

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou
Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques
Département de Biologie animale et végétale



Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master en sciences biologiques

Spécialité : Biologie de la conservation

Sujet

Effet insecticide de l'huile essentielle de romarin
***Rosmarinus officinalis* sur la longévité des adultes mâles et**
femelles de la bruche de la fève *Bruchus rufimanus*
Bohman, 1833 (Coleoptera : Chrysomelidae : Bruchinae)
dans la période de diapause

Présenté par : LAKROUS Lillia

Devant le jury composé de :

Présidente : Mme. BENOUFELLA- KITOUS K.

MCA UMMTO

Promotrice : Mme. MEDJDOUB-BENSAAD F.

Professeur UMMTO

Examinatrice I : Mme. CHEBHEB- HEDJAL M.

MCA UMMTO

Examinatrice II : Mlle. LAOUDI T.

Doctorante UMMTO

2017/1018

Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant et miséricordieux, qui m'a donné la force et la patience d'accomplir ce modeste travail.

En second lieu je tiens à remercier Mme MEDJDOUB-BENSAAD F., Professeur en Biologie à l'UMMTO de m'avoir accordé l'honneur de diriger ce travail, pour son soutien sans faille et pour l'intérêt qu'elle a continuellement porté pour cette étude, ses conseils, ses encouragements et sa disponibilité m'ont été d'un grand intérêt.

Je tiens également à remercier Mme. BENOUFELLA-KITOUS K. maître de conférence, classe A à l'UMMTO, pour l'honneur qu'elle me fait de présider le jury et d'évaluer ce travail.

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

-Mme. CHEBHEB- HEDJAL M. maître de conférence classe, A à l'UMMTO.

-Mlle. LAOUDI T. Doctorante à l'UMMTO.

Mes remerciements s'adressent à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail, plus particulièrement Mlle LAOUDI doctorante à l'UMMTO.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

A mes très chers parents pour tout votre soutien et votre stimulante fierté.

A mes chers frères (Amine, Hamid et son épouse Fairouz, ainsi qu'à leur fils Aksil, Idir, Smaïl et Mohamed).

A mes sœurs (Chahnez et Amira).

A mes adorables amies (Hafidha, Amira, Saliha, Ghania, Lydia, Noura et Tina).

Lillia

Liste des figures

Figure 1 :	Aspect morphologique de la fève (ORIGINAL, 2018).....	3
Figure 2 :	Maladies fongiques sur les feuilles de la fève (VANNETZEL et BOIZET, 2013). - a : Rouille (<i>Uromyces vicia-fabae</i>) -b : Mildiou (<i>P. fabae</i>) sur la face inférieure de la feuille	7
Figure 3 :	Feuilles de <i>V. faba</i> attaquées par l’antracnose (<i>Ascochyta fabae</i>) (ORIGINAL, 2018) ..	7
Figure 4 :	Botrytis (<i>Botrytis fabae</i>) sur les feuilles de fève (VANNETZEL et BOIZET, 2013).....	8
Figure 5 :	a) et (b) tige de fève déformée, par <i>Ditylenchus dipsaci</i> race géante. (c) Symptômes de <i>D. dipsaci</i> sur les graine de la fève (VANNETZEL et BOIZET, 2013).....	8
Figure 6 :	(a) Colonie de Puceron noir (<i>Aphis fabae</i>) sur la tige de la fève, (b) Puceron vert du pois (<i>Acyrtosiphon pisum</i>) sur les feuilles de la fève (VANNETZEL et BOIZET, 2013).....	9
Figure 7 :	(a) la sitone du pois (b) le lixus des fèves (c) la bruche de la fève (MEZANI, 2016).....	10
Figure 8 :	Les différents stades de développements de <i>B. rufimanus</i> (MEDJDOUB-BENSAAD, 2007).....	13
Figure 9 :	Forme du dernier segment abdominal chez le mâle (a) et la femelle (b) de <i>B. rufimanus</i> (MEZANI, 2016).....	14
Figure 10 :	Dégâts causés par <i>B. rufimanus</i> sur les graines de <i>V. faba</i> (ORIGINALE, 2018).....	15
Figure 11 :	Les adultes de <i>Bruchus rufimanus</i> et les graines infestées de la fève (ORIGINALE, 2018).....	18
Figure 12 :	Le romarin (a), le Flacon de l’huile essentielle de <i>Rosmarinus officinalis</i> L. (b) (ORIGINALE, 2018).....	19
Figure 13 :	Dispositif du test par contact de l’huile essentielle de romarin à verbénone (<i>Rosmarinus officinalis</i> L.) contre les adultes diapausants (mâles et femelles) du bruche de la fève (<i>B. rufimanus</i>) (ORIGINALE, 2018).....	21
Figure 14 :	Dispositif du test par inhalation de l’huile essentielle de romarin à verbénone (<i>Rosmarinus officinalis</i> L.) contre les adultes diapausants (mâles et femelles) du bruche de la fève (<i>B. rufimanus</i>) (ORIGINALE, 2018).....	22
Figure 15 :	Le test de répulsion de l’huile essentielle de <i>R. officinalis</i> L. (ORIGINALE, 2018).....	23

Figure 16 :	La mortalité moyenne des adultes mâles de <i>B. rufimanus</i> diapausants traité par contact avec différentes doses de l'huile essentielle de <i>R. officinalis</i>	25
Figure 17 :	La mortalité moyenne des adultes femelles de <i>B. rufimanus</i> diapausants traité par contact avec différentes doses de l'huile essentielle de <i>R. officinalis</i>	26
Figure 18 :	La mortalité moyenne des adultes mâles de <i>B. rufimanus</i> diapausants traités par inhalation avec différentes doses de l'huile essentielle de <i>R. officinalis</i>	28
Figure 19 :	La mortalité moyenne des adultes femelles de <i>B. rufimanus</i> diapausants traité par inhalation avec différentes doses de l'huile essentielle de <i>R. officinalis</i>	29
Figure 20 :	Le pourcentage de répulsion des adultes mâles et femelles de <i>B. rufimmanus</i> traités avec les différentes concentrations d'huile essentielle de <i>R. officinalis</i>	32

Liste des tableaux

Tableau 1 :	Composantes nutritionnelles de la fève pour 100g de matières sèche (LIBDIRI et HASSANI, 2003).....	5
Tableau 2 :	Evaluation de la superficie et la production de la fève dans la wilaya de Tizi-Ouzou (ANONYME, 2017).....	6
Tableau 3 :	Composition des huiles essentielles extraites de <i>R. officinalis</i> (en %) de deux pays l' Algérie et l'Egypte (HASNI et ZEGHBA, 2017).....	20
Tableau 4 :	Pourcentage de répulsion selon le classement de MC DONALD et <i>al.</i> , (1970).....	24
Tableau 5 :	Analyse de la variance à trois facteurs (sexe, dose, durée d'exposition) au seuil de 5% pour le paramètre mortalité des adultes mâles et femelles de <i>B. rufimanus</i> diapausants traités par contact avec différentes doses de l'huile essentielle de <i>R. officinalis</i>	27
Tableau 6 :	Résultats du test de NEWMEN et KEULS au seuil de 5% concernant l'effet de facteur sexe sur la mortalité des adultes mâles et femelles de <i>B. rufimanus</i> diapausants traités par contact avec différentes doses de l'huile essentielle de <i>R. officinalis</i>	27
Tableau 7 :	Résultats du test de NEWMEN et KEULS au seuil de 5% concernant l'effet de facteur dose sur la mortalité des adultes mâles et femelles de <i>B. rufimanus</i> diapausants traités par contact avec différentes doses de l'huile essentielle de <i>R. officinalis</i>	27
Tableau 8 :	Résultats du test de NEWMEN et KEULS au seuil de 5% concernant l'effet de facteur durée d'exposition sur la mortalité des adultes mâles et femelles de <i>B. rufimanus</i> diapausants traités par contact avec différentes doses de l'huile essentielle de <i>R. officinalis</i> ..	28
Tableau 9 :	Analyse de la variance à trois facteurs (Sex, dose, durée d'exposition) au seuil de 5% pour le paramètre mortalité des adultes mâles et femelles de <i>B. rufimanus</i> diapausants traités par inhalation avec différentes doses de l'huile essentielle de <i>R. officinalis</i>	30

Tableau 10 :	Résultats du test de NEWMEN et KEULS au seuil de 5% concernant l'effet de facteur dose sur la mortalité des adultes mâles et femelles de <i>B. rufimanus</i> diapausants traités par inhalation avec différentes doses de l'huile essentielle de <i>R. officinalis</i>	30
Tableau 11 :	Résultats du test de NEWMEN et KEULS au seuil de 5% concernant l'effet de facteur durée d'exposition sur la mortalité des adultes femelles de <i>B. rufimanus</i> diapausantes traitées par inhalation avec différentes doses de l'huile essentielle de <i>R. officinalis</i>	31
Tableau 12 :	Taux moyen de répulsion des adultes mâles de <i>B. rufimanus</i> diapausants en fonction de la dose.....	31
Tableau 13 :	Taux moyen de répulsion des adultes femelles de <i>B. rufimanus</i> diapausantes en fonction de la dose de l'huile essentielle de <i>R. officinalis</i>	32
Tableau 14 :	Classement de l'huile essentielle de <i>R. officinalis</i> et leur propriété de répulsion.....	33
Tableau 15 :	Analyse de la variance à deux facteurs (Sexe et dose) au seuil de 5% pour le paramètre répulsion des adultes femelles de <i>B. rufimanus</i> diapausantes traitées par répulsion avec différentes doses de l'huile essentielle de <i>R. officinalis</i>	33
Tableau 16 :	Résultats du test de NEWMEN et KEULS au seuil de 5% concernant l'effet de facteur dose sur la répulsion des adultes femelles de <i>B. rufimanus</i> diapausantes traitées par répulsion avec différentes doses de l'huile essentielle de <i>R. officinalis</i>	33

Sommaire

Introduction	1
Chapitre I Synthèse bibliographique	
1. La plante hôte <i>Vicia faba</i>	2
1.1. Position systématique de la plante hôte.....	3
1.2. Description morphologique de la fève.....	3
1.3. Les variétés de la fève	3
1.3.1. L'Aguadulce.....	3
1.3.2. La Séville	3
1.3.3. La Muchaniel	3
1.3.4. Sidi Moussa	3
1.4. Cycle phrénologique de la fève	4
1.5. Intérêt de la culture de la fève.....	4
1.5.1. Intérêt alimentaire.....	4
1.5.2. Intérêt agronomique.....	5
1.6. Situation de la culture de la fève.....	5
1.6.1. En Algérie.....	5
1.6.2. Dans la wilaya de Tizi-Ouzou.....	5
1.7. Les contraintes biotiques de la culture de la fève en Algérie	6
1.7.1. Sensibilité aux maladies cryptogamiques (fongique).....	6
1.7.2. Sensibilité aux ravageurs.....	7
2. L'insecte ravageur <i>Bruchus rufimanus</i>	10
2.1. Position systématique.....	11
2.2. Bio-écologie de <i>B. rufimanus</i>	12
2.3. Les conditions de la levée de la diapause reproductrice chez <i>B. rufimanus</i>	12
2.4. Description morphologique des différents stades de développement de <i>B. Rufimanus</i>	12
2.4.1 . Les œufs.....	12
2.4.2. Les larves.....	12
2.4.3. Les nymphes.....	13

2.4.4.	Les adultes.....	13
2.5.	Les dégâts.....	14
2.6.	Technique de protection.....	15
2.6.1.	Lutte préventive.....	15
2.6.2.	Lutte curative.....	16

Chapitre II Matériel et méthodes

1.	Matériel	
1.1.	Matériels biologiques.....	18
1.1.1.	La fève.....	18
1.1.2.	La bruche	18
1.1.3.	L'huile essentielle.....	18
1.2.	Matériels de laboratoire.....	20
2.	Méthodes.....	21
2.1.	Traitement par contact.....	21
2.2.	Traitement par inhalation.....	22
2.3.	Traitement par répulsion.....	23
2.4.	Analyses statiques.....	24

Chapitre III Résultats et discussion

1.	Résultats	25
1.1.	Evaluation par contact de l'effet biocide de l'huile essentiel <i>R. officinalis</i> sur les adultes mâles et femelles de <i>B. rufimmanus</i> diapausants.....	25
1.1.1.	Action par contact de l'huile essentielle <i>R. officinalis</i> sur les adultes mâles de <i>B. rufimmanus</i> diapausants.....	25
1.1.2.	Action par contact de l'huile essentielle <i>R. officinalis</i> sur les adultes femelles de <i>B. rufimmanus</i> diapausantes.....	26
1.2.	Evaluation par inhalation de l'effet biocide de l'huile essentiel <i>R. officinalis</i> sur les adultes mâles et femelles de <i>B. rufimmanus</i> diapausants.....	28
1.2.1.	Action par inhalation de l'huile essentiel <i>R. officinalis</i> sur les adultes mâles de <i>B. rufimmanus</i> diapausants.....	28
1.2.2.	Action par inhalation de l'huile essentielle <i>R. officinalis</i> sur les adultes femelles de <i>B. rufimmanus</i> diapausantes.....	29

1.3.	Evaluation par répulsion de l'effet biocide de l'huile essentiel <i>R. officinalis</i> sur les adultes mâles et femelles de <i>B. rufimanus</i> diapausants.....	31
2.	Discussion.....	34
Conclusion	38
Références bibliographiques		

Introduction

La culture des légumineuses vivrières est reconnue comme étant l'une des meilleures et des moins coûteuses des solutions pour l'alimentation des populations des pays en voie de développement (SOLTNER, 1990). D'autant plus que près de 90% de la consommation humaine de légumineuses se produit dans ces pays (GORDON, 2002).

La fève est une culture vivrière très appréciée par les agriculteurs car elle constitue une source importante de protéines, aussi bien pour l'alimentation humaine qu'animale et permet une économie de la fertilisation azotée (DRIDI et *al.*, 2011).

Malheureusement, ces cultures se caractérisent très souvent par des rendements faibles et instables. Cela s'explique d'une part par leur sensibilité aux contraintes abiotiques comme le froid la chaleur et la dégradation des sols et aux contraintes biotiques comme les maladies et insectes ravageurs (BAUDOIN, 2001). Parmi ces dernières nous citons la bruche de la fève *Bruchus rufimanus*.

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

La recherche de méthodes de lutte efficace contre les insectes ravageurs bénéfique pour la santé humaine et pour notre environnement, de nombreuses études sont faites et d'autre se développent pour donner beaucoup de possibilités dans le règne végétal pour isoler les substances qui ont un rôle insecticide (HUIGNARD et *al.*, 2011).

Les huiles essentielles, par leurs effets insecticides, ont fait l'objet de nombreuses recherches, en vue de réduire les pertes occasionnées par les insectes ravageurs des graines stockées (KELLOUCHE et SOLTANI, 2004 ; KELLOUCHE, 2005 ; CAMARA, 2009 ; KELLOUCHE et *al.*, 2010 ; AIBOUD, 2012 ; GOUCEM-KHELFANE, 2014 ; TALEB TOUDERT, 2015).

Notre étude vise comme objectif essentiel l'évaluation de l'effet bio insecticide de l'huile essentielle de romarin par 3 modes d'action : contact, inhalation et répulsion à l'égard des adultes de la bruche de la fève. Ce présent mémoire est scindé en 4 chapitres structurés comme suit :

- Chapitre I porte une synthèse bibliographique sur la plante hôte *Vicia faba* et sur l'insecte ravageur (la bruche de la fève *Bruchus rufimanus*).
- Chapitre II expose le matériel et les méthodes utilisées dans notre expérimentation.
- Le chapitre III est consacré aux résultats obtenus et à la discussion.

Cette étude sera clôturée par une conclusion générale et quelques perspectives pour les travaux futurs.

Chapitre I

Synthèse bibliographique

La plante hôte *Vicia faba*

1.1. Position systématique de la plante hôte

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

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

1.2. Description morphologique de la fève

La fève *V. faba* est une légumineuse de la famille des Fabacées. C'est une plante dicotylédone cultivée pour sa graine et dont la culture est pratiquée dans tous les pays tempérés et dans toutes les bordures méditerranéennes (CHAUX et FOURY, 1994).

- **Les racines :** Selon DUC (1997), le système racinaire de la fève est formé par une racine principale pivotante et des racines secondaires portant des nodosités. Le système racinaire de la fève peut s'enfoncer jusqu'à 80 cm de profondeur, les nodosités sont abondantes dans les 30 premiers centimètres (CHAUX et FOURY, 1994).
- **La tige :** La tige est simple, dressée, creusé, de section quadrangulaire, sa hauteur est généralement comprise entre 80 et 120 cm (CHAUX et FOURY, 1994).
- **Les feuilles :** Elles sont alternées, composées-pennées, constituées par 2 à 4 paires des folioles ovales, mucorinées, sans vrilles, de couleur vert glauque ou grisâtre. Les stipules bien visibles en forme dentée (CHAUX et FOURY, 1994).
- **Les fleurs :** Selon MAOUI *et al.* (1990), la fève possède des inflorescences en grappe de 4 à 5 fleurs en moyenne situé à l'aisselle des feuilles. Elles sont de couleur blanche ou faiblement violacées et portant sur chaque aille une macule noire (CHAUX et FOURY, 1994).

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



Figure 1 : différentes organes la fève (ORIGINAL 2018).

1.3. Les variétés de la fève

Il existe plusieurs variétés de et de la féverole et les plus fréquentes en Algérie sont : L'Aguadulce, la Séville, la Muchaniel et Sidi Moussa.

1.3.1. L'Aguadulce

C'est une variété demie précoce, très répandue en culture, caractérisée par une végétation haute de 1,10 à 1,20 m. les gousses sont volumineuses de couleur vert franc, très longue pouvant atteindre 20 à 25cm renfermant 7 à 9 graines. C'est une variété très productive (CHAUX et FOURY, 1994).

1.3.2. La Séville

La Séville est une variété précoce hâtive et de bonne vigueur présentant une tige de 0.7m de haut. Elle se distingue par la couleur de son feuillage d'un vert assez franc. Ses gousses présentent une largeur d'environ 3cm et une longueur de 25cm, renfermant 5 à 6 grains volumineux (LAUMONIER, 1979).

1.3.3. La Muchaniel

La Muchaniel est une variété relativement très précoce et productive, elle a des gousses de couleur vert claire de 20cm de longueur, renfermant 5 à 6 grains blancs (CHAUX et FOURY, 1994).

1.3.4. Sidi Moussa

C'est une variété sélectionnée à El-Harrach en 1965, convient dans tous les sols. Elle peut résister aux maladies cryptogamiques (*Botrytis*), aux insectes (*Aphis fabae*), aux plantes parasites (*Orobanche* sp.) et aux nématodes (ZAGHOUANE, 1991).

1.4. Cycle phénologique de la fève

La fève est une plante annuelle accomplissant son cycle en 24 à 28 semaines (LAUMONIER, 1979). Selon *V. faba* à une période végétative courte qui passe par 6 stades avant d'atteindre le stade maturation :

- Stade de levée : correspond à la sortie de la première paire des feuilles.
- Stade deux feuilles : apparition de deux folioles.
- Début de floraison : ce stade correspond à l'apparition des bouquets floraux.
- Stade de plain floraison : c'est le début de formation des gousses.
- Maturité : c'est le grossissement des gousses.
- La récolte : c'est la récolte de gousses sèches.
- La floraison s'étale sur une longue période, elle se termine lorsqu'on compte déjà à base des plantes plusieurs étages portant des gousses (SAADA et OSMANI, 2003).

En Algérie, pour le semis, il est effectué en novembre,

- La levée en décembre,
- La fleuraison en février-mars,
- La formation des gousses en mars-avril,
- La maturité en mai,
- Et la récolte en juin.

1.5. Intérêt de la culture de la fève

1.5.1. Intérêt alimentaire

La fève est une légumineuse riche en sels minéraux tels que le Calcium (Ca), le Magnésium (Mg), le Phosphore (P), le Potassium (K), le Fer (Fe) et la vitamine C (BOUSALEM, 1982).

Selon GORDON (2004) in MEZANI (2016), la fève à une teneur en protéine élevée de l'ordre de 300 g/kg, c'est une excellente source de fibre soluble et insoluble, de glucide complexe, 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).

Le tableau 1 représente les composantes nutritionnelles essentielles de la fève.

Tableau 1 : composantes nutritionnelles de la fève pour 100g de matières sèche (LIBDIRI et HASSANI, 2003).

Composantes biochimiques	Calorie (sucre)	Sucre totaux	Protides	Humidité	Cendre
Quantité	179,74	43	24,75	10,4	3
Unité	Calorie	g/100 M.S	g/100 M.S	%	%

1.5.2. Intérêt agronomique

Comme toutes les légumineuses alimentaires, *V. faba* contribue à l'enrichissement du sol en éléments fertilisants, dont l'incidence est positive sur les performances des cultures qui les suivent, notamment le blé (KHALDI et al., 2002).

La fève améliore la teneur du sol en azote, avec un apport annuel de 20 à 40 kg/ha, par son système racinaire puissant et dense. Les résidus des récoltes enrichissent le sol en matière organique (RACHEF et al., 2008).

1.6. Situation de la culture de la fève

1.6.1. En Algérie

La culture de la fève en Algérie n'a pas encore bénéficié de tout l'attention nécessaire assurant son assure leur développement. Elle continue d'être marginalisée à tel point, que des régressions importantes en superficie ont été engendrées depuis 1997.

D'autres parts, la productivité et la production (faible) n'ont pas connue d'amélioration, ce qui a engendré le recours aux importations pour satisfaire la consommation, qui est en nette augmentation.

1.6.2. Dans la wilaya de Tizi-Ouzou

La culture de la fève dans la région de Tizi-Ouzou, occupe la place la plus importante parmi les légumineuses alimentaires en temps de superficie et de production.

Les données statistiques agricoles de la superficie et de la production de la fève dans la région de Tizi-Ouzou durant l'année 2016/2017 sont présentées dans le Tableau 2.

Tableau 2 : Evaluation de la superficie et la production de la fève dans la wilaya de Tizi-Ouzou (ANONYME, 2017).

Campagne agricole	Superficie (ha)	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 région de Tizi-Ouzou pour la décennie 2007/2017 est de 637.73 ha.

Le rendement maximal est noté durant la campagne agricole 2011/2012, par contre le rendement minimal est enregistré durant l'année 2007/2008 avec une valeur de 11.02 qx/ha.

La superficie, la production et le rendement de la fève varient d'une année à une autre, suivant les conditions climatiques (BOUGHADAD, 1994).

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

1.7. Les contraintes biotiques de la culture de la fève en Algérie

La fève est attaquée par de nombreuses maladies cryptogamiques, virales et ravageurs, elle fait face également à de nombreuses plantes parasites.

1.7.1. Sensibilité aux maladies cryptogamiques (fongique)

- **La rouille**

La rouille se manifeste par la présence de petites pustules brun-rouilles sur les folioles (EMERAN et *al.*, 2011). Ces pustules finissent par recouvrir la totalité du feuillage et parfois des tiges, provoquant un dessèchement accéléré des plants (PERON, 2006 ; STODDARD et *al.*, 2010).

- **Le mildiou**

Peronospora fabae et *Peronospora viciae* sont des champignons responsables des attaques précoces de mildiou qui entraînent le nanisme des plantes ainsi qu'une déformation des tiges et des pétioles (CHAUX et FOURY, 1994).

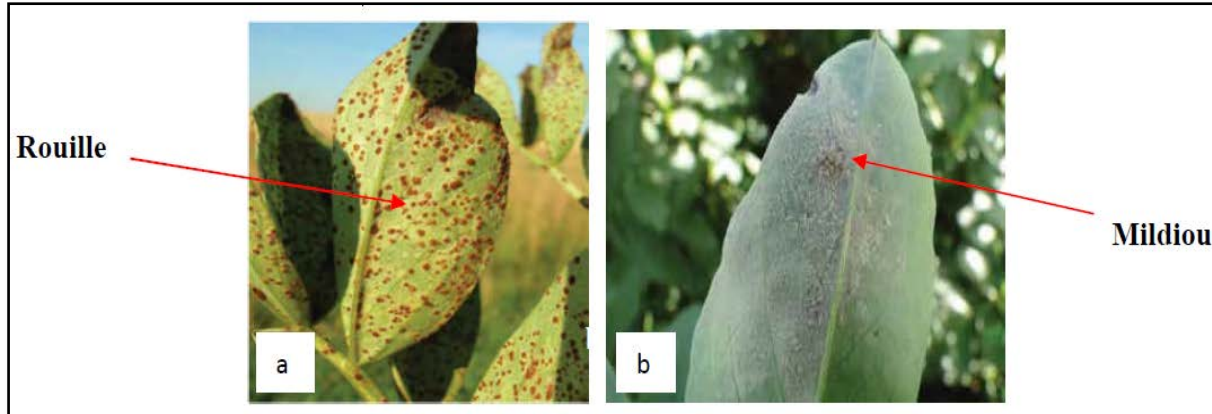


Figure 2 : Maladies fongiques sur les feuilles de la fève
- a : Rouille (*Uromyces vicia-fabae*) -b : Mildiou (*Peronospora fabae*) sur la face inférieure de la feuille(VANNETZEL et BOIZET, 2013).

- **L'antracnose**

L'antracnose est causée par *Ascochyta fabae*, elle contamine la plante en période de floraison PLANQUAERT et GIRARD (1987).

Cette maladie se manifeste par la formation des taches brunes sur les feuilles et les gousses, en provoquant leurs éclatements.



Figure 3 : Feuilles de *V. faba* attaquées par l'antracnose (*Ascochyta fabae*) (ORIGINAL, 2018).

- **Le botrytis (la maladie des tâches chocolatées)**

Le brotrytis est provoqué par le champignon *Brotis fabae*, il se développe surtout sur la féverole d'hiver, en cas de condition douce (>15°C) et humide, cette maladie se manifeste par la présence des ponctuations chocolat (AVERENQ et *al.*, 2008).

Selon RHAIM (2002), Une attaque sévère par celle-ci peut engendrer des pertes de rendement allant jusqu'à 100% lorsque les conditions favorables se prolongent.



Figure 4 : Botrytis (*Botrytis fabae*) sur les feuilles de fève (ORIGINAL, 2018).

1.7.2. Sensibilité aux ravageurs

- **Les nématodes**

Ditylenchus dipsaci est un nématode qui limite le développement de la culture de la fève. Il provoque la décoloration de la tige et une nécrose localisée sur les entre nœuds, la déformation des feuilles ainsi que l'éclatement des gousses et le rabougrissement de la plante (MAOUI et al., 1990).

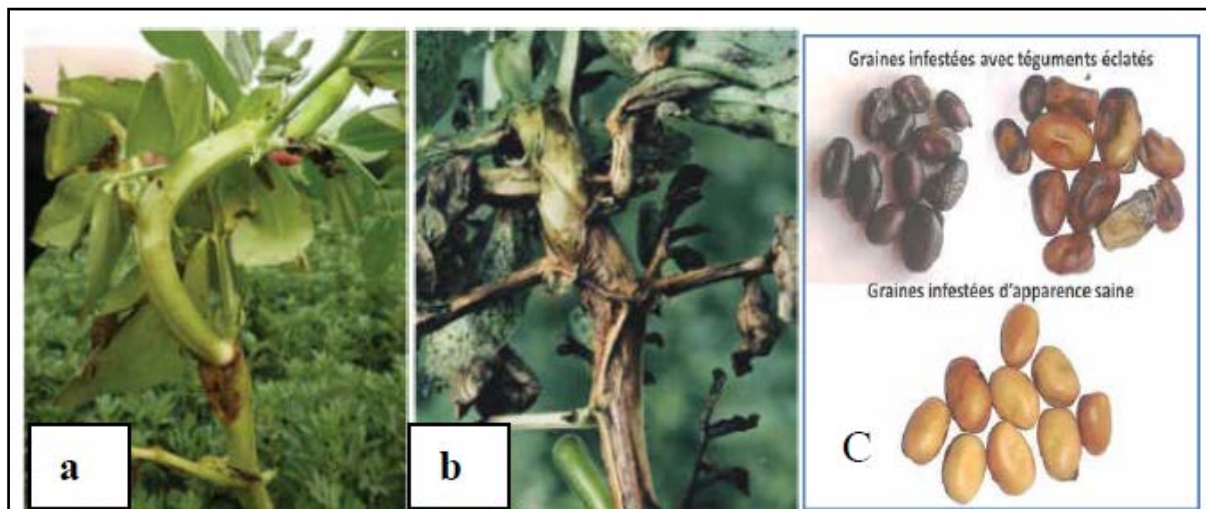


Figure 5 : (a) et (b) tige de fève déformée, par *Ditylenchus dipsaci* race géante. (c) Symptômes de *D. dipsaci* sur les graines de fève (VANNETZEL et BOIZET, 2013).

- **Les insectes**

La fève est soumise à des attaques d'une gamme assez variée d'insectes qui limitent sa production, les plus répandus sont :

- **Le puceron vert du pois (*Acyrtosiphon pisum*)**

Acyrtosiphon pisum, peut compromettre toute la récolte lorsque l'infestation survient avant la floraison, il pompe la sève et cause des pertes de rendement non négligeables et peut même transmettre des virus qui tuent complètement la plante (BOUHACHEM, 2002).

- **Le puceron noir de la fève (*Aphis fabae*)**

Aphis fabae c'est l'un des ennemis les plus importants sous les conditions climatiques d'Algérie. Il est à la fois déprédateur et vecteur de virus. Il vit en colonies compactes à l'extrémité des plants de fève. Il provoque l'enroulement, le dessèchement et la chute des feuilles (HAMADACHE, 2003)

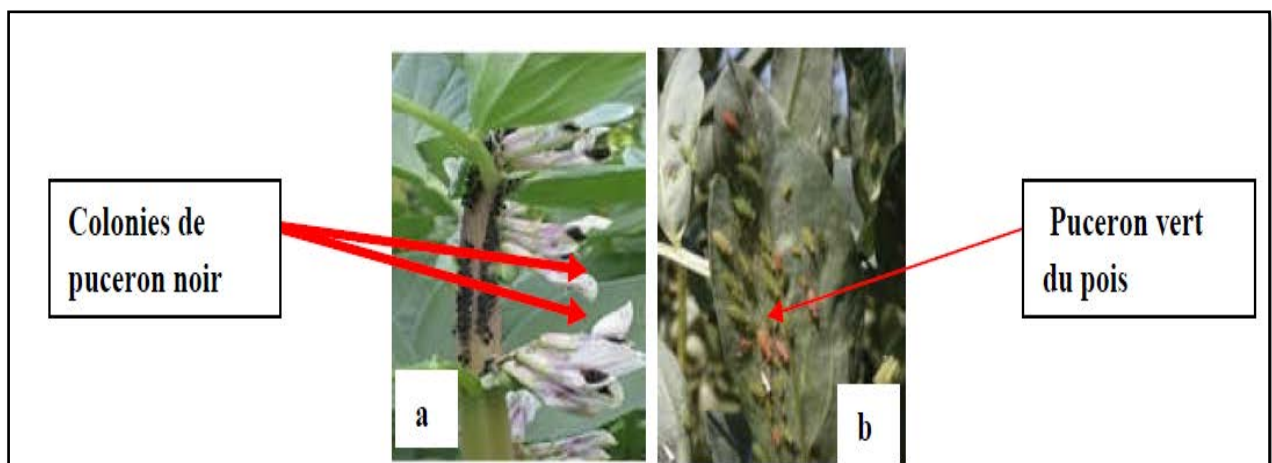


Figure 6 : les insectes ravageurs de la fève (a) Colonie de Puceron noir (*Aphis fabae*) sur la tige de la fève, (b) Puceron vert du pois (*Acyrtosiphon pisum*) sur les feuilles de la fève (VANNETZEL et BOIZET, 2013).

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

Sitona lineatus, est un insecte dont les adultes découpent sur les bordures des feuilles des encoches semi circulaires et leurs larves s'attaquent aux nodosités des racines (MOUHOUCHE, 1997).

- **Le Lixe poudreux des fèves (*Lixus algerus*)**

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

- **La bruche de la fève (*Bruchus rufimanus*)**

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

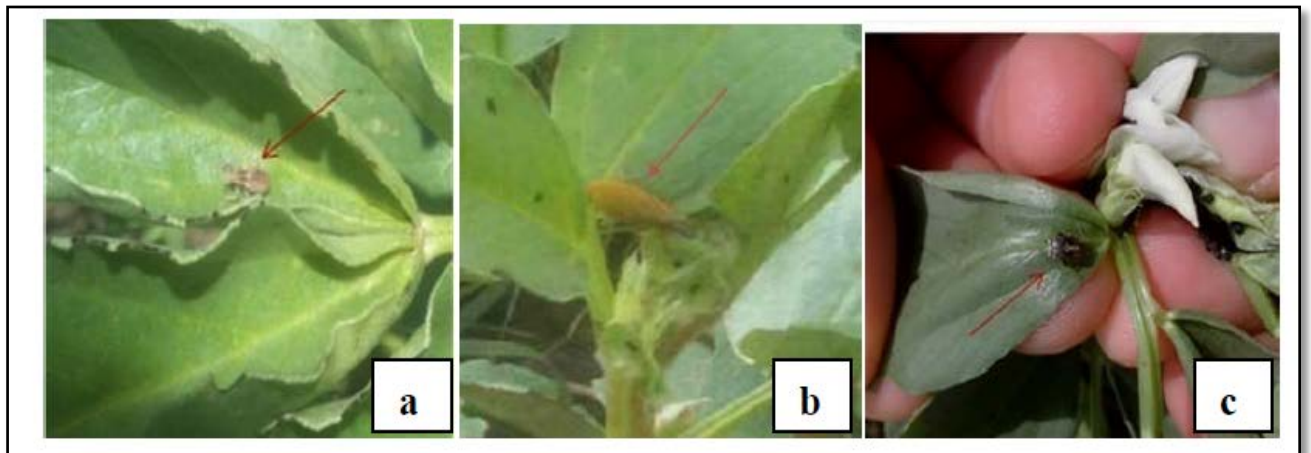


Figure 7 : les insectes ravageurs de la fève (a) la sitone du pois, (b) le lixus des fèves (c), la bruche de la fève (MEZANI, 2016)

2. L'insecte ravageur *Bruchus rufimanus*

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

- **Groupe 1** : les Bruchinae qui colonisent les cultures et dont les femelles pondent sur les gousses vertes puis sur les gousses sèches. Leurs larves se reproduisent et se développent dans les cultures puis dans les graines sèches pendant le stockage. Plusieurs générations peuvent ainsi se succéder à ce niveau (Bruchinae inféodées aux niébés).

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

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

2.1. Position systématique

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

Embranchement :.....	Arthropoda
Sous embranchement :.....	Pterygota
Classe :.....	Insecta
Section :.....	Neoptera
Sous-section :.....	Endopterygota
Ordre :.....	Coléoptère
Sous ordre :.....	Phytophagae
Famille :.....	Chrysomelidae (Bruchidea)
Sous famille :.....	Bruchinae
Genre :.....	<i>Bruchus</i>
Espèce :.....	<i>Bruchus rufimanus</i> (BOHEMAN, 1833)

2.2. Bio-écologie de *B. rufimanus*

La bruche de la fève *B. rufimanus* présente un cycle biologique annuel, strictement dépendant de celui de sa plante hôte (FRANSSEN, 1956). En dehors de la période de la floraison de la fève, l'insecte est en diapause imaginale, et appelée aussi diapause reproductrice marqué par un arrêt du développement des organes reproducteurs, donc par un arrêt de l'activité reproductrice (MEDJDOUB-BENSAAD, 2007).

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

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

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

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

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

- ✓ La photopériode de 12h la levée chez 60 à 70% des mâles de la diapause reproductrice.
- ✓ La présence des fleurs de la plante hôte (consommation du pollen de la fève).
- ✓ La durée de la phase de diapause reproductrice car durant les premiers mois de diapause les facteurs stimulants n'ont aucun effet, ce n'est qu'après six à sept mois de diapause que les bruches réagissent et peuvent devenir reproductives.

2.4. Description morphologique des différents stades de développement de *B. Rufimanus*

2.4.1. Les œufs

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

2.4.2. Les larves

Les larves de *B. rufimanus* mesurent 5 à 6 mm de long, elles sont sub- cylindrique en forme C. Elles sont ovales, rétractées et aplaties dorso-ventralement (CASARI et TEIXEIRA, 1997).

Les larves sont caractérisées par une tête brune, leur couleur est d'un blanc ocre (HOFMANN, 1945).

2.4.3. La nymphe

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

2.4.4. L'adulte

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

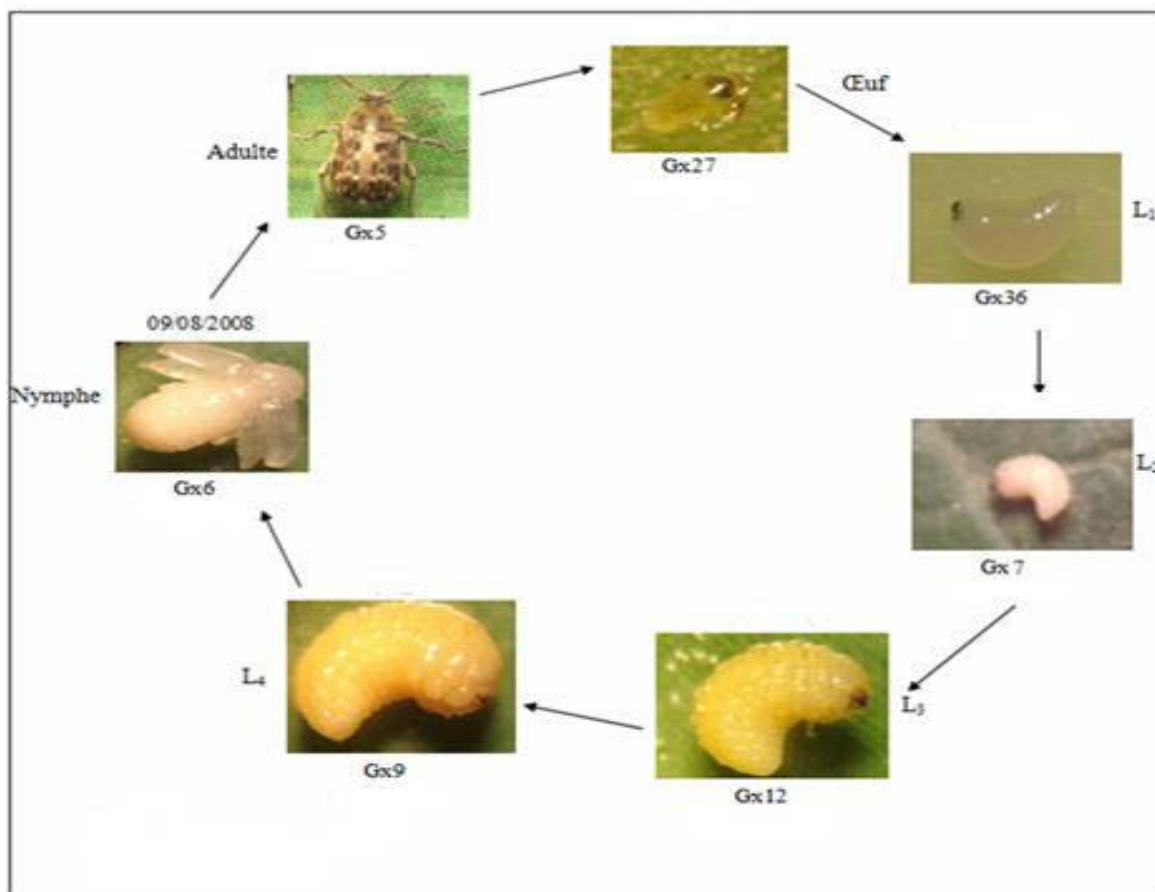


Figure 8 : Les différents stades de développements de *B. rufimanus* (MEDJDOUB-BENSAAD, 2007)

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



Figure 9 : Forme du dernier segment abdominal chez le mâle (a) et la femelle (b) de *B. rufimanus* (MEZANI, 2016).

2.5. Les dégâts

D'après BERNE et DARDY (1987), *B. rufimanus* est un insecte qui vit aux dépens de graines de *V. faba*. C'est la larve qui cause les dégâts à l'intérieur des graines de *V. faba*, provoquant une perte qui varie entre 2,8% et 14,15% du poids sec des graines et de 8% de leurs germinations (BOUGHADAD et LAUGE, 1997). Cette dernière diminue au fur et à mesure que le nombre de bruches par graine augmente, elle serait de 84% pour les graines avec une seule bruche, 76% pour les graines avec deux bruches et 58% pour les graines avec trois bruches (MEDJDOUB-BENSAAD, 2007).

Les larves se développent à l'intérieur des graines en consommant les réserves contenues dans les cotylédons ce qui réduit la qualité nutritionnelle des graines en diminuant leur teneur protéique et en favorisant la pénétration de champignons producteurs d'aflatoxines (HUIGNARD et al., 2011).

De plus la libération d'acide urique à l'intérieur des graines affecte leur qualité gustative (HUIGNARD et al., 2011).



Figure 10 : Dégâts causés par *B. rufimanus* sur les graines de *V. faba* (ORIGINALE, 2018).

2.6. Technique de protection

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

2.6.1. Lutte préventive

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

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

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

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

✓ Lutte culturelle

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

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

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

2.6.2. Lutte curative

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

• Lutte physique

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

• Lutte chimique

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

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

• Lutte biologique

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

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

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

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

Chapitre II

Matériel et méthodes

Notre étude expérimentale a été réalisée au niveau du Laboratoire de Recherche, Ecologique des invertébrés terrestres, de la faculté des Sciences Biologiques et des Sciences agronomiques à l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, durant la période s'étalant du mois de février 2018 au mois de mai 2018.

L'objectif de ce travail est d'évaluer l'effet biocide de l'huile essentielle de romarin (*Rosmarinus officinalis* L.), sur les adultes diapausants de *B. rufimanus* à travers trois modes d'action par contact, par inhalation et par répulsion.

1. Matériel

1.1. Matériel biologique

1.1.1. La fève

Le matériel végétal utilisé dans notre expérience est composé des graines de fèves *Vicia faba* récoltées en 2017, elles proviennent du marché local de Tizi-Ouzou, qui sont conditionnées dans des sachets en plastique.

1.1.2. La bruche

L'espèce étudiée est *Bruchus rufimanus*. Les adultes mâles et femelles diapausants utilisés sont retirés manuellement des graines infestées de la fève au niveau du laboratoire, les bruches en activité reproductrice sont capturées dans les parcelles de fèves dans la région de Tizi-Ouzou pendant la période de floraison et de fructification de la fève en 2017.



Figure 11 : Les adultes de *Bruchus rufimanus* et les graines infestées de la fève (ORIGINALE, 2018).

1.1.3. Huile essentielle

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

L'huile essentielle testé dans cette étude est celle de romarin (*R. officinalis*).

• Description de la plante

Rosmarinus officinalis est un arbuste dont la taille peut atteindre jusqu'à 2 m (BLAMEY et GREY-WILSON, 2000) ou sous-arbrisseau qui pousse en touffes ; très odorant (BELOUED, 2009 ; BECHAALANY, 2014). Plante ornementale et très cultivée, avec des formes prostrées ou érigées (BLAMEY et GREY-WILSON, 2000).

• Position systématique

CROQUIST (1981) rappelle que la classification du romarin comme suit :

Règne	Plantae
Division	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsida
Ordre	Lamiales
Famille	Lamiacées
Genre	<i>Rosmarinus</i>
Espèce	<i>Rosmarinus officinalis</i> (L.).

En français : Romarin

En arabe : إكليل QUEZEL et SANTA (1963).

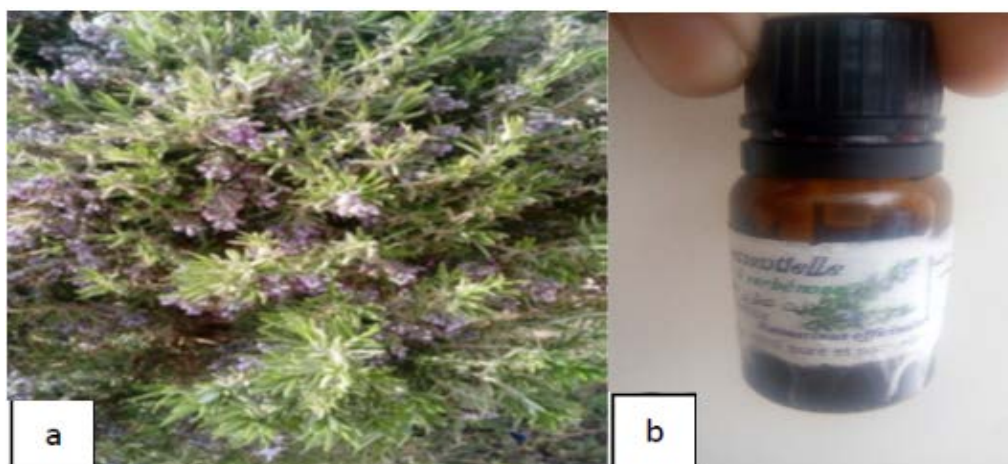


Figure 12 : Le romarin (a), le Flacon de l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis* L. (b) (ORIGINALE, 2018).

• Composition chimique de l'huile essentielle extraite de *R. officinalis*

La composition chimique de l'huile essentielle de *R. officinalis*, selon HASNI et ZEGHBA (2017) est présentée dans le tableau suivant.

Tableau 3 : Composition des huiles essentielles extraites de *R. officinalis* des deux pays l'Algérie et l'Egypte (en %) (TALEB TOUDERT,2015).

Le composant chimique	
D-Camphor	10,32
Linalool	1,29
Bomyacetate	1,77
Terpineol	0,18
L-4-terpineol	1,61
Transthujène	0,62
a-phellandrène	0,14
4 -Carène	0,48
a-terpinène	0,11
a-cubène	0,37
b-Linalool	0,98
Bergamol	0,31
b cadinène	0 ,61
caryophyllénooxide	0,35
a-fenchene	0,08
transhydrocarvone	0,46

1.2. Matériel de laboratoire

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

- Une loupe binoculaire de grossissement x 20 pour sélectionner les mâles et les femelles.
- Des boîtes de Pétri en plastique (6 cm de diamètre).
- Une pipette graduée pour le dosage des huiles, ainsi qu'une micro pipette pour les micro-doses.
- Du papier filtre.

2. Méthodes

2.1. Traitement par contact

Pour l'évaluation de l'effet biocide de l'huile essentielle de *R. officinalis* sur les adultes diapausants de la bruche, nous avons utilisé 30 individus de *B.rufimanus* diapausants dénombrés et sexés à l'aide d'une loupe binoculaire (15 mâles, 15 femelles), ces individus sont introduits séparément dans des boîtes de Pétri, contenant du papier filtre traitée par l'huile essentielle de romarin à des doses de 2 μ l, 4 μ l, 6 μ l, 8 μ l, ces derniers sont dilués respectivement dans 0.5 ml d'acétone pour que la répartition d'huile soit homogène. Trois répétitions sont effectuées pour chaque dose et pour chaque lot témoin.

Le dénombrement des individus vivants est effectué au bout de 1h, 2h, 3h, 4h, 6h, 24h, 48h, 72h, 96 heures d'exposition pour chaque boîte.

Le dispositif expérimental du test par contact à l'égard de *B. rufimanus* (mâles et femelles diapausants) traité par différentes doses d'huile essentielle de romarin est illustré dans la figure suivante :

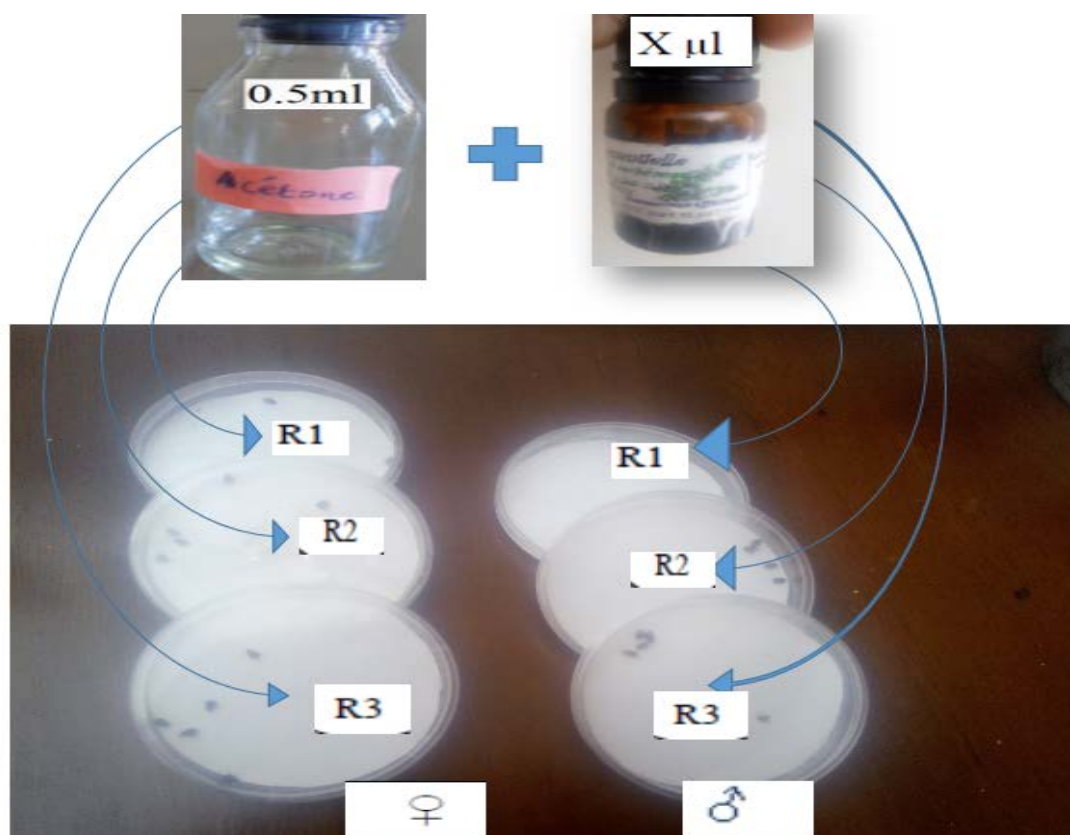


Figure13 : Dispositif du test par contact de l'huile essentielle de romarin à verbénone (*Rosmarinus officinalis* L.) contre les adultes diapausants (mâles et femelles) du bruche de la fève (*B. rufimanus*) traités par 0.5 μ l et 1 μ l. (R1, R2, R3 : les trois répétitions) (ORIGINALE, 2018).

2.2. Traitement par inhalation

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

Pour chaque essai, 5 individus mâles et 5 individus femelles de *B. rufimanus* sont mis séparément et rapidement dans chaque flacon. Trois répétitions sont effectuées pour chaque dose et pour chaque lot de témoin.

Un dénombrement des individus vivants a été effectué au bout de 1h, 2h, 3h, 4h, 6h et 24h, 48 heures d'exposition dans chaque flacon.

Le dispositif expérimental du test par contact à l'égard de *B. rufimanus* (mâles et femelles diapausants) traité par différentes doses d'huile essentielle de romarin est illustré dans la figure suivante :

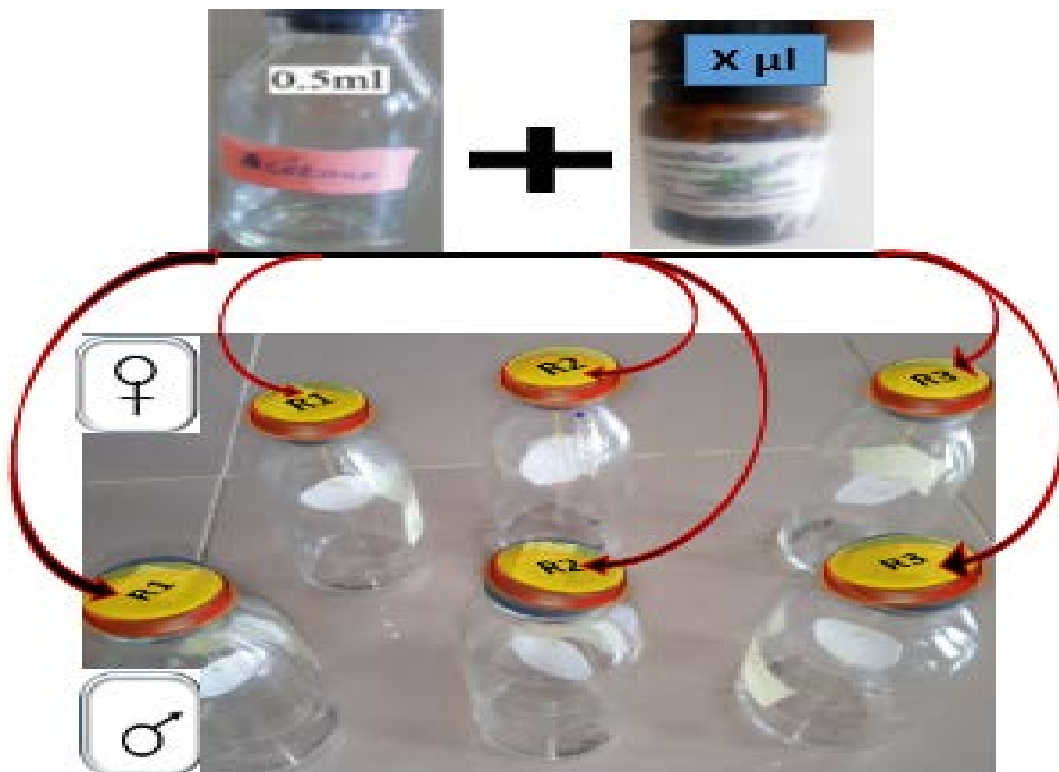


Figure14 : Dispositif du test par inhalation de l'huile essentielle de romarin (*R. officinalis* L.) contre les adultes diapausants (mâles et femelles) de la bruche de la fève (*B. rufimanus*) traités par 0.5 μ l et 1 μ l. (R1, R2 et R3 : les trois répétitions) (ORIGINALE, 2018).

2.3. Test de répulsivité

Ce test consiste à préparer des disques de papier filtre de 9 cm de diamètre qui sont découpés en deux parties égales. Une des parties du disque est traitée avec une dose de l'huile essentielle de *R. officinalis* diluée dans 0.5 ml d'acétone, et l'autre partie est traitée uniquement avec 0.5 ml l'acétone.

Après l'évaporation complète du solvant, les deux moitiés des disques sont ressoudées à l'aide d'une bande adhésive. Le disque de papier filtre ainsi reconstitué a été placé dans une boîte de Pétri, on introduit 05 adultes de *B. rufimanus* sexés, a été placé au centre de chaque disque. La procédure est répétée pour les doses (2µl, 4µl, 6µl et 8µl). Ces essais sont répétés trois fois pour chaque dose (Figure13).

Après une demi-heure, le nombre d'insectes présents sur la partie de papier filtre traitée à l'huile essentielle (Nt) et le nombre de ceux présents sur la partie traitée uniquement avec l'acétone (Nc) ont été relevés.

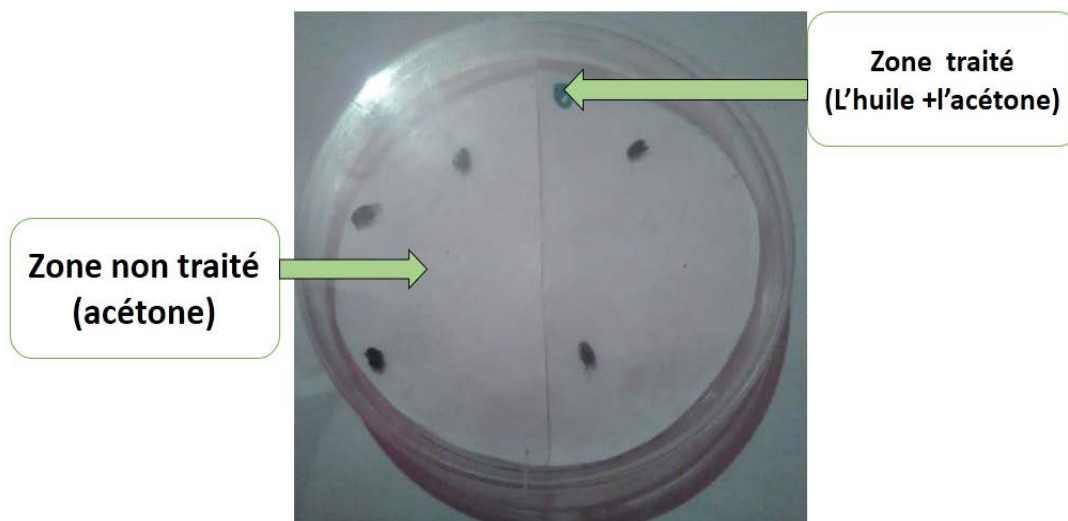


Figure15 : Le test de répulsion de l'huile essentielle de *R. officinalis* L. (ORIGINALE, 2018).

Le pourcentage de répulsion est ainsi calculé selon la formule suivante :

$$\text{Pourcentage de répulsion (PR) \%} = \left[\frac{(\text{NC} - \text{NT})}{\text{NC} + \text{NT}} \right] \times 100$$

NC : nombre d'individus présent sur la partie du disque traitée uniquement avec d'acétone.

NT : nombre d'individus présent sur la partie du disque traitée avec la solution huile- acétone.

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

Tableau 4 : Pourcentage de répulsion selon le classement de Mc DONALD et *al.*, (1970).

Classes	Intervalle de répulsion	Propriétés
Classe 0	$PR \leq 0,1 \%$	n'est pas 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

2.4. Analyses statiques

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 *R. officinalis* vis-à-vis de la durée de vie mâles et femelles diapausants de *B. rufimanus*. Lorsque cette analyse montre des différences significatives, elle est complétée par le test de NEWMAN et KEULS au seuil de 5% afin de comparer les moyennes et déterminer les groupes homogènes.

Lorsque la probabilité (P) est :

- $P > 0,05$, il n'y a pas de différence significative.
- $0,01 < P \leq 0,05$, il ya une différence significative.
- $0,001 < P \leq 0,01$, il ya une différence hautement significative.
- $P \leq 0,001$, il ya une différence très hautement significative.

Chapitre III

Résultats et discussion

1. Résultats

Dans cette partie de travail nous avons évalué l'effet de l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis* sur la longévité des adultes mâle et femelle de *Bruchus rufimanus*.

1.1. Evaluation par contact de l'effet biocide de l'huile essentiel de *R. officinalis* sur les adultes mâles et femelles de *B. rufimmanus* diapausants

1.1.1. Action par contact de l'huile essentielle de *R. officinalis* sur les adultes mâles de *B. rufimmanus* diapausants

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

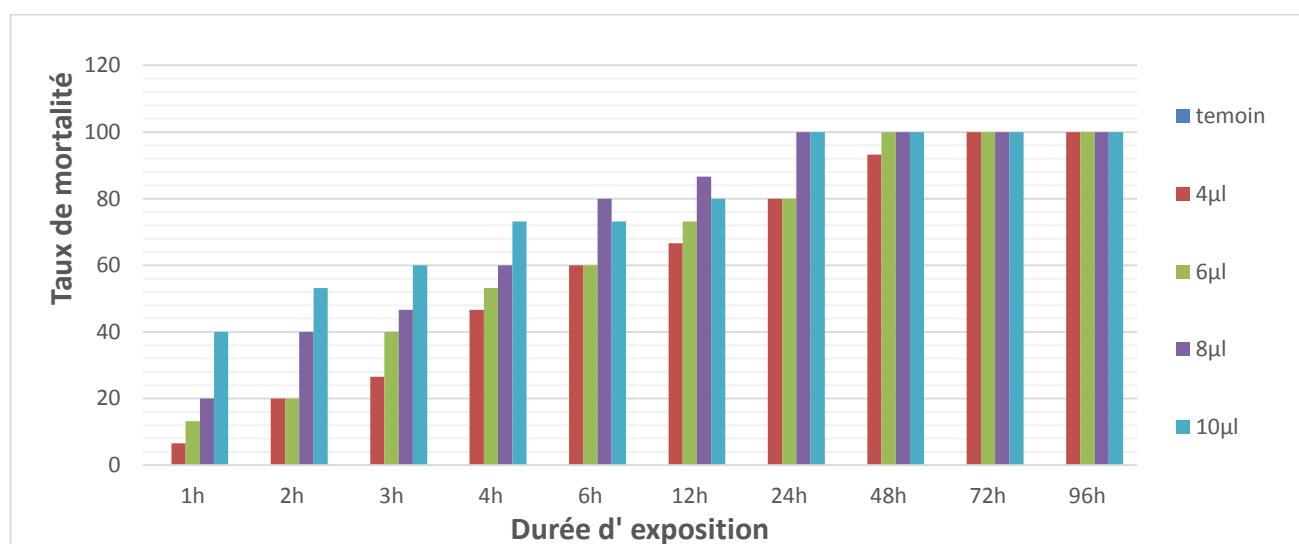


Figure 16 : la mortalité moyenne des adultes mâles de *B. rufimanus* diapausants traitées par contact avec différentes doses de l'huile essentielle de *R. officinalis*.

La mortalité moyenne des adultes mâles de *B. rufimanus* diapausants évolue proportionnellement avec l'augmentation de la dose de l'huile essentielle de *R. officinalis* et la durée d'exposition.

Nous constatons qu'à la plus faible dose (4 µl) de l'huile essentielle, la mortalité totale des individus mâles de *B. rufimmanus* diapausants est atteinte au bout de 72 heures d'exposition.

Le graphe nous montre qu'avec les doses (8 µl) et (10 µl) une mortalité totale est enregistrée au bout de 24 heures d'exposition.

La mortalité moyenne dans le lot témoin (non traité) est à 0% au bout de 96h.

1.1.2. Action par contact de l'huile essentielle de *R. officinalis* sur les adultes femelles de *B. rufimanus* diapausants

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

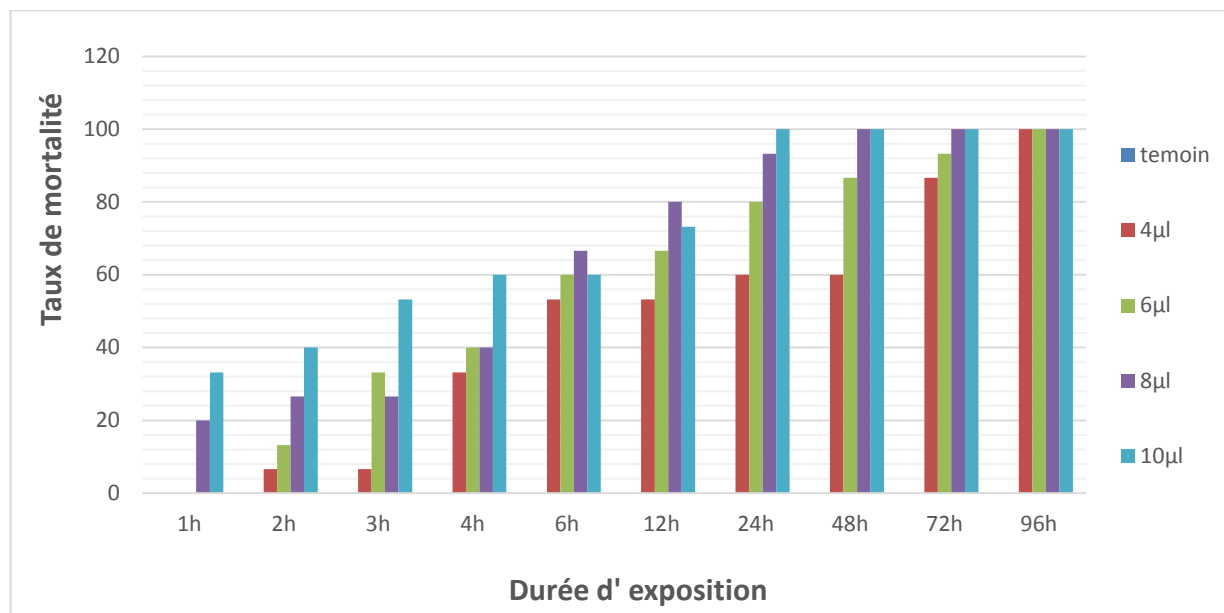


Figure 17 : La mortalité moyenne des adultes femelles de *B. rufimanus* diapausants traitées par contact avec différentes doses de l'huile essentielle de *R. officinalis*.

La mortalité moyenne des adultes femelles de *B. rufimanus* diapausants augmente proportionnellement avec l'augmentation de la dose de l'huile essentielle *R. officinalis* et la durée d'exposition.

Nous constatons qu'à la plus faible dose (4 µl) de l'huile essentielle, la mortalité totale des individus femelles de *B. rufimanus* diapausants est atteinte au bout de 96 heures d'exposition.

Le graphique (Figure15) nous montre qu'avec la dose (10 µl) une mortalité totale est enregistrée au bout de 24 heures d'exposition.

L'analyse de la variance présente une différence très hautement significative pour les trois facteurs sexe ($p = 0$), dose ($p = 0$) et durée d'exposition ($p = 0$) (Tableau 5).

Tableau 5 : Analyse de la variance à trois facteurs (sexe, dose, durée d'exposition) au seuil de 5% pour le paramètre mortalité des adultes mâles et femelles de *B. rufimanus* diapausants traités par contact avec différentes doses de l'huile essentielle de *R. officinalis*.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR. Totale	193,232	79	2,446				
VAR. Facteur 1	3,767	1	3,767	67,21	0		
VAR. Facteur 2	14,05	3	4,683	83,556	0		
VAR. Facteur 3	166,305	9	18,478	329,676	0		
VAR. Inter F1*2	0,502	3	0,167	2,983	0,04823		
VAR. Inter F1*3	0,882	9	0,098	1,748	0,12596		
VAR. Inter F2*3	6,213	27	0,23	4,105	0,00025		
VAR. Résiduelle 1	1,513	27	0,056			0,237	7,35%

Le test de NEWMEN et KEULS au seuil de 5% classe les deux sexes en deux groupes homogènes (Tableau 6), les doses utilisées dans quatre groupes homogènes (Tableau 7) et la durée d'exposition en sept groupes homogènes (Tableau 8).

Tableau 6 : Résultats du test de NEWMEN et KEULS au seuil de 5% concernant l'effet de facteur sexe sur la mortalité des adultes mâles et femelles de *B. rufimanus* diapausants traités par contact avec différentes doses de l'huile essentielle de *R. officinalis*.

F1	Libelles	Moyennes	Groupes homogènes	
1.0	mâle	3,44	A	
2.0	femelle	3,006		B

Tableau 7 : Résultats du test de NEWMEN et KEULS au seuil de 5% concernant l'effet de facteur dose sur la mortalité des adultes mâles et femelles de *B. rufimanus* diapausants traités par contact avec différentes doses de l'huile essentielle de *R. officinalis*.

F2	Libelles	Moyennes	Groupes homogènes			
4.0	D4	3,748	A			
3.0	D3	3,466		B		
2.0	D2	3,031			C	
1.0	D1	2,648				D

Tableau 8 : Résultats du test de NEWMEN et KEULS au seuil de 5% concernant l'effet de facteur durée d'exposition sur la mortalité des adultes mâles et femelles de *B. rufimanus* diapausants traités par contact avec différentes doses de l'huile essentielle de *R. officinalis*.

F3	Libelles	Moyennes	Groupes homogènes						
10.0	T10	5	A						
9.0	T9	4,874	A						
8.0	T8	4,624		B					
7.0	T7	4,333			C				
6.0	T6	3,621				D			
5.0	T5	3,206					E		
4.0	T4	2,539						F	
3.0	T3	1,83							G
2.0	T2	1,373							
1.0	T1	0,831							

1.2. Evaluation par inhalation de l'effet biocide de l'huile essentielle de *R. officinalis* sur les adultes mâles et femelles de *B. rufimmanus* diapausants

1.2.1. Action par inhalation de l'huile essentielle de *R. officinalis* sur les adultes mâles de *B. rufimmanus* diapausants

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

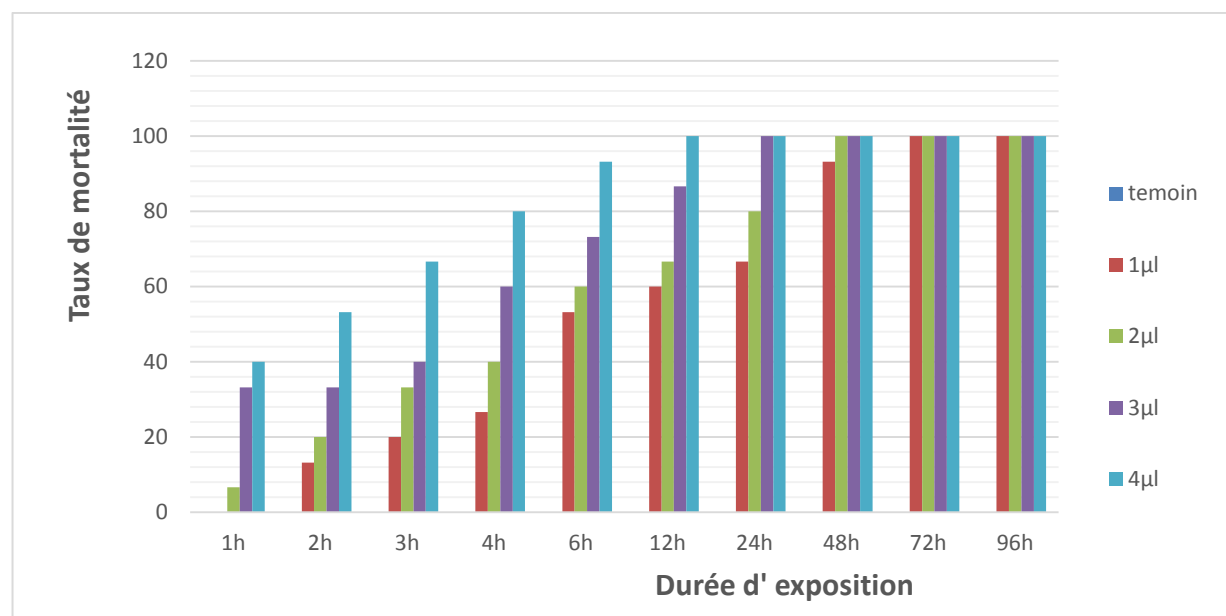


Figure 18 : La mortalité moyenne des adultes mâles de *B. rufimanus* diapausants traitées par inhalation avec différentes doses de l'huile essentielle de *R. officinalis*.

La mortalité moyenne des adultes mâles de *B. rufimanus* diapausants évolue proportionnellement avec l'augmentation de la dose de l'huile essentielle de *R. officinalis* et la durée d'exposition.

Nous constatons qu'à la plus faible dose (1 μ l) de l'huile essentielle, la mortalité totale des individus mâles de *B. rufimanus* diapausants est atteinte au bout de 72 heures d'exposition.

Le graphe nous montre qu'avec les doses (3 μ l) et (4 μ l) une mortalité totale est enregistrée au bout de 24 heures d'exposition.

1.2.2. Action par inhalation de l'huile essentielle de *R. officinalis* sur les adultes femelles de *B. rufimanus* diapausants

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

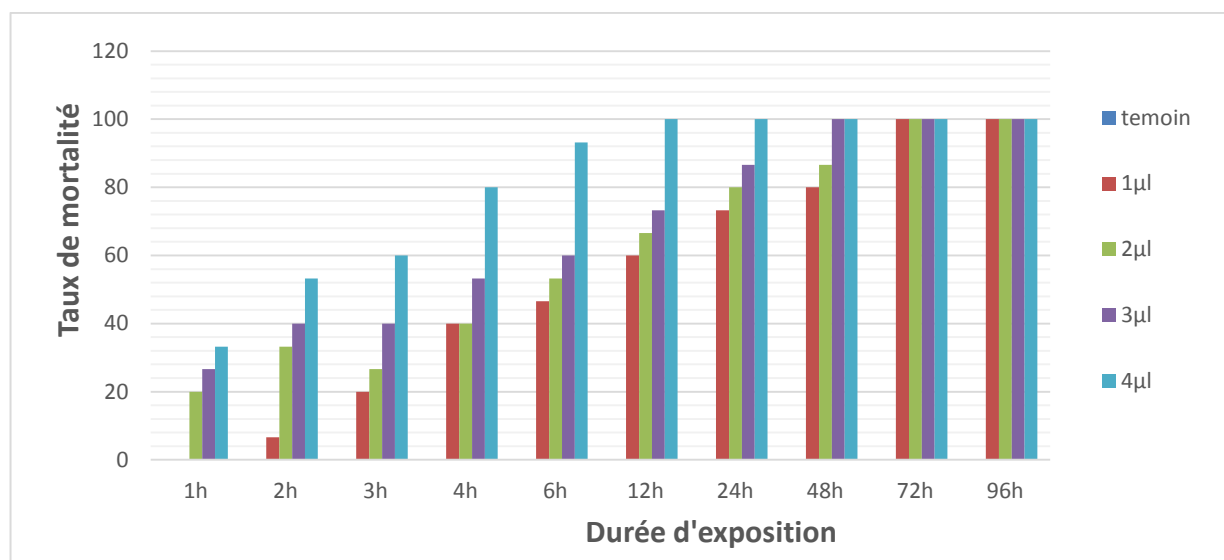


Figure 19 : La mortalité moyenne des adultes femelles de *B. rufimanus* diapausants traité par inhalation avec différentes doses de l'huile essentielle de *R. officinalis*.

La mortalité moyenne des adultes femelles de *B. rufimanus* diapausants évolue proportionnellement avec l'augmentation de la dose de l'huile essentielle de *R. officinalis* et la durée d'exposition.

Nous constatons qu'à la plus faible dose 1 μ l de l'huile essentiel, la mortalité totale des individus mâles de *B. rufimanus* diapausants est atteinte au bout de 72 heures d'exposition.

Le graphe nous montre qu'avec la dose 3 μ l une mortalité totale est enregistrée à 48 heures d'exposition. Alors qu'à la dose 4 μ l mortalité totale est atteinte au bout de 24 h.

L'analyse de la variance présente une déférence significative pour le facteur sexe ($p = 0,12$), et très hautement significative pour les deux facteurs dose ($p = 0$) et durée d'exposition ($p = 0$) (Tableau 9).

Tableau 9 : Analyse de la variance à trois facteurs (Sex, dose, durée d'exposition) au seuil de 5% pour le paramètre mortalité des adultes mâles et femelles de *B. rufimanus* diapausants traités par inhalation avec différentes doses de l'huile essentielle de *R. officinalis*.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR. Totale	194,636	79	2,464				
VAR. Facteur 1	0,139	1	0,139	2,436	0,12645		
VAR. Facteur 2	24,613	3	8,204	144,197	0		
VAR. Facteur 3	158,176	9	17,575	308,891	0		
VAR. Inter F1*2	0,16	3	0,053	0,94	0,43691		
VAR. Inter F1*3	0,498	9	0,055	0,973	0,48347		
VAR. Inter F2*3	9,514	27	0,352	6,193	0,00001		
VAR. Résiduelle 1	1,536	27				0,239	7,16%

Le test de NEWMEN et KEULS au seuil de 5% classe le facteur doses utilisé dans quatre groupes homogènes (Tableau 10) et la durée d'exposition en septes groupes homogènes (Tableau 11).

Tableau 10 : Résultats du test de NEWMEN et KEULS au seuil de 5% concernant l'effet de facteur dose sur la mortalité des adultes mâles et femelles de *B. rufimanus* diapausants traités par inhalation avec différentes doses de l'huile essentielle de *R. officinalis*.

F2	Libelles	Moyennes	Groupes homogènes			
4.0	D4	4,132	A			
3.0	D3	3,515		B		
2.0	D2	3,032			C	
1.0	D1	2,648				D

Tableau 11 : Résultats du test de NEWMEN et KEULS au seuil de 5% concernant l'effet de facteur durée d'exposition sur la mortalité des adultes mâles et femelles de *B. rufimanus* diapausants traités par inhalation avec différentes doses de l'huile essentielle de *R. officinalis*.

F3	Libelles	Moyennes	Groupes homogènes						
9.0	T9	5	A						
10.0	T10	5	A						
8.0	T8	4,749	A						
7.0	T7	4,29		B					
6.0	T6	3,831			C				
5.0	T5	3,329				D			
4.0	T4	2,624					E		
3.0	T3	1,915						F	
2.0	T2	1,579							G
1.0	T1	0,997							

1.3. Evaluation par répulsion de l'effet biocide de l'huile essentielle de *R. officinalis* sur les adultes mâles et femelles de *B. rufimanus* diapausants

Les pourcentages de répulsion des différentes doses d'huile essentielle de *R. officinalis* sont récapitulés dans le tableau 5 pour les mâles et le tableau 6 pour les femelles. Il en ressort qu'après une demi-heures d'exposition, les différentes doses (2, 4, 6 et 8 μ l) de l'huile essentielle de *R. officinalis* ont occasionné respectivement 33,4%, 46%, 60% et 100% de répulsion pour les mâles et 20%, 33,46%, 46,69% et 100% de répulsion pour les femelles vis-à-vis des adultes de *B. rufimanus* diapausants. Ceci montre clairement que le pourcentage de répulsion augmente en fonction de la dose.

Tableau 12 : Taux moyens de répulsion des adultes mâles de *B. rufimanus* diapausants en fonction de la dose.

Dose	Moyenne des adultes mâles présent dans la partie		Pourcentage de répulsion %
	traitée	non traitée	
2 μ l	3,33	1,66	33,4
4 μ l	3,66	1,33	46
6 μ l	4	1	60
8 μ l	5	0	100

Tableau 13 : Taux moyens de répulsion des adultes femelles de *B. rufimanus* diapausants en fonction de la dose.

Dose	Moyenne des adultes femelles présent dans la partie		Pourcentage de répulsion %
	traitée	non traitée	
2 μ l	3	2	20
4 μ l	3,33	1,66	33,46
6 μ l	3,66	1,33	46,69
8 μ l	5	0	100

Les résultats obtenus de l'effet par répulsion de l'huile essentielle de *R. officinalis* sur les adultes mâles et femelles de *B. rufimanus* diapausants sont présentés dans la figure suivante :

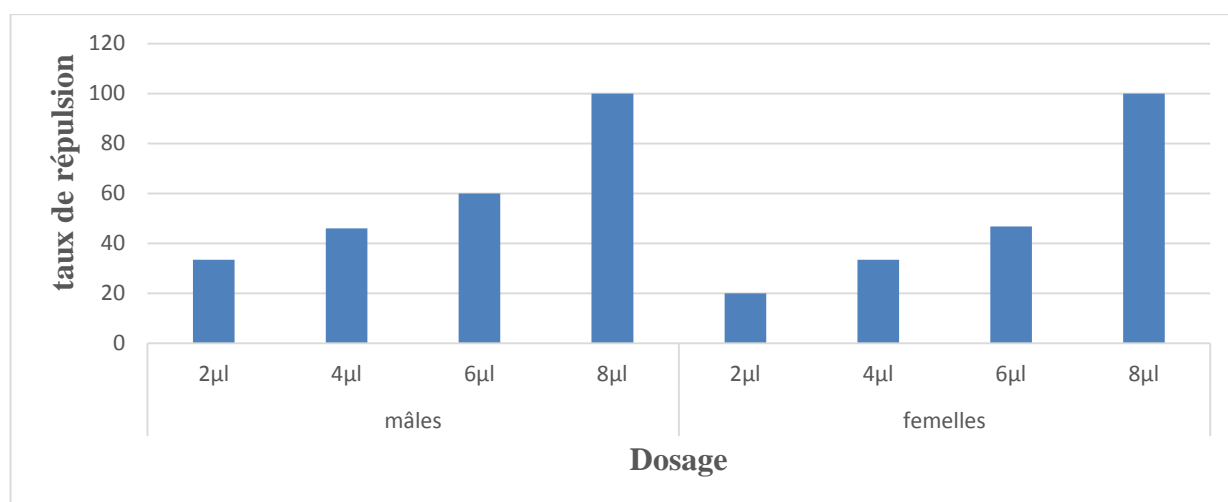


Figure 20 : Le pourcentage de répulsion des adultes mâles et femelles de *B. rufimmanus* traités avec les différentes concentrations d'huile essentielle de *R. officinalis*

À la lumière de ces résultats, nous pouvons noter que l'huile essentielle de la plante *R. officinalis* a également une activité insecticide à l'égard des adultes de cet insecte et appartiendrait selon le classement de Mc DONALD et al. (1970) à la Classe III (modérément répulsive) avec un taux de répulsion moyen de 59,86 % pour les mâles et 50,03 % pour les femelles (Tableau 14).

Tableau 14 : Classement de l'huile essentielle de *R. officinalis* selon Mc DONALD et al. (1970).

Huile		<i>R. officinalis</i>
Taux de répulsion (%)	mâles	59,86
	femelles	50,03
Classe de répulsion		Classe III
Effet		Modérément répulsive

L'analyse de la variance présente une différence significative pour le facteur sexe ($p = 0,056$) et très hautement significative pour le facteur dose ($p = 0,001$) (Tableau 15).

Tableau 15 : Analyse de la variance à deux facteurs (Sexe et dose) au seuil de 5% pour le paramètre répulsion des adultes mâles et femelles de *B. rufimanus* diapausants traités par répulsion avec différentes doses de l'huile essentielle de *R. officinalis*.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
Var. Totale	6380,563	7	911,509				
Var. Facteur 1	192,57	1	192,57	8,969	0,05663		
Var. Facteur 2	6123,579	3	2041,193	95,067	0,00162		
Var. Résiduelle 1	64,414	3	21,471			4,634	8,43%

Le test de NEWMEN et KEULS au seuil de 5% classe le facteur dose dans trois groupes homogènes (Tableau 16).

Tableau 16 : Résultats du test de NEWMEN et KEULS au seuil de 5% concernant l'effet de facteur dose sur la répulsion des adultes mâles et femelles de *B. rufimanus* diapausants traités par répulsion avec différentes doses de l'huile essentielle de *R. officinalis*.

F2	Libelles	Moyennes	Groupes homogènes		
4.0	d4	100	A		
3.0	d3	53,345		B	
2.0	d2	39,73		B	C
1.0	d 1	26,7			C

2. Discussion

Les recherches à l'heure actuelle s'orientent vers les plantes aromatiques contenant des huiles essentielles qui agissent comme des phytopesticides, l'efficacité des huiles essentielles a été démontrée par les travaux de nombreux chercheurs (REGNAULT-ROGER *et al.*, 1994 ; KETOH, 1998 ; TAPONDJU *et al.*, 2003 ; KELLOUCHE, 2005 ; GOUCEM-KHELFANE, 2014 et TALEB-TOUDERT, 2015).

Les résultats de notre expérimentation montrent que l'huile essentielle de *R. officinalis* présente un effet toxique très hautement significative sur les adultes mâles et femelles de *B. rufimanus* diapausants, au fur et à mesure que la dose et la durée d'exposition augmentent. Et que l'huile essentielle de *R. officinalis* est plus efficace par inhalation par rapport au traitement par contact avec une sensibilité marquée des mâles par rapport aux femelles.

A la plus forte dose 10 μ l de l'huile essentielle de *R. officinalis* une mortalité totale des adultes mâles et femelles de *B. rufimanus* diapausants est enregistrée après 24 heures d'exposition par le test par contact.

L'effet de la toxicité de l'huile essentielle de romarin par inhalation signale que le taux de mortalité totale est obtenu à la plus forte dose 4 μ l, au bout de 12 heures d'exposition pour les deux sexes des adultes de la bruche.

Le calcul de pourcentage de répulsion selon le classement de MC DONALD *et al.*, 1970 montre que l'huile essentielle de *R. officinalis* appartient à la Classe III (modérément répulsive) avec un taux de répulsion moyen de 59,86 % pour les mâles et 50,03 % pour les femelles de *B. rufimanus*.

Nos résultats se rapprochent de ceux obtenus par plusieurs études qui ont démontré que l'utilisation des huiles essentielles extraites des plantes aromatiques, comme bio pesticides réduisant les pertes occasionnées par les insectes ravageurs des graines stockées.

Ainsi, les travaux d'AKNINE et TAHENNI (2013) ont montré que la toxicité de l'huile essentielle du *Citrus limonum* 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 10 μ l cause une mortalité de 100% au bout de 2h d'exposition pour les femelles et 1h pour les mâles.

Selon KACEL et KACHA (2015) les huiles essentielles de thym et de la menthe poivrée a montré une toxicité sur les adultes diapausants de *B. rufimanus*. La forte dose 10 μ l cause la mortalité totale des femelles au bout de 9 h d'exposition avec l'huile essentielle de thym, alors que la même dose de l'huiles essentielle de la menthe poivrée cause la mort des femelles après une exposition de 12 h.

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

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

KASSIMI (2016) a montré que l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* présente une toxicité à l'égard des adultes de *B. rufimanus* diapausants durant quatre mois d'étude (novembre, décembre, janvier, février) en fonction de la dose et la durée d'exposition. La durée de vie des mâles ne dépassant pas 3 heures pour les individus émergents le mois de novembre et soumis à une dose de 4 μ l.

Nos résultats concordent avec ceux obtenus par NEMMAR (2017) où l'huile essentielle de *M. piperita* a révélé un effet toxique très hautement significatif sur les adultes mâles de *B. rufimanus* diapausants par contact et par inhalation, au fur et à mesure que la dose et la durée d'exposition augmentent. A la plus faible dose (0.5 μ l), l'huile enregistre par contact une mortalité totale des mâles de *B. rufimanus* après 24h d'exposition, ainsi qu'une mortalité totale des mâles par inhalation après 8h d'exposition à la plus forte dose de 6 μ l. De nombreux travaux ont été réalisés sur d'autres espèces voisines du bruche de la fève telles que *Callosobruchus maculatus*, *Acanthoscelides obtectus* et *Rhyzopertha dominica*.

TALEB-TOUDERT (2015) a étudié l'efficacité des huiles essentielles d'*Eucalyptus globulus*, *Eucalyptus radiata*, *Laurus nobilis* et *Silva officinalis* qui sont caractérisées dans l'essai de contrôle de la population de *C. maculatus* à l'aide des tests de contact et de fumigation, les essais ont porté, sur dix huiles essentielles provenant de la Kabylie montrant que l'effet biocide le plus important est enregistré dans les traitements par contact avec les huiles essentielles traitées. La durée de vie des adultes de *C. maculatus* est comprise entre 1h et 21h pour les différentes huiles à la dose de 16 μ l.

BITTER et al. (2008) ont testé la toxicité des huiles essentielles de cinq plantes aromatiques sur *A. obtectus* et *Sitophilus zeamais*. Toutes les huiles essentielles testées ont montré une activité insecticide plus forte contre les adultes d'*A. obtectus* que contre les adultes de *Sitophilus zeamais*, notamment *Tymus vulgaris* et *Origanum vulgare* qui sont fortement efficaces grâce à la toxicité de leurs composés principaux qui sont le thymol et le gamma-terpinène.

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

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

Le test de NEWMEN et KEULS au seuil de 5%, classe les deux sexes dans deux groupes homogènes A et B, où les mâles se sont montrés significativement plus sensibles que les femelles. Ceci est probablement dû à la reprise de l'activité par les mâles de *B. rufimanus* en premier (photopériode) par rapport aux femelles qui deviennent reproductrices après la consommation du pollen de *V. faba* et à l'utilisation des protéines de réserve pour le déplacement et la reproduction.

D'après TRAN et HUIGNARD (1992), le passage au régime photopériodique 18 : 6h LD permet la levée de la diapause reproductrice chez 60 à 70% des mâles, mais il n'a aucun effet chez les femelles. Lorsque ces dernières sont placées dans les mêmes conditions photopériodiques en présence d'inflorescence de *V. faba*, plus de 90% des femelles sont devenues reproductrices après dix jours d'exposition.

L'effet répulsif des huiles essentielles des plants sur les insectes ont été confirmé par plusieurs travaux.

En effet, HASNI et ZEGHBA (2017) ont montré que l'huile essentielle de *R. officinalis* ont occasionné respectivement 33.36% ,60%, 70%, 86.69 % de répulsion vis-à-vis des adultes de *Rhyzopertha dominica*. Ceci montre clairement que le pourcentage de répulsion augmente en fonction de la dose (1, 2, 3 et 4 µl), l'effet le plus remarquable est enregistré avec la dose 4 µl.

Selon NDOMO et *al.*, (2009), rapportent qu'après deux heures d'exposition, les différentes doses de huiles des feuilles de *Callistemon viminalis* (de 0.031 à 0.25µl) ont occasionné une répulsion dont le taux varie de 36.6 à 80 % vis -à-vis des adultes d'*A. obtectus*. Ceci montre clairement que le pourcentage de répulsion augmente en fonction de la dose.

De même, TAPOUNJOU et *al.* (2003) constatent que l'huile de *C. ambrosioide* avait des propriétés répulsives relativement plus élevées (PR= 89 %) que celle d'*E. soligna* (PR=71%), bien que les deux soient fortement répulsives vis-à-vis de bruche du niébé *C. maculatus*.

Notre étude confirme les résultats de ces travaux antérieurs puisque nous avons également enregistré une augmentation de la mortalité moyenne des adultes de *B. rufimanus* traitées avec l'huile essentielle de romarin et cela pour les mâles et pour les femelles.

Conclusion

Les dégâts causés par les insectes sur les récoltes et les cultures sont immenses et compromettent sérieusement la disponibilité alimentaire. Pour cela, les chercheurs explorent depuis plus de deux décennies de nouvelles alternatives de lutte contre ces ravageurs afin de réduire l'utilisation des substrats de synthèse. Parmi ces alternatives, l'usage des bio pesticides d'origine végétales.

Le travail présenté dans ce mémoire porte sur l'évaluation de l'effet de l'huile essentielle de romarin (*Rosmarinus officinalis*) sur la longévité des adultes mâles et femelles de la bruche de la fève *B. rufimanus* durant la période de diapause.

L'effet de la toxicité de l'huile essentielle de romarin par contact signale que le taux de mortalité totale est obtenu à la plus forte dose 10 μ l, au bout de 24 heures d'exposition pour les deux sexes.

L'effet de la toxicité de l'huile essentielle de romarin par inhalation signale que le taux de mortalité totale est obtenu à la plus forte dose 4 μ l, au bout de 12 heures d'exposition pour les deux sexes.

Le calcul de pourcentage de répulsion selon le classement de Mc DONALD et *al.*, (1970) a la classe III de modérément répulsive avec un taux de répulsion moyen de 59,86 % pour les mâles et 50,03 % pour les femelles.

D'après les traitements effectués par (contact, inhalation et répulsion) avec l'huile essentielle du romarin (*R. officinalis*), les mâles semblent être plus sensibles que les femelles.

Les résultats obtenus nous montrent que l'huile essentielle utilisée présente une bonne action insecticide à l'égard du bruche de la fève, sa toxicité varie selon le type du test effectué, le sexe et la durée d'exposition.

D'une manière générale, nos résultats indiquent que l'huile essentielle de romarin exercent une toxicité importante vis-à-vis de *B. rufimanus*. Pour l'ensemble des tests effectués, le test par inhalation est avéré être le plus efficace pour lutter contre les adultes mâles et femelles de la bruche de la fève par rapport au test par contact.

A la lumière de l'ensemble des résultats intéressants obtenus, il est permis d'espérer au moins une réduction de l'usage des pesticides, en particulier dans les entrepôts de stockage des grains. D'autant plus que l'Algérie dispose d'une flore abondante et très diversifiée susceptible de fournir des nouvelles sources de composés d'origine végétale à propriétés phytopharmaceutiques. Le développement de bio insecticide extrait de plantes et la sélection de cultivars résistant à ce ravageur s'inscrivent dans le cadre de l'agriculture et de développement durable.

Nous suggérons l'utilisation de l'huile essentielle de *R. officinalis* par fumigation dans les silos de stockage.

De nombreuses perspectives de recherche peuvent être dégager de notre travail notamment, l'extraction des huiles essentielles à partir des plantes 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 sur d'autres ravageurs des fèves stockées et de tester les effets des huiles essentielles sur la qualité organoleptique et nutritionnelle de la fève.

Références bibliographiques

AIBOUD K., 2012. Etude de l'efficacité de quelques huiles essentielles à l'égard de la bruche de niébé *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera : Bruchidae) et impacts des traitements sur la germination des graines de *Vigna unguiculata* (L.). Mémoire de magister en biologie et écologie des populations et des communautés. U.M.M.T.O. 83 p.

ANONYME., 2017. Statistiques Agricoles. Direction des Services Agricoles de la Wilaya Tizi-Ouzou.

AISSAT K., et BERKANE N., 2014. Effet insecticide des deux huiles essentielles de *Mentha piperita* L. et de *Thymus zygis* L. (Lamiacées) à l'égard des adultes diapausants de la bruche de la fève *B. rufimanus* Boh. (Coleoptera : Chrysomelidae). Mémoire de Master en sciences biologiques. U.M.M.T.O. 60 p.

AKNINE L., et TAHENNI T. 2013. Effet de deux huiles naturelles de Mandarinier et de citronnier à l'égard des adultes de la bruche de la fève *Bruchus rufimanus* Boh. (Coleoptera : Bruchidae). Mémoire de Master en sciences biologiques. U.M.M.T.O. 42 p.

AVERSENQ P., GOUTIER J. et GUEGUEN M., 2008. Le truffaut. Anti-maladies et parasites. Larousse. Ed. Octavo. 224p.

BALACHOWSKY A.S., 1962. Entomologie appliquée à l'agriculture. Ed. Masson et Cies, Tome I. Vole I, 564 p.

BECHAALANY A.D., 2014. Les huiles essentielles. Ed. Dangles. p79.

BELOUED, A., 2009. Plantes médicinales d'Algérie. Ed. Office des Publication Universitaires. 78 p.

BERNE J.J. et DARDY J. 1987. La bruche sur féverole : un ravageur bien difficile à maîtriser. *Phytoma. Défense des cultures.* N°338 : 30-32.

BITTER M.L., CASANUEVA M.E., ARBERT C.C., AGUILERA M.A., HERNANDEZ V.J., et BECERRA J.V., 2008. Effects of essential oils from five plant species against the granary weevils *Sitophilus zeamais* and *Acanthoscelides obtectus* (Coleoptera: Bruchidae). *Journal of the Chilean Chemical Society.* Vol. 53 (1). 1444-1448.

BLAMEY M., GREY-WILSON C., 2000. Toutes les fleurs de la méditerranées. Ed. Delachaux et Niestlé SA, Paris.560 p.

BOUGHAD A., 1994. Statut de nuisibilité et écologie des populations de *Bruchus rufimanus* (BOH) sur *Vicia faba* L. au Maroc : Thèse de doctorat d'Etat en sciences biologiques. Université de Paris-Sud Orsay. 182 p.

BOUGHAD A., et LAUGE G., 1997. Cycle biologique de *Bruchus rufimanus* Boh. (Coleoptera : Bruchidae) sur *Vicia faba* L. var. *minor* (léguemineuse) au Maroc, 80 p.

BOUHACHEM S., 2002. Les pucerons de la féverole en Tunisie. Proceedings du 2^{ème} séminaire du réseau REMAFEVE/REMALA, « *Le devenir des Légumineuses Alimentaires dans le Maghreb* », Hammamet, Tunisie, 100 p.

BOUSALEM M., 1982. Etude d'un virus affectant la fève en Algérie, effet d'un virus sur la croissance et le rendement, modification éthologique indirecte par les virus. Thèse de magister en I N A. El-Harrach, 89 p.

CAMARA A., 2009. Lutte contre *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera : Curculionidae) et *Tribolium Castaneum* her. (Coleoptera : Tenebrionidae) dans les stocks de riz par la technique d'étuvage traditionnelle pratiquée en Basse-Guinée et l'utilisation des huiles essentielles végétales, thèse de doctorat en science de l'environnement., Université de Québec Montréal. 154 p.

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

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

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

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

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

CROQUIST A., 1981. An integrated system of classification of flowering plants. Colombia. Univ. Press. New York. 1256 p.

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

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

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 en science. Université de Tours. 168 p.

DRIDI B-A-M., LOUMEREM M., HOUIMLI S-I-M., JABBES N et TLAHIG S., 2011. Caractérisation phénol-morphologique de quelques lignées de fève *Vicia faba* L. sélectionnées et adaptées aux conditions de cultures dans les régions arides en Tunisie. *Africa focus*. 24 (1) : 71-94.

EMERAN A.A., SILLOERO J.C., FERNANDEZ-APARICI M., et RUBIALES D., 2011. Chemical control of faba bean rust *Viciae fabae*. *Croup Protection journal home* N°: 1-6.

FRANSSEN C.J.H., 1956. De levenswijze en de besytrijding van tuinboonkeverversl. *Landboeke. Onders*. 62 (10) : 1-75.

GAIN E., 1978. Note sur la germination des grains de légumineuses habitués par les bruches : C.R.1897, 2ème semestre, T-CXXV, 3 : 195-197.

GOUCEM-KHELFANE K., 2014. Etude de l'activité insecticide des huiles essentielles et des poudres de quelques plantes à l'égard de la bruche du haricot *Acanthocelides obtectus* S. (Coleoptera, Chrysomelidae), bruchinae et comportement de ce ravageur vis-à-vis des composés volatils de différentes variétés de la plante hôte (*Phaseolus vulgaris* L). Thèse de doctorat en sciences biologiques. U.M.M.T.O. 143 p.

HAMADACHE A., 2003 : La féverole. Inst. Techn. Gr. Cult (T.T.G.C), 13 p.

HAMADACHE A., AIT-ABDALLAH F., et BELLOULA B., 1996. Effet de l'environnement, de la date de semis et du désherbage sur le rendement en grain et ses composants chez la fève (*Vicia faba* L.). *Céréaliculture*. N°29 : 15-18.

HAMOUDI N., et TEMMAR O., 2009. Etude des effets insecticides de deux huiles essentielles de l'Orange douce et du Carotte sur la biologie de la bruche du niébé

C. maculatus F. (Coleoptera : Bruchidae). Mémoire d'Ing d'état en sciences biologiques U.M.M.T.O.67 p.

HASNI H., et ZEGHBA R., 2017. Évaluation de l'effet répulsif des huiles essentielles des plantes *Rosmarinus officinalis*, *Eucalyptus globulus* et *Lavandula officinalis* vis-à-vis des insectes des céréales stockées. *Rhyzopertha dominica*. Mémoire de master en sciences biologiques. Université MOHAMED BOUDIAF - M'SILA.63 p.

HOFFMANN A., 1945. Faune de France, Bruchidae, Ed. Paul le chevalier, Paris. 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. 564 p.

HUIGNARD J., GLITHO I., MONGE J., et REGNAULT-ROGER I., 2011. Insectes ravageurs des graines de légumineuses, biologie des Bruchinae et lutte raisonnée en Afrique. Edition Quae., France., 147 p.

KACEL F., KACHA D., 2015. Activité insecticide des huiles essentielles de Lamiacées et de Rutacées sur la bruche de la fève *Bruchus rufimanus* Boh. (Coleoptera : Chrysomelidae : Bruchinae). Mémoire de master en sciences biologiques. U.M.M.T.O. 45 p.

KACIMI N. 2016. Activité insecticide de l'huile essentielle d'*Eucalyptus globulus* sur les adultes de la bruche de la fève *Bruchus rufimanus* Boh. durant de diapause reproductrice. Mémoire de fin d'étude en sciences biologiques. U.M.M.T.O. 53 p.

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 sciences naturelles. 216 p.

KELLOUCHE A., AIT-AIDER F., LABDAOUI K., MOULA D., OUENDI K., HAMADI N., OURAMDANE A., FREROT B., et MELLOUK M., 2010. Biological activity of ten oils against cowpea beetle, *Callosobruchus maculatus* Fabricius (Coleoptera : Bruchidae), *Int. J. Intg. Biol.*, 2010, vol 10 (2): 86-89.

KELLOUCHE A., et SOLTANI N., 2004. Activité biologique des poudres de cinq plantes et de l'huile essentielle d'une d'entre elles sur *Callosobruchus maculatus* F. *International Journal of Tropical Insect Science* Vol. 24, N°01 : 184-191.

KETOH G.K., 1998. Utilisation des huiles essentielles des quelques plantes aromatiques du Togo comme biopesticides dans la gestion des stades de développement de *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae). Thèse de Doctorat de l'Université du Bénin, Lomé, 141pp.

KHALDI R., ZEKRI S., MAATOUGUI M.E.H., et BEN YASSINE A., 2002. L'économie des légumineuses alimentaires au Maghreb et dans le monde. Proceedings du 2ème séminaire du réseau REMAFEVE/REMALA « Le devenir des légumineuses alimentaires dans le Maghreb ». Hammamet, Tunisie. 100 p.

KHELIL Y., et SALMI K., 2014. Effet biocide des huiles essentielles du Basilic (*Ocimum basilicum* L.) et la Lavande fine (*Lavandula angustifolia* L.) à l'égard de la bruche de la fève *Bruchus rufimanus* Boh. (Coleoptera : Chrysomelidae). Mémoire de master en sciences biologiques. U.M.M.T.O. 45 p.

LAUMONIER R., 1979. Culture légumière et maraîchère, Tom III, Ed.J.B. BAILLIERE. 276 p.

LIBDIRI F. et HASSANI M., 2003. Contribution à l'étude de quelques paramètres déterminant la valeur alimentaire des graines de fève (*Vicia faba*). Mémoire DEUA. 41p.

LIENARD V., et SECKH D., 1994. Revue des méthodes de lutte contre *Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera : Bruchidae), ravageurs des graines de niébé *Vigna unguiculata* L. en Afrique Tropicale, *Insect Sci. Applic.* 5(3): 301-311.

MAOUI R., SAY B., EL HADJ B., FRIKH A., et GIRARD C., 1990. La culture de la fève en Tunisie. Ed. I.N.R.A.T, O.N.H., AGROPOL. Et I.T.C.F. 16 p.

Mc Donald L.L., Guyr H., Speire R. D. 1970. Preliminary evaluation of new can diol atematerial sastoxicants, sepellent and attracts against tsto reproduction sect marketing Res. 189 p.

MEDJDOUB-BENSAAD F., 2007. Etude bioécologique de la bruche de la fève *Bruchus rufimanus* (BOH.1833) (Coleoptera : Bruchidae). Cycle biologique et diapause reproductrice dans la région de Tizi-Ouzou : Thèse de doctorat d'état en sciences biologiques. U.M.M.T.O. 130 p.

- MEZANI S. 2016.** Suivi de *Bruchus rufimanus* Boh. (Coleoptera : Chrysomelidae) dans les lieux de diapause et dans des parcelles de variétés de fève différentes (Aguadulce, Séville et Féverole) dans la région de Tizi-Ouzou. Thèse de doctorat en sciences biologiques. U.M.M.T.O. 190 p.
- MOUHOUCHE F.,1997.** Principaux ravageurs des fèves en Algérie, cité dans les maladies, les adventices et ravageurs des fèves en Algérie. Manuel de formation, Rés. Mghr. Rech sur fèves(rémafèves). Inst. Nati. Pro. Vèg. Ins. Agro. 52p.
- MOUHOUCHE F., et SADOU M.K., 2001.** Stratégie de lutte chimique contre la bruche de la fève *Bruchus rufimanus* Boh. *Revue céréaliculture* 36 : 21-26.
- NDOMO A. F., TAPONDJOU A. L., TENDONKENG F., TCHOUANGUEP FM., 2009.** Evaluation des propriétés insecticides des feuilles de *Callistemon viminalis* (Myrtaceae) contre les adultes d'*Acanthoscelides obtectus* S. (Coleoptera : Bruchidae), *Tropicultura J.*, 27 (3) : 137-143.
- NEMMAR N., 2017.** Effet insecticide de l'huile essentielle de la menthe poivrée (*Mentha piperita* L.) sur la longévité des adultes de la bruche de la fève *Bruchus rufimanus* (Coleoptera: Chrysomelidae) durant la période de diapause. Mémoire master en sciences biologiques. U.M.M.T.O. 43 p.
- PADRINI F., et LUCHERONI M.T., 2006.** Le grand livre des huiles essentielles. Ed. De Vecchi S.A., Paris. 206 p.
- PERON J.Y., 2006.** *Production légumières*, Lavoisier 2ème Ed. Paris : 613 p.
- PLANQUAERT P.H., et GIRARD G., 1987.** La féverole d'hiver, revue, I.T.C.F 3eme Trim. 32 p.
- QUEZEL P., SANTA S., 1963.** Nouvelle flore d'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome 2.Ed. CNRS. Paris. 1170 p.
- RACHEF S.A., OUMER F., et OUFFROUKH A., 2005.** Inventaire des ravageurs de la fève en Algérie, 16 : 36-41.
- REGNAULT-ROGER C., HAMRAOUI A., 1994.** Inhibition of reproduction of *Acanthoscelides obtectus* S. (Coleoptera), a kidney bean (*Phaseolus vulgaris*) bruchidae, by aromatic essential oils. *Crop Protection*, 13 (8) : 624-628.

SAADA O. et OSMANI T., 2003. Bio écologie de la bruche de la fève *Bruchus rufimanus* BOH (Coleoptera : Bruchidae) dans les regions Tizi-rached et Beni-douala. Mémoire Ing.en sciences biologiques. U.M.M.T.O.78 p.

SABBOUR M.M., et E-ABD-EL-AZIZ S., 2007. Efficiency of some bioinsecticides against brood bean beetle, *Bruchus rufimanus* (Coleoptera: Bruchidae). *Research journal of agriculture and biological science*. 3 (2) : 67-72.

SERPEILLE A., 1991. La bruche du haricot : un combat facile ; *bulletin. F.N.M.S.* N°116, pp 32-54.

SOLTNER P., 1990. Les bases de la production végétale. Sol, climat, plante. Ed. Lavoisier. 464p.

STODDARD F.L., NICHOLAS A.H., RUBIALES D., THOMAS J., et VILLEGAS FERNANDEZ A.M., 2010. Integrated pest management in fab bean. *Field Crops Research* 115 : 308-318.

TALEB-TOUDERT K., 2015. Extraction et caractérisation des huiles essentielles de dix plantes aromatique provenant de la région de Kabylie (Nord Algérien). Evaluation de leur effet sur la bruche du niébé *C. maculatus* (Colerptera : Bruchidae). Thèse de doctorat en sciences biologiques. U.M.M.T.O. 160 p.

TAPONDJOU A.L. ADLER C., FONTEM D.A., BOUDA H., 2003.Bioefficacité des poudres et des huiles essentielles des feuilles de *chenopodium ambrosioides* et *Eucalyptus saligna* à l'égard de bruche du niébé, *Callosobruchus maculatus* Fab. (Coleoptera : Bruchidae), 12 (6) : 401-407.

TAUPIN P., 2003. Bruche de la fève. La fêverole fortement attaquée. Protéagineux d'hiver : penser à diversifier ses relations, N°293 : 72-73.

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

VANNETZEL E., et BOIZET F., 2013. Diagnostic des accidents de la fêverole et du pois. Institut du végétale. Ed. Avralis, Paris. 86 p.

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

Résumé

La bruche de la fève *Bruchus rufimanus* est un ravageur potentiel de *Vicia faba*. Pour mieux combattre ce ravageur, l'huile essentielle extraite de romarin (*Rosmarinus officinalis*) est testée par trois modes d'action : par contact, inhalation et répulsion sur la longévité des adultes mâles et femelles diapausants à différentes doses.

Les résultats obtenus dans cette étude montrent qu'à la valeur minimale de 4µl, par contact un taux de mortalité total de tous les individus est observé après 96 heures d'exposition. La mortalité totale au bout de 24 heures est notée pour la dose 10µl, en rappelons que la longévité des adultes de *B. rufimanus* dans les lieux de diapause est de 160 jours pour les individus non nourris.

L'huile essentielle de *R. officinalis* présente une activité insecticide répulsive est entraîné une réduction significative de la longévité. Le traitement par inhalation s'est avéré plus efficace, à la plus forte dose 4µl ou nous avons enregistré une mortalité totale au bout de 12 heures d'exposition.

Concernant la sensibilité des deux sexes mâles et femelles de *B. rufimanus* en diapause à l'égard de l'huile utilisée, nous avons constaté pour les différentes doses, que la sensibilité des mâles est plus importante que celle des femelles.

Mots clés : *Bruchus rufimanus*, *Rosmarinus officinalis*, adultes diapausants, longévité, activité insecticide.

Summary

The *Bruchus rufimanus* bean weevil is a potential pest of *Vicia faba*, to better combat it, the essential oil extracted from rosemary (*Rosmarinus officinalis*) is tested by three modes of action: contact test, inhalation and repulsion on longevity of diapausing male and female adults at different doses.

The results obtained in this study show that at the minimum value of 4µl per contact, show a total mortality rate of individuals is observed after 96 hours of exposure for both sexes. The total mortality after 24 hours is noted for the 10µl dose, recalling that the longevity of adults in diapause places is 160 days for non-fed individual.

R. officinalis essential oil has repulsive insecticidal activity and leads to a significant reduction in longevity. The inhalation treatment was more effective, at the highest dose 4µl we recorded a total mortality after 24 hours of exposure.

Concerning the sensitivity of the two sexes of *B. rufimanus* in diapause with regard to the oil used, we noted for the deferent doses, that the sensitivity of males is greater than that of females.

Key words: *Bruchus rufimanus*, *Rosmarinus officinalis*, diapause adults, longevity, insecticidal activity.