

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 Sciences
Agronomiques



Mémoire de fin d'étude

En vue de l'obtention du diplôme de Master II en Biologie
Domaine : Science de la nature et de la vie
Spécialité : Biologie de la conservation

Thème

Etude de l'activité insecticides de l'huile essentielle de la Sauge officinale (*Salvia officinalis* L.) sur la bruche du haricot commun *Acanthoscelides obtectus* Say (Coleoptera : Chrysomelidae : Bruchinae)

Présenté par :

GHARBI Nora

MSELA Thinhinane

Devant le jury :

Présidente : M^{me} SI SMAÏL-GHEBBI K.

MCB UMMTO

Promotrice : M^{me} KHELFAÏNE –GOUCEM K.

MCA UMMTO

Examinatrice: M^{lle} CHOUGAR S.

MAA UMMTO

Promotion 2017/2018

Remerciements

Nous tenons à remercier Dieu tout puissant de nous avoir donné la santé, le courage et la volonté d'effectuer ce modeste travail.

Au terme de ce présent travail, nous tenons à remercier :

Notre promotrice M^{me} GOUCEM-KHELFANE K d'avoir accepté de nous encadrer pour son suivi et ses conseils aussi que le temps précieux qu'elle nous a consacré.

Nous remercions vivement M^{me} SI SMAIL-GHEBBI qui a bien voulu nous faire l'honneur de présider le jury.

Nous adressons également notre profonde reconnaissance à M^{lle} CHOUGAR pour avoir accepté d'examiner notre travail.

Nos vifs remerciement à l'ingénieur de laboratoire M^{lle} LAOUDIT T pour sont soutien, gentillesse et surtout sont entière disponibilité à toutes nos sollicitations.

Nous tenons a remercier M^{er} RAMDINI R doctorant au sein de laboratoire de nous avoir aides afin de réaliser notre travail.

Au terme de ce travail, nous tenons à remercier tous ceux et celles qui nous ont aidé à réaliser ce travail.

Merci à tous.

Dédicaces

Avec l'aide de bon dieu le tout puissant, j'ai pu achever ce travail que je dédie :

*A la mémoire de tous ceux qui nous ont quittés, en témoignage de ma profonde gratitude
et amour, que leurs âmes reposent en paix,*

*A mes très chers parents, pour leur encouragement et leurs patiences et soutiens durant
chaque étape de ma vie merci d'avoir contribué à mon éducation et d'avoir fait de
moi ce que je suis.*

A mon frère MOHAMMED à qui je souhaite toute la réussite et le bonheur du monde.

*A mes très chères et adorables sœurs ASMA et MALAK, à qui je souhaite une très
bonne santé et une belle vie et réussite, que dieu les protège.*

*A mon très cher mari BILAL pour ses persévérants efforts fournis pour la réalisation de
ce travail, je lui souhaite une très bonne continuation et réussite.*

A mes grands-mères, à qui je souhaite une longue vie.

A toute ma famille et ma belle famille.

A tous mes proches et mes amis.

A toi TINHINANE.

NORA

Dédicaces

*Tout d'abord je remercie le bon dieu de m'avoir donné la santé pour réaliser ce travail, lequel
je dédie à toute les personne qui me sont chères :*

*A mes chers parents, en témoignage de l'amour, du respect et de ma profonde et éternelle
gratitude, que je leur porte en ma reconnaissance pour leurs sacrifices et leurs soutiens, je ne
les remercierai jamais assez, pour tout ce qu'ils ont fait pour moi.*

A mes adorables frères : Anis, Nabil, Amine à qui je souhaite une vie pleine de joie

A ma grand- mère adorée qui a toujours été une source de douceur pour moi

A mes tantes : Hassiba et Wassila et Lila à qui je souhaite que du bonheur et une longue vie.

A toute la famille Bouali et Msela

A ma belle famille

A toi Nora

*A mon très chère mari, en reconnaissance de son soutien permanent, ses encouragements et
ses conseils ont été pour moi un solide réconfort dans tous les moments.*

Thinhinane

Figure 1. Morphologie de <i>P. vulgaris</i>	6
Figure 2. Différents stades larvaires chez <i>A. obtectus</i> observé avec une loupe binoculaire (G : 2×10).....	17
Figure 3. Adulte de la bruche du haricot <i>A. obtectus</i> (G : 2×10).....	18
Figure 4. Dimorphisme sexuel chez <i>A. obtectus</i> sous la loupe binoculaire (G :2×10)	19
Figure 5. Cycle de vie d' <i>A obtectus</i> sur les graines du haricot dans les conditions de laboratoire.....	22
Figure 6. Graines de haricot commun endommagées par <i>A. obtectus</i>	24
Figure 7. Matériels utilisés au cours de la réalisation des tests.....	36
Figure 8. Les graines saines du haricot commun (variété rognon blanc).....	37
Figure 9. L'huile essentielle de la Sauge officinale (<i>Salvia officinalis</i>).....	38
Figure 10. Elevage de masse de la bruche du haricot dans des bocaux en plastique.....	39
Figure 11. Test par contact pour l'huile essentielle de la sauge officinale en fonction des doses.....	40
Figure 12. Test de germination des graines de haricot traitées par contact à l'huile essentielle de la sauge officinale contre <i>Acanthoscelides obtecut</i>	42
Figure 13. Dispositif expérimental du test de répulsion de l'huile essentielle de la sauge à l'égard des adultes d' <i>A. obtectus</i>	43
Figure 14. Test d'inhalation effectué sur les adultes d' <i>A.obtectus</i> avec différents doses de l'huile essentielle de la sauge officinale.....	44
Figure 15. Taux de mortalité des adultes d' <i>A. obtectus</i> après traitement à l'huile essentielle de la Sauge officinale en fonction de la dose et du temps d'exposition.....	46
Figure 16. Taux de fécondité des femelles d' <i>A. obtectus</i> selon les différentes doses de l'huile essentielle de la Sauge utilisée par contact.....	49
Figure 17. Le Taux d'éclosion des œufs d' <i>A. obtectus</i> selon les différentes doses de l'huile essentielle de la sauge officinale utilisées par contact.....	51

Figure 18. Taux moyen d'émergence des adultes d'*A. obtectus* selon les différentes doses de l'huile essentielle de la Sauge officinale par contact.....52

Figure 19. Perte en poids des grains de l'haricot en fonction des doses de l'huile essentielle de Sauge officinale par contact.....54

Figure 20. Taux de la germination des graines *P. vulgaris* traitée par contact par l'huile de sauge officinale.....55

Figure 21. Taux de répulsion (%) des adultes d'*A.obtectus* après traitement à l'huile de la sauge officinale en fonction de la dose.....57

Figure 22. Mortalité moyenne (%) des adultes d'*A. obtectus* après traitement à l'huile de la sauge officinale en fonction de la dose et du temps d'exposition.....60

Tableau 1 : Composition nutritive (pour 100g de produit comestible du haricot sec en comparaison avec celle du haricot vert (ANONYME, 2009).....	7
Tableau 2 : production et le rendement de l’haricot sec dans le monde (FAO, 2018).....	9
Tableau 3 : Production, Superficie et Rendement de haricot sec dans des wilayas productives d’Algérie (ANONYME 1 ,2008).....	10
Tableau 4 : Surface cultivée, rendement et production du haricot sec en Algérie entre 2011 et 2016 (FAO, 2018).....	10
Tableau 5 : Production, Superficie et Rendement de haricot sec dans La wilaya de Tizi Ouzou (ANONYME 2 ,2017).....	11
Tableau 6 : principales maladies du haricot (NYABYENDA, 2005).....	11
Tableau 7 : principaux extraits aqueux utilisés pendant le stockage contre la bruche du haricot (ANONYME in MAHMOUDI et DAHMANE, 2017).....	28
Tableau 8 : Quelques poudres extraites des végétaux et leurs effets sur les ravageurs (GWINNER et <i>al.</i> , 1996).....	30
Tableau 9 : Quelques huiles essentielles, organe d’extraction et leurs effets insecticides (SINGH et TAYLOR, 1978 ; DON-PEDRO, 1985).....	32
Tableau 10 : Composition chimique de l’huile essentielle de la sauge <i>S. officinalis</i> (TALEB TOUDERT, 2015).....	37
Tableau 11 : Pourcentage de répulsion selon le classement de Mc DONALD et <i>al.</i> , (1970).....	42
Tableau 12 : Nombre d’individus d’ <i>A. obtectus</i> présent dans la partie non traitée et partie traitée avec l’huile de la sauge officinale.....	56

Sommaire

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction	1
Chapitre I : présentation de la plante hôte <i>Phaseolus vulgaris</i> L.	
I.1. Introduction	3
I.2. Position systématique	3
I.3. Origine historique et répartition géographique	3
I.4. Ecologie de <i>Phaseolus vulgaris</i>	4
I.5. Caractères morphologique	4
I.5.1. Racine	5
I.5.2. Tige	5
I.5.3. Feuilles	5
I.5.4. Fleurs	5
I.5.5. Gousses	5
I.5.6. Graines	5
I.6. Valeur nutritionnelle	6
I.7. Intérêt agro économique	7
I.7.1. Importance agronomique	7
I.7.2. Importance économique	8
I.8. Ravageurs et maladies de <i>Phaseolus vulgaris</i>	12
I.8.1. Maladies	12
I.8.2. Ravageurs	13

Chapitre II : Présentation de l'insecte *Acanthoscelides obtectus*

II.1. Présentations de la famille des bruchidae	14
II.2. Caractéristiques de la bruche du haricot <i>Acanthoscelides obtectus</i>	14
II.3. position systématique	15
II.4. Origine et répartition géographique	15
II.5. Description des différents stades de développement	16
II.5.1. œuf	16
II.5.2. Larve	16
II.5.3. Nymphe..	16
II.5.4. Adulte	17
II.6. Dimorphisme sexuel	17
II.7. Biologie d' <i>Acanthoscelides obtectus</i>	18
II.7.1. Accouplement	18
II.7.2. Ponte	19
II.7.3. Cycle de développement	19
II.7.4. Fécondité	20
II.7.5. Longévité	20
II.8. Quelques ennemis naturels d' <i>Acanthoscelides obtectus</i>	21
II.9. Dégâts et pertes	22

Chapitre III : méthodes de lutte

VI. 1. Lutte préventive	24
VI.2. Lutte curative	24
VI.2.1. Lutte physique	25
III.2.1.1. Par le froid	25

III.2.1.2. Par la chaleur	25
III.2.1.3. Modification de l’atmosphère du milieu	26
III.2.1.4. Irradiation par rayon ultra-violet et rayon gamma	26
III.2.2. Lutte chimique	26
III.2.2.1. Par contact	26
III.2.2.2. Par fumigation	26
III.2.3. Lutte biologique	27
III.2.4. phytothérapie	27
III.2.4.1. Extraits aqueux	28
III.2.4.2. Extraits organiques	29
III.2.4.3. Utilisation des produits minéraux	29
III.2.4.4. Poudres des plantes	29
III.2.4.5. Huiles végétales	30
III.2.4.6. Huiles essentielles	31

Chapitre VI : Matériels et méthodes

VI.1. Matériels utilisé	34
VI.1.1. Matériels de laboratoire	34
VI.1.2. Matériels biologiques	35
VI.1.2.1. Graines de haricot	35
VI.1.2.2.Bruches <i>Acanthoscelides obtectus</i>	35
VI.1.2.3. Huile essentielle de la Sauge officinale	36
VI.1.2.3.1. Description de la Sauge officinale	36
VI.1.2.3.2. Position systématique	36

VI.1.2.3.3. Caractéristiques et composition chimique de l'huile essentielle de la Sauge officinale.....	37
VI.2. Méthodes.....	38
VI.2.1. Elevage de masse	38
VI.2.2. Effet biocide par contact	38
VI.2.2.1. Paramètres étudiés	39
VI.2.2.1.1. Paramètres biologiques de la bruche	39
VI. a. Mortalité des adultes	39
VI. b. Fécondité des femelles	40
VI. c. Taux d'éclosion des oeufs pondus	40
VI. d. Taux d'Emergence des adultes	40
VI.2.2.1.2. Paramètres agronomiques	40
VI. a. Perte en poids	40
VI. b. Faculté germinative	41
VI.2.3. Effet biocide par répulsion.....	41
VI.2.4. Effet biocide par inhalation	43
Chapitre V : Résultats et discussion	
V.1. Effet par contact	45
V.1.1. Action sur la mortalité des adultes <i>d'A. obtectus</i>	45
V.1.2. Action sur la fécondité des femelles <i>d'A. obtectus</i>	47
V.1.3. Action sur l'éclosion des oeufs <i>d'A. obtectus</i>	49
V.1.4. Action sur l'émergence des adultes <i>d'A. obtectus</i>	51
V.1.5. Action sur la perte en poids des graines	52
V.1.6. Action sur la faculté germinative des graines	54
V.2. Effet par répulsion	55

V.3. Effet par inhalation58

Conclusion60

Références bibliographique

Annexes

Résumé

Abstract

Introduction

Les légumineuses sont considérées comme des plantes qui s'adaptent facilement aux différents milieux, de ce fait elles sont cultivées dans la plupart des régions du monde. Elles sont parmi les cultures vivrières les plus cultivées par l'homme.

Les légumineuses alimentaires ont existé depuis longtemps dans les pays du Maghreb, aussi bien au niveau des systèmes de production pratiqués par les agriculteurs qu'au niveau des habitudes alimentaires des populations. Ce sont des plantes qui jouent un rôle important dans le développement de l'économie nationale de ces pays.

Selon BAUDOIN (2001), plus de 150 espèces de légumineuses sont cultivées à travers le monde, et grâce à leur teneur élevée en protéines dans la graine séchée et à leur capacité de fixation symbiotique de l'azote atmosphérique, les légumineuses alimentaires sont des composantes essentielles dans les systèmes culturaux sous les tropiques.

Les légumineuses occupent une place importante et constituent avec les céréales l'épine dorsale du système alimentaire (KHELIL, 1977). Malheureusement, ces cultures se caractérisent très souvent par des rendements faibles et instables. Cela s'explique, en particulier, par leur sensibilité aux contraintes biotiques (maladies et insectes ravageurs) et d'autre part par l'absence de variétés résistantes ou tolérantes à ces contraintes (GEERTS et *al.*, 2011).

En effet les cultures de haricot sont sujettes à de nombreuses attaques de ravageurs et maladies qui peuvent entraîner d'importants dégâts en l'absence de moyens de lutte appropriés (SILUE et *al.*, 2010), notamment dans les lieux de stockage où les pertes sont considérables (KELLOUCHE et SOLTANI, 2004).

Les denrées stockées peuvent être attaquées par les insectes, les champignons et les ravageurs. Les dégâts causés par les insectes sont les plus importants. Même si le problème se pose de manière globale, il est plus important dans les pays en voie de développement où les techniques modernes de stockage ne sont pas encore introduites et dans ceux de l'Afrique en particulier à cause des conditions climatiques favorables à leur développement (NDOMO et *al.*, 2009).

Comme toutes les légumineuses le haricot commun (*Phaseolus vulgaris* L.) joue un rôle important dans la satisfaction des besoins alimentaires en protéines pour les populations des pays en voie de développement et compense le manque de source en protéines animales pour une grande partie de la population (NYABYENDA, 2005). Cependant, sa production est

limitée par des dégâts occasionnés par un insecte coléoptère de la famille des Bruchidae (*Acanthoscelides obtectus say.*). Cet insecte, Coléoptère est cosmopolite potentiellement ubiquitaire ; ses larves peuvent infester les graines de la plante hôte *P. vulgaris* à la fois au champ et dans les stocks. Il est considéré parmi l'un des ravageurs les plus fréquents dans les entrepôts et peut engendrer de nombreux dégâts.

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, dont la plus facile et rapide est la lutte chimique. Cependant, cette dernière est néfaste pour la santé et l'environnement ; pour cela, des recherches sont orientés actuellement vers la phytothérapie qui est une méthode moins contraignante. De nombreuses investigations s'intéressent à l'utilisation des plantes aromatiques, sous forme de poudres d'extrait végétaux ou d'huiles essentielles. Celles-ci peuvent agir efficacement sur différentes stades de développement des bruches et des insectes de manière général.

Dans ce contexte, nous proposons d'étudier au cours de ce travail de recherche, l'effet bioinsecticide de l'huile essentielle de la Sauge officinale (*Salvia officinalis* L.) sur la bruche du haricot *A. obtectus* par contact, inhalation et répulsion.

La présente étude comporte plusieurs parties structurées comme suit : les deux premiers chapitres portent sur une analyse bibliographique de la plante hôte *P. vulgaris* et de l'insecte *A. obtectus*. Nous passerons en revue les méthodes de lutte dans le III^{ème} chapitre, puis le matériel utilisé et les méthodes adoptées dans le chapitre IV. Les résultats obtenus sont présentés dans le chapitre V et nous terminerons par une conclusion et quelques perspectives de recherche.

Présentation de la plante
hôte

Phaseolus vulgaris L.

1. Introduction

Le haricot commun *Phaseolus vulgaris* L. est une plante herbacée annuelle de climat chaud nécessitant des températures assez élevées. Elle appartient à la famille des Fabacées (Papilionacée), au genre *Phaseolus* et fut appelée fasiol, fugol (GIBAULT, 1896 in HAMDANI, 2012).

Le génome du haricot commun comprend 22 chromosomes $2n= 22$ (BAUDON et al., 2002 ; PERON).

2. Position systématique

Selon CRONQUIST (1981), la position systématique du haricot commun est la suivante :

- Règne :.....Végétal
- Embranchement :.....Spermaphytes
- Sous embranchement :.....Angiospermes
- Classe :.....Dicotylédones
- Ordre :.....Fabales
- Famille :.....Fabacées (Légumineuse)
- Tribu :.....*Phaseoleae*
- Sous tribu :.....*Phaseoleneae*
- -Genre :.....*Phaseolus*
- Espèce :.....*Phaseolus vulgaris* L.

3. Origine historique et répartition géographique

L'origine du haricot commun et des haricots du genre *Phaseolus* est l'Amérique Centrale et l'Amérique du Sud ; il a été domestiqué en Amérique Centrale et dans les Andes d'Amérique du Sud pendant plus de 5000 ans (PERON, 2006). Il occupe une place importante dans le système agricole de presque tous les pays tropicaux (GEPTS, 1990 ; CHACON et al., 2005).

Le haricot commun fut semé en Europe aux 16^{ème} siècle puis il a été rapidement diffusé dans les zones méditerranéennes et subtropicales du globe (PERON, 2006).

Le haricot commun est bien établis en Amérique latine et en Afrique ou il a été introduit par les portugais aux 20^{ème} siècle, il est surtout répandu dans la zone amazonienne du brésil, dans les cordillères des Andes et en Amérique Centrale, tandis que en Afrique il est produit principalement en Afrique Centrale et Orientale (NYABYENDA, 2005).

4. Ecologie de *Phaseolus vulgaris*

Les altitudes ou *P. vulgaris* est bien adapté sont de 1500 à 2000m, toutefois il peut se cultiver à basse altitude, à condition que les températures journalières maximales ne dépassent pas 30°C (MESSIAEN, 1992).

La plupart des cultivars de haricot vert demande un sol ayant une bonne structure et qui se réchauffent vite. Les terres lourdes, humides et les terres sensibles à la sécheresse ne conviennent pas ; les sols les mieux indiqués sont ceux à texture argilo-siliceuse (HUBERT, 1978). Un problème de germination est constaté sur les sols argileux lourds lorsque les arrosages sont effectués entre le semis et la levée (GENTR, 1969 in SADLI, 2017).

Son optimum de ph se situe entre 6.1 et 7.4, et lorsque il descend au-dessous de 6, le rendement devient faible (CHAUX et FOURY, 1994). Selon cet auteur, le haricot est classé parmi les espèces très peu tolérantes à la salinité.

5. Caractères morphologiques

P. vulgaris est une plante herbacée annuelle à végétation rapide, de 0.4 à 3m de hauteur, elle peut être grimpante ou naine. Son cycle est de 90 à 120 jours (PERON, 2006).

5.1. Racine

Le système racinaire du haricot commun est pivotant et profond et peut descendre jusqu'à 1.20m. Il se forme progressivement après le stade de germination. Il est constitué d'une racine principale, qui n'est pas longtemps dominante et dont la croissance peut être stoppée par les obstacles du sol, et de racelles de plus en plus fines. Les racines latérales sont nombreuses et ont un développement qui dépasse par la suite, en longueur celui de la racine principale ; elles sont peu inclinées et restent même souvent horizontales sur plus de 10cm (CHAUX et FOURY, 1994).

Comme toutes les légumineuses, des nodules sont présents sur les racines résultant de la symbiose entre les racines de la plante et les bactéries du sol du genre *Rhizobium*, qui assurent la fixation de l'azote atmosphérique (NYABYENDA, 2005).

5.2. Tige

Le haricot commun possède une tige herbacée qui peut avoir plusieurs ramifications primaires et secondaires suivant les types de croissance.

5.3. Feuilles

Selon NYABEYENDA (2005), *P. vulgaris* contient des feuilles entières, légèrement pubescentes. Les deux première feuilles sont opposées et simples alors que les suivantes sont trifoliée avec foliole lancéolée à sommet acuminé et limbe mince. Elles sont fragiles au déchirement.

Les feuilles sont habituellement ovales et mesurent entre 7.5 et 14cm de long sur 5.5 à 10cm de large. Ses les folioles latérales sont asymétriques, et la centrale est symétrique (GALLAIS et BENNEROT, 1992 in AZIRI, 2015).

5.4. Fleurs

Les fleurs sont portées sur des grappes axillaires courtes de 4 à 10 fleurs de couleur rose, blanche ou mauve. La corolle est de type papilionacé comprenant : 5 sépales, 2 pétales, 9 étamines soudées par leur base et une étamine libre. Elle présente un étendard verdâtre à carmin. L'ovaire est une loge renferment 4 à 8 ovules, surmonté par un style portant un stigmate (NYABYENDA, 2005).

Chez le haricot, la fleur reste naturellement fermée. Exceptionnellement, Certains hyménoptères (bourdons) parviennent à forcer l'obstacle de la corolle, permettant ainsi l'introduction d'un pollen étranger dans la fleur (CHAUX et FOURY, 1994).

5.5. Gousses

La longueur des gousses chez le haricot commun est de 4 à 25cm. Ce sont des gousses à deux valves contenant en général 4 à 10 graines (NYABYENDA, 2005).

D'après GUIGNARD (1998), les jeunes gousses sont allongées et vertes puis changent de couleur à maturité en fonction des variétés (rouge, rose et violet, uni couleur ou panaché).

5.6. Graines

Les graines sont de type ex-albuminé. Les réserves se trouvent donc concentrées dans les deux volumineux cotylédons qui occupent presque tout le volume de la graine. Elles sont

réniformes, arrondies, ovales plus au moins allongées de section circulaire ou plus au moins aplatie selon les variétés.

Le tégument peut être noir, blanc ou revêtu de différentes nuances de jaune, brun, rouge ou rose, il peut être uni couleur ou diversement marbré ou panaché (CHAUX et FOURY, 1994).



A. Les feuilles



B. la fleur



C. Les gousses



D. les graines

Figure.1. Morphologie de *P. vulgaris* (ANONYME, 2009 in HAMDANI, 2012).

6. Valeur nutritionnelle

L'alimentation quotidienne de l'homme doit être riche en différents micronutriments (vitamines, sel minéraux) et macronutriments (protéines, lipides et glucides) pour assurer la couverture de ses besoins. La haute qualité gustative et nutritive des graines et gousses de haricot leur permet d'occuper une grande place dans l'alimentation humaine. Les graines de légumineuse sont une bonne source de fer et sont plus riches en calcium comparées à la plupart des céréales. Leur composition en potassium et phosphore est importante (STANTON, 1970).

La teneur des légumineuse en protéines est de 20 à 40% pour 100g de matière sèche soit deux fois plus que celle des graminées (GODON, 1985 ; SOLTNER, 1990 in AZIRI, 2015).

Le haricot présente une grande richesse en fibres et en minéraux. Ils apportent un sentiment de satiété comme la majorité des légumineuses (NYABYENDA, 2005). De plus, il présente un indice glycémique faible (GORDON, 2000 ; IBRAHIMA, 2006). Le haricot a une excellente source d'énergie, puisqu'il est riche en glucides complexes et fournit une grande quantité de vitamine B, de calcium, de fer, de phosphore, de potassium, et de zinc. (GORDON, 2000) (Tableau 1).

7. Intérêt agro économique

7.1. Importance agronomique

Les légumineuses sont les seules plantes à assurer leur propre approvisionnement en azote grâce à l'activité de bactéries symbiotiques, les *Rhizobium*.

Le haricot joue un rôle déterminant dans la nutrition azotée pour l'ensemble des cultures dans les assolements et les rotations (GUY, 1985 in SELLAH et ZEMOUCHE, 2013).

D'après DEMOL et *al.* (2002)(in BOUCHIKHI TANI, 2010), les légumineuses sont considérées comme des plantes améliorantes dans l'assolement, elles ne sont pas souvent destinées à recevoir de l'engrais azoté, ni d'autres éléments minéraux.

Les résidus des légumineuses sont plus riches en azote et contribuent à enrichir le sol en cet élément ainsi les cultures les succédant peuvent aussi bénéficier indirectement de l'azote fixé par ces légumineuses (CHALCK, 1998 in AZIRI, 2015).

Tableau 1 : Composition nutritive (pour 100g de produit comestible) du haricot sec en comparaison avec celle du haricot vert (ANONYME, 2009).

	Haricot sec	Haricot vert
Eau	1.7%	89.6%
Vitamine A	/	67%
Vitamine B	Trace	24%
Vitamine B1	0.5mg	0.06%
Vitamine B2	0.15mg	0.1mg
Acide folique	/	60mg
Vitamine E	/	Trace
Hydrate de carbone	52.2%	5%
Protéines	19%	2.3%
Lipides	1.4%	0.2%
Fibres	25.4%	2.9%
Calcium	56mg	40mg
Fer	7.1mg	0.9mg
Sodium	95mg	2mg
Magnésium	78mg	26mg
Zinc	3.1mg	0.2mg
Iode	2mg	32mg
Potassium	737mg	280mg
Valeur énergétique	285cal	30cal

7.2. Importance économique

Le haricot est l'une des plantes légumineuses les plus intéressantes pour l'homme notamment au point de vue nutritif, qu'au point de vue économique.

Durant la période allant de 2011 à 2016, la production mondiale de haricot sec a connu des fluctuations, mais la tendance est légèrement à la hausse. La production a varié d'un plancher de 24.1 millions de tonnes, à un sommet de 27.6 million de tonnes pendant cette période (FAO, 2018). En 2015, cette production mondiale s'est élevée à 27.6 millions de tonnes avec un rendement de 9004 qx /ha (Tableau 2).

La consommation moyenne mondiale par habitant la plus élevée est enregistrée en Amérique latine (9.4kg/habitants), suivie de l'Amérique du Nord (5.5kg/habitants).

En Afrique, le haricot commun à une grande importance économique et alimentaire pour la population, il est consommé par 80% des communautés humaines (MUNYLIBIN et *al.*, 2006 in SEDDI et SELLAH, 2015). Il couvre 22% de leur besoins en protéines et 11% du revenu des paysans et il est produit à raison de 2 millions de tonnes/an sur environs 3.5 million d'hectares (BRINK et BELAY, 2006).

Depuis la restructuration du secteur agricole et sa libération, les cultures de haricot ont connus des perturbations arbitraires, dont les conséquences se caractérisent par une réduction de la superficie, et une chute de la productivité (Tableau 3 et 4) (BAUDOIN, 2002).

D'après le ministère de la agriculture et de développement rural (MADR), l'Algérie a mis en œuvre un plan d'action visant l'augmentation de la production agricole et ceci par l'intensification de culture des céréales et des légumineuses. La production la plus importante pour Algérie a été estimée à 1421 tonnes, avec une surface totale d'environ 1788 hectares en 2015 (Tableau 4).

Tableau 2 : La production et le rendement de l'haricot sec dans le monde (FAO, 2018).

Années	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Production (tonne)	24120029	24453279	24617270	26854288	27644185	26833394
Rendement (Fc)	7910 hg/ha	8396 hg/ha	8400 hg/ha	8865 hg/ha	9004 hg/ha	9129 hg/ha

F : estimation de la FAO, **FC** : données calculées.

Tableau 3 : La Production, Superficie et Rendement de haricot sec dans des wilayas productives de l'Algérie (ANONYME 1 ,2008 in SADLI, 2017).

WILAYA	Sup.(ha)	Prod. (qx)	Rdt (qx/ha)
A.TEMOUCHENT	700	4 200	6.0
TELMCEN	290	1 750	6.0
SIKIDA	99	820	8.3
MOSTAGANEM	100	800	8.0
MASKARA	56	640	11.4
ORAN	71	300	4.2
SOUK-AHRAS	30	270	9.0
TIPAZA	23	190	8.3
TIZI OUZOU	13	100	7.7
BOUMERDES	5	50	10.0
JIJEL	7	50	7.1
TOTAL	1 394	9 170	6.6
ALGERIE			

La wilaya la plus reproductrice du haricot sec en Algérie avec une production de 4 200qx est A. Temouchent suivie de Tlemcen avec 1 750qx et dernier position en retrouve la wilaya de Jijel avec 50qx.

Tableau 4 : surface cultivée, rendement et production du haricot sec en Algérie entre 2011 et 2016 (FAO, 2018).

Année	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Superficie (F)	1218 ha	1573 ha	1427 Ha	1633 ha	1788 ha	1310 ha
Rendement (Fc)	7824 kg/ha	6510 kg/ha	9544 kg/ha	8224 kg/ha	7947 kg/ha	6679 kg/ha
Production (tonnes)	953	1024	1362	1343	1421	875

F : estimation de la FAO, **FC :** données calculées.

Tableau 5 : La Production, Superficie et Rendement de haricot sec dans La wilaya de Tizi Ouzou (ANONYME 2, 2018).

Année	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016	2016-2017
Superficie (F)	28.5 ha	30ha	28ha	28ha	34.5ha	31ha
Rendement (Fc)	12 kg/ ha	12 kg/ha	16 kg /ha	16 kg/ha	16 kg/ha	12 kg/ha
Production (tonnes)	326	250	440	425	540	374

8. Ravageurs et maladies de *Phseolus vulgaris*

Tous les organes du haricot vert peuvent être sujets aux maladies ou aux ravageurs, dont la gravité et la fréquence dépendent de la région de production et de la saison. On estime que plus de 50% de production est perdue chaque année en Afrique tropicale (DUPONT, 1990 *in* ROUDANE, 2018).

8.1. Maladie

Les maladies des plantes peuvent être provoquées par des organismes de natures très diverses (virus, bactéries et champignons) (Tableau 6) (MESSIAEN, 1998).

Tableau 6 : les principales maladies du haricot (NYABYENDA, 2005).

Type de maladie	maladie	Principaux symptômes	Principale méthode de lutte
Maladie Fongiques	-Maladie des taches anguleuse <i>Phaeoisariopsis griseola</i>	-Tache anguleuse sur les feuilles délimitées par les nervures et taches arrondies rougeâtres sur les gousses	-composter les fanes, éliminer les plantules issues de graines germées hors saison et respecter la rotation. -Utilisation des variétés résistant ou tolérantes. - pulvérisation sur le feuillage du benomyl, du thiophanatemethyl....
	-L'anthracnose <i>Colletotrichum lindrmuthianum</i>	Tache arrondies, déprimées, grisâtre à contours rougeâtres sur les tiges, les feuilles et les gousses.	
	-L'ascochyose <i>ascochyta phaseolarum</i>	Grandes taches brunâtres sur les feuilles et les gousses.	
	- la rouille du haricot <i>Uromyces appendiculatus</i>	Petites pustules arrondies, avec des spores au centre et entourées d'un halo chlorotique circulaire.	
Maladie virales	La mosaïque commune du haricot virus (BCMV)	-les plantes ont des dimensions réduites - feuilles difformées recroquevillées vers le bas cloquées ou plissées. les gousses sont déformées et rugueuses au toucher.	- utilisation des semences saines et arrachage des plantes malades. -contrôle des pucerons. -utilisations des variétés résistantes.

Maladie bactériennes	-La bactériose a halo <i>Phseolicola syringae</i> <i>pv .Phaseolicola</i> et <i>Pseudomona pv syringae</i>	Petit point nécrotique sur la feuille entourée d'un halo chlorotique circulaire	-Utiliser des semences saines et arracher les plantes malades. -Utilisation des variétés résistantes ou tolérantes.
	La bactérie commune <i>Xanthomonas campestris</i>	Sur les feuilles des lésions brunâtres à brun clair irrégulier, limitées par une bordure jaune. sur les gousses, des taches de couleur vert foncé, sont graisseuses circulaires.	-Trempage des semences dans le sulfate de Streptomycine avant le semis.

8.2. Ravageurs

Le haricot commun peut être la cible de nombreux ravageurs, notamment les insectes dont les plus réponsus sont :

- **Puceron vert du Pois (*Acyrtosiphon pisum*)**

Selon CHAUX et FOURY (1994), les pucerons verts du pois sont des gros pucerons de couleur vert clair aux yeux rouge avec des longs appendices caudaux qui se confondent avec le feuillage. Présents en colonies parfois abondantes en été, ces pucerons conduisent à des avortements des fleurs et à une végétation languissante qui, provoque la pollution des produits récoltés.

- **Puceron de la Fève (*Aphis fabae*)**

Le puceron de la fève est de couleur noir mat, au segment abdominal marqué de plages de pulvérulence claire, se développe sur tous les organes, y compris la gousse. Ces pucerons vivent en colonies abondante et attaquent les feuilles qui deviennent crispées et enroulées. Durant la floraison, ils peuvent provoquer la coulure des fleurs et conduire à la

pollution des produits récoltés (CHAUX et FOURY, 1994). La désinfection par des aphicides et la lutte biologique permet en règle générale de maîtriser ces ravageurs (NYABYENDA, 2005).

- **Nématodes à galles**

Les nématodes sont des vers microscopiques dont certaines espèces s'attaquent aux racines des plantes. D'après ROLAND (2002) (in CHAUX et FOURY, 1994) le développement de nématodes sur le système racinaire pénalise la croissance des plantes. Des rotations bien conduites et des travaux du sol adaptés permettent de limiter l'impact de ce ravageur sur les cultures de haricot vert.

- **Bruche du haricot (*Acanthoscelides obtectus*)**

Dans les denrées conservées, la bruche du haricot est un coléoptère est présent sous la forme d'adulte sur les grains ou de larves blanchâtre à l'intérieur des graines ; ces larves altèrent la qualité nutritionnelles de haricot et provoque la perte de la faculté germinative des semences (CHAUX et FOURY, 1994).

- **Mouche des semis (*Delia platura*)**

L'adulte mouche des semis est une mouche gris jaunâtre un peu plus petite que la mouche domestique (CHAUX et FOURY, 1994). Les asticots blancs de cette mouche peuvent atteindre 8mm. Souvent la plantule attaquée se déforme et pourrit en terre.

Présentation de l'insecte

Acanthoscelides obtectus

Say

1. Présentations de la famille des Bruchidae

Les Bruchidae constituent un groupe très homogène d'insectes cléthrophiens, dont le développement se déroule en général à l'intérieur d'une seule et même graine. Les plantes hôtes sont souvent des légumineuses, mais pas exclusivement. C'est dans la famille des (Bruchidae : Chrysomelidae) que l'on rencontre certains des ravageurs les plus redoutés à l'échelle mondiale.

On distingue classiquement trois groupes au sein de cette famille : certaines espèces pondent aux champs, généralement sur les fruits encore verts et leur développement se déroule dans une graine au cours de formation. Chez d'autres espèces, la femelle pond dans les mêmes conditions mais le développement se poursuit et s'achève dans la graine sèche, éventuellement au sein d'un stock. Le troisième type concerne des espèces dont l'ensemble du développement se déroule sur les graines sèches (DELOBEL et TRAN, 1993).

Les bruches sont des insectes de petite taille de 1.3 à 5 mm (BALACHOWSKY et *al.*, 1962). Le corps est large pubescent généralement de couleur terne (à dominante brunâtre), la tête est bien dégagée et le menton pédonculé. Les antennes sont insérées près des yeux. Les élytres recouvrent incomplètement l'abdomen (HOFFMAN, 1945).

Les ailes sont fonctionnelles chez presque toutes les espèces de cette famille. Les pattes postérieures sont toujours plus développées que les deux autres paires avec des fémurs fréquemment dilatés ou renflés (LABEYRIE, 1962).

Le même auteur rajoute que les larves des Bruchidae sont de types « rhynchophorien », qui sont apodes ou de type « chrysomélien » pourvues de patte articulées et de longues soies abdominales.

2. Caractéristiques de la bruche du haricot *Acanthoscelides obtectus*

A. obtectus doit son nom générique à SCHILSKY (1905). Elle a été décrite par « Say » sous le nom spécifique *obtectus* (KHELLIL, 1977). Son nom commun est la bruche du haricot en français et *Bean weevil* en anglais.

A. obtectus est une espèce cosmopolite inféodée au genre *Phaseolus*, avec une grande nuisibilité dans toute la zone climatique où les conditions lui permettent de suivre la culture (HOFFMAN, 1945).

A. obtectus est un insecte oligophage de l'ordre des coléoptères et de la sous famille des Bruchinae, son développement post embryonnaire s'effectue dans les graines de légumineuses (Fabacées), avec *Phaseolus vulgaris* comme sa principale plante hôte.

3. position systématique :

Selon BALACHOWSKY et *al.* (1962), la bruche du haricot occupe la position systématique suivante :

- Règne :.....Animal
- Embranchement :.....Arthropodes
- Sous-embranchement :.....Insectes
- Sous –classe :.....Ptérygotes
- Ordre :.....Coléoptères
- Famille :.....Bruchidae (Chrysomelidae)
- Genre :.....*Acanthoscelides*
- Espèce :.....*Acanthoscelides obtectus* Say

4. Origine et répartition géographique

La bruche du haricot est originaire des régions andines équatoriales en Amérique du Sud ; elle a suivi l'extension des cultures de haricot (*P. vulgaris*) en Amérique du Nord, en Europe, puis en Afrique (ABATE et AMPOFO, 1996 in BOUCHIKHI TANI, 2010).

En Europe l'introduction d'*A. obtectus* aurait suivi de peu celle du haricot. PERIS (1874) la signale pour la première fois dans les cultures aux environs de Toulon (France). LABEYRE (1962), note sa présence dans toute la région méditerranéenne et même en Iran.

De nos jours, le haricot est cultivé dans le monde entier, la répartition de l'insecte est cosmopolite avec un grand pouvoir migratoire en raison de son cycle de vie polyvoltin. Cette particularité en fait un ravageur dont la dispersion est très liée aux sociétés humaines et dont l'expansion est de ce fait, potentiellement illimitée (HOSSAERT-MCKEY et ALVAREZ, 2003 in AISSAOUI, 2010)

5. Description des différents stades de développement

5.1. œuf

D'après LABEYRIE (1962), *A. obtectus* pond ses œufs dans les gousses de haricot parvenue à un degré de maturité convenable.

Les femelles pondent des œufs blancs et lisses de forme cylindrique, un peu au hasard et n'adhèrent pas étroitement au substratum. Les œufs mesurent 0.75mm de long, étroits avec un pôle antérieur légèrement plus large que le postérieur (LABEYRIE, 1962). Les œufs d'*A. obtectus* ne possèdent pas de trace visible de micropyle (BALACHOWSKY et al., 1962).

5.2. Larve

Comme pour la plupart des Bruchidae, le développement larvaire d'*A. obtectus* se fait en quatre stades différents.

Selon BALACHOWSKY et al. (1962) la larve néonée L₁ du type chrysomélien est blanchâtre et mesure 0.6mm de long sur 0.2 de large. Elle est mobile et cela lui permet, après l'éclosion, de se diriger à la recherche d'une graine adéquate pour s'installer, elle possède une grande réserve, qui lui permet de circuler plus de 24h sans s'alimenter.

Les larves primaires présentent des pattes très fines et des plaques thoraciques et anales caractéristiques.

Peu après son entrée dans la graine de *P. vulgaris*, la larve L₁ consomme les réserves contenues dans les cotylédons (HUIGNARD, 2011), elle mue pour la première fois et passe au second stade apode de type rhyncophorien (L₂) (LABEYRIE, 1962).

Pour achever son développement larvaire, la larve L₂ devra effectuer deux autres mues, pour donner naissance à des larves (L₃) et (L₄) (KHELIL, 1977)

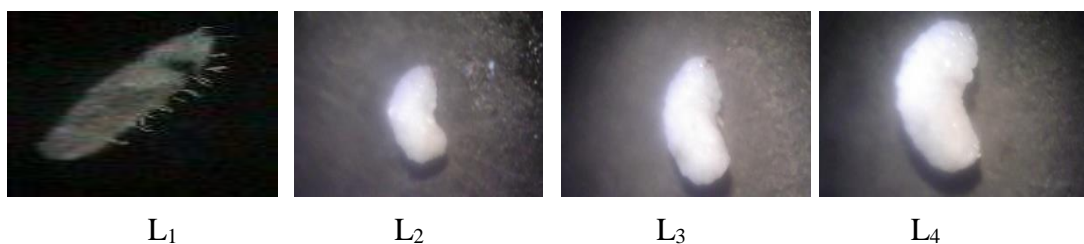


Figure.2. Différentes stades larvaires chez *A. obtectus* observé avec une loupe binoculaire (G : 2×10) (L₂, L₃, L₄ ORIGINALE, 2018) (L₁ in HAMDANI, 2012)

5.3. Nymphe

La nymphe est la dernière forme prise par la larve d'*A. obtectus* avant son émergence sous la forme d'adulte.

Le temps nécessaire à la nymphose est de 15 à 18 jours, durant ce temps la larve se transforme en nymphe blanchâtre qui a une forme proche de l'adulte qui n'a pas encore acquis sa couleur brune. Elle subit une sclérotinisation et une pigmentation avant de se transformer en adulte (BALACHOWSKY et *al.*, 1962).

5.4. Adulte

L'adulte d'*A. obtectus* (Fig 3) mesure 2.5 à 3mm de long sur 1.7 à 1.9mm de large, mais il arrive que dans les cas de fortes surpopulations, sa taille soit plus réduite (LABEYRIE, 1962).

Le corps d'une couleur générale brun ferrugineux, est recouvert partout de soies dorées courtes couchées vers l'arrière. Des pelages glabres forment des taches rectangulaires sur les élytres dont l'épipleure est peu développée (MULTON, 1982).

D'après BALACHOWSKY et *al.* (1962), les antennes présentent 11 articles dont les cinq premiers sont roux avec une tache apicale noire ; les cinq suivant sont presque entièrement noire et l'article terminal est roux. *A. obtectus* présente un dernier segment antennaire orange et généralement plus large que long.

Les fémurs postérieurs sont pourvus de trois dents, dont la basale est très développée. La troisième paire de patte possède une forte dent accompagnée à la base de deux plus petites, située au bord inféro-interne, visible extérieurement (MALLAMAIRE, 1968).



Figure.3. L'adulte de la bruche du haricot *A. obtectus* (ORIGINALE, 2018).

6. Dimorphisme sexuel

Chez la plupart des Coléoptères, il n'existe aucune différence extérieure visible entre les deux sexes mais, dans certains cas, il y a des caractères sexuels secondaires qui peuvent être propre soit aux mâles, soit aux femelles (GUIGNOT, 1957).

Chez *A. obtectus* la différence entre le mâle et la femelle est très tôt visible dès l'émergence. Le mâle, de taille généralement plus faible, se distingue de la femelle par une particularité anatomique située au niveau du pygidium, où ce dernier échancre largement son

dernier anneau ventral qui reste entier chez la femelle. Ce caractère est bien apparent chez la bruche du haricot (BALACHOWSKY et *al.*, 1962).

Un autre caractère a été mis en évidence par NAHDY (1993) (*in* AISSAOUI, 2010) qui concerne la couleur du pygidium: chez le mâle, le pygidium est d'une couleur marron glabre avec des soies blanches ou grises qui sont distribuées d'une manière plus ou moins régulière, alors que chez la femelle le pygidium apparait avec des motifs obscurs dus aux poils blancs ou gris qui sont légèrement denses au milieu et latéralement, donnant l'impression à deux bandes verticales marron et qui sont divisées par quatre taches marron clair.



Figure.4. Dimorphisme sexuel chez *A. obtectus* sous la loupe binoculaire (G :2×10)
(ORIGINALE, 2018).

7. Biologie d'*Acanthoscelides obtectus*

Les femelles colonisent les cultures de haricot lorsque les gousses sont mûres. Elles sont attirées par les mâles qui produisent une phéromone sexuelle, cette phéromone a été synthétisée et peut être utilisée en lutte intégrée contre cet insecte (HUIGNARD et *al.*, 2011).

La copulation représente un autre facteur stimulant, influençant l'activité reproductrice. Elle peut agir selon HUIGNARD (1973), à trois niveaux qui sont : la réceptivité sexuelle des femelles, la stimulation de l'ovogenèse et l'induction de la ponte.

L'activité reproductrice de la bruche est significative à partir de 20°C, et une humidité excessive tue l'insecte. Aucun adulte ne peut sortir d'une graine qui a germé (BALACHOWSKY et *al.*, 1962).

7.1. Accouplement

L'accouplement commence quelques heures après l'émergence des adultes, qui hivernent à l'intérieur des graines de haricot et sortent de celles-ci à la fin du moins d'avril ; ils ne s'alimentent pas (BONNEMAISON, 1962).

La copulation a lieu plusieurs fois au cours de leur existence et ne dépasse guère sept minutes (HUIGNARD, 1968 *in* KHELLIL, 1977), comme elle peut aller jusqu'à dix minutes (DUNGELHOFF et SCHMITT, 2006 *in* AISSAOUI, 2010), elle se produit de nuit comme de jour.

Les deux insectes mâle et femelle d'*A. obtectus* se touchent sans cesse à l'aide de leurs antennes et palpes la femelle qui finit par s'immobiliser. Le mâle s'accroche à ses élytres, dévagine son endocéphalus et l'introduit dans les voies génitales de la femelle (HUIGNARD, 1973).

7.2. Ponte

Le dépôt des œufs a lieu le plus souvent sur les graines ou entre les graines et a lieu à l'intérieur de la cavité carpellaire. Il se fait par un appareil ovipositeur ou tarière, saillant à l'extrémité de l'abdomen des femelle, qui leurs sert à enfiler leurs œufs dans les gousses ou les graines de la plante hôte. La femelle parcourt avec soin une gousse, ses palpes maxillaires sont constamment en contact avec le végétal, les déplacements sont très rapides et effectués au hasard, la femelle peut repasser plusieurs fois au même endroit si elle est dérangée. Le nombre d'œufs pondus par une femelle est de 50 à 100 et parfois plus, il existerait jusqu'à cinq générations par an chez *A. obtectus* (BALACHOWSKY *et al.*, 1962).

7.3. Cycle de développement

À la fin du mois d'avril, les adultes sortent des graines de haricot après une longue hibernation, ils ne s'alimentent pas et s'accouplent (BONNEMAISON, 1962). Au champ en attente de ponte, les adultes consomment des segments des feuilles et ils broutent du pollen au niveau des fleurs blanches et jaunes (SERPEILLE, 1991).

Les conditions de sortie de ces insectes dépendent des facteurs externes, notamment la température et l'ensoleillement. L'envol des adultes issus des graines entreposées dans les greniers se fait durant juin et juillet sur une distance les séparant de leur lieu de sortie par 3km. L'accouplement et la ponte est en mesure de s'effectuer à partir de 20°C (GOIX, 1986).

Sur la gousse choisie, l'adulte effectue un trou de ponte en déchirant la structure dorsale de la gousse, puis se retourne pour introduire son pseudo tarière, sensible à l'humidité du milieu. Si la déshydratation est insuffisante, le site est abandonné, car une forte humidité du grain conduit à la mortalité des larves. L'insecte pose à l'intérieur de la gousse un amas d'une vingtaine d'œufs (SERPEILLE, 1991). Il peut y avoir plusieurs perforations et pontes dans une même gousse mûre (VASSILIEV, 1935), il n'y a qu'une seule génération par an aux

champs (GOIX, 1986). Cette ponte a lieu à l'intérieur de ces gousses qui sont présentes durant une courte période de l'année en l'occurrence au début de la saison sèche (PICHARD et *al.*, 1991).

Suivant la température, la durée d'incubation est de 3 à 5 jours, la larve néonée possède outre un ovirupteur caractéristique, des pattes développées et fonctionnelles.

Elle est très mobile (DELOBEL, 2008 in AISSAOUI, 2010). Elle circule pendant quelques heures à la surface de la gousse puis traverse celle-ci, elle pénètre dans la graine 2 à 3 jours après sa naissance. La larve L₁ mue et se transforme en une larve apode (Fig5), la durée du développement larvaire et très variable, elle est de 3 semaines en moyenne. La larve L₄ découpe un opercule dans la paroi de la graine et se nymphose. La durée moyenne de développement est de 30 jours à une température de 27°C et une humidité relative de 70%.

L'adulte émerge 15 à 18 jours plus tard suivant la température (BONNEMAISON, 1954 in KASSEMI, 2006).

La survie d'*A. obtectus* implique une reproduction ajustée aux possibilités du milieu trophique par la larve, il faut donc, non seulement que l'œuf soit déposé selon l'affirmation de DAVEY (1970), au bon moment et au bon endroit (dans une gousse mure de haricot contenant des graines), mais aussi en bon état, donc n'ayant pas été altéré à la suite d'un séjour prolongé dans les oviductes latéraux.

7.4. Fécondité

Une mauvaise alimentation des adultes ou des basses températures ambiantes de développement accompagnées d'une atmosphère trop sèche conduit à une faible ponte numérique chez *A. obtectus* (LABEYRIE, 1962).

7.5. Longévité

La longévité des jeunes imagos varie en fonction de la température et de l'hygrométrie, elle est de 35 jours à 15°C et 10 jours à 30°C. Ils peuvent rester sans s'alimenter (BALACHOWSKY et *al.*, 1962).

Il semble que la longévité des mâles est plus réduite que celle des femelles. Lorsque les femelles sont nourries au miel, leur longévité peut aller jusqu'à 89 jours (LABEYRIE, 1962).

Lorsque la bruche est en présence de contrainte environnementale, elle réagit par l'effet de la thanatose qui est la simulation de la mort (KHELLIL, 1977).

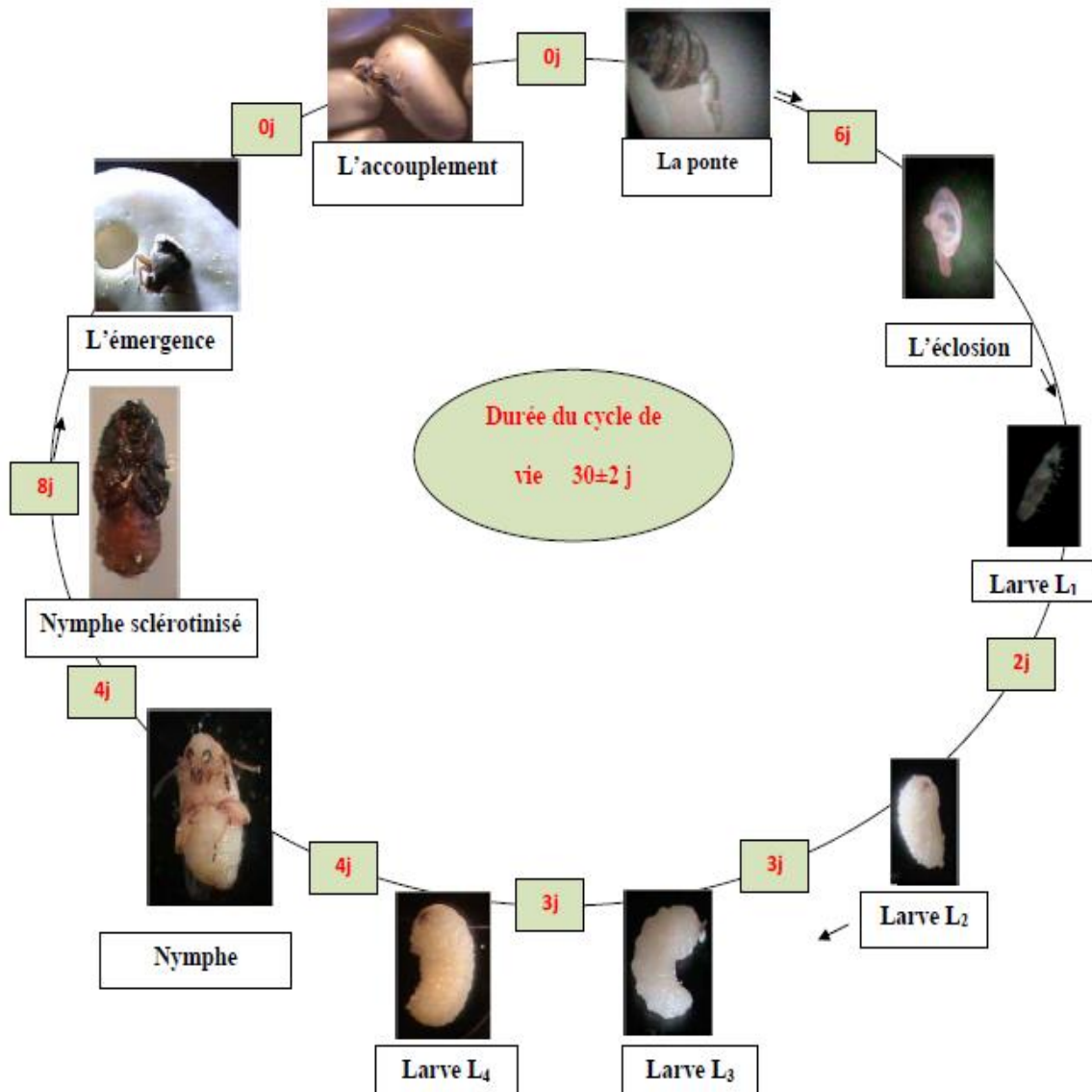


Figure 5. Cycle de vie d'*A. obtectus* sur les graines du haricot dans les conditions de laboratoire (HAMDANI, 2012).

8. Quelques ennemis naturels d'*Acanthoscelides obtectus*

Les Bruchidées sont parasités par de nombreux hyménoptères qui sont soit oophages soit larvophages, qui se développent aux dépens d'œufs ou des larves dans les graines ou les gousses des légumineuses (BALACHOWSKY et al., 1962).

Selon BENREY et *al.* (1998), les hyménoptères parasitoïdes sont les principaux ennemis naturels de la bruche du haricot tels que : *Stenocose bruchivora* (Braconidae), *Dinarmus basalis* (Pteromalidae) et *Horismenus sp.* (Euliphidae). Ces trois espèces sont des ectoparasites solitaires des troisièmes et quatrièmes stades larvaires et parasitent occasionnellement des pupes.

D'après BONNEMAISON (1962), les larves d'*A. obtectus* peuvent être également attaquées par l'acarien pyemote (Pediculoides).

9. Dégâts et pertes

A. obtectus est un insecte cosmopolite qui est d'une grande nuisibilité. À chaque génération il y a une augmentation importante de dégât (Fig 6).

Les dégâts causés par ce ravageur sont dûs exclusivement aux larves qui s'alimentent du contenu des graines qui engendrent des pertes considérables. En effet, ces pertes peuvent être considérées sous deux aspects différents : au plan quantitatif et qualitatif. La perte quantitative se traduit par une perte pondérale due à une consommation directe des réserves contenues dans les graines. Sur le plan qualitatif, les attaques d'insecte se traduisent généralement par une diminution de la valeur nutritive et de la capacité germinative des grains de haricot (HUIGNARD et *al.*, 2011).

Lorsque le taux de contamination initial est de 10% après quelque mois de stockage, un stock de graine peut être rendu inconsommable, car le haricot contaminé devient impropre à la consommation pour l'homme (BALACHOWSKY et *al.*, 1962).

Une très faible population d'*A. obtectus* (1 à 2% de graines attaquées) peut provoquer après quelque mois de stockage 80% à 100% de perte. Plusieurs mois après le début de l'infestation, les graines stockées comprenant des graines perforées, des insectes adultes et des graines à l'intérieur desquelles les larves continuent leur évolution (GOIX, 1986).



Figure.6. Graines de haricot commun endommagées par *A. obtectus* (ORIGINALE, 2018).

Méthodes de lutte

Face à l'ampleur des dégâts causés par les bruches, plusieurs méthodes sont utilisées pour éradiquer ce ravageur potentiel des graines de haricot ou au moins les maintenir (KASAMBALA et HENDRY, 1986 *in* ROUDANE, 2018).

1. Lutte préventive

La lutte préventive est une méthode fréquente chez les agriculteurs, car elle assure une bonne protection des denrées stockées contre les ravageurs et le maintien de la qualité des produits. Elle se base sur les différentes pratiques culturales et l'entretien des cultures (NYABYNDA, 2005). Cette lutte consiste en une hygiène rigoureuse des moyens de transports, des locaux de stockage, des installations de manutention et des machines de récolte (bien entretenue). Il est important d'isoler les nouvelles récoltes de celles qui sont anciennes dans l'entrepôt (KELLOUCHE, 2005). Cette lutte inclut différentes précautions qui peuvent être appliquées :

Au champ, on pratique la culture en mélange, car sur les monocultures les ravageurs et les parasites de cette espèce trouvent une facilité pour leur développement et pullulation, par contre si on associe plusieurs espèces, l'extension du parasite et ravageur devient limité. Le recours à des variétés à cycle court du haricot et l'utilisation des semis précoces assurent une maturation des graines avant la pullulation des adultes (LABEYRIE, 1962).

Selon HUBERT (1978), le séchage des graines avant le stockage est important pour diminuer le taux d'humidité, car l'humidité doit être maintenue entre 13 et 14%.

Le remplissage des vides entre les graines par la bouse de vache brûlée ou le sable fin mélangé avec des graines constitue une barrière qui réduit le développement des ravageurs et limite leur mouvement (GWINNER *et al.*, 1996).

La protection des stocks par certaines méthodes traditionnelles constitue un moyen intéressant de lutte préventive, néanmoins elle reste insuffisante, car elle ne peut pas empêcher définitivement la multiplication des ravageurs.

2. Lutte curative

La lutte curative est utilisée lorsque la lutte préventive ne révèle pas une efficacité pour une protection des denrées stockées contre les bruches. Elle a pour but d'empêcher le développement des ravageurs des légumineuses en cas de l'infestation et avant d'arriver à des stades plus complexes et irréversibles. Divers moyens peuvent être utilisés :

2.1. Lutte physique

C'est une méthode qui consiste à utiliser des agents physiques afin de ralentir au maximum l'activité biologique des ravageurs des graines.

2.1.1. Par le froid

D'après RIBA et SILVY (1989) (*in* SADLI, 2017), les basses températures peuvent être employées pour ralentir l'activité biologique et alimentaire des ravageurs, réduire leurs mouvements ou les tuer.

Lorsque la température baisse au-dessous de 10°C, l'activité de la bruche est nettement ralentie ou bien arrêté (GOIX, 1986). Pour une température inférieure à 8°C, il n'y a pas de pénétration de la larve dans les graines (SERPEILLE (1991)

Selon LABEYRIE (1962), les insectes qui sont exposés à une température de -1°C ne peuvent pas survivre plus d'un mois.

2.1.2. Par la chaleur

Il a été constaté qu'une exposition à des températures supérieures à 30°C inhibe tous les stades de développement de la bruche du haricot (HUIGNARD et BIEMONT, 1974 *in* BOUCHIKHI TANI, 2010).

Les expériences effectuées par KHELLIL (1977) sur *A. obetectus* ont démontré que l'utilisation d'un traitement par la chaleur à différentes températures, rend la fécondité moyenne des femelles nulles à 40°C. Ce même auteur ajoute que, si la chaleur est un moyen de lutte contre les Bruchidae, la durée du traitement ne doit pas être inférieure à trois jours car, le développement peut s'accomplir surtout pour les stades avancés.

D'après LABEYRIE (1962), une température de 55°C durant une période de quelques minutes détruit tous les adultes, sans altérer le pouvoir germinatif des graines.

2.1.3. Modification de l'atmosphère du milieu

Cette méthode de lutte contre la bruche du haricot, consiste à abaisser le taux de l'oxygène de l'atmosphère inter-granulaire jusqu'à un taux létal (< 1%) (GRUZ et *al.*, 1988 *in* BOUCHIKHI TANI, 2006).

2.1.4. Irradiation par rayon ultra-violet et rayon gamma

L'irradiation des graines par des expositions aux ultra-violet de longueur d'onde inférieure à 3 126Å° provoque la mort des œufs et des larves du premier stade ; de même, les adultes vivants donnent des descendants anormaux (LABEYRIE, 1962).

EL-BADRY et AHMED (1975), montrent que l'irradiation par rayon gamma des graines à faible dose provoque leurs stérilisations et à une forte dose provoque leur mort.

2.2. Lutte chimique

La lutte chimique est la plus utilisée pour la protection des denrées stockées. Les traitements insecticides sont des produits qui agissent soit :

2.2.4. Par contact

Elle consiste en l'utilisation d'insecticides dans les entrepôts de stockage, qui doivent être efficaces, persistants et ne présentent aucun danger pour l'homme et les animaux domestiques. Trois groupes d'insecticides existent : les composés organochlorés comme le lindane, les composés organophosphorés comme le malates , le pirimiphos-méthyle, enfin les carbanates et les pyréthrinoides de synthèse comme le deltamethrine (SECK et *al.*, 1991).

2.2.5. Par fumigation

C'est la méthode la plus utilisée dans la lutte contre les ravageurs des denrées entreposés. Elle consiste à traiter à l'intérieur des graines, car elle peut atteindre des formes cachées des ravageurs tels que les larves et les nymphes (STEFAN, 1964 *in* KELLOUCHE, 2005).

Les gaz toxiques les plus employés sont : le phosphore d'hydrogène et le bromure de méthyle.

2.3. Lutte biologique

Les pesticides ont des coûts très élevés et présentent un certain nombre d'inconvénients, notamment sur l'environnement et la santé publique, il est préférable d'appliquer une lutte ou un contrôle biologique contre les Bruchidae (VANHUIS, 1991).

Le recours à la lutte biologique est d'une importance primordiale en raison de l'intérêt qu'elle a sur la diminution de la pollution ; cette technique de lutte consiste à détruire les

insectes nuisibles par l'utilisation rationnelle de leurs ennemis naturels ou de biopesticides d'origines animale, végétale ou bactérienne (bactéries, virus, nématodes, insectes...etc).

Selon HUIGNARD et ses collaborateurs (2011), les ennemis naturels d'*A. obtectus* sont les hyménoptères parasitoïdes tels que *Stenocorse bruchivora* (Braconidae) et *Dinarmus basalis*, qui sont présents dans les système de stockages en Amérique du Sud. Alors que PARKER (1957), cité par BOUCHIKHI TANI (2006) stipule que le principal parasite d'*A. obtectus* est *Anisopteromalus calandre* (Heromalidae) et BONNEMAISON (1962) affirme que les larves sont attaquées par *l'Acarien pyemotes* (Pediculoides).

Les lieux de stockage étant des espaces clos, ils constituent des excellents modèles pour l'utilisation des auxiliaires (VANHUIS, 1991).

2.4. phytothérapie

L'usage des plantes indigènes dans la conservation des récoltes a été pratiqué avant même l'apparition des insecticides de synthèse (GUEYE et al., 2010). Il a été observé dans les pratiques empiriques que les agriculteurs introduisent souvent dans les greniers des plantes aromatiques issues de la pharmacopée locale, pour protéger les graines entreposées contre les insectes (SANON et al., 2002).

La phytothérapie joue un rôle très important dans la lutte contre les bruches des légumineuses, elle utilise les parties actives des plantes ayant des propriétés thérapeutiques, afin de limiter la toxicité des insecticides d'origine chimique et pour protéger les denrées alimentaires et préserver la qualités nutritionnelles et commerciales des graines.

Les produits extraits à partir des végétaux sont utilisés comme biopesticides contre les ravageurs pour leur effet répulsif, par contact ou par fumigation sous plusieurs formes : extraits organique, extraits aqueux, poudres des plantes, huiles végétales et huiles essentielles.

2.4.4. Extraits aqueux

Les extraits aqueux sont traditionnellement utilisés contre les insectes, ils sont obtenus à partir d'une matière végétale (feuille, tige, et bois séché) préalablement lavée à l'eau distillée, puis séchée ensuite broyée à l'aide d'un mixeur jusqu'à sa réduction en poudre, puis diluée dans l'eau distillée (100g de poudre /L d'eau). Le mélange obtenu est filtré à l'aide de papier wattman (3mm) (SANON et al., 2002).

Ces extraits agissent plus lentement mais ils sont plus stables, ils ont par conséquent un effet plus durable dans le système de stockage (REGNAULT-ROGER et *al.*, 2002).

REGNAULT-ROGER et HAMRAOUI (1997) ont démontré que les plantes de la famille des Labiacées en solution dans l'eau, sont très efficaces à l'égard des ravageurs.

Les principaux extraits aqueux utilisés dans les stocks contre la bruche de haricot sont mentionnés dans le tableau suivant :

Tableau 7 : Les principaux extraits aqueux utilisés pendant le stockage contre la bruche de haricot (ANONYME *in* MAHMOUDI et DAHMANE, 2017).

produit	application	Mode d'action	efficacité
Extrait aqueux des fleurs de pyrèthre.	Vaporisation de liquide sur conteneur de stockage et la marchandise	Une action insecticide (neurotoxique), répulsive et inhibitrice de l'activité alimentaire	Efficacité initiale élevée, mais rémanence très limitée.
Extrait aqueux de graine de Neem (25 à 50g/l d'eau).	0,5-5,0% sur les légumineuses	Une action insecticide et répulsive qui inhibe l'activité alimentaire et agit sur le développement.	Rémanence pouvant atteindre un an suivant la dose appliquée.
Extrait des fleurs de <i>Crotalari ajuncea</i>	Vaporisation du liquide sur le conteneur de stockage et la marchandise.	Agit comme insecticide de contact.	Protection inférieure à celle offerte par les extraits de neem, d' <i>annona</i> ou de poivre.

2.4.5. Extraits organiques

Selon SCHAVEMBERG (2008) (*in* AZIRI, 2015) les extraits organiques sont des macérations aqueuses ou alcooliques que l'on concentre plus en moins par évaporation.

D'après les études effectuées sur la bruche du haricot, en utilisant quelques extraits organiques de quelques plantes aromatiques, ces extraits ont un effet insecticide qui est en rapport avec la dose, le temps d'exposition et le type d'extrait.

Selon REGNAULT-ROGER et *al* (1993), les extraits organiques les plus puissants sont utilisés contre les ravageurs :

- Le menthol extrait du thym, *Thymus vulgaris*.
- L'eugénol extraits des clous de girofle : *Eugenia caryophyllata*.
- La pulégone extraite de la menthe pouliot : *Mentha pulegium*.
- L'eucalyptol extraits des arbres d'Eucalyptus est très utilisé comme conservateur alimentaire.

1.1.1. Utilisation des produits minéraux

Pour le contrôle des infestations des grains par les bruches, on peut mélanger aux graines de la cendre de bois ou de sable qui remplissent les vides entre les grains où tous les stades de cet insecte peuvent être tués par asphyxie lorsque la poudre utilisé est très fine (CHINWADA et GIGA, 1997 in HAMDANI, 2012).

1.1.2. Poudres des plantes

Les plantes odorantes exercent un effet protecteur sur les graines de légumineuse soit en provoquant la mort de l'insecte, soit en inhibant sa reproduction, ces plantes appartiennent à différentes familles (Myrtaceae, Poaceae, Umbelliferae, Lauraceae). Les Lamiaceae sont les plus efficaces, tels que le thym et le serpolet (*Thymus vulgaris* L. et *Thymus serpyllum* L.) et le romarin (*Rosmarinus officinalis* L.) (RENAULT-ROGER et HAMRAOUI, 1993).

De nombreuses études ont montré l'efficacité des poudres extraites des plantes dans la lutte contre les Bruchidées.

Les poudres sont obtenues par broyage des différent organes (des fleurs, des semences, des écorces, des racines et des feuilles) des plantes séchées à une température ambiante (26° à 28°C) (tableau 8) (GWINNER et *al.*, 1996).

Les poudres des plantes jouent le rôle d'un biopesticide contre les ravageurs des légumineuses (tableau 8).

Tableau 8 : Quelques poudres extraites des végétaux et leurs effets sur les ravageurs (GWINNER et al., 1996).

Poudres	Action
Poudre d'écorce d'Acajou d'Afrique (<i>Khaya senegalensis</i>), ajoutée à raison de 50 à 100g/Kg de graines.	Action insecticide probable jusqu'à 3 mois sur les bruches des légumineuses.
Poudre de noyau de Neem (<i>Azadirachta indica</i>), ajoutée à raison 0.5 à 4% de volume de marchandise.	Inhibition de développement des coléoptères nuisibles aux graines stockées.
Poudre de rhizome séché de <i>Acorus calamas</i> ajoutée à raison de 0.2 à 1% de poids de la marchandise.	Effet insecticide et répulsif, inhibition du développement de nombreux ravageurs durant plus de 6 mois.

1.1.3. Huiles végétales

Les huiles végétales ont été utilisées très tôt dans la lutte contre les insectes sous forme d'émulsions. Ce sont des bioinsecticides de contact qui agissent par leurs propriétés physiques et chimiques.

Selon leur origine et leur composition chimique, on distingue les huiles minérales dérivées du pétrole d'une part ; et les huiles végétales ou animales, extraites d'organismes biologiques (huiles d'arachide et d'olivier) d'autre part (REGNAULT-ROGER et al., 2008)

Les propriétés insecticides des huiles végétales leur procurent des effets à différents niveaux. De leurs propriétés physiques résultent plusieurs types de toxicité. Une toxicité par inhalation provoquée par leur richesse en composés volatils, et une toxicité par contact par la formation d'un film imperméable isolant l'insecte de l'air et provoquant son asphyxie. Ces huiles agissent sur les larves et rendent les femelles incapables de pondre (REGNAULT-ROGER et HAMRAOUI, 1995).

Les huiles végétales sont considérées comme atoxiques pour les mammifères dans le cadre d'une utilisation normale (REGNAULT-ROGER et al., 2008).

1.1.4. Huiles essentielles

- **Définition**

Les huiles essentielles ou les essences végétales sont des substances huileuses, volatiles et odorantes qui sont sécrétées par les plantes aromatiques que l'on extrait par divers procédés dont l'entraînement à la vapeur et l'hydro distillation (ISERIN *et al.*, 2007 in MAHMOUDI et DAHMANE, 2017), par pressage ou incision des végétaux qui les contiennent.

Ces essences végétales sont largement distribuées dans le règne végétal et n'existent que chez les végétaux supérieurs, en effet, elles se trouvent en quantité appréciable chez environ 2000 espèces réparties en 60 familles botaniques.

Les huiles essentielles sont des substances odorantes qui se localisent dans les fleurs, les feuilles, les fruits, les écorces et les racines des plantes.

Elles se forment dans un grand nombre de plantes comme sous-produits du métabolisme secondaire. Elles sont très utilisées dans l'industrie des produits cosmétiques, pharmaceutiques et agro-alimentaires (KALOUSTIAN *et al.*, 2008 in AZIRI, 2015).

Les huiles essentielles présentent un réel avantage du fait de leur faible rémanence, leur faible toxicité pour l'homme et de leur mode d'action sur les ravageurs (NAGAMO et HENCE, 2007).

- **Caractéristiques et composition chimique**

Les huiles essentielles sont des composés aromatiques volatils, inflammables, leurs densités sont, en général, inférieures à celle de l'eau. Elles sont insolubles dans l'eau mais totalement solubles dans l'alcool, l'éther et les huiles végétales et minérales (BRUNETON, 1999). Les huiles essentielles se distinguent des autres huiles végétales par leur volatilité.

Les compositions chimiques de nombreuses huiles essentielles ont été décrites. Elles varient en fonctions de différents facteurs incluant le stade de développement des plantes, les organes prélevés, la période et la zone géographique de récolte.

Selon ISMAN (2000), leurs compositions chimiques diffèrent selon leur appartenance à l'une des familles suivantes : les esters, les aldéhydes aliphatiques, les cétones, les sesquiterpènes, les acétones et coumarines, les oxydes, les acides, les aldéhydes aromatiques, les monoterpènes, les alcools et les phénols.

La structure chimique des constituants des huiles essentielles influence directement leur activité.

La composition chimique des huiles essentielles est souvent complexe ce qui leur confère toutes leurs propriétés, elles peuvent être composées d'une centaine de molécules. Les huiles essentielles pures et naturelles sont les seules à posséder la bonne concentration de composés chimiques, et donc les propriétés adéquates.

- **Action des huiles essentielle**

Les monoterpènes qui rentrent en grande majorité dans la composition des huiles essentielles présentent une toxicité inhalatrice, ovicide, larvicide et adulticide à l'égard des différents ravageurs. Ces monoterpènes ainsi que les composés polyphénoliques provoquent une perturbation de la motricité naturelle de l'insecte (REGNAULT-ROGER, 2002). Les effets de quelques huiles essentielles sont récapitulés dans le Tableau 9

Tableau 9 : Quelques huiles essentielles, organe d'extraction et leurs effets insecticides (SINGH et TAYLOR, 1978 ; DON-PEDRO, 1985).

Noms	Organes	Effets
<i>Acourus calamus</i> L. (acoure aromatique).	Rhizome.	Toxicité par contact.
<i>Azadirachta indica</i> . (Neem), 2 à 3ml /kg.	Graines.	Effet ovicide et larvicide.
<i>Cocos nucifera</i> L (cocotier) 5 à 10ml/kg.	Graines.	Effet ovicide et larvicide.

Selon CHARARAS (1989) (*in* SELLAH et ZEMOUCHE, 2013) les effets exercés par les plantes aromatiques ainsi que leurs composés allelochimiques sont multiples :

- Effet toxiques, répulsifs, attractifs ou défensifs à l'égard des ravageurs.
- Effet variable selon le stade du cycle reproductif de l'insecte (ovicide ou larvicide).

- **Impact du traitement aux huiles essentielles sur la qualité de la graine**

Des études ont été réalisées pour comprendre la variabilité des réponses des insectes en présence des huiles essentielles (KETOH *et al.*, 2002 *in* REGNAULT-ROGER *et al.*, 2008).

La toxicité des vapeurs d'huiles essentielles vis-à-vis des adultes de bruches est plus importante en absence des graines qu'en présence des graines, il y'a en effet, absorption d'une partie des composants contenus dans les huiles essentielles par les graines (REGNAULT-ROGER, 2002).

Selon KETOH *et al.* (2002) *in* REGNAULT-ROGER *et al.* (2008), les composants de l'huile essentielle la moins efficace de *C. mardus* sur les adultes sont absorbés à plus de 50% en deux heures de traitement, réduisant de façon considérable et significative leur concentration dans les milieux de traitement. La quantité de vapeur d'huile absorbée est toutefois insuffisante pour être toxique vis-à-vis des larves qui se développent à l'intérieur des graines.

Les graines traitées ne désorbent pas la totalité des composants absorbés et des composés restent fixés au niveau des graines traitées. Toutefois la présence de ces résidus n'affecte pas la capacité de germination des graines traitées, elle peut cependant modifier la qualité nutritionnelle et gustative de ces graines.

- **Conservation des huiles**

Les huiles essentielles sont des substances très délicates, qui s'altèrent facilement et perdent leurs propriétés si elles ne sont pas conservées dans des flacons bien clos, à l'abri de l'air, de la lumière et de la chaleur (température= +8°C) (PADRINI et LUCHERONI, 2006).

Matériels et méthodes

Les travaux expérimentaux ont été réalisés au niveau du Laboratoire de l'Ecologie des Invertébrés Terrestres à l'université de Mouloud MAMMARI de Tizi-Ouzou durant la période allant de décembre 2017 à juin 2018, afin d'évaluer l'effet biocide d'une plante aromatique à savoir la Sauge officinale (*Salvia officinalis*) sur la bruche du haricot *Acanthoscelides obtectis* Say.

1. Matériels

1.1. Matériels de laboratoire

Afin de réaliser notre travail expérimental, nous avons utilisé du matériel de nature variée (Fig 7). Nous avons eu recours à l'utilisation d'une étuve équipée d'un thermomètre et d'un humidificateur, réglée en vue d'avoir les conditions optimales pour assurer un développement rapide de la bruche du haricot, à savoir une température de $30 \pm 1^\circ\text{C}$ et une humidité relative de $70 \pm 5\%$.

Nous avons aussi utilisé :

- Une loupe binoculaire pour distinguer les différents stades de développement et le comptage des œufs d'*A. obtectus*.
- Une balance électronique afin de peser les graines de haricot.
- Des bocaux en plastique (1 litre) pour l'élevage de masse des bruches.
- Des boîtes de Pétri en verre de 9,5 de diamètre et 1,5cm de hauteur dans le but d'effectuer les différents essais (les tests de contact et répulsion).
- Des bocaux en verre de 125ml de volume pour les tests d'inhalation.
- De l'acétone pour la dilution des huiles (test de répulsion et le test d'inhalation).
- Les disques de papier filtre de 2cm de diamètre pour le test d'inhalation et de 9,5cm de diamètre pour le test de répulsion.
- Une micropipette graduée de 1 à 10 μl pour le dosage des huiles.
- Du coton pour le test de germination et un pinceau.



A. Loupe binoculaire B. Balance électronique C. Etuve réfrigérée D. Pipette graduée

Figure 7. Matériels utilisés au cours de la réalisation des différentes expérimentations (Originale, 2018).

1.2. Matériels biologiques

1.2.1. Les graines de haricot

Les graines saines de haricots (Fig 8) utilisées pour l'élevage de masse et les différents tests expérimentaux proviennent du marché local (Tizi-Ouzou). Il s'agit des graines de la variété Rognon blanc, dont les graines sont lavées et séchées et conservées avant l'utilisation.



Figure 8. Les graines saines du haricot commun (variété rognon blanc) utilisées pour l'élevage de masse et le test par contact.

1.2.2. Les bruches *Acanthoscelides obtectus*

L'espèce étudiée est la bruche du haricot (*A. obtectus*) qui est obtenue à partir des élevages de masse réalisés au laboratoire d'Ecologie des Invertébrés Terrestres sur des graines saines de haricot.

1.2.3. L'huile essentielle de la Sauge officinale

1.2.3.1. Description de la Sauge officinale

La Sauge est une herbe aromatique appartenant à la famille des Lamiacées. C'est un sous-arbrisseau buissonnant et persistant, formant une touffe ligneuse pouvant atteindre

jusqu'à 80cm de haut et dont la tige émet de nombreux rameaux dressés, quadrangulaires et laineux présentant des nœuds saillants sur les quels sont insérées les feuilles ; celles-ci sont de couleur vert grisâtre opposées et pétiolées à la base. Les fleurs zygomorphe sont regroupées par 4 à 12 en une inflorescence situé à l'extrémité des rameaux et constituant une cyme unipare. Le fruit est un tétrakène, lisse, persistant longtemps au fond du calice de couleur brun foncé à noir (TEUSCHER, 2005 in TALEB-TOUDERT, 2015).

1.2.3.2. Position systématique

Selon CRONQUIST (1981), la Sauge officinale occupe la position systématique suivante :

- Règne.....Plante
- Sous-règne.....Tracheobionta
- Division.....Magnoliophyta
- Classe.....Magnoliopsida
- Sous-classe.....Asteridae
- Ordre.....Lamiaceae
- Genre.....*Salvia*
- Espèce.....*Salvia officinalis* L.

1.2.3.3. Caractéristiques et composition chimique de l'huile essentielle de la Sauge

L'huile essentielle de *Salvia officinalis* L. (Fig 9) provient du marché local (Tizi-Ouzou). C'est une huile liquide et limpide, de couleur jaune pâle à jaune ambré.



Figure 9. L'huile essentielle de la Sauge officinale (*Salvia officinalis* L.)

(ORIGINALE, 2018).

L'huile essentielle utilisée est obtenue par hydrodistillation des feuilles, conservée à 4°C dans un flacon à l'abri de la lumière. L'analyse chimique de cette huile n'a pas été

effectuée cependant, Les différents composés chimiques de l'huile essentielle de la sauge sont illustrés dans le tableau suivant :

Tableau 10 : Composition chimique de l'huile essentielle de la sauge *S.officinalis* (TALEB-TOUDERT, 2015).

Composés	Concentration (%)	Composés	Concentration (%)
1 Tricycline	0.18	21 Cis-p-menth-2-on- l-ol	3.71
2 α -pinene	0.08	22 Myrtenal	0.54
3 α -thujene	2.37	23 γ -muurolene	0.11
4 Camphene	4.58	24 α -terpineol	0.20
5 Sabinene	3.18	25 Carvone	1.88
6 α -phellandrene	2.51	26 α -muurolenne	0.10
7 α -terpinene	0.08	27 β -selinene	0.20
8 β -nonene	0.22	28 Verbenone	0.09
9 β -phellandrene	3.21	29 Borneol	0.35
10 E- β -ocimene	15.33	30 Piperitono	1.15
11 Tridecane	0.50	31 δ -cadinene	0.07
12 Terpinolene	1.20	32 α -cadinene	0.22
13 δ -elemene	28.95	33 Cuminaldehyde	0.09
14 Campholene	6.09	34 Geraniol	0.09
15 β -bourbonene	0.06	35 Cis-carveol	0.10
16 Linalool	18.56	36 Caryophylene	0.07
17 Longifolene	0.24	37 β -oplopenone	0.48
18 Bornylacetate	0.07	38 Globulol	0.31
19 α -fenchol	0.06	39 Spathulenol	2.12
20 Terpinene-4-ol	0.62	40 β -bisabolol	0.04

2. Méthodes

2.1. Elevage de masse

L'élevage de masse est une méthode qui consiste à mettre en contact les bruches mâles et femelles d'âges indéterminés avec des graines saines de haricot non traitées par les insecticides. Cet élevage est réalisé dans des bocaux en plastique de 12cm de hauteur et 11cm

de diamètre (Fig 10), ces derniers sont maintenus à l'obscurité dans une étuve réglée à une température de 28°C et humidité relative de 75%.

Le but de cet élevage est l'obtention des adultes d'*A. obtecus* en nombre suffisant pour les expériences réalisées.



Figure 10. Elevage de masse de la bruche du haricot dans des bocaux en plastique (ORIGINALE, 2018).

2.2. Effet biocide par contact

Les tests sont réalisés dans des boîtes de Pétri en verre où chaque boîte contient 25g de haricot pesé au laboratoire et 5 couples d'*A. obtecus* ne dépassant pas les 24h d'âge. Les graines sont traitées avec l'huile essentielle de la Sauge officinale aux doses : 1 μ l, 2 μ l, 3 μ l, 4 μ l, 5 μ l, 6 μ l et 8 μ l, 10 μ l prélevées à l'aide d'une micropipette. Ces doses sont dispersées délicatement dans les boîtes de Pétri, de sorte que les graines s'imprègnent de manière homogène de l'huile essentielle (Fig 11).

Des témoins n'ayant reçu aucun traitement sont effectuées. Quatre répétitions sont réalisées pour chaque dose et pour le lot du témoin. L'ensemble des boîtes de Pétri est placé dans une étuve réglée à une température de 27°C et une humidité relative de 75%.



Figure 11. Test par contact pour l'huile essentielle de la sauge officinale en fonction des doses (ORIGINALE, 2018).

2.2.1. Paramètres étudiés

2.2.1.1. Paramètres biologiques de la bruche

a) Mortalité des adultes

Après lancement des tests, un dénombrement quotidien des adultes d'*A. obtectus* morts est effectué pour tous les traitements jusqu'à la mort de la totalité des individus.

Le comptage des bruches morts est réalisé toute les 24 heures, pendant une période de 15 jours. La mortalité observée est exprimée après correction par la formule d'Abbott (ABBOTT, 1925) :

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

Avec Mc : mortalité corrigée en %.

Mt : mortalité observée dans le témoin.

Mo : mortalité observée dans l'essai.

b) Fécondité des femelles

Après 15 jours de traitement, des observations sous une loupe binoculaire sont réalisées pour dénombrer les œufs pondus sur les graines et sur les boîtes, et ainsi distinguer les œufs éclos de ceux non éclos.

c) Taux d'éclosion des œufs pondus

Le taux d'éclosion est la proportion exprimée en pourcentage entre le nombre d'œufs éclos, et le nombre total d'œufs pondus, elle est calculée après le comptage total des œufs par la formule suivante :

$$\text{Taux d'éclosion des œufs} = (\text{Nombre d'œufs éclos} / \text{Nombre d'œufs pondus}) \times 100$$

c) Taux d'Emergence des adultes

L'émergence des individus d'*A. obtectus* débute à partir des 30 jours jusqu'aux 40 jours après le traitement des graines du haricot; ces individus sont comptés et retirés quotidiennement des boîtes jusqu'à la fin de l'émergence des individus de la dernière ponte.

La viabilité des œufs est la proportion exprimée en pourcentage entre le nombre d'adultes émergés et le nombre d'œufs pondus, elle est calculée par la formule suivante :

$$\text{Taux de viabilité} = (\text{Nombre des adultes émergés} / \text{Nombre des œufs pondus}) \times 100$$

2.2.1.2. Paramètres agronomiques

L'effet des traitements avec l'huile essentielle de la Sauge officinale sur les graines de haricot a été évalué à travers les paramètres suivants :

a) Perte en poids

Les graines ayant subi les traitements et celles des lots témoins sont pesés à la fin de chaque test à l'aide d'une balance électronique, pour estimer leurs pertes en poids calculées par la formule suivante :

$$\text{Perte en poids (\%)} = [(\text{Poids initial} - \text{poids final}) / \text{poids initial}] \times 100$$

b) Faculté germinative

Une fois le test par contact terminé, les différents lots de graines sont soumis au test de germination, qui consiste à prendre les graines de chaque échantillon traité et les mettre à l'intérieur des boîtes de Pétri tapissées de coton imbibé d'eau (Fig12). Les boîtes sont

maintenues dans les conditions de laboratoire. Au bout de 4 à 5 jours, les graines germées sont dénombrées pour chaque échantillon. Le taux de germination est donné par la formule suivante :

$$\text{Taux de germination (\%)} = \frac{\text{Nombre de graines germées}}{\text{Nombre total de graines (25)}} \times 100$$



A. Gaines non traitées (témoins)

B. Germination des graines non traitées

C. Graines traitées par l'huile essentielle

D. Germination des graines traitées

Figure 12. Test de germination des graines de haricot traitées par contact à l'huile essentielle de la Sauge officinale contre *Acanthoscelides obtectus* (ORIGINALE, 2018).

2.3.Effet biocide par répulsion

L'effet répulsif de l'huile essentielle de *S. officinalis* à l'égard des adultes *A. obtectus* a été évalué en utilisant la méthode de la zone préférentielle sur les disques de papier filtre, ces disques sont divisées en deux parties égales et cinq doses d'huile essentielle : 2µl, 4µl, 6µl, 8µl et 10µl, sont testées.

Afin d'évaluer l'effet de l'utilisation de l'acétone comme solvant, nous avons conduit deux expérimentations. Dans la première, nous avons utilisé uniquement l'huile essentielle, dans laquelle une partie du disque est traitée avec l'huile, l'autre partie reste non traitée. Dans la seconde expérimentation, les doses sont préparées par dilution dans 0,1ml d'acétone. Une partie du papier est traitée avec l'huile additionnée d'acétone et l'autre partie est traitée uniquement avec l'acétone 0.1ml (témoin).

Après évaporation du solvant, les disques sont reconstitués à l'aide d'une bande adhésive puis placés dans les boîtes de Pétri au centre dans lesquelles cinq couples âgés de moins de 24h sont lâchés (Fig 13), quatre répétitions sont réalisées pour chaque doses d'huile essentielle.

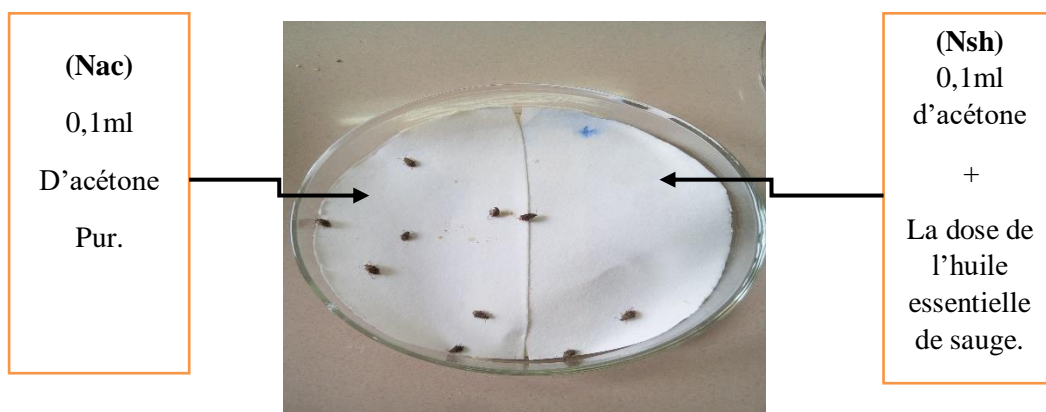


Figure 13 : Dispositif expérimental du test de répulsion de l'huile essentielle de la Sauge à l'égard des adultes d'*A. obtectus* (ORIGINALE, 2018)

Après une demi-heure de traitement on compte le nombre d'individus présents dans les parties traitées et non traitées.

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

$$PR (\%) = [(Nac - Nsh) / (Nac + Nsh)] \times 100$$

Nac : Nombre de bruches présents sur le demi-disque traité avec l'acétone (témoin).

Nsh : Nombre de bruches présents sur le demi-disque traité avec la solution huileuse.

Le pourcentage de répulsion moyen pour l'huile essentielle de la Sauge est calculé et attribué à l'une des différentes classes répulsives variant de 0 à V en adoptant la méthode de Mc DONALD et *al.* (1970). Ces classes sont présentées dans le tableau 11.

Tableau 11 : Pourcentage de répulsion selon le classement de Mc DONALD et *al.* (1970).

Classes	Intervalle de répulsion	Propriétés
Classe 0	$PR \leq 0,1 \%$	Très faiblement répulsif
Classe I	$0,1 \% < PR \leq 20\%$	Faiblement répulsif
Classes II	$20\% < PR \leq 40\%$	Modérément répulsif
Classes III	$40\% < PR \leq 60\%$	Moyennement répulsif
Classes IV	$60\% < PR \leq 80\%$	Répulsif
Classes V	$80\% < PR \leq 100\%$	Très répulsif

2.4. Effet biocide par inhalation

Ce test consiste à observer seulement la mortalité des adultes d'*A. obtectus*, il est réalisé dans des bocaux en verre de 125ml de volume. Des disques de papier filtre de 2cm de diamètre sont suspendu à l'aide d'un fil fixé à la face interne des couvercles (Fig 14).



Figure 14. Test d'inhalation effectué sur les adultes d'*A.obtectus* avec différents doses de huile essentielle de la Sauge officinale (ORIGINALE, 2018).

Différentes doses d'huile essentielle de la Sauge : 1 μ l, 2 μ l, 3 μ l, 4 μ l, 5 μ l, sont dilué dans 0,1ml d'acétone et utilisées pour imprégner le disque de papier filtre au moyen d'une micropipette. La même expérimentation est conduite en imprégnant les disques de papiers filtres avec l'huile essentielle uniquement sans ajouter d'acétone.

Cinq couples de bruches adultes âgées de moins de 24 heures sont déposés dans les bocaux dont la fermeture est parfaitement étanche. Quatre répétitions sont effectuées pour chaque traitement et un lot témoin n'ayant reçu aucun traitement à l'huile essentielle est réalisé.

Le dénombrement des individus morts est effectué pour chaque dose après 1 heure, 2 heures, 4 heures, 6 heures et après chaque 24 heures jusqu'à la mort de tous les individus soumis à l'expérience.

2.5. L'analyse statistique

Les résultats obtenus pour les différents paramètres étudiés pour l'activité insecticide de l'huile essentielle *S. officinalis* sont soumis à une analyse de la variance ANOVA à un ou de critères de classification en utilisant le logiciel STAT BOX, version 6.3 pour déterminer l'action de l'huile essentielle vis-à-vis de la bruche du haricot.

Les variables dont les analyses statistiques montrent une différence significative ont subi le test de NEWMAN et KEULS au seuil $P= 5\%$.

Si la probabilité (P) est :

$P > 0,05$ il n'y a pas de différence significative.

$0,01 < P \leq 0,05$ il y a une différence significative.

$0,001 \leq P \leq 0,01$ il y a une différence hautement significative.

$P \leq 0,001$ il y a une différence très hautement significative.

Résultats et discussion

1. Evaluation de l'effet biocide par contact sur *A. obtectus*

1.1 Action sur la mortalité des adultes

Les résultats obtenus pour l'action de l'huile essentielle de la Sauge sur la mortalité des adultes d'*A. obtectus*, sont représentés dans la figure 15. Ces résultats montrent que la mortalité des adultes d'*A. obtectus* augmente avec l'augmentation de la durée d'exposition et des doses de l'huile essentielle appliquées par contact soit 0,1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10 μ l. Le taux de mortalité des insectes dans les lots témoins est nul après 6 jours d'exposition. Dès la plus faible dose (1 μ l), l'huile essentielle montre un effet toxique qui s'exprime avec un taux de mortalité de 15%, après une durée d'exposition de 6 jours uniquement. Le taux de mortalité subit une légère augmentation à la dose 2 μ l (18%) et de 3 μ l (22,15%) et cela au bout du même temps d'exposition (6 jours). A la plus forte dose utilisée qui est de 10 μ l un taux de mortalité de 100% est enregistré au bout de 3 jours d'exposition.

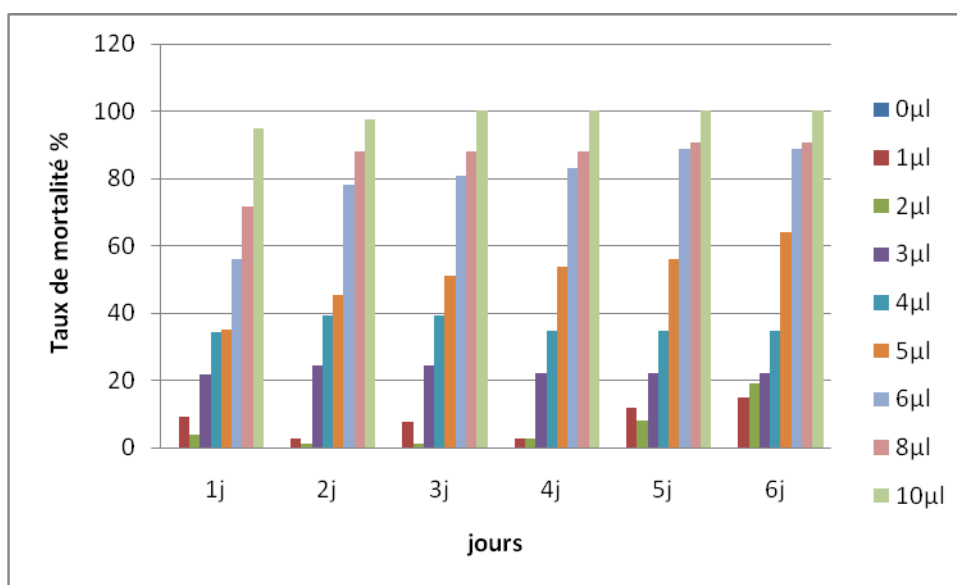


Figure 15. Taux de mortalité des adultes d'*A. obtectus* après traitement à l'huile essentielle de la Sauge officinale en fonction de la dose et du temps d'exposition.

L'analyse de la variance à deux critères de classification révèle une différence très hautement significative pour le facteur dose ($P = 0$) et durée d'exposition (ou jours) ($P = 0,00121$) de l'huile testée pour le paramètre mortalité (Tab 1, Annexe I).

Le test de NEWMAN et KEULS, au seuil de signification de 5%, classe les doses d'huile essentielle de la Sauge officinale dans 5 groupes homogènes où les doses 1 μ l et 2 μ l sont placées dans le groupe H et la dose 10 μ l dans le groupe A (Tab1, Annexe II), pour le

facteur durée de traitement le test les classe en deux groupes homogènes avec la durée 1j dans le groupe B et de 2 à 6j dans le même groupe homogène A (Tab 2, Annexe II).

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

Sur la bruche polyvoltine TALEB-TOUDERT (2015) a montré que l'effet biocide de l'huile essentielle de *Salvia officinalis* réduit la durée de vie des adultes de la bruche du niébé *Callosobruchus maculatus*. Elle est comprise entre 1 heure et 2 heures à la dose de 16µl.

BOUZIANE (2015) note que la longévité des mâles et des femelles reproducteurs de *Bruchus rufimanus* (bruche univoltine) varie avec les doses d'huile essentielle de la Sauge officinale. Il observe une diminution de la longévité moyenne des adultes reproducteurs à la plus faible dose 1µl, qui est en moyenne de 9,25 et 9,75 jours après 1 heure pour les mâles et les femelles respectivement. La plus forte dose qui est de 4µl réduit la longévité moyenne à 0 jours après 24 heures d'exposition pour les deux sexes.

Le même auteur montre qu'à la plus forte dose de 5 g, la poudre de la Sauge officinale enregistre une mortalité totale des mâles et des femelles de *B. rufimanus* après 96 heures de traitement.

Les résultats obtenus par SADLI (2017) montrent que la longévité des adultes d'*A. obtectus* diminue avec l'augmentation des doses de l'huile essentielle du Pin maritime et de la durée d'exposition. La longévité moyenne des insectes dans les lots témoins est de 7,25 jours après 7 jours d'exposition. Dès la plus faible dose 1µl, l'huile essentielle montre un effet toxique qui s'exprime avec une longévité moyenne de 8,25 jours après 7 jours d'exposition.

GOUCEM-KHELFANE (2014) montre que la longévité des adultes de la bruche du haricot varie en fonction de l'huile essentielle appliquée par contact. Parmi les huiles essentielles utilisées aux doses de 0, 2, 4, 6 et 8µl, le Laurier noble, le Mandarinier et la Lavande ont montré les valeurs de la longévité les plus faible qui sont respectivement de $0,19 \pm 0,011$; 1 ± 0 et $1,75 \pm 0,95$ jours à la plus forte dose utilisée (8µl). A la même dose, les huiles d'Eucalyptus, Cèdre et Citronnier réduisent aussi la longévité des adultes, mais avec un effet moindre ; elle est respectivement de $2 \pm 0,18$; $5,75 \pm 0,5$ et $2,07 \pm 0,35$ jours. La même étude a montré l'effet des huiles essentielles d'Agurmes dont celle du Bergamotier ; cette

dernière semble plus efficace comparée au Citronnier ; à la dose 6 μ l d'huile essentielle du Bergamotier réduit déjà la longévité au bout de 24 heures.

ROUDANE (2018) montre que dès la plus faible dose 1 μ l, l'huile essentielle d'Orange amère montre un effet toxique sur les adultes d'*A. obtectus*, qui s'exprime avec une mortalité moyenne de 1,25 morts après 6 jours d'exposition uniquement. La mortalité des adultes augmente ensuite au fur et à mesure que la dose augmente pour atteindre une mortalité totale de 10 individus au bout de 12 jours d'exposition à la dose 5 μ l. A la plus forte dose de 6 μ l, la mortalité totale est enregistrée au bout de 10 jours d'exposition uniquement.

Les travaux de BACHI et MAHMOUDI (2017) sur le bruche monovoltine *B. rufimanus* montre que la longévité des mâles diapausants diminue proportionnellement avec la dose d'huile essentielle de Pin maritime et la durée d'exposition. Dès la plus faible dose 1 μ l, l'huile essentielle montre un effet toxique qui s'exprime avec une longévité de 0,5 jours après 48 heures d'exposition. A la plus forte dose, l'huile induit une mortalité totale des individus après 24 heures d'exposition.

HAMDANI (2012) a montré que l'huile extraite du Bigaradier est la plus toxique que l'huile du Citronnier, Orange, Pamplemoussier à l'égard des adultes d'*A. obtectus*, car la longévité subit une diminution importante après 3 à jours d'exposition dès la plus faible dose et s'annule à la dose 6 μ l.

Les travaux de KELLOUCHE (2005) ont rapporté que les poudres végétales de Figuier, d'eucalyptus, d'Olivier et de Citronnier réduisent significativement la longévité des adultes de *Callsobruchus maculatus* à des fortes doses.

1.2. Action sur la fécondité des femelles

Les résultats de l'effet de l'huile essentielle de la Sauge officinale sur la fécondité des femelles d'*A. obtectus* sont illustrés dans la figure 16. Le nombre d'œufs pondus varie en fonction des doses de l'huile utilisée. On enregistre une diminution du nombre d'œufs pondus avec l'augmentation des doses de l'huile testée.

La fécondité dans les lots témoins est de 94 œufs / 5femelles. Elle diminue ensuite au fur et à mesure que les doses de l'huile essentielle utilisée augmentent. La diminution débute dès les plus faibles doses 1 μ l et 2 μ l, où elle enregistre respectivement un taux de 85,25 et 70,75 œufs / 5femelles.

A la dose 8 μ l, une diminution remarquable du nombre d'œufs pondus par les 5 femelles est enregistrée 2,75%. La ponte des œufs est complètement inhibée à la dose 10 μ l.

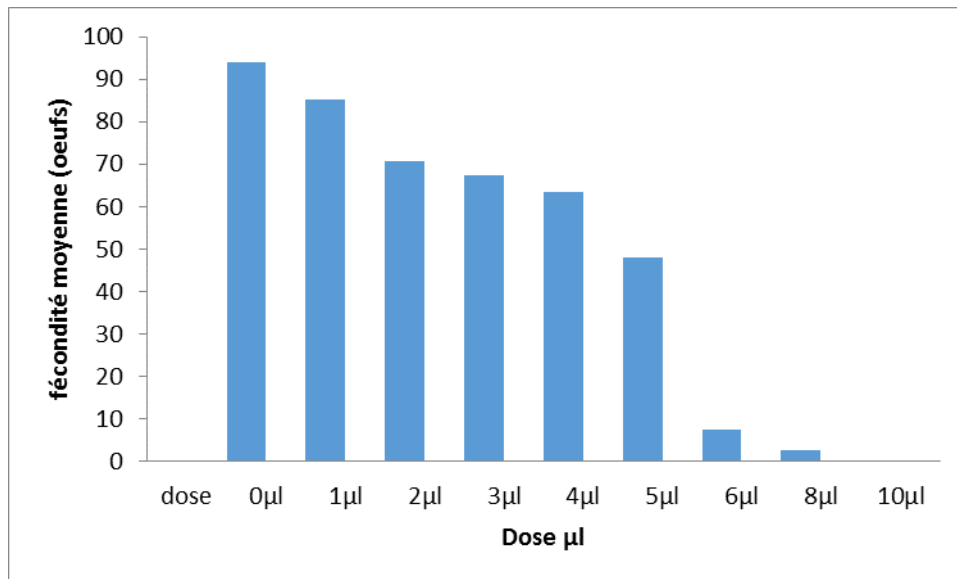


Figure.16. Fécondité moyenne des femelles d'*A. obtectus* selon les différentes doses de l'huile essentielle de la Sauge utilisée par contact.

L'analyse de la variance à un critère de classification révèle une différence très hautement significative pour le facteur dose ($P = 0$) concernant le paramètre fécondité des femelles, après traitement à l'huile essentielle de la Sauge officinale (Tab 3, Annexe I). Le test de NEWMAN et KEULS au seuil de signification 5% classe les doses 0 μ l, 1 μ l, 2 μ l, 3 μ l, 4 μ l et 5 μ l dans le groupe homogène A, et les dose 6 μ l, 8 μ l et 10 μ l dans le groupe B.

De nombreux auteurs ont étudié l'effet bioinsecticide des huiles essentielles sur la fécondité des femelles de la bruche du haricot ou des espèces voisines.

SADLI (2017) a noté qu'une diminution de la fécondité moyenne d'*A. obtectus* débute à la plus faible dose 1 μ l de l'huile essentielle du Pin maritime, enregistrant une valeur moyenne de $87,5 \pm 20,20$ œufs/ 5femelles. La ponte des œufs est complètement inhibée aux fortes doses 12 μ l et 18 μ l.

ROUDANE (2018) a montré que la fécondité moyenne des femelles d'*A. obtectus* diminue nettement en présence de l'huile essentielle d'Orange amère testée et de façon progressive avec l'augmentation des doses. Aux doses les plus élevées de l'huile essentielle utilisée (4 μ l, 5 μ l et 6 μ l), la fécondité baisse fortement ; elle est respectivement de 99,56 et 43 œufs/5 femelles.

GOUCEM-KHELFANE (2014) a montré qu'à la plus forte dose (8 μ l), les huiles essentielles d'Eucalyptus et de Mandarinier annulent complètement la ponte des femelles (0 \pm 0) œufs /5femelles) et celle de Citronnier et de Laurier noble affectent notablement la fécondité qui est réduite à 1,25 \pm 2,5 et 1,6 \pm 1,91 œufs /5femelles respectivement.

SELLAH et ZEMOUCHE (2013) ont noté que la fécondité des femelles d'*A. obtectus* diminue fortement en augmentant les doses de l'huile essentielle de Cèdre. La fécondité à la plus forte dose n'est que 28,25 œufs pondus par 5 femelles.

KELOUCHE et SOLTANI (2004) ont montré que l'eugénol (6 μ l) inhibe complètement la ponte, ainsi l'huile essentielle de Clou de girofle affecte de façon très hautement significative la fécondité des femelles de *C. maculatus*.

De même qu'AIBOUD (2012) a enregistré que l'huile essentielle d'Eucalyptus inhibe complètement la ponte des œufs des femelles de *C. maculatus* à partir de la dose 10 μ l, elle se révèle ainsi comme plus efficace que l'huile du Myrte, Eucalyptus, Clous de girofle et Bois d'inde efficace pour le paramètre fécondité.

MAHMOUDI et DAHMANE (2017) ont constaté une diminution importante de la fécondité d'*A. obtectus* dans les boîtes traitées avec l'huile essentielle de Lentisque, dès la plus faible dose de 0,2 μ l ou est enregistrée une moyenne de la fécondité de 57,7% œufs, et nous avons enregistrés une forte diminution (25,5%) à la dose 0,5 μ l.

HAMDANI (2012) signale que la ponte d'*A. obtectus* s'annule déjà à la dose 1 μ l pour l'huile essentielle de Bergamote, il constate qu'elle est plus efficace que celle de Citronnier, de Mandarinier et de Bigaradier pour ce paramètre.

1.3. Action sur l'éclosion des œufs

Les résultats présentés dans la figure 17 montrent que l'augmentation des doses de l'huile essentielle utilisée provoque une diminution de taux d'œufs éclos.

Le taux d'éclosion d'*A. obtectus* dans les lots témoins est estimé à 86%, on constate qu'il est supérieur à celui enregistré dans les lots traités avec l'huile. Une faible diminution est enregistrées aux doses 1 μ l, 2 μ l, 3 μ l, 4 μ l et 5 μ l qui sont respectivement de l'ordre de 77.77% ; 76.69% ; 72.72% ; 60.44% et 59.58%. Par contre les doses 6 μ l et 8 μ l engendrent une diminution remarquable des taux d'éclosion qui sont de l'ordre de 24.52% et 9.09% et s'annule à la dose 10 μ l.

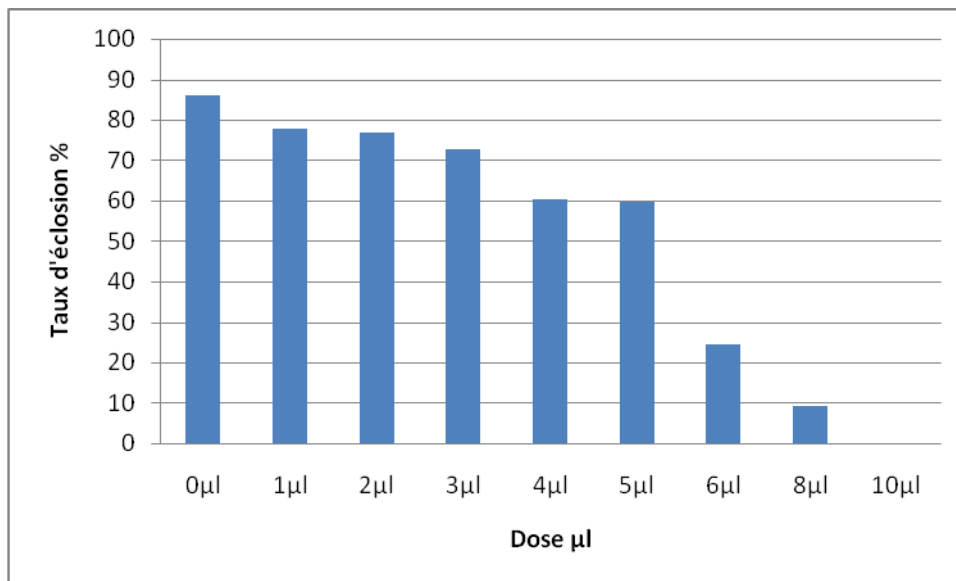


Figure 15. Le taux d'éclosion des œufs d'*A. obtectus* selon les différentes doses de l'huile essentielle de la sauge officinale utilisées par contact.

L'analyse de la variance à un seul critère de classification marque une différence très hautement significative pour le facteur dose ($P=0$) concernant le paramètre taux d'éclosion des œufs (Tab 3, Annexe I). Le test de NEWMAN et KEULS au seuil de 5%, fait ressortir deux groupes homogènes (A et B) plaçant les dose 0µl, 1µl ; 2µl ; 3µl ; 4µl et 5µl dans le groupe A et les doses 6µl ; 8µl et 10µl dans le groupe B (Tab 4, Annexe II).

HAMADI et OURAMDANE (2007) (*in* SADLI, 2017) rapportent que l'huile de la Saugue, appliquée à la dose (16µl/50g) inhibe complètement l'éclosion des œufs de *C. maculatus*.

SADLI (2017) a montré que les lots témoin ont un taux d'éclosion de $78.9 \pm 9.99\%$, qui est supérieure à celui enregistré dans les lots traités avec l'huile essentielle de Pin maritime. Une diminution remarquable enregistrée pour les doses 1µl et 6µl qui sont respectivement de l'ordre de $52.86 \pm 12.28\%$ et $50.99 \pm 6.18\%$ puis s'annule aux doses 12µl et 18µl.

SELLAH et ZEMOUCHE (2013) signalent que le taux d'éclosion d'*A. obtectus* dans les lots témoin est estimé à 81.47%, et diminue ensuite dans les lots traités avec l'huile essentielle de Cèdre pour les doses 2µl, 4 µl, 6 µl et 8µl, qui sont respectivement de l'ordre de 72.79%, 71.44%, 67.61% et 61.17%.

SEDDI et SELLAH (2015) (*in* AZIRI, 2015) constatent que le taux d'éclosion pour les lots témoin est de $77.73 \pm 1.57\%$, qui est supérieure à celui enregistré dans les lots traités avec les huiles d'Eucalyptus et de Pin sylvestre. Pour l'huile d'eucalyptus le taux d'éclosion subit une réduction au plus faible dose de $0.2\mu\text{l}$, il est de l'ordre $50 \pm 2.94\%$ puis s'annule à la dose $0.8\mu\text{l}$.

HAMOUDI et TEMMAR (2009) (*in* AZIRI, 2015) montrent que l'huile de l'Orange douce et de la Carotte agissent d'une façon très hautement significative sur le taux d'éclosion des œufs, il est de 76.78% pour l'Orange douce et de 62.5% pour la Carotte à la plus faible dose de $5\mu\text{l}$, alors qu'elle s'annule respectivement aux doses $20\mu\text{l}$ et $25\mu\text{l}$.

1.4. Action sur l'émergence des adultes

Les résultats présentés dans la figure 18 montrent que le traitement effectués avec l'huile essentielle de la Sauge réduit nettement le nombre de descendants avec l'augmentation de la dose comparativement à la série témoin, où le taux moyen est de $79,15\%$, aux doses de $1\mu\text{l}$ et $2\mu\text{l}$, une diminution légère est enregistrée elle est de l'ordre de $63,87$ et $54,96\%$ d'individus émergés respectivement. A la dose $10\mu\text{l}$ le taux d'émergence des adultes s'annule.

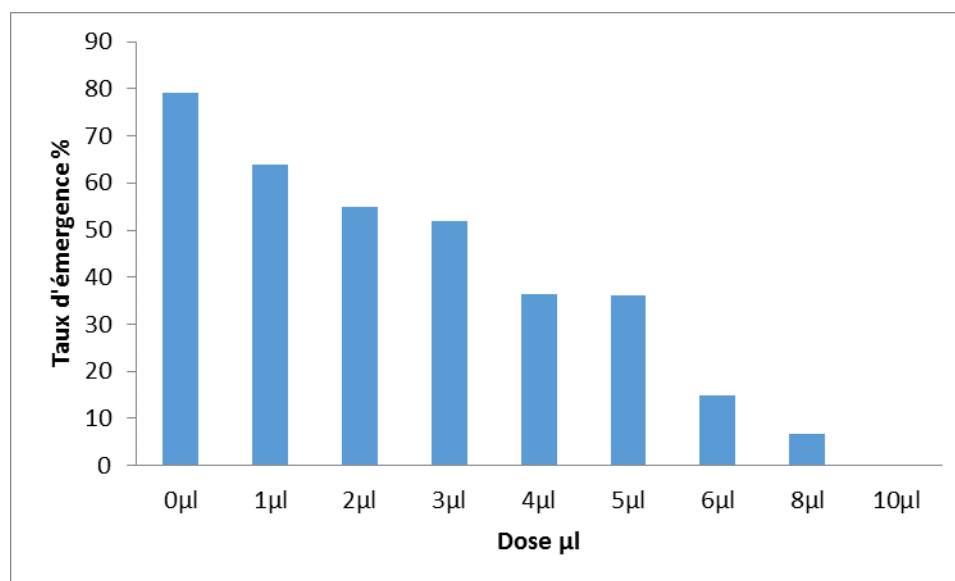


Figure 18. Taux moyen d'émergence des adultes d'*A. obtectus* selon les différentes doses de l'huile essentielle de la Sauge officinale par contact.

L'analyse de la variance montre que l'huile essentielle testée affecte d'une façon très hautement significative ($P = 0$) l'émergence des adultes d'*A. obtectus* (Tab 4, Annexe I). Le test de NEWMAN et KEULS, au seuil de signification 5% classe les 9 doses utilisées pour le paramètre émergence des adultes d'*A. obtectus* dans 4 groupes homogènes; les doses $0\mu\text{l}$, $1\mu\text{l}$

et 3 μ l sont classées dans le groupe A, et les doses 4 μ l et 5 μ l dans le groupe B, et la dose 10 μ l dans le groupe C (Tab 5, Annexe II).

HEDJEL-CHEBHEB (2014) montre que le taux de viabilité des œufs de *C. maculatus* diminue à la dose de 6,5 μ l /50g, puis s'annule à la dose 12,5 μ l/ 50g pour *E. lehmanii*, *E. astringens* et *E. maidennii*.

SADLI (2017) a montré que le traitement par l'huile essentielle de Pin maritime présente un effet sur le taux de viabilité des adultes d'*A. obtectus* et qu'il diminue proportionnellement avec l'augmentation de la dose de l'huile utilisée. Une légère diminution est enregistrée aux doses 1 μ l et 6 μ l elle est de 29,40 \pm 4,892% et 28,79 \pm 6,023% d'individus émergés respectivement. A partir de la dose 12 μ l, le taux d'émergence des adultes s'annule.

SELLAH et ZEMOUCHE (2013) montrent que les traitements effectués avec l'huile essentielle du Cèdre réduit nettement le taux moyen d'émergence d'*A. obtectus* comparativement à la série témoin qui est en moyenne de 30,56% et s'annule complètement à partir de la dose 6 μ l.

SEDDI et SELLAH (2015) constatent que le taux d'émergence d'*A. obtectus* sont nul dans les graines traitées par les deux huiles essentielles d'Eucalyptus et de Pin maritime respectivement aux doses 0,6 μ l et 8 μ l.

1.5. Action sur la perte en poids des graines

Les Résultats obtenus pour l'action d'huile essentielle sur la perte en poids d'*A. obtectus* présente dans la figure 19. Les lots traités avec l'huile essentielles aux doses 1 μ l, 2 μ l, 3 μ l, 4 μ l, et 5 μ l, montrent une perte importante de poids des graines de *P. vulgaris* qui est respectivement de l'ordre de 9.8%, 8.8%, 8.6%, 8.4%, 7.3%, et 7.1%. Par contre, les doses 6 μ l et 8 μ l subissent une diminution légère de perte en poids, puis s'annule dans la plus forte dose de 10 μ l. Les lots témoins n'ayant pas subi de traitement à l'huile essentielle ont enregistrés le taux de perte en poids des graines le plus élevé de l'ordre de 9,77%.

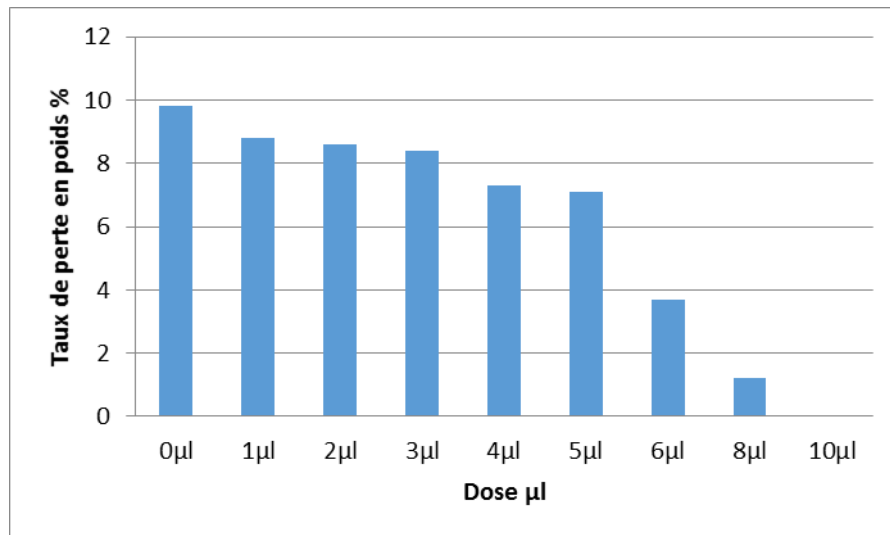


Figure 19. Perte en poids des graines de l'haricot en fonction des doses de l'huile essentielle de la Sauge officinale par contact.

Concernant le paramètre perte en poids, l'analyse de la variance au seuil de 5% à un seul critère de classification révèle que les doses de l'huile essentielle de la Sauge officinale influencent d'une façon hautement significative le poids des graines de *P. vulgaris* ($P=0.00006$) (Tab 5 Annexe I).

Différents travaux ayant utilisé les huiles pour lutter contre les bruches ont montré leur effet positif, en réduisant les pertes en poids des graines.

Le test de NEWMAN et KEULS, au seuil de classification 5%, classe l'effet de facteur dose dans deux groupes homogènes, plaçant le témoin dans le groupe A et les doses 8 μl et 10 μl dans le groupe B (Tab 6 Annexe II).

GOUCEM-KHELFANE (2014) montre que le poids des graines de *P. vulgaris* est protégé dans les lots traités avec l'huile essentielle d'Eucalyptus à la dose 8 μl .

IHIDOUSSEN et OUENDI (2009) trouvent que l'huile essentielle de Citronnier et de Mandarinier jouent un rôle protecteur envers les graines de haricot, car la perte en poids devient nulle à la dose 8 $\mu\text{l}/25\text{g}$ de graines pour les deux huiles.

MAHMOUDI et DAHMANE (2017) signalent que le pourcentage de la perte en poids des graines dans les lots témoins est de 9.24%, pour chaque boîte. A la dose 0.2 μl de l'huile essentielle de *Pistacia lentiscus* la perte en poids diminue jusqu'à atteindre un taux de 0.93%, par contre la valeur la plus faible de 0.34% est enregistrée à la dose 0.5 μl .

SELAH et ZEMOUCHE (2013) constatent une importante perte de poids dans les lots témoins des graines de *P. vulgaris* de 32,28%, par contre elle est négligeable à la dose 8 μ l avec un taux de 1.4%.

SEDDI et SELLAH (2015) notent que la perte en pois des graines de *P. vulgaris* est proportionnelle au nombre d'individu émergés.

1.6. Action sur la faculté germinative des graines

Les résultats obtenus pour l'action d'huile essentielle sur la germination des graines de *P. vulgaris* sont présentés dans la figure 20. La figure montre, que le pouvoir germinatif des graines saines est estimé à une valeur de 80%. Par contre, les lots témoins où elles enregistrent un taux de germination faible de 20% ; celui-ci augmente en suit au fur et à mesure après traitement par contact avec l'huile essentielle de la Sauge officinale, jusqu'à atteindre un taux maximal de 72% obtenus à la dose la plus forte de 10 μ l.

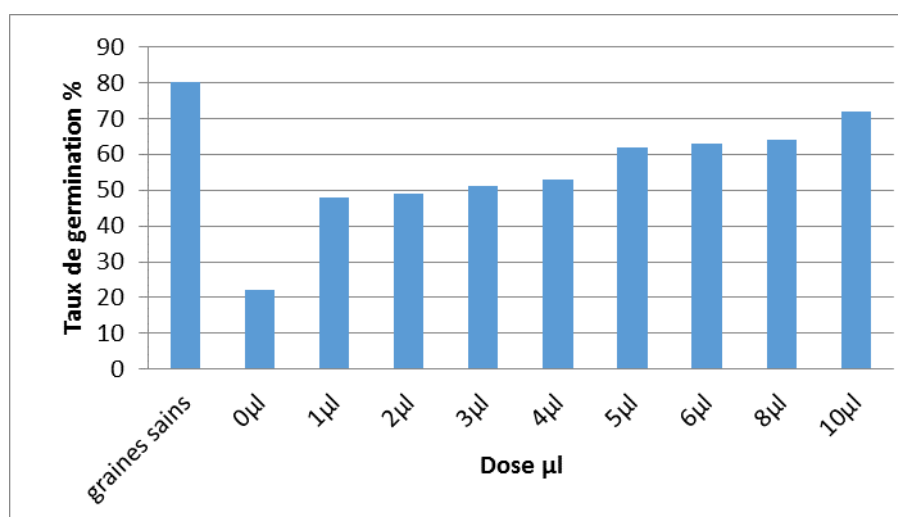


Figure 20. Taux de germination des graines *P. vulgaris* en fonction des doses de l'huile essentielle de la sauge officinale utilisées par contact.

L'analyse de la variance au seuil de 5%, montre une différence très hautement significative ($P=0$) pour le facteur dose sur la germination (Tab 6 Annexe I). Le test de NEWMAN et KEULS classe les doses d'huile de la Sauge officinale pour le paramètre germination des graines dans 4 groupes homogènes, plaçant les graines saines dans le groupe A, le témoin dans le groupe D et la plus forte dose de 10 μ l dans le groupe B (Tab 7 Annexe II).

Nos résultats relatifs au taux de germination le plus élevé qui est de 72% à la dose de 10 µl concordent avec ceux de HAMADI et OUREMDANE (2007) (*in* SADLI, 2017) sur *C. maculatus* avec la même huile essentielle et la même dose avec un taux de germination relativement élevé (93.3%).

MAHMOUDI et DAHMANE (2017) montrent qu'à la plus faible dose 0.2µl de l'huile essentielle de Lentisque, le taux de germination des graines est de 38%, puis il augmente proportionnellement avec l'augmentation de la dose pour atteindre un taux de 92% à la plus forte dose (0.5µl).

TALEB-TOUDERT (2015) trouve que dans les lots traités avec les huiles essentielles d'*E. radiata* et *E. globulus*, la faculté germinative des graines de *V. unguiculata* est de 100% dès la dose de 8µl.

TOUAMI et ZEHAR (2006) observent une légère réduction du taux de germination (81.5% à la dose 0.1ml) dans les lots traités avec l'huile essentielle de Bois de cèdre contre *C. maculatus*.

ROUDANE (2018) rapporte que les graines de *P. vulgaris* traitées à l'huile essentielles d'Orange amère aux doses 1µl, 2µl et 6µl ont un pouvoir germinatif estimé à 37%, 38% et 75% respectivement. Les résultats montrent que plus les doses augmentent, plus la faculté germinative des graines du haricot est préservée.

SADLI (2017) a noté que dans les lots traités à l'huile essentielle de Pin maritime, les graines de *P. vulgaris* ont marqué un taux de germination important dès les plus faibles doses ce qui suggère qu'elles permettent une protection des graines et de leur pouvoir germinatif.

2. Effet par répulsion

Nous avons constaté que les taux de répulsion de l'huile essentielle de la Sauge officinale aux doses 2µl, 4µl, 6µl, 8µl et 10µl sont respectivement de l'ordre 5%, 25%, 20%, 30%, et 15%, pour le test avec acétone et de 60%, 70%, 40%, 60% et 20% pour le test sans acétone.

La figure 21 montre que le taux de répulsion le plus faible pour le test avec acétone et l'huile essentielle de la Sauge est enregistré à la dose 2µl avec une moyenne de 5% et pour le test sans acétone elle est enregistrée à la dose 10µl avec une moyenne de 15%, alors que le taux moyen de répulsion le plus élevé pour le premier test est enregistré à la dose de 8µl avec

une moyenne de 30% et pour le seconds tests il est enregistré à la dose de 4 μ l avec une moyenne de 70%.

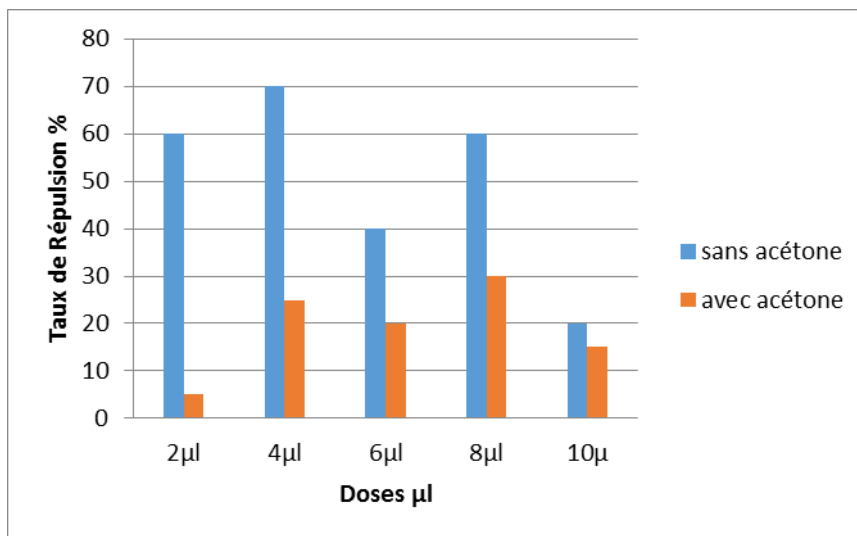


Figure.21. Taux de répulsion (%) des adultes d'*A. obtectus* après traitement à l'huile de la Sauge officinale en fonction de la dose.

En s'appuyant sur la méthode de Mc DONALD et *al.* (1970), le taux moyen de répulsion de l'huile essentielle de la Sauge officinale pour le test avec acétone est de 19% ce qui ne permet de noter qu'elle appartient à la classe I, par conséquent son effet est faiblement répulsif; alors que dans le second test (sans acétone) elle appartient à la classe III avec un taux moyen de répulsion de 50% et avec un effet moyennement répulsif (Tab 12).

L'analyse de la variance au seuil de 5% pour l'effet répulsif de l'huile de la Sauge montre qu'il n'y a pas de différence significative pour le facteur dose ($P=0.3177$), et pour le facteur temps ($P=0.08993$) et pour la différence entre les deux tests présence et absence d'acétone ($P= 0,3177$) (Tab 7 Annexe I).

Tableau 12 : Nombre d'individus d'*A. obtectus* présent dans la partie non traité et partie traité avec l'huile de la sauge officinale.

Huile		Sauge officinale					
Test		Sans acétone			Avec acétone		
Moyenne d'individus présent dans		Partie traitée	Partie non traitée	Pourcentage de répulsion	Partie traitée	Partie non traitée	Pourcentage de répulsion
Dose	2µl	2	8	60%	4.75	5.25	5%
	4µl	1.5	8.5	70%	3.75	6.25	25%
	6µl	3	7	40%	4	6	20%
	8µl	2	8	60%	3.5	6.5	30%
	10µl	4	6	20%	4.25	5.75	15%
Taux moyen de répulsion		50%			19%		
Classe		III			I		
Effet		Moyennement répulsif			Faiblement répulsif		

De nombreuses études en démontré l'effet répulsif de quelque huiles essentielles sur la bruche de l'haricot et d'autres bruches des stocks.

TALEB-TOUDERT (2015) a montré que les huiles essentielles de *Salvia officinalis*, *E. globulus*, *E. radiata* se sont révélées comme les plus répulsif sur les adultes de *C. maculatus* avec un taux de 100% à la dose de 12µl.

GOUCEM-KHELFAINE (2014) a conclu que l'huile essentielle de *T. saturioides* a un effet moyennement répulsif sur les adultes avec un taux moyen de répulsion de (53.75%).

HAMDANI (2012) montre que le taux de répulsion le plus faible est enregistrée avec l'huile de l'Orange douce avec une moyenne de 17.5%, alors que le taux le plus élevé est

enregistré avec l'huile de Bigaradier avec une moyenne de 70%. Pour les deux autres huiles ; l'auteur a noté des taux de répulsion avec des moyennes de 50% et 42.5% respectivement pour l'huile Citronnier et de Pamplemoussier.

SADLI a montré que le taux moyenne de répulsion de l'huile essentielle du Pin maritime (*Pinus pinaster* L.) est de 94%, ce qui permet de noter qu'il appartient à la classe V par conséquent son effet est très répulsif.

SEDDI et SELLAH (2015) ont mis en évidence que l'huile d'*Eucalyptus radiata* a un effet répulsif (65.5%) envers des adultes d'*A. obtectus* contrairement à l'huile de Pin sylvestre qui a un effet moyennement répulsif (47%).

3. Effet par inhalation

D'après les résultats obtenus, qui sont représentés dans la figure 22, nous remarquons que le taux de mortalité des adultes d'*A. obtectus* sont proportionnels aux trois facteurs dose et temps pour l'huile utilisée et dont le facteur avec ou sans acétone.

Dans les lots témoins, le pourcentage de mortalité pour les deux tests (avec acétone et sans acétone) est nul même après 96 heures d'exposition ; par contre après 24 heures de traitement le taux de mortalité des adultes d'*A. obtectus* au doses 1 μ l et 2 μ l pour les deux expérimentation sont respectivement de l'ordre de 0% et 35% ; 2.5% et 70%.

Après 48 heures d'exposition, nous avons enregistré une mortalité de 100% pour l'huile essentielle de la Sauge dans les deux expérimentations aux doses 4 μ l et 5 μ l, par conséquent celle-ci a un effet par inhalation important sur la bruche du haricot.

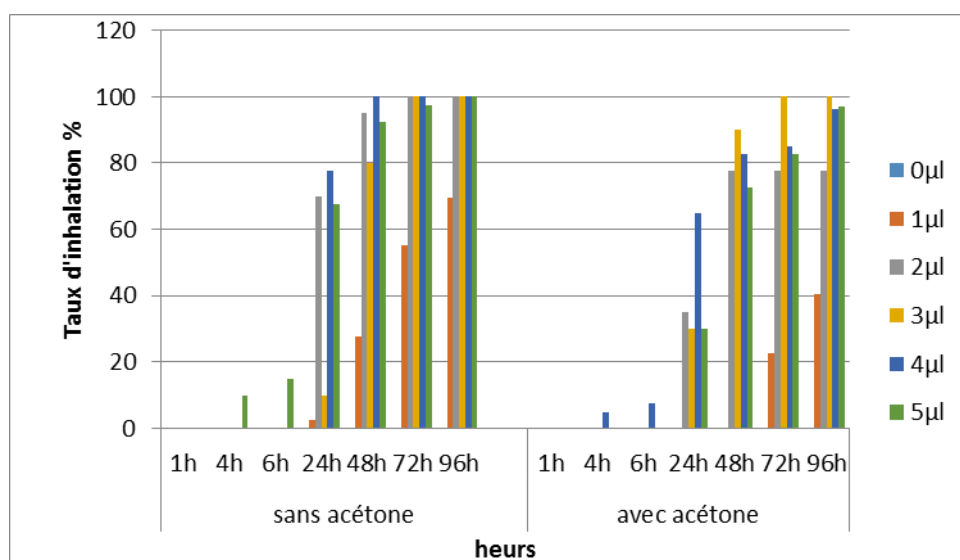


Figure 22. Mortalité moyenne (%) des adultes d'*A. obtectus* après traitement à l'huile de la Sauge officinale en fonction de la dose et du temps d'exposition.

Pour l'huile essentielle testée, l'analyse de la variance à trois critères de classification révèle qu'il y a une différence très hautement significative pour les trois facteurs, dose ($P=0$) ; durée d'exposition ($P=0$) et pour le dernier facteur présence ou absence acétone ($P=0.00015$).

Le test de NEWMAN et KEULS au seuil de signification 5% classe les 6 doses d'huiles essentielles pour l'effet par inhalation dans quatre groupes homogènes, plaçant le témoin dans le groupe D et les doses 1µl et 5µl respectivement dans les groupes C et A (Tab 7, Annexe II), et le facteur durée de traitement en 4 groupes homogènes on plaçant les durées de 1h,4h et 6h dans le groupe D et la durée de 96h dans le groupe A (Tab 8, Annexe II). Et pour le troisième facteur présence et absence d'acétone sont placés respectivement dans le groupe A et B (Tab 9, Annexe II).

L'huile essentielle de la Sauge officinale exprime une importance toxicité par inhalation, en effet, elle réduit la durée de vie des adultes d'*A. obtectus* d'une manière très hautement significative au fur et à mesure que la dose et la durée d'exposition augmentent.

AIBOUD (2012) montre une mortalité totale des adultes de *C. maculatus* après 96 heures d'exposition dans les lots traités avec l'huile essentielle de *thym* à la dose 20µl.

GOUCEM-KHELFANE (2014) a noté que les huiles essentielles utilisées aux doses de 0, 10, 30, 60 et 80µl /1 litre de volume d'aire ont montré des taux de mortalité les plus élevés pour la Menthe poivrée et la Lavande (Lamiacées) ainsi que pour l'Eucalyptus (Myrtacées),

une mortalité moyenne de 100% est enregistrée dès la plus faible dose (10 μ l) après une durée d'exposition de 72 heures.

Le même auteur a constaté que pour l'huile essentielle de Citronnier, Mandarinier et Cèdre, le taux de mortalité maximal enregistré est environ 80% obtenu après 96 heures d'exposition à la dose 80 μ l d'huile essentielle.

SADLI (2017) a enregistré une mortalité de 100% après 24 et 48 heures d'exposition à partir de la dose de 12 μ l et 16 μ l respectivement pour l'huile essentielle de Pin maritime.

ROUDANE (2018) a noté une mortalité de 100% pour l'huile essentielles d'Orange amère aux dose 5 μ l et 6 μ l après une durée d'exposition de 72 heures.

SEDDI et SELLAH (2015) ont montré une mortalité des adultes d'*A. obtectus* après une durée de 24 heures d'exposition à la dose 1,5 μ l pour l'huile essentielle d'Eucalyptus.

Conclusion

A la lumière des résultats obtenus nous pouvons conclure que l'huile essentielle de la Saugue officinale à un effet toxique sur *A. obtectus* pour les différentes doses évaluées. L'activité de cette huile est évaluée par 3 tests différents : contact, répulsion et inhalation.

Il ressort de notre étude qu'au fur et à mesure que les doses de l'huile essentielle testée par contact et inhalation augmentent, la mortalité des adultes augmente aussi. Dans les essais par contact, la fécondité des femelles diminue avec la dose sans révéler de différences significatives entre les doses. De même, le taux d'éclosion des œufs ainsi que le taux d'émergence des individus sont inversement proportionnels aux doses évaluées.

L'huile essentielle de la Saugue officinale utilisée comme bioinsecticide joue un rôle important dans la protection des graines de haricot, en effet la perte en poids enregistrée est de 0% à la plus forte dose de 10µl. L'utilisation de cette huile essentielle n'a pas affecté la faculté germinative des graines aux plus fortes doses, comparativement à celles des graines bûchées qui ont montré un taux de germination faible ; la plus forte dose de 10µl s'est avérée plus efficace avec un taux de germination maximal de 70%.

L'effet par répulsion de l'huile de *S. officinalis*, s'est révélé efficace sur les adultes de cette bruche avec un taux de répulsion de 19% en présence d'acétone et de 50% en absence d'acétone.

L'huile essentielle de Saugue officinale exerce aussi un effet inhalatoire à l'égard des bruches en fonction de la dose et la durée d'exposition, mais une mortalité maximale de 100% est enregistrée à la plus forte dose de 5µl après une période d'exposition de 96h.

D'après nos résultats, il semblerait que l'huile essentielle utilisée agit plus efficacement sur les adultes d'*A. obtectus* en absence d'acétone, qu'elle soit testée par inhalation ou par répulsion.

Les résultats de nos expériences nous encouragent à poursuivre ces études dans le but d'identifier les principes actifs de cette plante aromatique, et de tester d'autres huiles essentielles extraites de plantes aromatique locales. Il serait également intéressant de rechercher à optimiser les doses efficaces à utiliser. Des études supplémentaires doivent être effectuées avant toute application de ces huiles à grande échelle afin de prévenir d'éventuels risques toxique, aussi bien pour l'environnement que pour la santé humaine et animale.

AIBOUD K. (2012) : Etude de l'efficacité de quelques huiles essentielles à l'égard de la bruche de niébé *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera : Bruchidae) et impacte des traitements sur la germination des graines de *Vigna unguiculata* (L.) Walp. Mémoire de magister en biologie, UMMTO, 56p.

AISSAOUI M. (2010) : Bioefficacité de la substance des téguments de quatre variétés de haricot *Phaseolus vulgaris* L. sur la fécondité et la fertilité d'*Acanthoscelides obtectus* Say. (Coleoptera : Bruchidae) en relation avec la teneur en tannins condensés. Mémoire de magister en biologie, Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen, 86p.

ANONYME (2018) : production et rendement de l'haricot sec dans le monde WWW.FAO.COM

AZIRI F. (2015) : Activité biologique des poudres des feuilles de deux plantes le myrte (*Myrtus commanis*) et de laurier rose (*Nerium oleander*) sur la bruche du haricot *Acanthoscelides obtectus* say. (Coleoptera : Bruchidae). Mémoire de master en biologie, UMMTO, 39p.

BACHI B. et MAHMOUDI N. (2017) : L'effet insecticide de l'huile essentielle du Pin maritime (*Pinus pinaster*) sur la longévité des adultes mâles de la bruche de la fève *Bruchus rufimanus* durant la période de diapause. Mémoire de master en biologie, UMMTO, 44p.

BALACHOWSKY A.S., LABEYRIE V., et HOFFMAN A.V. (1962) : Entomologie appliquée à l'agriculture, Vol. 1, Masson Ed., Paris, pp : 469-484.

BAUDOIN J.P. (2001) : Contribution des ressources phylogénétiques à la sélection variétale de légumineuses alimentaires tropicales. Biotechnol. Agron. Soc. Environ. 5(4), pp 221-230.

BAUDOIN J.P., DEMOL J., LOUANT B.P., MARECHAL R., MERGAL G. et OTOUL E. (2002) : Amélioration des plantes : Application aux principales espèces cultivées en région tropicale. Les presses Agronomique de Gembloux, Belgique, 580p.

BENREY B., CALLEJAS A., RIOS L., OYAMA K. et DENNO R. F. (1998) : The effects of domestication of Brassica and *Phaseolus* on the interaction between phytophagous insects and parasitoids. *Biological Control*. 11, pp 130-140.

BENREY B., RAHMA J., RICHARD A. et KENYOU S. (2009) : Interaction tritrophique. E-vol and France, 1p.

BONNEMAISON L. (1962) : Les ennemis animaux des plantes cultivées et des forêts. Ed. SEP, Paris, 503p.

BOUCHIKHI TANI Z. (2006) : Bioefficacité de la substance des feuilles de deux variétés de haricot *P. vulgaris* sur les différents états et stades de développement de la bruche du haricot *A. obtectus* (Coléoptéra : Bruchidae). Mémoire de magistère en biologie, Université Abou Baker Belkaid Tlemcen, 87p.

BOUCHIKHI TANI Z. (2010) : Lutte contre la bruche *Acanthoscelides obtectus* (Coloptera : Bruchidae) et la mite *Tineola bisselliella* (Lepidoptera : Tineidae) par des plantes aromatiques et leurs huiles essentielles. Thèse de doctorat en biologie, Université de Tlemcen, 147p.

BOUCHIKHI TANI Z., M. BENDAHOUI et KHELIL M.A. (2010) : Lutte contre la bruche *Acanthoscelides obtectus* et la mite *Tineola bisselliella* par les huiles essentielles extraites de deux plantes aromatiques d'Algérie. *Libanese Science Journal*, vol. 11, n°01, pp 55-68.

BOUDJENOUIA A., FLEURY A., et TAUCHERIFTE A. (2003) : Les légumineuses alimentaires dans les zones périurbaines de Sétif (Algérie) : analyse d'une marginalisation. Ed New Mediten. P27.

BOUZIANE A.S. (2015) : Evaluation de l'effet biocide de l'huile essentielle et de la poudre des feuilles de la Sauge (*Salvia officinalis* L.) sur la bruche de la fève *Bruchus rufimanus* Boh. (Coleopetra : Bruchinae). Mémoire de master en biologie, UMMTO. 55p.

BRUNETON J. (1999) : Pharmacognosie, phytochimie et plante médicinale. 3ème Ed. Tec et Doc., Paris, pp 461-769.

CHACON M. I., PICKERSGILL S.B. et DEBOUCK D. G. (2005) : Domestication patterns in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and the origin of the Mesoamerican and Andean cultivated races. *Theor. Appl. Genet.* 110, pp 432-444.

CHAUX C., et FOURY C. (1994) : Production de légumiers, Tome 3, Ed. Lavoisier, Paris, 854p.

CHINWADA P. et GIGAD D. (1997) : Traditional seed protectants for the control of bean bruchids. *Trop. Sci*, pp 80-84.

- CRONQUIST A. (1981)** : An integrated system of classification of flowering plant. New York Columbia University Press, 1262p.
- DAVEY K. G. (1970)** : Copulation and oogenesis in *Rhodnius prolixus*. In Influence
- DELOBEL A., et TRAN N. (1993)** : Coléoptères des denrées alimentaires entreposées dans les régions chaudes, Paris, 424p.
- DON-PEDRO K.N. (1985)** : Toxicity of some Citrus peels to *Dermistes maculatus* Deg. And *Callosobruchus maculatus* (F). *journal of stored product research* 21(1), pp 31-34.
- EL-BADRY E.A. et AHMED M.Y.Y. (1975)** : Effects of gamma radiation on the ess stage southern Cowpea weevil, *Callosubruchus maculatus* F.Z. *Angew. Entomol*, pp 1-11.
- GAKURU et FOUA-BI BI. (1996)** : Effet d'extraits des plantes sur la bruche du niébé (*Callosubrucus maculatus*. F.) et le charançon de riz (*Stophilus oryzae* L.) *Tropicultura* 13, pp 143-146.
- GEERTS P., TOUSSAINT A., MERGEAI G. et BAUDOIN J.P. (2011)** : *Paseolus* immature embryo rescue technology. *Methods In Molecular Biology* Clifton, 710, pp 117-129.
- GEPTS P. (1990)** : Biochemical evidence bearing on the domestication of *Phseolus* (Fabaceae) bean, *Economic botany*, 44, pp 28-38.
- GODON B. (1985)** : Protéines végétales. Ed. Tec et Doc, 629p.
- GOIX J. (1986)** : Défense des cultures. *Phytoma*. November 1986, pp 48-49.
- GORDON M. (2000)** : Haricots secs : situation actuelle et perspectives. *Le Bulletin bimensuel*, 13 octobre 2000, 13, 16. *Agriculture et Agro-alimentaire Canada*, p 6.
- GOUCEM-KHEKFAN K. (2014)** : Etude de l'activité insecticide des huiles essentielles et des poudres de quelques plantes à l'égard de la bruche du haricot *Acanthoscelides obtectus* Say (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 doctorats, UMMTO, 178p.
- GUEYE M., SECK D., WATHELET J., et LOGNAY G., (2010)** : Lutte contre les ravageurs des stockées de céréales et de légumineuses au Sénégal et en Afrique occidentale. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ*, pp 183-194.

GUIGNARD J.L. (1998) : Botanique, Ed. Masson, 159p.

GUY P. (1985) : Nutrition azotée des légumineuses. *Les colloques INRA*. Versailles, France. 37, pp 79-99.

GWINNER J., HARMISCH R. et MURE. (1996) : Manuel sur manutention et la conservation des graines après récolte. Ed. GT2. Esehborn. 368p.

HAMDANI DJ. (2012) : Action des poudres et des huiles de quelque plantes aromatiques sur les paramètres biologiques de la bruche du haricot *Acanthocselides obtectus* Say. (Coleoptera : Bruchidae). Thèse de magister en biologie, UMMTO, 126p.

HEDJEL-CHEBHEB M. (2014) : Identification des principes actifs des huiles essentielles de quelque résineux et plantes aromatique de provenance Algérienne et Tunisienne. Etude de leurs activité biologique à l'égard d'un insecte ravageur des graines stockées *Callosubruchus maculatus* F. (Choleoptera : Bruchidae). Thèse de Doctorat d'Etat en sciences Biologique, Spécialité Entomologie appliqué. U.M.M.T.O. 99p.

HOFFMAN A. (1945) : Coléoptères Bruchidae et Anthribides (Faune de France), Paris, 184p.

HUBERT P. (1978) : Recueil de fiches technique d'agriculture spéciale à l'usage des lycées agricoles à Madagascar Antananarivo, BDPA, pp 1-6.

HUIGNARD J. (1973) : Influence de quelques stimulation externes dues à la copulation sur la fonction reproductrice des femelles chez *A. obtectus* Say. Thèse d'Etat. Univ de Lomé. Togo. 8072p.

HUIGNARD J., GLITHO IO., MONGE JP., et REGNAULT-ROGER C. (2011): Insectes ravageurs des graines de légumineuses. France, 147p.

IBRAHIMA C. (2006) : Activité de renforcement de la commercialisation agricole la filière haricot vert extra fin de guinée : situation actuelle et perspectives de développement en exportation USAID /Guinée, NRM SO. N°29, 28p.

IHIDOUSSEN H. et OUENDI N. (2009) : Effet des huiles essentielles de Citrus limonum et Citrus reticulata sur l'activité biologique de la bruche du haricot : *A. obtectus say*. (Coléoptera : Bruchidae). Mémoire d'Ing en biologie. U.M.M.T.O. pp 43-59.

KASSEMI N. (2006) : Relation entre un insecte phytophage et sa principale plante hôte : cas de la bruche du haricot (*Achantoscelides obtectus*) (Coleoptera : Bruchidae). Mémoire de Magister en Ecologie Animale, Université Tlemcen, 93p.

ISMAN B. (2000) : Plant essential oils for pest and disease management. *Crop Protection*. 19, pp 603-608.

KELLOUCHE A. (2005) : Etude de la bruche du pois chiche *C. maculatus* (Coleoptera : Bruchidae) ; biologie, physiologie, reproduction et lutte. Thèse de doctorat d'Etat en sciences naturelles, UMMTO, 155p.

KELLOUCHE A., et SOLTANI N.D. (2004) : Activité biologique des poudres de cinq plantes et de l'huile essentielle d'une d'entre elles à l'égard de *C. maculatus*. *International journal of Tropical insect science*, vol 24, n°02, pp 184-191.

KHELIL M.A. (1977) : Influence de la chaleur utilisée comme moyen de lutte contre la bruche du haricot *Acanthoscelides obtectus* say (Coleoptera : Bruchidae) sur les différents états et stades de développement. Thèse d'Ingénieur en Agronomie, INA., 77p.

LABEYRIE V. (1962) : les *Achantoscelides obtectus*. In : Entomologie Appliquée à l'Agriculture. Ed. A.S. BALACHOWSKY. T1, Masson. Paris, pp 469-484.

MAHMOUDI S. et DAHMANE L. (2017) : Etude de l'activité insecticide de l'huile essentielles de (*Pistacia lentiscus*) à l'égard de la bruche du haricot *Acanthoscelides obtectus* Say. (Coleoptera : Chrysomelidae). Mémoire de master en biologie, UMMTO, 64p.

MALLAMAIRE A. (1986) : Les bruches des légumineuses au Sénégal. O.R.S.T.O.M. collection de référence. NB/2566.

MC DONALD L.L., GUY R.H. et SPEIRS R.D. (1970) : Preliminary evaluation of new candidate materials as toxicants, repellents and attractants against stored product insects. Marketing Research report. N° 882. Washington : Agricultural Research Service, United States Department of Agriculture, 183p

MESSIAN C.M. (1992) : L'intérêt de lignées collectées en Haïti pour l'amélioration variétale du haricot grain. *Agronomie* 12, pp 503-513.

MULTON J.L. (1982) : Conservation et stockage des graines et produits dérivés. Céréale, oléagineux, aliment pour animaux. Ed. Tec et Doc Lavoisier. 57p.

NAGMO L.S.T. et HANCE TH. (2007) : Diversité des ravageurs des denrées et méthodes alternatives de lutte en milieu tropicale. *Tropicultura*, 25, 4, pp 215-220.

NDOMO AF., TAPONDJOU A.L., TENDONKENG F., et TCHOUANGUEP F. (2009): Evaluation des propriétés insecticides des feuilles de *Callistemon viminalis* (Mystaceae) contre les adultes d'*Achanthoscelides obtectus* Say. (Coleoptera : Bruchidae). *Tropicultura*, 27, 3, pp 137-143

PADRINI F., et LUCHERONI M.T. (2006) : Le grand livre des huiles essentielles : Guide pratique pour retrouver vitalité, bien être et beauté grâce aux essences. Ed. Vecchi S.A., Paris, 106p.

PERRIS F. (1874) : Biologie de quelques coléoptères-Ann. SOC. Ent. France. 171p.

PERON J.Y. (2006) : Production légumière. 2ème Edition Lavoisier, 389.

PICHARD B., LEROI B. et BONET A. (1991) : Comparaison des cycles d'*A. obtectus* et *A. obvelatus* (Coleoptra : Bruchidae) à Tepozltan Mexique. *Acta Oecologica* 122, pp 185-201.

REGNAULT-ROGER C. et HAMRAOUI A. (1993) : Efficiency of plants from the south of France used as tradition protectants of *Phaseolus vulgaris* L. against its bruchid *Acanthoscelides obtectus* Say. *J. stored Prod. Res.*, 29, pp 259-264.

REGNAULT-ROGER C. et HAMRAOUI A. (1997) : Lutte contre les insectes phytophages par les plantes aromatique et leurs molécules allélochimique, Ed Acta bot. Gallic, pp 401-412.

REGNAULT-ROGER C. (2002) : De nouveaux phyto-insecticides pour le troisième illénaire ? In *Biopesticides d'origine végétal*, Ed. REGNAULT-ROGER C., B.J.R Philogène, C. Vincent Paris : Lavoisier Tech et Doc, pp 19-40.

REGNAULT-ROGER C., PHILOGENE B.J.R. et CHARLES V. (2008) : Biopesticide d'origine végétale. Ed Lavoisier, Paris, 550p.

RIBA G. et SILVY C. (1989) : Combattre les ravageurs des cultures, enjeux et perspectives. INRA. Paris, pp 86-70.

ROUDANE W. (2018) : Activité insecticide de l'huile essentielle du Bigaradier (*Citrus aurantium* L.) à l'égard de la bruche du haricot *Acanthoscelides obtectus* Say. (Coleoptera : Bruchinae). Mémoire de master en biologie, UMMTO, 51p.

SADLI K. (2017) : Etude de l'activité insecticide de l'huile essentielle de Pin maritime (*Pinus pinaster* L.) sur la bruche du haricot commun *Acanthoscelides obtectus* Say. (Coleoptera : Chrysomelidae : Bruchinae). Mémoire de master en biologie, UMMTO, 63p.

SANON A., GARBA M., AUGER J. et HUIGNARD J. (2002) : Activity of methylisothiocyanate on *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera : Bruchidae) and its parasitoid *Dinarmus basalis* (Rondani) (Hymenoptera : Pteromalidae). J. Stor. Prod. Res. 38, pp 129-138.

SECK D., SIDIBED HABRUGE E. et GASPARD C.H. (1991) : La protection chimique des stocks de niébé et de maïs contre les insectes au Sénégal. Med. Fac. Univ LHND BOWW. RIJK Univ. Gent. 56 /3, pp 1225-1233.

SEDDI H., et SELLAH S. (2015) : Etude de l'activité insecticide des huiles essentielles d'*Eucalyptus radiata* et *Pinus sylvestris* à l'égard de la bruche du haricot *Acanthoscelides obtectus* Say. (Coleoptera : Bruchidae). Mémoire de Master en Agronomie, UMMTO, 62p.

SELLAH S., et ZEMOUCHE S. (2013) : Etude de l'effet biocide des poudres des feuilles de deux légumineuses, la fève (*Vicia faba* L.) et le petit pois (*Pisum sativum* L.) et d'une huile essentielle du cèdre (*Cedrus atlantica manetti*) sur la biologie de la bruche du haricot *Acanthoscelides obtectus* Say. (Coleoptera : Bruchidae). Mémoire d'Ingénieur en biologie, UMMTO, 62p.

SERPEILLE A., (1991) : La bruche du haricot : un combat facile ? Bulletin semences n° 116, Ed. FNAMS, Paris, pp 32-34.

SILUE S., JACQUEMIN J. et BAUDOIN J., (2010) : Utilisation des mutations induites pour l'étude de l'embryogenèse chez le haricot *P. vulgaris* L. et deux plantes modèles, *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh. Et ZEA mays L. Biotechnol. Agron. Soc. Environ, pp 195-205.

SINGH H.R. et TAYLOR T.A. (1978) : Pest of grains legums ecology and control. Ed Singh S.R. Vaneden F. And Taylor T.A. Academic press, New York, 454p.

- STANTON W.B. (1970) :** Les légumineuses à graines en Afrique. Ed. Lavoisier, 453p.
- TALEB-TOUDERT K. (2015) :** Extraction et caractérisation des huiles essentielles de dix plantes aromatiques provenant de la région de Kabylie (Nord Algérien) et évaluation de leurs effets sur la bruche de niébé *C. maculatus*. Thèse de doctorat, UMMTO, 160p.
- TOUAMI F. et ZERAR D. (2006) :** Contribution à l'étude de l'activité biologique de l'huile essentielle de Cèdre, Jasmin, d'Amande douce et de la Lavande à l'égard de la bruche de niébé *C. maculatus*. F. (Coleoptra : Bruchidae). Mémoire de Magister en biologie. 64p.
- TOURE D. (2014) :** Etude chimique et biologique des huiles essentielles de quatre plantes aromatiques médicinales de Côte d'Ivoire. Thèse de doctorat en biologie humaine tropicale, Université Felix Houphouët-Boigny, 153p.
- VANHUIS D., (1991) :** Biological method of Bruchid control in the tropic. A review insect scion. *Applic.* 12(1-2-3), pp 87-102.
- VASSILIEV I. (1935) :** *Acanthoscelides obtectus* Say, under field condition in Abkazie, plant, *Prot.* pp 124-130.

Annexes

Annexe I

Tableau 1. Analyse de la variance au seuil de 5% pour le paramètre mortalité des adultes d'*A. obtectus* traités avec l'huile essentielle de la sauge officinale par contact.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	69313,88	53	1307,809				
VAR.FACTEUR 1	67414,01	8	8426,751	288,757	0		
VAR.FACTEUR 2	732,563	5	146,513	5,021	0,00121		
VAR.RESIDUELLE 1	1167,313	40	29,183			5,402	12,53%

Tableau 2. Résultats de l'analyse de la variance au seuil de 5% pour le paramètre fécondité des adultes d'*A. obtectus* traités avec l'huile essentielle de la sauge officinale.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	59015,64	35	1686,161				
VAR.FACTEUR 1	49259,39	8	6157,423	17,04	0		
VAR.RESIDUELLE 1	9756,25	27	361,343			19,009	35,33%

Tableau 3. Analyse de la variance au seuil de 5% pour le paramètre éclosion des adultes d'*A. obtectus* traités avec l'huile essentielle de la sauge officinale.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	39490,2	35	1128,291				
VAR.FACTEUR 1	33365,22	8	4170,653	18,385	0		
VAR.RESIDUELLE 1	6124,973	27	226,851			15,062	28,98%

Tableau 4. Analyse de la variance au seuil de 5% pour le paramètre émergence des adultes d'*A. obtectus* traités avec l'huile essentielle de la sauge officinale.

	SCE	DDL	CM	TEST F	PROBA	ET	CV
VAR.TOTALE	29254,37	35	835,839				
VAR.FACTEUR 1	22827,03	8	2853,379	11,987	0		
VAR.RESIDUELLE 1	6427,332	27	238,049			15,429	40,04%

Tableau 5. Analyse de la variance au seuil de 5% pour le paramètre perte en poids des adultes d'*A. obtectus* traités avec l'huile essentielle de la sauge officinale.

	SCE	DDL	CM	TEST F	PROBA	ET	CV
VAR.TOTALE	616,727	35	17,621				
VAR.FACTEUR 1	415,6	8	51,95	6,974	0,00006		
VAR.RESIDUEL LE 1	201,128	27	7,449			2,729	44,44%

Tableau 6. Analyse de la variance au seuil de 5% pour le paramètre germination des adultes d'*A. obtectus* traités avec l'huile essentielle de la sauge officinale.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	684,775	39	17,558				
VAR.FACTEUR 1	559,025	9	62,114	14,818	0		
VAR.RESIDUELLE 1	125,75	30	4,192			2,047	14,55%

Tableau 7. Analyse de la variance au seuil de 5 % des adultes d'*A. obtectus* traités avec l'huile essentielle de la sauge officinale testée par répulsion.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	32150	39	824,359				
VAR.FACTEUR 1	3700	4	925	1,233	0,3177		
VAR.FACTEUR 2	2250,002	1	2250,002	3	0,08993		
VAR.INTER F1*2	3699,998	4	925	1,233	0,3177		
VAR.RESIDUELLE 1	22500	30	750			27,386	64,44%

Tableau 8. Analyse de la variance au seuil de 5% pour le paramètre mortalité des adultes d'*A. obtectus* traités avec l'huile essentielle de la sauge officinale testée par inhalation.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	142116,6	83	1712,248				
VAR.FACTEUR 1	30727,91	5	6145,583	115,303	0		
VAR.FACTEUR 2	79924,46	6	13320,74	249,924	0		
VAR.FACTEUR 3	1041	1	1041	19,531	0,00015		
VAR.INTER F1*2	27039,16	30	901,305	16,91	0		
VAR.INTER F1*3	1116,227	5	223,245	4,189	0,00533		
VAR.INTER F2*3	668,828	6	111,471	2,091	0,08348		
VAR.RESIDUELLE 1	1598,977	30	53,299			7,301	21,57%

Annexe II

Tableau 1. Résultats de test Newman et Keuls pour le facteur huile essentielle à différentes doses testées pour le paramètre mortalité des adultes d'*A. obtectus*.

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES							
9.0	D8	98,75	A							
8.0	D7	86,152		B						
7.0	D6	79,248			C					
6.0	D5	50,927				D				
5.0	D4	36,138					E			
4.0	D3	22,843						F		
2.0	D1	8,163							G	
3.0	D2	5,947							G	H
1.0	D0	0								H

Tableau 2. Résultats de test Newman et Keuls pour le facteur temps testée pour le paramètre mortalité des adultes d'*A. obtectus*.

F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
6.0	T6	48,239	A	
5.0	T5	45,782	A	
3.0	T3	43,624	A	
4.0	T4	42,922	A	
2.0	T2	41,897	A	
1.0	T1	36,314		B

Tableau 3. Résultats de test Newman et Keuls pour le facteur dose de l'huile essentielle testées pour le paramètre fécondité des femelles d'*A. obtectus*.

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
1.0	D0	94	A	
6.0	D5	92	A	
2.0	D1	85,25	A	
3.0	D2	72	A	
4.0	D3	67,25	A	
5.0	D4	63,5	A	
7.0	D6	7,5		B
8.0	D7	2,75		B
9.0	D8	0		B

Tableau 4. Résultats de test Newman et Keuls pour le facteur dose de l'huile essentielle testée par contact pour le paramètre éclosion des œufs d'*A. obtectus*.

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
1.0	D0	86,002	A	
2.0	D1	78,777	A	
3.0	D2	76,695	A	
4.0	D3	72,723	A	
5.0	D4	60,418	A	
6.0	D5	59,587	A	
7.0	D6	24,52		B
8.0	D7	9,09		B
9.0	D8	0		B

Tableau 5. Résultats de test Newman et Keuls pour le facteur dose de l'huile essentielle testé par contact pour le paramètre émergence des adultes d'*A. obtectus*.

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES			
1.0	D0	79,402	A			
2.0	D1	63,872	A	B		
3.0	D2	54,96	A	B		
4.0	D3	51,955	A	B		
5.0	D4	36,29		B	C	
6.0	D5	36,027		B	C	
7.0	D6	17,5			C	D
8.0	D7	6,818			C	D
9.0	D8	0				D

Tableau 6. Résultats de test Newman et Keuls pour le facteur dose de l'huile essentielle à différentes doses testée par contact pour le paramètre perte en poids des adultes d'*A. obtectus*.

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
1.0	D0	9,775	A	
3.0	D2	9	A	
2.0	D1	8,8	A	
4.0	D3	8,4	A	
5.0	D4	7,3	A	
6.0	D5	7,1	A	
7.0	D6	3,7	A	B
8.0	D7	1,2		B
9.0	D8	0		B

Tableau 7. Résultats du test de NEWMAN et KEULS concernant le facteur dose sur le taux de germination par contact.

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES			
1.0	D1	19,75	A			
10.0	D10	18	A	B		
9.0	D9	16		B	C	
8.0	D8	15,75		B	C	
7.0	D7	15,5		B	C	
6.0	D6	13,25			C	
5.0	D5	12,75			C	
4.0	D4	12,25			C	
3.0	D3	12			C	
2.0	D2	5,5				D

Tableau 8. Résultats de test Newman et Keuls pour le facteur dose de l'huile essentielle à déférente doses testée par inhalation des adultes d'*A. obtectus*.

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES			
5.0	D4	51,348	A			
6.0	D5	47,455	A	B		
3.0	D2	45,179	A	B		
4.0	D3	43,571		B		
2.0	D1	15,549			C	
1.0	D0	0				D

Tableau 9. Résultats de test Newman et Keuls pour le facteur durée testée pour la mortalité des adultes d'*A. obtectus* testée par inhalation.

F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES			
7.0	T7	73,394	A			
6.0	T6	68,35	A			
5.0	T5	59,792		B		
4.0	T4	32,292			C	
3.0	T3	1,875				D
2.0	T2	1,25				D
1.0	T1	0				D

Résumé

Le haricot commun *P. vulgaris* est l'hôte principale de la bruche du haricot *Acanthoscelides obtectus* say (Coleoptera : Bruchidae) à la fois au champ et dans les stocks. La présente étude a pour objet d'évaluer la toxicité par contact, inhalation et par répulsion de l'huile essentielle extraite de la plante aromatique *Salvia officinalis* sur quelques paramètres biologiques de la bruche du haricot commun, et quelques paramètres agronomiques de la graine. Elle a été testée sur des adultes âgées de moins de 24h à 28°C et 70% HR aux doses 1µl, 2µl, 3µl, 4µl, 5µl, 6µl, 8µl et 10µl. Les résultats obtenus pour l'ensemble des tests effectués indiquent que l'huile essentielle *Salvia officinalis* exerce une toxicité importante vis-à-vis d'*A. obtectus*. Le traitement par contact a montré une forte toxicité au fur et à mesure que les doses augmentent, enregistrant une mortalité de 100% à la plus forte dose 10µl après une durée d'exposition de 24h. La fécondité des femelles et le taux d'éclosion sont fortement affectés dès les plus faibles doses et complètement inhibées aux doses les plus élevées 8µl et 10µl, montrant un effet relativement important sur le taux d'émergence. L'utilisation de ces substances, a montré un effet protecteur des graines de haricot traitées aux plus fortes doses et le pouvoir germinatif des graines n'est pas affecté. Le traitement par inhalation a révélé un effet insecticide très hautement significatif sur la mortalité des adultes d'*A. obtectus* à la dose 5µl après 48 h d'exposition. De plus cette huile présente une activité insecticide moyennement répulsive. Il ressort globalement de notre étude que l'huile essentielle de la Saugue officinale à une activité insecticide très marquée exerçant un effet létal sur les adultes d'*A. obtectus* et un effet inhibiteur sur la reproduction en diminuant la fécondité. Par conséquent, cette huile essentielle pourrait constituer un moyen alternatif à la lutte par les insecticides classiques.

Mots- clés : *Acanthoscelides obtectus*, *Phaseolus vulgaris*, *salvia officinalis*, bioinsecticides, huiles essentielles.

Abstract

Common bean *P. vulgaris* is one of the most affected legumes by *Acanthoscelides obtectus* say (Coleoptera: Bruchidae) in both field and stocks. The purpose of this study is to evaluate the toxicity by contact, inhalation and repulsion of the essential oil extracted from the aromatic plant *Salvia officinalis* upon some biological parameters of common bean weevils *A. obtectus*, and some agronomic parameters of the beanseed. It was tested on adults less than 24 hours at 28 ° C and 70% RH at doses of 1µl, 2µl, 3µl, 4µl, 5µl, 6µl, 8µl and 10µl.

The results obtained for all the tests carried out indicate that *Salvia officinalis* essential oil exerts a significant toxicity towards *A. obtectus*. The contact treatment showed high toxicity as the doses increased, 100% mortality was recorded at the highest dose of 10µl after a duration of 24 hours. Females fertility and hatching rate were strongly affected at lower doses and completely inhibited at the highest doses 8µl and 10µl, showing a relatively large effect on the rate of emergence. The essential oil used as biopesticide, showed a protective effect of the beans treated at the highest dose and the germinability of the seeds was not affected. Inhalation treatment revealed a very highly significant insecticidal effect on adult mortality of *A. obtectus*. This essential oil showed a very repulsive insecticidal activity.

Overall, our study show that Sage essential oil has a very strong insecticidal activity, exerting a lethal effect on *A. obtectus* adults and an inhibitory effect on reproduction by decreasing fertility therefore this essential oil could be an alternative way to control a bean weevil in the stocks.

Key words: *Acanthoscelides obtectus*, *Phaseolus vulgaris*, *salvia officinalis*, bioinsecticides, essential oils.