'Orobanche est une plante holoparasite sans chlorophylle, qui dépend totalement de son hôte pour accomplir son cycle biologique (CUBERO et HERNANDEZ, 1991).

La fève émet des exsudats racinaires favorisant la germination et la levée de la graine d'Orobanche à partir du mois d'avril. Cette plante parasite émet des suçoirs au niveau de la racine de la fève et détourne la sève élaborée à son profit (AIT ABDELLAH et HAMADACHE, 1996).

La présence de cette plante occasionne des pertes considérables pouvant entraîner la destruction totale de la culture de fève (GRENZ et *al.*, 2005 ; ABBES et *al.*, 2010).

7.3.2. Maladies fongiques

D'après MESSIAEN (1981), les maladies des plantes peuvent être provoquées par des organismes de nature très diverses (virus, bactéries et champignons).

Les principales maladies fongiques affectant la fève sont :

7.3.2.1. Botrytis

Cette maladie laisse apparaître des taches chocolatées causée par deux espèces de Botrytis : *B. fabae* et *B. cinerea*, c'est l'une des maladies les plus dévastatrices affectant la fève (FERNANDEZ-APARICIO et al., 2011).

Selon BOYELDIEU (1991), elle se développe lorsque la température est douce et l'air humide, les premiers symptômes signalés sont des taches foncé-brunes invisibles, entourées par un anneau orange-brun sur les feuilles, les fleurs et les tiges. Elles finissent par provoquer des nécroses importantes à l'origine d'une chute précoce de feuilles. C'est lors de la floraison que la maladie est la plus nuisible, car elle provoque la coulure des fleurs (STODDARD et al., 2010).

7.3.2.2. Rouille

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

7.3.2.3. Anthracnose

L'anthracnose est causée par *Ascophyta fabae*, la maladie se manifeste par des petites taches claires, qui évoluent en grosses taches sur les feuilles. Elle entraîne la mort des plants dès la levée et peut provoquer l'éclatement des tiges et des gousses (PLANQUAERT et GIRARD, 1987). Des semences atteintes constituent une source de propagation de cette maladie (BLANCARD et al., 1991).

7.3.2.4. Mildiou

Les agents responsables du mildiou sont *Peronospora fabae* et *Peronospora viciae*. Lors d'attaques précoces, sur les plantes jeunes, en entraînant le nanisme et la déformation de la tige et des feuilles (CHAUX et FOURY, 1994), et un dessèchement de la partie terminale des plantes (BLANCARD et al., 1991). Les attaques montrent la formation d'un feutrage gris à la face inférieure des folioles (STODDARD et al., 2010). La maladie apparaît principalement à partir du début de la floraison jusqu'à la fin du développement des gousses (BOYELDIEU, 1991).

7.3.3. Principaux ravageurs de la fève

Les principaux ravageurs pouvant s'attaquer à la fève sont regroupés dans le tableau 4.

Tableau 4 : principaux ravageurs de la fève avec leurs dégâts et moyens de lutte (MAOUI et al., 1990).

Ravageurs	Dégâts	Moyens de lutte
Sitone du pois <i>Sitona lineatus</i>	Les adultes s'attaquent aux feuilles des plantes : ils provoquent des destructions des adultes des encoches semi-circulaires.	Traitement des semences par le deltaméthine à 25g/l = 0.5l/ha.
Nématodes des tiges <i>Ditylenchus dipsaci</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 par traitement a base de deltaméthine à 25g/l = 0.5l/ha.
Pucerons de la fève <i>Aphis fabae</i>	Diminution de nombre de graines par gousse ainsi que poids des graines. Dessèchement des feuilles.	Intervention phytosanitaire au début de la floraison des pieds portent des pucerons ailés par le deltaméthine à 25g/l = 0.5l/ha.
Lixe des fèves <i>Lixus algerus</i>	Affaiblissement de la plante. Réduction de poids moyen des graines. Dessèchement précoce et diminution de rendement.	Destruction des adultes à partir de la floraison par le Deltaméthine à 25g/l = 0.5l/ha)
La bruche de la fève <i>Bruchus rufimanus</i>	Performation des graines et perte de leur pouvoir germinatif.	Destruction des adultes Thiodan (endosulfan 350g/l = 1.75 à 2l/ha).

Les insectes représentent plus de la moitié des organismes vivants connus, ils sont ainsi le groupe qui a opéré la plus spectaculaire diversification sur terre. Plus de la moitié des espèces connues jusqu'à présent .parmi eux plusieurs coléoptères pour la plupart sont des phytophages. Les bruches ne représentent qu'une minorité sur les 135 000 espèces de Coléoptères phytophages (DALY et *al.*, 1998).

En effet, selon HUIGNARD et *al.* (2011), les Coléoptères Chrysomelidae Bruchidae sont des insectes séminivores qui se développent aux dépens des graines de légumineuses sauvages et cultivées. Les femelles vont chercher leur plante hôte, puis les gousses qui serviront de substrat de ponte et qui contiennent les graines où a lieu le développement larvaire. D'après JOHNSON (1981), il existe 33 familles végétales qui peuvent servir de plantes hôtes aux bruches dont 84% d'entre elles sont des légumineuses.

Le développement des bruches se fait en général à l'intérieur d'une seule graine de légumineuse, Ce qui les rend des ravageurs des denrées ; qui peuvent causer des dégâts au champ, mais surtout nuisibles dans les stocks sur les graines (YUSRAMOS et *al.*, 2007). Les bruches sont des coléoptères de petite taille entre 1,3 à 5 mm, elles sont caractérisées par une forme courte, ramassée et globuleuse **moyenne** (BALACHOWSKY, 1962).

La bruche de la fève (*B. rufimanus*) est une bruche monovoltine (une seule génération par an), dont les principales plantes hôtes sont les légumineuses du genre *Vicia* notamment les variétés de fèves cultivées *Vicia faba* (HOFFMANN et LABEYRIE, 1962).

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

La bruche de la fève (*B. rufimanus* BOH) est un insecte cosmopolite originaire de l'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. Cet insecte est aussi présent aux Iles Canaries, en Amérique et au Maroc (HOFFMANN, 1945 ; BOUGHDAD, 1994).

2. Position systématique

Selon HOFFMAN et *al.* (1962) et BUKEY(2010), la classification du bruche de la fève est la suivante :

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

3. Description de *B. rufimanus*

La bruche de la fève est un insecte holométabole dont le cycle passe par 4 stades de développement, œuf, larve, nymphe et adulte

3.1 Œufs

Les œufs de *B.rufimanus* sont un aspect gélatineux de 0,5 mm de long et 0,25 mm de large, ils sont lisses et ne présentent pas d'ornementations visibles du chorion (Fig .3) (Dupont, 1990).



Figure 3 : œufs déposés par la femelle de la bruche de la fève *Bruchus rufimanus* (Originale, 2022).

3.2 Larves

Les larves de *B.rufimanus* mesurent 5 à 6 mm de long, elles sont sub- cylindrique en forme C,de forme ovales, rétractées et aplaties dorso-ventralement (Casari et Teixeira, 1997). Les larves sont caractérisées par une tête brune, leur couleur est d'un blanc ocre(Fig .4) (Hofmann, 1945).



Figure 4 : Larve de la bruche de la fève *B.rufimanus* (Originale, 2022).

3.3 Nymphes

La nymphe est de couleur blanc crème et ressemble à l'adulte, mais n'a pas encore acquis sa couleur brune. La tête n'est partiellement visible que d'en haut (Fig .5) (CASARI et TEIXEIRA, 1997).



Figure 5 : Nymphe de la bruche de la fève *B.rufimanus* (Originale, 2022).

3.4. Adultes

L'adulte de *B. rufimanus* mesure 3 à 5 mm de long, le Pygidium est de couleur gris pâle, il présente un pronotum aussi long que large avec une tache blanche très vague devant l'écusson. Les pattes antérieures sont entièrement jaunes, les pattes moyennes et les postérieures sont par contre noires ; le tibia de la patte postérieur est muni d'une longue pointe à l'angle interne ; le tibia intermédiaire est roussâtre (Balachowsky, 1962).

Selon HOFFMANN (1945) *B. rufimanus* possède un prothorax un peu plus long au niveau de la base que large, avec une tache blanche très vague devant l'écusson, les élytres sont bruns avec des taches blanches (Fig6 et 7) (AYRAL, 1969).



Figure 6 : adultes de *B. rufimanus* (Originale, 2022)

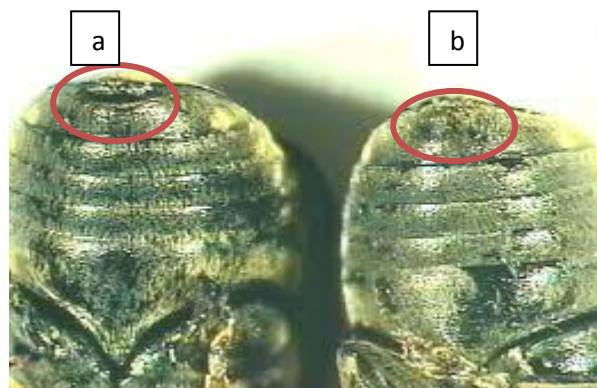


Figure 7 : forme du dernier segment abdominal de *B. rufimanus* (MEDJDOUB-BENSAAD, 2007)
a : mâle b : femelle

4. Biologie de *B. rufimanus*

La bruche de la fève est un insecte spécialiste monovoltin selon la définition de BALACHOWSKY (1962). Il se développe, en culture et non dans les grains stockés, aux dépens des légumineuses du genre *Vicia* ; *Vicia faba* représente sa principale plante hôte. Les adultes sont en diapause reproductive et trouvent refuge dans les bois ou les écorces d'arbre (YAO et YANG, 1985; HUIGNARD et *al.*, 1990 ; TRAN, 1992; CHAKIR, 1998).

La diapause est marquée par un arrêt du développement des organes reproducteurs donc par un arrêt de l'activité reproductrice et s'accompagne de modifications éthologiques, physiologiques, anatomiques et biochimiques complexes (DENLINGER et *al.*, 2005).

D'après TRAN (1992), les organes reproducteurs des femelles en diapause chez la bruche sont non fonctionnels et aucune phase de vitélogénèse n'est observée. Chez les mâles, la lumière des glandes annexes ne contient pas de sécrétion et leur diamètre est inférieur à

celui des mâles sexuellement actifs. De même, les travaux de MEDJDOUB-BENSAAD et *al.* (2011) sur le dosage des protéines totales et de la 20-hydroxyecdysone dans l'hémolymphe de *B. rufimanus*, durant les périodes de diapause et l'activité reproductrice montrent que durant la période de diapause, la quantité élevée de protéines totales à l'émergence se maintient durant les 6 mois de diapause (de septembre à février) et diminue en mars aussi bien pour les mâles que pour les femelles.

4.1. Hivernation

Selon MEDJDOUB-BENSAAD (2007), les adultes quittent leur lieu d'hivernation en avril/mai pour coloniser les cultures en fleur.

4.2. Appareil reproducteur

Selon HUIGNARD et *al.* (2011), l'appareil reproducteur mâle est fonctionnel au moment de la colonisation (dû à une photopériode suffisamment longue). Par contre, les femelles sont encore en diapause reproductrice lors de leur arrivée dans les parcelles. Seule la consommation du pollen de la féverole permet la maturation sexuelle et stimule le comportement reproductif des Bruchidae.

4.3. Ponte

Selon HUIGNARD et *al.* (2011), les bruches femelles pondent sur les gousses dès leur apparition, à condition que le climat soit favorable (température supérieure à 20°C, absence de vent et de pluie). L'activité de ponte semble concentrée dans les zones où les ressources trophiques sont les plus abondantes. Les femelles ne déposent des œufs que sur les gousses vertes (BOUGHADAD, 1994).

4.4. Stade larvaire et adulte

Selon MEDJDOUB-BENSAAD et *al.* (2015), la larve perce l'enveloppe de l'œuf par sa face collée à la gousse et pénètre directement dans celle-ci. La larve est inaccessible aux traitements chimiques. La croissance larvaire dure trois mois. 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. La plupart des individus émergeraient lors des deux premiers mois, quand la température est encore comprise entre 20-25°C.

5. Dégâts causés par *B. rufimanus* sur la fève

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

La bruche de la fève occasionne des pertes pondérales en fonction de l'intensité de l'infestation des graines et le nombre des bruches adultes développées par graine (BOUGHADAD, 1996). En effet, les pertes moyennes en poids sec des cotylédons sont évaluées à 2.84 % avec un seul adulte par graine, 5.87% avec deux adultes par graine, 8.27% avec trois adultes par graine et à 14.5% avec cinq adultes par graine (BOUGHADAD, 1994 , 1996).

Le pouvoir germinatif des graines attaquées est très fortement diminué par les galeries larvaires comme le signalent HOFFMANN et LABERYRIE (1962). Il n'est plus que de 60 % lorsqu'il existe une seule galerie larvaire et que de 45 % quand nous observons deux galeries.

MEDJDOUB- BENSAD (2007) rapporte que le taux de germination diminue au fur et à mesure que le nombre de bruches 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. De plus, la perforation des grains entraîne des attaques importantes par des germes pathogènes (GAIN, 1978). Par les déchets qu'ils produisent dans les graines, l'échauffement et le dégagement de vapeur d'eau qu'ils occasionnent par leur respiration, les insectes tendent à créer un milieu favorable au développement des micro-organismes qui vont accélérer le processus de dégradation (Fig .8) (FLEURAT-LESSARD, 2011).



Figure 8 : Dégâts causés par *B. rufimanus* sur les graines *V. faba* (Originale, 2022).

6. Moyens de lutte contre *B.rufimanus*

Les dommages phénotypiques causés par *B.rufimanus* et les pertes qu'elle provoque, tant au champ qu'au stockage, ne peuvent qu'exposer le producteur à l'insécurité et à la précarité. Il lui faut accroître les rendements tout en limitant les pertes dues aux ennemis des plantes et notamment aux insectes ravageurs (HUIGNARD et al., 2011). La lutte contre ces insectes ravageurs des denrées stockées comprend deux méthodes, l'une est préventive se pratique avant l'installation des ravageurs, et la deuxième méthode est curative s'utilise quand les lots sont déjà infestés (BLACHOWSKY, 1962).

6.1. Lutte préventive

Selon CHOUGOUROU et al. (2011), certains paysans et commerçants utilisent des méthodes endogènes pour la conservation des légumineuses à grains: l'utilisation du sable fin qui provient des ruissellements de pluie, dont lequel s'enrobent les graines, ainsi le déplacement des bruches est réduit ce qui provoque leur asphyxie. Le sable fin entraîne aussi une déshydratation qui provoque la mort des bruches, utilisation de la cendre, utilisation des organes végétaux comme les fruits du piment (*Capsicum frutescens* L), les feuilles sèches de neem (*Azadirachta indica* A et d'*Hyptis suaveolens* L).

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

Les associations culturales entre les céréales et les légumineuses peuvent limiter la contamination des gousses des légumineuses par les Bruchidaes, il y a aussi le cerclage des cultures et la rotation qui empêche le développement de foyers d'infestation (LIENARD et SECH, 1994).

6.2. Lutte curative

6.2.1. Lutte chimique

Pour protéger les denrées entreposées contre ces bruches, CARSON (2002), préconise l'utilisation des insecticides chimiques comme Pirimiphos méthyl (Actellic) ou le sofagrain (Pyrimiphos méthyl et Deltaméthrine) qui sont souvent intensivement employés. Malheureusement ces produits chimiques posent des problèmes sur la santé publique car leurs résidus se rencontrent dans la chaîne alimentaire et causent des intoxications (HUIGNARD et al., 2011).

BALACHOWSKY (1962), TAUPIN (2003) et (HUIGNARD et al. (2011), estiment que la lutte contre *B.rufimanus* au niveau des champs doit obligatoirement viser les adultes afin d'éviter l'oviposition.

6.2.2 Lutte physique

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

Selon BALACHOWSKY (1962), il est souhaitable de laisser le local hermétique clos en présence de vapeur de sulfure de carbone pendant 48 heures ou faire passer très lentement les graines dans un four à une température comprise entre 55-60°C pendant 30 minutes.

6.2.3. Lutte biologique

Le principe consiste à introduire dans le milieu de vie du ravageur un prédateur, ou même un parasitoïde ou un microorganisme pathogène pour altérer son développement ou même le tuer.

Les microorganismes (champignons, protozoaires, bactéries, virus) induisent des maladies qui peuvent être mortels chez les ravageurs (CAMARA, 1997).

D'après HOFFMANN (1945), les ennemis naturels de la bruche de fève sont peu nombreux. CHITHENDEN (1912) cité par BALACHOWSKY (1962) signale trois hyménoptères Braconidae parasites de *B. rufimanus*: *Sigalphus pallipes.*, *S.thoracicus* et *Chremylus rubiginosus* Nees. En Algérie, LUCA (1965) rapporte la destruction des larves de *B. rufimanus* par *Triaspis thoracicus* (Hymenoptera: Braconidae).

Dans la région de Tizi-Ouzou, MEDJDOUB-BENSAAD (2007) signale que *Triaspis luteipes* (Hymenoptera: Braconidae) réduit l'action du ravageur, avec un taux de parasitisme de 3,31 %, 7,44 % et 0,9 % noté durant les années agricoles 2002, 2003, 2004 respectivement.

Dans le cadre d'expérimentation, nous avons réalisé une série d'expériences sur l'effet biocide de l'huile essentielle d'oranger *Citrus sinensis*, extraite du zeste de fruits d'oranger, sur les adultes mâle et femelle de la bruche de fève *B. rufimanus* durant la période de diapause reproductive à travers deux modes d'action qui sont l'inhalation et la répulsion.

Ce travail a été fait dans laboratoire de production sauvegarde des espèces menacées et des récoltes influences des variations climatiques de l'Université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou durant le mois de décembre 2021 et le mois de janvier 2022 correspondant à la période de diapause de l'insecte.

1. matériel biologique

1.1. Fève

Le matériel végétal que nous avons utilisé dans notre expérimentation est constitué de graines de fève *Vicia faba*, récoltées en 2021 dans la région d'azeffoune willaya de Tizi-Ouzou (Fig. 9).



Figure 9 : graines de *V. faba* infestées (ORIGINALE, 2022).

1.2. Insecte

Les adultes mâle et femelle de *B. rufimanus* diapausants utilisés sont retirés manuellement des graines infestées à l'aide des pinces, sexés et mis dans des boîtes au niveau de laboratoire (Fig.10).



Figure 10 : Etapes d'extraction de *B. rufimanus* (ORIGINALE, 2022).

1.3. huile essentielle

Cet étude est faite avec une huile essentielle de *Citrus sinensis*, qui est extraite de zeste de fruits d'orange (Fig. 11).



Figure 11 : huile essentielle *Citrus sinensis* (ORIGINALE, 2022)

1.3.1. Description de l'oranger

L'oranger *Citrus sinensis* est un arbre fruitier originaire d'Asie, d'une hauteur de 3 à 5m et d'une durée de vie de 300 à 400 ans, les orangeries prospèrent dans les régions tempérées disposant d'un hiver doux (Fig. 12) (HUETE, 2012).



Figure 12 : arbre d'oranger *Citrus sinensis* (ORIGINALE, 2022)

1.3.2. Position systématique

Selon TROPICOS (2014) l'oranger appartient à :

- Règne.....Plantae
- Classe.....Magnoliopsida
- Ordre.....Sapindales
- Famille.....Rutaceae
- Genre.....*Citrus*
- Espèce.....*Citrus sinensis* (L.) Osbeck, 1765

1.3.3. Composition chimique de l'huile essentielle

Huile essentielle de *Citrus sinensis* est un antioxydant riche en γ -tocophérol et β -sistrol, le tableau suivant représente leurs autres compositions chimiques avec pourcentages :

Tableau 4 : compositions chimiques d'huile essentielle *Citrus sinensis*.

Composition	Pourcentages (%)
Acide linoléique	60
Acide oleique	19
Acide palmétique	11
Acide linoléique	5

2. Matériel de laboratoire

Pour la réalisation de l'étude nous avons utilisé le matériel suivant (Fig., 13) :

- Une loupe binoculaire de grossissement 2x10 pour la sécession entre mâle et femelle.
- Des flacons en verre de 120ml de volume.
- Des boîtes de pétries en plastique.
- Une micropipette avec des embouts.
- Acétone
- Autres accessoires tel que : pince, papier filtre, ciseaux, scotch, étiquettes, fil et une aiguille.



Figure 13 : Matériel de laboratoire utilisé (ORIGINALE, 2022).

3. Méthode

Notre travail a pour l'objectif d'étudier l'effet biocide de l'huile essentielle de *Citrus sinensis*, sur les adultes mâle et femelle diapausants de *B. rufimanus* par deux modes d'action (inhalation et répulsion).

3.1. Traitement par inhalation

Ce test consiste à étudier la longévité des adultes de *B. rufimanus* soumis à des traitements par inhalation d'huile essentielle de *C. sinensis* en fonction du temps. Pour cela nous avons utilisé des bocaux en verre de 120ml de volume, avec des cercle en papier filtre de 2cm de diamètre qui sont fixé par un fil du coté interne de couvercle. Des doses d'huile 1ul, 2ul, 3ul, 4ul et 5ul ont été injectées sur les cercles du papier filtre.

Cinq individus mâles et cinq individus femelles sont mis dans chaque bocal, trois répétitions sont effectuées pour chaque dose de l'huile. Les essais sont réalisées dans les

mêmes conditions, et le dénombrement est effectué au bout de 1h, 3h, 6h, 24h, 48h, 72h, 96h, 120h et 144 heures d'exposition dans chaque bocal (fig. 14).



Figure14 : Test d'inhalation réalisé sur *B. rufimanus* (ORIGINALE, 2022).

3.2. Traitement par répulsion

Ce test est réalisé pour évaluer l'effet répulsif de l'huile essentielle par le calcul du pourcentage de répulsion de l'huile à l'égard de bruche par la méthode de la zone préférentielle sur papier filtre décrite par JILANI et SEXENA (1990).

Dans des boîtes Pétri nous avons mis des disques de papier filtre de 11cm de diamètre tracé en deux parties égales, une partie pour mettre une dose d'huile essentielle et l'autre pour 10µl d'acétone.

Cinq individus mâles et cinq individus femelles ont mis dans des boîtes pétries séparément dans chaque boîte pétries, des doses d'huile essentielle (1µl, 2µl, 3µl, 4µl et 5µl) ont été injectées sur les cercles de papier filtre. Après une demi-heure de traitement, nous avons dénombré les bruches présentes sur chaque partie de disque.

Le pourcentage de répulsion (PR) est ainsi calculé selon la formule utilisé par NERIO et *al.* (2009).

$$PR (\%) = \frac{NT}{NGBL} \times 100$$

NT : nombre de bruche présente sur le demi-disque traité avec la solution huileuse.

NGBL : nombre de bruche présente sur le demi-disque traité par l'acétone.

Le pourcentage de répulsion moyen est calculé et attribué à l'une des différentes classes répulsives variant de 0 à V selon MC DONALD et *al.* (1970), qui sont présentés dans le tableau suivant :

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

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

4. Analyse statistique

Les résultats obtenus sont soumis à une analyse de la variance à deux critères de classification, en utilisant le logiciel STAT BOX, version 6.4 pour déterminer l'action de l'huile essentielle vis-à-vis de la longévité des mâles et femelles diapausants de *B.rufimanus*.

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

Lorsque la probabilité (P) est :

$P > 0.05$: les variables ne montrent aucune différence significative.

$P < 0.05$: les variables montrent une différence significative.

$P < 0.01$: les variables montrent une différence hautement significative.

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

Les tests par inhalation et répulsion appliqués à l'égard de *B. rufimanus* ont montré une efficacité de l'huile essentielle de *Citrus sinensis* vis-à-vis des mâles et des femelles à différentes doses suivant la durée d'exposition.

1. Résultats

1.1. Résultats du test appliqué par inhalation

1.1.1. Evaluation de l'effet biocide d'huile essentielle de *C. sinensis* par inhalation sur les adultes diapausants de *B.rufimanus*.

Le test par inhalation appliqué sur les adultes mâle et femelle à la dose 1 μ l est exprimé dans la figure suivante :

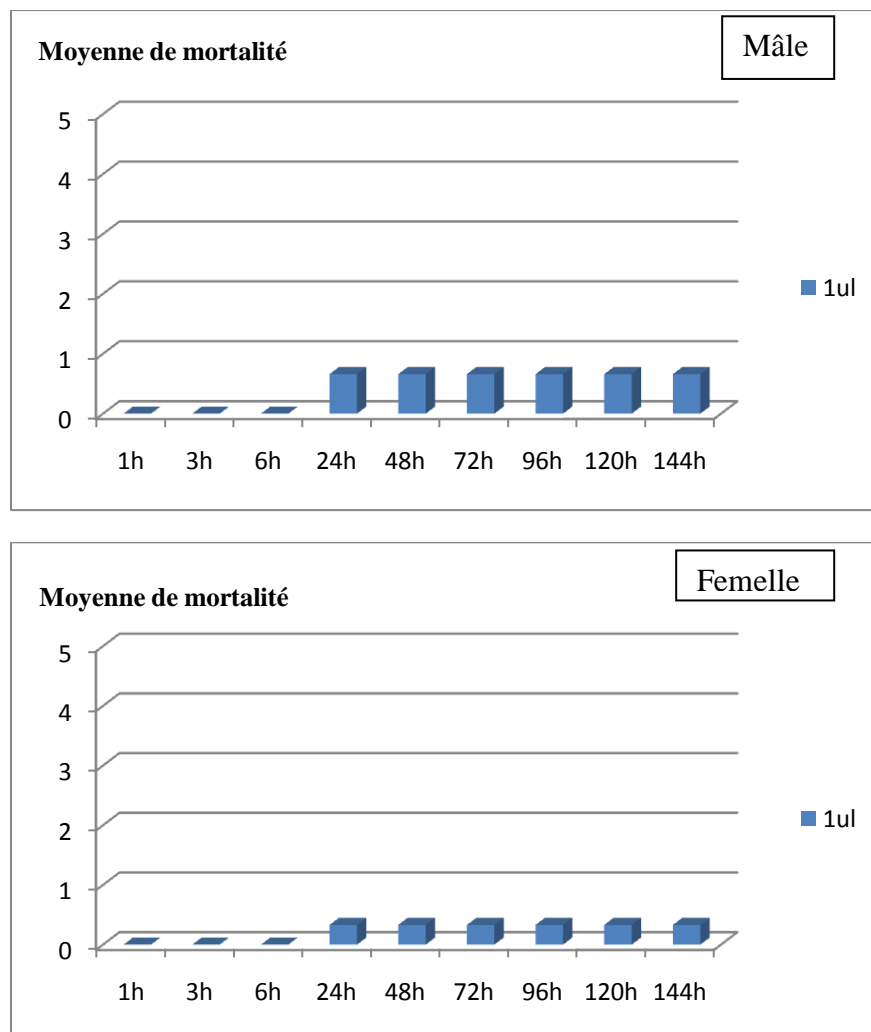


Figure 15 : mortalité des bruches diapausants de *B.rufimanus* mâles et femelles traitées par inhalation avec l'huile de *C. sinensis* à dose de 1 μ l en fonction du temps.

La toxicité des bruches traitées avec l'huile essentielle de *C. sinensis* à 1 μ l est enregistrée au bout de 24h d'exposition avec une moyenne de 0,66 pour les mâles et 0,33 pour les femelles. Cette toxicité n'évolue pas avec la durée d'expérimentation et reste la même suivant le temps.

Les résultats de test par inhalation réalisé sur les bruches mâles et femelles à la dose 2 μ l sont présentés dans la figure suivante :

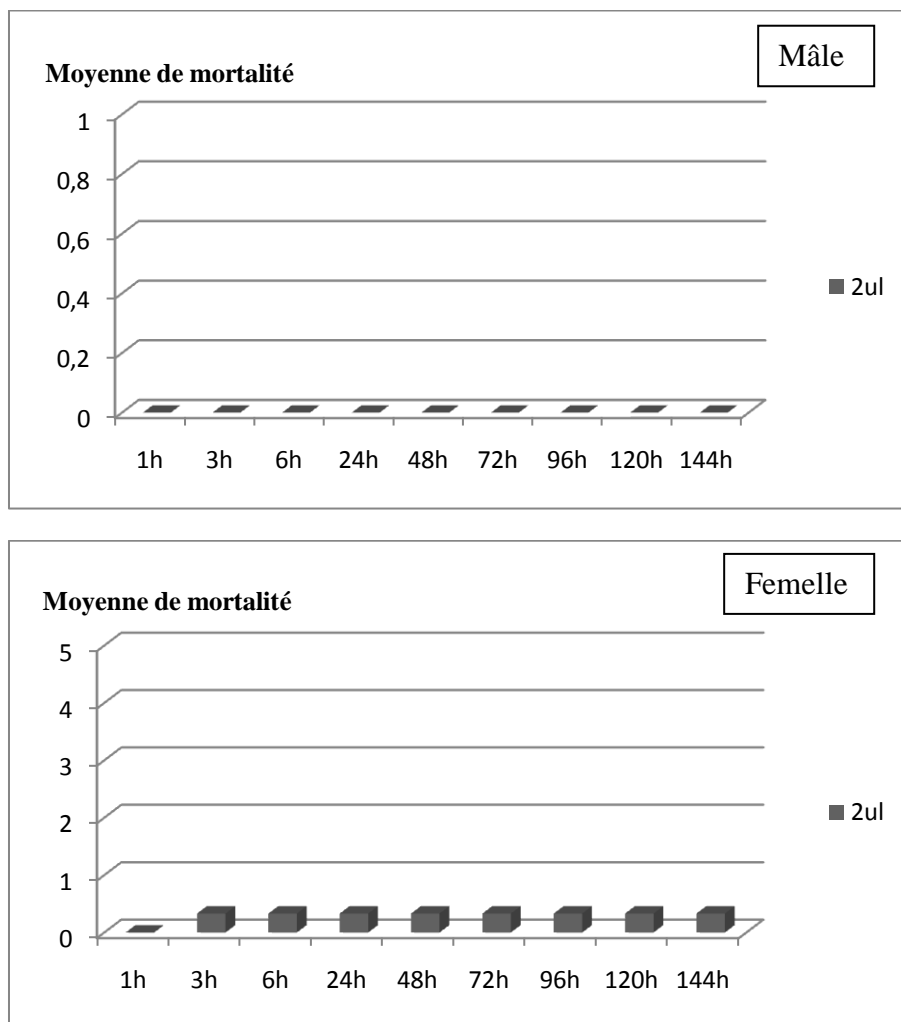


Figure 16 : mortalité des bruches diapausants de *B. rufimanus* mâles et femelles traitées par inhalation avec l'huile de *C. sinensis* à dose 2 μ l en fonction du temps.

La mortalité de *B. rufimanus* à la dose de 2 μ l est nulle pour les mâles, par contre une mortalité de moyenne de 0,33 est enregistrée au bout de 3h sans évolution durant toute la durée d'expérimentation chez les femelles.

Les résultats du test effectué par inhalation de *B. rufimanus* (mâles et femelles) à la dose de 3 μ l sont illustrés dans la figure suivante :

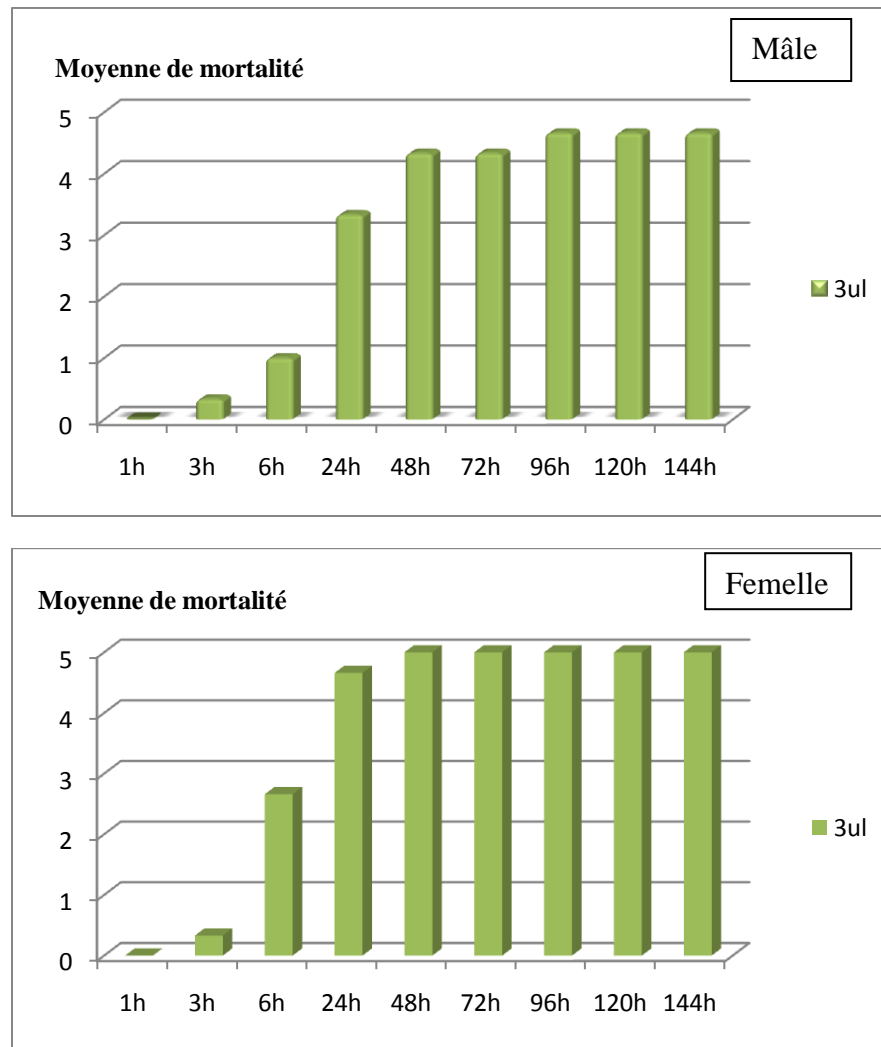


Figure 17 : mortalité des bruches diapausants de *B.rufimanus* mâles et femelles traitées par inhalation avec l'huile de *C. sinensis* à dose 3µl en fonction du temps.

La mortalité des bruches mâles traités avec l'huile essentielle de *C. sinensis* à dose de 3µl est enregistrée au bout de 3h d'exposition avec une moyenne 0,33, puis augmente avec le temps pour atteindre 4,66 au bout de 96h et reste la même suivant le temps.

La toxicité chez les femelles de *B. rufimanus* traitées avec l'huile *C. sinensis* à dose de 3µl est enregistrée au bout de 3h d'exposition avec une moyenne de 0,33, avec une augmentation suivant le temps pour atteindre une mortalité totale en 48h.

Les résultats du test par inhalation appliqué sur les adultes mâles et femelles de *B.rufimanus* à la dose 4µl sont présentés dans la figure suivante :

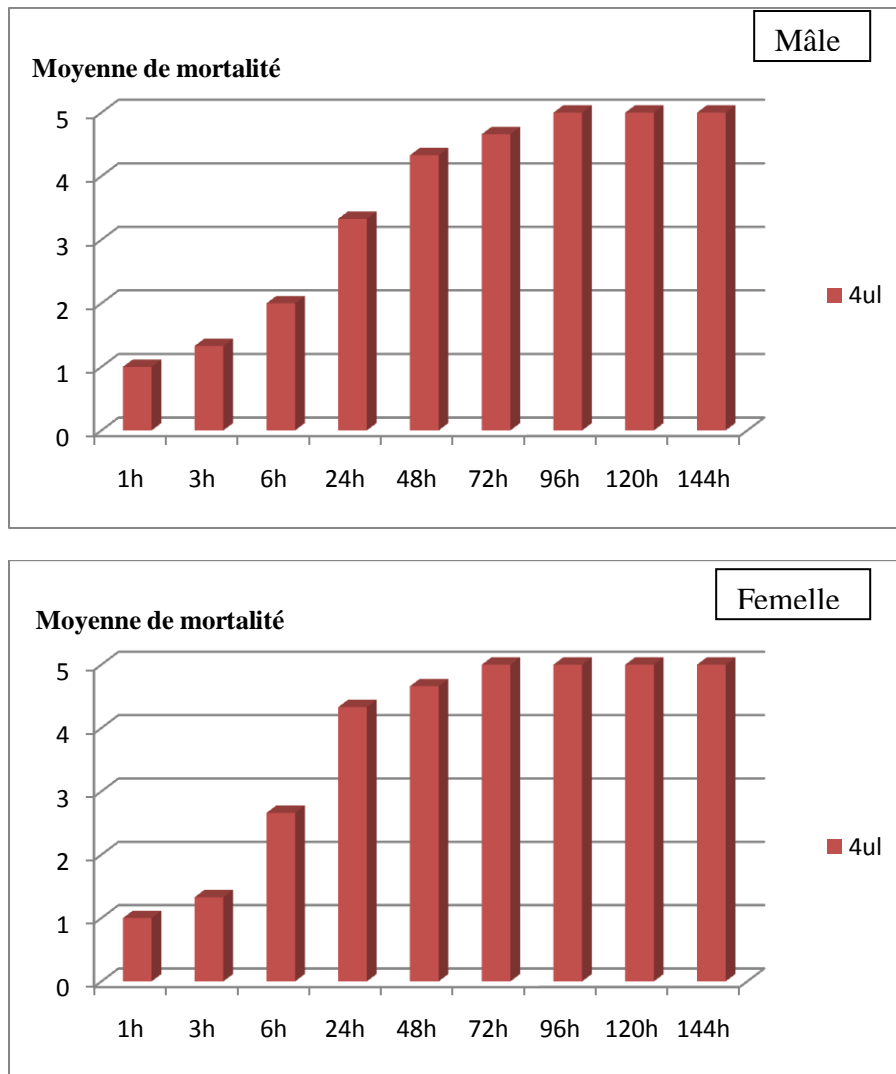


Figure 18 : mortalité des bruches diapausants de *B. rufimanus* mâles et femelles traitées par inhalation avec l'huile de *C. sensis* à dose 4µl en fonction du temps.

La mortalité des bruches mâles traités par l'huile essentielle de *C. sinensis* à la dose de 4µl est enregistrée au bout de 1h d'exposition avec une moyenne de 1 puis augmente suivant le temps pour arriver à une mortalité totale au bout de 96h d'exposition.

Chez les femelles la toxicité est enregistrée au bout de 1h avec une moyenne de 1 pour atteindre la mortalité totale en 72h d'exposition.

Le test effectué par inhalation sur les adultes mâles et femelles de *B. rufimanus* à la dose de 5µl est illustré dans la figure suivante :

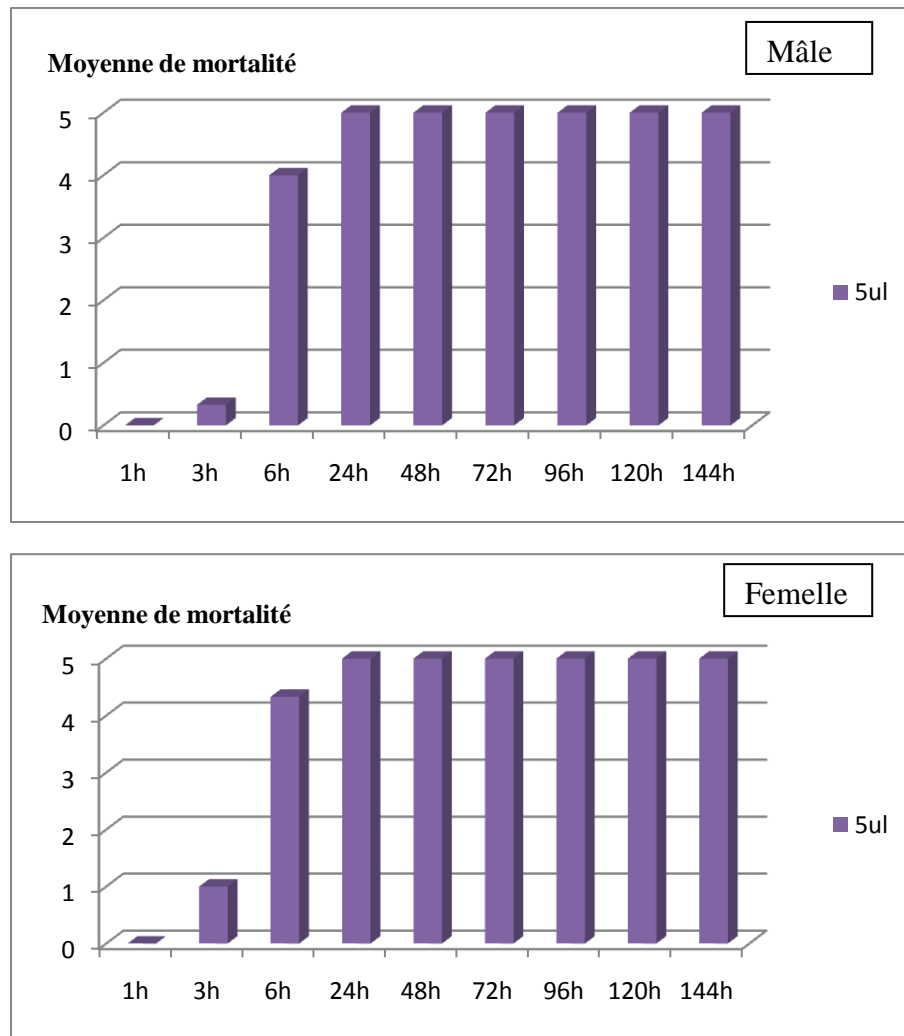


Figure 19 : mortalité des bruches diapausants de *B.rufimanus* mâles et femelles traitées par inhalation avec l'huile de à dose 5µl en fonction du temps.

La mortalité des bruches mâle traitée par l'huile essentielle de *C. sensis* à 5µl est enregistrée au bout de 3h d'exposition avec une moyenne de 0,33 pour les mâles et 1 pour les femelles, et augmente suivant le temps pour arriver à une mortalité totale au bout de 24h d'exposition.

1.1.2. Evaluation de l'effet biocide de l'huile essentielle de *Citrus sinensis* par répulsion sur les adultes mâles et femelles diapausants de *B.rufimanus*.

Les résultats obtenus de l'effet de l'huile essentielle de *C. sinensis* sur les adultes mâles et femelles diapausants avec le test par répulsion sont présentés dans la figure suivante :

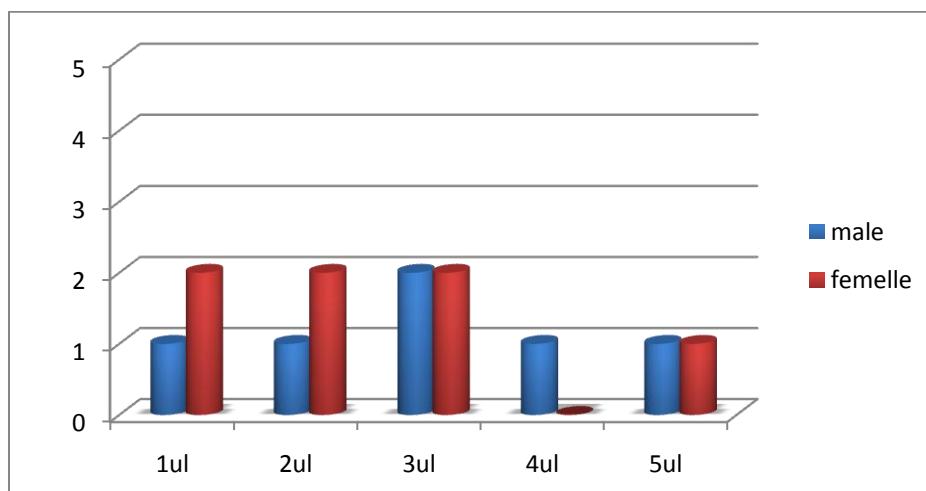


Figure 20 : Taux de répulsion des adultes mâles et femelles de la *B. rufimanus* testés par l'huile essentielle de *C. sinensis*.

D'après nos résultats, nous avons constaté que le taux de répulsion de l'huile essentielle *C. sinensis* aux doses 1 µl , 2 µl, 3 µl, 4 µl et 5 µl chez les mâles sont respectivement 80%, 80%, 60%, 80% et 80% (Tab.6).

Tableau 6 : Taux moyen de répulsion des adultes mâles de *B.rufimanus* en fonction de dose.

Huile	Dose	Moyenne d'individus présents		Pourcentage de repulsivité (%)
		Dans la partie traitée	Dans la partie non traitée	
<i>Citrus sensis</i>	1 µl	1	4	80
	2 µl	1	4	80
	3 µl	2	3	60
	4 µl	1	4	80
	5 µl	1	4	80

L'huile essentielle de *C. sinensis* aux doses 1 µl, 2 µl, 3 µl, 4 µl et 5 µl a un effet répulsif vis-à-vis des adultes mâles de *B.rufimanus* a l'égard avec un taux de répulsion 80%, 80%, 60%, 80% et 80%. Selon la classification Mc Donald (1970), l'huile essentielle de *C. sinensis* appartient à la quatrième classe ($60\% < PR \leq 80\%$) donc répulsive a l'égard des mâles diapausants de la bruche de la fève.

Tableau 7 : Taux moyen de répulsion des adultes femelles de *B.rufimanus* en fonction de dose de l'huile essentielle de *C.sinensis*.

Huile	Dose	Moyenne d'individus présents		Pourcentage de repulsivité (%)
		Dans la partie traitée	Dans la partie non traitée	
<i>Citrus sensis</i>	1 μ l	2	3	60
	2 μ l	2	3	60
	3 μ l	2	3	60
	4 μ l	0	5	100
	5 μ l	1	4	80

Pour les adultes femelles diapausantes de *B.rufimanus*, l'huile essentielle *C. sinensis* enregistre un taux de répulsivité de 60%, 60%, 60%, 100% et 80% pour les différentes doses. Selon la classification de Mc Donald et *al.* (1970), l'huile essentielle de *C. sinensis* appartient à la cinquième classe ($80\% < PR \leq 100\%$) donc très répulsive à l'égard des adultes femelles diapausantes de la bruche de la fève.

2. Discussion

Notre étude basée sur l'effet de l'huile essentielle de *C.sinensis* sur les adultes mâle et femelles diapausant de *B.rufimanus* , montre une toxicité qui varie en fonction des doses et du temps d'exposition.

Les résultats relatifs montrent qu'au bout de 144 heures d'exposition à la dose de 1 μ l le taux de mortalité est plus faible chez les femelles que chez les mâles. A la dose 2 μ l la mortalité égale à zéro apparait chez les mâles durant la durée d'exposition ; par contre chez les femelles, nous avons enregistré une faible mortalité égale à 0,33 à partir de 3heure d'exposition et n'évolue pas au cours de temps d'exposition.

A la dose de 3 μ l, une mortalité totale est enregistrée au bout de 48 heures pour les femelles, par contre, les mâles expriment une mortalité égale à 4,66. A la dose de 4 μ l, nous rapportons une mortalité totale des femelles au bout de 72 heures d'exposition, et pour les mâle au bout de 96 heures d'exposition; ce qui indique que les femelles semblent être plus sensibles que les mâles.

À la plus forte dose de 5 μ l d'huile essentielle *C.sinensis*, nous avons enregistré une mortalité totale pour les mâles et les femelles à partir de 24 heures d'exposition. Ce qui révèle que les mâles et les femelles sont plus sensibles à une forte dose d'huile essentielle de l'oranger, donnant ainsi une longévité réduite avec relativement un faible temps d'exposition.

Rappelant que la femelle à besoin d'avantage de protéines pour la formation des ovocytes, fécondation, reproduction etc. Ce qui les affaiblit en condition de fumigation par inhalation à base d'huile essentielle.

Le test de NEWMAN et KEULS, au seuil de signification 5%, classe le facteur sexe est dans deux groupes homogènes A et B d'où les femelles sont significativement plus vulnérables que les mâles. Ceci est probablement dû à la reprise d'activité par les adultes de *B. rufimanus* et à l'utilisation des protéines de réserves pour la reproduction.

D'après HAMANI-AOUDJIT (2019), les huiles essentielles d'*O.vulgare* et de *S.officinalis* montrent un effet insecticide important par le test inhalation pour les adultes de *B.rufimanus* où le taux de mortalité est de 97,5% à la dose 2µl au bout 96h d'exposition. De plus, cet auteur, rapporte une mortalité totale de deux sexe de *B.rufimanus* sous l'action de l'huile essentielle de *M.piperita* après 72h d'exposition pour toute les dose (2µl, 4µl, 6µl et 8µl).

SEKKAI et SEKOUR (2015) ont testé l'efficacité de la poudre d'origan (*Origanum vulgare*) contre *B.rufimanus* et concluent que cette poudre est efficace à l'égard des adultes de la bruche de la fève, à la plus forte dose utilisée de 4g induit une longévité moyenne de 0 jours après 144 heures d'exposition pour les femelles et après 120 jours pour les mâles.

Les travaux d'AKNINE et TAHENNI (2013) ont montré que la toxicité de l'huile essentielle du Citronnier sur les adultes de *B. rufimanus* diapausants augmente au fur et à mesure que les doses et la durée d'exposition augmentent pour les deux sexes. La plus forte dose de 10µl cause une mortalité de 100% au bout de 2 heures d'exposition pour les femelles et seulement 1 heure pour les mâles.

TITOUCHE (2015) a montré aussi que le taux de mortalité par fumigation augmente proportionnellement avec l'addition de deux huiles essentielles de la lavande et du basilic qui causent également une mortalité de 100% chez les adultes d'*A. obtectus* à la dose de 8µl après 24h d'exposition et pour l'huile essentielle de la lavande et 4 jours de traitement avec l'huile essentielle de basilic à la dose 6µl.

Pour leur part, DJEDID et SAADA (2015) constatent que l'huile essentielle d'*E.globulus* a manifesté une toxicité sur la longévité moyenne des adultes *B. rufimanus*, car avec la plus forte dose de 8µl les auteurs ont enregistré une longévité de 0 jour après 24h et 48h de traitement respectivement pour les mâles et les femelles.

KHELIF et SALMI (2014) ont observé que l'huile essentielle du *Ocimum basilicum* et *Lavandula angustifolia* cause aussi 100% de mortalité chez les adultes de *B. rufimanus* à la dose de 100µl après 9h et 12h de traitement respectivement pour les mâles et les femelles

avec l'huile essentielle de basilic et après 24h chez les deux sexes pour l'huile essentielle de la lavande fine.

Concernant la répulsion, nous avons évalué l'effet répulsif de l'huile essentielle *C. sinensis* sur les adultes *B.rufimanus*, en fonction des doses après une exposition d'une durée de 30min.

A la dose de 4 μ l, l'huile testée a montré une activité répulsive variante de 80% à 100% à l'égard des adultes mâle et femelles diapausants de *B.rufimanus*. L'utilisation de l'huile essentielle *C.sinensis* a un effet sur les adultes femelles plus répulsif que les adultes mâle. Nos résultats concordent avec ceux trouvés par BELKAI et BEN SIDHOUM (2009) qui constate que le traitement par répulsion avec l'huile essentielle du Pin d'Alep et Cyprès vert ont un effet très répulsif aux doses 25 μ l et 50 μ l respectivement vis-à-vis de *Callosobruchus maculatus* F. Aussi AIT SLIMEN et HADJ SAID (2003) constatent que l'huile de genévrier s'est révélée très fortement répulsif avec un pourcentage de 92% vis-à-vis de *C. maculatus* F. OUCHEKDHIDH-OURLISSSEN (2014) a montré l'activité des huiles essentielles extraites de la menthe, du thym et du romarin à l'égard de la bruche de l'haricot *Aconthoscelides obtectus*. Cet auteur a enregistré le taux de répulsion les plus élevés pour le thym et la menthe respectivement de 71,25% et 68,75%. Le romarin présente un effet très faiblement répulsif, avec un taux de seulement 20%.

Ce travail porte à la connaissance d'évaluation de l'effet biocide de l'huile essentielle *Citrus sinensis* extraite de zeste d'oranger sur les adultes diapausants mâles et femelles de la bruche de la fève *Bruchus rufimanus* par deux modes d'action inhalation et répulsion.

Les résultats des deux tests effectués, révèlent la toxicité de l'huile essentielle utilisée vis-à-vis des adultes mâles et femelles de *B. rufimanus*, cette toxicité diffère selon les modes d'action réalisé inhalation ou répulsion, la dose de l'huile essentielle, le sexe, ainsi que la durée d'exposition.

Par l'application du traitement par inhalation, à la plus forte dose de 5 μ l nous enregistrons un taux de mortalité à 3 heures d'exposition pour les adultes de *B. rufimanus*, avec une moyenne plus élevée pour les femelles par rapport aux mâles, ce qui indique que la longévité des individus diminue au fur et à mesure que la dose d'huile augmente.

Le test par répulsion indique que l'huile essentielle de *C. sinensis* a une toxicité sur les bruches de *B. rufimanus*, notamment les femelles qui sont plus sensibles que les mâles durant la durée d'exposition. Indiquer les taux de répulsion

Par ailleurs, nous constatons que le calcul de pourcentage du répulsion permet de classé l'huile essentielle *C. sinensis* répulsive pour les mâles et très répulsive pour les femelles de *B. rufimanus*.

Les résultats obtenus affirment que l'huile essentielle *C. sinensis* testée sur les adultes de *B. rufimanus* selon les deux modes d'action inhalation et répulsion exerce un effet bio-insecticide certain.

Il serait intéressant de pousser l'étude vers de nouveaux tests d'application insecticides, comme par exemple le test par contact, et d'envisager l'emploi d'autres huiles essentielles ayant des propriétés insecticides vis-à-vis de la bruche de la fève comme lutte alternative plus respectueuse de l'environnement et de la santé humaine et animale.

- ABBES Z., KHARRAT M., SHAABAN K. et BAYAA B., 2010. Comportement de différentes accessions améliorées de féverole (*Vicia faba* L.) vis –à-vis d’Orobanche crenata Forks et Orobanche foetida Poir. Cah. Agric, 19 n°3 : 194-199.
- AIT ABDELLAH F. et HAMADACH A., 1996. Effet de la période de semis, de la variété et de l’utilisation du Glyphosphate sur le contrôle de l’Orobanche chez la fève (*Vicia faba*). Dans une zone subhumide numéro spécial fève N° 29, 27-3.
- AIT SLIMEN et HADJ SAID., 2003. Contribution à l’étude de l’activité biologique de l’huile essentielle de genévrier et de carotte à l’égard de la bruche de niébé :*Callosobrochus macalatus* F. (Coléoptera : Bruchidae). Mémoire d’ingénieur. U.M.M.T.O, 44p. AKNINE L.
- AKNINE L. et TAHENNI T., 2013. Effet de deux huiles naturelles de Mandarine et de citronnelle et de l’huile essentielle de citronnier de la fève *B. rufimanus* (BOH) (coléoptera Bruchidae). Mémoire de Mastère en Biologie. Spécialité Entomologie Appliquée à la médecine l’agriculture et forestière.U.M.M.T.O.42p.
- AL-GHAMDI S.S. et AL-TAHIR O.A., 2001. Temperature and Solar Radiation effects on Faba bean (*Vicia faba* L.) Growth and Grain Yield. Saudi. J. Biol. Sci., Vol 8, N°2, pp 171-183.
- AOUAR-Sadli, M., Louadi, K. and Doumandji, S-E., 2008. Pollination of the broad bean(*Vicia faba*. Var. major) (Fabaceae) by wild Bees and honey Bees (Hymenoptera : Apoidea) and its impact on the seed production in the Tizi-Ouzou area (Algeria).African Journal of Agricultural Research. Vol. 3 (4), 266-272.
- BALACHOWSKY A.S. 1962. Entomologie appliquée à l’agriculture. Ed. Masson et Cie, Tome I. Vole I, 564 p.
- BALACHOWSKY A.S. 1962. Entomologie appliquée à l’agriculture. Ed. Masson et Cie, Tome I. Vole I, 564 p
- BAMOUEH A., 1995. Les légumineuses alimentaires au Maghreb: de l’autosuffisance à l’importation. Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II : 1-7.
- BELKAI et BEN SIDHOUM., 2009. Contribution à l’étude de l’activité biologique de l’huile essentielle de genévrier et de carotte a l’égard de la bruche de niébé: *Callosobrochus macalatus* F. (Coléoptera : Bruchidae). Mémoire d’ingénieur. U.M.M.T.O, 44p.
- BERNE J.J. et DARDY J.M., 1987. La bruche sur féverole : Un ravageur bien difficile à maîtriser. Phytoma. Défense des cultures. Phytoma, N° 338, pp 30-32
- 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 persects of faba bean production, I.C.A.R.D.A. Serie A, N° 10, pp 67-74.

- BOUGHADAD A., 1994. Statut de nuisibilité et écologie des populations de *Bruchus rufimanus* (Boh.) sur *Vicia faba* L. au Maroc. Thèse d'état en science, N°3628 Université de Paris Sud Orsay, 182p.
- BOUGHADAD 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.
- BOUGHADAD 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
- BOUGHADAD A., 1996. *Bruchus rufimanus* , un insecte ravageur des graines de *V. faba* L., au Maroc. Réhabilitation of faba bean Ed Actes. pp 179-184
- BOYELDIEU J., 1991. Produire des grains oléagineux et protéagineux. Ed. Lavoisier IC et DOC, Paris, 228p.
- BRINK M., BELAY G., 2006. Céréales et légumes secs. Ressources végétales de l'Afrique tropicale. Fondation PROTA/ Backhuys publishers/CTA. Pays-Bas; 327p.
- BUKEJS A., 2010. Materials to the knowledge of Latvian seed-beetles (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae). Baltic J. Coleopterol., 10 (2): 177-184.
- CAMARA M., 1997. Recherche sur les nouvelles substances biocides végétales. Application au contrôle des bruches du niébé *Callosobruchus maculatus* (F.) et de l'arachide *Caryedon serratus* O.I. Thèse de magister. Ecol. Nation. Super. d'Agriculture Sénégal, 102p.
- CASARI S.A. et TEIXEIRA E.P., 1997. Description and biological notes of final larval instar pupa of some seed beetles (Coléoptère : Bruchidae), Annales de la société entomologique de France. Vol 33 (3) : 295-323.
- CHAIEB N., BOUSLAMA M., MARS M., 2011. Growth and yield parameters variability among faba bean (*Vicia faba* L.) Genotypes. J. Nat. Prod. Plant Resour., 1 (2):81-90.
- CHAKIR S., 1998. Biologie de *Bruchus rufimanus* (BOH) (Coleoptera : Bruchidae) et processus d'infestation aux champs. Thèse de doctorat es-sciences agronomiques Institut Agro et vet HASSAN II Maroc 124p.
- CHAUX CL. ET FOURY CL., 1994. Productions légumières secs. Légumineuses potagères légumes et fruits. Tome 3. Technique et documentation Lavoisier. 7-13P.
- CHOUGOUROU D.C., 2011. Systèmes de stockage et méthodes endogènes de lutte contre les insectes ravageurs des légumineuses à grains entreposées au Centre Bénin Revue CAMES – Série A, 12 (2) : 137-141.

- CRONQUIST A., 1981. An integrated system of classification of flowering plants. Columbia University Press NY.EEUU, 1262p.
- CUBERO J.I., HERNÁNDEZ L., 1991. Breeding faba bean (*Vicia faba* L.) for resistance to *Orobanche crenata* Forsk. *Options Méditerranéennes - Série Séminaires*–N°. 10: 51-57.
- DALY H.V., DOYEN J.T., PURCELL III A.H., 1998. Introduction to Insect Biology and Diversity, 2nd ed. Oxford University Press, Oxford, New York.
- DAOUI K., 2007. Recherche de stratégies d'amélioration de l'efficacité d'utilisation du phosphore chez la fève (*Vicia faba* L.) dans les conditions d'agriculture pluviale au Maroc. Thèse présentée de Doctorat en Sciences agronomiques et ingénierie biologique, 215p.
- DAOUI K., 2007. Recherche de stratégies d'amélioration de l'efficacité d'utilisation du phosphore chez la fève (*Vicia faba* L.) dans les conditions d'agriculture pluviale au Maroc. Thèse présentée de Doctorat en Sciences agronomiques et ingénierie biologique, 215p.
- DENLINGER L., YCUM G.D. et RENEHART J.P., 2005. Hormonal control of diapause. *Comprehensive molecular insect science*. Edited by Lawrence L. Iatrou Sarjeet et S. Gill., pp 615-649.
- DOYLE, J.J., LUCKOW, M.A., 2003. The rest of the iceberg. Legume diversity and evolution in a phylogenetic context. *Plant Physiol.* 131, 900-910.
- DUPONT P., 1990. Contribution à 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
- DUPONT P., 1990. Contribution à 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.
- EMERAN A.A., SILLOERO J.C., FERNANDEZ -APARICI M. ET RUBIALES D., 2011. Chemical control of faba bean rust (*Uromyces viciae-fabae*). *Crop Protection journal homepage*, pp 1-6.
- FELIACHI K., 2002. Le développement des légumineuses alimentaires et les perspectives de relance en Algérie. *Proceedings du 2ème séminaire du réseau REMAFEVE/REMALA, « Le devenir des Légumineuses Alimentaires dans le Maghreb »*, Hammamet, Tunisie, 100p
- FERNANDEZ A.M., 2010. Integrated pest management in faba bean. *Field Crops Research* 115: 308–318.
- FERNANDEZ–APARICIO M., SHTAYA M.J.Y., EMERAN A.A., ALLAGUI M.B.,

- FLEURAT-LESSARD F., 2011. Les stratégies de lutte chimique en pré-et-post-récolte en Afrique. In HUIGNARD et al., Insectes ravageurs des grains de légumineuses. Biologie des Bruchinae et lutte raisonnée en Afrique. Ed. Quæ, Paris, 145p.
- GAIN E., 1978. Note sur la germination des graines de légumineuses habitées par les bruches. C.R. 1897, 2ème semestre, T-CXXV, 3 : 195-197.
- GEPTS, P., BEAVIS, W.D., BRUMMER, E.C., SHOEMAKER, R.C., STALKER, H.T., WEEDEN, N.F., YOUNG, N.D., 2005. Legumes as a Model Plant Family. Genomics for Food and Report of the Cross-Legume Advances through Genomics conference. Plant Physiol. 137, 1228-1235.
- GORDON M.M., 2004. Haricots secs: Situation, Prospective et Agroalimentaire. Canada, 17.
- 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.
- GRENZ J.H ., MANSCHADI A.M., UGYUR F.N., SAUERBORN J.,2005. Effects of environment and sowing date on the competition between faba bean (*Vicia faba*) and the parasitic weed *Orobanche crenata*. Field Crops Research 93: 300–313.
- HAMADACHE A., 2003. La féverole. Inst. Techn. Gr. Cult (T.T.G.C), 13
- HAMADACHE, A., BOULAFI, H., AKNINE, M. 1997. Mise en évidence de la période de sensibilité maximale du pois chiche d'hiver envers les mauvaises herbes annuelle dans la zone littorale. Céréaliculture. 31. In : MAOUGAL R. T.2004 : Techniques de production d'inoculum Rhizobial. Etude de cas pois chiche (*Cicer arietinum*. L) : Inoculation et nodulation : magister en biotechnologies végétales - Université Mentouri, Constantine. Algérie. P15.
- HAMANI- AOUDJIT. S., 2019. Bioécologie et Biocontrôle de la Bruche de la fève *Bruchus rufimanus* (coleoptera : chrysomelidae) dans la région de Bouira. Thèse de Doctorat, UMMTO, 191p.
- 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. Masson et Cie, pp 185-188
- HOFFMANN A., 1945. Faune de France, Bruchidae, Ed. Paul le chevalier, Paris T44, 184 p.
- HOFFMANN A., LABEYRIE V. et BALACHOWSKY A.S., 1962. Famille des Bruchidae - in Entomologie appl. à l'agriculture, 434-494, (1), Balachowsky ed., Masson publ., Paris, 564p.

- HOFFMANN A., LABEYRIE V. et BALACHOWSKY A.S., 1962. Famille des Bruchidae - in Entomologie appl. à l'agriculture, 434-494, (1), Balachowsky ed., Masson publ., Paris, 564p.
- HUETE A., 2012. Des huiles essentielles pour tous les jours- le bon réflexe-. Ed. Artémis. Losange, France, 223p.
- HUIGNARD J., DUPONT P. et TRAN B., 1990. Coevolutionary relations between bruchids and their host plants. The influence of the physiology of the insects. In K, Fuji et al (Eds) Bruchids and legume economics, ecology and coevolution, pp191-179.
- HUIGNARD J., GLITHO A., MONGE J.P. ET REGNAULT-ROGER C., 2011. Insectes ravageurs des grains de légumineuses. Biologie des Bruchinae et lutte raisonnée en Afrique. Ed. Quæ, Paris, 145p.
- HUIGNARD J., GLITHO A., MONGE J.P. ET REGNAULT-ROGER C., 2011. Insectes ravageurs des grains de légumineuses. Biologie des Bruchinae et lutte raisonnée en Afrique. Ed. Quæ, Paris, 145.
- JILANI G. et SAXENA R.C., 1990. Repellent and feeding deterrent effects of turmeric oil, sweetflag oil, neem oil and neem based insecticide against lesser grain borer (Coleoptera: Bostrychidae) .Journal of Economic Entomology 83: 629-634.
- JOHNSON C.D., 1981. Seed beetle host specificity and the systematic of the Leguminisae in : Advances in Legume Systematics Eds. Royal Botanic Gardens. Kew, U. K : 995-1027.
- KARBACHE, F. 2009. Effet entomotoxique de quelques variétés de haricots (*Phaseolus vulgaris*) sur la bruche de pois chiche *Callosobruchus maculatus* F (Coleoptera, bruchidae). Ecole national d'agronomie El harrach Alger (LINA) .115p.
- KELLOUCHE A., MAHOUCHE F., 2005. Etude de la bruche du pois chiche *Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera Bruchidae), physiologie, reproduction et lutte. Thèse Doctorat d'état en
- KHAN H.R., J.G. PAULL H.R., SIDDIQUE K.H.M., STODDARD F.L., 2010. Faba bean breeding for drought-affected environments: A physiological and agronomic perspective. Field Crops Research, 115 pp 279–286.
- KHARRAT M., RUBIALES D., 2011. Effects of crop mixtures on chocolate spot development on faba bean grown in mediterranean climates. Crop Protection, 1-9.
- KHELIF. Y et SALMI. K., 2014. Effet biocide des huiles essentielles du Basilic (*Ocimum basilicum* L.) et la Lavande fine (*Lavandula angustifolia* L.) à l'égard de la bruche de la fève *Bruchus rufimanus* BOH. (Coleoptera : Chrysomelidae) Mémoire de master II.U.M.M.T.O, 45.

- LAUMONIER R., 1979. Cultures légumières et maraîchères, Tome III. Ed.J.B. BAILLIERE. 276
- LEPESME P., 1944. Les coléoptères des denrées alimentaires et des produits industriels entreposés Ed. Paul. Le chevalier, Paris 335p.
- LIENARD V. et SECK D., 1994. Revue des méthodes de lutte contre *Callosorbus maculatus* F. (Coleoptera : Bruchidae), ravageur des graines de niébé *Vigna unguiculata* L. en Afrique Tropical, *Insect Sci. Applic.* 5(3), pp 301-311. 11.
- Luca Y., 1965. Catalogue des métazoaires parasites et prédateurs de Bruchidae (Coleoptera).J. Stord .Prod. Res. Vol.1, pp51-98.
- MAATOUGUI M. E., 1996. Situation de la culture des fèves en Algérie et perspectives de relance. *Céréaliculture* 29 : 6-14.
- MAATOUGUI, M. E. H., 1997. Situation de la culture des fèves en Algérie et principales contraintes. *Céréaliculture*, numéro spécial Fève : 6-15
- MAOUI R., SAY B., EL HADJ B., FRIKH A. ET GIRARD C., 1990. La culture de la fèverole en Tunisie. Ed. I.N.R.A.T, O.N.H., AGROPOL. I.T.C.F., 16
- MATHON C.C., 1985. Liste de plantes utiles avec indication de leur aire probable de primo domestication. Faculté des sciences de l'université de poitier. 17p.
- MC DONALD L.L., GUY R. H., SPEIRS R. D., 1970. Preliminary evaluation of new candidate materials as toxicants, repellents, and attractants against stored product insects. Marketing Research Report. Whashington: Agricultural Research Service, United States Department of agriculture. (882):183.
- MEDJDOUB-BENSAAD F., 2007. Etude bioécologique de la bruche de la fève *Bruchus rufimanus* (BOH.1833) (Coleoptera : Bruchidae). Cycle biologique et diapause reproductrice dans la région de Tizi-Ouzou : Thèse de doctorat d'état. Université de TiziOuzou. 130p.
- MEDJDOUD-BENSAAD F., FRAH N., KHELIL Ma., HUIGNARD J., 2015. Dynamique des populations de la bruche de la fève, *Bruchus rufimanus* (Coleoptera :Chrysomelidae), durant la période d'activité reproductrice et de diapause. *Nature&Technology*; Chlef. pp12-21.
- MERADISI F., 2009. Contribution à l'étude de la résistance naturelle de la fève *vicia faba* L.au puceron noir *Aphis fabae scopoli*, 1763 (Homoptera : Aphididae). Mémoire de magister en agronomie. Université EL-Hadj Lakhdar. Batna. 159p
- MESSIAEN C.M., 1981. Les variétés résistantes : méthodes de lutte contre les maladies et les ennemies des plantes. I.N.R.A, Paris, 396p.

- MOUHOUCHE F., 1997. Principaux ravageurs des fèves en Algérie, p 33 cité dans les maladies, les adventices et ravageurs des fèves en Algérie. Manuel de formation, Rés.Mghr.Rech.surfèves(Rémafève) Inst.Tech.Agr.Inst.Nati.Pro.Vég.Inst.Agro.,52p.
- NERIO L.S., OLIVERO-VERBEL J., STASHENKOE., 2009. Repellent activity of essential oils: a review .Bioresour.Techno.101: 372-378.
- OUCKEKDHIDH-OURLISSENE W., 2014. Effets biocides des poudres et des huiles essentielles de quelques plantes aromatiques sur les paramètres biologiques de la bruche du haricot *Acanthoscelides obtectus* Say (Coleoptera : Bruchidae). Mémoire de Magister. Université .Tizi-Ouzou.95p.
- PERON, 2006 : Références. Production légumières.2ème Ed. 613 p.
- PLANQUAERT P.H. ET GIRARD G., 1987. La fève de l'hiver, Revue, I.T.C F 3ème Trim. 32p.
- PLANQUAERT P.H. ET GIRARD G., 1987. La fève de l'hiver, Revue, I.T.C F 3ème Trim. 32p.
- RACHEF S.A., et OUFFROUKHA A., 2005. Inventaire des ravageurs de la fève en Algérie (identification et caractérisation). I.N.R.A. 34-41.
- RAYNAUD C., 1976. Monographie et iconographie du genre *Vicia* L. au Maroc. Bull. Inst. Sci .N°1: 147-183.
- SAADA O. et OSMANI T., 2003. Bio écologie de la bruche de fève *Bruchus rufimanus* (BOH) 1833 (coleoptera : Bruchidae) dans les régions de Tizi- Rached et Beni-Douala. Mémoire Ing. Eco. An. U U.M.M.T.O.78P
- SERPEILLE A. 1991. La bruche du haricot : un combat facile ; bulletin. F.N.M.S N°116 :32-54.
- SIMONNEAU, D., CROSSON, PH., TAUPIN, P., BOUTTET, D, CHAILLET, I., 2012. Bulletin Vigicultures : mode opératoire observations féveroles parcelles fixes. N°5, 14p.
- STODDARD F.L., NICHOLAS A.H., RUBIALES D., THOMAS J., VILLEGAS - TAUPIN B., 2003. La bruche de la fève. La fève fortement attaquée. Protéagineux d'hiver, pensé à diversifier ses rotations, N° 293, pp 72-73
- TITOUCHE. S., 2015. Etude de l'effet biocide de deux huiles essentielles de deux plantes aromatiques de la famille des Lamiacées la lavande (*Lavandula augustifolia*) et de basilic (*Ocimum basilicum*) sur les paramètres biologiques de la bruche du Haricot *Acanthoscelides obtectus* Say. (Coleoptera : Bruchidae).

TRAN B., 1992. Caractérisation de l'état diapausant et induction de l'activité reproductrice chez *Bruchus rufimanus* Boh. (Coléoptera : Bruchidae). Thèse de doctorat es-sciences. Univ. F. Rabelais, Tours. 99p.

YAO K. et YANG C.T., 1985. Bionomics of the broad weevil, *bruchusrufimanus* Boheman (Abstract). Act a Entomolical, Sinica, 28(1) : 45-50.

ZAGHOUANE O., 1991. The situation of faba bean (*Vicia faba* L.) in Algeria. Option méditerranéenne. Present statut and future perspectes of faba bean production. I.C.A.R.D.A, Serie A, N° 10. pp 123-125.

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

ZUANG H., 1991. Mémento : nouvelles espèces légumières .Ed. Lavoisier, Paris, 360p.

Résumé

La bruche de la fève *Bruchus rufimanus* est un ravageur potentiel de *Vicia faba*. Afin de mieux lutter contre ce déprédateur, l'huile essentielle de *Citrus sinensis* extraite de fruits de l'oranger est testée selon différents paramètres, soit, par inhalation et par répulsion sur les adultes mâles et femelles diapausants de *Bruchus rufimanus* à différentes doses. Les résultats obtenus pour le test par inhalation, à la dose minimale 1ul, nous avons enregistré un taux de mortalité au bout de 24h, qu'il est constant durant toute la durée d'exposition pour les deux sexes. À la dose maximale de 5ul, une mortalité totale a été enregistrée après 24h d'exposition pour les deux sexes.

L'huile essentielle de *C. sinensis* présente un effet répulsif pour les mâles et très répulsif pour les femelles. Ainsi, l'huile essentielle de *Citrus sinensis* exerce un effet biocide à l'égard de *B. rufimanus*, vu que les femelles sont susceptibles d'être plus sensibles que les mâles de ce ravageur.

Mots clés : *Bruchus rufimanus*, *Vicia faba*, huile essentielle, *Citrus sinensis*, biocide, mortalité, inhalation.

Abstract

The bean weevil *Bruchus rufimanus* is a potential pest of *Vicia faba*. In order to better fight against this predator, *Citrus sinensis* essential oil extracted from fruits orange tree, is tested according to different parameters, by inhalation and by repulsion on diapausing adult males and females of *Bruchus rufimanus* at different doses. The results obtained for the inhalation test, at the minimum dose of 1ul, allowed us to record a mortality rate after 24 hours, which is constant throughout the duration of exposure for both sexes. At the maximum dose of 5ul, total mortality was recorded after 24 hours of exposure for both sexes.

The essential oil of *C. sinensis* has a repellent effect for males and very repellent for females. Thus, the essential oil of *Citrus sinensis* exerts a biocidal effect against *B. rufimanus*, females are likely to be more susceptible than males to this pest.

Keywords: *Bruchus rufimanus*, *Vicia faba*, essential oil, *Citrus sinensis*, biocide, mortality, inhalation.